

**Marlene Cristina da Costa Pinto**

***SMART CITIES: CIDADES INTELIGENTES EM PORTUGAL E O  
CONTRIBUTO DOS SIG PARA O SEU DESENVOLVIMENTO***

Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e  
Ordenamento do Território, orientada pela Professora Doutora Teresa Sá Marques

Faculdade de Letras da Universidade do Porto

Setembro de 2017

## **Agradecimentos**

À minha orientadora, professora doutora Teresa Sá Marques, pela ajuda prestada no desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus pais pelo suporte e pela paciência, não só durante o meu percurso académico, mas durante o resto da vida.

Às minhas amigas Márcia Matilde Castro Martins e Paula Cristina Monteiro Fonseca pela ajuda e companheirismo mesmo em tempo de desespero.

Ao meu companheiro Jorge Miguel Machado Mendes Moreira, por não me deixar desistir, por me encorajar a continuar com este trabalho e por me confortar nas horas menos boas.

A todos os professores e colegas durante todos estes anos de formação.

## **Resumo**

As cidades inteligentes são a mais recente forma de planeamento urbano capaz de responder às novas questões colocadas pelas mudanças que as cidades atuais têm vindo a sofrer.

A população urbana tem vindo a crescer desenfreadamente, estimando-se que 75% da população mundial viva nas cidades em 2050, colocando-se numa situação sem precedentes. Desta forma, recorrem-se aos modelos de cidades inteligentes para assegurar um desenvolvimento urbano sustentável, com base nas novas tecnologias, recorrendo, nomeadamente aos sistemas de informação geográfica.

Com o presente trabalho pretendo ficar a conhecer como este conceito surgiu inicialmente, quais os modelos e projetos correntes, qual a situação das cidades inteligentes em Portugal, aplicar um modelo próprio baseando em alguns indicadores, aplicados a Portugal Continental, analisar os resultados e, por fim, conhecer um pouco das ferramentas disponibilizadas pelos *softwares* de sistemas de informação geográfica.

Palavras-chave: Cidades, Cidades inteligentes, SIG, TIC, Planeamento

## **Abstract**

Smart Cities are the most recent form of urban planning, able to respond to new issues posed by changes that presente-day cities are undergoing.

The urban population has been growing wildly, with an estimated of 75% of the world's population living in cities by 2050, placing itself in an unprecedented situation. In this way, smart city models are used to ensure sustainable urban development, based on new technologies, using, in particular, geographic information systems.

With this essay I intend to get to know how this concept appeared initially, what are the current models and projects, what is the situation of smart cities in Portugal; apply my own model based on some data, applied to Portugal, to analyze the results and, finally, to know a little about the tools provided by the softwares of geographic information systems.

Key-words: Cities, Smart Cities, GIS, TIC, Planning

## Índice Geral

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Agradecimentos.....                                                                            | 1  |
| Resumo.....                                                                                    | 2  |
| Abstract .....                                                                                 | 3  |
| Índice de Figuras .....                                                                        | 5  |
| Índice de Tabelas.....                                                                         | 6  |
| Índice de Abreviaturas .....                                                                   | 7  |
| ADENE – Agência para a Energia .....                                                           | 7  |
| AICEP – Agência para o Investimento e Comércio Externo de Portugal .....                       | 7  |
| Capítulo 1 – Introdução.....                                                                   | 8  |
| 1.1. Objetivos .....                                                                           | 10 |
| 1.2. Estrutura da dissertação.....                                                             | 11 |
| Capítulo 2 - Estado da Arte.....                                                               | 12 |
| 2.1. Modelos de Cidades Inteligentes.....                                                      | 17 |
| 2.1.1. Modelo IBM.....                                                                         | 17 |
| 2.1.2. O Modelo Siemens .....                                                                  | 19 |
| 2.1.3. Modelo Microsoft – CityNext .....                                                       | 21 |
| 2.1.4. Modelo Google (Side Walk Labs).....                                                     | 24 |
| 2.1.5. Modelo ESRI.....                                                                        | 25 |
| 2.2. Índices/Rankings de cidades inteligentes .....                                            | 26 |
| 2.2.1. IDC Smart City Index .....                                                              | 26 |
| 2.2.2. Green City Index .....                                                                  | 26 |
| 2.3. Projetos de Cidades Inteligentes .....                                                    | 28 |
| 2.3.1 Smart Santander, Espanha.....                                                            | 28 |
| 2.3.2. Amsterdam Smart City, Holanda .....                                                     | 29 |
| 2.4. Inteligência urbana em Portugal.....                                                      | 30 |
| 2.4.1 Projetos de Cidades Inteligentes em Portugal .....                                       | 31 |
| Capítulo 3 - Métodos e Materiais .....                                                         | 32 |
| Capítulo 4 - Resultados .....                                                                  | 38 |
| Capítulo 5 - O contributo dos sistemas de informação geográfica para as cidades inteligentes . | 51 |
| Capítulo 6 – Conclusões.....                                                                   | 53 |
| Bibliografia .....                                                                             | 55 |

## Índice de Figuras

|                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1- Características e fatores de uma smartcity segundo o relatório “SmartCities: Ranking of European Medium Sized Cities” .....                | 13 |
| Figura 2 - Características e pilares principais de uma smartcity, sugerido pelo Modelo da IBM18                                                      |    |
| Figura 3 - Dimensões e sub-dimensões propostas pelo modelo de cidades inteligentes proposto pela Siemens.....                                        | 20 |
| Figura 4 - Soluções propostas para as cidades pelo Modelo CityNext .....                                                                             | 21 |
| Figura 5 - Vários modelos que levaram ao Modelo “SmartCity” .....                                                                                    | 25 |
| Figura 6 - .....                                                                                                                                     | 27 |
| Figura 7 - Dimensões e Sub-dimensões do Índice de Cidades Inteligentes .....                                                                         | 31 |
| Figura 8 - Mapa de produção de resíduos recolhidos per capita (kg/hab).....                                                                          | 38 |
| Figura 9 - Mapa da Qualidade da Água por distrito (% de água segura), á esquerda e mapa que representa o consumo de água per capita, à direita. .... | 39 |
| Figura 10 - Municípios com melhores práticas no tratamento de águas residuais .....                                                                  | 40 |
| Figura 11 - Graus de desempenho energético dos edifícios (ADENE).....                                                                                | 40 |
| Figura 12 - Mapa com o número de certificados energéticos emitidos em 2017 .....                                                                     | 41 |
| Figura 13 - Municípios que consomem menos energia elétrica (kWh).....                                                                                | 42 |
| Figura 14 - Municípios que consomem menos energia elétrica por pessoa (kWh).....                                                                     | 42 |
| Figura 15 - Municípios com mais iluminação pública .....                                                                                             | 42 |
| Figura 16 - Mapa que mostra a reciclagem por habitante em cada município (kg/hab) .....                                                              | 43 |
| Figura 17 - Mapa com a média anual de ofertas de emprego (%), por município .....                                                                    | 44 |
| Figura 18 - Mapa com número de empresas por município.....                                                                                           | 45 |
| Figura 19 - Gráfico com obertura das redes de nova geração igual ou menor a 1%.....                                                                  | 45 |
| Figura 20 – Mapa com o número de alunos com ligação à Internet no ensino básico e secundário.....                                                    | 46 |
| Figura 22 – Mapa que represa o apoio ao rendimento social de inserção por município.....                                                             | 48 |
| Figura 23 – Gráfico que represa os municípios com o maior número de população ....                                                                   | 48 |
| residente jovem.....                                                                                                                                 | 49 |
| Figura 24 – Mapa que representa o número de habitantes por médico em cada município.....                                                             | 50 |
| Figura 25 – Gráfico que representa os municípios com maior poder de compra per capita.....                                                           | 50 |
| Figura 26 – Mapa que representa a taxa de desemprego por município.....                                                                              | 50 |
| Figura 27 – Workflow para criar modelos 3D a partir de dados 2D.....                                                                                 | 52 |

## Índice de Tabelas

|                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 1 - Algumas das definições dos vários conceitos de cidades inteligentes (adaptado).....                | 144 |
| Tabela 1 - Processo de criação de uma cidade inteligente, segundo a empresa Siemens.                          | 19  |
| Tabela 2 - Desafios das cidades, segundo o Modelo <i>CityNext</i> , proposto pela Microsoft.                  | 22  |
| Tabela 3 – Projetos desenvolvidos em Portugal no âmbito das cidades inteligentes .....                        | 32  |
| Tabela 5 - Resumo dos passos dados para a elaboração do modelo contextual apresentado no ICI. (adaptado)..... | 33  |
| Tabela 6 - As dimensões tidas em conta no modelo do ICI e a sua explicação (Retirado do ICI).....             | 34  |
| Tabela 7 – Dimensões e Indicadores considerados para o desenvolvimento da metodologia.....                    | 36  |

## **Índice de Abreviaturas**

ADENE – Agência para a Energia

AICEP – Agência para o Investimento e Comércio Externo de Portugal

CO2 – Dióxido de Carbono

ESRI - Environmental Systems Research Institute

ICI -Índice de Cidades Inteligentes 2020

IDC – International Data Corporation

INTELI – Empresa de Inteligência e Inovação dedicada ao projeto das Cidades Inteligentes

NGA – New Generation Access

NUTS - Nomenclatura Comum das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos

ONU – Organização das Nações Unidas

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

TIC – Tecnologia de Informação e Comunicação

## Capítulo 1 – Introdução

As cidades constituem um sistema de interligação entre cidadãos, negócios, meios de transporte e comunicação, tecnologia e serviços. Até ao ano de 2015, aproximadamente 50% da população mundial residia em áreas urbanas, estimando-se um crescimento desta mesma para 75% até 2050 (UN *World Urbanization Prospects*, 2012).

Este crescimento populacional e o aumento de urbanização fazem com que o número de problemas de cariz técnico, social, económico, ambiental e organizacional cresça. O crescimento de várias cidades tem gerado congestionamentos no tráfego, poluição e aumento da desigualdade social. Além das novas problemáticas urbanas, é nas cidades, que se encontra o maior número de pessoas com habilitações, criatividade e espírito empreendedor, fazendo com que haja maior concentração de conhecimento. Além disso, as cidades suportam negócios de grande escala e *networks* de investimento, que podem dar origem a inovação. Assim, com este crescimento urbano sem precedentes, os líderes têm que adotar novas medidas de planeamento e de gestão urbana, de forma a tornarem-se atrativas para habitantes, trabalhadores, turistas e empresas, devendo ainda conseguir providenciar às comunidades a habilidade de ultrapassar problemas comuns em vez de recorrer aos escassos recursos do governo.

Para que estas questões sejam resolvidas, têm sido pensadas soluções com base na tecnologia, tendo em vista o crescimento sustentável das cidades. Por isso, são consideradas três importantes frentes: o impacto ambiental, o crescimento económico e a evolução social. Estas soluções destinam-se ao planeamento de cidades «*smart*», «*intelligent*» ou «*creative*».

Assim, a importância das cidades inteligentes também conhecidas como *smart cities*, tem aumentado entre os decisores políticos e estão a tornar-se, mais recentemente, a norma ao invés da exceção no que diz respeito ao desenvolvimento do planeamento e da gestão das cidades atuais. Mas como o conceito de cidade inteligente é ainda bastante novo, a sua definição cria muita discórdia entre os diversos autores. Apesar disto, verifica-se a existência de um certo consenso nas áreas que devem ser consideradas na gestão de uma cidade inteligente, sendo estas: edificado, energia, ambiente, governo, qualidade de vida, mobilidade, educação e saúde, tendo sempre por base o auxílio das tecnologias de informação e comunicação, os serviços e as aplicações, que devem estar integradas numa plataforma única, envolvendo a participação pública e privada.

As cidades inteligentes, que dispõe das novas tecnologias para providenciar atividades e serviços mais eficientes, seguros e sustentáveis, têm-se tornado um tópico relevante dentro da comunidade tecnológica, fazendo com que projetos de cidades inteligentes sejam desenvolvidos em todo o mundo, criados para atrair cidadãos, não só economicamente, mas também através da qualidade de vida e qualidade social, respondendo, desta forma, às necessidades apresentadas pelas cidades atuais como foi retratado previamente.

Esta nova forma de planeamento usufrui das tecnologias de informação e comunicação para gerir e otimizar as já existentes infraestruturas e planejar mais eficazmente novos investimentos, para providenciar serviços renovados e mais eficientes para os cidadãos, criando sistemas de colaboração entre diferentes setores e efetivar negócios inovadores para o setor público e privado.

Também as cidades em Portugal têm sido alvo de análise e avaliação, através de um índice – “Índice de Cidades Inteligentes”, - desenvolvido pela INTELI, pensado especificamente para a realidade nacional. Este *ranking* avalia as práticas no âmbito do conceito de cidade inteligente e indica um grau de inteligência urbana para as cidades portuguesas. Este índice data de 2012, estando prevista uma segunda edição deste mesmo para o ano de 2017, inexistente até à proposta de realização deste trabalho.

Apesar de já existir um índice que descreve em que patamar se encontram as cidades portuguesas, ao nível de inteligência urbana, no desenvolvimento da minha dissertação de mestrado, pretendo utilizar uma metodologia própria, baseando-me em diversos modelos já criados, empregando diferentes indicadores dos que foram usados na elaboração do “Índice de Cidades Inteligentes”, tendo como objetivo principal apurar qual o município com melhor prática em cada um dos indicadores propostos, mostrando se o concelho seria capaz de suportar projetos com a finalidade que as *smart cities* se propõem ter.

## 1.1. Objetivos

As cidades inteligentes em Portugal encontram-se numa fase muito precoce do seu desenvolvimento, sendo um assunto que só recentemente começa a preocupar os decisores políticos e os responsáveis pelo planeamento urbano.

Como acontece com outras cidades no resto do mundo, também as portuguesas se encontram em crescimento e, por essa razão, necessitam de uma nova forma de gestão e planeamento capaz de responder às problemáticas com que se deparam que englobam o crescimento da população nas cidades, o aumento do congestionamento do tráfego, a necessidade de uma melhor racionalização dos recursos, a desigualdade social e os problemas a nível ambiental.

O modelo da cidade inteligente propõe uma resposta capaz de resolver estas novas problemáticas, pois considera as preocupações nas áreas da mobilidade, governança, economia, ambiente, qualidade de vida e sociedade, tendo sempre como base impulsionadora as tecnologias de informação e comunicação. Além disso, este modelo pretende ligar os interesses do setor privado e público, para que haja conectividade entre pessoas, empresas e governo, mas também entre todas as áreas supracitadas.

Sabendo isto, com este trabalho pretendo atingir alguns objetivos, entre os quais se destacam:

- Realizar uma pesquisa extensa sobre o tema, de forma a conhecer como é definido o conceito de cidade inteligente (sobretudo “*smart city*”), quais os conceitos que foram surgindo ao longo da literatura e as principais diferenças entre esses conceitos; ficar a conhecer quem foram os pioneiros na definição do mesmo e quais as características principais consideradas na criação do modelo das cidades inteligentes; quais os modelos criados pelas diferentes empresas, e em que âmbito foram desenvolvidos esses modelos, mas também quais são os projetos de cidades inteligentes que se encontram em curso, bem como os *rankings*/índices que classificam qual o nível de inteligência urbana das cidades.
- Através do desenvolvimento de uma metodologia própria, mas tendo em conta os modelos realizados anteriormente, escolher uma série de indicadores inseridos em três dimensões de análise: Energia, Ambiente e Edificado, Tecnologia, Inovação e Mobilidade e Sociedade e Qualidade de Vida, capaz de indicar quais são as cidades portuguesas que melhor desempenho apresentam através de cada indicador, mostrando um maior ou menor grau de inteligência urbana. Estes

indicadores apresentarão os dados à escala municipal, pois considero ser a escala menos generalizada de entre as divisões administrativas em que os dados se encontram disponibilizados e que melhor se adaptam ao temas das cidades inteligentes.

- Conhecer qual o papel que os sistemas de informação geográfica desempenham e/ou podem vir a desempenhar na ajuda do desenvolvimento das cidades inteligentes, tanto no resto do mundo como em Portugal, e que ferramentas são disponibilizadas pelos *softwares* SIG, bem como a sua utilidade para um melhor planeamento urbano.
- Após adquirir conhecimento sobre a utilidade dos sistemas de informação geográfica no planeamento urbano inteligente, conseguir utilizar essas ferramentas nas cidades que, após a aplicação da metodologia desenvolvida ao longo deste trabalho, demonstrem maior potencial para se tornarem cidades inteligentes.
- Por último, como objetivo final, pretendo perceber qual a posição das cidades portuguesas em relação à inteligência urbana, se se mostram capazes de receber políticas mais voltadas para um planeamento urbano inteligente e saber qual se mostra mais atrativa para habitantes, empresas, negócios, investidores e turistas. Pretendo ainda, no final do trabalho, reconhecer quais foram as principais dificuldades que observei com a realização deste mesmo, mas também o que se podia ter realizado e seria interessante dar continuidade no âmbito do tema da minha dissertação.

## 1.2. Estrutura da dissertação

A estrutura deste trabalho encontra-se dividida em algumas partes, nomeadamente num resumo do trabalho a ser desenvolvido e o respetivo *abstract*, o índice e o índice de figuras, a introdução ao trabalho desenvolvido, quais os objetivos que mostram a finalidade deste estudo, qual o estado da arte do tema, apresentando como surgiu o conceito, quais as variações desse mesmo, os modelos propostos, os índices/*rankings* elaborados para medir o grau de inteligência urbano, tanto dentro como fora do país, quais os projetos em curso, relacionados com as cidades inteligentes, tanto em Portugal como no resto do mundo. Depois do estado da arte, seguem-se os métodos desenvolvidos para tratar o tema, bem como os materiais utilizados. Uma vez explicada a metodologia

desenvolvida, seguem-se os resultados a que cheguei depois de aplicada a metodologia proposta, terminando com as conclusões que adquiri depois da realização desta dissertação dentro do tema das cidades inteligentes, fechando com a bibliografia consultada.

## Capítulo 2 - Estado da Arte

O conceito de *smart city* representa, hoje em dia, uma forma de planeamento urbano capaz de responder aos problemas que enfrentam as cidades do mundo contemporâneo. É um conceito relativamente novo, que apresenta definições diferentes consoante o autor que as propõe, bem como o contexto, ou seja, a cidade, país e até recursos que oferece.

A primeira definição do conceito remete ao projeto desenvolvido pelos politécnicos de Viena e Delft em conjunto com o Departamento de Geografia da Universidade de Ljubljana, no ano de 2007. Este projeto definia *smart city* como uma cidade que deve ter performances visionárias relacionadas com seis dimensões: *smart economy*, *smart social*, *smart governance*, *smart mobility*, *smart environment* e *smart living* (Centre of Regional Science, 2007). Este trabalho pretendeu analisar os fatores decisivos para o desenvolvimento de cidades, utilizando um catálogo de indicadores que utilizou informação disponibilizada, sobretudo a partir de fontes gratuitas, elaborando perfis de cidades baseando-se nesses indicadores e surgindo, deste modo, com um *ranking* de inteligência urbana para as cidades médias europeias.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>SMART ECONOMY<br/>(Competitiveness)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Innovative spirit</li> <li>▪ Entrepreneurship</li> <li>▪ Economic image &amp; trademarks</li> <li>▪ Productivity</li> <li>▪ Flexibility of labour market</li> <li>▪ International embeddedness</li> <li>▪ <i>Ability to transform</i></li> </ul> | <b>SMART PEOPLE<br/>(Social and Human Capital)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Level of qualification</li> <li>▪ Affinity to life long learning</li> <li>▪ Social and ethnic plurality</li> <li>▪ Flexibility</li> <li>▪ Creativity</li> <li>▪ Cosmopolitanism/Open-mindedness</li> <li>▪ Participation in public life</li> </ul> |
| <b>SMART GOVERNANCE<br/>(Participation)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Participation in decision-making</li> <li>▪ Public and social services</li> <li>▪ Transparent governance</li> <li>▪ <i>Political strategies &amp; perspectives</i></li> </ul>                                                                   | <b>SMART MOBILITY<br/>(Transport and ICT)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Local accessibility</li> <li>▪ (Inter-)national accessibility</li> <li>▪ Availability of ICT-infrastructure</li> <li>▪ Sustainable, innovative and safe transport systems</li> </ul>                                                                    |
| <b>SMART ENVIRONMENT<br/>(Natural resources)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Attractivity of natural conditions</li> <li>▪ Pollution</li> <li>▪ Environmental protection</li> <li>▪ Sustainable resource management</li> </ul>                                                                                          | <b>SMART LIVING<br/>(Quality of life)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cultural facilities</li> <li>▪ Health conditions</li> <li>▪ Individual safety</li> <li>▪ Housing quality</li> <li>▪ Education facilities</li> <li>▪ Touristic attractivity</li> <li>▪ Social cohesion</li> </ul>                                            |

**Figura 1-** Características e fatores de uma smart city segundo o relatório “SmartCities: Ranking of European Medium Sized Cities”

Depois desta primeira tentativa de definição do conceito, outras instituições, universidades e centros de estudos, mas também empresas, como é o caso da IBM ou da Siemens, surgiram com a sua própria definição de *smart city*, tornando difícil encontrar uma visão do conceito única e aceite por todos. Isto acontece porque cada autor pretendia desenvolver um modelo com vista a realçar uma ou duas das dimensões em relação às outras, sendo que uns preferem destacar o uso das tecnologias de informação e comunicação e outros ponderam que o foco principal de um modelo de *smart city* deveria ser, por exemplo, a mobilidade e a energia, ou então o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida.

Contudo, na literatura, o primeiro conceito a aparecer relacionado com uma forma inteligente de planeamento urbano foi o conceito *intelligent city* que se diferencia do conceito *smart city* por utilizar a metodologia *top-down*, que significa que existe uma estratégia que vai do geral para o particular e que deve ser proposta e gerida com fundos atribuídos pelo governo (Mattoni, 2015), tendo ainda, como foco principal, o uso de tecnologia, onde não existe uma relevante participação do cidadão nas tomadas de

decisão. Sendo assim, as *smart cities* são cidades que conseguem combinar governação formal com participação democrática com bases na tecnologia de informação num ecossistema urbano, e que oferecem o equilíbrio entre tecnologia, empresas e pessoas (Ben Letaifa, 2012). Além do conceito de *intelligent city*, muitos outros foram aparecendo na literatura como tentativa de definir a nova estratégia de planeamento urbano: cidades criativas, wiki cities (Calabrese et al, 2009), cities 2.0 (Chadwick, 2009), sentient cities (Shepard, 2011), open cities (Partridge, 2004) e net cities (Castels, 2004).

**Tabela 4** - Algumas das definições dos vários conceitos de cidades inteligentes (*adaptado*).

| Conceito                      | Definição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Autor                    |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b><i>Intelligentcity</i></b> | “Uma cidade que monitoriza e integra condições de todas as suas infraestruturas importantes, incluindo estradas, pontes, túneis, trilhos, metros, aeroportos, portos marítimos, comunicações, água, energia, e ainda, edifícios importantes; consegue organizar melhor os seus recursos e planear as suas atividades preventivas de manutenção, bem como monitorizar os aspetos de segurança, maximizando os seus serviços aos cidadãos.”                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | HALL, P. (2000)          |
|                               | “Uma cidade em que as TIC reforçam a liberdade de expressão e a acessibilidade à informação e aos serviços públicos.”                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | PARTRIDGE, H.L. (2004)   |
|                               | “Uma cidade instrumentada, interconectada e inteligente. Instrumentada, pois permite a captura e integração de informação do mundo real em tempo real, através do uso de sensores, quiosques, metros, serviços pessoais, eletrodomésticos, câmaras <sup>67</sup> , telemóveis inteligentes, dispositivos médicos implantados, a internet e outros sistemas de aquisição de dados semelhantes, incluindo redes sociais como <i>networks</i> de sensores humanos. Interconectado significa a integração desses dados numa plataforma de computação empresarial e a comunicação de tais informações entre os vários serviços da cidade. Inteligente refere-se à inclusão de análises complexas, modelagem, otimização e visualização no processo de negócio operacional para tomar melhores decisões operacionais.” | HARRISSON, et al. (2010) |

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| <b><i>Creative city</i></b> | “Aplicado por funcionários municipais, urbanistas, empresas e qualquer pessoa interessada no desenvolvimento da cidade do presente, com o objetivo de redefinir a cidade como um centro ‘creativo’.”                                                                                                                                                                                                          | FLORIDA, R.<br>(2002)            |
|                             | “Cidades, que desejam ser inovadoras, para florescer e para oferecer riqueza e emprego aos seus habitantes, sentem que têm de se adaptar às arenas em que o conhecimento e criatividade se podem desenvolver. A cultura é frequentemente adicionada a esta arena, entrelaçada com outros setores da economia.”                                                                                                | Musterdand<br>Ostendorf (2004)   |
|                             | “Uma cidade que transmite inspiração, partilha cultura, conhecimento e vida, uma cidade que motiva os seus habitantes a criar e a fazer prosperar as suas próprias vidas.”                                                                                                                                                                                                                                    | RIOS, P. (2008)                  |
| <b><i>Wiki City</i></b>     | “A <i>wiki city</i> é sobre antecipar novos cenários de aplicações na base de potencial tecnológico envolvida na localização e informação sensíveis ao tempo. Estes cenários estão enraizados dentro do cenário social de uma cidade, para a qual são identificados três principais elementos: agentes, meio ambiente e recursos e tecnologia.”                                                               | CALABRESE<br>(2009)              |
| <b><i>Open city</i></b>     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |
| <b><i>Net city</i></b>      | “Pode-se pensar em cidades como sistemas de edifícios especializados ligados pela rede de transportes, que por sua vez, estão ligadas a redes de transporte mais globais. As comunicações digitais são o que mudam os padrões espaciais das atividades dentro destas mesmas redes, fazendo com que se dê a “morte da distância, permitindo que tudo possa acontecer em qualquer momento e em qualquer lugar.” | CASTELLS<br>(2004)               |
| <b><i>SmartCity</i></b>     | “Seguro, ambiental e eficiente centro urbano do futuro, com infraestruturas avançadas, tais como sensores, dispositivos eletrónicos e redes para simular o crescimento económico sustentável e para um nível de qualidade de vida elevado.”                                                                                                                                                                   | HALL, P. (2000)                  |
| <b><i>SmartCity</i></b>     | “Aplicação de complexos sistemas de informação a integração na operação de infraestruturas urbanas e serviços coo edifícios, transporte, distribuição de eletricidade e de água e segurança pública”.                                                                                                                                                                                                         | HARRISON &<br>DONNELLY<br>(2005) |
| <b><i>SmartCity</i></b>     | “Uma cidade com bom desempenho, com perspetivas visionárias no que diz respeito à economia, às pessoas,                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | GIFFINGER <i>et al.</i> (2007)   |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                        |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
|  | governança, mobilidade, ambiente e maneira de viver, construída combinando, de forma inteligente, doações e atividades de cidadãos auto-determinantes, conscientes e independentes.”                                                                                                                          |                                        |
|  | “O uso de tecnologias de computação inteligentes para fazer as componentes importantes de infraestruturas e serviços de uma cidade – que incluem administração urbana, educação, saúde, segurança pública, agências de imobiliário, transporte e utilitários – mais inteligente, interconectada e eficiente.” | HOLLANDS<br>(2008)                     |
|  | “É a implementação e implantação de infraestruturas de tecnologias de informação e comunicação de forma a suportar crescimento social e urbano através da melhoria da economia, o envolvimento dos cidadãos e governança eficiente.”                                                                          | CARAGLIU,<br>DELBO &<br>NIJKAMP (2009) |

Como conseguimos entender, são vários os autores que tentam explicar esta nova tendência de planeamento da cidade. As tentativas de definição de conceito começam, grosso-modo, no início do século XXI, inclinando-se mais para a ideia de “*intelligent city*”, ramificando-se posteriormente noutros conceitos, nomeadamente no de “*smart city*”.

Apesar de não haver consenso com a definição do conceito, mesmo depois das muitas discussões (Hollands, 2008; Komninos, 2012; Nam e Pardo, 2011; Wolfram, 2012; Angelidou, 2015), podemos concordar que as cidades inteligentes marcam uma nova forma de planeamento urbano desenvolvida num mundo em que a partilha de informação e o uso das TIC assumem papéis importantes e que conseguem acelerar a competitividade económica, promover o desenvolvimento sustentável, a tolerância social, desenvolver meios de aprendizagem e a qualidade de vida dos cidadãos, podendo ainda ajudar a descobrir padrões no mundo urbano de forma a resolver os problemas que surgem numa sociedade contemporânea que se encontra em constante mudança, mas tendo sempre em conta os problemas ímpares dessa mesma, gerando, por isso, uma grande dificuldade em encontrar uma fórmula única de um modelo capaz de se aplicar a todo e qualquer espaço urbano.

Assim, praticamente todos os modelos concordam com as dimensões propostas pelos politécnicos de Viena e Delft para medir o nível de inteligência urbana – mobilidade, qualidade ambiental, governança, economia, vida social e qualidade de vida

(Griffinger et al., 2007). Na dimensão da mobilidade, o planeamento urbano pretende que se faça a transição de transporte privado para sobretudo o público, com utilização das TIC, enquanto na dimensão social requer-se que a cidade contenha diversidade e tolerância cultural, criatividade e dá-se grande importância à existência de cursos de aprendizagem *online* vistos como o caminho a seguir; na dimensão da governança os *e-services* e a utilização de partilha de informação tanto dos cidadãos para com o poder administrativo como vice-versa é algo fundamental; a dimensão ambiental detém como fundamental o uso de energias renováveis e de mecanismos que ajudam o meio ambiente, como é o caso de painéis solares; na economia propõe-se que exista competitividade das empresas, com uso fundamentas das TIC, como é o caso da criação de aplicações; e, por fim, com a qualidade de vida pretende-se uma melhoria desta em termos de serviços públicos e privados, há preocupação com a saúde, a segurança pública e de serviços sociais (Ben Letaifa, 2015).

## **2.1. Modelos de Cidades Inteligentes**

As cidades inteligentes têm trazido muita discussão acerca do planeamento urbano, na melhoria das cidades à volta do mundo. Deste modo, muitos têm sido os modelos propostos pelas mais variadas instituições.

### **2.1.1. Modelo IBM**

Um dos exemplos mais referidos e estudados na literatura é o caso do modelo de *Smart City* proposto pela IBM (*International Business Machines*). Este modelo sugere que as cidades devem preparar-se para o seu crescimento, fazendo com que o transporte, a segurança pública, os serviços governamentais, a educação e a saúde sejam mais inteligentes. Isto deve acontecer, segundo o modelo, através de aplicação de tecnologia de informação avançada e sistemas pensados para melhorar o funcionamento da cidade.

A grande questão proposta pelo modelo da IBM é “Como é que as cidades podem aplicar os passos e princípios indicados de forma mais produtiva e com maior custo-eficiência?”. As repostas a esta questão encontram-se nas quatro áreas de maior impacto referidas anteriormente – transporte, segurança pública, serviços governamentais e educação e saúde: reduzir o congestionamento, aumentar a segurança pública reduzindo o crime e o tempo-resposta de emergência, cultivar uma perspetiva de sistemas

transversais para otimizar investimentos e agilizar serviços de governo, melhorar educação e acesso aos cuidados de saúde do cidadão.

Para as cidades que querem ir além dos passos principais para se tornarem mais “inteligentes” e pretendem tornar-se cidades visionárias que querem aumentar a eficiência e eficácia para sistemas mais inteligentes, o modelo da IBM propõe que se devem adotar princípios tais como:

- Procurar compreender comportamentos e não somente responder a situações;
- Procurar e fazer ligações a outros sistemas de cidades relacionados para perceber as causas dos problemas;
- Reconhecer a importância das consequências da disponibilidade de informação e dos ecossistemas que promovem inovação.

De forma a conseguir atingir estes princípios a cidade deve, segundo o modelo, decidir o que a cidade deve ser, adoptar políticas que conduzem a desenvolvimento de habilidades, de criatividade e de impulsionadores de conhecimento por parte dos cidadãos, mas também aplicar sistemas focados no planeamento e ordenamento da cidade, bem como, desenvolver e aplicar tecnologias de informação, tudo para melhorar o núcleo do sistema urbano.



**Figura 2** - Características e pilares principais de uma *smart city*, sugerido pelo Modelo da IBM

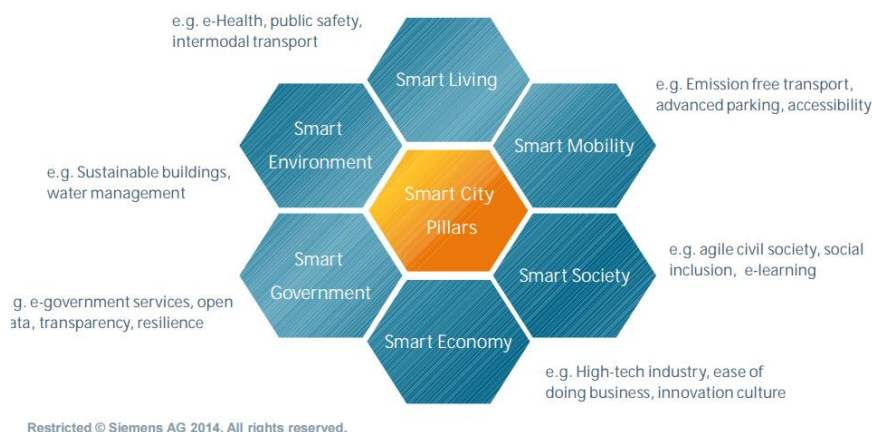
### 2.1.2. O Modelo Siemens

O Modelo apresentado pela empresa Siemens propõe que as cidades devem ser estruturas mais inteligentes e mais eficientes. Para tal, os programas das *smart cities* devem ter um alvo claro, indicadores de performance e integração de domínios interligados. Assim, este modelo descreve um processo de integração da visão e dos projetos na estratégia que se deve utilizar de modo a obter uma cidade inteligente de sucesso.

**Tabela 5** - Processo de criação de uma cidade inteligente, segundo a empresa Siemens

|           | I                                                           | II                                                        | III                                                     |
|-----------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Fase      | Consciência e Visão                                         | Projetos Individuais                                      | Programas Holísticos de Cidades Inteligentes            |
| Descrição | Tomar consciência à cerca do problema/tópico                | Começar com projetos isolados em diferentes áreas         | Estratégia compreensiva através de diferentes domínios  |
|           | Primeiras ideias para a potencial perspectiva para a cidade | Projetos não conectados para não afetar estratégia global | Definição de alvo, benchmarking, controlo de desempenho |
|           | Recolher informação e aprender com outros casos             | Nenhum domínio de integração/interligação nesta fase      | Implementação de medidas de acordo com a estratégia     |

Para esta empresa, o conceito de *smart city* vai além da tecnologia e precisa de integrar projetos com aspeto social e político. A Siemens apresenta o seu modelo com as, já conhecidas, seis categorias mencionadas no *ranking* de cidades europeias de média dimensão: economia inteligente, cidadão inteligente, governação inteligente, mobilidade inteligente, ambiente inteligente e vida inteligente. Estas dimensões são comuns em vários modelos e *rankings*/índices.



**Figura 3** - Dimensões e subdimensões propostas pelo modelo de cidades inteligentes proposto pela Siemens

Na apresentação do seu modelo, a Siemens fala de alguns dos projetos conhecidos até à data, que deveriam servir como exemplo para futuras cidades inteligentes. Assim, retrata o caso da cidade de Santander em Espanha que implementou 12000 sensores para ajudar o governo a eficientizar-se; a cidade inteligente de Barcelona, também em Espanha, que trabalha para um planeamento urbano, ecológico, para a utilização das tecnologias de informação e comunicação, de forma a melhorar a vida do cidadão. As aprendizagens que as outras cidades devem reter é que os projetos supramencionados focam-se em estratégias compreensivas através de infraestruturas nas diferentes áreas e domínios, que implementam as TIC e outras tecnologias inteligentes capazes de capacitar novos serviços, são cidades que envolvem todas as partes interessadas e que faz parecerias fortes além dos *networks* tradicionais e ainda são cidades que possibilitam a sustentabilidade, a qualidade de vida e a competitividade das cidades.

Como exemplo da aplicação deste modelo, temos o projeto de *smart city* do Dubai. A sua estratégia foca-se em transformar o Dubai na cidade mais inteligente do mundo, em melhorar a vida dos cidadãos através de serviços de melhorar qualidade através das TIC, de aplicações inteligentes e infraestruturas igualmente inteligentes, em obter mais de mil serviços de alta qualidade dentro dos pilares estratégicos já referidos e em implementar o “Smart Dubai Program Management Office”, com agências governamentais, distritos piloto e colaboração com o sector privado. (Siemens, 2014).

Este modelo apresenta, ainda, algumas considerações finais para qualquer cidade que se queira tornar inteligente. Considera que deve haver um compromisso desde o começo, bem como um alvo bem definido; deve existir um programa integrado transversal a fronteiras, com ajudas governamentais; deve haver um envolvimento do

cidadão e das demais parte interessadas; a integração do uso de tecnologias de informação e comunicação, bem como outros tipos de tecnologias inteligentes é fulcral para um desenvolvimentos inteligente da cidade; deve existir uma análise clara do custo-eficiência e ainda incentivar novos modelos de colaboração e de parcerias.

### 2.1.3. Modelo Microsoft – *CityNext*

O Modelo *CityNext* foi desenvolvido pela Microsoft e pretende responder ao aumento da urbanização e dos seus consequentes desafios, desde modernizar infraestruturas antigas até conhecer as exigências dos recursos naturais. A Microsoft acredita que há oportunidade para as cidades se tornarem mais eficientes, seguras, saudáveis, com mais escolaridade e mais sustentáveis, o que irá tornar possível a melhoria da qualidade de vida e de trabalho nas cidades.



#### Cloud

Through the cloud, cities can connect public and private data sources with the privacy, security, interoperability, and control needed to have effective cross-departmental collaboration and resource sharing. The scalability and cost-effectiveness of cloud services drive cities' fiscal responsibility by reducing costs without cutting essential services.



#### Mobility

Through secure mobile devices such as sensors, smartphones, and tablets, cities can reach citizens anywhere, anytime, and on any device. Citizen-centric applications enable people to directly engage and interact with their city governments for services that can make their lives safer and more convenient.



#### Big Data

Through data and analytics, city leaders can gain vital real-time insights from multiple secure data streams—such as traffic cameras, social media, and devices and sensors that make up the Internet of Things (IoT)—to make more accurate decisions, achieve greater efficiencies, and respond faster in emergency situations.



#### Social

Through social media such as Twitter, Facebook, and Skype, cities can open two-way dialogues with citizens and businesses to better inform them and understand their needs. Cities also can better warn citizens of impending natural disasters or other public safety issues through mobile alerts and social channels.

**Figura 4** - Soluções propostas para as cidades pelo Modelo *CityNext*

A Microsoft apresenta soluções relacionadas com as maiores tendências no que diz respeito a tecnologias capazes de elevar o grau de inteligência urbana de quaisquer cidades – Cloud/Nuvem, dispositivos móveis, *Big Data* e os media sociais. Através da *Cloud* “as cidades podem conectar-se publicamente e de forma privada, com segurança, privacidade, interoperabilidade e controlo”, no que diz respeito aos *Big Data*, um conceito que retrata a existência de um crescente volume de dados gerados a todo o minuto e a importância de partilha deste mesmos dados, bem como o seu tratamento, “através de

dados e análises, os líderes podem ter perceção em tempo real, bem como mais eficácia e rapidez na resposta a problemas.” Os serviços móveis como é o caso de sensores, *smartphones*, *tablets*, ... as cidades podem chegar aos cidadãos em qualquer lado, em qualquer lugar. Há um contacto direto entre pessoas e cidades, de forma a tornar as suas vidas mais seguras e convenientes.” Os media sociais (Twitter, Facebook, Skype) capacita o diálogo entre os cidadãos e negócios, faz com que se consigam transmitir a entidades governamentais quais as necessidades e preocupações de cada utilizador e são ainda úteis, por exemplo, para o aviso de acontecimentos de relevância (ex.: desastres naturais, ataques terroristas).

O Modelo *CityNext* fala-nos de alguns desafios que as cidades enfrentam e quais as soluções a que se podem recorrer para as resolver.

**Tabela 6** - Desafios das cidades, segundo o Modelo *CityNext*, proposto pela Microsoft

| <b>DESAFIOS DAS CIDADES</b>                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Administração governamental                                                                     |
| 2. Turismo, Recreação e Cultura                                                                    |
| 3. Segurança pública e justiça                                                                     |
| 4. Serviços sociais e de saúde                                                                     |
| 5. Cidadãos com mais escolaridade                                                                  |
| 6. Cidades mais sustentáveis: Edifícios, infraestruturas e planeamento; energia e água; transporte |

## SOLUÇÕES CITYNEXT

### 1. Administração governamental

- Gestão financeira das cidades
- Serviços ao cidadão: Portais, *CallCenters* e *Apps*
- CityDashboard (Painel de Instrumentos)
- Gestão de Documentos e Registos
- Subsídios de gestão
- *Open Data*
- Estatísticas e Análises sociais
- Repartição de Finanças

- Câmara Municipal Virtual
- 2. Turismo, Recreação e Cultura
  - Gestão de Sistemas de Destino
  - Apps de Turismo
  - Portais de Turismo
- 3. Segurança Pública e Justiça
  - Tribunal e gestão judicial
  - Gestão de emergências
  - Gestão da Vizinhança
  - Gestão Prisional
  - Gestão *via* Vídeo (Vídeo-Vigilância)
- 4. Serviços Sociais e de Saúde
  - Saúde e Bem-Estar personalizados
  - Gestão de Saúde Pública
  - Cuidados Primários
  - Assistência Remota e Gestão de Processos/Casos
  - Benefícios Sociais e Administração
- 5. Cidadãos com mais escolaridade
  - Aparelhos, dispositivos móveis e apps para aprendizagem
  - Estatísticas, análise e investigação sobre a educação
  - Sistemas de aprendizagem
- 6. Cidades mais sustentáveis
  - Parcelas, zonamento e uso do solo
  - Edifícios inteligentes
  - Iluminação exterior
  - Gestão de resíduos
  - Gestão de emissões de carbono
  - *SmartGrids*
  - Gestão de água e de águas residuais
  - Gestão de frotas de transporte
  - Gestão de estacionamento
  - Gestão de *scutts* e portagens

- Gestão de tráfego
- Segurança no transporte

O Modelo *CityNext* propõe algumas sugestões para as cidades que pretendem um planeamento mais inteligente das suas urbes, encurtando o tempo e os gastos. De acordo com o modelo deve-se conhecer os objetivos a longo prazo, saber quais são os pontos fortes e os fracos da cidade em estudo, de forma a poder resolver os problemas e fortalecer os progressos já existentes; deve-se priorizar investimentos nos mais variados sectores e conhecer quais as potencialidades tecnológicas para poder desenvolver essas mesmas, bem como ponderar a adoção de novas tecnologias, para responder às necessidades da cidade e do seu cidadão.

#### 2.1.4. Modelo Google (*Side Walk Labs*)

Um modelo muito mais virado para a tecnologia e para a partilha de informação (*Big Data*) é criado por uma empresa “irmã” da Google, a *Side Walk Labs*.

Os desafios a que este modelo pretende responder correspondem ao alto custo de vida, ao congestionamento nos transportes, às crises de saúde pública, à dependência de combustíveis fósseis e à poluição do ar. Oposto aos desafios, as oportunidades que este modelo/projeto pretende desenvolver são as acessibilidades de habitação moderna, os sistemas de mobilidade digital úteis para gerir o trânsito, oferecer serviços sociais personalizados, gestão de distribuição de energia e o uso de energias renováveis.

Os princípios deste modelo consistem nas pessoas, oportunidades, na adaptabilidade, partilha de valores, nos serviços sociais personalizados, nas interações, na partilha, diversidade e coordenação.

- 1- **Pessoas** – O melhoramento das experiências de cada cidadão deve resultar no melhoramento da cidade e vice-versa.
- 2- **Oportunidades** – As cidades são fonte de oportunidades.
- 3- **Adaptabilidade** – As mudanças levam ao melhoramento de todos os aspetos.
- 4- **Partilha de valores** – A diversidade faz com que a cidade flua melhor.
- 5- **Interações** – Interação entre indivíduos, as suas ideias e criações.
- 6- **Diversidade** – Celebrar igualdade, inclusão e diversidade é o que faz as cidades desenvolver.

- 7- **Coordenação sem controlo** – Ações coordenadas entre indivíduos para resolver problemas públicos. Este modelo discorda da abordagem “*top-down*” isolada, mas sim, tendo em conta inclusividade, eficiência, inovação e preservação.

### 2.1.5. Modelo ESRI

Para a ESRI uma cidade inteligente deve consistir numa cidade segura, habitável, com qualidade de vida, próspera, saudável e bem governada.

O Modelo ESRI defende que uma cidade inteligente deve conseguir responder a certas necessidades e ocorrências propensas numa cidade, tais como, se a cidade está preparada para um desastre natural/ambiental ou tecnológico, se existe partilha de informação entre infraestruturas, havendo colaboração entre comunidades em termos de planeamento, de resposta a emergências e de proteção da comunidade em caso de exposição a perigos resultantes de danos de infraestruturas; o modelo da ESRI defende ainda que a cidade deve ser tida em conta como um destino de investimento, de visita, de crescimento económico e desenvolvimento sustentável, onde são criadas oportunidades de emprego e consegue atrair, por exemplo, *startups*; e, ainda, considera importante as questões de desigualdades sociais e económicas e como a cidade é ou não capaz de responder a essas mesmas.



**Figura 5** – Dimensões consideradas pela ESRI

## **2.2. Índices/*Rankings* de cidades inteligentes**

Com o desenvolvimento do conceito de cidade inteligente e com o aparecimento de modelos propostos por entidades privadas e públicas, também se foram desenvolvendo índices para medir o nível de inteligência urbana das cidades.

Contudo, mesmo antes do aparecimento dos modelos, foi desenvolvido um desses Índices pelos politécnicos de Viena e Delft e pela Universidade de Ljubjana, que se concentrava na avaliação das cidades europeias de média dimensão. Esse foi um dos primeiros contactos que o planeamento urbano teve com o termo *smart cities* e que explicou que dimensões é que se deveriam ter principalmente em conta. A partir deste, muitos outros índices se desenvolveram, bem como modelos, cada um com a sua abordagem.

### **2.2.1. IDC Smart City Index**

A empresa International Data Corporation (IDC) é especializada em ajudar os mercados das tecnologias de informação, telecomunicações e electrónica de consumo. Esta empresa está a par da evolução e das tendências nestes ramos.

Desenvolveu índices de *smart cities* para ajudar os administradores e planeadores a analisar o estado das suas cidades e qual o nível de inteligência das mesmas.

Gerald Wang, presidente da Pacific Government da IDC diz que o índice foi criado para ajudar os líderes urbanos a perceber o impacto da estratégia e maturidade das suas iniciativas relacionadas com as cidades inteligentes.

Este índice cobre várias regiões à volta do globo, incluindo Portugal, adaptando a sua metodologia a cada mercado.

### **2.2.2. Green City Index**

Elaborado pela Economist Intelligent Unity e patrocinado pela Siemens, este índice foca-se nos problemas de foro ambiental, nomeadamente de desenvolvimento sustentável.

Este projeto foi iniciado em 2009 e abrange mais de 120 cidades, globalmente. O Índice Verde Europeu envolve 30 cidades, uma das quais sendo Lisboa.

A metodologia consistiu em seleccionar algumas cidades pelo tamanho e pela importância, aplicando 30 indicadores, baseando-se em oito ou nove categorias, dependendo da região. No caso europeu, as oito categorias são: governança ambiental, CO<sub>2</sub>, qualidade do ar, energia e edifícios, transporte, resíduos e uso do solo e água.



**Figura 6** – Dimensões e indicadores considerados no Green City Index

## 2.3. Projetos de Cidades Inteligentes

| PROJECTO                    | CIDADE            | PAÍS                |
|-----------------------------|-------------------|---------------------|
| Amsterdam Smart City        | Amsterdão         | Holanda             |
| Birmingham Smart City       | Birmingham        | Reino Unido         |
| Cidade da Copa              | Recife            | Brasil              |
| Copenhagen Green City       | Copenhaga         | Dinamarca           |
| Dongtan Eco-city            | Dongtan           | China               |
| Eco-savvy Town              | Tóquio            | Japão               |
| Edinburgh Smart City        | Edimburgo         | Escócia             |
| King Abdullah Economic City | Jeddah            | Arábia Saudita      |
| Malaga Smart City           | Málaga            | Espanha             |
| Manchester Smart City       | Manchester        | Reino Unido         |
| Masdar City                 | Abu Dhabi         | Emirados Árabes Un. |
| New Songdo Smart City       | Songdo            | Coreia do Sul       |
| Smart City Malta            | Valleta           | Malta               |
| Smart City Santiago         | Santiago do Chile | Chile               |
| Smart Commute Toronto       | Toronto           | Canadá              |
| Smart Santander             | Santander         | Espanha             |
| Tianjin Eco City            | Tianjin           | China               |
| Wuxi Smart City             | Wuxi              | China               |

### 2.3.1 Smart Santander, Espanha

Financiada em 6 milhões de euros, a ideia liderada pela Telefónica Investigación y Desarrollo em parceria com a Universidade de Cantábria e da Câmara Municipal de Santander.

Este projeto tem como objetivo transformar a cidade num *living lab*, para experimentar e investigar novas tecnologias e *apps*.

Foram instalados 12 000, entre 2011 e 2012, sensores em toda a cidade que permitem tratar a informação em tempo real. Os resultados foram a criação de sistemas de rega nos parques e jardins, reguladores da intensidade de iluminação nas ruas, sistemas de gestão de trânsito e estacionamento inteligente, apps com informação sobre o turismo, cultura, comércio, acessibilidades, desporto, eventos e a possibilidade de utilização de smartphones para aceder a informação útil.

### **2.3.2. Amsterdam Smart City, Holanda**

Este projeto é uma parceria entre Amsterdam Innovation Monitor e a operadora Liander, juntamente com o município de Amesterdão. Contam no seu total com 70 parcerias e o seu foco principal é reduzir as emissões de CO2 em 40% até ao ano de 2025.

É um projeto que pretende criar a maior cidade inteligente, através da incidência nos temas: Infraestruturas e Tecnologia, Energia Água e Resíduos, Mobilidade, Cidade Circular, Governação e Educação e Cidadãos e Habitabilidade.

Este projeto tenta conectar os municípios e a Área Metropolitana de Amesterdão, com parceiros – empresas e unidades de investimento e conhecimento – com os residentes desta área metropolitana.

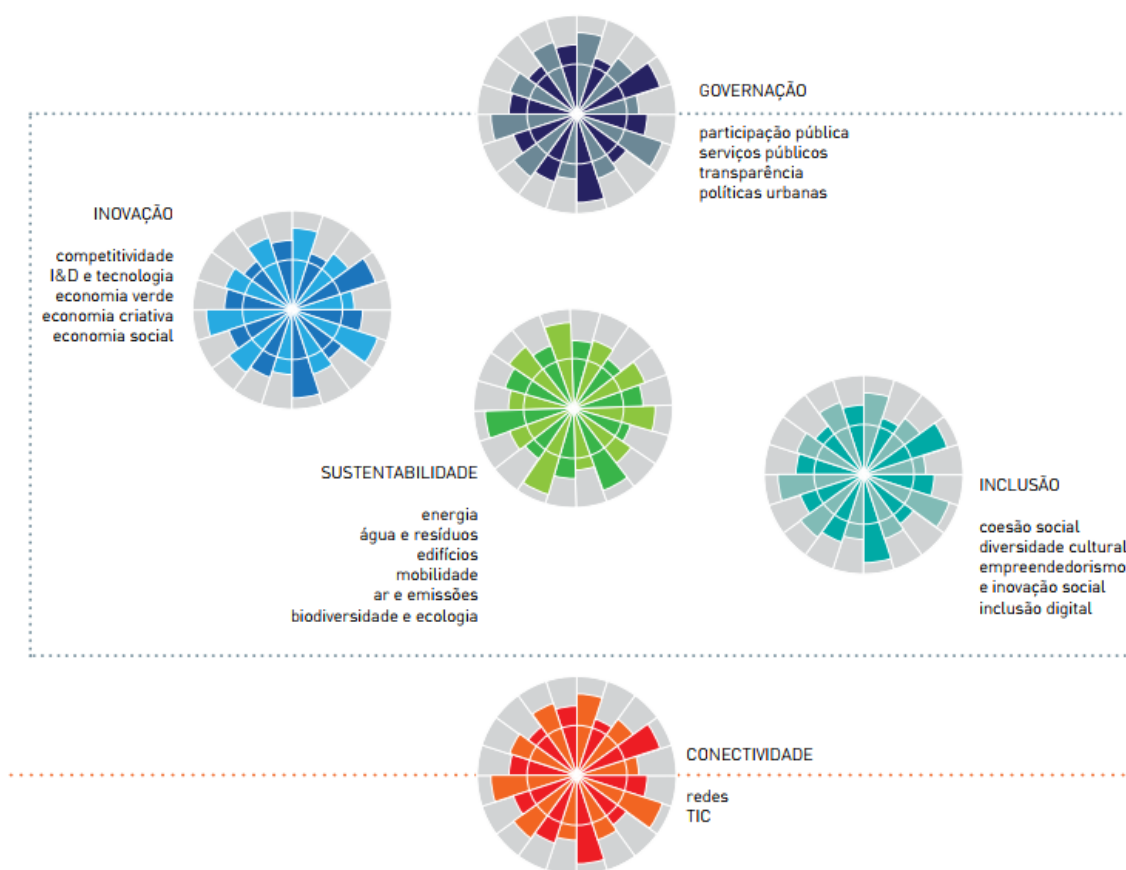
Pretendem desenvolver soluções inteligentes, o mercado e os modelos de negócio de forma a acelerar a plataforma Amsterdam Smart City.

## 2.4. Inteligência urbana em Portugal

Em Portugal, a ideia de cidades inteligentes foi desenvolvida pelo *living lab* da RENER – Rede Portuguesa de cidades inteligentes –, desenvolvido pela INTELI e com parceiros como a Caixa Geral de Depósitos e a AICEP (Agência para o Investimento e Comércio Externo de Portugal), criado em 2009, no âmbito do Programa Nacional de Mobilidade Elétrica, com o objetivo de analisar, inicialmente, 25 municípios, para, posteriormente em 2013, analisar mais 18 e tendo em conta mais áreas de intervenção, sendo estas a “eficiência energética, energias renováveis, gestão da água e resíduos, a governação e a cidadania, a cultura e o turismo” (INTELI, 2012).

A RENER propôs-se a transformar o espaço urbano, tornando-se mais sustentável, inovador, onde há participação de entidades privadas e públicas, mas também participação do cidadão que neste espaço habitam, onde deve haver partilha de informação e onde existam plataformas capazes de tornar isto possível, colocando as tecnologias de informação e comunicação como ponto central de desenvolvimento da inteligência urbana, pretende que haja espírito empreendedor com cooperação entre empresas e a atração de investimento, contando com o despertar das empresas locais, não só dentro do espaço urbano, mas também num contexto internacional.

Deste modo, a partir do *living lab* da RENER, desenvolveu um “Índice de Cidades Inteligentes – Portugal” em 2012, com o objetivo de atribuir um *ranking* às cidades em Portugal de acordo com o nível de inteligência urbana que apresentam, em semelhança aos índices desenvolvidos internacionalmente, tendo em conta um conjunto de indicadores que estão integrados em cinco dimensões: governança, inovação, inclusão, sustentabilidade e conectividade, cada uma com algumas subdimensões.



**Figura 7** - Dimensões e Sub-dimensões do Índice de Cidades Inteligentes

Este índice teve a sua primeira edição em 2012, onde foram analisados 20 a 25 municípios que passaram a integrar a Rede RENER, com as dimensões e subdimensões que já referi, todavia a INTELI encontra-se a trabalhar na segunda edição do “Índice de Cidades Inteligentes – Portugal”, desta feita propõe-se a estudar 46 municípios no território português, aplicando 21 subdimensões e 120 novos indicadores. O lançamento desta segunda edição está proposto para 2017.

#### 2.4.1 Projetos de Cidades Inteligentes em Portugal

Em Portugal têm sido desenvolvidos alguns projetos que têm em vista um melhor desenvolvimento do planeamento urbano, nomeadamente no sentido de caminhar para cidades mais inteligentes, nas mais variadas áreas de administração local.

**Tabela 7** – Projetos desenvolvidos em Portugal no âmbito das cidades inteligentes

| CIDADE                 | TIPOLOGIA  |                               |            |                               |                     | TOTAL de Projetos |
|------------------------|------------|-------------------------------|------------|-------------------------------|---------------------|-------------------|
|                        | Governança | Energia, Ambiente e Edificado | Mobilidade | Sociedade e Qualidade de Vida | Economia e Inovação |                   |
| Águeda                 | 1          | 2                             | 1          | 0                             | 0                   | 3                 |
| Almada                 | 1          | 1                             | 1          | 0                             | 1                   | 4                 |
| Amadora                | 1          | 1                             | 0          | 1                             | 0                   | 3                 |
| Aveiro                 | 1          | 0                             | 2          | 0                             | 0                   | 3                 |
| Baião                  | 1          | 0                             | 0          | 1                             | 0                   | 2                 |
| Barreiro               | 0          | 0                             | 1          | 0                             | 0                   | 1                 |
| Beja                   | 0          | 1                             | 2          | 0                             | 0                   | 3                 |
| Bragança               | 0          | 0                             | 0          | 0                             | 1                   | 1                 |
| Cascais                | 2          | 1                             | 1          | 0                             | 0                   | 4                 |
| Esposende              | 0          | 2                             | 0          | 0                             | 0                   | 2                 |
| Évora                  | 0          | 1                             | 0          | 0                             | 0                   | 1                 |
| Faro                   | 1          | 0                             | 0          | 0                             | 0                   | 1                 |
| Guimarães              | 0          | 1                             | 0          | 0                             | 1                   | 2                 |
| Loures                 | 1          | 1                             | 0          | 0                             | 0                   | 2                 |
| Maia                   | 0          | 1                             | 0          | 0                             | 0                   | 1                 |
| Matosinhos             | 1          | 1                             | 0          | 0                             | 0                   | 2                 |
| Porto                  | 1          | 0                             | 0          | 1                             | 2                   | 4                 |
| Póvoa do Varzim        | 0          | 0                             | 0          | 1                             | 0                   | 1                 |
| Setúbal                | 0          | 0                             | 0          | 1                             | 0                   | 1                 |
| Sintra                 | 0          | 1                             | 0          | 0                             | 1                   | 2                 |
| Torres Vedras          | 0          | 2                             | 1          | 0                             | 0                   | 3                 |
| Trofa                  | 0          | 0                             | 0          | 1                             | 0                   | 1                 |
| Valongo                | 1          | 0                             | 0          | 0                             | 0                   | 1                 |
| Vila Nova de Famalicão | 0          | 0                             | 0          | 0                             | 0                   | 0                 |
| Vila Nova de Gaia      | 1          | 2                             | 0          | 0                             | 0                   | 3                 |
| Viseu                  | 1          | 1                             | 0          | 0                             | 0                   | 2                 |

## Capítulo 3 - Métodos e Materiais

Ao longo deste trabalho, e depois de elaborada a revisão da literatura no que diz respeito às cidades inteligentes, proponho o desenvolvimento de um modelo capaz de medir o grau de inteligência urbana dos municípios de Portugal Continental, semelhante a alguns índices que foram sendo desenvolvidos, tanto a nível de investigação académica, como desenvolvidos por empresas, tanto a nível global como aplicados ao país, tendo em vista elaborar um *ranking* de cidades no que diz respeito a várias áreas: sustentabilidade, inovação, saúde, energia, mobilidade, qualidade de vida, economia e ambiente.

Os modelos em que me baseei para desenvolver a metodologia caíram sobre o Índice de Cidades Inteligentes, desenvolvido pela INTELI com o objetivo de posicionar as cidades portuguesas num nível de inteligência urbana, mostrando-se capaz de servir como manual de boas práticas e suporte de informação a nível municipal para os decisores de políticas públicas. Assim a INTELI propõe, através deste índice, destacar qual a cidade

que apresenta melhores práticas nas áreas anteriormente citadas e que, com isso, conseguem atrair visitantes, empresas, negócios, investidores e têm a capacidade de oferecer qualidade de vida tanto a novos habitantes como aos que nela já se encontram a viver.

O modelo do Índice de Cidades Inteligentes baseou-se em sete passos: conceptualização do modelo de análise, definição das dimensões e subdimensões de caracterização, seleção dos indicadores e variáveis, cálculo dos indicadores, normalização dos indicadores, agregação dos indicadores e cálculo do índice.

**Tabela 5** - Resumo dos passos dados para a elaboração do modelo contextual apresentado no ICI. (adaptado).

| <b>Passos tomados para realização do modelo</b>            |                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Conceptualização do modelo de análise                   | Integra a definição do modelo conceptual associado a uma cidade inteligente.                                                                               |
| 2. Definição das dimensões e sub-dimensões dos indicadores | Visa o estabelecimento das dimensões e sub-dimensões da análise que caracteriza uma cidade inteligente. Foram consideradas 5 dimensões e 21 sub-dimensões. |
| 3. Seleção dos indicadores e variáveis                     | Refere-se à definição dos indicadores que pretende quantificar e/ou qualificar as dimensões e subdimensões de análise. Foram estabelecidos 80 indicadores. |
| 4. Cálculo dos indicadores                                 | Diz respeito à quantificação e qualificação dos indicadores e variáveis a partir da recolha de informação primária e secundária.                           |
| 5. Normalização dos indicadores                            | De forma a permitir a comparabilidade dos indicadores, estes foram normalizados numa escala de 0 a 10.                                                     |
| 6. Agregação dos indicadores                               | Integra a condensação dos indicadores com vista à avaliação do posicionamento dos municípios em termos de dimensões e subdimensões de análise.             |
| 7. Cálculo do Índice                                       | Refere-se à aferição do índice para cada município, através da agregação dos valores da dimensão de análise.                                               |

Para a realização deste modelo, o ICI, focou-se em seis dimensões: Governação, Inovação, Sustentabilidade, Inclusão e Conectividade.

**Tabela 6** - As dimensões tidas em conta no modelo do ICI e a sua explicação (Retirado do ICI).

|                  |                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Dimensões</b> | <b><u>Governação</u></b>       | Integra as políticas urbanas, assim como os processos de cooperação entre atores políticos, económicos e sociais, com destaque para as questões da participação pública. A eficiência, eficácia e transparência da provisão de serviços públicos são também fatores chave da análise da inteligência urbana                                                              |
|                  | <b><u>Inovação</u></b>         | Abarca a competitividade das cidades em termos de criação de riqueza e geração de emprego. Foca-se não só nos sectores intensivos em I&D e tecnologia, mas também no contributo das atividades da economia criativa, verde e social para o desenvolvimento económico dos espaços urbanos                                                                                 |
|                  | <b><u>Sustentabilidade</u></b> | Inclui a eficiência na utilização dos recursos, a proteção do ambiente, assim como o equilíbrio dos ecossistemas. A gestão da água e dos resíduos, a eficiência energética e a utilização de energias renováveis, a construção sustentável, a mobilidade, as emissões de gases com efeito de estufa e a biodiversidade são alguns dos fatores chave do estudo.           |
|                  | <b><u>Inclusão</u></b>         | Integra não só as questões associadas à coesão social, mas também a diversidade cultural, a inovação e o empreendedorismo social e a inclusão digital ao nível dos serviços de saúde, segurança, educação, cultura e turismo. A utilização de tecnologias digitais ao serviço da integração social de camadas mais desfavorecidas da população é também alvo de análise. |
|                  | <b><u>Conectividade</u></b>    | Abarca o envolvimento das cidades em redes territoriais nacionais e internacionais, assim como o nível de integração de funções e infraestruturas urbanas. A utilização de tecnologias de informação e comunicação e de redes digitais é considerada como um fator crítico de sucesso.                                                                                   |

Dentro destas dimensões estão inseridas subdimensões que, por sua vez, apresentam um determinado número de indicadores capazes de fazer um diagnóstico do município, analisar as estratégias urbanas em curso e o grau de utilização das TIC e redes digitais.

O segundo índice em que me baseei para desenvolver a metodologia foi o *Smart City Index*, desenvolvido pela IDC (*International Data Corporation*) em 2015. O objetivo deste índice é semelhante ao objetivo do que foi realizado pela INTELI: propõe ser fonte de consulta para as entidades municipais, no que diz respeito ao futuro das cidades nacionais; o *Smart City Index* pretende disponibilizar um instrumento de avaliação das cidades, analisando as melhores práticas a nível nacional nas mais variadas áreas: energia, ambiente, governo, transportes, edifícios e serviços. Além disso, pretende oferecer um conjunto de recomendações úteis para um planeamento urbano mais eficiente.

A metodologia seguida pela IDC no desenvolvimento do *Smart City Index* incidiu-se sobre os seguintes passos (Smart City Index, 2015):

- Identificação dos critérios chave para uma cidade inteligente;
- Identificação dos subcritérios de avaliação e respetiva ponderação;
- Identificação dos indicadores para cada um dos subcritérios;
- Quantificação dos indicadores com base no modelo de ponderação;
- Ranking das cidades

Este modelo dividiu-se em três forças motrizes: pessoas, economia e TIC; e em cinco vectores de inteligência: *smart government*, *smart buildings*, *smart mobility*, *smart services* e *smart energy&environment*. Estes critérios de avaliação dividem-se em vinte e três subcritérios e em cinquenta e oito indicadores.

A partir destes modelos desenvolvidos pela INTELI e pela IDC para elaborar *rankings* das cidades portuguesas, decidi desenvolver uma metodologia própria semelhante e aplicar essa metodologia a todos os municípios de Portugal Continental. Considerei as dimensões que ambos apresentaram, bem como os indicadores que se encontravam inseridos nas subdimensões. No âmbito deste trabalho, achei que teria uma melhor aplicabilidade considerar um número mais reduzido de indicadores e, assim, não dividir as dimensões em subcategorias, considerando um menor número de indicadores, contudo, estudar esses indicadores para todos os municípios de Portugal Continental, algo que os índices referidos anteriormente não fazem, pois consideram apenas os municípios do RENER *Living Lab*.

Desta forma, dividi 18 indicadores por três dimensões: Energia, Ambiente e Edificado, Tecnologia, Inovação e Mobilidade e Sociedade e Qualidade de Vida.

**Tabela 7** – Dimensões e Indicadores considerados para o desenvolvimento da metodologia

| <b>Dimensões</b>                  | <b>Indicadores</b>                                                        | <b>Fonte dos dados</b> |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Energia, Ambiente e Edificado     | Produção de resíduos produzidos per capita                                | PORDATA                |
|                                   | Qualidade da água                                                         | PORDATA                |
|                                   | Consumo de água per capita                                                | PORDATA                |
|                                   | Tratamento de águas residuais                                             | INE                    |
|                                   | Caracterização energética dos edifícios                                   | ADENE                  |
|                                   | Consumo de energia elétrica municipal                                     | INE                    |
|                                   | Consumo de energia elétrica per capita                                    | PORDATA                |
|                                   | Iluminação Pública                                                        | INE                    |
|                                   | Reciclagem                                                                | PORDATA                |
| Tecnologia, Inovação e Mobilidade | Emprego                                                                   | PORDATA                |
|                                   | Empresas                                                                  | INE                    |
|                                   | Alunos por computador com acesso à internet no ensino básico e secundário | PORDATA                |
|                                   | Mobilidade sustentável                                                    | IGEO                   |
| Sociedade e Qualidade de Vida     | Apoio de Rendimentos sociais                                              | PORDATA                |
|                                   | População residente jovem                                                 | PORDATA                |
|                                   | Médicos por habitante                                                     | PORDATA                |
|                                   | Poder de compra per capita                                                | PORDATA                |
|                                   | Taxa de desemprego                                                        | PORDATA, INE           |

Para pôr em prática esta metodologia, o tratamento dos dados foi feito sobretudo nos softwares ArcGis 10.3 com a licença disponibilizada pela ESRI em parceria com a Faculdade de Letras da Universidade do Porto, mas também o Microsoft Office Excel, bem como o SPSS IBM 21, disponibilizado pela faculdade.

Como base para os indicadores, os municípios foram adquiridos através da CAOP de 2016, fazendo um dissolve pelos municípios através das ferramentas *Geoprocessing > Dissolve*.

Para a elaboração dos mapas, as tabelas de indicadores, originalmente em formato .xls, foram exportadas para formato .dbf, sendo assim possibilitada a sua manipulação no ArcMap.

Para obtenção dos dados recorreu-se às mais variadas plataformas de disponibilização de dados, mas destacaram-se o PORDATA, o INE, o IGEO e o *site* da ADENE, como fontes principais.

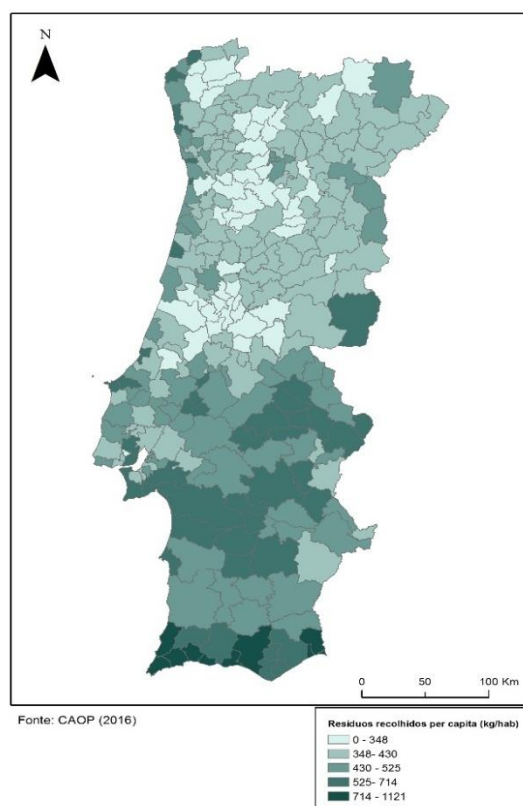
## Capítulo 4 - Resultados

Uma vez posta em prática a metodologia proposta, seguiu com a elaboração de alguma cartografia e esquemas que sintetizam como é que cada município se posiciona em cada um dos indicadores estudados.

Para a primeira dimensão - Energia, Ambiente e Edificado decidi ter em conta os seguintes indicadores: Produção de resíduos produzidos *per capita*, qualidade da água, consumo de água *per capita*, tratamento de águas residuais, caracterização energética dos edifícios, consumo de energia elétrica municipal, consumo de energia elétrica *per capita*, iluminação pública e reciclagem. Desta forma, dentro desta dimensão os resultados verificados foram os seguintes:

Para o primeiro indicador, a produção de resíduos recolhidos *per capita*, é menor nos concelhos de Celorico de Basto, Alvaiázere, Cinfães, Arouca, Certã e Castanheira de Pêra. Já a maior produção de resíduos por pessoa verificou-se em Albufeira, Vila do Bispo, Lagoa, Lagos, Castro Marim e Loulé.

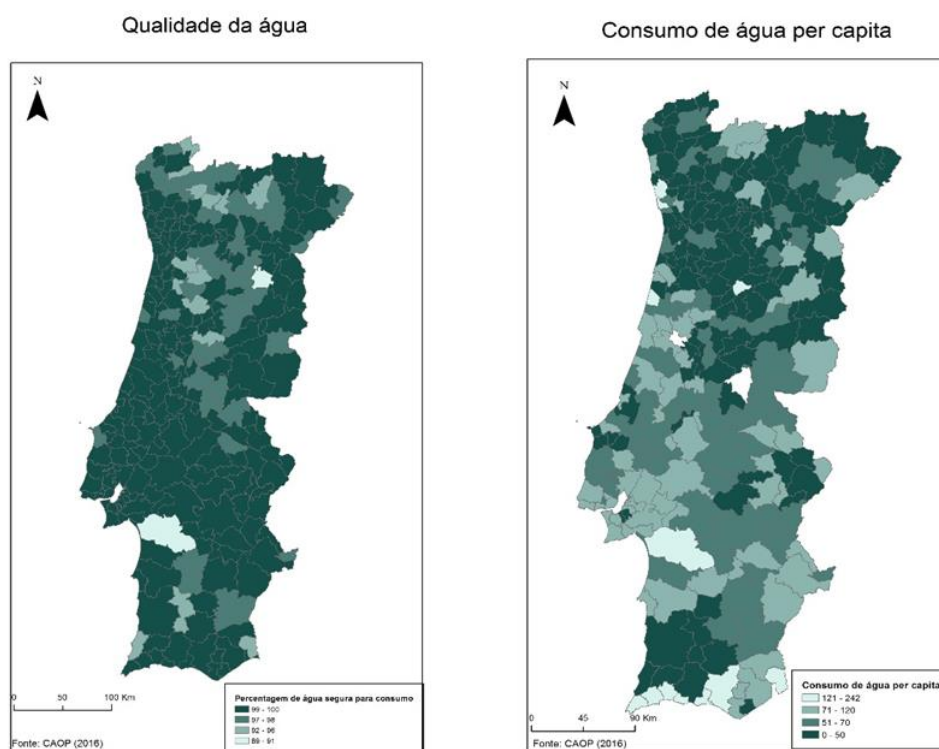
Produção de resíduos recolhidos per capita



**Figura 8** - Mapa de produção de resíduos recolhidos *per capita* (kg/hab)

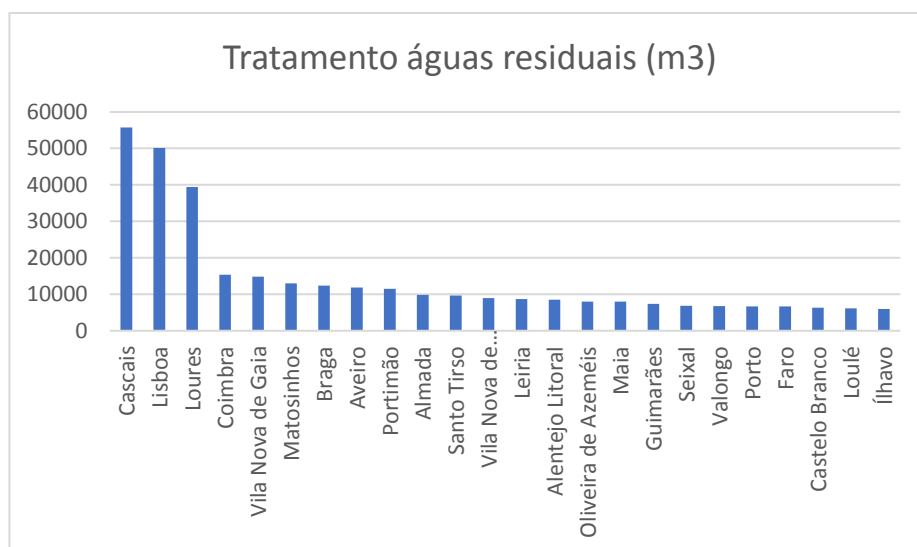
No que diz respeito ao segundo indicador desta dimensão, a qualidade da água, indica-nos que a percentagem de água segura para consumo é de 100% para muitos dos municípios do país, exceptuando os concelhos de Alcácer do Sal, Trancoso, Arouca e Server do Vouga, municípios estes que apresentam percentagens entre os 81% e os 94%.

Já para o terceiro indicador, o consumo de água per capita, demonstra maiores valores nos concelhos de Loulé, Castro Marim e Albufeira. Denota-se uma maior poupança deste recurso nos municípios da Lourinhã, Penamacor, Barreiro e Figueiró dos Vinhos.



**Figura 9** - Mapa da Qualidade da Água por distrito (% de água segura), à esquerda e mapa que representa o consumo de água *per capita*, à direita.

O tratamento de águas residuais destaca-se sobretudo nos municípios de Cascais, Lisboa, Loures e Coimbra, mas também no de Vila Nova de Gaia, Matosinhos, Braga e Aveiro. Estes são os concelhos que apresentam melhores práticas no que diz respeito a tratamento das águas residuais, de forma a possibilitar o uso futuro destas mesmas.



**Figura 10** - Municípios com melhores práticas no tratamento de águas residuais

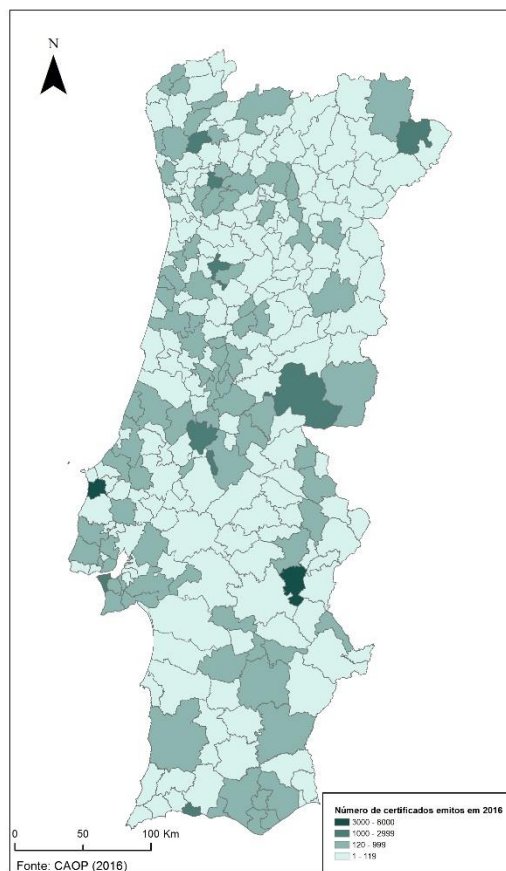
Quanto no que à caracterização energética diz respeito, decidi medir este indicador considerando o número de certificados emitidos pela ADENE que visa informar o desempenho energético dos edifícios, classificando-os em A+, A, B, B-, C, D, E, F, sendo o A+ os que apresentam mais eficiência e, por isso, com melhor qualidade de edifícios, desempenho térmico e isolamento.



**Figura 11** - Graus de desempenho energético dos edifícios (ADENE)

Com maior número de certificados emitidos no ano de 2017 pela ADENE, destacam-se os municípios de Lisboa, Porto, Sintra, Cascais, Vila Nova de Gaia e Braga. Os que apresentam menos certificados emitidos são Barrancos e Monforte.

### Caracterização energética dos edifícios



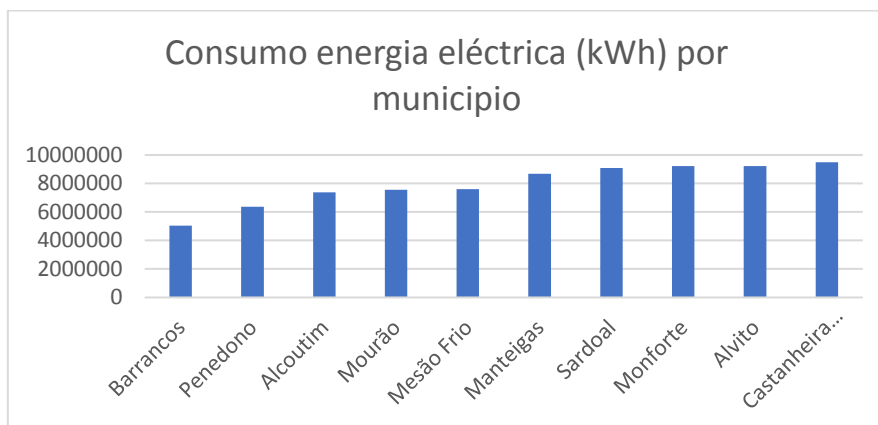
**Figura 12** - Mapa com o número de certificados energéticos emitidos em 2017

Nos indicadores ligados à energia, considerei os indicadores: consumo de energia elétrica por município, o consumo de energia elétrica *per capita* e a iluminação pública. No primeiro indicador, os municípios que se destacam com melhores práticas por serem os municípios que menos energia elétrica consomem são Barrancos, Penedono, Alcoutim e Mourão, enquanto que os que consomem mais são o concelho de Lisboa, Figueira da Foz, Maia e Porto.

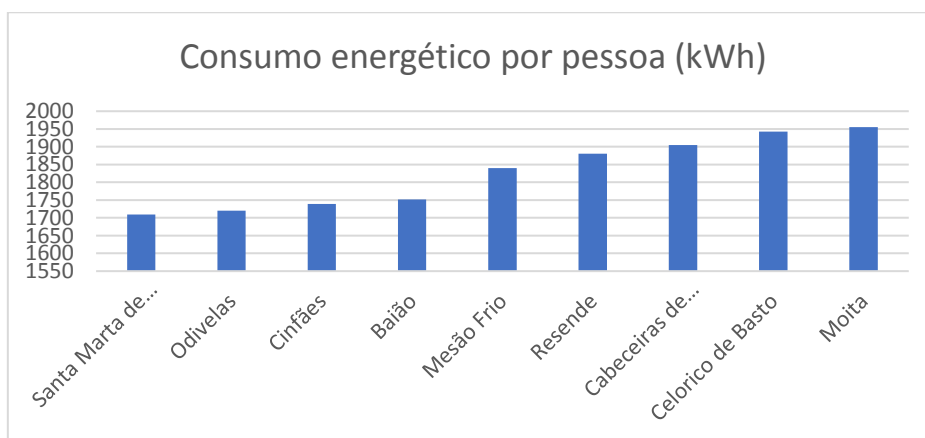
Já no que ao consumo de energia elétrica *per capita* concerne, os municípios que se destacam pelo menor consumo desta fonte de energia são: Santa Maria de Penaguião, Odivelas, Cinfães e Baião. Já os que apresentam maior consumo são os de Sines, Vila Velha de Ródão, Castro Verde e Constância.

Quanto ao indicador da Iluminação Pública, os concelhos de Vila Nova de Gaia, Sintra, Porto, Cascais e Cova da Eira, mostram mais atenção com este importante

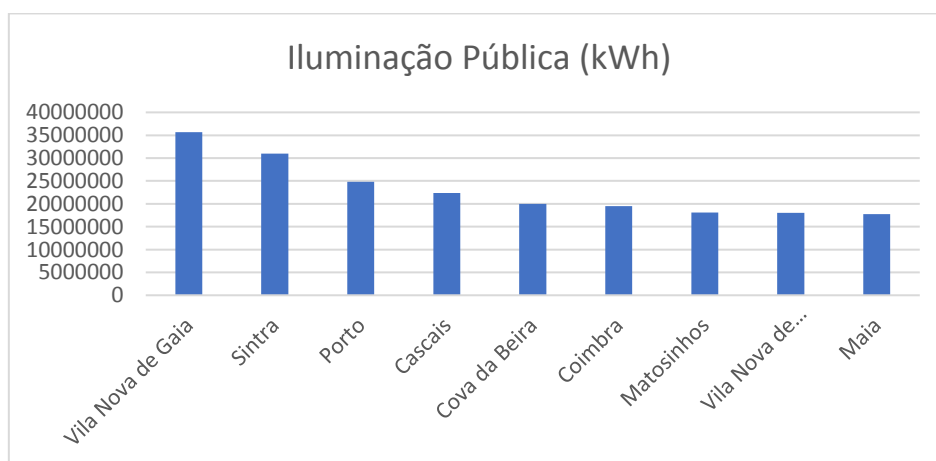
equipamento. Já os municípios que se destacam pela negativa são os de Barrancos, Mourão, Alvito e Monforte.



**Figura 13** - Municípios que consomem menos energia eléctrica (kWh)

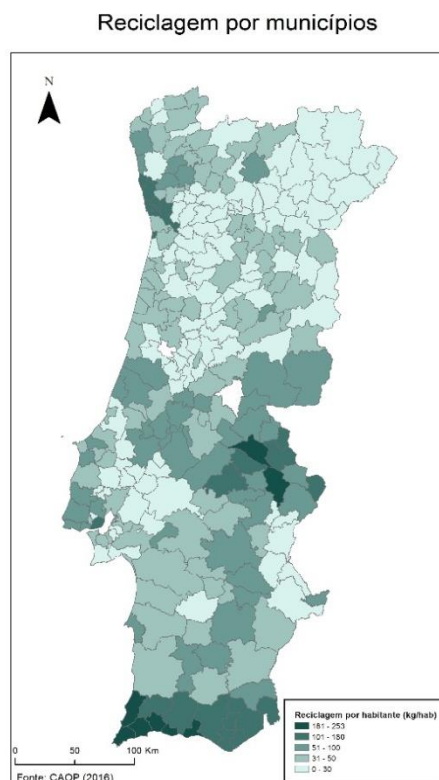


**Figura 14** - Municípios que consomem menos energia eléctrica por pessoa (kWh)



**Figura 15** - Municípios com mais iluminação pública

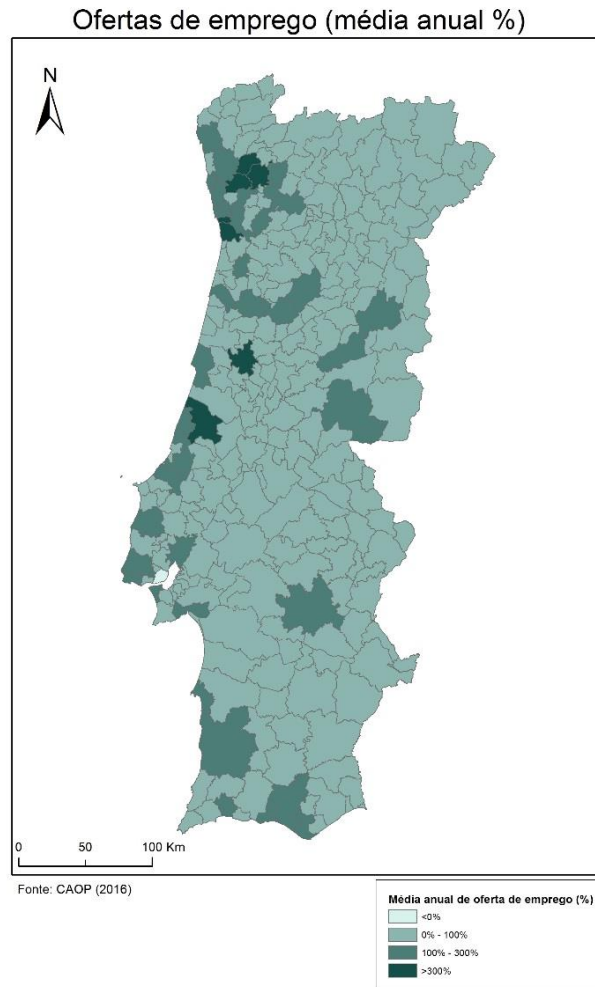
Quanto à recolha seletiva de resíduos urbanos, os municípios que destacam por uma boa prática de reciclagem são Crato, Portimão, Monforte, Vila do Bispo, Albufeira. Já os que não se destacam nesta prática são Murça, Mesão Frio, Oliveira de Frades e Castro de Aire.



**Figura 16** - Mapa que mostra a reciclagem por habitante em cada município (kg/hab)

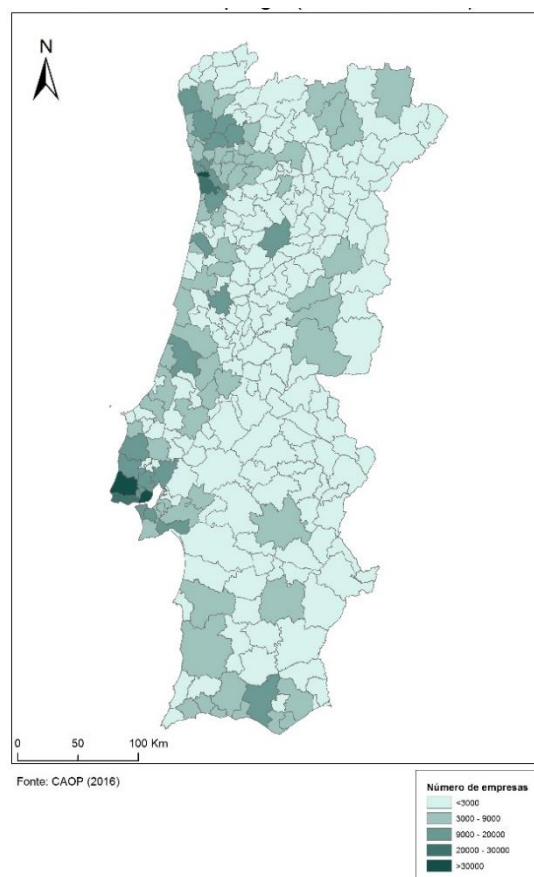
A segunda dimensão que considerei foi a Tecnologia, Inovação e Mobilidade. Nesta dimensão inseri os seguintes indicadores: Emprego, empresas, cobertura de redes de alta velocidade fixa, os alunos por computador com acesso à internet no ensino básico e secundário e a mobilidade sustentável.

No primeiro indicador desta dimensão – Oferta de emprego -, ficámos a saber que existem alguns municípios onde a percentagem média anual desta é negativa, como acontece no caso de Lisboa, Loures, Santarém e Colegã. Em contrapartida, alguns concelhos destacam-se pela crescente oferta de emprego, ultrapassando os 300%, como acontece com Vila Nova de Gaia, Porto, Guimarães e Braga.



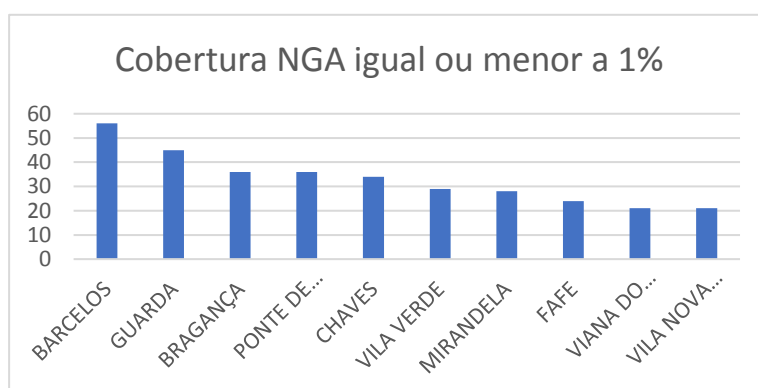
**Figura 17** - Mapa com a média anual de ofertas de emprego (%), por município

Já no que diz respeito ao número de empresas, Lisboa, Porto, Sintra, Vila Nova de Gaia e Cascais são quem apresenta o maior número, ao contrário de Alvito, Barrancos, Pampilhosa da Serra, Mourão e Castanheira de Pêra, que são os municípios que contam com um menor número de empresas instaladas na sua área.



**Figura 18** - Mapa com número de empresas por município

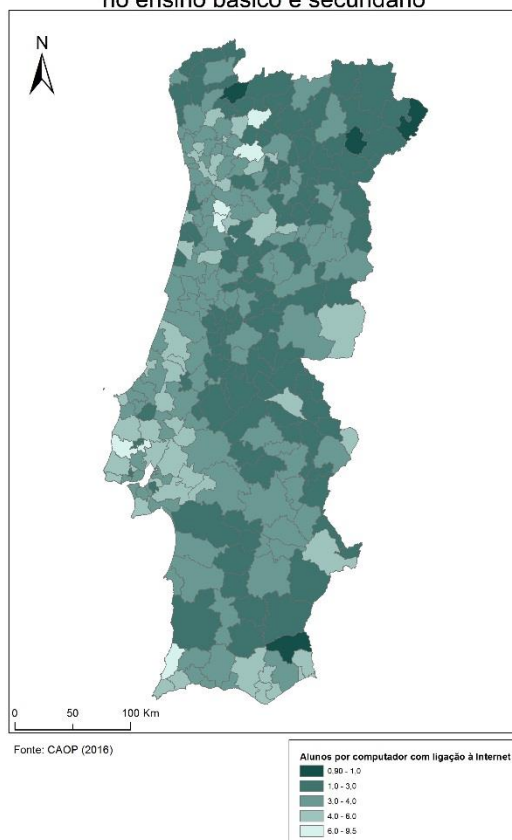
Para o terceiro indicador desta dimensão – cobertura de redes de alta velocidade fixa – atentei onde a cobertura de NGA é menor ou igual a 1%, uma vez que quando isto acontece, significa que a cobertura é insuficiente. Assim, os municípios onde isto ocorre são Barcelos, Guarda, Bragança, Ponte de Lima, Chaves, Vila Verde, Mirandela e Fafe.



**Figura 199** - Gráfico com cobertura das redes de nova geração igual ou menor a 1%

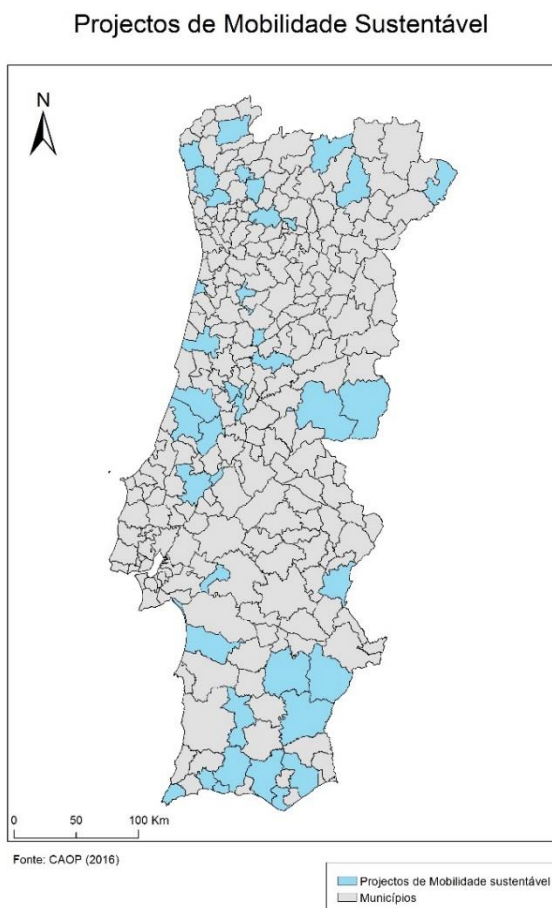
O quarto indicador no âmbito da dimensão Tecnologia, Inovação e Mobilidade – Alunos por computador com acesso à net no básico e no secundário -, existem menos computador por aluno em Miranda do Douro (0,9 alunos por computador), Alcoutim, Alfândega da Fé e Terra do Bouro (1 aluno por computador). Já os municípios onde os alunos são mais por cada computador com ligação à Internet são Aljezur (9,5 alunos por computador), Vale de Cambra (7,1) e Arruda dos Vinhos (7,1).

Alunos por computador com acesso à Internet  
no ensino básico e secundário



**Figura 20** – Mapa com o número de alunos com ligação à Internet no ensino básico e secundário

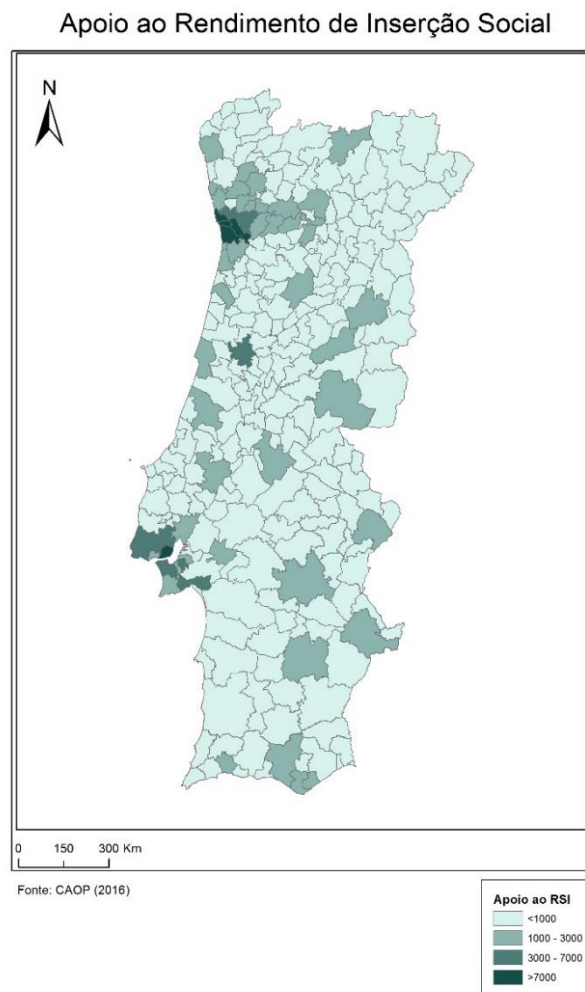
Para o último indicador dentro desta dimensão – mobilidade sustentável – decidi considerar quais os municípios que apresentam projetos de mobilidade sustentável e quais os que não. Desta forma, os que apresentam boas práticas nesta área são 40 municípios, entre eles Amarante, Barcelos, Beja, Faro, Leiria, Loulé e Portimão e Viana do Castelo. Este tipo de projetos encontra-se ainda pouco postos em prática no nosso país.



**Figura 21** – Mapa com os projetos de mobilidade sustentável existentes por município

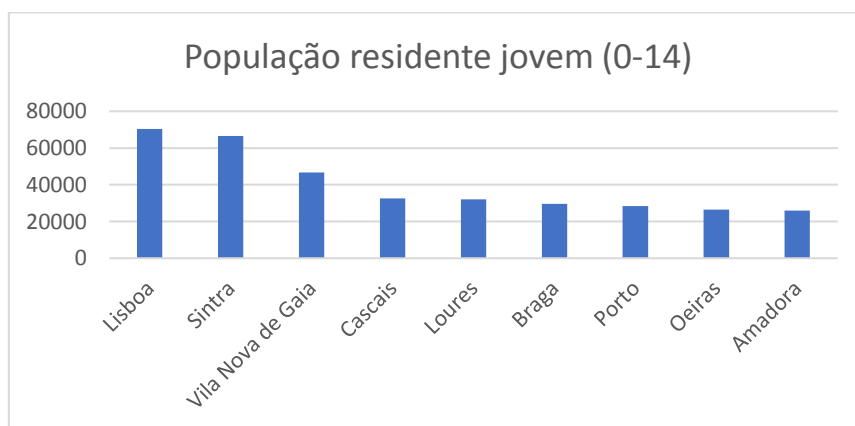
A terceira dimensão ponderada neste modelo foi a Sociedade e Qualidade de Vida e nela utilizei os seguintes indicadores: Apoio de rendimentos sociais, população residente jovem, médicos por habitante, poder de compra *per capita* e taxa de desemprego.

Para o primeiro indicador, Apoio de rendimentos sociais, utilizei os dados disponibilizados pelo PORDATA com o número de habitantes com apoio ao rendimento social de inserção. Os municípios que maior número de pessoas com apoio ao rendimento social de inserção são Lisboa, Porto, Vila Nova de Gaia e Gondomar.



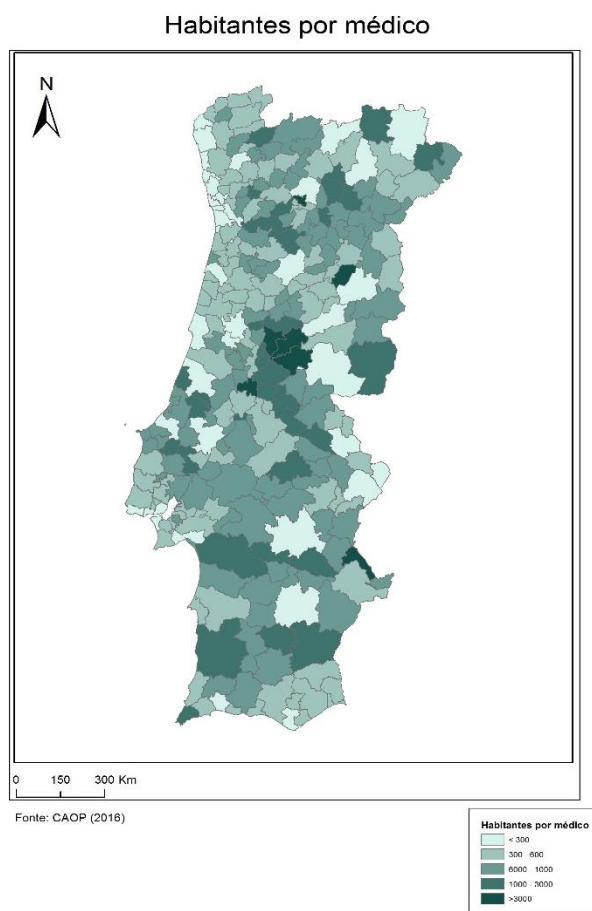
**Figura 22** – Mapa que represa o apoio ao rendimento social de inserção por município

Para o segundo indicador – população residente jovem, reparamos que os concelhos que apresentam o maior número de residentes até aos 14 anos, por isso, jovens são os de Lisboa, Sintra, Vila Nova de Gaia, Cascais, Loures, Braga, Porto, Oeiras e Amadora.



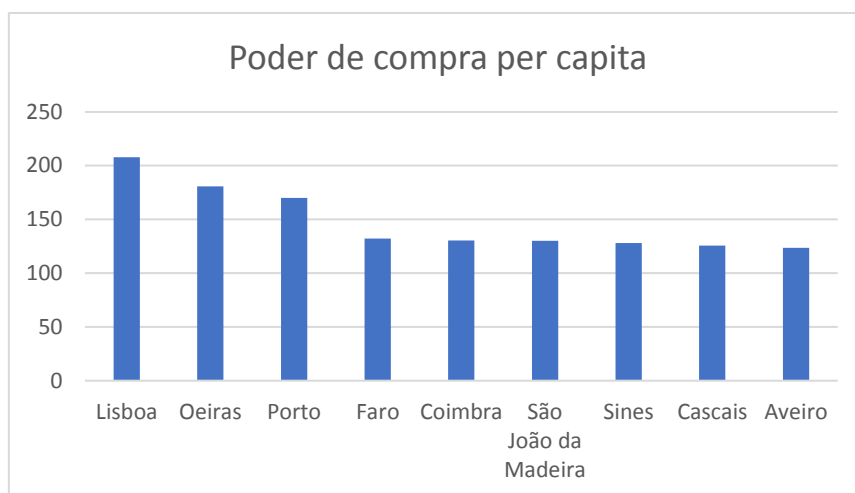
**Figura 23** – Gráfico que represa os municípios com o maior número de população residente jovem

Um outro indicador que achei por bem retratar foi o número de habitantes por médico, importante para perceber quais são os recursos humanos existentes a nível da saúde. Assim, os municípios onde são necessários menos médicos por habitante, representando uma melhor prática, uma vez que o médico pode prestar mais atenção a cada paciente, são Coimbra, Porto, Lisboa, Faro e Oeiras. Já os que necessitam de mais médicos por habitantes são os concelhos de Oleiros, Pampilhosa da Serra, Ferreira do Zêzere, Góis e Celorico da Beira.



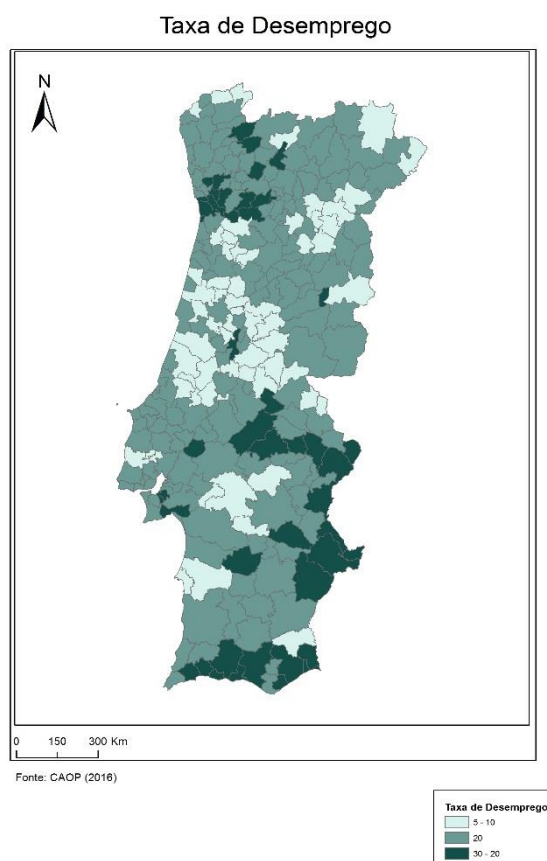
**Figura 24** – Mapa que representa o número de habitantes por médico em cada município

Um outro indicador que achei importante conhecer foi o poder de compra *per capita*, indicador este que dá a conhecer o poder económico de cada habitante por município. Assim, o maior número encontra-se em Lisboa, Oeiras, Porto, Faro e Coimbra. Já os municípios com maior número de habitantes com menor poder de compra são Cinfães, Tabuaço, Celorico de Basto, Resende e Baião.



**Figura 25** – Gráfico que representa os municípios com maior poder de compra per capita

Por fim, o último indicador que tomei em conta foi a taxa de desemprego. Os municípios que se encontram melhor posicionados, ou seja, com uma menor taxa de desemprego são



**Figura 26** – Mapa que representa a taxa de desemprego por município

## **Capítulo 5 - O contributo dos sistemas de informação geográfica para as cidades inteligentes**

Os SIG têm mostrado um forte contributo para o desenvolvimento do conceito de cidade inteligente e para a implementação desta nova forma de planeamento urbano. Estes vieram prover soluções eficientes para garantir uma gestão territorial inteligente e eficaz das cidades, de forma a existir um planeamento e desenvolvimento sustentável do tecido urbano, nas mais variadas formas de administração: ambiente, energia e recursos naturais, transporte, governação, transparência participação pública, cidadãos e qualidade de vida. Tudo isto tem como objetivo base, potencializar as capacidades das infraestruturas, sejam elas públicas ou privadas, tendo sempre em vista tornar as cidades atrativas para cidadãos e empresas, mas também tendo em conta a melhoria da qualidade de vida da população.

Os sistemas de informação geográfica associados às cidades inteligentes apresentam várias vantagens por haver uma agregação do espaço geográfico às problemáticas apresentadas pelas modificações nas cidades atuais, capaz de oferecer soluções quase em tempo real e através de informação 3D.

Segundo a ESRI Portugal, a implementação dos sistemas de informação geográfica na administração local tem vindo a garantir o desenvolvimento das comunidades e cidades cada vez mais inteligente e eficiente, que atua nos diferentes sectores: segurança, energia, transporte, saúde, ambiente e de inovação.

Os usos dos sistemas de informação geográfica ajudam a responder à necessidade de “gestão em áreas como os transportes, saúde, educação, obras públicas, ambiente, eficiência energética, ação e habitação social, infraestruturas e proteção civil” (ESRI Portugal).

Inicialmente a ESRI Portugal considerava abordagens inteligentes para grandes áreas metropolitanas ou focadas para a resolução de problemas específicos. Contudo, a empresa foi colaborando com entidades locais para criar ferramentas capazes de ajudar no planeamento eficaz de qualquer área, independentemente da sua localização geográfica ou do tamanho, e aplicável em qualquer área da administração pública.

Desta forma, a ESRI disponibiliza algumas soluções como é o caso da ferramenta ArcGis Smart City, da extensão City Engine e do, mais recentemente, Hub.

- HUB

Desenvolvido pela ESRI em julho de 2011, esta ferramenta propõe o envolvimento de toda a comunidade com a criação de “*hubs* de inovação”. Consiste numa plataforma de envolvimento cívico, capaz de melhorar a partilha de dados. Além disso, tem como objetivo a análise desses dados. Esta ferramenta destaca-se pela grande importância que têm para as cidades inteligentes por conjugar o *open source* – disponibilidade de utilização aberta – e a utilização de dados 3D.

A utilização deste instrumento foi pioneira em Los Angeles, na Califórnia com o objetivo de envolver mais os cidadãos e as empresas na partilha e comunicação de dados, facilitando a prestação de serviços.

- City Engine

É uma ferramenta disponibilizada pela ESRI que auxilia no planeamento urbano, arquitetura e design. Usa a visualização dos dados 3D, o que contribui para antever possíveis a implementação dos projetos. A partir desta ferramenta podem ser visualizados possíveis erros de decisões, o que faz com que se evite custos na fase de construção desta decisões.

Através desta ferramenta pode haver partilha de dados, possibilitando a participação e o melhoramento da comunidade.

Esta ferramenta permite:

- Criação de cidades e edifícios 3D eficientes, a partir de dados 2D/3D.
- Guardar alterações feitas em modelos 3D, previamente realizados, numa *geodatabase*.
- Partilhar cidades 3D no ArcGIS Online.



**Figura 27** – Workflow para criar modelos 3D a partir de dados 2D

## Capítulo 6 – Conclusões

Depois de estudado o tema das cidades inteligentes em Portugal, consigo concluir que apesar deste ser um conceito recente na literatura, já se apresenta como o caminho a seguir no que diz respeito ao planeamento urbano. As cidades atuais encontram-se num nível de desenvolvimento sem precedentes, fazendo com as problemáticas geradas por esse desenvolvimento e crescimento sejam novas, colocando-se como obstáculo aos decisores políticos e planeadores urbanos. Para resolver estes novos problemas, tem-se recorrido ao planeamento mais inteligente, sinónimo de mais eficaz, baseando-se na tecnologia, recurso este que é fundamental a um urbanismo mais pensado para as pessoas, empregas e negócios, para a comunidade pública e privada.

Têm-se criado ferramentas pelos sistemas de informação geográfica capazes de automatizar o desenvolvimento das cidades inteligentes. Os SIG associados à crescente disponibilidade de informação e de dados, pode-se tornar útil para a visualização, disponibilização e utilização de dados, que podem ser manipulados pela comunidade ou por empresas responsáveis, capaz de conectar público e privado, cidadãos e entidades.

Os sistemas de informação geográfica, bem como outras tecnologias geoespaciais são fundamentais para um planeamento urbano mais inteligente na era das tecnologias. Surge uma necessidade de desenhar as comunidades inteligentes para perceber os desafios do planeamento urbano, das operações e sustentabilidade da cidade. As aplicações deste tipo de tecnologia são vastas: informação do terreno, planeamento urbano e regional, gestão de edifícios, monitorização inteligente e vigilância, mobilidade urbana, trabalhos públicos e serviços, compreensão da saúde humana, resposta a emergências e desastres e *e-governance*.

As grandes dificuldades que obtive ao estudar as cidades inteligentes em Portugal destacaram-se, principalmente, na procura de dados para utilizar na metodologia desenvolvida. A maioria destes só se encontravam disponibilizados por NUTS e não por município, o que me levou a reduzir o número de indicadores considerados em cada dimensão. Decidi optar por reduzir o seu número e manter a análise por município em vez de a realizar por NUTS, pois, a meu ver, torna a pesquisa mais específica dentro do tema das cidades inteligentes.

Um dos objetivos que me tinha proposto a alcançar, mas não consegui cumprir pelo escassear do tempo, foi a aplicação das ferramentas, ou de uma ferramenta, disponibilizada pelos Sistemas de Informação Geográfica numa das cidades que

apresentava um número maior de boas práticas. A ideia seria a criação da cidade em 3D no *software* ArcGis, nomeadamente com a extensão City Engine. Contudo, penso que seria interessante dar continuidade a este estudo, elaborando isso mesmo, uma cidade 3D capaz de auxiliar o planeamento de uma cidade inteligente.

## Bibliografia

- Allwinkle, S., & Cruickshank, P. (2011). Creating Smart-er Cities: An Overview. *Journal of Urban Technology*, 11.
- Angelidou, M. (julho de 2014). Smart city policies: A spatial approach. *Cities*, 41, pp. S3-S11.
- Angelidou, M. (setembro de 2015). Smart cities: A conjuncture of four forces. *Cities*, 47, pp. 95-106.
- Castells, M., & Cardoso, G. (2005). *The Network Society: From Knowledge to Policy*. Washington, DC: Center for Transatlantic Relations.
- Castells, M. (2004). *The Network Society: A cross cultural perspective*; Edgar Elgar; North Hampton, MA, 2004
- Chadwick, A. (2009). Web 2.0: New Challenges for the Study of E-Democracy in an Era of Informational Exuberance. *I/S: A Journal of Law And Policy For The Information Society*, 5.
- Calabrese et al. (2009). Calabrese, F.; Koeckl K. & Ratti C., (2009). Wiki City: real time location-sensitive tools for the city. Handbook of research on urban informatics: the practice and the promise of the real time city. *Forth M.* (Ed), ICI Global, Londres
- Fernandes, R., & Gama, R. (2009/10). Cidades inteligentes, inteligência territorial e criatividade em Portugal. A relação entre as dimensões real e virtual dos sistemas de conhecimento e aprendizagem. *Cadernos de Geografia*, 28-29, pp. 81-91.
- Florida, R. (2002). The rise of the creative class and how it's transforming work, leisure, community and everyday life. New York. *Basic Books*
- Hall, P. (2000). Creative Cities and economic developmen. *Urban Studies*. 37 (4), p. 633-649
- INTELI. (2012). Índice de Cidades Inteligentes 2020. Disponível em: [http://www.inteli.pt/uploads/documentos/documento\\_1357554966\\_2590.pdf](http://www.inteli.pt/uploads/documentos/documento_1357554966_2590.pdf)
- Hollands, R. (dezembro de 2008). Will the Real Smart City Please Stand Up? *City*, 12.
- Jensen, M., Gutierrez, J., & Pederson, J. (2014). Location Intelligence Application in Digital Data Activity Dimensioning in Smart Cities. *Procedia Computer Science*, 36, pp. 418-424.

- Kitchin, R. (2014). Big Data, new epistemologies and paradigm shifts. *Big Data & Society*, pp. 1-12.
- Kramers, A., Höjer, M., Lövehagen, N., & Wangel, J. (junho de 2014). Smart Sustainable Cities - Exploring ICT Solutions for Reduced Energy Use in Cities. *Environmental Modeling & Software*, 56, pp. 52-62.
- Lee, J., & Lee, H. (junho de 2014). Developing and validating a citizen-centric typology for smart city services. *Government Information Quarterly*, 31, pp. S93-S105.
- Letaifa, S. B. (julho de 2015). How to strategize smart cities: Revealing the SMART model. *Journal of Business Research*, 68, pp. 1414-1419.
- Lombardi, P., Giordano, S., Farouh, H., & Yousef, W. (2011). An Analytic Network Model for Smart Cities. *Proceedings of the International Symposium on the Analytic Hierarchy Process*.
- Mattoni, B., Gugliermetti, F., & Bisegna, F. (julho de 2015). A multilevel method to assess and design the renovation and integration of Smart Cities. *Sustainable Cities and Society*, 15, pp. 105-119.
- Musterd, S. & Ostendorf, W. (2004). Creative cultural knowledge cities: perspectives and planning strategies. *Built Environment*, 20(3), p. 188-193
- Neirotti, P., Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., & Scorrano, F. (junho de 2014). Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. *Cities*, 38, pp. 25-36.
- Partridge, H. (2004). Developing a Human Perspective to the Digital Divide in the Smart City.
- Perboli, G., Marco, A., Perfetti, F., & Marone, M. (2014). A New Taxonomy of Smart City Projects. *Transportation Research Procedia*, 3, pp. 470-478.
- Rios, P. (20089). Creating the smart city. consultado em  
 «[http://archive.udmercy.edu:8080/bitstream/handle/10429/393/2008\\_rios\\_smart.pdf?sequece=1](http://archive.udmercy.edu:8080/bitstream/handle/10429/393/2008_rios_smart.pdf?sequece=1)»
- Selada, C., & Silva, C. (2013). As Cidades Inteligentes na Agenda Europeia: Oportunidades para Portugal. *II Conferência de PRU, VIII ENPLAN e XVIII Workshop APDR: “Europa 2020: retórica, discursos, política e prática”*.
- Shepard, M. (2001). Sentient city: Ubiquitous Computing; Architecture and the Future of Urban Space. *MIT Press*; (MA), 2001
- Smart City Index (2015). Disponibilizado em:  
<http://www.dgterritorio.pt/filedownload.aspx?schema=b511271f-54fe-4d21-9657-24580e9b7023&channel=5D83BE99-238C-4727-83D4->

712E7C3188A0&content\_id=3A965262-040E-48F3-A65E-  
22D483CBCC0F&field=file&lang=pt&ver=1&filetype=pdf&dtestate=2015-03-  
17145707

Silva, S. T. (2004). Políticas Públicas e Estratégias de Sustentabilidade Urbana. *Série Grandes Eventos - Meio Ambiente*.

UN *World Urbanization Prospects*, (2012). Disponível em.

[https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/Files/WPP2012\\_HIGHLIGHTS.pdf](https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/Files/WPP2012_HIGHLIGHTS.pdf)

Wagle, G. (2014). Masdar City: Planning a Sustainable, Smart City - An Integrated Approach. *Municipalika 2014 - 12th International Conference on emerging trends in Sustainable Habitat and Integrated Cities*.

Walravens, N. (maio de 2015). Mobile city applications for Brussels citizens: Smart City trends, challenges and a reality check. *Telematics and Informatics*, 32, pp. 282-299.

<http://www.inteli.pt/pt/go/smart-cities-portugal> (15 novembro de 2016)

[http://www.inteli.pt/uploads/documentos/documento\\_1400235009\\_2055.pdf](http://www.inteli.pt/uploads/documentos/documento_1400235009_2055.pdf)(15 novembro de 2016)

[http://www.inteli.pt/uploads/documentos/documento\\_1357554966\\_2590.pdf](http://www.inteli.pt/uploads/documentos/documento_1357554966_2590.pdf)(15 novembro de 2016)

<http://rener.pt/projectos/> (15 novembro de 2016)

<http://www.smart-cities.pt/pt/noticia/nova-edicao-de-indice-para-cidades-inteligentes-2020/> (15 novembro de 2016)

<http://rener.pt/2a-edicao/> (15 novembro de 2016)

<http://www.smartcitiesprojects.com/page/2/> (15 novembro de 2016)

<https://amsterdamsmartcity.com/international-projects> (15 novembro de 2016)

<http://www.inteli.pt/pt/go/rener1> (15 novembro de 2016)

[http://www.smart-cities.eu/download/smart\\_cities\\_final\\_report.pdf](http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf) (21 dezembro de 2016)

[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE\\_ET\(2014\)507480\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE_ET(2014)507480_EN.pdf) (21 dezembro de 2016)

<https://www.ibm.com/ibm/us/en/?lnk=fab> (21 dezembro de 2016)

<http://www-05.ibm.com/pt/smarterplanet/cities.html> (21 dezembro de 2016)

<http://cleanccluster.dk/en/focusareas/> (3 dezembro de 2016)

[https://ine.pt/ngt\\_server/attachfileu.jsp?look\\_parentBoui=94558&att\\_display=n&att\\_download=y](https://ine.pt/ngt_server/attachfileu.jsp?look_parentBoui=94558&att_display=n&att_download=y) (3 dezembro de 2016)

<https://www.apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=150> (18 janeiro de 2017)

<https://www.apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=120> (18 janeiro de 2017)

<http://apambiente.wixsite.com/emas/nmeros-e-estatisticas> (18 janeiro de 2017)

<https://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/infrastructure-and-finance/smart-cities-dossier.html> (22 março de 2017)

<https://enterprise.microsoft.com/en-us/industries/citynext/> (22 março 2017)

<https://www.sidewalklabs.com/> (29 março 2017)

<http://www.esriportugal.pt/Smart-Cities> (29 março 2017)

<http://www.esriportugal.pt/ArcGIS-SmartCity> (29 março 2017)

<http://www.esriportugal.pt/Smart-Cities-Projetos-de-Referencia> (29 março 2017)

<https://www.esri.com/training/catalog/5763042c851d31e02a43ed8a/creating-smart-3d-city-models-with-esri-cityengine/> (29 março 2017)

<http://geospatial-solutions.com/tag/smart-cities/> (29 março 2017)

<http://www.esri.com/smart-communities> (29 março 2017)

<http://www.smartsantander.eu/> (4 abril de 2017)

<https://amsterdamsmartcity.com/> (4 abril de 2017)

<http://www.ver.pt/o-futuro-numa-logica-integrada/> (4 abril de 2017)

<http://www.masdar.ae/en/masdar-city/live-work-play> (8 abril de 2017)

<http://www.idcdx.pt/> (10 abril de 2017)

[http://infographics.idc.asia/GI/Smart\\_city\\_vision.asp](http://infographics.idc.asia/GI/Smart_city_vision.asp) (10 abril de 2017)

<https://inform.tmforum.org/news/2015/10/idc-announces-smart-city-winners/> (10 abril de 2017)

<https://ecoxxi.abae.pt/sobre/indicadores/> (18 julho 2017)

<http://qualar.apambiente.pt/index.php?page=2> (18 julho 2017)

<https://rea.apambiente.pt/node/317> (18 julho 2017)

<http://www.ccdr-n.pt/servicos/ambiente/qualidade-ar> (18 julho 2017)

<http://www.adene.pt/> (18 julho 2017)

<http://www.dgeg.pt/> (18 julho 2017)