

# **VIABILIDADE DE APLICAÇÃO DE UM MODELO TARIFÁRIO DE ÁGUAS PLUVIAIS**

**DIOGO FILIPE DIAS DE SOUSA**

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de  
**MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM HIDRÁULICA**

---

Orientador: Professora Doutora Cristina Maria Monteiro dos Santos

---

Coorientador: Professor Doutor Francisco de Almeida Taveira Pinto

JANEIRO DE 2019

## **MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2018/2019**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ [miec@fe.up.pt](mailto:miec@fe.up.pt)

*Editado por*

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ [feup@fe.up.pt](mailto:feup@fe.up.pt)

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2014/2015 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2015.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Aos meus Pais e ao meu Irmão

*You can never cross the ocean until you have the courage to lose sight of the shore.*

*Christopher Columbus*



## **AGRADECIMENTOS**

A realização desta dissertação não seria possível sem o contributo de inúmeras pessoas, às quais não posso deixar de agradecer.

À professora Doutora Cristina Maria Monteiro dos Santos, orientadora da dissertação, agradeço a disponibilidade, a orientação prestada, os conhecimentos transmitidos, a motivação partilhada, a confiança depositada e o exemplo de pessoa e profissional que é, tendo sido uma honra para mim a realização desta dissertação.

Ao professor Doutor Francisco de Almeida Taveira Pinto agradeço a oportunidade da realização desta dissertação, os conselhos transmitidos e a experiência partilhada.

À Engenheira Rita Cunha, sem a qual esta dissertação teria sido impossível, a disponibilidade sempre permanente ao longo desta etapa, a partilha de conhecimentos, a disponibilização dos dados, e a sua dinâmica e vontade.

À Águas do Porto, E.M., pela partilha de informação e pela oportunidade de realizar esta dissertação em colaboração empresarial.

Agradeço aos meus amigos, especialmente ao João Linhares e à Joana Cabral, que partilharam comigo os bons e maus momentos da faculdade, e que sempre me apoiaram nunca desistindo de mim.

Agradeço a outros amigos, igualmente especiais, pelos momentos divertidos proporcionados. A todos eles o meu obrigado.

Aos colegas de curso, especialmente o Manel, o Francisco, e o Tiago, os momentos académicos proporcionados que tornaram esta experiência gratificante,

Ao meu irmão, pelo apoio incondicional, pela confiança nas minhas capacidades e pelo carinho sempre demonstrado

Por último, aos meus pais, que tornaram todo este trabalho e anos de faculdade uma realidade. Essencialmente pelos seus sacrifícios, mas também pelo seu amor, apoio, pelas lições, pelos valores e pela educação

A Todos o meu profundo Obrigado!



## **RESUMO**

A gestão dos sistemas de drenagem de águas pluviais tem sido progressivamente valorizada pelas entidades gestoras, no domínio económico e ambiental. Dessa forma, surge a necessidade de se realizar um estudo que dê resposta à incapacidade de se obter financiamento suficiente para a gestão destes sistemas, e dessa forma mitigar as consequências ambientais do escoamento pluvial em áreas urbanas.

A presente dissertação tem como objetivo principal o estudo da viabilidade da aplicação de tarifários de sistemas de drenagem de águas pluviais, para beneficiar a gestão destes sistemas e incentivar a adoção de boas práticas.

Numa primeira fase, procedeu-se à consolidação de conhecimentos relacionados com os sistemas de drenagem de águas pluviais, principalmente relativos ao seu dimensionamento. Posteriormente, avaliaram-se as consequências de uma gestão ineficiente dos sistemas em questão, e a tendência atual de concessão destes serviços. Depois, desenvolveram-se soluções para o cenário atual em Portugal, usando como caso de estudo a cidade do Porto.

Numa segunda fase, realizou-se uma pesquisa referente a exemplos internacionais de modelos tarifários aplicados. Este estudo e a perceção das suas vantagens e desvantagens no enquadramento do país, permitiu a seleção e a adaptação de três modelos a aplicar no caso de estudo. Foi realizada, paralelamente, uma análise económica do respetivo sistema de drenagem.

Por último, são apresentados e discutidos os resultados dos modelos estudados e é feita uma análise relativa à sua viabilidade e ao cumprimento dos objetivos estipulados nesta dissertação.

**PALAVRAS-CHAVE:** águas pluviais, modelos tarifários, adoção de boas práticas, LID, tarifas nas águas pluviais, taxas nas águas pluviais.





## **ABSTRACT**

The management of rainwater drainage systems has been valued by the management entities, in the economic and environmental domain. Thus, there is a need to carry out a study that responds to the inability to obtain enough funding for the management of these systems, and promotes the application of reductions strategies, mitigating the environmental consequences of rainwater in urban areas.

The main objective of this dissertation is to study the viability of the application of tariff models in rainwater, to improve the management of these systems and incentive to the adoption of good practices.

In a first phase, the concepts related to rainwater drainage systems were consolidated, namely the design of these systems. Posteriorly, the consequences of an inefficient management of rainwater drainage systems were also evaluated, as well as the current granting of these services. Then, solutions for the current scenario in Portugal, more concretely in a case study in the city of Porto, were developed.

In a second phase, a research was done referring to international examples of applied tariff models. The study of these, and the knowledge of their advantages e disadvantages in the country framework, allowed the selection and adaptation of three models to apply in the case study. An economic analysis concerning the management entity was also carried out in this phase.

Lastly, the results of the models applied in the study area are presented and discussed, analysing them according to their viability and the fulfilment of the objectives set for this dissertation.

**KEYWORDS:** Stormwater, tariff models, good practices, LID, rainwater tariff, rainwater rate.



## ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS .....	i
RESUMO .....	iii
ABSTRACT .....	v
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. ENQUADRAMENTO GERAL DO TEMA .....	1
1.2. OBJETIVOS E METODOLOGIA .....	2
1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO .....	2
<b>2. ÁGUAS PLUVIAIS EM ÁREAS URBANAS .....</b>	<b>3</b>
2.1. REDES DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS .....	3
2.2. GESTÃO DE REDES DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS .....	6
<b>3. TARIFÁRIOS DE ÁGUAS PLUVIAIS .....</b>	<b>9</b>
3.1. PRINCIPAIS OBJETIVOS .....	9
3.2. EXEMPLOS INTERNACIONAIS .....	11
3.2.1. ALEMANHA .....	11
3.2.2. DINAMARCA .....	12
3.2.3. ITÁLIA/EQUADOR .....	12
3.2.4. ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA .....	13
3.2.5. POLÓNIA .....	15
3.2.6. OUTROS PAÍSES E MODELOS .....	17
3.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	18
<b>4. CASO DE ESTUDO .....</b>	<b>19</b>
4.1. REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS DA CIDADE DO PORTO .....	19
4.2. ESTUDO ECONÓMICO DA REDE .....	22
4.3. MODELOS TARIFÁRIOS .....	28
4.3.1. MODELO ALEMÃO .....	28
4.3.2. MODELO URE .....	30

4.3.3. MODELO DE TAXA ASSOCIADA AO CONSUMO DE ÁGUA.....	31
4.3.4. ÁREAS NÃO RESIDENCIAIS .....	33
4.3.5. BENEFÍCIOS FISCAIS.....	33
<b>4.4. ANÁLISE DA VIABILIDADE DOS MODELOS TARIFÁRIOS.....</b>	<b>35</b>
4.4.1. MODELO ALEMÃO .....	35
4.4.1.1. ANO DE ESTUDO DE 2017.....	37
4.4.1.2. ANO DE ESTUDO DE 2040.....	38
4.4.1.3. ANO DE ESTUDO DE 2070.....	39
4.4.1.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
4.4.2. MODELO URE .....	41
4.4.2.1. ANO DE ESTUDO DE 2017.....	46
4.4.2.2. ANO DE ESTUDO DE 2040.....	47
4.4.2.3. ANO DE ESTUDO DE 2070.....	48
4.4.2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
4.4.3. MODELO DE TAXA ASSOCIADA AO CONSUMO DE ÁGUA.....	50
4.4.3.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
4.4.4. ÁREAS NÃO RESIDENCIAIS.....	53
4.4.4.1. ANO DE ESTUDO DE 2017.....	54
4.4.4.2. ANO DE ESTUDO DE 2040.....	54
4.4.4.3. ANO DE ESTUDO DE 2070.....	55
4.4.4.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>57</b>
<b>5.1. CONCLUSÕES DO TRABALHO.....</b>	<b>57</b>
<b>5.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS.....</b>	<b>58</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>61</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 – Sistemas unitários e separativos, (adaptado dos conteúdos de Hidrologia e Recursos Hídricos, 2017) .....	4
Fig. 2.2 - 2 Hidrogramas do escoamento direto entre bacias rurais e urbanas (adaptado de ERSAR, 2013). .....	6
Fig. 2.3 - Cheias em Albufeira 2015 retirado do site jornal do algarve .....	7
Fig. 2.4 - Perfil da entidade gestora, adaptado do site Valongo-bewater. ....	8
Fig. 3.1 - Indicador de ocorrência de inundações e respetiva legenda, adaptado de ERSAR, caracterização do saneamento de águas residuais. ....	9
Fig. 3.2 - Exemplos de infraestruturas LID, retirado do site stormwater.horrycountry.org .....	10
Fig. 3.3 - Telhado verde em Dusseldorf retirado do site dw .....	12
Fig. 3.4 – Modelos tarifários nas águas pluviais nos E.U.A., adaptado de Campbell, C. Warren (2018) .....	13
Fig. 4.1 - Ribeiras da cidade do Porto, adaptado do site das Águas do Porto, adaptado de site Águas do Porto .....	19
Fig. 4.2 – Bacia da Asprela (adaptado do Arcgis Pro com informação disponibilizada pela empresa Águas do Porto) .....	20
Fig. 4.3 - MDT bacia da Asprela (adaptado do Arcgis Pro com informação disponibilizada pela empresa Águas do Porto) .....	20
Fig. 4.4 -Rede de coletores, retirado do Arcgis Pro com informação disponibilizada pela empresa Águas do Porto .....	21
Fig. 4.5 - Câmaras de visita da rede de drenagem, retirado do Arcgis Pro com informação disponibilizada pela empresa Águas do Porto. ....	21
Fig. 4.6 – Evolução logarítmica dos gastos diretos totais .....	25
Fig. 4.7 – Evolução linear dos gastos diretos totais.....	25
Fig. 4.8 -- Projeção das anomalias da precipitação média anual (mm), (adaptado de Pombeiro et al., 2016).....	26
Fig. 4.9 - Projeção das anomalias dos indicadores extremos de para a precipitação (adaptado de Pombeiro et al., 2016). ....	26
Fig. 4.10 – Evolução dos investimentos totais nas águas pluviais e respetivas correlação.....	27
Fig. 4.11 - Diversas utilizações das águas pluviais, adaptado de (ECODEPUR AQUAPLUVIA 2016). ....	34
Fig. 4.12 -- Caracterização dos espaços verdes da cidade do Porto, adaptado de (adaptado de Marques et al, 2018). ....	35

Fig. 4.13 – Planta da Rua Dr. Manuel Laranjeira, retirado do Google Maps.....	37
Fig. 4.14 -- Zona 1 e respetivas subzonas .....	41
Fig. 4.15 - Zona 2 e respetivas subzonas .....	42
Fig. 4.16 - Zona 3 e respetivas subzonas .....	43
Fig. 4.17 -- Zona 4 e respetivas subzonas .....	44
Fig. 4.18 - Zona 5 e subzonas respetivas. ....	45
Fig. 4.19 - Tarifa de consumo, adaptado de (CMPEA 2017).....	51
Fig. 4.20 - Tarifa de águas residuais, adaptado de (CMPEA 2017). ....	52
Fig. 4.21 - Edifícios não residenciais.....	54

## ÍNDICE DE QUADROS (OU TABELAS)

Quadro 2.1 – Coeficientes de escoamento, adaptado de LNEC (1990).....	5
Quadro 3.1 - Taxas em Minneapolis das residências unifamiliares.....	14
Quadro 3.2 - Taxas aplicadas na cidade de Flagstaff.....	14
Quadro 3.3 - Taxa aplicadas em Niceville .....	15
Quadro 3.4 - Taxa cobrada por m3 de águas pluviais drenada, (Burszta-Adamiak, E. 2014) ...	16
Quadro 3.5 - Taxa cobrada por m2 de área impermeável, (Burszta-Adamiak, E. 2014)). .....	16
Quadro 3.6 - Descrição dos modelos tarifários analisados .....	18
Quadro 4.1 - Investimentos nas águas pluviais, informação fornecida pelas Águas do Porto...	22
Quadro 4.2 - Obras realizadas pelas Águas do Porto, adaptado dos relatórios de contas das Águas do Porto.....	23
Quadro 4.3 - Investimentos no abastecimento de água e drenagem de águas residuais.....	23
Quadro 4.4 - Gastos diretos no sistema de drenagem de águas pluviais .....	24
Quadro 4.5 - Total dos gastos diretos com águas pluviais .....	24
Quadro 4.6 - Projeção dos investimentos .....	27
Quadro 4.7 - Projeções do custo total da rede de drenagem das águas pluviais. ....	27
Quadro 4.8 - Vantagens e desvantagens do modelo Alemão .....	29
Quadro 4.9 - Sistema de escalões do modelo URE .....	30
Quadro 4.10 - Custo €/ano do modelo URE .....	30
Quadro 4.11 - Vantagens e desvantagens da URE.....	31
Quadro 4.12 - Vantagens e desvantagens do modelo de taxa associado ao consumo de água.....	32
Quadro 4.13 - Benefícios fiscais nos telhados verdes .....	33
Quadro 4.14 – Dados da cidade do Porto.....	36
Quadro 4.15 - Dados económicos de 2017 .....	37
Quadro 4.16 - Resultados finais da aplicação do modelo do Alemão (2017).....	38
Quadro 4.17 - Dados económicos de 2040. ....	38
Quadro 4.18 - Resultados finais da aplicação do modelo Alemão (2040).....	39
Quadro 4.19 - Dados económicos de 2070. ....	39
Quadro 4.20 - Resultados finais da aplicação do modelo Alemão (2070).....	40

Quadro 4.21 - Evolução dos resultados obtidos do modelo Alemão .....	40
Quadro 4.22 - Área tributária e número de habitações da zona 1 .....	42
Quadro 4.23 - Área tributária e número de habitações da zona 2 .....	42
Quadro 4.24 - Área tributária e número de habitações da zona 3 .....	43
Quadro 4.25 - Área tributária e número de habitações da zona 4 .....	44
Quadro 4.26 - Área tributária e número de habitações da zona 5 .....	45
Quadro 4.27 - Dados relativos ao modelo URE para 2017 .....	46
Quadro 4.28 - Custo por escalões do modelo URE para 2017. ....	46
Quadro 4.29 - Resultados obtidas com modelo URE (2017).....	47
Quadro 4.30 - Dados relativos ao modelo URE para 2040 .....	47
Quadro 4.31 - Custo por escalões do modelo URE para 2040 .....	48
Quadro 4.32 - Resultados obtidas com modelo URE (2040).....	48
Quadro 4.33 - Dados relativos ao modelo URE para 2070 .....	48
Quadro 4.34 - Custo por escalões do modelo URE para 2070 .....	49
Quadro 4.35 - Resultados obtidas com modelo URE (2070).....	49
Quadro 4.36 - Comparação da receita obtida, alemão e URE .....	50
Quadro 4.37 - Comparação da média dos custos mensais, alemão e URE .....	50
Quadro 4.38 - Taxa associada ao consumo de água .....	52
Quadro 4.39 - Comparação do custo médio mensal, Alemão, URE e conta da água. ....	52
Quadro 4.40 - Resultados obtidos para áreas não residências, 2017 .....	54
Quadro 4.41 - Resultados obtidos para áreas não residências, 2040 .....	55
Quadro 4.42 - Resultados obtidos para áreas não residências, 2070.....	55



## **SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS**

AH – hydrological Alternative

Aprox – aproximadamente

ERSAR – entidade reguladora dos serviços de águas e resíduos

ERU – equivalent residential unit

Etc – entre outras coisas

LID – low Impact Development

Nr – número

REF – residential Equivalent Factor

URE – unidade residencial equivalente



# 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1. ENQUADRAMENTO GERAL DO TEMA

As obras hidráulicas de engenharia civil podem ser consideradas complexas sob vários pontos de vista. Com propósitos diferentes, a importância e a dependência existente entre as cidades e essas obras é elevada. No que se refere à Hidráulica, as infraestruturas existentes procuram proteger os aglomerados populacionais e proceder ao abastecimento de água e à drenagem das águas residuais, proporcionando as condições básicas para o desenvolvimento das sociedades. São estas as razões que tornam o ramo da Hidráulica essencial à vida Humana.

Assim sendo, é coerente a existência de uma preocupação global em garantir as condições adequadas para as diversas infraestruturas e garantir o seu bom desempenho. Neste âmbito, surge a necessidade particular de avaliar as condições dos sistemas de drenagem de águas pluviais.

A gestão destes sistemas, que garantem o escoamento das águas pluviais urbanas e a devolução controlada ao meio hídrico, tem ganho uma importância crescente nas últimas décadas. As consequências de um sistema ineficiente e as alterações climáticas, podem causar efeitos devastadores – maiores danos nas infraestruturas da rede, problemas ambientais, custos elevados para as entidades gestoras, etc. – e levam à necessidade de se estudarem alternativas de gestão e estratégias de minimização e controlo.

Atualmente, estas práticas alternativas têm-se tornado mais recorrentes nas entidades gestoras, que têm adquirido uma perceção diferente, acompanhada por uma evolução económica do Mundo, e procuram a autossustentabilidade como objetivo fundamental. Uma dessas práticas é a aplicação de um modelo tarifário nas águas pluviais de forma a obter receita própria que garanta a sustentabilidade financeira do sistema. Para além deste objetivo, a aplicação um tarifário procura incentivar a adesão às boas práticas e, consequentemente, a redução do escoamento superficial que é fundamental para uma maior eficiência do funcionamento das redes e bem-estar das cidades.

A definição de um modelo tarifário não é fácil pois deve ter em conta a especificidade do local onde irá ser aplicado. Deve ser feita com base em critérios que garantam a sua viabilidade e aceitação. O modelo deve, por isso ser:

- Simples – O cálculo da taxa deverá ser simples de efetuar, de implementar e de compreender;
- Equitativo – A imposição deste tipo de taxa terá que ser justa e equilibrada, ou seja, uma redução na quantidade de água pluvial entregue aos sistemas, deverá corresponder a uma diminuição no valor da taxa;

- Adequado – O valor, independentemente do modelo servirá para cobrir as despesas que as entidades gestoras tenham com os danos associados às cheias, assim como para a manutenção, gestão e beneficiação das infraestruturas;
- Legal – A implementação da taxa terá que ser alvo de um enquadramento legal a nível local e/ou central.

## **1.2 OBJETIVOS E METODOLOGIA**

Com o presente trabalho, pretende-se abordar uma nova área de investigação relacionada com a drenagem de águas pluviais em meio urbano.

A presente dissertação tem como objetivo principal o estudo da viabilidade da aplicação de tarifários de sistemas de drenagem de águas pluviais, para otimizar a gestão destes sistemas e incentivar a adoção de boas práticas por parte dos utentes. Foram também avaliados exemplos internacionais que apliquem uma taxa na drenagem de águas pluviais.

Posteriormente, foi realizado um estudo económico sobre a situação nas Águas do Porto relativamente a este tema, concluindo o trabalho com a aplicação e análise de três modelos tarifários para um caso de estudo nesta cidade.

## **1.3 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO**

Esta dissertação encontra-se dividida em 5 capítulos. No capítulo introdutório, é apresentado um enquadramento geral, os objetivos, a metodologia e a estrutura desta dissertação.

O segundo capítulo é dedicado, de uma forma pormenorizada, às redes de drenagem de águas pluviais e à sua gestão. Primeiro, descrevendo os seus constituintes, os diversos tipos de rede, o dimensionamento e a aplicação de normas relativas ao seu funcionamento e, posteriormente, fazendo referência aos problemas relacionados com estas infraestruturas e abordando o paradigma e a tendência atual da gestão das redes de drenagem das águas pluviais.

No terceiro capítulo é apresentado o conceito de tarifários de águas pluviais, descrevendo os custos associados à gestão destas redes, a necessidade da introdução deste para compensar a falta de apoios que possam existir, assim como os incentivos às boas práticas. São, também, apresentados alguns exemplos internacionais de modelos tarifários.

No quarto capítulo é descrito o caso de estudo. Inicialmente, realiza-se uma apresentação da rede de drenagem das águas pluviais na zona em análise e da entidade gestora responsável pela prestação dos serviços. Posteriormente, é realizado um estudo económico da rede, obtendo-se assim conhecimento acerca dos custos associados ao funcionamento destas infraestruturas. De seguida, são apresentados os modelos tarifários escolhidos para análise, a aplicação no caso de estudo, e a respetiva análise dos resultados.

No quinto e último capítulo são apresentadas as conclusões finais acerca da dissertação, e são descritas algumas sugestões para desenvolvimentos futuros.

# 2

## ÁGUAS PLUVIAIS EM ÁREAS URBANAS

### 2.1 REDES DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

De acordo com o Decreto Regulamentar n.º 23/95, os sistemas de drenagem, definidos também como redes de coletores, são responsáveis por assegurar a condução de águas residuais domésticas, industriais ou pluviais de uma zona urbana a destino final adequado. Perante a diversidade destas águas, os sistemas de drenagem podem ser da seguinte tipologia: (ERSAR, 2013):

- Sistema unitário: conjugação dos sistemas de drenagem das águas residuais, industriais e pluviais;
- Sistema separativo: separação dos sistemas de drenagem das águas residuais, industriais e pluviais;
- Mistos: adoção dos dois tipos de sistemas, unitário e separativo, em seções distintas da rede.

Os sistemas mais adotados em Portugal são os sistemas unitários e separativos. Antigamente era muito comum a tipologia unitária, sendo que, com a evolução no tempo e a consciencialização das vantagens dos sistemas separativos, estes tornaram-se progressivamente mais utilizados. Para além disso, e de acordo com o Decreto Regulamentar n.º 23/95, as redes de drenagem de águas residuais a implantar em novos sistemas deverão ser do tipo separativo.

Na Fig. 2.1 pode-se observar as principais diferenças entre os sistemas unitários e separativos e verificar os seus diversos componentes. Essencialmente estes sistemas são compostos por (Marques *et al.*, 2009):

- Órgãos de captura como caleiras, sarjetas e/ou sumidouros;
- Dispositivos de condução como valas, tubos de queda, ramais e coletores;
- Dispositivos de descarga como bocas de saída;
- Acessórios como câmaras de visita, caixas de ligação e descarregadores de tempestade;
- Dispositivos de retenção e infiltração como bacias de retenção ou infiltração, câmaras drenantes entre outros.

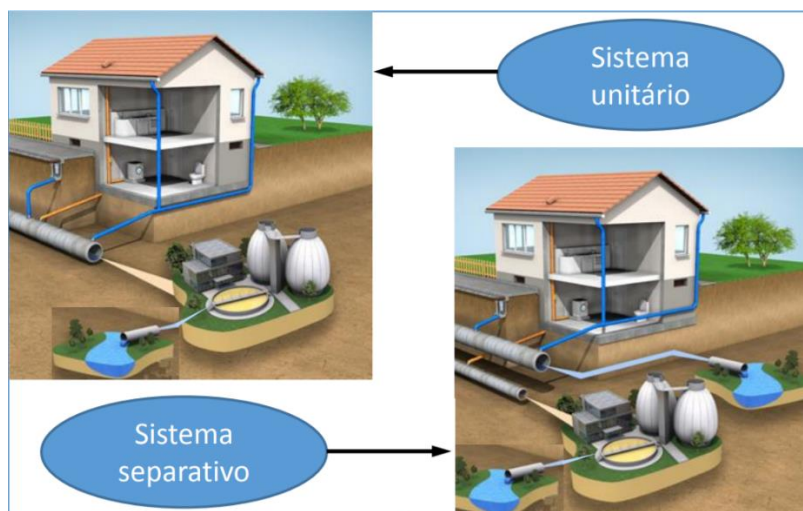


Fig. 2.1 – Sistemas unitários e separativos (adaptado dos conteúdos de Hidrologia e Recursos Hídricos, 2017).

O dimensionamento das redes públicas de drenagem de águas pluviais abrange duas partes: a primeira, a drenagem superficial e a segunda, a rede de coletores.

Na drenagem superficial o dimensionamento resulta na definição do espaçamento dos órgãos de captura (sarjetas e sumidouros) tendo em consideração certas variáveis de cálculo como a intensidade e tempo de precipitação, áreas a drenar, inclinações longitudinais e transversais do arruamento assim como a sua geometria, entre outras.

De acordo com o Decreto Regulamentar n.º 23/95 as sarjetas são definidas como dispositivos de entrada lateral das águas pluviais enquanto que os sumidouros são caracterizados como dispositivos com entrada superior destas mesmas águas. É também definido no respetivo Decreto, certos critérios de projeto (artigo 165.º), que devem ser cumpridos, de forma a se garantir o funcionamento correto das redes:

- Critério de não transbordamento;
- Critério de limitação da velocidade;
- Critério de limitação de largura máxima da lâmina de água na valeta junto ao lancil.

Relativamente ao critério de não transbordamento, é definido no mesmo artigo que a diferença máxima entre a altura máxima da lâmina de água junto ao passeio e a altura do lancil seja de 2 cm. Para o critério de limitação da velocidade, o limite desta será de 3 m/s e no último critério é definido que a largura máxima da lâmina de água nas valetas junto dos lancis dos passeios é de 1 m.

Como referido anteriormente, na definição do espaçamento dos sumidouros e sarjetas, é necessário considerar as respetivas áreas a drenar. Contudo, é tido em conta o tipo de solo onde se realiza o próprio dimensionamento, sendo necessário atribuir um coeficiente de escoamento às áreas a drenar. Como é ilustrado no Quadro 2.1 os coeficientes de escoamento variam consoante o tipo de solo, habitação e a própria localidade.

Quadro 2.1 - Coeficientes de escoamento (adaptado de LNEC (1990)).

Tipo de ocupação	Coeficiente de escoamento
Comercial – centro urbano	0.7-0.95
Comercial – arredores	0.5-0.7
Residencial – Habitações unifamiliares	0.3-0.5
Residencial – Prédios isolados	0.4-0.6
Residencial – Prédios geminados	0.6-0.7
Residencial - suburbano	0.25-0.4
Industrial – pouco denso	0.5-0.8
Industrial – muito denso	0.6-0.9
Parques e cemitérios	0.1-0.25
Campos de jogos	0.2-0.4
Pavimentos - asfálticos	0.7-0.95
Pavimentos - betão	0.8-0.95
Passeios para peões	0.85
Coberturas (telhados)	0.75-0.95
Relvado sobre solo permeável (<2%)	0.05-0.1
Relvado sobre solo permeável (2-7%)	0.1-0.15
Relvado sobre solo permeável (>7%)	0.15-0.2
Relvado sobre solo impermeável (<2%)	0.13-0.17
Relvado sobre solo impermeável (2-7%)	0.18-0.22
Relvado sobre solo impermeável (>2%)	0.25-0.35

No dimensionamento dos coletores também é necessária a verificação de certos critérios de forma a obter a segurança e a eficiência desejada. No Decreto Regulamentar nº 23/95, artigo 133.º, faz-se referência a alguns desses critérios:

- A velocidade máxima de escoamento para o caudal de ponta no ano horizonte de projeto não deve exceder 5m/s nos coletores unitários e separativos de águas pluviais;
- A velocidade de escoamento para o caudal de ponta no início da exploração não deve ser inferior a 0,9 m/s para coletores unitários e separativos pluviais.
- Nos coletores unitários e separativos a altura da lâmina líquida para a velocidade referida no primeiro ponto deve ser igual à área total;
- A inclinação dos coletores não deve ser, em geral, inferior a 0,3% nem superior a 15%

No artigo 134º é referido o diâmetro mínimo admitido nos coletores, valor este que pode ser ultrapassado aquando do dimensionamento. Para além destes artigos existem muitos outros que devem ser considerados no dimensionamento dos coletores como os caudais de cálculo (artigo 132º), profundidades de instalação (137º) e implantação (artigo 136º).

O dimensionamento de uma rede de drenagem de águas pluviais é um processo complexo que procura dar resposta a situações de gravidade moderada para tornar viável a sua execução na generalidade das áreas urbanas. É essencial o cumprimento das normas e regras estipuladas pelos regulamentos e normas técnicas em vigor, mas tendo em conta que é necessária uma evolução da prática no sentido de reduzir e melhorar as condições de escoamento.

## 2.2 GESTÃO DE REDES DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

Enquanto no subcapítulo anterior foram abordados os sistemas de drenagem das águas pluviais, neste abordar-se-á a sua gestão. Esta é indesejável por muitas empresas e entidades gestoras pelos problemas intrínsecos à sua natureza. Desde inundações, deslizamentos de terras causadas por estas, poluição, e até mesmo perdas de vidas humanas são alguns exemplos de catástrofes causadas pelas águas pluviais.

Não obstante o cenário atual, prevê-se uma conjectura mais pessimista para o futuro. Sendo expectável que em 2030, 60% da população mundial viva em cidades (ERSAR, 2013), os sistemas de drenagem de águas pluviais estarão sujeitos a maiores pressões. Com este movimento migratório populacional, os índices de impermeabilização sofrerão aumentos, bem como os coeficientes de escoamento. Os tempos de concentração – tempo necessário para que toda a bacia drene para o escoamento superficial no ponto de saída – sofrerão um decréscimo devido a maiores velocidades do escoamento, originando-se assim maiores volumes e caudais de ponta de cheia. Todo este cenário não é o pretendido para uma gestão eficiente dos sistemas de drenagem destas águas. Como ilustrado na Fig. 2.2 pode observar-se os hidrogramas de escoamento direto, resultantes de chuvadas idênticas para uma bacia rural e uma urbana.

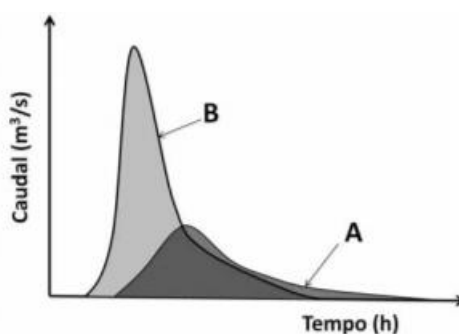


Fig. 2.2 Hidrogramas do escoamento direto de bacias rurais e urbanas (adaptado de ERSAR, 2013): A – Bacia Rural; B – Bacia Urbana.

As diferenças entre os dois hidrogramas acima representados devem-se à diferença de impermeabilização existente entre as bacias. Na bacia urbana, esta é muito maior em comparação com a bacia rural, e, como referido anteriormente, ocorre uma diminuição da capacidade de infiltração provocando assim, conseqüentemente, um aumento da velocidade de escoamento superficial assim como o volume da água escoada (ERSAR, 2013).



Os aumentos de volumes de água escoada podem ser traduzidos, se não controlados, em inundações ou cheias. Como ilustrado na Fig. 2.3 estas podem ser devastadores para o ambiente e para as populações.



Fig. 2.3 – Cheias em Albufeira 2015, retirado do site jornal do algarve [4].

Situações extraordinárias de cheias, como representadas na Fig. 2.3 podem provocar consequências desastrosas para a sociedade. A perda de vidas humanas devido ao efeito surpresa ou à falta de previsão, os impactos ambientais nomeadamente erosões do solo, arrastamento de materiais, deslizamento de terras, rotura de condutas subterrâneas e de infraestruturas de abastecimento, a poluição dos cursos de água, juntamente com os custos económicos inerentes a todos os problemas referidos são algumas dessas consequências.

Contudo, para além da questão da impermeabilização e consequentes cheias e inundações, as águas pluviais são também alvo de poluição constante graças ao escoamento superficial que arrasta partículas depositadas nas áreas drenadas. As superfícies urbanas e a própria atmosfera contêm elevadas quantidades de matéria orgânica e inorgânica provenientes de diversas fontes, que a podem tornar em águas impuras. Estas apresentam-se como (Marques *et al.*, 2009):

- Poluição atmosférica: emissões dos veículos automóveis, emissões industriais, entre outros;
- Automóveis: gases de escape, lubrificantes;
- Edifícios e ruas: betão, asfalto, corrosão de estruturas;
- Animais: urina, fezes;
- Resíduos urbanos: lixo doméstico, folhas, outra vegetação.

Como se pode verificar, estas águas podem apresentar elevados níveis de poluição. De acordo com o Plano Estratégico de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2007-2013, apesar de não obrigar, prevê o tratamento destas águas com sedimentação, remoção de óleos e sólidos em suspensão, principais poluentes das águas pluviais.

Para além de todos os fatores referidos anteriormente, as aflúências indevidas – volumes adicionais e supervenientes aos efluentes domésticos e industriais – são também, responsáveis por diversos impactos negativos na sociedade, nas vertentes económica, hidráulica, ambiental e social. Estas podem ter várias origens entre elas: a pluviosidade elevada, a existência de ligações pluviais indevidas às redes de

drenagem domésticas, proximidade ao nível freático, estado da conservação da rede, etc. (Valente, 2017).

Por todas as razões anteriormente referenciadas, a situação atual em Portugal está a sofrer alterações no âmbito da gestão dos sistemas de drenagem das águas pluviais. Devido ao seu elevado custo, e às responsabilidades necessárias para tornar o sistema eficiente, as entidades municipais começam a concessionar a gestão destes sistemas a entidades privadas, negligenciando assim o direito a estas. Em Valongo, até novembro de 2000, a construção, manutenção e a exploração das redes de abastecimento e águas residuais do Concelho de Valongo estavam ao cargo dos Serviços Municipalizados de Água, Eletricidade e Saneamento de Valongo. Contudo, e em consequência do aumento das necessidades devido a um crescimento populacional da zona, e das exigências a nível de qualidade dos serviços, o Município de Valongo entendeu que a concessão destes serviços em forma de gestão privada providenciava a situação mais adequada. A CGE(P) – *Compagnie Générale des Eaux (Portugal)*, foi a empresa selecionada para essa concessão, criando assim em novembro de 2000, a empresa Águas de Valongo, S.A. que será responsável até 2036, pela prestação dos serviços de abastecimento e saneamento do Concelho. Atualmente esta empresa pertence ao grupo *Be Water*.

Na Fig. 2.4 apresentam-se os dados mais gerais sobre o Concelho de Valongo e sobre os serviços municipais.

Perfil da entidade gestora:

Modelo de gestão	Concessão (concessão municipal)
Entidade titular	CM de Valongo
Composição acionista (%)	100% BBNG
Período de vigência do contrato	2000 - 2036
Tipo de serviço	Em baixa
Utilizador do(s) sistema(s) em alta	NA
Alojamentos servidos (n.º)	37163
Acessibilidade física do serviço através de redes fixas e meios móveis (%)	99
Tipologia da área de intervenção	Área predominantemente urbana
Volume de atividade (m³/ano)	3.965.043
Utilização de águas residuais tratadas (%)	2
Produção própria de energia (%)	0

Fig. 2.4 – Perfil da entidade gestora, adaptado do site Valongo-bewater [8].

Outro exemplo de concessão dos serviços de saneamento ocorreu em Abrantes, distrito de Santarém, tendo o serviço sido concessionado, em 2008, à Abrantaqua por um período de 30 anos. Esta empresa é responsável pela exploração, gestão, manutenção e conservação dos sistemas de drenagem de águas residuais urbanas, inclusive estações de tratamento, e também pela gestão dos sistemas de drenagem das águas pluviais, (Abrantaqua, 2017).

A concessão da gestão das redes de abastecimento e de drenagem de águas residuais tem sido uma prática corrente nos dias de hoje, mas verifica-se que a rede de drenagem de águas pluviais na maior parte dos casos, não é incluída nessa concessão e o principal motivo é, exatamente, a falta de financiamento próprio, uma vez que na fatura da água não está incluída uma taxa relativa a estes serviços prestados. Por esse motivo, a evolução destas redes fica comprometida, bem como o respetivo benefício para as áreas urbanas.

## 3.

## TARIFÁRIOS DE ÁGUAS PLUVIAIS

## 3.1. PRINCIPAIS OBJETIVOS

Como foi referido anteriormente, as águas pluviais e a má gestão dos seus sistemas de drenagem são a origem de diversos problemas ambientais e económicos de uma área urbana. Desta forma, a ERSAR, Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos, tem um papel preponderante nesta situação, controlando e garantido o cumprimento de certos parâmetros no abastecimento de água e no saneamento. O indicador que melhor se adequa à avaliação das águas pluviais, é a ocorrência de inundações, que tem em conta não só a contribuição das águas pluviais, mas também os sistemas unitários (de extensão significativa em certas cidades) que apresentam um peso considerável no cálculo deste indicador. Na Fig. 3.1 pode-se comprovar a situação atual do País perante a ocorrência de cheias.

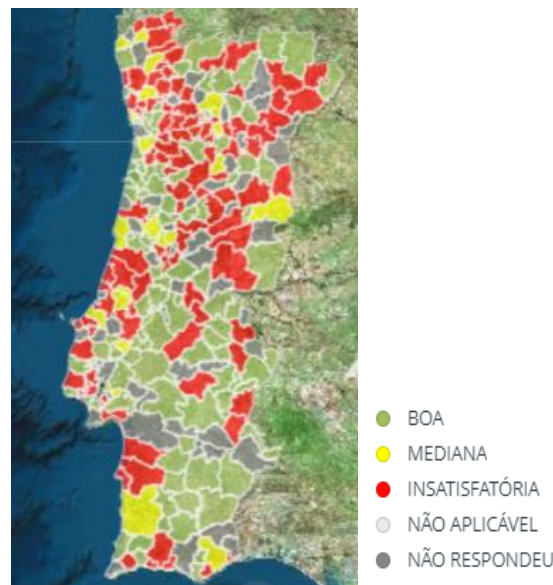


Fig. 3.1 – Indicador de ocorrência de inundações e respetiva legenda (consultado no website da ERSAR [3]).

Como se pode observar pela Fig. 3.1, a situação em Portugal está longe de ser a pretendida. Nas regiões Norte e Centro, a ocorrência de inundações é mais recorrente do que no Sul. Contudo, aqui o cenário também não é satisfatório. Perante este facto, e sabendo-se que a preocupação da ERSAR em relação aos sistemas de águas pluviais é cada vez maior, poderão, num futuro próximo, existir mais e melhores indicadores da qualidade do serviço nesta matéria, sendo por isso necessário, a intervenção nestes sistemas. A população residente nas áreas urbanas, principalmente nas afetadas pelas inundações,

deverão ser as primeiras a beneficiar dessas mesmas intervenções. Todavia, os respectivos custos são elevados e, sem financiamento próprio, só com ações pontuais ou recurso a fundos externos podem as redes ser melhoradas, o que acarreta burocracias demoradas e atrasa as intervenções necessárias.

Por outro lado, a tendência atual em se preferir o tipo de gestão concessionada para estes serviços municipais faz com que os sistemas de drenagem deixem de estar sobre a alçada camarária ficando, assim, fora do alcance de possíveis verbas correspondentes. As câmaras municipais têm diversas fontes de receita tais como ajudas do estado e impostos, entre eles o IMI, Imposto Municipal sobre Imóveis, que existe como forma de os proprietários pagar aos municípios onde habitam, a instalação e manutenção das infraestruturas públicas como as ruas, a drenagem das águas pluviais, a iluminação pública, etc. As câmaras municipais têm, portanto, fontes de financiamento para estes serviços, mas no caso da concessão da rede de drenagem de águas pluviais, a responsabilidade da sua gestão deixa de ser camarária para ser concedida a empresas privadas que não podendo contar com este tipo de financiamento camarário proveniente, por exemplo, das receitas do IMI. Neste âmbito, surge a necessidade de uma mudança da tendência atual. Para resolver o problema da falta de financiamento das empresas privadas e imprescindibilidade da eficiência dos sistemas de drenagem de águas pluviais, surge a necessidade da criação e a aplicação de um modelo tarifário que permita, de uma forma justa, garantir a sustentabilidade destas redes.

Porém, a introdução de um modelo tarifário não resolve, por si só, os problemas associados às redes de drenagem de águas pluviais, nomeadamente a ocorrência de inundações, pois o seu principal propósito é a sustentabilidade financeira do sistema. Contudo, e se a escolha do modelo permitir, o financiamento da rede irá permitir realizar intervenções que melhorem o seu desempenho e poderá também promover a implementação de boas práticas que reduzam os índices de impermeabilidade das cidades. Estas boas práticas são comumente designadas por LID (*Low Impact Development*), cuja finalidade é promover a acumulação temporária das águas, a infiltração e o seu reaproveitamento, mitigando assim os impactos negativos do desenvolvimento urbano (Santos, J., 2010). Existem diversos exemplos de boas práticas que as populações podem adotar para uso próprio, entre elas:

- Jardins de chuva: retenção de sedimentos assim como infiltração da água pluvial;
- Telhados verdes: semelhante a jardins de chuva;
- Pavimentos permeáveis: infiltração de águas pluviais;
- Tanques de armazenamento. armazenamento das águas precipitadas para uso próprio.

A aplicação de um sistema tarifário relativo à drenagem das águas pluviais, apesar de vantajosa na perspetiva da gestão destas redes, é complexa e carece de apoio legal e compreensão social. Devem, por isso, ser efetuados de estudos rigorosos que permitam definir soluções justas e viáveis.



Fig. 3.2 – Exemplos de infraestruturas LID, retirado do site [stormwater.horrycountry.org](http://stormwater.horrycountry.org) [2].

### 3.2 EXEMPLOS INTERNACIONAIS

Abordada a questão da importância da realização de um estudo de viabilidade de aplicação de um modelo tarifário nas águas pluviais, interessa agora verificar alguns modelos internacionais implementados em diversas cidades. Desenvolveu-se, neste subcapítulo, uma análise crítica referente aos vários modelos, com o objetivo de selecionar os mais adequados para a realidade portuguesa e definir as soluções que melhor se enquadrariam no caso de estudo deste trabalho.

#### 3.2.1. ALEMANHA

Desde 1890, a Alemanha aplica um tarifário sobre as águas pluviais (Tasca *et al.*, 2017) sendo que, em 2003, já 60% dos seus municípios possuíam um modelo referente aos sistemas de drenagem nos seus planos de gestão (Quiuxing, 2017), tornando-se assim no país europeu com mais incidência neste tema. As tarifas são baseadas na influência que as propriedades têm para com a rede, sendo cobrada anualmente, uma taxa por metro quadrado da sua área impermeável. Deste modo, é feita uma diferenciação no peso que cada contribuinte tem para a rede de drenagem. Existem muitas cidades pela Alemanha que aplicam esta metodologia, como por exemplo Berlim, Hamburgo, Munique, Colônia, Estugarda e Dusseldorf (Tasca *et al.*, 2017).

Para além do sistema tarifário mencionado anteriormente, existem também outras soluções que podem ser aplicados nas áreas urbanas. A *basic stepwise tabular fee* consiste na aplicação de um preço fixo por cada metro quadrado de área impermeável de uma propriedade ou parte disso. Por exemplo, na cidade de Kiel, os contribuintes pagam 33€ pelos primeiros 60 m<sup>2</sup> de área impermeável e 11€ por cada 20 m<sup>2</sup> a mais de área, mesmo não tendo a totalidade desses 20m<sup>2</sup> adicionais (Słyś *et al.*, 2012).

Uma política interligada com as taxas, bastante frequente na Alemanha, é o incentivo às boas práticas (as LID): telhados verdes, superfícies porosas, jardins de chuva e armazenamento das águas pluviais. Tratam-se de exemplos de soluções ambientais e económicas que possibilitam a infiltração e retenção das águas pluviais, permitindo diminuir a sobrecarga da rede de drenagem. São aplicados, nas taxas, descontos significativos para os cidadãos que tenham nas suas propriedades alguma LID, possibilitando assim uma folga considerável nos encargos dos contribuintes.

Berlim é um exemplo de entidade gestora que oferece descontos aos cidadãos que decidam implementar, por exemplo, telhados verdes nas suas propriedades. Desta forma é oferecido um desconto de 50% que é aplicado no valor final da taxa (Dongqing *et al.*, 2015).

As políticas de incentivo, quando apropriadas, têm os seus resultados. Na Alemanha, em 2001, 14% de todos os telhados do país eram cobertos por telhados verdes, obtendo-se desta forma, alterações nos índices de impermeabilização, como também uma revolução de empresas vocacionadas para a instalação destes, acelerando assim a economia local (Rocha Sérgio, 2011). Na fig. 3.3 pode-se observar o exemplo de um telhado verde aplicado em Dusseldorf.



Fig. 3.3 – Telhado verde em Dusseldorf, retirado do site dw [6].

### 3.2.2 DINAMARCA

Na Dinamarca o cenário é diferente comparativamente com a Alemanha. A metodologia aplicada passa por uma divisão da receita proveniente das taxas das águas residuais, sendo que 60% reverterá para estas mesmas enquanto que 40% irá para a gestão da rede de drenagem de águas pluviais. A política de incentivo às “LID” também é recorrente, desde descontos nas taxas, até à restituição de 40% de uma taxa relativa à ligação da área das propriedades à rede drenagem (Chouli *et al.*, 2007).

Este modelo, apesar da sua maior simplicidade em comparação com o modelo Alemão, não relaciona efetivamente a quantidade de água pluvial drenada das propriedades para a rede, com a taxa paga. Como a cobrança deste modelo é feita apenas através das águas residuais, não existe uma diferenciação do peso individual que cada propriedade tem para com a rede. Contudo, a logística necessária para a aplicação deste modelo é mais simples, não sendo necessário muito tempo em medições comparativamente ao modelo anterior.

### 3.2.3 ITÁLIA/EQUADOR

O agrupamento destes dois países deve-se ao facto de a metodologia tarifária ser bastante semelhante entre eles. Em Itália, identificou-se uma cidade que aplica uma taxa de águas pluviais: Ravenna, localidade com cerca de 140.000 habitantes, que emprega uma sobretaxa constante na conta da água de 3% (Khan, 2008). No Equador verificou-se a existência de uma taxa de águas pluviais na cidade de Guayaquil. Aqui é aplicada uma taxa a cada metro cúbico de água consumida que reverte para o sistema de águas pluviais. É inexistente a relação entre o uso do serviço e a própria taxa, pois ambos os casos consideram variáveis como o consumo de água e drenagem de águas residuais, que não se relacionam com o uso dos sistemas de drenagem de águas pluviais. A aplicação de uma taxa fixa, modelo dos casos descritos, apresenta uma maior facilidade de aplicação e também de compreensão pois é um modelo simplista, contudo não existe uma relação entre a forma como se cobra o modelo e o uso dos serviços, como referido anteriormente, sendo que também não tem carácter de incentivo (Tasca *et al.*, 2017).

### 3.2.4 ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

Em meados dos anos 80, os Estados Unidos da América iniciaram as suas políticas de gestão das águas pluviais (Tasca *et al.*, 2017). Desde cedo se aperceberam dos riscos ambientais e económicos para com as redes de drenagem, o que proporcionou um avanço político sobre esta matéria em diversos estados e cidades do país. Como se pode observar na Figura 3.4, existem várias cidades em que esta matéria é tida em conta.



Fig. 3.4 – Modelos tarifários aplicados nas redes de drenagem de águas pluviais em cidades dos E.U.A. (adaptado de Campbell e Warren, 2018).

O sistema mais popular aplicado nos E.U.A é a chamada ERU: *Equivalent Residential Unit* (Campbell, 2013). Este sistema não é mais que uma média da área impermeável por habitação singular. O cálculo desta taxa (Equação (1)) resume-se a uma simples divisão da área impermeável residencial total pelo número de parcelas residenciais. Após o cálculo desse valor unitário é atribuído um preço à ERU (Kea, 2015)

$$ERU (\text{área}) = \frac{\text{Área impermeável residencial}}{\text{Nº de parcelas individuais}} \quad (1)$$

Posteriormente à definição da ERU e à respetiva atribuição de um preço, as possibilidades finais deste modelo são várias. A mais simples, passa por cobrar a todos os proprietários que habitem numa residência singular, o correspondente a uma ERU independentemente das suas áreas. As habitações multifamiliares e todo o tipo de espaço não residencial o valor a pagar de tarifa é calculado através da divisão das respetivas áreas pela área de uma ERU, multiplicando este pelo preço unitário de uma ERU (Kea, 2015).

Outra abordagem do modelo da ERU é a criação de escalões relativos às áreas impermeáveis, normalmente referido em inglês por *tier system*. Assim sendo, uma família que, na sua propriedade, possua a mesma área impermeável ou quase semelhante a uma unidade ERU pagará o equivalente ao

preço desta. Caso se encontre no nível inferior ou superior pagará o correspondente em fração a uma unidade de ERU Para simplificar com um exemplo, a cidade de Minneapolis divide numa tabela as áreas impermeáveis das residências unifamiliares em níveis, tendo sempre em consideração uma unidade de ERU que neste caso equivale a 142,14 m<sup>2</sup> (Kea, 2015).

Quadro 3.1 – Taxas em Minneapolis das residências unifamiliares (adaptado de Kea, 2015).

Grupo	Área impermeável (m <sup>2</sup> ) *	Taxa (€/mês) **
1	< 137,96	8,4
2	138,05-147,25	11,2
3	>147,34	14,01

\* Conversão de polegadas<sup>2</sup> para m<sup>2</sup>.

\*\*Conversão de USD para euros.

As áreas do grupo 2, como se pode constatar na tabela, são próximas da área de uma ERU, sendo que os níveis superiores e inferiores são subjacentes a este. Todas as outras propriedades são calculadas através da seguinte equação:

$$Taxa das outras propriedades = \frac{\text{Área das propriedades} \times \text{coef.esc (depende da classe do solo)}}{\text{Área da E.R.U (142,14 m}^2)} \times \text{€ 1 E.R.U.} \quad (2)$$

Outra cidade que segue esta metodologia é a Flagstaff no Arizona onde a divisão é mais pormenorizada, como é possível observar no Quadro 3.2 (Kea, 2015).

Quadro 3.2 - Taxas aplicadas na cidade de Flagstaff (adaptado de Kea, 2015).

Grupo	Área impermeável (m <sup>2</sup> ) *	Taxa (€/mês) **
1	18,58-139,35	1,15
2	139,45-278,71	2,29
3	278,80-418,06	3,44
4	418,16-557,42	4,59
5	>557,42	5,73
Outros	1 ERU = 139,35m <sup>2</sup>	1,15/ERU

\*Conversão de polegadas<sup>2</sup> para m<sup>2</sup>.

\*\* Conversão de USD para euros.



Um modelo completamente distinto, mas bastante utilizado, é o da taxa fixa, muitas vezes acoplado com o *tier system* (Kea, 2015). Diversas cidades aplicam um valor mensal fixo à tipologia do edifício e/ou ao seu propósito, ou seja, se são residenciais, comerciais, institucionais, etc., simplificando assim o processo de cálculo e de compreensão. Na cidade de Niceville são aplicados os dois modelos tarifários como é possível visualizar no Quadro 3.3:

Quadro 3.3 – Taxas aplicadas em Niceville (adaptado de Kea, 2015).

Descrição da parcela	Taxa (€/trimestre)
Residência unifamiliar	3,98 (fixa)
Outras residências	3,98/unidade
Institucionais	3,98/estrutura + 3,98/696,8m <sup>2</sup> área impermeável
Comerciais	7,96 + 3,98/696,8 m <sup>2</sup> área impermeável
Lotes desocupados limpos	1,53/acre (4086,86 m <sup>2</sup> )
Lotes desocupados	0

### 3.2.5 POLÓNIA

Na Polónia, a introdução de uma tarifa para as águas pluviais e para o degelo data do ano 2003. Posteriormente, começou a haver uma tendência para o aparecimento desta taxa nas cidades polacas como Ostrow Wielkopolski, Nysa, Poznan, entre outras apesar da controvérsia que surgiu em torno dessa matéria (Burszta-Adamiak, 2014). De acordo com a política do País, se as áreas cobertas pelo serviço forem de uma rede unitária então a taxa aplicada representa os custos da drenagem das águas residuais, que por si só são uniformes a todos os contribuintes. Caso a área em estudo seja coberta por uma rede separativa, a taxa aplicada é calculada através dos metros quadrados de área impermeável ou pelo volume de água escoado (Burszta-Adamiak, 2014). Os Quadros 3.4 e 3.5 são representativos das duas políticas distintas nas taxas das águas pluviais, juntamente com a ilustração das cidades que as empregam e com os respetivos valores em euros. Estas são cobradas mensal ou anualmente.

Como nos outros casos referidos, o objetivo destas taxas continua a ter uma componente ambiental, ou seja, é também uma forma de influenciar as pessoas para um maior controlo destas águas pluviais, assim como reduzir o impacto da poluição, não esquecendo também os custos associados à drenagem e à expansão da rede. Os incentivos financeiros são uma preocupação clara do País. Em consequência disso, vários planos de financiamento e de incentivo foram criados para suportar certos custos que os proprietários possam ter com a implementação de LID nas suas propriedades. Na cidade de Krakow, por exemplo, disponibiliza-se um subsídio para os residentes que queiram instalar um sistema de aproveitamento de água da chuva (Burszta-Adamiak, 2014).

Quadro 3.4 – Taxa cobrada por m<sup>3</sup> de águas pluviais drenadas, (adaptado de Burszta-Adamiak, E. 2014).

Localidade	€/m <sup>3</sup>
Cidade de Ostrow Wielkopolsk	0,64-0,76
Cidade de Biala Podlaska	1,37
Cidade de Poznan	1,17
Comunidade de Glogow	0,66-1,18
Comunidade de Prudnik	0,38-0,51
Comunidade de Zory	0,42-1,02
Comunidade de Boleslawiec	0,68
Comunidade de Siedlce	0,7
Cidade de Suwalk	0,61

Quadro 3.5 – Taxa cobrada por m<sup>2</sup> de área impermeável, (adaptado de Burszta-Adamiak, E. 2014).

Localidade	€/m <sup>2</sup>
Cidade de Wagrowiec	0,38-0,53
Cidade de Radom	0,21-0,26
Cidade de Tarnobrzeg	0,76
Cidade de Elblag	0,26
Comunidade de Zawiercie	0,07-0,12
Comunidade de Czarnkow	0,17-0,22
Comunidade de Bielsko-Biala, Jawor, Wilkowice	0,97-1,65
Comunidade de Kluczbork	0,25-0,31
Gmina Nysa	0,08-0,15
Comunidade de Zory	0,34-0,81
Comunidade de Koszalin	0,49
Comunidade de Kedzierzyn Kozl	0,42

### 3.2.6 OUTROS PAÍSES E MODELOS

Muitos outros países que não foram ainda mencionados têm no seu plano de gestão das águas pluviais uma receita proveniente deste tipo de taxas. Suécia, Austrália, Canadá, Holanda, Inglaterra são exemplos de outros países que as aplicam. A metodologia é muito semelhante aos modelos anteriores – ERU, taxa fixa, e um preço por metro quadrado de área impermeável – apesar da sua incidência ser reduzida (Tasca *et al.*, 2017).

Além dos modelos abordados anteriormente, existem outros que não especificam o método de cálculo. O modelo DAT (*Distributed Alternative Transportation*) tem em consideração a gestão do escoamento das ruas municipais e calcula o custo aproximado com base na média na duração das viagens dos utilizadores. Trata-se, pois, de um modelo complexo onde se cobra aos contribuintes as ruas municipais para além das suas propriedades aumentando-se assim, os encargos fiscais (Tasca *et al.*, 2017).

A AH (*Hydrological Alternative*) é um modelo criado que tem em consideração imensas variáveis como: as áreas impermeáveis, a topografia, o tipo e uso do solo. Sendo este considerado complexo, será necessária informação detalhada para a aplicação deste modelo (Tasca *et al.*, 2017).

O modelo REF (*Residential Equivalent Factor*), que apesar da sua reduzida incidência nos E.U.A é um modelo que tem em consideração o escoamento gerado pelos diferentes usos e ocupação do solo. Como tal, tem em consideração processos hidrológicos como a permeabilidade de alguns solos e a capacidade de armazenamento (Tasca *et al.*, 2017).

Existem também referências a um modelo designado por intensidade de desenvolvimento (ID), que consiste nas percentagens de áreas impermeáveis relacionadas com a área do lote sendo posteriormente inseridos em categorias. (Tasca *et al.*, 2017).

### 3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando todos os aspetos abordados e exemplos fornecidos, pode-se constatar que, de facto, a ideia de uma implementação de uma taxa nas águas pluviais é pertinente nos dias de hoje. Existem diversos modelos que apresentam as suas vantagens e desvantagens. Para além dos exemplos abordados nos subcapítulos anteriores, encontrou-se também referência a outros modelos de taxas mais complexos, porém não utilizados. A razão para tal está relacionada com a dificuldade em aplicá-los na prática, devido à sua complexidade e envolvimento de variáveis, como topografia, tipo e utilização do solo, entre outros fatores, que prejudicam a implementação e logística dos diferentes modelos. O Quadro 3.6 apresenta um resumo de todos os modelos.

Quadro 3.6 – Descrição dos modelos tarifários analisados (adaptado de Tasca *et al.*, 2017).

Métodos	Descrição
ERU	Uma ERU é a média das áreas impermeáveis de todas as habitações singulares de uma dada cidade.
Taxa fixa	Aplicação de uma taxa fixa para os utilizadores utentes de um sistema de drenagem
Área impermeável da propriedade	Aplicado um valor por m <sup>2</sup> de área impermeável
<i>Tier System</i>	Os consumidores são categorizados com base numa variável e cobrados adequadamente.
Consumo de água	O preço da taxa é refletido através do consumo de água abastecida ou através das águas residuais expedidas para o sistema
REF – Residential Equivalent Factor	O modelo tem em consideração o escoamento gerado pelos diferentes tipos de utilização e ocupação do solo.
AH – Hydrological Alternative	O modelo tem em conta características das propriedades. Tipo de solo, topografia, áreas impermeáveis, uso do solo.
ID – Development Intensity	O modelo é baseado nas percentagens de áreas impermeáveis relacionadas com a área total do lote.

## 4

## CASO DE ESTUDO

## 4.1. REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS DA CIDADE DO PORTO

A viabilidade de aplicação de um tarifário de águas pluviais deve ser estudada usando casos reais de sistemas existentes. Para se atingir os objetivos definidos neste trabalho, estudou-se o caso particular da bacia da Asprela situada no Porto, parte integrante de um sistema municipal de drenagem com uma extensão de aproximadamente 600 km que integra grandes aquedutos e algumas ribeiras, convergindo para a frente ribeirinha e frente marítima. O sistema em alta é constituído por galerias em pedra, e por coletores de grande diâmetro. A entidade gestora deste sistema é a Águas do Porto, EM, empresa municipal cujo capital é detido, na sua totalidade, pela Câmara Municipal do Porto. Desde outubro de 2006 esta empresa é responsável pela gestão de todo o ciclo urbano da água no município do Porto.

A ribeira da Asprela é um afluente do rio Leça, e recebe várias linhas de água que nascem no concelho de Paranhos. Encontra-se maioritariamente entubada, estando apenas 17% a céu aberto. A sua bacia hidrográfica possui cerca de 3,42 km<sup>2</sup>. Na Figura 4.1. pode-se observar o enquadramento de todas as ribeiras da cidade do Porto encontrando-se a da Asprela a Nordeste.

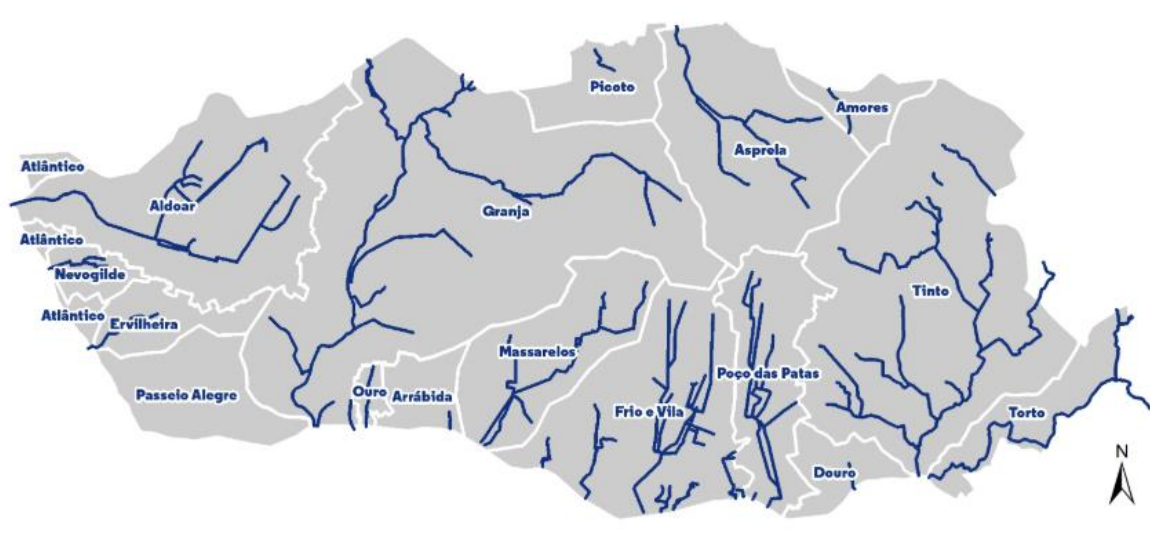


Fig. 4.1 – Ribeiras da cidade do Porto (adaptado do site da Águas do Porto [5]).

A bacia da ribeira da Asprela possui uma grande variedade de espaços. Pode ser considerada uma bacia heterogénea, uma vez que apresenta vastos espaços verdes, zonas de habitação com tipologias diferentes e grandes edifícios de serviços com significativas áreas impermeáveis. Constitui, por isso, um caso de estudo bastante interessante, devido à heterogeneidade de espaços, como se pode constatar na Figura 4.2.



Fig. 4.2. Bacia da Asprela (adaptado do ArcGis Pro com informação disponibilizada pela empresa Águas do Porto).

A inclinação do terreno da bacia da ribeira da Asprela pode ser também analisada, com base no modelo digital do terreno (MDT) (Figura 4.3). As zonas com a tonalidade mais escura encontram-se em áreas mais baixas, comparativamente às zonas mais claras.

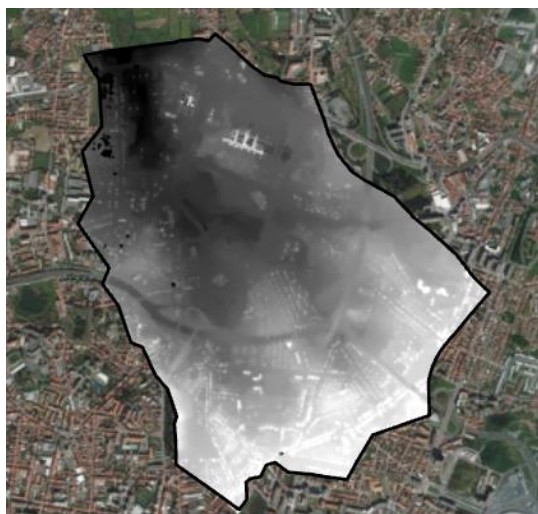


Fig. 4.3. – MDT bacia da Asprela (adaptado do Arcgis Pro com informação disponibilizada pela empresa Águas do Porto).

Após delimitação e caracterização da área de estudo, foi efetuada uma análise da cobertura da rede de coletores e da instalação de câmaras de visita (Figuras 4.4 e 4.5, respetivamente).



Fig. 4.4. Rede de coletores, retirado do Arcgis Pro com informação disponibilizada pela empresa Águas do Porto.



Fig. 4.5 – Câmaras de visita da rede de drenagem, retirado do Arcgis Pro com informação disponibilizada pela empresa Águas do Porto.

Analisando as figuras anteriores, pode-se considerar que a rede de coletores da bacia da Asprela é densa. Verifica-se que a bacia da ribeira da Asprela apresenta um nível de cobertura de rede bastante satisfatório. As câmaras de visita estão igualmente presentes no sistema de drenagem, em número espectável para uma rede deste tipo. Apesar da presença de secções da rede onde as câmaras de visita

são quase inexistentes, como no centro dos limites do caso de estudo, pode-se afirmar que as regras de afastamento máximo entre estas são cumpridas na maior parte da rede de drenagem.

Para a análise de toda a informação referente à bacia da ribeira da Asprela, foi utilizado o software ArcGis e dos dados fornecidos por parte da entidade gestora, Águas do Porto, EM.

#### 4.2 ESTUDO ECONÓMICO DA REDE

Tendo em conta os objetivos desta dissertação, houve necessidade de se realizar um estudo económico sobre a empresa Águas do Porto para se perceber os investimentos e despesas que esta entidade gestora tem com os diversos serviços prestados e assim adequar um modelo tarifário às necessidades identificadas. A Águas do Porto investe não só no abastecimento de água à população, como também, na drenagem das águas residuais e pluviais o que, consequentemente, gera maiores encargos na empresa e maiores preocupações de gestão.

Segundo os dados fornecidos pela Águas do Porto, os investimentos realizados na drenagem das águas pluviais são apresentados no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 – Investimentos nas águas pluviais, informação fornecida pela Águas do Porto.

Ano	Investimento executado
2018	1.203.504* €
2017	2.047.733 €
2016	1.487.726 €
2015	1.643.067 €
2014	864.597 €
2013	520.331 €
2012	575.806 €

\* Dados até outubro de 2018.

Os dados acima ilustrados revelam uma evolução e uma tendência crescente para os investimentos na área de drenagem pluvial. A instalação e o alargamento do serviço a novas zonas assim como a substituição das infraestruturas são razões pelas quais este valor tem crescido nos últimos anos. No Quadro 4.2 são apresentados os números relativos às obras realizadas na drenagem das águas pluviais.



Quadro 4.2 - Obras realizadas pela Águas do Porto (adaptado dos relatórios de contas das Águas do Porto).

Ano	Instalação de coletores	Substituição de coletores	Novos ramais
2017	-	3,95 km	-
2016	0,05(?) km	3,06 km	-
2015	0,76 km	5,69 km	-
2014	0,57 km	2,92 km	-
2013	0,7 km	1,8 km	2
2012*	-	-	-

\* Sem informação relativa a 2012

O aumento dos investimentos na rede de drenagem das águas pluviais beneficia a cidade do Porto. O alargamento e a manutenção do serviço, permite uma melhor resposta aos problemas e a prevenção de possíveis catástrofes. Contudo, a própria entidade gestora beneficia, de certa forma, destes investimentos pois, para além de uma maior satisfação da população, consegue obter uma maior eficiência dos seus sistemas, evitando maiores gastos no futuro.

Comparativamente ao crescimento no investimento das águas pluviais, verifica-se uma situação semelhante nos outros serviços prestados por parte da Águas do Porto. No Quadro 4.3 apresenta-se a evolução e os valores dos investimentos realizados no abastecimento de águas e drenagem das águas residuais.

Quadro 4.3 - Investimentos no abastecimento de água e drenagem de águas residuais.

Ano	Abastecimento de água	Drenagem de águas residuais
2018	2.685.564* €	3.324.057* €
2017	3.080.006 €	2.088.105 €
2016	2.066.147 €	2.210.814 €
2015	1.659.000 €	4.283.411 €
2014	1.044.060 €	1.660.272 €
2013	3.767.204 €	1.396.147 €
2012	1.967.024 €	1.532.752 €

\* Dados até outubro de 2018

Para além de todos os investimentos por parte da Águas do Porto, existem outros gastos a ter em consideração na análise económica da empresa. De forma a obter um valor final de custo da rede de drenagem das águas pluviais, é essencial considerar não só os investimentos, mas também os gastos

diretos da rede como mercadorias, matérias-primas, entre outros que, conforme ilustrados no Quadro 4.4, representam um custo elevado para a empresa.

Quadro 4.4 - Gastos diretos no sistema de drenagem de águas pluviais.

Ano	Mercadorias, Matérias-primas, subsidiárias (€)	Fornecimentos e serviços externos (€)	Gastos com o pessoal (€)	Depreciações (€)	Outros gastos e perdas (€)
2018**	83.120,00	128.015,00	640.012,00	693.722,66	14.785,00
2017	52.761,28	157.014,90	827.964,61	666.406,63	26.823,92
2016	39.609,39	112.450,66	496.283,72	613.692,50	35.980,75
2015	25.813,16	90.343,84	527.215,34	549.062,93	141.205,26
2014	46.223,78	234.934,91	424.706,15	560.887,95	4.279,38
2013	47.941,66	59.525,41	341.797,54	554.721,23	69.417,19
2012	41.247,01	2.984,93	*	505.133,62	10.513,03

\* Não foi possível obter informação sobre este dado.

\*\* Previsão de fecho para 2018.

No Quadro 4.5 apresenta-se a totalidade dos gastos diretos da empresa com a rede de drenagem de águas pluviais.

Quadro 4.5 - Total dos gastos diretos com águas pluviais.

Ano	Total de gastos diretos (€)
2018*	1.559.654,66
2017	1.730.971,34
2016	1.298.017,02
2015	1.333.640,53
2014	1.271.032,17
2013	1.073.403,03
2012	559.878,59

\* Previsão para o ano 2018.

Como se verifica no Quadro 4.5, a estrutura dos gastos diretos é complexa. Ao contrário dos investimentos que dependem da necessidade que a entidade gestora tem com o alargamento do serviço ou a idade da rede de drenagem e consequente substituição das infraestruturas, os gastos diretos dependem não só mas também da sazonalidade da precipitação anual. Parâmetros como os gastos com

o pessoal, subsidiárias, matérias-primas, mercadorias, fornecimento de serviços, etc, são exemplos de atividades que se relacionam com a precipitação. Nos anos em que a precipitação média seja inferior ao normal, não será necessário a entidade gestora gastar tanto com o pessoal para analisar as condições dos problemas ou simplesmente das infraestruturas em questão, mas pode apresentar custos com as próprias mercadorias e matérias-primas e com outros serviços (como a limpeza, por exemplo). O número de ocorrências de precipitação por ano, a respetiva duração e a intensidade são fatores que influenciam os valores dos gastos diretos. Isto dificulta a avaliação da tendência verificada nos últimos anos e a previsão dos custos associados a esta rede nos anos que se seguem.

A possibilidade da autossustentabilidade do sistema através da implementação dos modelos tarifários só é possível se convergir para um valor próximo do custo global anual da rede de drenagem de águas pluviais para a cidade do Porto. Para se estimar esse custo, consideram-se três cenários para os quais se aplicarão os modelos tarifários a definir: o primeiro em 2017, o segundo em 2040 e o terceiro em 2070. Como estes dois últimos são cenários futuristas, é preciso estipular e analisar detalhadamente a sua evolução. Nas figuras 4.6 e 4.7 apresentam-se duas possibilidades de evolução dos gastos diretos.

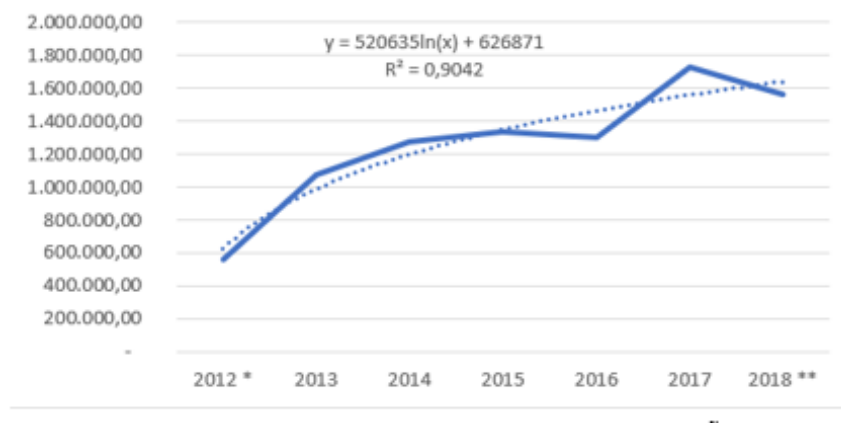


Fig. 4.6 – Evolução logarítmica dos gastos diretos totais.

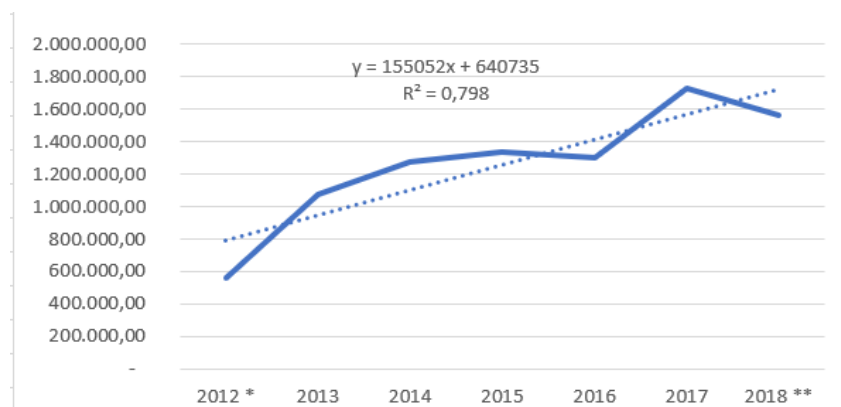


Fig. 4.7 – Evolução linear dos gastos diretos totais

Conforme ilustrado nas figuras 4.6 e 4.7, a relação logarítmica entre os valores totais de gastos é mais adequada e coerente, sendo que a evolução dos valores tenderá a estagnar convergindo assim para um valor final.

De acordo com a Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas (Pombeiro *et al.*, 2016), a precipitação anual será menor apesar dos fenómenos extremos de precipitação serem cada vez mais recorrentes. Nas Figuras 4.8 e 4.9 apresentam-se as projeções de precipitação média anual e o número médio de dias de chuva por ano respetivamente.

	Modelo climático	Histórico modelado (1976-2005)	Anomalias			
			RCP4.5		RCP8.5	
			2041-2070	2071-2100	2041-2070	2071-2100
Precipitação média anual (mm)	1	1236	-118	-34	-284	-305
	2		-113	-142	-91	-87

Fig. 4.8 – Projeção das variações da precipitação média anual (mm) (adaptado de Pombeiro *et al.*, 2016).

	Modelo climático	Histórico modelado (1976-2005)	Anomalias			
			RCP4.5		RCP8.5	
			2041-2070	2071-2100	2041-2070	2071-2100
Nº médio de dias de chuva por ano	1	114	-14	-14	-18	-29
	2	133	-10	-12	-9	-19

Fig. 4.9 – Projeção das variações dos indicadores extremos para a precipitação (adaptado de Pombeiro *et al.*, 2016).

Os estudos realizados representados nas figuras anteriores tiveram em consideração dois modelos e dois cenários possíveis, sendo que ambos atingem a mesma conclusão apesar dos seus diferentes valores. Contudo e de acordo com Soares *et al.* (2015), citado por Pombeiro *et al.* (2016), os fenómenos de precipitação extremos e muito extremos serão mais frequentes no futuro.

Uma vez que os valores dos gastos diretos dependem da precipitação, como mencionado anteriormente, e conforme os dados apresentados nas figuras anteriores acerca das projeções futuras, a consideração para um valor final dos gastos diretos será conservativa, ou seja, admite-se um custo constante ao longo do tempo. Conforme a informação disponível recente dos gastos diretos, pode-se verificar um custo total a rondar os 1,6 milhões de euros, optando-se assim por este valor constante nos dois cenários de estudo (2040 e 2070). Os investimentos realizados nas águas pluviais não estão apenas dependentes das condições climáticas o que obriga a um estudo mais rigoroso sobre a sua tendência. A relação mais pertinente para a situação de estudo foi a regressão linear pois aproxima os cenários reportados nos últimos anos (Figura 4.10).

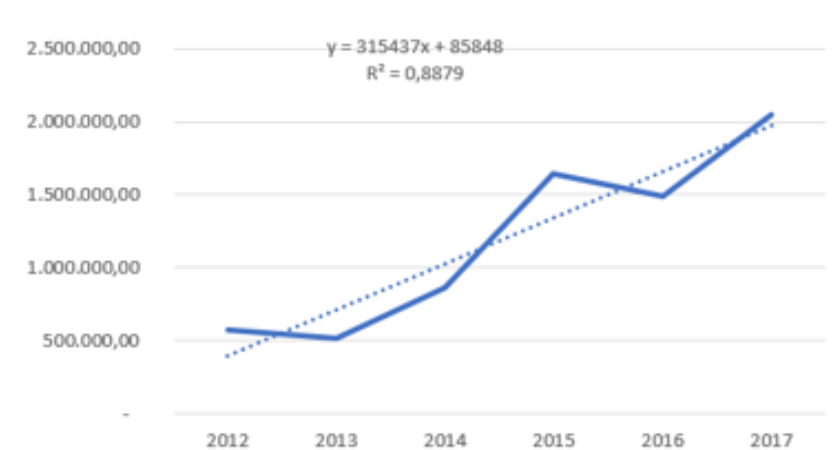


Fig. 4.10 – Evolução dos investimentos totais nas redes de águas pluviais.

Contudo, o cenário representado na Figura 4.10, ou seja, um ritmo de crescimento linear por volta dos 300.000€, corresponderá a um valor final dos investimentos rondaria os 9.000.000€ em 2040 e 18.000.000€ para 2070. Estes valores podem ser interpretados como irrealistas e discrepantes face ao futuro. Por isso, optou-se por um crescimento linear de 2% a partir do ano de 2017 até a um investimento máximo de 4 milhões de euros, valor este nunca alcançado anteriormente em qualquer serviço prestado pelas Águas do Porto, quer no abastecimento de água ou drenagem das águas residuais. A razão da escolha desta percentagem relaciona-se com a exigência da qualidade pretendida da ERSAR para com os serviços municipais entre eles o abastecimento de água e drenagem de águas residuais e provavelmente, no futuro, a drenagem de águas pluviais. Esta constante obrigação de manutenção e aumento da qualidade dos serviços obrigará a constantes aumentos de investimento por parte das entidades gestoras. Com base nestas considerações, apresenta-se no quadro 4.6 os valores finais dos investimentos estimados para os anos de 2040 e 2070

Quadro 4.6 – Projeção dos investimentos.

Ano	Projeção dos investimentos
2017	2.047.733 €
2018	2.088.688 €
2019	2.129.642 €
2020	2.170.597 €
2030	2.580.144 €
2040	2.989.690 €
2050	3.399.237 €
2060	3.808.783 €
2070	4.000.000 €

Após a projeção dos investimentos e dos gastos diretos, o estudo económico ficará concluído com a soma dos respetivos valores (Quadro 4.7).

Quadro 4.7 – Projeções do custo total da rede de drenagem das águas pluviais.

Ano	Custo total
2017	3.778.704 €
2040	4.589.690 €
2070	5.600.000 €

Todos os cálculos realizados anteriormente são projeções baseadas nos acontecimentos presentes, nas tendências atuais, mas também nas eventuais possibilidades de futuro como alterações climáticas. Como tal, a certeza e o rigor nunca serão os mais corretos e apropriados, mas, contudo, acredita-se que se adequam para o estudo da viabilidade da aplicação dos modelos tarifários.

Concluindo o estudo económico e de forma a conseguir um sistema sustentável do ponto de vista financeiro, os custos totais calculados anteriormente terão que ser suportados na sua totalidade pelos modelos tarifários posteriormente escolhidos, visto que, a Águas do Porto não possui quaisquer verbas destinadas à rede de drenagem das águas pluviais.

### 4.3 MODELOS TARIFÁRIOS EM ESTUDO

Após uma análise dos modelos existentes apresentado no capítulo anterior, definiram-se os mais adequados para aplicação e estudo na bacia da ribeira da Asprela. As opções estudadas neste trabalho, tiveram como base o exemplo Alemão, o Americano, e definiu-se também um modelo de taxa fixa associada à conta da água.

#### 4.3.1. MODELO ALEMÃO

Na Alemanha, a responsabilidade pela gestão dos serviços de drenagem das águas residuais e pluviais é elevada, o que obriga as entidades gestoras a uma constante manutenção e eficiência dos seus sistemas. Muitas cidades alemãs cobram aos proprietários uma taxa de águas pluviais separada das águas residuais. Esta é baseada em avaliações individuais das parcelas e são determinadas pela contribuição das áreas tributárias, ou seja, áreas impermeáveis multiplicadas por um coeficiente de escoamento, para com o sistema, resultando assim, numa taxa anual que varia de cidade para cidade. As áreas de cálculo são obtidas através de dados de satélite e fotografias aéreas, (Darla *et al.*, 2014). Para aplicar este modelo tarifário é fundamental a informação relativa aos gastos e investimentos realizados pelas entidades gestoras. O valor da taxa por m<sup>2</sup> de área tributária é calculada através da equação (3):

$$taxa (\text{€/m}^2) = \frac{\text{Custos totais a suportar}}{\text{Área impermeável total da cidade}} \quad (3)$$

Após a avaliação do custo por m<sup>2</sup> de área impermeável, é efetuado o cálculo individual das propriedades e consequentemente das famílias (Equação 4).

$$\text{taxa por habitação por ano} = \text{taxa } \text{€}/\text{m}^2 \times \text{área tributária da propriedade} \quad (4)$$

Analisando as vantagens e desvantagens de todos os modelos encontrados, a razão da escolha deste deve-se ao facto de cumprir os requisitos que se consideram essenciais. Sendo um modelo equitativo permite que exista uma diferenciação das propriedades que contribuem mais ou menos para a rede de drenagem. Como as taxas aplicadas dependem da área tributária, as propriedades mais impermeáveis estão sujeitas a maiores valores de taxa.

Outra vantagem que este modelo tem é a possibilidade de haver ajudas financeiras, de forma a se incentivarem os contribuintes a desconectarem as suas áreas da rede de drenagem. Este ponto será abordado com mais detalhe na aplicação ao caso de estudo. Incentivos como descontos na taxa anual ou financiamentos na aplicação das LID são recorrentes pelas várias cidades Alemãs. De facto, um dos resultados que a Alemanha verificou com a implementação deste modelo tarifário foi a maior adesão dos cidadãos às LID (Darla *et al.*, 2014).

Este modelo possui, no entanto, algumas desvantagens que devem ser analisadas. Sendo uma delas a individualidade de cálculo, isto é, a necessidade de se avaliar as áreas impermeáveis das propriedades separadamente umas das outras, o que aumenta a complexidade da aplicação do modelo, pois é necessário dispensar muito tempo em medições comparativamente a outros modelos.

Para além da sua complexidade de implementação, o modelo em questão é bastante simplista em termos da quantidade das variáveis de cálculo, pois não tem em consideração fatores como: a inclinação dos terrenos, a intensidade de precipitação, a utilização e tipologia dos solos, etc, sendo assim um modelo simples deste ponto de vista.

Como se pretende obter um modelo que facilite, de certa forma a aceitação da população, consideraram-se importantes aspetos como: ser socialmente justo e com possibilidade de incluir incentivos financeiros (objetivos muito importantes e tidos em conta durante a realização desta dissertação). A obtenção de receita assim como a desconexão das áreas impermeáveis da rede são características deste modelo alemão o que o torna à partida o mais adequado para implementação no presente caso de estudo.

O Quadro 4.8 apresenta, de forma sucinta, as vantagens e desvantagens deste modelo.

Quadro 4.8 – Vantagens e desvantagens do modelo Alemão.

Parâmetro de avaliação	Vantagem/Desvantagem
Incentivo às boas práticas	Vantagem
Equitativo	Vantagem
Implementação do modelo	Desvantagem
Simplicidade do modelo	Desvantagem

#### 4.3.2. MODELO URE

Nos E.U.A, como foi descrito no capítulo anterior, a diversidade dos modelos aplicados relativamente à gestão das águas pluviais é elevada. A mais comum, a unidade residencial equivalente (URE), reflete a média das áreas impermeáveis das habitações unifamiliares onde, sucessivamente, é aplicado um valor monetário consoante essa média (Kea, 2015). Posteriormente todo o cálculo dos contribuintes que não sejam as habitações unifamiliares é feito de modo semelhante à Alemanha, onde se medem as áreas impermeáveis das propriedades e se multiplica por uma taxa de m<sup>2</sup> de área que contribui para a rede de drenagem.

Na adaptação deste modelo para o caso de estudo da bacia da ribeira da Asprela, serão aplicados princípios semelhantes, com a exceção de não se diferenciarem as habitações unifamiliares das multifamiliares. Sendo assim, é feita uma média de todas as habitações onde lhe é atribuído o nome de URE (unidade residencial equivalente) conforme a equação (5).

$$URE = \frac{\sum \text{área impermeável da zona}}{N^{\circ} \text{ de habitações}} \quad (5)$$

Todas as áreas impermeáveis têm em consideração um coeficiente de escoamento – áreas tributárias – reproduzindo assim a realidade, pois parte da água precipitada nas áreas impermeáveis é absorvida. Após o cálculo do valor da URE, é necessário determinar o custo total de uma URE Na equação (6) é apresentada a forma de estimar esse valor:

$$\text{Custo de 1 URE (€)} = \text{taxa (€/m}^2\text{)} \times \text{área tributária de 1 URE (m}^2\text{)} \quad (6)$$

A taxa (€/m<sup>2</sup>) é definida de igual modo à equação (3). De seguida, a implementação da tarifa é efetuada através da atribuição de escalões às áreas tributárias. Foi adotado um sistema de apenas três escalões como representado no Quadro 4.9.

Quadro 4.9- Sistema de escalões do modelo URE

Escalão	Área tributária de cálculo (m <sup>2</sup> )
1º	0-0,75 de 1 URE
2º	0,75-1,25 de 1 URE
3º	> 1,25 de 1 URE

Após a criação dos escalões e da divisão entre eles, é necessário atribuir um custo a cada um, sendo este processo realizado de acordo com o quadro 4.10. As vantagens deste tipo de modelo assemelham-se ao modelo anteriormente abordado. A existência de incentivos financeiros de forma a recompensar os cidadãos que adiram às LID é também recorrente nas várias comunidades americanas.



Quadro 4.10 – Custo €/ano do modelo URE

Escalão	Custo (€/ano)
1º	0,75% de 1 URE
2º	1 URE
3º	1,25 de 1 URE

As vantagens deste tipo de modelo assemelham-se ao modelo alemão, principalmente no que se refere à existência de incentivos financeiros de forma a recompensar os cidadãos que adiram às LID. A distinção entre o peso dos utilizadores do sistema de drenagem das águas pluviais é possibilitada com este tipo de modelo e de tarifa. Para além destas, a dificuldade de implementação pode ser simplificada visto que a perceção do enquadramento de certas propriedades seria, em certos casos, intuitiva. Contudo, continua a ser necessário um processo de medição individual da maior parte das propriedades, o que inevitavelmente consome bastante tempo.

Por outro lado, e de forma semelhante ao modelo anterior, a consideração apenas da área impermeável como variável de cálculo torna este modelo algo simplista deste ponto de vista. Além disso, a complexidade do cálculo pode incutir na população uma rejeição adicional para além da esperada.

No entanto, após a análise das vantagens e desvantagens, considerou-se pertinente a utilização deste modelo como alternativa de estudo para a bacia da ribeira da Asprela. Para além das vantagens referidas anteriormente, a média das áreas impermeáveis das habitações, seguida por uma divisão em escalões, permite uma pequena uniformização dos contribuintes, aliviando em certos casos o peso da tarifa, e maiores incentivos às boas práticas.

No Quadro 4.11 encontra-se um resumo das principais vantagens e desvantagens do modelo URE

Quadro 4.11 – Vantagens e desvantagens do modelo URE

Parâmetro de avaliação	Vantagem/Desvantagem	Comparação com o modelo Alemão
Incentivo às boas práticas	Vantagem	+
Equitativo	Vantagem	-
Implementação	Desvantagem	+
Simplicidade	Desvantagem	-

#### 4.3.3. MODELO DE TAXA ASSOCIADA AO CONSUMO DE ÁGUA

Uma taxa aplicada no consumo de água é uma das formas de se obter receita para os sistemas de drenagem das águas pluviais, atualmente em vigor em várias localidades, como referido no capítulo anterior. Consiste em aplicar uma taxa como uma percentagem sobre o consumo de água e drenagem das águas residuais, valor final que reverterá para a gestão dos sistemas de águas pluviais.

Na Dinamarca, o modelo aplicado nas águas pluviais consiste numa divisão da receita proveniente das águas residuais. Aqui 60% do que os clientes domésticos pagam relativamente ao saneamento é utilizado para este sistema, enquanto que 40% é usado para a gestão das águas pluviais (Chouli *et al.*, 2007).

Na cidade do Porto, a conta da água dos clientes domésticos é feita através de três grandes grupos: o primeiro é relativo ao abastecimento de água, o segundo é relativo ao saneamento e por último, taxas referentes aos dois anteriores. De uma forma mais pormenorizada, um cliente doméstico paga por cada m<sup>3</sup> de água consumida sendo que, para além disso, 90% da totalidade desse volume é cobrado como saneamento. Assim sendo, e aplicando o mesmo conceito presente na metodologia do modelo, apenas 30% do custo das águas residuais será convertido para a gestão das águas pluviais existindo assim uma redução de 10% comparativamente à Dinamarca. Essa diferença explica-se pelos 90% de água consumida que são cobrados como água residual. Para a zona de estudo, e de forma a aplicar este modelo na bacia da ribeira da Asprela, considerou-se um consumo médio por cliente doméstico, sendo posteriormente calculada a percentagem que reverte para as águas pluviais.

As vantagens deste modelo são reduzidas, tornando-a assim pouco utilizado noutros países. A facilidade de implementação da taxa é elevada pois é feito de uma forma generalizada tornando-o num processo simples de implementar. As informações necessárias para a aplicação do modelo são fáceis de obter, não sendo preciso dispensar muito tempo com medições.

Por outro lado, é inexistente uma relação entre o modelo e a utilização efetiva do sistema de drenagem das águas pluviais, o que pode dificultar a compreensão e aceitação social. Como tal, não se pode considerar este modelo justo e lógico pois podem existir propriedades que contribuem mais para o sistema devido às suas áreas impermeáveis e pagar pouco por terem um consumo reduzido de água.

Além disso, a possibilidade de se introduzirem incentivos às boas práticas seria irracional. A maior parte das LID consiste na redução das áreas impermeáveis, parâmetro que não está na base de definição deste modelo.

Considerando todos os aspetos analisados anteriormente, a escolha deste modelo prende-se com a necessidade de enaltecer as diferenças entre as suas vantagens e desvantagens relativamente aos outros modelos. Além disso, a possibilidade imediata de se conhecerem os valores anuais e mensais de uma taxa para se poder comparar também, com os outros modelos, foi tido em conta nesta. No Quadro 4.12 apresenta-se o resumo das características a favor e contra a aplicação de um modelo deste tipo.

Quadro 4.12 – Vantagens e desvantagens do modelo de taxa associado ao consumo de água.

Parâmetro de avaliação	Vantagem/Desvantagem
Incentivo às boas práticas	Desvantagem
Equitativo	Desvantagem
Implementação do modelo	Vantagem
Simplicidade do modelo	Vantagem

#### 4.3.4. ÁREAS NÃO RESIDENCIAIS

Na zona de estudo da bacia da ribeira da Asprela, existem edifícios de várias tipologias desde habitação, ensino, saúde, religião, etc. onde as áreas são muito maiores do que a maior parte das habitações e onde o seu contributo é igualmente maior para a rede de drenagem das águas pluviais. Sendo assim, estas não deverão ser isentas de qualquer tipo de tarifa ou taxa.

Apesar de serem usados três modelos para os edifícios residenciais, optou-se por se empregar apenas um nos não residenciais. Este será uma tarifa por m<sup>2</sup> de área tributária (áreas impermeáveis multiplicadas por um coeficiente de escoamento) diferenciando-se assim, como nas habitações, a contribuição de cada um para com o sistema de drenagem. A razão desta escolha está relacionada com o facto de, como referido anteriormente, existirem diferentes propósitos nestes edifícios (saúde, ensino principalmente). Caso se utilizasse a URE, seria necessário fazer a média de todas as áreas não residenciais e como estamos perante áreas com funcionalidades diferentes e também, com grandes discrepâncias entre elas, não se achou conveniente a utilização de uma média para as agrupar. No último caso, uma taxa relativa ao consumo de água, seria inadequado face, mais uma vez, à tipologia dos edifícios, que não são de habitação e, portanto, o consumo de água seria inadequado, mas também, pelo peso que representam para o sistema de drenagem de águas pluviais, fator este desprezado pelo modelo. Sendo assim, considera-se uma tarifa aplicada por m<sup>2</sup> de área impermeável o mais apropriado para a situação em estudo das áreas não residenciais.

#### 4.3.5. BENEFÍCIOS TARIFÁRIOS

Como referido anteriormente, os benefícios tarifários são um assunto importante na definição de um modelo tarifário. Porém a informação encontrada sobre a forma como são introduzidos estes benefícios é escassa, pois apenas são apresentados os valores em si, aquando da introdução das LID. Estas, como por exemplo os telhados verdes, sistemas de armazenamento, jardins de chuva, entre outros, na maioria dos países abordados possibilitam descontos na taxa final dos utentes, tais como 50% de desconto na taxa para no caso de existência de telhados verdes e até ajudas monetárias na instalação de outras LID (Dongqing *et al.*, 2015).

Porém, seria interessante no âmbito da dissertação, abordar, definir e aplicar sem grandes detalhes os benefícios tarifários dependentes das boas práticas e observar o peso final que teriam nas tarifas dos utentes.

Os telhados verdes, jardins de chuva e sistemas de armazenamento foram os exemplos mais encontrados de práticas de baixo impacto. O Quadro 4.13 apresenta os descontos associados aos telhados verdes, devido às suas propriedades de infiltração e atraso das águas pluviais.

Quadro 4.13 – Benefícios tarifários nos telhados verdes.

Condição	% de descontos
Área inferior a 50% da totalidade do telhado	0%
Área entre 50% e 75% da totalidade	30%
Área superior a 75% da totalidade	70%

A primeira condição do Quadro 4.3 tem como objetivo prevenir aproveitamentos que possam existir por parte dos contribuintes. Considera-se que um telhado verde com uma área inferior à 50% da área da cobertura do edifício não terá impacto suficiente para ter direito a descontos na tarifa. As percentagens de desconto das outras condições estão relacionadas com a eficiência dos telhados verdes, que dependendo das suas características, podem alcançar rendimentos desde os 30% até aos 70% (Słyś *et al.*, 2012).

Outra infraestrutura verde com um funcionamento semelhante aos telhados verdes são os jardins de chuva, que podem ser introduzidos praticamente em qualquer área das propriedades, para além das coberturas. Estes, que não possuem uma eficiência de 100%, pois parte da água precipitada será drenada pelos próprios sistemas de drenagem de águas pluviais, apresentam-se como uma boa solução para infiltração das águas pluviais e recarga dos aquíferos. Os benefícios tarifários, para quem possua jardins de chuva, terão em conta a redução da área impermeável da propriedade, para a qual deixará de contar a área ocupada por estes jardins.

Por fim, a última LID a ser avaliada e estudada são os sistemas de aproveitamento de águas pluviais, que consistem no armazenamento de água pluvial precipitada na propriedade, em reservatório devidamente dimensionado para o efeito, para ser depois usada de diversas formas, desde lavagem das viaturas, rega, uso sanitário, etc. (Figura 4.11).

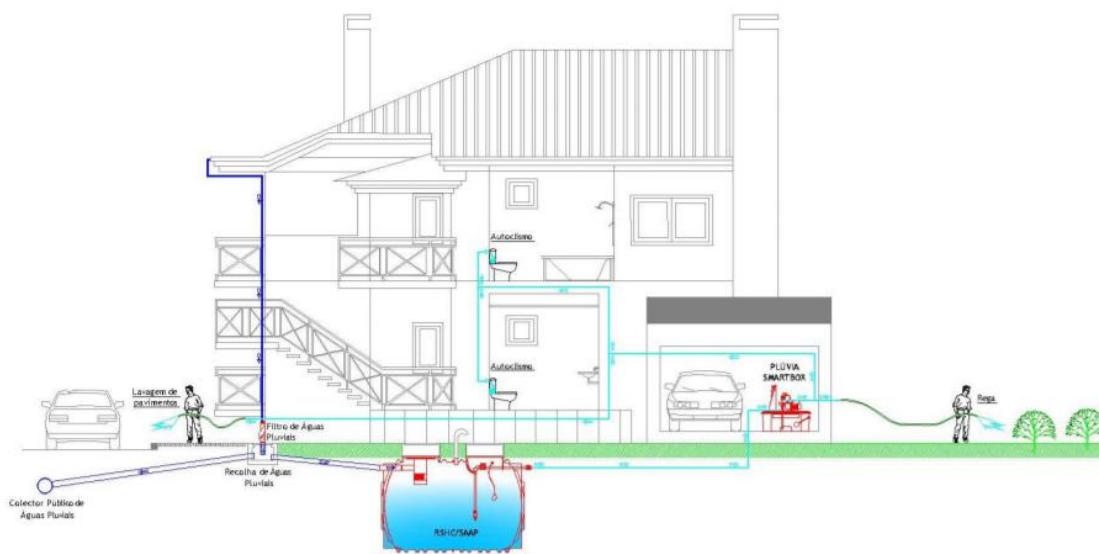


Fig. 4.11 – Diversas utilizações das águas pluviais (adaptado de ECODEPUR AQUAPLUVIA, 2016).

Pode-se considerar um cenário de isenção tarifária para quem possua um sistema de aproveitamento deste tipo, tendo em conta o significativo volume de águas pluviais que deixam de ser encaminhadas para a rede pública. De realçar que empresas responsáveis pela instalação deste tipo de métodos têm em conta a precipitação média regional no seu dimensionamento, o que acaba por sobredimensionar os sistemas e aumentar a retenção e o aproveitamento destas águas (ECODEPUR AQUAPLUVIA, 2016).

#### 4.4. ANÁLISE DA VIABILIDADE DOS MODELOS TARIFÁRIOS

Após a seleção dos modelos mais adequados para o estudo da sua viabilidade na bacia da ribeira da Asprela foi necessário adotar várias estratégias para os aplicar. Como as variáveis são diferentes para cada modelo, a metodologia não poderá ser transversal a todos, sendo necessário a definição e/ou alteração de certos parâmetros para uma aplicação correta de cada modelo. Com a finalidade de se estudar a aplicação prática destas tarifas na realidade, decidiu-se selecionar duas ruas sendo uma preferencialmente habitacional e, por isso, mais heterogénea, e outra com tipologias distintas.

##### 4.4.1 MODELO ALEMÃO

O primeiro passo para a introdução deste modelo na bacia da ribeira da Asprela é a definição do custo por m<sup>2</sup> de área impermeável. Esta é calculada segundo a equação (3), apresentada anteriormente, onde se divide os custos totais que o modelo terá que sustentar pela área impermeável. Dessa forma, optou-se por não se restringir somente à zona de estudo, mas sim à cidade do Porto considerando-se assim, a área impermeável total do município. A razão para tal decisão deve-se ao facto de, na bacia da ribeira da Asprela se encontrarem bastantes áreas verdes o que faz com que tenha um índice de impermeabilização abaixo do normal para a cidade. Assim sendo, os habitantes desta bacia estariam a pagar um custo por m<sup>2</sup> de área impermeável inferior comparativamente a outros locais, onde os residentes dessas áreas teriam tarifas mais elevadas. Esta opção poderia ter repercussões negativas na população aquando da escolha de um local para residir ou inclusive dos próprios residentes já aí alojados. Dessa forma, não pareceu justo e adequado essa diferenciação do peso que cada bacia tem para com o sistema de drenagem de águas pluviais da cidade.

Segundo o relatório de caracterização e diagnóstico, estrutura ecológica e biodiversidade realizado por Marques *et al.* (2018), o Município do Porto dispõe de uma área total de espaços verdes urbanos correspondentes a 13,14 km<sup>2</sup> Fig. 4.12.

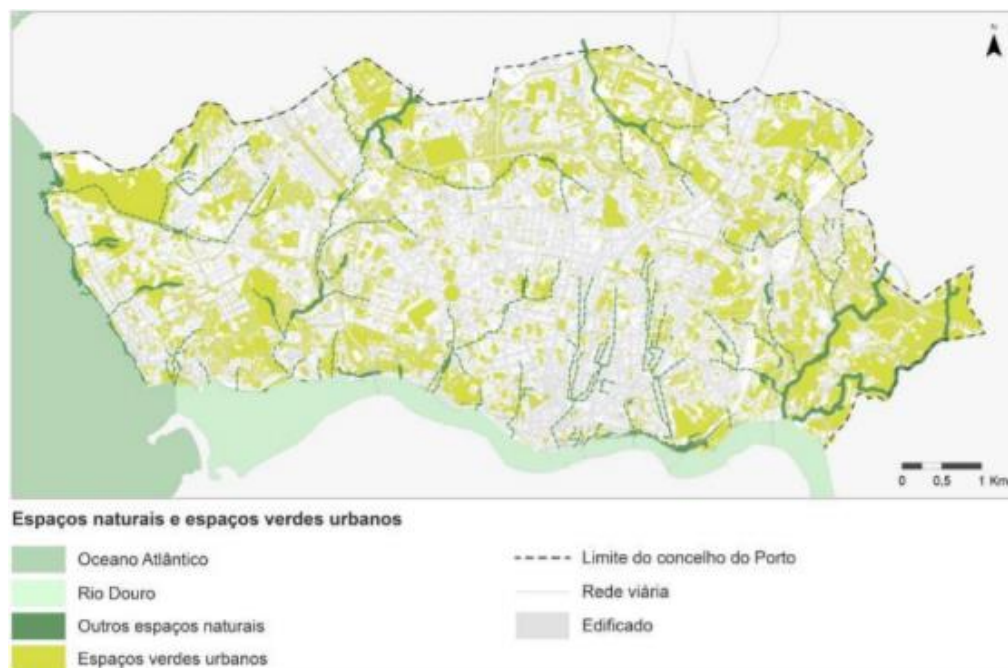


Fig. 4.12 – Caracterização dos espaços verdes da cidade do Porto (adaptado de Marques *et al.*, 2018).

A estimativa da percentagem da área impermeável e dos metros quadrados podem ser encontrados no Quadro 4.14. Estes valores serão depois usados, consoante o ano de projeção do modelo, para o cálculo da taxa (€/m<sup>2</sup>) de área construída.

Quadro 4.14 – Dados da Cidade do Porto.

Área do Município	
Investimentos	2.047.733 €
Gastos diretos	1.730.971 €
Total	3.778.704 €
Custo €/m <sup>2</sup>	0,14 €
Área permeável	
Km <sup>2</sup>	13,14
m <sup>2</sup>	13.140.000
% Área permeável	31,72%
Área impermeável	
% Área impermeável	65%
m <sup>2</sup> Área impermeável	26.923.000

Relativamente à área permeável, considerou-se a totalidade dos espaços verdes urbanos, 13,14 km<sup>2</sup>, abordados anteriormente. Em termos de percentagem, representam 31,72% da cidade do Porto, cuja área absoluta é de 41,42 km<sup>2</sup>.

Contudo, optou-se por uma abordagem mais conservativa, visto que existem vias públicas como estradas, ruas, passeios do domínio público na qual a responsabilidade destas recai sobre o município ou entidade gestora responsável por estas áreas. Desse modo, a percentagem da área impermeável relativamente à cidade do Porto não será igual à diferença entre a área total da cidade e a percentagem da área permeável (31,72%), tendo sido adotado o valor 65% para o cálculo final do custo unitário por m<sup>2</sup> de área impermeável.

Como referido anteriormente, a estratégia de estudo consistiu na seleção de duas ruas distintas, uma delas (habitacional) representada na Figura 4.13. A Rua Dr. Manuel Laranjeira possui na sua envolvente 60 habitações unifamiliares e de vários condomínios. Por essa razão, o estudo vai englobar propriedades com áreas distintas.



utilização do Software Arcgis Pro. As áreas tributárias obtidas, são multiplicadas pelo valor de 0,14 €/m<sup>2</sup>. No anexo A1 encontra-se disponibilizado o quadro completo dos resultados de todas as habitações, inclusive os custos anuais e mensais do modelo tarifário.

No Quadro 4.16 apresentam-se os resultados obtidos. Em termos de financiamento para as entidades gestoras, a receita obtida será importante e serve de comparação entre modelos. Em relação ao impacto que este modelo terá sobre os residentes, deve-se ter em conta a média da tarifa anual e mensal resultantes.

Quadro 4.16 – Resultados finais da aplicação do modelo Alemão (2017).

Resultados	Valor €
Soma da receita obtida anualmente	1.218,15 €
Soma da receita obtida mensalmente	101,51 €
Média da tarifa anual	20,30 €
Média da tarifa mensal	1,69 €

#### 4.4.1.2. ANO DE ESTUDO DE 2040

Para o ano de 2040, os valores relativos aos gastos diretos e, principalmente, aos investimentos, não serão os mesmos. Consequentemente, o custo final referente ao m<sup>2</sup> de área impermeável sofrerá alterações. Conforme apresentado no Quadro 4.17, os investimentos para este ano serão consideravelmente maiores, sendo que os gastos diretos sofrem uma pequena redução, razão esta já explicada no subcapítulo do estudo económico. Desta forma, e devido à análise nele efetuada, concluiu-se que, para o ano em estudo, os gastos diretos rondariam os 1,6 milhões de euros enquanto as projeções para os investimentos, com um crescimento linear, seriam de 2.989.690,18 €. Como ilustrado no Quadro 4.17, os dados apresentados para 2040 encontram-se descritos nesta, incluindo o custo por m<sup>2</sup> de área impermeável de acordo com a equação (3).

Quadro 4.17 – Dados económicos de 2040

Dados económicos 2040	
Investimentos	2.989.690 €
Gastos diretos	1.600.000 €
Total	4.589.690 €
Custo €/m <sup>2</sup>	0,17 €

Para os respetivos investimentos e gastos diretos apresentado para 2040, decidiu-se adotar a mesma área impermeável da atualidade pois não são expectadas mudanças significativas. Caso ocorram alterações de grande impacto na área impermeável do município, prevê-se que sejam com o objetivo de uma



redução, devido às campanhas existentes dos benefícios de cidades mais verdes. Uma alteração na redução da área impermeável reduzirá as consequências dos impactos ambientais produzidos pelas águas pluviais, mitigando assim os gastos associados a estes, sendo conservativo a adoção, para 2040, da atual área impermeável para a cidade do Porto.

Após o cálculo do custo de cada m<sup>2</sup> de área impermeável, aplicou-se este valor ao arruamento em estudo, resultando assim nos valores apresentados em Anexo A2.

Como seria de esperar, os resultados finais dos custos anuais e mensais apresentam valores superiores ao cenário anterior, devido ao aumento dos investimentos ao longo dos anos, e consequente aumento do custo unitário. No Quadro 4.18 apresentam-se os resultados finais.

Quadro 4.18 – Resultados finais da aplicação do modelo Alemão (2040).

Resultados	Valor €
Soma da receita obtida anualmente	1.479,58 €
Soma da receita obtida mensalmente	123,30 €
Média da tarifa anual	24,66 €
Média da tarifa mensal	2,05 €

#### 4.4.1.2 ANO DE ESTUDO DE 2070

Em 2070, esperam-se gastos superiores devido, como foi apresentado no subcapítulo do estudo económico, a um crescimento linear dos investimentos face à tendência atual. Como tal, é preciso redefinir o custo que representa para a entidade gestora, neste caso a Águas do Porto, EM, de um metro quadrado de área impermeável. Os dados económicos, para o ano de 2070, encontram-se apresentados no Quadro 4.19.

Quadro 4.19 – Dados económicos para 2070.

Dados económicos 2070	
Investimentos	4.000.000 €
Gastos diretos	1.600.000 €
Total	5.600.000 €
Custo €/m <sup>2</sup>	0,21 €

Para os investimentos admitiu-se um valor máximo de 4 milhões de euros pois considerou-se que eventualmente, o referido crescimento linear terá que abrandar ou inclusive parar. Assim sendo, e para a mesma área impermeável da atualidade da cidade (pois não se preveem, uma vez mais, grandes alterações deste ponto de vista) obteve-se um custo de 0,21€ por metro quadrado de área impermeável. Da mesma forma que se procedeu para o primeiro e segundo cenário, esse custo será multiplicado pelas

áreas impermeáveis, resultando assim num custo final anual e mensal conforme apresentado no Anexo A3.

No Quadro 4.20 apresentam-se os resultados finais obtidos, para a aplicação do modelo Alemão em 2070.

Quadro 4.20 – Resultados finais da aplicação do modelo Alemão (2070).

Resultados	Valor €
Soma da receita obtida anualmente	1.805,28 €
Soma da receita obtida mensalmente	150,44 €
Média da tarifa anual	30,09 €
Média da tarifa mensal	2,51 €

#### 4.4.1.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo Alemão é, dos três modelos apresentados, o mais justo para os habitantes. Conforme se demonstra ao longo dos Anexos referentes aos anos estudados, pode-se comprovar a variação de resultados para cada habitação, resultado da individualização das áreas impermeáveis por cada habitação. Porém, e para tal ser possível, a duração das medições das áreas habitacionais pode ser de vários dias ou até semanas dependendo da área a aplicar. O dispêndio do tempo, fator este abordado anteriormente como uma desvantagem, veio-se a confirmar na implementação do modelo.

Em termos de resultados apresentados, pode-se considerar que a receita obtida anualmente é significativa sendo este modelo gratificante para as entidades gestoras. No Quadro 4.21 apresenta-se a evolução dos resultados obtidos nos três anos de estudo da viabilidade de aplicação deste modelo. Um crescimento linear de apenas 2% relativamente ao valor de 2017 induz mudanças significativas. De 2017 para 2040, a receita proveniente da aplicação do modelo cresceu cerca de 250 € acompanhada por um crescimento de 0,36 € na média da tarifa mensal.

Quadro 4.21 – Evolução dos resultados obtidos do modelo Alemão.

Resultados	2017	2040	2070
Soma da receita obtida anualmente	1.218,15 €	1.479,58 €	1.805,28 €
Soma da receita obtida mensalmente	101,51 €	123,30 €	150,44 €
Média da tarifa anual	20,30 €	24,66 €	30,09 €
Média da tarifa mensal	1,69 €	2,05 €	2,51 €

Em 2070, comparando com 2040, a receita teve um acréscimo de sensivelmente 325 € enquanto que a média da tarifa mensal apresentou uma subida de 0,46 €. A evolução presente ao longo destes anos da tarifa mensal pode ser considerada excessiva por parte dos cidadãos e deve ser controlada e vigiada pela entidade gestora em causa.

A atualização dos dados relativos às áreas impermeáveis das habitações e do município devem ser revistos regularmente para manter a justiça da tarifa aplicada.

Considera-se este modelo tarifário viável em termos de aplicabilidade. Beneficia de certos parâmetros como ser justo, cobrando aos seus clientes algo pelo qual estão a usufruir. Para além disso, permite o incentivo à aplicação de LID através dos descontos financeiros estipulados anteriormente.

#### 4.4.2 MODELO URE

No segundo modelo tarifário em estudo a situação é, em parte, semelhante ao estudado anteriormente. Houve a necessidade de se proceder a certas medições, diferentes do modelo Alemão, aproveitando-se as áreas impermeáveis das habitações da rua em questão. Como o modelo UR. conjectura as médias das habitações e faz posteriormente uma divisão em escalões, foi fundamental a medição da área impermeável da totalidade da bacia da ribeira da Asprela, e do respetivo número de habitações. Aqui, o processo foi diferente do modelo anterior, onde se deu preferência à área impermeável da cidade do Porto. A justificação para tal relaciona-se com o facto de ser necessário dispensar tempo para as medições, caso se optasse pela cidade toda. Apesar da contagem do número de habitações ser possível de efetuar, a informação exata relativa às áreas impermeáveis residenciais seria bastante difícil. Por esta razão, deu-se preferência somente à bacia da ribeira da Asprela relativamente a estas duas variáveis. Este modelo, como foi abordado anteriormente, será executado apenas nas áreas residenciais.

De forma a facilitar a medição das áreas impermeáveis, sendo estas multiplicadas por um coeficiente de escoamento resultando em áreas tributárias, optou-se por uma divisão em cinco zonas menores da bacia em estudo, sendo estas, posteriormente, divididas em parcelas mais pequenas. A primeira zona, representada na Figura 4.14, enquadra-se na zona Este da bacia da ribeira da Asprela e apresenta, conforme o Quadro 4.22, os valores indicados para as áreas impermeáveis e o número de habitações. Todas as áreas impermeáveis, como abordado anteriormente, têm em consideração um coeficiente de escoamento diretamente relacionado com o tipo de solo.



Fig. 4.14 – Zona 1 e respetivas subzonas.

Quadro 4.22 – Área tributária e número de habitações da zona 1

Zonas	Área tributária (m <sup>2</sup> )	Número de habitações
1.1	2594	38
1.2	21280	182
1.3	16914,6	106
Total	40788,6	326

A segunda zona é mais complexa pois apresenta um maior número de habitações, encontrando-se os valores pretendidos para o cálculo do modelo apresentados no Quadro 4.23, assim como a zona ilustrada na Fig. 4.15.



Fig. 4.15 – Zona 2 e respetivas subzonas.

Quadro 4.23 – Área tributária e número de habitações da zona 2.

Zonas	Área tributária (m <sup>2</sup> )	Número de habitações
2.1	10684	125
2.2	34442,4	452
2.3	16156,8	186
2.4	22048,8	164
2.5	47280	497
Total	130612	1424

Esta é uma zona densa em termos residenciais. O número de habitações é cerca de metade das existentes em toda a zona da bacia da ribeira da Asprela, demonstrando o impacto que poderá ter na rede de coletores. Dando seguimento à análise dos dados, na zona 3, área mais Ocidental da bacia de estudo, a zona possui as seguintes características impermeáveis e habitacionais apresentados no Quadro 4.24 e dividida nas zonas apresentadas na Fig. 4.16.



Fig. 4.16 – Zona 3 e respetivas subzonas.

Quadro 4.24 – Área tributária e número de habitações da zona 3.

Zonas	Área tributária (m <sup>2</sup> )	Número de habitações
3.1	8951,4	78
3.2	14974,3	190
3.3	11630,4	104
Total	35556,1	372

A zona 4, representada na Fig. 4.17, encontra-se no centro da bacia da ribeira da Asprela englobando a rua residencial em estudo. Os dados relativamente a esta zona apresentam-se no Quadro 4.25. Constatase numa das subzonas um número reduzido de habitações, apenas 49, demonstrando a vasta área verde presente nesta como também na bacia da ribeira da Asprela.



Fig. 4.17 – Zona 4 e respetivas subzonas.

Quadro 4.25 - Área tributária e número de habitações da zona 4.

Zonas	Área tributária (m <sup>2</sup> )	Número de habitações
4.1	20981,8	256
4.2	6329,6	49
Total	27311,4	305

Por fim, a zona 5 situada a Norte da bacia da ribeira da Asprela (Figura 4.18), é caracterizada na sua generalidade por uma construção alta, sendo composta maioritariamente por edifícios multifamiliares. Os dados das áreas impermeáveis de cálculo, assim como o número de habitações, estão apresentados no Quadro 4.26.



Fig. 4.18 – Zona 5 e subzonas respetivas.

Quadro 4.26 – Área tributária e número de habitações da zona 5.

Zonas	Área tributária (m <sup>2</sup> )	Número de habitações
5.1	1519,3	14
5.2	10661,4	51
5.3	7660,95	40
Total	19841,65	105

Após a divisão da bacia da ribeira da Asprela e da caracterização da estratégia adotada para este modelo, procede-se à sua aplicação para os diferentes anos de estudo.

#### 4.4.2.1 ANO DE ESTUDO DE 2017

Após a separação da bacia da Asprela em zonas e subzonas, para facilitar as medições das áreas impermeáveis e a contagem do número de habitações, procedeu-se ao cálculo médio de todo o tipo de habitações presente na zona de estudo (URE). Apresenta-se, no Quadro 4.27 os dados relativos ao modelo URE, ou seja, o somatório das subzonas das áreas impermeáveis e do número de habitações, assim como a área (m<sup>2</sup>) correspondente à média habitacional e o seu respetivo custo. Os dados económicos subjacentes a este, serão os mesmos do Quadro 4.15.

Quadro 4.27 – Dados relativos ao modelo URE para o ano de 2017.

Dados	
Área tributária da bacia da Asprela (m <sup>2</sup> )	254109,75
Número de habitações da bacia da ribeira da Asprela	2532
URE (m <sup>2</sup> )	100
Custo de 1 URE	14,09 €

Sendo esta a média de uma unidade familiar habitacional aleatória, decidiu-se, como referido anteriormente, separar em escalões os contribuintes conforme as suas áreas tributárias. Numa divisão em 3 grupos (Quadro 4.28) os cidadãos ficarão incluídos num determinado nível, sabendo à partida o montante a pagar anualmente ou mensalmente.

Quadro 4.28 – Custo por escalões do modelo URE para o ano de 2017.

Escalões	Área tributária (m <sup>2</sup> )	Custo €/ano
1º escalão (0,75% de 1 URE)	0-74	10,56
2º escalão (aprox.1 URE)	75-124	14,09
3º escalão (> 1,25 de 1 URE)	>124	17,61

Após a definição dos escalões e dos respetivos custos anuais, aplicou-se na mesma rua (Dr. Manuel Laranjeira) o modelo tarifário em questão, resultando na identificação, para cada habitação, do escalão correspondente, conforme ilustrado no Anexo A4. Posteriormente, procedeu-se à análise dos resultados obtidos, apresentados no Quadro 4.29.



Quadro 4.29 – Resultados obtidos com modelo URE (2017).

Resultados	Valor €
Soma da receita obtida anualmente	824,01
Soma da receita obtida mensalmente	68,67
Média da tarifa anual	13,73
Média da tarifa mensal	1,14

## 4.4.2.2. ANO DE ESTUDO DE 2040

Para o ano de 2040, e à semelhança do que foi adotado no modelo Alemão relativamente à “evolução” das variáveis, a área impermeável da bacia de estudo, assim como o número de habitações, será previsivelmente constante ao longo do tempo. Sendo uma zona bastante diversificada, com grandes áreas de diversos serviços, como faculdades, hospitais, institutos, etc., optou-se por manter estes dois parâmetros constantes. Se realmente houver alterações, a tendência será de redução das áreas impermeáveis beneficiando assim as entidades gestoras. Como tal, para o ano de 2040, os investimentos e os gastos diretos serão diferentes à semelhança do modelo Alemão conforme ilustrado no Quadro 4.17.

O cenário de aumento dos custos e, por conseguinte, do custo por metro quadrado crescerá, alterando-se assim a situação perante os dados relativos ao custo de uma URE O Quadro 4.30 resume as informações básicas relativas a este modelo para 2040. Apesar da média de qualquer unidade familiar habitacional ser a mesma, o preço desta é diferente devido ao crescimento do custo por metro quadrado para os 0,17 €. Com esta transformação, é necessária uma redefinição, não do número dos escalões, mas sim do seu custo (Quadro 4.31).

Quadro 4.30 – Dados relativos ao modelo URE para o ano de 2040.

Dados	
Área impermeável da bacia da Asprela (m <sup>2</sup> )	254109,75
Número de habitações da bacia da Asprela	2532
URE (m <sup>2</sup> )	100
Custo de 1 URE	17,11 €

Quadro 4.31 – Custo por escalão do modelo URE para o ano de 2040.

Escalões	Área tributária (m <sup>2</sup> )	Custo €/ano
1º escalão (0,75% de 1 URE)	0-74	12,83
2º escalão (aprox.1 URE)	75-124	17,11
3º escalão (> 1,25 de 1 URE)	>124	21,39

Devido à mudança do preço de cada escalão, compreende-se a necessidade de estudar o impacto novamente deste modelo na mesma rua, obtendo-se novos resultados, apresentados no Anexo A5.

Consequentemente, procedeu-se à análise dos resultados obtidos, apresentados no Quadro 4.32.

Quadro 4.32 – Resultados obtidas com modelo URE para o ano de 2040.

Resultados	Valor €
Soma da receita obtida anualmente	1.000,86 €
Soma da receita obtida mensalmente	83,41 €
Média da tarifa anual	16,68 €
Média da tarifa mensal	1,39 €

#### 4.4.2.2 ANO DE ESTUDO DE 2070

À semelhança do modelo anterior, e dos três cenários apresentados, em 2070 os custos totais a suportar por este modelo, serão maiores, conforme já ilustrado no Quadro 4.19. Os investimentos são a única variável que se altera (e o correspondente custo por metro quadrado) face aos outros anos. Os dados do modelo URE estão apresentados no Quadro 4.33.

Quadro 4.33 – Dados relativos ao modelo URE para o ano de 2070.

Dados	
Área impermeável da bacia da Asprela (m <sup>2</sup> )	254109,75
Número de habitações da bacia da Asprela	2532
URE m <sup>2</sup>	100
Custo de 1 URE	20,87 €

Comparando com o ano de 2040, o custo unitário das URE sofreu um aumento significativo, alterando-se assim, o custo final de cada escalão, conforme ilustrado no Quadro 4.34.

Quadro 4.34 – Custo por escalões do modelo URE para o ano de 2070.

Escalões	Área tributária (m <sup>2</sup> )	Custo €/ano
1º escalão (0,75% de 1 URE)	0-74	15,66
2º escalão (aprox.1 URE)	75-124	20,87
3º escalão (> 1,25 de 1 URE)	>124	26,09

Com a redefinição do custo anual por escalão, os resultados finais da receita e das médias não serão os mesmos (os respetivos cálculos estão incluídos no Anexo A.6. Os resultados obtidos encontram-se ilustrados no Quadro 4.35.

Quadro 4.35 – Resultados obtidos com o modelo URE para o ano de 2070.

Resultados	Valor €
Soma da receita obtida anualmente	1.221,18
Soma da receita obtida mensalmente	101,76
Média da tarifa anual	20,35
Média da tarifa mensal	1,70

#### 4.4.2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo da URE é, em parte, semelhante ao Alemão. Muitas das variáveis são comuns, nomeadamente o custo por metro quadrado (€/m<sup>2</sup>) e os dados económicos relativos ao ano em estudo. Da mesma forma que se considera o modelo Alemão justo, diferenciando as propriedades que mais contribuem para o sistema de drenagem daqueles que menos o fazem, a URE poderá ser considerada justa também. Apesar da diversidade de valores não ser igual ao modelo abordado anteriormente, existe uma separação das propriedades mais críticas sendo estas sujeitas a tarifas mais elevadas. Contudo, e tal como no modelo alemão, será também necessário dispensar muito tempo na contagem de habitações para além das áreas impermeáveis residenciais.

Em termos de resultados de receita obtida, e comparativamente ao modelo Alemão (Quadro. 4.36) este é menos objetivo em relação ao financiamento para a entidade gestora. Com diferenças a rondar os 400 €, 478 € e 584 € para os anos de 2017, 2040 e 2070 respetivamente, o modelo URE não permite uma receita tão elevada como o Alemão. Do ponto de vista de crescimento de receita neste modelo, regista-se um aumento de 176,85 € de 2017 para 2040. Comparativamente ao modelo Alemão, onde se registou maiores crescimentos, conclui-se que a URE é menos suscetível a mudanças de paradigmas e de

variáveis. O mesmo cenário verifica-se para 2040 e 2070 onde os valores de crescimento são díspares entre os dois modelos.

Quadro 4.36 – Comparação da receita obtida, alemão e URE

Modelo	Receita obtida anualmente (€) (2017)	Receita obtida anualmente (€) (2040)	Receita obtida anualmente (€) (2070)
Alemão	1.218,15	1.479,58	1.805,28
URE	824,01	1.000,86	1.221,18

A média dos custos mensais (Quadro 4.37) é consideravelmente menor quando comparada com o modelo Alemão. Este parâmetro valoriza a vertente do consumidor, neste caso os proprietários das habitações, privilegiando um peso fiscal reduzido para eles. A evolução da média do custo mensal é igualmente crescente, porém, com aumentos sucessivos menores quando comparados com o modelo Alemão. No primeiro intervalo de estudo (2014 – 2040), registou-se um aumento de 0,25 € no modelo URE enquanto que no Alemão o crescimento foi na ordem dos 0,36 €. No segundo intervalo, a diferença entre os dois aumentos é de 0,15 € favorecendo o primeiro modelo estudado.

Quadro 4.37 – Comparação da média dos custos mensais, alemão e URE

Modelo	Média do custo (€/m <sup>2</sup> ) (2017)	Média do custo (€/m <sup>2</sup> ) (2040)	Média do custo (€/m <sup>2</sup> ) (2070)
Alemão	1,69	2,05	2,51
URE	1,14	1,39	1,70

De forma a validar o modelo, é essencial uma verificação e atualização constante dos dados utilizados, permitindo que a aplicação dele seja o mais correta possível.

Este modelo não foi usado para o estudo das áreas não residenciais, pois também não se adequa a estas áreas. Como tal, aplica-se a metodologia às áreas residenciais e não residenciais, sendo que nas primeiras é aplicada a URE e nas segundas uma diferenciação individual destas (Modelo Alemão).

O modelo da URE pode ser considerado viável na sua aplicabilidade pois, sendo semelhante ao modelo Alemão, partilha a maior parte das suas vantagens e qualidades tais como a equidade e os incentivos às boas práticas.

#### 4.4.3 MODELO DE TAXA ASSOCIADA AO CONSUMO DE ÁGUA

O último modelo tarifário analisado, corresponde à aplicação de uma taxa associada ao consumo de água, tendo sido já abordado detalhadamente nos subcapítulos anteriores. Recorde-se a vantagem de necessitar de um volume mais reduzido de dados necessários para a sua implementação deste modelo. Nenhum cenário futuro será estudado para este modelo, acreditando-se, pois, na transversalidade dos

dados para todos os anos de estudo. A cobrança deste modelo é feita com base em tarifas do consumo de água e na drenagem de águas residuais sendo a flutuação dos seus valores difícil de prever devido à existência de várias incógnitas. Como tal, consideraram-se os valores de cálculo constantes ao longo do tempo e sujeitos a poucas alterações. Como o modelo em questão é baseado no consumo de água e respetivo saneamento, não foi realizado nenhum estudo económico referente à drenagem de águas pluviais pois o valor a cobrar pelo modelo não estará relacionado com o custo final da rede de coletores de águas pluviais.

Segundo a informação disponibilizada pela Águas do Porto, EM, em 2017 registou-se um consumo médio mensal de 10m<sup>3</sup> em consumidores domésticos, resultando num valor final na conta da água de 15,82€. As tarifas de água e saneamento no Porto nesse ano estão apresentadas nas Figuras 4.19 e 4.20, respetivamente.

<b>Tarifa de Água</b>		
<b>Tarifa de Consumo*</b>		
Tipo de Cliente	€/m <sup>3</sup> 2017	€/m <sup>3</sup> 2018
<b>Doméstico</b>		
1.º Escalão (0-5 m <sup>3</sup> )	0,5731	0,5731
2.º Escalão (6-15 m <sup>3</sup> )	1,0046	1,0046
3.º Escalão (16-20 m <sup>3</sup> )	1,8382	1,8382
4.º Escalão (> 20 m <sup>3</sup> )	2,8108	2,8108

Fig. 4.19 – Tarifa de consumo, adaptado de CMPEA (2017).

<b>Tarifa de Águas Residuais (**)</b>		
<b>Tarifa de Consumo*</b>		
Tipo de Cliente	€/m <sup>3</sup> 2017	€/m <sup>3</sup> 2018
<b>Doméstico</b>		
1.º Escalão (0-5 m <sup>3</sup> )	0,2565	0,2565
2.º Escalão (6-15 m <sup>3</sup> )	0,3954	0,3954
3.º Escalão (16-20 m <sup>3</sup> )	0,7161	0,7161
4.º Escalão (>20 m <sup>3</sup> )	1,1007	1,1007

Fig. 4.20 – Tarifa de águas residuais, adaptado de CMPEA (2017).

De acordo com os valores acima apresentados, é possível executar uma análise dos valores sendo que, de acordo com o objetivo do modelo, 30% do valor das águas residuais converterá para os sistemas de drenagem das águas pluviais. Sendo assim, é possível chegar a uma receita final conforme se apresenta no Quadro 4.38.

Quadro 4.38 – Taxas associada ao consumo de água.

Consumo médio de 10m <sup>3</sup> por cliente	15,83 €
Valor convertido para o abastecimento de água	10,05 €
Valor convertido para a drenagem de águas residuais	3,56 €
Valor convertido para a drenagem de águas pluviais	1,07 €
% total da conta convertida para águas pluviais	6,74 %

Em 2017, o consumo médio foi de 10 m<sup>3</sup> de água por cliente doméstico e a respetiva tarifa foi 1,0046 €/m<sup>3</sup>. A multiplicação destes dois valores resulta no valor a converter para a gestão do sistema de abastecimento. Quanto aos sistemas de drenagem de águas pluviais, o volume utilizado será 90% do volume de água consumida, resultando assim num valor final de 9 m<sup>3</sup>. Multiplicando este valor pelo preço da tarifa correspondente (0,3954 €) obtém-se uma receita de 3,56 € para a rede de drenagem, obtendo-se um valor médio mensal de 1,07 € para a rede pluvial (aproximadamente 7% do valor total da conta da água dos clientes domésticos).

Não foi possível obter o financiamento proveniente da aplicação deste modelo na rua residencial devido à falta de informação sobre o número de clientes existentes nas habitações multifamiliares. Contudo existe um parâmetro que pode servir de análise para o estudo da viabilidade do modelo, o custo mensal para os clientes domésticos, 1,07 €. Este valor, quando comparado com todos os outros modelos e até mesmo nos seus respetivos cenários, corresponde ao mais baixo (Quadro 4.39).

Quadro 4.39 – Comparação do custo médio mensal para os modelos Alemão, URE e taxa associada ao consumo da água.

Modelo	Custo médio (€/mês) (2017)	Custo médio (€/mês) (2040)	Custo médio (€/mês) (2070)
Alemão	1,69	2,05	2,51
URE	1,14	1,39	1,70
Taxa associada ao consumo de água.	1,07	1,07	1,07

#### 4.4.3.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo de taxa associado à conta da água é diferente em todos os aspetos dos modelos estudados anteriormente. Enquanto nos modelos anteriores, se estudavam variáveis interligadas com a drenagem de águas pluviais (como a precipitação, incluída no estudo dos gastos diretos, as áreas impermeáveis e

os respetivos coeficientes de escoamento), este modelo não relaciona nenhum parâmetro com esse tipo de sistema. A escolha deste modelo, foi feita devido à existência de uma vantagem bastante notória no processo de aplicação à área de estudo: o tempo necessário para aplicar o modelo foi significativamente menor em todos os aspetos, devido essencialmente à ausência de medições. Os dados utilizados para o cálculo da taxa referente à drenagem de águas pluviais são de fácil obtenção sendo que estes, na maior parte dos casos, encontram-se na posse das entidades gestoras.

Por outro lado, a necessidade de uma atualização constante dos dados não será igualmente importante como os modelos abordados anteriormente. As tarifas de consumo e águas residuais raramente sofrem alterações e, quando as há, são de pouco significativas, não influenciando possíveis projeções do modelo.

No entanto, como se trata de um modelo sem correlação entre o consumidor e o modelo em si, não se pode considerar este modelo justo na perspetiva dos clientes domésticos. A aplicabilidade deste modelo é feita por cliente doméstico e não por habitação, sendo possível que numa residência existiam vários clientes domésticos como é o caso de condomínios e outros edifícios multifamiliares. Desse modo, a aplicação do modelo é feita de uma forma demasiado uniforme, não traduzindo a realidade do peso dos edifícios multifamiliares para o sistema de drenagem de águas pluviais, pois esta deveria ser cobrada pelo seu espaço de construção e não pelo número de clientes domésticos.

Relativamente aos resultados obtidos neste estudo e às comparações com os modelos detalhados anteriormente, apresentam-se no Quadro 4.39 os custos médios mensais de cada ano de estudo. Como referido, por razões de logística não foi possível obter o financiamento proveniente da aplicação deste modelo na rua residencial pois, devido à existência de habitações multifamiliares, não se pode ter o conhecimento exato do número de clientes existentes. Contudo, utilizou-se o custo médio mensal como parâmetro de estudo comparativo com os outros dois modelos, concluindo-se que em todos os cenários, a média da tarifa mensal do modelo de taxa associado à conta da água é inferior. Esta conclusão vem demonstrar que os fundos de financiamento que possam existir com este modelo serão inferiores ao necessário para uma gestão eficiente dos sistemas de drenagem de águas pluviais, pois nenhum estudo económico é tido em conta na aplicação do modelo.

Por outro lado, e como o modelo não tem em consideração a importância das áreas impermeáveis, o incentivo à adoção de boas práticas não faria sentido neste modelo. Como a maioria destas consiste na infiltração e redução do escoamento superficial dos solos, a relação entre as LID e um benefício fiscal presente num modelo baseado no consumo de água seria incoerente.

Por todas as razões abordadas anteriormente, e para o âmbito da tese pode-se considerar o modelo de taxa associado a conta da água o menos adequado dos três.

#### 4.4.4 ÁREAS NÃO RESIDENCIAIS

Relativamente às áreas não residenciais, utilizar-se-á somente o modelo Alemão pois, pelas suas características e metodologia de cálculo, é o que melhor se adequa para a situação. Como referido anteriormente, a bacia da Asprela apresenta diversos edifícios de grandes dimensões. A rua selecionada para o estudo de viabilidade do modelo em áreas não residenciais designa-se por rua Dr. António Bernardino de Almeida. Aqui existem edifícios como o Instituto Superior de Engenharia do Porto, ISEP, o Instituto Português de Oncologia, IPO, a Universidade Portucalense assim como a Escola Superior de Enfermagem conforme ilustrado na Fig. 4.21.



Fig. 4.21 – Edifícios não residenciais.

#### 4.4.4.1 ANO DE ESTUDO DE 2017

Da mesma forma que se adotaram três cenários evolutivos para o modelo Alemão nas áreas residenciais, o mesmo se fará para as não habitacionais. Os investimentos e os gastos diretos utilizados no estudo do modelo perante estas áreas encontram-se no Quadro 4.15. O procedimento será idêntico para as áreas residenciais, contudo a dimensão destas é diferente. Após a medição das áreas impermeáveis dos edifícios não residenciais, procedeu-se à aplicação do modelo para o cenário correspondente ao ano 2017 (cujos cálculos estão apresentados no Anexo A7), resultado os valores resumidos no Quadro 4.40.

Quadro 4.40 – Resultados obtidos para áreas não residências para o ano de 2017.

Resultados	Valor €
Soma da receita obtida anualmente	14.985,13
Soma da receita obtida mensalmente	1.248,76

#### 4.4.4.2 ANO DE ESTUDO DE 2040

Para o ano de 2040, os investimentos, os gastos diretos e o custo unitário da área impermeável serão os no Quadro 4.17. Mantendo-se as áreas impermeáveis dos edifícios em questão, pois mais uma vez considera-se esta uma variável constante ao longo do tempo, a aplicabilidade do modelo perante a alteração do custo por m<sup>2</sup> de área impermeável encontra-se representado no Anexo A8. Em termos de receita obtêm-se valores significativos com apenas 4 instituições, conforme se apresentada no Quadro 4.41.



Quadro 4.41 – Resultados obtidos para áreas não residências para o ano de 2040.

Resultados	Valor €
Soma da receita obtida anualmente	14.985,13
Soma da receita obtida mensalmente	1.248,76

## 4.4.4.3 ANO DE ESTUDO DE 2070

Procedendo-se à análise destas áreas para o ano de 2070, os valores do estudo económico e de custo por metro quadrado de área impermeável utilizados são os apresentados no Quadro 4.19. Assim sendo, os valores finais do custo anual e mensal serão igualmente diferentes, como se ilustrado no Anexo A9. No Quadro 4.42 apresentam-se os resultados obtidos este ano de análise.

Quadro 4.42 – Resultados obtidos para áreas não residenciais para o ano de 2070.

Resultados	Valor €
Soma da receita obtida anualmente	18.283,75
Soma da receita obtida mensalmente	1.523,65

## 4.4.4.4 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Uma tarifa de drenagem de águas pluviais neste tipo de áreas terá algum impacto para algumas instituições. De acordo com os anexos apresentados, o ISEP e o IPO são as instituições com mais altas taxas anuais e/ou mensais. Em 2017, 2040 e 2070 o ISEP terá uns custos mensais de 150,46 €, 309,35 €, e 377,45 €, respetivamente. O IPO, infraestrutura que apresenta maior área das estudadas, pagará por mês 592,66 €, 719,86 € e 878,32 € para os anos 2017, 2040 e 2070 respetivamente. As dimensões destes valores devem ser tidas em conta para certas instituições, que serão as mais beneficiadas com implementação de infraestruturas LID.



# 5

## CONCLUSÕES

### 5.1 CONCLUSÕES DO TRABALHO

O objetivo desta dissertação parte da falta de financiamento suficiente para a gestão das águas pluviais na cidade do Porto e da vontade da entidade gestora responsável pelo serviço em promover a melhoria contínua do sistema. Após a análise dos modelos encontrados e da escolha dos mais pertinentes concluiu-se que o modelo Alemão, a média das áreas residenciais e a taxa associada ao consumo de água seriam os modelos mais indicados para o estudo a aplicar na bacia da Asprela.

Os resultados obtidos entre eles salientam as diferenças existentes nos três modelos aplicados. O primeiro estudado, modelo Alemão, é o que melhor resultado apresenta em termos de financiamento obtido, para a entidade gestora em questão, Águas do Porto, EM. Observam-se diferenças significativas nas receitas deste modelo, quando comparado com os outros dois. Perante esse facto, é também o que apresenta um maior impacto na fatura dos clientes. A tarifa anual ou mensal é a maior dos três aplicados. Pode concluir-se que para municípios que apresentam enormes áreas onde a sua taxa por metro quadrado de área impermeável seja significativa, este modelo poderá não ser o mais correto. Contudo, para pequenas cidades, este modelo apresenta-se como uma boa solução.

O modelo URE apresenta resultados aceitáveis referentes à receita obtida para a gestão dos sistemas de águas pluviais, contudo estes são inferiores ao modelo Alemão. Do ponto de vista do cliente, ou seja, do impacto que a sua implementação terá nestes, o modelo apresenta-se com resultados menos “pesados” para os habitantes.

Os dois modelos referidos anteriormente podem ser conjugados com benefícios tarifários de forma a se incentivar a população a aderirem às LID. Contudo este processo terá que ser analisado minuciosamente aquando da efetiva implementação do modelo.

Uma taxa associada ao consumo na conta da água foi o último modelo a ser estudado podendo-se constatar da sua facilidade de implementação. Contudo é um modelo cuja metodologia de cálculo não se enquadra no serviço cobrado. É o modelo, dos três, que menos peso tem em média, para o cliente doméstico podendo-se traduzir também na receita reduzida para a entidade gestora. Este é isento de qualquer benefício fiscal que possa vir a ser introduzido, pois a cobrança da taxa é feita consoante o consumo doméstico e não das áreas impermeáveis.

## **5.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS**

Até à presente data e durante a pesquisa realizada para a dissertação, não se encontrou nenhuma referência a um modelo tarifário claro e definido para as águas pluviais em Portugal. Por esse mesmo motivo, foi fundamental a investigação de exemplos internacionais de modelos tarifários, de forma a se obter algum conhecimento perante esta matéria, onde posteriormente, se procedeu à seleção de 3 para estudo. Devido a questões de tempo, sendo este curto, foi impossível a realização do estudo da viabilidade de aplicação para todos os encontrado na pesquisa.

Dos modelos selecionados, dois deles dependem principalmente de medições de áreas impermeáveis e do consumo de água. Como tal, nenhum tem em consideração de uma forma direta outras variáveis como a precipitação, a utilização do solo, etc., sendo interessante no futuro, o estudo e/ou a criação de um modelo que envolva estes parâmetros. A definição dos benefícios fiscais a aplicar poderá e deverá ser alvo de análise mais detalhada. O impacto das LID na sociedade terá que ser acompanhado de uma pesquisa profunda acerca das suas eficiências, adotando-se descontos financeiros ou ajudas de custo consoante as melhores ou piores práticas. Nas áreas não residenciais, onde o impacto de um modelo tarifário será maior, é necessário a criação de uma estratégia, para que certas instituições, nomeadamente as de sem fim lucrativo, não sejam afetadas de forma considerável pela aplicação de uma tarifa.

Para além dos pontos abordados anteriormente, a aceitação da sociedade é um fator importante no estudo da aplicabilidade do modelo. Campanhas de sensibilização, assim como distribuição de informação relativas às águas pluviais e às suas consequências, podem ser soluções para elevar os níveis de aceitação da população, contudo devem ser matéria a estudar em maios detalhe em trabalhos futuros.

O trabalho desenvolvido nesta dissertação oferece às entidades gestoras um caminho alternativo ao praticado atualmente. Dependendo da situação para cada cidade ou rede de drenagem, o modelo adotado poderá ser diferente. Contudo, deverão ser alvos de estudos detalhados e mais aprofundados no âmbito dos parâmetros anteriormente referidos.

## BIBLIOGRAFIA

- Abrantaqua (2017). *Relatório de contas de 2017*. Abrantaqua, acessado a janeiro de 2019.
- Águas do Porto (2014). *Relatório de contas 2013 - Águas do Porto*. Acessado a novembro de 2018
- Águas do Porto (2015). *Relatório de contas 2014 - Águas do Porto*. Acessado a novembro de 2018
- Águas do Porto (2016). *Relatório de contas 2015 - Águas do Porto*. Acessado a novembro de 2018
- Águas do Porto (2017). *Relatório de contas 2016 - Águas do Porto*. Acessado a novembro de 2018
- Águas do Porto (2018). *Relatório de contas 2017 - Águas do Porto*. Acessado a novembro de 2018
- Águas do Porto 2014. <https://www.aguasdoporto.pt/distribuicao-de-agua/contextualizacao-historica>, janeiro 2019.
- Burszta-Adamiak, E. (2014). *The financial mechanisms of urban stormwater management*. In Sustainable Development Application nº5, pp 58-69.
- Campbell, C. W. (2018). *Western Kentucky University Stormwater Utility Survey 2018*. <https://www.wku.edu/seas/undergradprogramdescription/swusurvey2018.pdf> janeiro de 2018, acessado a Janeiro de 2019.
- Campbell, C. W. (2013). *Western Kentucky University Stormwater Utility Survey 2013*. [https://www.wku.edu/seas/documents/western\\_kentucky\\_university\\_swu\\_survey\\_2013.pdf](https://www.wku.edu/seas/documents/western_kentucky_university_swu_survey_2013.pdf), acessado a outubro de 2018.
- Chouli, E., Aftias, E., Jeun-Claude, D. (2007). *Applying storm water management in Greek cities: learning from the European experience*. Desalination Volume 210, Issues 1-3, pp 61-68.
- CMPEA (2017) – *Tarifário 2018*. Acessado a Dezembro de 2018.
- Darla Nickel, Wenke Schoenfelder, Dale Medearis, David P. Dolowitz, Melissa Keeley & William Shuster (2014) *German experience in managing stormwater with green infrastructure*, Journal of Environmental Planning and Management, 57:3, 403-423,
- Decreto de Lei nº 23/95 de 23 de Agosto. Diário da República n.º 194/1995, série 1-B, Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações.
- Despacho nº 9304/2013. Diário da República nº 135/2013, série 2 2013 – Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais, (PEASAR II). Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território
- Dongqing, Z., Gersberg, R. M., Wun Jern Ng & Soon Keat Tan (2015). *Conventional and decentralized urban stormwater management: A comparison through case studies of Singapore and Berlin*. *Urban Water Journal*.
- ECODEPUR AQUAPLUVIA (2016). *Sistemas de Aproveitamento de Águas pluviais ECODEPUR AQUAPLUVIA*, <https://www.ecodepur.pt/m/347/ct-saap-rev1.pdf>, acessado a dezembro 2018.
- ERSAR, série de cursos técnicos nº 2 (2013). *Hidrologia urbana – Sistemas de drenagem de águas pluviais*. Entidade reguladora dos serviços de águas e resíduos.
- Kea, Kandace M. (2015). *An Analysis of Trends in U.S. Stormwater Utility & Fee Systems*. Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Virgínia.

Khan, U. (2008). <https://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/europe/italy/3108243/Wet-Italian-town-imposes-rain-tax.html>, acessado a outubro 2018.

LNEC (1990) - *ASCE Manual #37*.

Marques, J.A. S., Sousa, J.J. O. (2009). Hidráulica Urbana. Imprensa da Universidade de Coimbra.

Marques, P. F., Alves, P. C., Fernandes, C., Guilherme, F., Gonçalves, C. (2018). Centro de investigação em biodiversidade e recursos genéticos Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. *Estrutura Ecológica e Biodiversidade - Relatório de Caracterização e Diagnóstico*.

Pombeiro, P. J. S., Ribeiro, A. P. M., Cunha, R., Alves, I., Cunha, L., Gomes, M., Santos, A. E., Varela, A., Sá, E., Mamede, L., Borges, L. (2016). *Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas (EMAAC)*.

Qiuxing, P. (2017). *Should China introduce a stormwater fee*. <https://www.chinadialogue.net/article/show/single/en/10018-Should-China-introduce-a-stormwater-fee>- acessado a outubro de 2010.

Rocha, Sérgio (2011). <https://institutocidadejardim.wordpress.com/2011/02/28/a-alemanha-e-os-telhados-verdes/>, janeiro 2018.

Santos, J. (2010). *Gestão de águas pluviais urbanas: Mudança do paradigma nos sistemas públicos de drenagem*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, FEUP.

Słyś, D., Stec, A., Zelenakova, M. (2012). *A LCC Analysis of Rainwater Management Variants*. Ecological Chemistry and Engineering, pp 359-372.

Tasca, F. A., Assunção, L. B., Finotti, A.R. (2017). *International experiences in stormwater fee*. Water science & Technology, pp 287-299

Valente, J. C. T. (2017) – *Afluências indevidas*. Apontamentos da Unidade Curricular Sistemas de Drenagem Urbana.

Hidrologia e Recursos Hídricos (2017) – Drenagem Urbana. Apontamentos da Unidade Curricular de Hidrologia e Recursos Hídricos, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

#### **OUTROS SÍTIOS DA INTERNET CONSULTADOS:**

[1] <http://barrancodamuda.tripod.com/tempconc.html> , acessado a janeiro 2019.

[2] <http://stormwater.horrycounty.org/Home/LowImpactDevelopment.aspx>, acessado a janeiro de 2019

[3] <http://www.ersar.pt/pt/setor/caracterizacao/saneamento-de-aguas-residuais>, acessado a janeiro de 2019.

[4] <https://jornaldoalgarve.pt/albufeira-apresenta-solucao-cheias-nunca-mais/> acessado a dezembro de 2018.

[5] <https://www.aguadoporto.pt/areas-de-intervencao/ribeiras>, acessado a dezembro 2018.

[6] <https://www.dw.com/pt-br/conhe%C3%A7a-as-cidades-mais-verdes-da-alemanha/a-19268532>, acessado a janeiro de 2019.

[7] <https://www.e-konomista.pt/artigo/isencao-imi-para-idosos/>, acessado a janeiro de 2019.

[8] <https://www.valongo-bewater.com.pt/pt/628/quem-somos>, janeiro 2019.



## **ANEXOS**

- A1. MODELO ALEMÃO – ÁREAS RESIDENCIAIS 2017**
- A2. MODELO ALEMÃO – ÁREAS RESIDÊNCIAS 2040**
- A3. MODELO ALEMÃO – ÁREAS RESIDENCIAIS 2070**
- A4. MODELO URE – 2017**
- A5. MODELO URE – 2040**
- A6. MODELO URE – 2070**
- A7. NÃO RESIDENCIAL – 2017**
- A8. NÃO RESIDENCIAL – 2040**
- A9. NÃO RESIDENCIAL - 2070**



# **A1**

## **MODELO ALEMÃO – ÁREAS RESIDENCIAIS 2017**

**A1. MODELO ALEMÃO – ÁREAS RESIDENCIAIS 2017**

<b>Modelo Alemão - Residencial (2017)</b>					
Habitação	Área impermeável (m <sup>2</sup> )	Coefficiente de escoamento	Área tributária (m <sup>2</sup> )	Custo (€/ano)	Custo (€/mês)
1	310	0,8	248	34,81	2,90
2	70	0,8	56	7,86	0,65
3	90	0,8	72	10,11	0,84
4	65	0,8	52	7,30	0,61
5	115	0,8	92	12,91	1,08
6	135	0,8	108	15,16	1,26
7	112	0,8	89,6	12,58	1,05
8	103	0,8	82,4	11,57	0,96
9	100	0,8	80	11,23	0,94
10	86	0,8	68,8	9,66	0,80
11	100	0,8	80	11,23	0,94
12	78	0,8	62,4	8,76	0,73
13	140	0,8	112	15,72	1,31
14	115	0,8	92	12,91	1,08
15	120	0,8	96	13,47	1,12
16	94	0,8	75,2	10,55	0,88
17	125	0,8	100	14,04	1,17
18	95	0,8	76	10,67	0,89
19	155	0,8	124	17,40	1,45
20	117	0,8	93,6	13,14	1,09
21	80	0,8	64	8,98	0,75
22	130	0,8	104	14,60	1,22
23	105	0,8	84	11,79	0,98
24	131	0,8	104,8	14,71	1,23
25	118	0,8	94,4	13,25	1,10
26	98	0,8	78,4	11,00	0,92
27	54	0,8	43,2	6,06	0,51
28	55	0,8	44	6,18	0,51
29	95	0,8	76	10,67	0,89
30	73	0,8	58,4	8,20	0,68
31	90	0,8	72	10,11	0,84
32	87	0,8	69,6	9,77	0,81
33	79	0,8	63,2	8,87	0,74
34	70	0,8	56	7,86	0,65
35	76	0,8	60,8	8,53	0,71
36	87	0,8	69,6	9,77	0,81
37	90	0,8	72	10,11	0,84

<b>Modelo Alemão - Residencial (2017)</b>					
Habitação	Área impermeável (m <sup>2</sup> )	Coefficiente de escoamento	Área tributária (m <sup>2</sup> )	Custo (€/ano)	Custo (€/mês)
38	155	0,8	124	17,40	1,45
39	95	0,8	76	10,67	0,89
40	48	0,8	38,4	5,39	0,45
41	132	0,8	105,6	14,82	1,24
42	48	0,8	38,4	5,39	0,45
43	115	0,8	92	12,91	1,08
44	232	0,8	185,6	26,05	2,17
45	57	0,8	45,6	6,40	0,53
46	110	0,8	88	12,35	1,03
47	732	0,8	585,6	82,19	6,85
48	2800	0,8	2240	314,39	26,20
49	110	0,8	88	12,35	1,03
50	152	0,8	121,6	17,07	1,42
51	110	0,8	88	12,35	1,03
52	273	0,8	218,4	30,65	2,55
53	212	0,8	169,6	23,80	1,98
54	277	0,8	221,6	31,10	2,59
55	190	0,8	152	21,33	1,78
56	340	0,8	272	38,18	3,18
57	165	0,8	132	18,53	1,54
58	190	0,8	152	21,33	1,78
59	233	0,8	186,4	26,16	2,18
60	230	0,8	184	25,82	2,15

**A2**

**MODELO ALEMÃO – ÁREAS RESIDENCIAIS 2040**

**A2. MODELO ALEMÃO – ÁREAS RESIDÊNCIAS 2040**

<b>Modelo Alemão - Residencial (2040)</b>					
Habitação	Área impermeável (m <sup>2</sup> )	Coefficiente de escoamento	Área tributária (m <sup>2</sup> )	Custo (€/ano)	Custo (€/mês)
1	310	0,8	248	42,28	3,52
2	70	0,8	56	9,55	0,80
3	90	0,8	72	12,27	1,02
4	65	0,8	52	8,86	0,74
5	115	0,8	92	15,68	1,31
6	135	0,8	108	18,41	1,53
7	112	0,8	89,6	15,27	1,27
8	103	0,8	82,4	14,05	1,17
9	100	0,8	80	13,64	1,14
10	86	0,8	68,8	11,73	0,98
11	100	0,8	80	13,64	1,14
12	78	0,8	62,4	10,64	0,89
13	140	0,8	112	19,09	1,59
14	115	0,8	92	15,68	1,31
15	120	0,8	96	16,37	1,36
16	94	0,8	75,2	12,82	1,07
17	125	0,8	100	17,05	1,42
18	95	0,8	76	12,96	1,08
19	155	0,8	124	21,14	1,76
20	117	0,8	93,6	15,96	1,33
21	80	0,8	64	10,91	0,91
22	130	0,8	104	17,73	1,48
23	105	0,8	84	14,32	1,19
24	131	0,8	104,8	17,87	1,49
25	118	0,8	94,4	16,09	1,34
26	98	0,8	78,4	13,37	1,11
27	54	0,8	43,2	7,36	0,61
28	55	0,8	44	7,50	0,63
29	95	0,8	76	12,96	1,08
30	73	0,8	58,4	9,96	0,83
31	90	0,8	72	12,27	1,02
32	87	0,8	69,6	11,87	0,99
33	79	0,8	63,2	10,77	0,90
34	70	0,8	56	9,55	0,80
35	76	0,8	60,8	10,36	0,86
36	87	0,8	69,6	11,87	0,99
37	90	0,8	72	12,27	1,02

Modelo Alemão - Residencial (2040)					
Habitação	Área impermeável (m <sup>2</sup> )	Coefficiente de escoamento	Área tributária (m <sup>2</sup> )	Custo (€/ano)	Custo (€/mês)
38	155	0,8	124	21,14	1,76
39	95	0,8	76	12,96	1,08
40	48	0,8	38,4	6,55	0,55
41	132	0,8	105,6	18,00	1,50
42	48	0,8	38,4	6,55	0,55
43	115	0,8	92	15,68	1,31
44	232	0,8	185,6	31,64	2,64
45	57	0,8	45,6	7,77	0,65
46	110	0,8	88	15,00	1,25
47	732	0,8	585,6	99,83	8,32
48	2800	0,8	2240	381,86	31,82
49	110	0,8	88	15,00	1,25
50	152	0,8	121,6	20,73	1,73
51	110	0,8	88	15,00	1,25
52	273	0,8	218,4	37,23	3,10
53	212	0,8	169,6	28,91	2,41
54	277	0,8	221,6	37,78	3,15
55	190	0,8	152	25,91	2,16
56	340	0,8	272	46,37	3,86
57	165	0,8	132	22,50	1,88
58	190	0,8	152	25,91	2,16
59	233	0,8	186,4	31,78	2,65
60	230	0,8	184	31,37	2,61

# **A3**

## **MODELO ALEMÃO – ÁREAS RESIDENCIAIS 2070**

**A3. MODELO ALEMÃO – ÁREAS RESIDENCIAIS 2070**

<b>Modelo Alemão - Residencial (2070)</b>					
Habitação	Área impermeável (m <sup>2</sup> )	Coefficiente de escoamento	Área tributária (m <sup>2</sup> )	Custo (€/ano)	Custo (€/mês)
1	310	0,8	248	51,58	4,30
2	70	0,8	56	11,65	0,97
3	90	0,8	72	14,98	1,25
4	65	0,8	52	10,82	0,90
5	115	0,8	92	19,14	1,59
6	135	0,8	108	22,46	1,87
7	112	0,8	89,6	18,64	1,55
8	103	0,8	82,4	17,14	1,43
9	100	0,8	80	16,64	1,39
10	86	0,8	68,8	14,31	1,19
11	100	0,8	80	16,64	1,39
12	78	0,8	62,4	12,98	1,08
13	140	0,8	112	23,30	1,94
14	115	0,8	92	19,14	1,59
15	120	0,8	96	19,97	1,66
16	94	0,8	75,2	15,64	1,30
17	125	0,8	100	20,80	1,73
18	95	0,8	76	15,81	1,32
19	155	0,8	124	25,79	2,15
20	117	0,8	93,6	19,47	1,62
21	80	0,8	64	13,31	1,11
22	130	0,8	104	21,63	1,80
23	105	0,8	84	17,47	1,46
24	131	0,8	104,8	21,80	1,82
25	118	0,8	94,4	19,64	1,64
26	98	0,8	78,4	16,31	1,36
27	54	0,8	43,2	8,99	0,75
28	55	0,8	44	9,15	0,76
29	95	0,8	76	15,81	1,32
30	73	0,8	58,4	12,15	1,01
31	90	0,8	72	14,98	1,25
32	87	0,8	69,6	14,48	1,21
33	79	0,8	63,2	13,15	1,10
34	70	0,8	56	11,65	0,97
35	76	0,8	60,8	12,65	1,05
36	87	0,8	69,6	14,48	1,21
37	90	0,8	72	14,98	1,25



<b>Modelo Alemão - Residencial (2070)</b>					
Habitação	Área impermeável (m <sup>2</sup> )	Coefficiente de escoamento	Área tributária (m <sup>2</sup> )	Custo (€/ano)	Custo (€/mês)
38	155	0,8	124	25,79	2,15
39	95	0,8	76	15,81	1,32
40	48	0,8	38,4	7,99	0,67
41	132	0,8	105,6	21,96	1,83
42	48	0,8	38,4	7,99	0,67
43	115	0,8	92	19,14	1,59
44	232	0,8	185,6	38,60	3,22
45	57	0,8	45,6	9,48	0,79
46	110	0,8	88	18,30	1,53
47	732	0,8	585,6	121,81	10,15
48	2800	0,8	2240	465,92	38,83
49	110	0,8	88	18,30	1,53
50	152	0,8	121,6	25,29	2,11
51	110	0,8	88	18,30	1,53
52	273	0,8	218,4	45,43	3,79
53	212	0,8	169,6	35,28	2,94
54	277	0,8	221,6	46,09	3,84
55	190	0,8	152	31,62	2,63
56	340	0,8	272	56,58	4,71
57	165	0,8	132	27,46	2,29
58	190	0,8	152	31,62	2,63
59	233	0,8	186,4	38,77	3,23
60	230	0,8	184	38,27	3,19

**A4**

**MODELO URE 2017**

**A4. MODELO URE – 2017**

<b>Modelo URE (2017)</b>				
Habitação	Área tributária (m <sup>2</sup> )	Escalão	Custo€/ano	Custo €/mês
1	248	3º escalão (> 1,25 de URE)	17,61	1,47
2	56	1º escalão (0,75% de 1 URE)	10,56	0,88
3	72	1º escalão (0,75% de 1 URE)	10,56	0,88
4	52	1º escalão (0,75% de 1 URE)	10,56	0,88
5	92	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
6	108	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
7	89,6	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
8	82,4	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
9	80	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
10	68,8	1º escalão (0,75% de 1 URE)	10,56	0,88
11	80	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
12	62,4	1º escalão (0,75% de 1 URE)	10,56	0,88
13	112	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
14	92	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
15	96	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
16	75,2	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
17	100	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
18	76	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
19	124	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
20	93,6	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
21	64	1º escalão (0,75% de 1 URE)	10,56	0,88
22	104	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
23	84	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
24	104,8	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
25	94,4	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
26	78,4	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
27	43,2	1º escalão (0,75% de 1 URE)	10,56	0,88
28	44	1º escalão (0,75% de 1 URE)	10,56	0,88
29	76	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
30	58,4	1º escalão (0,75% de 1 URE)	10,56	0,88
31	72	1º escalão (0,75% de 1 URE)	10,56	0,88
32	69,6	1º escalão (0,75% de 1 URE)	10,56	0,88
33	63,2	1º escalão (0,75% de 1 URE)	10,56	0,88
34	56	1º escalão (0,75% de 1 URE)	10,56	0,88
35	60,8	1º escalão (0,75% de 1 URE)	10,56	0,88
36	69,6	1º escalão (0,75% de 1 URE)	10,56	0,88
37	72	1º escalão (0,75% de 1 URE)	10,56	0,88

<b>Modelo URE (2017)</b>				
Habitação	Área tributária (m <sup>2</sup> )	Escalão	Custo€/ano	Custo €/mês
38	124	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
39	76	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
40	38,4	1º escalão (0,75% de 1 URE)	10,56	0,88
41	105,6	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
42	38,4	1º escalão (0,75% de 1 URE)	10,56	0,88
43	92	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
44	185,6	3º escalão (> 1,25 de URE)	17,61	1,47
45	45,6	1º escalão (0,75% de 1 URE)	10,56	0,88
46	88	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
47	585,6	3º escalão (> 1,25 de URE)	17,61	1,47
48	2240	3º escalão (> 1,25 de URE)	17,61	1,47
49	88	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
50	121,6	2º escalão (aprox 1 URE)	14,09	1,17
51	88	2º escalão (aprox URE)	14,09	1,17
52	218,4	3º escalão (> 1,25 de URE)	17,61	1,47
53	169,6	3º escalão (> 1,25 de URE)	17,61	1,47
54	221,6	3º escalão (> 1,25 de URE)	17,61	1,47
55	152	3º escalão (> 1,25 de URE)	17,61	1,47
56	272	3º escalão (> 1,25 de URE)	17,61	1,47
57	132	3º escalão (> 1,25 de URE)	17,61	1,47
58	152	3º escalão (> 1,25 de URE)	17,61	1,47
59	186,4	3º escalão (> 1,25 de URE)	17,61	1,47
60	184	3º escalão (> 1,25 de URE)	17,61	1,47

**A5**

**MODELO URE 2040**

**A5. MODELO URE – 2040**

<b>Modelo URE (2040)</b>				
Habituação	Área tributária (m <sup>2</sup> )	Escalão	Custo€/ano	Custo €/mês
1	248	3º escalão (> 1,25 de URE)	21,39	1,78
2	56	1º escalão (0,75% de 1 URE)	12,83	1,07
3	72	1º escalão (0,75% de 1 URE)	12,83	1,07
4	52	1º escalão (0,75% de 1 URE)	12,83	1,07
5	92	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
6	108	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
7	89,6	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
8	82,4	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
9	80	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
10	68,8	1º escalão (0,75% de 1 URE)	12,83	1,07
11	80	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
12	62,4	1º escalão (0,75% de 1 URE)	12,83	1,07
13	112	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
14	92	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
15	96	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
16	75,2	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
17	100	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
18	76	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
19	124	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
20	93,6	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
21	64	1º escalão (0,75% de 1 URE)	12,83	1,07
22	104	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
23	84	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
24	104,8	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
25	94,4	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
26	78,4	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
27	43,2	1º escalão (0,75% de 1 URE)	12,83	1,07
28	44	1º escalão (0,75% de 1 URE)	12,83	1,07
29	76	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
30	58,4	1º escalão (0,75% de 1 URE)	12,83	1,07
31	72	1º escalão (0,75% de 1 URE)	12,83	1,07
32	69,6	1º escalão (0,75% de 1 URE)	12,83	1,07
33	63,2	1º escalão (0,75% de 1 URE)	12,83	1,07
34	56	1º escalão (0,75% de 1 URE)	12,83	1,07
35	60,8	1º escalão (0,75% de 1 URE)	12,83	1,07
36	69,6	1º escalão (0,75% de 1 URE)	12,83	1,07
37	72	1º escalão (0,75% de 1 URE)	12,83	1,07

<b>Modelo URE (2040)</b>				
Habitação	Área tributária (m <sup>2</sup> )	Escalão	Custo€/ano	Custo €/mês
38	124	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
39	76	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
40	38,4	1º escalão (0,75% de 1 URE)	12,83	1,07
41	105,6	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
42	38,4	1º escalão (0,75% de 1 URE)	12,83	1,07
43	92	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
44	185,6	3º escalão (> 1,25 de URE)	21,39	1,78
45	45,6	1º escalão (0,75% de 1 URE)	12,83	1,07
46	88	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
47	585,6	3º escalão (> 1,25 de URE)	21,39	1,78
48	2240	3º escalão (> 1,25 de URE)	21,39	1,78
49	88	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
50	121,6	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
51	88	2º escalão (aprox 1 URE)	17,11	1,43
52	218,4	3º escalão (> 1,25 de URE)	21,39	1,78
53	169,6	3º escalão (> 1,25 de URE)	21,39	1,78
54	221,6	3º escalão (> 1,25 de URE)	21,39	1,78
55	152	3º escalão (> 1,25 de URE)	21,39	1,78
56	272	3º escalão (> 1,25 de URE)	21,39	1,78
57	132	3º escalão (> 1,25 de URE)	21,39	1,78
58	152	3º escalão (> 1,25 de URE)	21,39	1,78
59	186,4	3º escalão (> 1,25 de URE)	21,39	1,78
60	184	3º escalão (> 1,25 de URE)	21,39	1,78

**A6**

**MODELO URE - 2070**



**A6. MODELO URE – 2070**

<b>Modelo URE (2070)</b>				
Habitação	Área tributária (m <sup>2</sup> )	Escalão	Custo€/ano	Custo €/mês
1	248	3º escalão (> 1,25 de URE)	26,09	2,17
2	56	1º escalão (0,75% de 1 URE)	15,66	1,30
3	72	1º escalão (0,75% de 1 URE)	15,66	1,30
4	52	1º escalão (0,75% de 1 URE)	15,66	1,30
5	92	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
6	108	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
7	89,6	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
8	82,4	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
9	80	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
10	68,8	1º escalão (0,75% de 1 URE)	15,66	1,30
11	80	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
12	62,4	1º escalão (0,75% de 1 URE)	15,66	1,30
13	112	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
14	92	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
15	96	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
16	75,2	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
17	100	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
18	76	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
19	124	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
20	93,6	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
21	64	1º escalão (0,75% de 1 URE)	15,66	1,30
22	104	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
23	84	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
24	104,8	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
25	94,4	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
26	78,4	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
27	43,2	1º escalão (0,75% de 1 URE)	15,66	1,30
28	44	1º escalão (0,75% de 1 URE)	15,66	1,30
29	76	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
30	58,4	1º escalão (0,75% de 1 URE)	15,66	1,30
31	72	1º escalão (0,75% de 1 URE)	15,66	1,30
32	69,6	1º escalão (0,75% de 1 URE)	15,66	1,30
33	63,2	1º escalão (0,75% de 1 URE)	15,66	1,30
34	56	1º escalão (0,75% de 1 URE)	15,66	1,30
35	60,8	1º escalão (0,75% de 1 URE)	15,66	1,30
36	69,6	1º escalão (0,75% de 1 URE)	15,66	1,30
37	72	1º escalão (0,75% de 1 URE)	15,66	1,30

<b>Modelo URE (2070)</b>				
Habituação	Área tributária (m <sup>2</sup> )	Escalão	Custo (€/ano)	Custo (€/mês)
38	124	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
39	76	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
40	38,4	1º escalão (0,75% de 1 URE)	15,66	1,30
41	105,6	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
42	38,4	1º escalão (0,75% de 1 URE)	15,66	1,30
43	92	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
44	185,6	3º escalão (> 1,25 de URE)	26,09	2,17
45	45,6	1º escalão (0,75% de 1 URE)	15,66	1,30
46	88	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
47	585,6	3º escalão (> 1,25 de URE)	26,09	2,17
48	2240	3º escalão (> 1,25 de URE)	26,09	2,17
49	88	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
50	121,6	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
51	88	2º escalão (aprox 1 URE)	20,87	1,74
52	218,4	3º escalão (> 1,25 de URE)	26,09	2,17
53	169,6	3º escalão (> 1,25 de URE)	26,09	2,17
54	221,6	3º escalão (> 1,25 de URE)	26,09	2,17
55	152	3º escalão (> 1,25 de URE)	26,09	2,17
56	272	3º escalão (> 1,25 de URE)	26,09	2,17
57	132	3º escalão (> 1,25 de URE)	26,09	2,17
58	152	3º escalão (> 1,25 de URE)	26,09	2,17
59	186,4	3º escalão (> 1,25 de URE)	26,09	2,17
60	184	3º escalão (> 1,25 de URE)	26,09	2,17

**A7**

**NÃO RESIDENCIAL - 2017**

## A7. NÃO RESIDENCIAL – 2017

<b>Não Residenciais (2017)</b>					
<b>Instituto Português de Oncologia</b>					
Tipologia	Área Impermeável (m <sup>2</sup> )	Coeficiente de escoamento	Área tributária (m <sup>2</sup> )	Custo (€/ano)	Custo (€/mês)
Edifícios	31900	0,8	25520	3.581,79	298,48
Parque de estacionamento	31440	0,8	25152	3.530,14	294,18
<b>Total</b>	63340	-	50672	7.111,93	592,66
<b>Escola Superior de Enfermagem do Porto</b>					
Edifícios	2603	0,8	2082,4	292,27	24,36
Parque de estacionamento	2115	0,8	1692	237,48	19,79
<b>Total</b>	4718	-	3774,4	529,75	44,15
<b>Universidade Portucalense</b>					
Edifícios	9600	0,8	7680	1.077,91	89,83
Parque de estacionamento	5000	0,8	4000	561,41	46,78
<b>Total</b>	14600	-	11680	1.639,31	136,61
<b>Instituto Superior de Engenharia</b>					
Edifícios	16720	0,8	13376	1.877,35	156,45
Parque de estacionamento	10500	0,8	8400	1.178,96	98,25 €
<b>Total</b>	27220		21776	3.056,31	254,69

**A8**

**NÃO RESIDENCIAL - 2040**

## A8. NÃO RESIDENCIAL – 2040

Não Residenciais (2040)					
Instituto Português de Oncologia					
Tipologia	Área Impermeável (m <sup>2</sup> )	Coefficiente de escoamento	Área tributária (m <sup>2</sup> )	Custo (€/ano)	Custo (€/mês)
Edifícios	31900	0,8	25520	4.350,51	362,54
Parque de estacionamento	31440	0,8	25152	4.287,78	357,31
<b>Total</b>	63340	-	50672	8.638,29	719,86
Escola Superior de Enfermagem do Porto					
Edifícios	2603	0,8	2082,4	355,00	29,58
Parque de estacionamento	2115	0,8	1692	288,44	24,04
<b>Total</b>	4718	-	3774,4	643,44	53,62
Universidade Portucalense					
Edifícios	9600	0,8	7680	1.309,25	109,10
Parque de estacionamento	5000	0,8	4000	681,90	56,82
<b>Total</b>	14600	-	11680	1.991,14	165,93
Instituto Superior de Engenharia					
Edifícios	16720	0,8	13376	2.280,27	190,02
Parque de estacionamento	10500	0,8	8400	1.431,99	119,33
<b>Total</b>	27220		21776	3.712,26	309,35

**A9**

**NÃO RESIDENCIAL - 2070**

**A9. NÃO RESIDENCIAL – 2070**

<b>Não Residenciais (2070)</b>					
Instituto Português de Oncologia					
Tipologia	Área Impermeável (m <sup>2</sup> )	Coefficiente de escoamento	Área tributária (m <sup>2</sup> )	Custo (€/ano)	Custo (€/mês)
Edifícios	31900	0,8	25520	5.308,18	442,35
Parque de estacionamento	31440	0,8	25152	5.231,63	435,97
<b>Total</b>	63340	-	50672	10.539,81	878,32
Escola Superior de Enfermagem do Porto					
Edifícios	2603	0,8	2082,4	433,14	36,10
Parque de estacionamento	2115	0,8	1692	351,94	29,33
<b>Total</b>	4718	-	3774,4	785,08	65,42
Universidade Portucalense					
Edifícios	9600	0,8	7680	1.597,44	133,12
Parque de estacionamento	5000	0,8	4000	832,00	69,33
<b>Total</b>	14600	-	11680	2.429,45	202,45
Instituto Superior de Engenharia					
Edifícios	16720	0,8	13376	2.782,22	231,85
Parque de estacionamento	10500	0,8	8400	1.747,20	145,60
<b>Total</b>	27220	-	21776	4.529,42	377,45