



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Francisco Maria Duarte Monteiro Champalimaud Jardim
Licenciado em Ciências da Engenharia Civil

SMART CITIES: Elaboração de um conjunto de diretrizes para a
transformação de uma cidade

SMART CITIES: Elaboração de um conjunto de diretrizes para a transformação de uma cidade

Francisco Maria Duarte Monteiro Champalimaud Jardim
Licenciado em Ciências da Engenharia Civil

Orientador: Professora Doutora Ana Catarina de Cruz
Lopes
Professora Auxiliar, Universidade NOVA de Lisboa

Júri:

Presidente: Mary Doe Adviser Name, Full Professor,
Universidade Nova de Lisboa

Arguentes: John Doe Co-Adviser Name, Associate Professor,
Universidade Nova de Lisboa
John Doe other Co-Adviser Name, Full Professor,
Universidade Nova de Lisboa

Vogais: John Doe Co-Adviser Name, Associate Professor,
Universidade Nova de Lisboa

MESTRADO EM Engenharia Civil

Universidade NOVA de Lisboa

Março, 2024

INDICAÇÃO DE DIREITOS DE CÓPIA

“*Copyright*” Francisco Maria Duarte Monteiro Champalimaud Jardim, FCT/UNL e UNL

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar a minha gratidão a todos que contribuíram de maneira significativa, não só, para a elaboração e conclusão desta dissertação, como também para o sucesso da licenciatura e mestrado em Engenharia Civil.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à minha orientadora, Professora Ana Cruz Lopes, cujo apoio, orientação e conhecimentos foram fundamentais para a realização deste trabalho desde o seu início até a sua conclusão. A sua dedicação, colaboração e *insights* foram essenciais e contribuíram muito para o desenvolvimento deste estudo.

Gostaria de agradecer também a todo o departamento de Engenharia Civil da Universidade Nova de Lisboa e a todos os docentes que fizeram parte do meu percurso académico.

Agradeço também aos meus colegas de curso e amigos, que ofereceram apoio moral, estímulo e troca de ideias ao longo desta jornada académica. As suas contribuições e amizade tornaram esta experiência mais significativa e enriquecedora.

Não poderia deixar de expressar a minha gratidão aos meus pais por serem um exemplo na minha vida, pelo apoio constante, e por me encorajarem ao longo de todo o meu percurso académico.

Um agradecimento especial à minha irmã Cristina, que foi incansável durante a realização da minha dissertação.

Este estudo não teria sido possível sem o apoio, incentivo e contribuições de cada um.

RESUMO

Esta dissertação investiga e desenvolve o conceito de Smart City e enuncia um conjunto de diretrizes para que as entidades governativas as possam utilizar como guia e implementar da forma mais eficiente para transformarem as suas cidades em Smart Cities. Este estudo tem como objetivo aprofundar o conhecimento relativo a este conceito abrangente, que são as Smart Cities, e propor um conjunto de orientações essenciais para a transformação de uma cidade. Para isso, foi realizada uma revisão de literatura sobre o conceito, as dimensões, evolução e tecnologias associadas as Smart Cities, posteriormente foram analisados três casos de estudo, nomeadamente, Cascais, Barcelona e Singapura, de modo, a ser possível elaborar as referidas diretrizes.

Os resultados desta dissertação expõem as Smart Cities como um sistema vivo, complexo e em constante desenvolvimento, são analisadas diversas políticas e iniciativas implementadas nos três casos de estudo. Deste modo, a implementação das diretrizes elaboradas, devem ser abordadas holisticamente pelas diferentes dimensões e adaptadas as visões e necessidades de cada cidade. Numa fase inicial, as enumeradas diretrizes serão guia para as entidades governativas de uma cidade, quando estas optem por tornar a cidade mais inteligente, eficiente e sustentável. No decorrer deste estudo, foi possível compreender a importância do envolvimento da comunidade na tomada de decisão e como esta deve ter um papel ativo na transformação de uma cidade.

Termos Chave: Smart City, Sustentabilidade, Diretrizes, Mobilidade, Sociedade, Economia

ABSTRACT

The following Thesis investigates and develops the concept of Smart City and sets out a set of guidelines so that government bodies can use them as a guide and implement them in the most efficient way to transform their cities into Smart Cities. The aim of this study is to deepen the knowledge of this broad concept of Smart Cities and to propose a set of essential guidelines for transforming a city. To this end, a literature review was carried out on the concept, dimensions, evolution, and technologies associated with Smart Cities, and then three case studies were analysed, namely Cascais, Barcelona and Singapore, so that it was possible to draw up these guidelines.

The results of this Thesis expose Smart Cities as a living, complex and constantly developing system, analysing various policies and initiatives implemented in the three case studies. In this way, the implementation of the guidelines drawn up must be approached holistically by the different dimensions and adapted to the visions and needs of each city. Initially, the guidelines listed will be a guide for a city's governing bodies when they choose to make the city smarter, more efficient, and more sustainable. During this study, it was possible to understand the importance of involving the community in decision-making and how it must play an active role in transforming a city.

Keywords: Smart City, Sustainability, Guidelines, Mobility, Society, Economy

ÍNDICE DE MATÉRIAS

RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
ÍNDICE DE MATÉRIAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xx
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento do Tema	1
1.2. Objetivos	1
1.3. Metodologia	1
1.4. Estrutura	2
2. SMART CITIES	3
2.1. Conceito	3
2.2. Dimensões	4
2.3. Evolução	7
2.4. Tecnologias Associadas	9
2.4.1. Sistemas de Informação Geográfica	9
2.4.2. Building Information Modelling	12
2.4.3. Inteligência Artificial	13
2.4.4. Perigos e Ameaças do Uso de Tecnologias	16
3. CASOS DE ESTUDO	19
3.1. Cascais	20
3.1.1. Ambiente	21
3.1.2. Economia	23
3.1.3. Governança	24
3.1.4. Mobilidade	25
3.1.5. Sociedade	27
3.2. Barcelona	28
3.2.1. Ambiente	28
3.2.2. Economia	29

3.2.3.	Governança	30
3.2.4.	Mobilidade	31
3.2.5.	Sociedade.....	33
3.3.	Singapura	33
3.3.1.	Ambiente.....	34
3.3.2.	Economia.....	35
3.3.3.	Governança	35
3.3.4.	Mobilidade	36
3.3.5.	Sociedade	37
4.	DIRETRIZES.....	39
4.1.	Visão clara e integrada.....	39
4.2.	Dimensões com Base na Visão.....	40
4.2.1.	Ambiente.....	40
4.2.1.1.	Gestão de Resíduos.....	40
4.2.1.2.	Construção Sustentável (Construção Inteligente).....	41
4.2.2.	Economia.....	42
4.2.2.1.	Economia Partilhada	42
4.2.2.2.	Economia Diversificada	43
4.2.2.3.	Gestão de Risco e Adaptação.....	43
4.2.3.	Governança	44
4.2.3.1.	E-Governo	45
4.2.3.2.	Envolvimento da Comunidade.....	45
4.2.3.3.	Transformação Digital	46
4.2.4.	Mobilidade	46
4.2.4.1.	Sistemas Inteligentes de Transporte	46
4.2.4.2.	Serviços de Transporte	48
4.2.4.3.	Mobilidade Suave	49
4.2.4.4.	Estacionamento Inteligente	49
4.2.5.	Sociedade.....	50
4.2.5.1.	Participação da Comunidade	51

4.2.5.2.	Nível de Qualificação da Sociedade e o Impacto na Criatividade	52
4.2.5.3.	Cuidados de Saúde	53
4.3.	Implementação de Infraestrutura Digital	54
4.4.	Cibersegurança e Privacidade de Dados	55
4.4.1.	Regulamentação.....	56
4.5.	Promoção da Inovação.....	56
4.6.	Adaptação Continua e Monitorização de Desempenho	58
4.6.1.	Indicadores de Prestação de Serviços e Qualidade de Vida	58
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
5.1.	Conclusões	61
5.2.	Desenvolvimentos Futuros	63
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - ArcGIS Urban (Exemplo “projetos” em Boston).....	11
Figura 2.2 – ArcGIS Urban (Exemplo “planos” em Boston)	11
Figura 2.3 - ArcGIS Urban (Exemplo “indicadores” em Boston)	11
Figura 2.4 - The 17 Sustainable Development Goals	14
Figura 2.5 - Número de dispositivos IoT conectados mundialmente entre 2019 e 2030.....	15
Figura 3.1 - Localização das cidades escolhidas.....	20
Figura 3.2 - Contentores iRec	21
Figura 3.3 - Ilhas ecológicas	22
Figura 3.4 - Residómetro de lixo urbano	22
Figura 3.5 - Sede da DNA Cascais	24
Figura 3.6 - Autocarro Autónomo	25
Figura 3.7 - Bicicletas e trotinetes da MOBI Cascais	26
Figura 3.8 - Quiosques MobiCascais	26
Figura 3.9 - Modelo do projeto <i>Superblocks</i>	29
Figura 3.10 - Sede da Barcelona Activa.....	30
Figura 3.11 - Plataforma <i>web</i> de dados abertos <i>Sentilo</i>	32
Figura 3.12 - Projeto de extensão da linha de metro	32
Figura 3.13 - Plataforma <i>web</i> <i>GeoportalBCN</i>	33
Figura 3.14 - Plataforma <i>web</i> <i>URA Space</i>	35
Figura 3.15 - Aplicação <i>One-service APP</i>	37
Figura 3.16 - Enquadramento da HDB Smart Town	38
Figura 4.1 - Sinalização de caminhos de fuga no caso de tsunamis	44
Figura 4.2 – Mapa ilustrativo de projetos provados pelo orçamento participativo em Barcelona.....	51
Figura 4.3 - Mapa ilustrativo de projetos provados pelo orçamento participativo em Cascais.....	52
Figura 4.4 - Dispositivos IoT numa cidade	55
Figura 4.5 - Tópicos abrangidos pela Norma ISO 37120.....	59

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1- Dimensões chave de uma Smart City.....	4
Tabela 2.3 - Utilidades do SIG nas Smart Cities.....	9
Tabela 4.1 – Benefícios e Ameaças relativos aos veículos autónomos	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIM – Building Information Modelling

DL – Deep Learning

EU – União Europeia

IA – Inteligência Artificial

IoT – Internet of Things

ITP – Industry Transformation Programme

ML – Machine Learning

PLN – Processamento de Linguagem Natural

SAE – Society of Automotive Engineers

SC – Smart City

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

TIC – Tecnologia de Informação e Comunicação

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento do Tema

Este capítulo tem como objetivo apresentar e descrever os métodos aplicados para cumprir os objetivos gerais definidos para este estudo. Sendo o tema desta dissertação o estudo de quais as principais características que uma cidade qualquer deverá ter em consideração por forma a conseguir convergir tanto quanto possível para o conceito aqui definido de “Smart City”.

Este tema surge no seguimento de um claro aumento populacional nas cidades e dos impactos que se têm vindo a observar ao longo do tempo, na necessidade dos seus habitantes viverem de forma mais sustentável e tecnologicamente mais avançada. Nos últimos anos a procura por temas relacionados com este conceito, tem vindo a aumentar de forma exponencial dada a evidente necessidade identificada pelas entidades governamentais na gestão do dia a dia das duas zonas urbanas. As exigências populacionais, bem como a crescente convergência para um habitat urbano sustentável, tanto ecologicamente como a nível económico, tem vindo a crescer e a tornar-se tema pertinente em vários círculos de investigação, universitários, empresas e entidades governamentais.

1.2. Objetivos

O objetivo desta dissertação é o de elaborar um conjunto de diretrizes que possam ser aplicadas pelas entidades governamentais quando estas decidam que as suas cidades devem convergir para uma Smart City. Estas diretrizes devem ser definidas para que cada cidade as possa implementar para fazer fase aos seus próprios desafios ou dificuldades (previamente identificadas pelos mesmos) e que auxiliem as cidades a alcançar o conceito de uma Smart City.

1.3. Metodologia

De acordo com (Saunders et al. 2009), existem três abordagens diferentes no que diz respeito à condução da pesquisa:

- A abordagem dedutiva, relacionada à “testagem de teoria”: deduzindo hipóteses, testando-as e examinando o resultado.
- A abordagem indutiva, relacionada à “construção de teoria”: entendendo a natureza do problema, coletando e analisando dados e formulando uma teoria.
- Uma combinação de abordagens dedutivas e indutivas, que são “utilizadas para fazer inferências lógicas e construir teorias sobre o mundo” e “envolvem o pesquisador selecionando a melhor explicação entre explicações ou interpretações concorrentes dos dados”.

Dessa forma, para este estudo, a abordagem escolhida foi o método indutivo. O principal objetivo desta tese foi o de coletar dados, analisá-los, encontrar padrões e relações comuns entre os resultados e formular uma teoria, partindo de observações específicas para generalizações amplas.

Para realizar a revisão de literatura presente nesta dissertação foram utilizadas diversas bases de dados bibliográficas, nomeadamente Science Direct, Scopus, Google Scholar, Repositório de diferentes universidades. Para pesquisar a literatura relevante foram utilizadas várias palavras-chaves, tais como “Smart Cities”, “Smart Mobility”, “Smart Economy”, “Smart Environment”, “Smart People”, “Digital Infrastructure”, “Information Communication Technologies”. Na análise dos casos de estudo, foram predominantemente utilizados os sites das cidades e dos diferentes departamentos relevantes no desenvolvimento das cidades.

1.4. Estrutura

Esta dissertação é composta por quatro pontos principais. Uma componente de contextualização e análise da literatura relevante aplicada ao desenvolvimento do conceito de uma Smart City e quais as principais questões que deverão ser tidas em consideração aquando de uma cidade se quiser converter numa cidade inteligente.

Na segunda fase são analisadas algumas das tecnologias que têm tido um impacto significativo na transição das cidades para cidades mais inteligentes, nomeadamente a Inteligência Artificial (IA), Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e *Building Information Modelling (BIM)* e como estas ferramentas contribuem para um impacto enriquecedor do desenvolvimento das cidades.

O estudo segue-se através de uma investigação aprofundada de três casos de estudo (Cascais em Portugal, Barcelona em Espanha e Singapura em Singapura), de maneira a observar quais os pontos que estas cidades consideram mais importantes no trajeto e conversão para uma Smart City e estudar como os objetivos *supra* identificados estão a ser atingidos por estas três cidades distintas. De salientar que os três casos de estudo referidos foram escolhidos de maneira a representarem uma amostra representativa de uma Smart City, tendo em consideração a diversidade geográfica e cultural, tendo em conta que estas cidades são localizadas em continentes distintos (Europa e Ásia) e com contextos culturais e económicos muito diversos.

Na quarta parte do trabalho, são elaboradas diretrizes para auxiliar as cidades na transição para se tornarem Smart Cities. As diretrizes servem como um guia para o planeamento e implementação de iniciativas que visam tornar a cidade mais inteligente, sustentável, eficiente e melhorar a qualidade de vida dos cidadãos. As diretrizes abrangem áreas como a mobilidade urbana, a gestão de energia, o ambiente, a participação dos cidadãos, a infraestrutura digital, a cibersegurança e a privacidade de dados.

2. SMART CITIES

2.1. Conceito

O conceito de Smart City (SC) pode ter variadíssimas definições, as quais diferem consoante a área de estudo no âmbito das Smart Cities. O termo “Smart City” foi utilizado pela primeira vez em, 1990, tendo na altura sido dada prioridade às novas áreas das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e novas metodologias de construção. Albino et al. (2015) refere que nas últimas duas décadas o conceito de SC tem sido cada vez mais popular nas políticas internacionais e na literatura científica.

Desde 2008, houve um aumento significativo no interesse e na implementação de iniciativas relacionadas com SC em todo o mundo. O progresso das tecnologias e o reconhecimento dos benefícios associados à utilização de dados e automação nas áreas urbanas, têm impulsionado o desenvolvimento e a evolução do conceito (Albino et al., 2015).

Outras definições de Smart Cities foram surgindo ao longo dos anos, com o desenvolver das tecnologias e do conhecimento nesta área.

(Hall (2000)) Define uma SC como a integração e monitorização de todas as infraestruturas críticas de uma cidade, sendo estas estradas, pontes, túneis, linhas férreas, metros, aeroportos, comunicação, água e energia, para, com esta monitorização, atingir uma melhor gestão de recursos e definição de planeamentos periódicos de manutenção de forma a maximizar os serviços para os cidadãos.

Barrionuevo et al. (2012) afirmam que para uma cidade ser inteligente, deve utilizar toda a tecnologia e recursos disponíveis de forma coordenada para que os centros urbanos sejam integrados, habitáveis e sustentáveis.

Harrison et al. (2010) explica que uma SC é aquela que consegue interligar os diversos tipos de infraestruturas, como a componente física, informática, social e empresarial de forma a atingir o seu potencial de eficiência.

O mesmo autor refere ainda três pontos chave no conceito de Smart City: os Instrumentos, a Interconexão e a Inteligência. O termo *Instrumento*, refere-se à utilização de dispositivos que geram dados do dia-a-dia em tempo real a partir de sensores físicos e virtuais. *Interconexão* implica a integração dos dados recolhidos por estes instrumentos, numa plataforma virtual que permita a comunicação entre os diversos serviços das cidades. Por fim, a *Inteligência*, denota a incorporação de análises analíticas, modelação e otimização. Esta inteligência visa aprimorar a tomada de decisões, fornecendo *insights* derivados dos dados recolhidos. Esta abordagem inteligente contribui para otimizar processos e melhorar a gestão das cidades.

Nam & Pardo, (2011) explicam que uma SC é aquela que consegue incorporar dados e informação na sua infraestrutura física, de forma a melhorar e facilitar a mobilidade, eficiência energética, qualidade de ar e da água. Permitindo, assim, identificar problemas e solucioná-los rapidamente e recuperar rapidamente de desastres naturais. Os autores reforçam também a necessidade da partilha de dados pelos diferentes domínios das SC, para permitir a colaboração entre estes.

2.2. Dimensões

Uma Smart City tem como objetivo fundamental a ligação da tecnologia, governo e população, visando potenciar a economia, ambiente e sociedade. Neste contexto, o seu propósito é assegurar uma cidade sustentável que garanta segurança, qualidade de vida e perspetiva de futuro para os seus habitantes.

Albino et al. (2015) reforçam que a integração orgânica das várias dimensões é um passo fundamental na criação de uma Smart City. Referem, no entanto, que o desenvolvimento individual num destes domínios, não é suficiente para criar um SC, logo estas dimensões individuais devem ser encaradas como um todo. Contudo, dentro do vasto conceito das Smart Cities, é importante repartir este conceito em dimensões, devido à complexidade de gestão de uma SC. Com isto, é também possível entender o comportamento e evolução de cada dimensão individualmente.

Na literatura não existe um consenso sobre quais são as dimensões mais significativas nas SC, como indicado na Tabela 2.1, adaptada de (Albino et al., 2015).

Tabela 2.1- Dimensões chave de uma Smart City

Fonte: Adaptado de (Albino et al., 2015)

Dimensões Chave de uma Smart City	Fonte
Education Infrastructure Economy Quality of Life	Mahizhan (1999)
Economy Mobility Environment People Governance Quality of life	Giffinger et al. (2007)
Technology Economic development Job growth Increased quality of life	Eger (2009)
Quality of Life Sustainable economic development Management of natural resources through participatory policies Convergence of economic, social, and environmental goals	Thuzar (2011)
Economic social-political issues of the city Economic-technical-social issues of the environment Interconnection Instrumentation Integration Applications Innovations	Nam and Pardo (2011)

Economic (GDP, sector strength, international transactions, foreign investment)	Kourtit and Nijkamp (2012)
Human (talent, innovation, creativity, education)	
Social (transitional, habits, religions, families)	
Environmental (energy policies, waste and water management)	
Institutional (civic engagement, administrative authority, elections)	
Management and organizations	Chourabi et al. (2012)
Technology	
Governance	
Policy context	
People and communities	
Economy	
Built Infrastructure	
Natural environment	

Segundo Giffinger et al. (2010) existem seis dimensões que caracterizam uma SC, em que cada uma destas dimensões representam uma área crítica para o sucesso de uma cidade inteligente, ainda que todas interligadas. Os autores indicam a economia, sociedade, governo, mobilidade, ambiente e qualidade de vida, como as dimensões mais representativas nas SC.

No entanto, existem autores que discutem que a qualidade de vida não se enquadra como uma dimensão da SC, uma vez que a consideram implícita, já que todas as ações dos diferentes domínios contribuem para o aumento da qualidade de vida dos seus habitantes, sendo este o objetivo máximo.

No âmbito da economia, os mesmos autores explicam que se deve concentrar no espírito inovador, empreendedorismo, capacidade de transformação e inserção internacional. Por forma a utilizar os conceitos aplicados noutros países da maneira mais eficiente, nomeadamente iniciativas de angariação de fundos para promover o desenvolvimento tecnológico ou a formação do capital social. Permitindo que seja criada uma ligação entre a economia inteligente e as outras dimensões das SC, com a possibilidade de contribuir para o aumento de produção, capacidade de resposta às necessidades dos habitantes e cidades mais sustentáveis. Por outro lado, Lombardi et al. (2012) associam a economia à importância do papel das indústrias na transição para uma economia inteligente, a relevância da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e a importância destes na produção.

No âmbito da segunda dimensão (a sociedade), de acordo com Nam & Pardo, (2011), a educação da população representa uma componente crucial nas Smart Cities (SC), exercendo influência significativa sobre a criatividade, a educação social e o intelectual da comunidade como um todo. Quanto mais instruída for a população, maior será seu envolvimento no desenvolvimento de tecnologias e na formulação de políticas inteligentes e sustentáveis. Os autores destacam que a educação deve criar meios que incentivem o empreendedorismo dentro das sociedades.

(Shapiro, 2008) concorda com essa perspetiva, salientando que o caminho para tornar as cidades mais inteligentes começa com o investimento no capital humano, em vez de depender exclusivamente do

uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). Essa abordagem ressalva a importância de uma população educada e capacitada como o alicerce fundamental para o avanço e a inteligência das cidades, enfatizando a necessidade de investimentos educacionais para impulsionar o progresso nas Smart Cities.

O governo (como terceira dimensão) tem um papel fundamental no desenvolvimento de uma SC, pois é o responsável pela implementação de estratégias e pela definição do percurso a seguir. Dado que existem diversos *stakeholders* envolvidos, o governo tem a obrigação de tentar satisfazer as suas necessidades e requisitos. Nos *stakeholders* encontram-se nomeadamente, a população, das cidades, as empresas e as indústrias, incluído também a União Europeia (EU) na condição de supervisor e agente instigador de políticas de desenvolvimento (Shapiro, 2008).

Giffinger et al. (2010) comentam que a transparência na utilização de dados, estratégias políticas e perspetivas para o futuro das cidades é fundamental para o seu bom funcionamento.

No domínio da mobilidade (quarta dimensão das SC) tem-se observado o maior número de iniciativas, como consequência do aumento da população nos centros urbanos, a necessidade de otimizar a mobilidade tem sido um tema cada vez mais pertinente. Um sistema de mobilidade inteligente pode ter impacto direto na qualidade de vida dos habitantes, economia e ambiente. Giffinger et al. (2010) reforçam que é essencial existir mobilidade nacional e internacional e que esta seja sustentável, inovadora e segura.

O conceito de mobilidade inclui vários elementos, nomeadamente infraestruturas base para os transportes, gestão da rede de transportes e a integração dos sistemas TIC. Existem vários exemplos de soluções que contribuem para a smart mobility: a) mobilidade como um serviço, implicando o uso de uma única interface nos meios de comunicação, como plataforma que oferece várias opções de serviços de transporte ao público. b) comportamentos de transporte sustentáveis para aumentar a sensibilização do público para o apoio à utilização de energias limpas nos transportes, como a mudança para o uso de bicicletas ou para os transportes públicos. c) Gestão inteligente do tráfego que proporciona decisões na resolução dos problemas relacionados com o trânsito, garantindo através dessas soluções que a cidade será capaz de fornecer serviços inteligentes e também melhorar a qualidade de vida do utilizador (Wahab et al., 2020).

Num ambiente inteligente, como quinta dimensão das SC, procura-se uma eficiente gestão do tecido urbano das cidades. A eficiente gestão do tecido urbano pode ser efetuada através do planeamento ponderado e a longo prazo, com uma correta utilização dos recursos naturais e consequente diminuição da poluição. Como já referido acima, da mesma forma que o aumento populacional das zonas urbanas tem recebido especial atenção por parte das entidades governamentais, também a poluição se tem tornado um tema de elevada importância. Com a adoção de novas tecnologias e dispositivos *Internet of Things (IOT)*, torna-se crucial progredir para uma maior utilização de energias renováveis e aprimorar a gestão de água, resíduos e energia das cidades.

A definição de Dispositivos IOT não tem uma definição geral aprovada pela maior parte da comunidade global de utilizadores e, portanto, a Internet das Coisas está em constante atualização e continua a ser

o conceito mais recente e mais utilizado no mundo da tecnologia da informação. Podemos utilizar um conceito geral e defini-la como uma rede de objetos físicos. A internet não é apenas uma rede de vários computadores em funcionamento, atualmente evoluiu para uma rede de todos os tipos e tamanhos de dispositivos, incluindo veículos, brinquedos, camaras, *smart phones*, eletrodomésticos, instrumentos médicos, entre outros, todos conectados, e em comunicação continua por forma a partilhar informações com base em protocolos estipulados, a fim de alcançar reorganizações inteligentes, posicionamento, rastreamento, controlos, entre outros (Patel et al., 2016).

A qualidade de vida dos cidadãos de uma SC é diretamente influenciada pela junção de todas as dimensões supramencionadas. O processo para aumentar a qualidade de vida da comunidade, de acordo com Giffinger et al. (2010), passa por criar bons cuidados de saúde, ensino de elevada qualidade, segurança da comunidade, atividades turísticas e culturais.

O conceito de SC começa a ter efeito quando todas estas dimensões se cruzam, quando cada uma delas contribui com inovação e novas abordagens aos problemas existentes nas comunidades. Como o envolvimento do governo, empresas e o contributo ativo da sociedade, é possível convergir para cidades com melhor qualidade de vida e mais sustentáveis (Albino et al., 2015).

As características mais comuns nas Smart Cities na literatura analisada, são a interligação da infraestrutura das cidades que permitam decisões politicamente eficientes e desenvolvimento social e cultural das comunidades. Também a importância do desenvolvimento urbano liderado por empresas e a inclusão dos diversos tecidos sociais e o desenvolvimento destes na sociedade.

2.3. Evolução

Observando o espaço temporal desde 1990, data em que foi introduzido o conceito das SC, até ao dia de hoje, tendo passado apenas pouco mais de 30 anos (pouco tempo em termos históricos) mas, no entanto, deu-se um enorme desenvolvimento a nível de evolução tecnológica. A adaptação das cidades as novas tecnologias, é um passo fundamental no desenvolvimento das mesmas.

Este novo conceito de Smart Cities envolveu a introdução de tecnologias e a digitalização de sistemas, de forma a melhorar os serviços das cidades. Temos como exemplo a introdução das boas práticas de gestão eletrónica, coleta de dados e serviços digitais. A chamada *Smart governance*, significa o envolvimento de vários *stakeholders* no processo de tomada de decisões com impacto nos serviços públicos.

De maneira a enfrentar os desafios urbanos prementes, o governo local por todo o mundo tem vindo a se aproximar cada vez mais do conceito de cidades inteligentes. Promovem tecnologias digitais para otimizar a gestão urbana e as interações entre atores governamentais e não governamentais na procura do desenvolvimento sustentável (Tomor, sem data).

O papel dos cidadãos na transição para um sistema socioeconómico mais sustentável tem sido amplamente reconhecido. O envolvimento público no desenvolvimento urbano não só promove um processo de tomada de decisões mais democrático, como também serve como uma ferramenta de recolha de informações importante. Os cidadãos são os portadores e utilizadores do conhecimento

local que juntamente com o conhecimento estratégico das organizações é essencial para definir prioridades e alocar recursos escassos (Tomor, sem data).

Conseguir a participação dos cidadãos tem se vindo a revelar um objetivo difícil de alcançar, levando as cidades a explorar o potencial das novas tecnologias da informação e da comunicação (TIC) como forma de reforçar o envolvimento do público-alvo.

As TICs referem-se às tecnologias que possibilitam o acesso à informação através das telecomunicações, centrando-se principalmente nas tecnologias de comunicação. Este termo inclui as redes sem fios, a Internet, os telemóveis, entre outros meios de comunicação (Ratheeswari, 2018).

Muitos consideram que as TICs proporcionam uma ferramenta de ligação entre as entidades administrativas e os habitantes, para em conjunto conseguirem desenvolver o tecido urbano de forma sustentável. A *smart governance* é apontada como uma abordagem social e tecnológica, que potencia o uso de novas tecnologias com o objetivo de resolver temas de sustentabilidade urbana (Tomor, sem data).

De acordo com as Nações Unidas, em 2008, cerca de 50% da população mundial residia em centros urbanos (UN, 2008). Por volta de 2008, o conceito de Smart Cities focou-se na melhoria das infraestruturas urbanas e na conectividade pela monitorização em tempo real, com recurso à Internet das Coisas (IoT) e na análise de dados.

As cidades investiram em dispositivos e sensores IoT para recolha de dados em tempo real. A análise destes dados permitiram gerir os sistemas de energia e aumentar a sustentabilidade ambiental. Surgiram também conceitos como redes de transportes inteligentes e mais otimizadas para satisfazer as necessidades dos seus habitantes (Albino et al., 2015).

Neste seguimento, houve uma promoção da inovação e implementação de políticas que estimulassem o empreendedorismo e desenvolvimento tecnológico, com o objetivo de estimular o crescimento económico através da implementação da tecnologia. Os modelos utilizados foram a criação de centros de investigação, parques tecnológicos e incubadoras para start-ups da área tecnológica, a fim de impulsionar a inovação dos dispositivos e sistemas de análise de dados (Giffinger et al., 2010). Este autor explica também a importância do envolvimento dos cidadãos e da inclusão social, para que as cidades sejam socialmente sustentáveis e não apenas tecnologicamente avançadas. Nesta era das SC procurou-se envolver os seus residentes nas tomadas de decisões dando prioridade à equidade social e atendendo a prioridades das populações mais vulneráveis (Harrison et al., 2010).

Svítek et al. (2020) descreve uma SC como um sistema vivo, complexo e em constante desenvolvimento e adaptação, com muitos participantes e a atuar num ambiente incerto.

Este autor caracteriza as SC sob um novo conceito de “Smart City 5.0”: um ecossistema de serviços inteligentes com base em vários agentes e tecnologias. Este conceito é caracterizado pela cooperação entre a Inteligência Artificial (AI) e os humanos, conseguindo alcançar uma harmonia a todos os níveis da vida, bem como priorizar os diferentes interesses das partes envolvidas. O referido autor explica que com a interligação das tecnologias já existentes das Smart Cities e Inteligência Artificial, é possível fornecer melhores tomadas de decisões.

2.4. Tecnologias Associadas

2.4.1. Sistemas de Informação Geográfica

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) representam um avanço significativo no domínio do planeamento urbano, marcando uma mudança transformadora desde o seu desenvolvimento em 1970, explica Ghosh et al. (2021) no livro “Internet of things and secure smart environments: successes and pitfalls”.

No entanto, YEH (2000), explica que na década de 70, eram poucos os departamentos de planeamento que tinha acesso a este sistema, devido ao alto custo do hardware e as capacidades limitadas do software. O mesmo autor analisa que nos anos 2000, os SIG já era utilizado para o armazenamento de mapas de uso do solo, dados ambientais e socioeconómicos e para planeamento.

Ghosh et al. (2021) comenta que ao longo das últimas décadas, as competências dos SIG evoluíram consideravelmente, levando a uma disponibilidade de ferramentas de execução e análise de dados mais eficazes. Estas permitem um planeamento e desenvolvimento do tecido urbano mais eficiente e sustentável, em domínios como o ambiente, energia, recursos naturais, mobilidade, governação e qualidade de vida.

Segundo a ESRI Portugal, os SIG combinam a ciência geográfica com ferramentas para compreensão e colaboração, com o objetivo de aplicar inteligência a todo o tipo de dados. A implementação destes sistemas tem vindo a garantir o desenvolvimento de cidades cada vez mais inteligentes, através da identificação de problemas, gestão e resposta a eventos, definição de prioridades, controlo de alterações, execução de previsões e compreensão de tendências (ESRI Portugal, 2023).

Ghosh et al. (2021) esclarece que um sistema de informação centralizado, baseado em SIG, fornece uma estrutura para a manutenção e transferência de informação ao longo do ciclo de vida das cidades. O autor enuncia algumas aplicações dos SIG nas *Smart Cities* de forma a tirar o máximo partido das funcionalidades dos sistemas (Tabela 2):

Tabela 2.2 - Utilidades do SIG nas Smart Cities
Fonte: Adaptado de Ghosh et al. (2020)

Utilidades do SIG nas Smart Cities	
Análise e Aquisição de terrenos	SIG pode ser utilizado para análise de diversos dados, nomeadamente layout de ruas, características do solo, uso do solo, profundidade do lençol freático, parâmetros de risco e vulnerabilidade em desastres naturais
Planeamento e design	Reconhecer planeamento e design inadequado. Desenho assistido por computador, utilização de BIM (Building Information Modelling) para análise mais analítica e estimativa de custos na fase de projeto.
Construção e Gestão de Projetos	Fornecer um único ponto de ligação de todos os arquivos e registos relacionados com construção,

Vendas	Criar relatórios de vendas e perspectivas de desenvolvimento futuro com base em dados de procura dos consumidores
Manutenção	Eficiente gestão de custo de manutenção com base em dados em tempo real e históricos. Criação de mapas de manutenção eficientes.

A empresa ESRI desenvolveu o ArcGIS Urban, um programa de planeamento para Cidades Inteligentes. Este software utiliza SIG no planeamento urbano, agilizando a elaboração de planos, análise de impactos, visualização de projetos e facilitação da participação da comunidade. Além de auxiliar no design, gestão e avaliação de desenvolvimentos urbanos, o ArcGIS Urban possibilita a visualização de planos e projetos em toda a cidade (ESRI, 2023).

A empresa Esri explica algumas das funcionalidades do software ArcGIS Urban (ESRI,2023):

- Ver uma representação digital da cidade em que todos os desenvolvimentos urbanos são ilustrados para colaboração de todas as partes interessadas;
- Criar e comparar de projetos;
- Visualizar regras de loteamento em 3D e conversão de leis para visualização gráfica para auxílio a fase de projeto;
- Desenhar edifícios que estejam em concordância com regras de loteamento;
- Analisar o impacto do projeto na cidade com base em métricas predefinidas;
- Planear e projetar de forma aberta ao público para discussão com os diferentes *stakeholders*.

Sword e Li (2021), reforçam que a possibilidade de *feedback* por parte da comunidade sobre os projetos disponíveis na ArcGIS Urban e o envolvimento dos seus habitantes na discussão, é um passo fundamental para o desenvolvimento das *Smart Cities*.

A empresa ESRI explica que para o desenvolvimento das *Smart Cities* é importante tomar decisões baseadas em dados e para isso é importante compreender e analisar os dados específicos comunidades (ESRI Smart Communities, 2023).

Exemplo da ArcGIS Urban na plataforma web, na cidade Boston, USA.

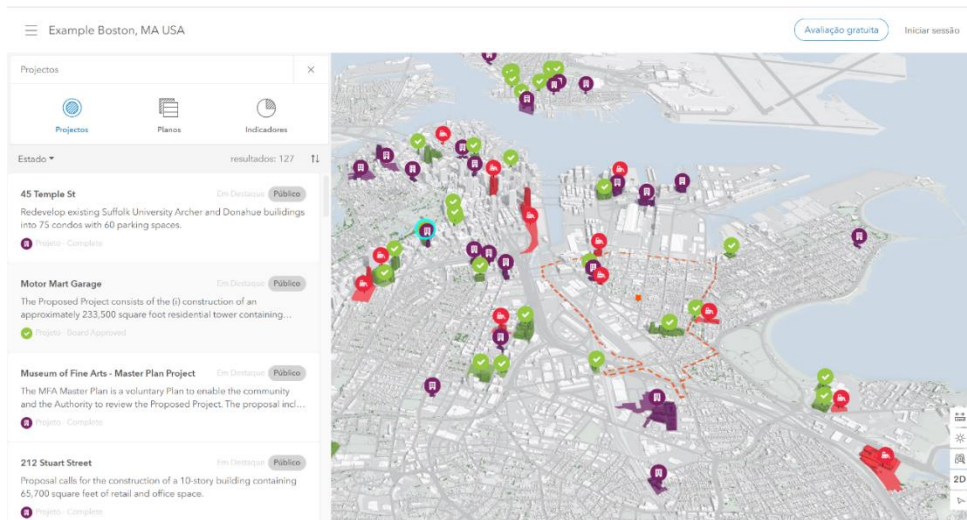


Figura 2.1 - ArcGIS Urban (Exemplo “projetos” em Boston)
 Fonte: <https://urban.arcgis.com/?id=642003449ecb4c20a26e19d7bc9ccaf1>

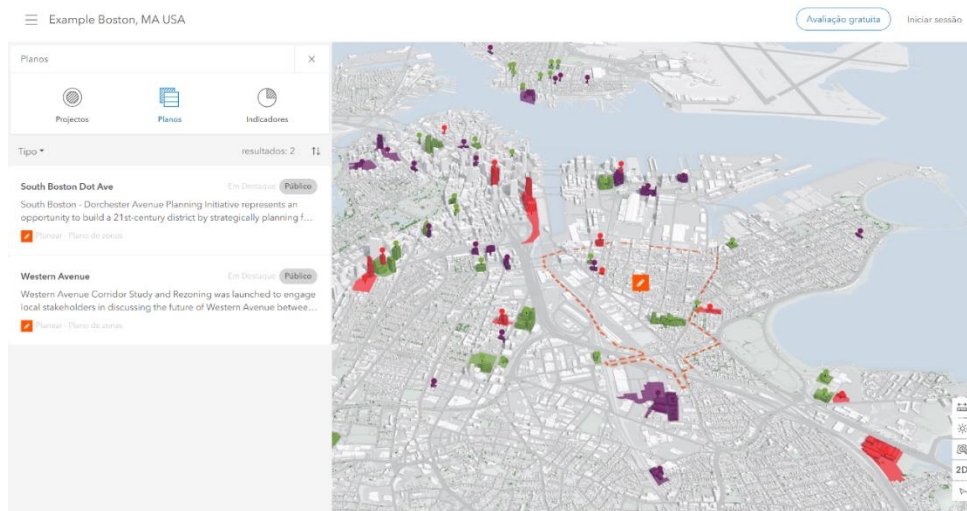


Figura 2.2 – ArcGIS Urban (Exemplo “planos” em Boston)
 Fonte: <https://urban.arcgis.com/?id=642003449ecb4c20a26e19d7bc9ccaf1>

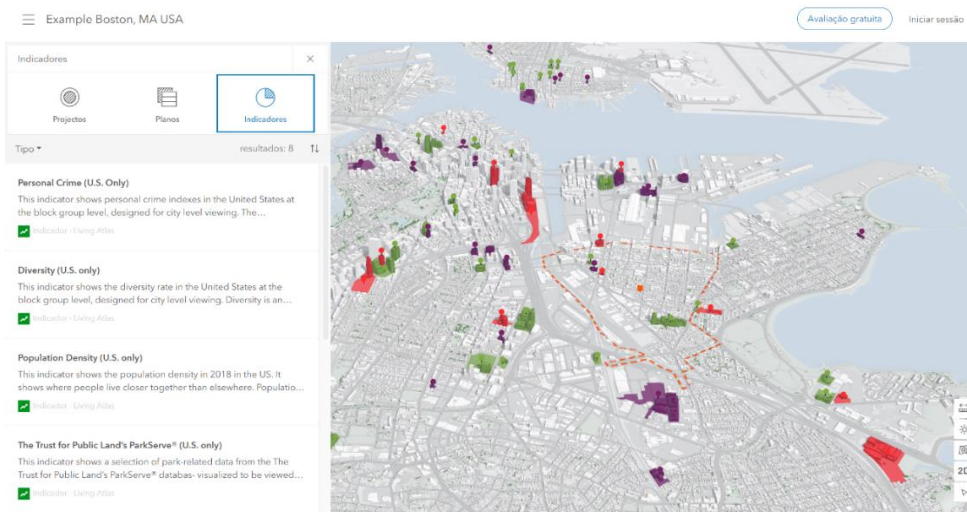


Figura 2.3 - ArcGIS Urban (Exemplo “indicadores” em Boston)
 Fonte: <https://urban.arcgis.com/?id=642003449ecb4c20a26e19d7bc9ccaf1>

A empresa ESRI explica que a integração da inteligência artificial com os SIG torna-se numa ferramenta de planeamento e gestão muito poderosa. Através de *machine learning (ML)* e *deep learning (DL)* (tipos de inteligência artificial) é possível analisar grandes volumes de dados, automatizar tarefas, com constantes melhorias nos processos, enquanto procuram padrões em dados antigos para fazer previsões. A combinação da IA e SIG pode gerar enumeras alternativas à tomada de decisões feitas pelas cidades, para que estas sejam feitas da forma mais eficiente e sustentável possível.

No entanto, Sanchez et al. (2023) explica que a combinação de IA e o SIG pode trazer enormes capacidades analíticas ao processamento de grandes volumes de dados no planeamento urbano, mas comenta que é essencial o envolvimento humano. O autor comenta que o processamento da IA é de difícil compreensão ao utilizador humano e que os algoritmos utilizados não dão justificação, nem racional para os resultados gerados. A transparência e segurança dos dados utilizados para as tomadas de decisões é importante para os cidadãos.

2.4.2. Building Information Modelling

O *Building Information Modelling (BIM)* oferece uma plataforma de partilha de informação, conhecimento e comunicações entre todos os *stakeholders*, baseado em geometria tridimensional. O BIM é uma ferramenta tecnológica que permite a representação digital de simulações, com parâmetros modernos e atualizados, que pode revolucionar o sector da construção na tomada de decisão para o desenvolvimento das *Smart Cities* (Goyal et al., 2020). O autor comenta ainda que a implementação pratica do BIM resulta na mitigação de riscos na fase inicial dos projetos, através da criação, desenvolvimento, operação e gestão eficiente de construções, sendo que esta eficácia é alcançada através da partilha e troca de informações centralizadas.

A tecnologia BIM fornece uma plataforma centralizada onde várias áreas da construção se podem interligar de forma eficiente, tais como projetistas, equipas de construção, donos de obra e fiscalização. Também fornecedores podem ser incluídos para disponibilizarem tipos de materiais, tamanhos, pesos, características físicas e custos. Consequentemente, a popularidade da implementação do BIM na construção e desenvolvimento das *Smart Cities*, tem aumentado cada vez mais. Tem-se verificado um aumento de qualidade e eficiência, que se traduzem numa redução de custos e tempo, processos de concessão e análise mais exigentes, maior eficiência energética e também uma melhor análise do desempenho das construções ao longo do seu ciclo de vida (Goyal et al., 2020).

Elsheikh et al. (2021) reforça que o BIM é uma ferramenta poderosa no planeamento e construção inteligente, devido às capacidades de ligação entre dados físicos e também à capacidade de conhecer quais os requisitos legais nas construções de cada cidade através da centralização de dados, o que permite uma comunicação eficiente entre o sector público e privado.

O Decreto n.º 10/2024, de 8 de janeiro, conhecido como SIMPLEX, procedeu à simplificação dos licenciamentos no âmbito do urbanismo, ordenamento do território e indústria.

O diploma veio simplificar e desburocratizar os procedimentos de licenciamento, permitindo a apresentação de projetos de urbanização e edificação, bem como obras particulares, em formato BIM. Esta medida teve como objetivo de promover a competitividade e o investimento em Portugal.

A alínea n) do Decreto n.º 10/2024, enuncia a “Previsão de uma Plataforma Eletrónica dos Procedimentos Urbanísticos, obrigatória a partir de 5 de janeiro de 2026, que permita a apresentação de pedidos online, consultar o estado dos processos e prazos, receber notificações eletrónicas, obter certidões de isenção de procedimentos urbanísticos, uniformizar procedimentos e documentos exigidos pelos municípios, evitando a multiplicação de práticas e procedimentos diferentes e, entre outras funcionalidades, a futura submissão de pedidos em formato Building Information Modelling (BIM)” (Diário da República, 2024).

O diploma estabelece ainda os requisitos técnicos que os projetos BIM devem cumprir, nomeadamente, a acessibilidade, qualidade dos dados e estrutura de apresentação.

Na maioria dos casos, o parque edificado nos centros urbanos não são em si um elemento isolado e, por esse motivo, é necessários uma interligação de dados entre o parque edificado e o ambiente. Os SIG permitem uma utilização eficiente destes dados, considerando também outros edifícios, estradas, edifícios públicos e características do terreno. A sua evolução para ferramentas 3D é também uma mais-valia, uma vez que possibilitam uma integração com o BIM.

No entanto, Elsheikh et al. (2021) argumenta que a tecnologia BIM não se enquadra atualmente como uma ferramenta eficaz para o planeamento urbano, uma vez que considera que lhe faltam instrumentos necessários ao planeamento em grande escala, necessário para a criação de Smart Cities.

Goyal et al. (2020) analisa a integração de BIM e o SIG na indústria da construção, referindo que o BIM é capaz de fornecer informação geométrica e dados físicos sobre as construções, enquanto o SIG fornece dados georreferenciados que permite uma análise 3D, espacial e permitem calcular a distância entre dois pontos e rotas. A integração entre estes sistemas permite assim tirar partido das vantagens mais significativas de cada uma das tecnologias.

2.4.3. Inteligência Artificial

Como comentado em diferentes textos literários, o rápido crescimento da construção urbana irá criar um impacto significativo no ambiente, educação, segurança, saúde e energia. Por estes motivos, as cidades deverão tornar-se cada vez mais inteligentes de forma a permitirem o melhor funcionamento possível das mesmas, colmatando assim os diversos problemas e desafios que enfrentam.

No desenvolvimento das Smart Cities, a Inteligência Artificial tem vindo a desempenhar um papel cada vez mais crucial, permitindo utilizar dados e conhecimento na tomada de decisão (Cugurullo, 2020). Como mencionado por Kassens-Noor & Hintze (2020), tal como outras transformações tecnológicas ao longo dos anos tiveram impactos significativos na sociedade, a utilização da IA nas Smart Cities terá também o seu impacto. Como explica Zhou & Kankanhalli (2021), apesar dos benefícios de automação e eficiência que a IA traz para as Smart Cities, também irão surgir diversos desafios regulamentares,

como por exemplo, a questão da privacidade, temas legais e éticos, entre outros. Os problemas e riscos serão mais à frente analisados.

De maneira a melhor compreendermos como é utilizada a IA nas SC, temos primeiro de perceber quais as componentes mais relevantes nas SC (componentes onde a IA possa ser utilizada). Primeiro temos que compreender quais os temas e áreas em que se quer adotar, não só as SC querem fornecer novas capacidades enquanto se reduz a intervenção humana, como querem resolver questões sociais, explica Bellini et al. (2022), permitindo assim às cidades convergirem cada vez mais para as metas estabelecidas pelas Nações Unidas para a agenda de 2030, conhecidas como *Sustainable Development Goals* (SDGs).

THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



Figura 2.4 - The 17 Sustainable Development Goals
Fonte: <https://sdgs.un.org/goals>

Herath & Mittal (2022) explicam as questões levantadas por cada uma das componentes mais relevantes componentes das SC com envolvem IA:

- **Mobilidade** - Gestão de tráfego, veículos autónomos, mobilidade sustentável e estacionamento.
- **Educação** – Bibliotecas inteligentes, ensino com base em realidade virtual, gestão de alunos e professores.
- **Saúde** – Previsão de pandemias, hospitais inteligentes, teleconsultas, monitorização de pacientes a distância, registos de saúde eletrónicos.
- **Ambiente** - Monitorização qualidade do ar, gestão de resíduos, monitorização do clima, irrigação inteligente, energias renováveis.
- **Governança** – Governança eletrónica, políticas de tomada de decisão, prevenção e gestão de catástrofes e planeamento urbano.
- **Infraestrutura** – Edifícios inteligentes, turismo inteligente e policiamento inteligente.

- Economia – Cadeias de abastecimento inteligentes, serviços de mão de obra inteligente e mercados inteligentes.

Para resolver os temas identificados em cada um destes domínios, têm obrigatoriamente de ser recolhidos dados relevantes, alavancando a IoT para alimentação da “Big Data”. De acordo com Kim et al. (2017) , a IoT proporcionam a capacidade de gerir, controlar e monitorizar dispositivos de maneira remota, além de criar conhecimento e informação que podem ajudar na tomada de decisões a partir de grandes volumes de dados em tempo real. Devido ao rápido crescimento da tecnologia *web-based* e das estratégias de comunicação da IoT, esta será cada vez mais crucial nas iniciativas aplicadas às SCI. De acordo com (Statista, 2023), existem cerca de 15.2 mil milhões de IoT conectados e estima-se um crescimento para os 30 mil milhões em 2030 (figura x).

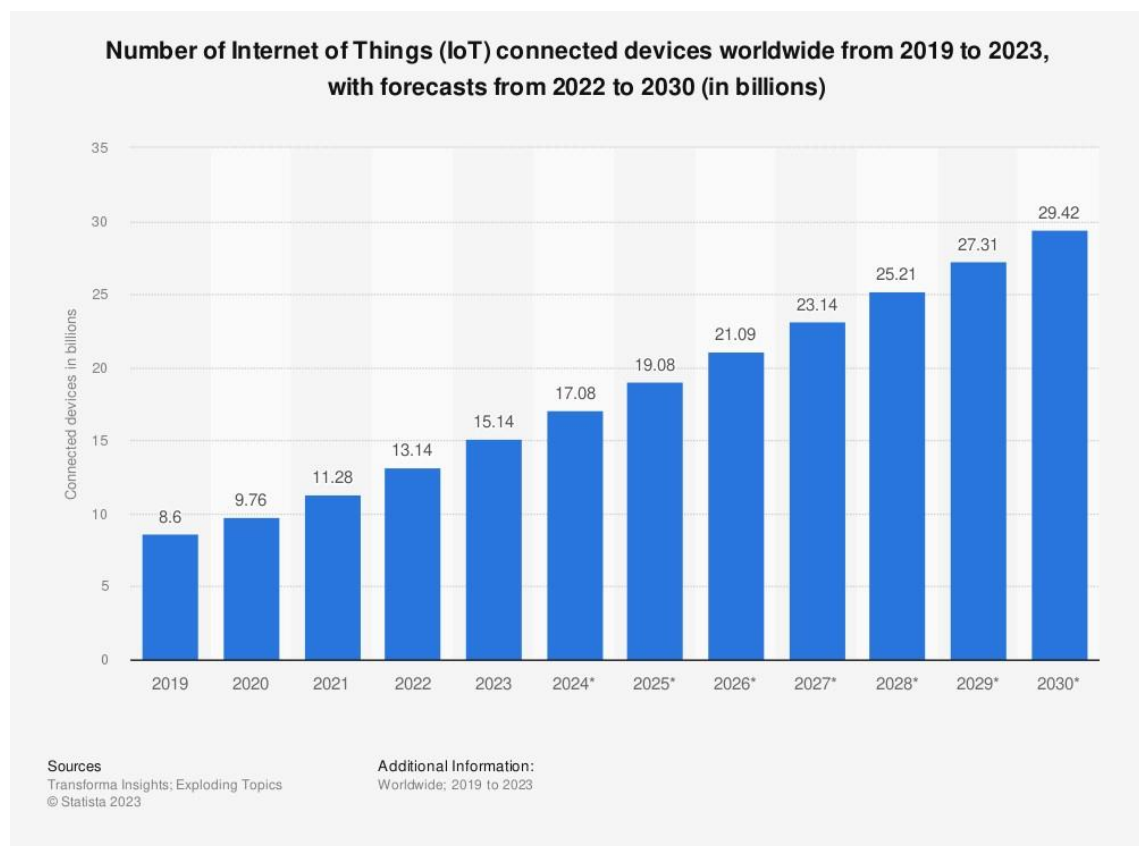


Figura 2.5 - Número de dispositivos IoT conectados mundialmente entre 2019 e 2030
Fonte: <https://www.statista.com/statistics/1183457/iot-connected-devices-worldwide/>

Depois de enunciados os componentes das SC em que se pretende fazer a recolha de dados e compreendida a comunicação e obtenção de grandes volumes de dados através da IoT, será necessário entender como serão analisados e utilizados estes dados.

Aqui entra novamente a IA, definida por (Teruci, 2012) como uma área da ciência de computação, com foco na teoria e na prática do desenvolvimento de algoritmos e sistemas que associamos à inteligência e comportamento humano. Como por exemplo, a linguagem natural, percepção (a tomada de conhecimento sensorial ou de acontecimentos exteriores), resolução de problemas e planeamento,

aprendizagem e adaptação. Herath & Mittal (2022), explicam que no âmbito das Smart Cities, a IA pode ser caracterizada da seguinte forma:

- *Machine Learning* (ML)
- Processamento de Linguagem Natural (PLN)
- Fala
- Visão
- *Expert Systems*
- Robótica

ML é um subconjunto da IA que permite os programas tornarem-se cada vez mais eficientes na previsão de resultados sem terem de ser programados para este efeito. Os algoritmos de ML estimam novos resultados utilizando como valores de entrada dados antigos.

PLN é um ramo da IA que estuda como o computador consegue interagir com a língua natural, tendo como objetivo a criação de algoritmos que permitam a compreensão de documentos e que também possam interpretar nuances na linguagem.

O reconhecimento da fala e voz, através de mecanismos de speech-to-text e text-to-speech, são alguns dos mecanismos utilizados, potenciando a IA para obter resultados. Embora o reconhecimento de Fala e PLN sejam áreas relacionadas da IA, têm abordagens distintas.

A Visão computacional utiliza a IA para interpretar fotografias digitais e vídeo de forma a permitir extrair dados por parte dos sistemas. O *Expert System* simula a opinião e comportamento humano, através da utilização de IA, embora ainda não seja um sistema possa substituir a interpretação humana, mas sim um complemento valioso.

Por fim, a Robótica permite efetivar tarefas autonomamente obtidas através dos resultados conseguidos pelos diferentes ramos da IA, de forma mais eficiente e sem erros humanos.

2.4.4. Perigos e Ameaças do Uso de Tecnologias

É relevante reconhecer alguns dos perigos e ameaças inerentes às Smart Cities. Para Khalifa (2019), as ameaças para a segurança das cidades inteligentes dividem-se em duas categorias principais; ameaças convencionais e não convencionais.

Na categoria das ameaças convencionais, Khalifa (2019) esclarece que se pode contar com cyber ataques a infraestruturas e serviços governamentais, espionagem e ataques a sectores económicos das cidades. Este facto deve-se às infraestruturas das SC serem cada vez mais dependentes de tecnologia e necessitarem de uma constante conexão à internet, tais como centrais elétricas, sistemas hospitalares, serviços financeiros, comunicações, transportes e satélites. Sookhak et al. (2018) reforça que devido à complexidade das redes das Smart Cities, a ligação entre tecnologias digitais, dispositivos IoT e infraestruturas de tecnologias de informação e comunicação, cria uma estrutura muito vulnerável a intrusos. O mesmo autor explica ainda que é possível atacar estes sistemas para extrair informação confidencial sem que o utilizador se aperceba.

Khalifa (2019) diz que embora a utilização de tecnologia inteligente e IA, na banca e serviços financeiros, traga vários benefícios a nível de investimento e desenvolvimento das cidades, a exposição a cyber ataques é cada vez maior. Este facto poderá levar a uma perda financeira dos cidadãos, empresas e organizações, como também poderá significar a utilização destes ganhos ilícitos para financiar atividades ilegais e terroristas nas cidades.

O armazenamento de dados acaba por ser uns dos aspetos mais importantes das SC, pois estes dados têm de estar constantemente acessíveis a todas as infraestruturas e serviços de forma autónoma, de forma a otimizar a tomada de decisão (Anwar & Ali, 2022). Com todas as vantagens que advêm da facilidade de interligação dos dados, existem vários aspetos potencialmente negativos relativos à segurança e privacidade dos dados (Khalifa, 2019).

Nas ameaças não tradicionais, Khalifa (2019) explica que a ameaça mais importante a ter em conta é a resistência por parte dos cidadãos contra as mudanças tecnológicas necessárias.

Por terem receio que a sua privacidade e liberdade possam ser postas em causa, Sookhak et al. (2018) comentam que a maior parte dos cidadãos prefere que os dispositivos IoT não recolham dados sensíveis, pois esta recolha poderá significar a partilha com terceiros. No entanto, o autor afirma que uma maneira de combater esta resistência, poderá passar pela transparência na utilização dos dados e anonimato dos cidadãos. Neste sentido, o tema da privacidade e liberdade dos cidadãos, torna-se um dos temas controversos das SC.

Anwar & Ali (2022) enunciam os requisitos mais importantes para a segurança das Smart Cities, que devem ser considerados ainda na fase de projecto das diferentes componentes:

1. Confidencialidade: Proteção dos dados entre dispositivos IoT e na passagem desta informação para as bases de dados;
2. Integridade: Garantir que os dados, tanto na base de dados, como nos dispositivos, não podem ser adulterados ou modificados;
3. Disponibilidade: O utilizador tem de ter sempre acesso aos dispositivos e serviços prestados pelas Smart Cities;
4. Autorização: Garantir que apenas pessoal autorizado tem acesso aos dados disponíveis;
5. Anonimato: Garantir a privacidade e proteção dos dados e assegurar que estes não se encontrem acessíveis a intrusos;
6. Dados em tempo real: Garantir que os dados são atualizados, tanto quanto possível, em tempo real.

Zhou & Kankanhalli (2021) comentam a importância de uma correta e responsável utilização da IA no livro “Smart Cities and Smart Governance”, através de uma correta implementação de regulamentos e métricas de consciência.

Empresas como a Accenture, PWC, Microsoft e algumas agências governamentais, têm proposto diversos quadros normativos para orientar o desenvolvimento e utilização da Inteligência Artificial. Os autores explicam que dentro destes quadros normativos os princípios mais comuns entre eles são a: privacidade, segurança, transparência, igualdade, responsabilidade e valores humanos.

Zhou & Kankanhalli (2021) referem-se aos veículos autónomos como um exemplo da utilização de Inteligência Artificial nas Smart Cities e a possibilidade de existirem questões morais e éticas relacionadas com a sua utilização. Um destes exemplos é o chamado “*Trolley Problem*”, onde um veículo autónomo, no caso de um acidente inevitável, tem de decidir como minimizar os danos. Neste caso, o dilema ético foca-se no minimizar o número de mortes, ou preservar a vida do condutor e passageiros do veículo.

Quanto às questões legais relacionadas com os veículos autónomos, embora ainda falte algum caminho a percorrer, há avanços a nível nacional e da União Europeia no sentido de adaptar as leis que regulam estas novas tecnologias (Davide Ochoa, 2023).

De acordo com a *Society of Automotive Engineers (SAE)*, os níveis de automação dos veículos são distintos e definidos da seguinte forma:

- Nível 0 – Sem automatização – Controlo manual, o condutor executa todas as tarefas de condução;
- Nível 1 – Assistência ao condutor – O veículo dispõe de um único sistema automatizado. O condutor deve estar pronto para assumir o controlo a qualquer momento;
- Nível 2 – Automatização parcial da condução – O veículo pode assistir na direção e na aceleração. O condutor continua a controlar todas as tarefas e pode assumir o controlo em qualquer altura;
- Nível 3 – Automatização condicional da condução – Capacidades de deteção espacial. O veículo pode efetuar a maioria das tarefas de condução, mas continua a ser necessário o controlo do condutor;
- Nível 4 – Automatização elevada da condução – O veículo efetua todas as tarefas de condução em circunstâncias específicas. O controlo do condutor continua a ser uma opção;
- Nível 5 – Automatização total da condução – O veículo executa todas as tarefas de condução em condições específicas. Não é necessária qualquer interação ou atenção por parte do condutor.

A União Europeia está a traçar o caminho para a integração dos automóveis autónomos através do desenvolvimento de regulamentos e legislação. Os princípios fundamentais abrangem normas de segurança rigorosas, regras de responsabilidade claras, quadros éticos para a tomada de decisões e proteção da privacidade dos dados. Embora a expectativa seja que a legislação final seja promulgada no decorrer de 2024, as iniciativas em curso visam impulsionar a investigação, estabelecer diretrizes éticas e abordar as preocupações relacionadas com a segurança, privacidade e o impacto no emprego. À medida que a tecnologia avança, a adaptação da infraestrutura e dos regulamentos será cada vez mais relevante para garantir uma transição suave para a condução autónoma na Europa.

3. CASOS DE ESTUDO

No contexto desta dissertação foram escolhidas três cidades como casos de estudo, exemplos de Smart Cities. Para cada uma destas cidades, serão analisadas as iniciativas e políticas adotadas pelas mesmas, com o objetivo de as tornar mais sustentáveis, melhorar a qualidade de vida dos habitantes e visitantes e assegurar o seu desenvolvimento económico. Foram tidas em conta as diversas características destas cidades (nomeadamente no que toca à diversidade geográfica e cultural, tamanho das cidades, e a abordagem aplicada à implementação de tecnologias) com o propósito de promover uma compreensão ampla e representativa do conceito de *Smart City* nos dias de hoje.

As cidades escolhidas para o estudo foram:

- Cascais, Portugal, Europa
- Barcelona, Espanha, Europa
- Singapura, Singapura, Ásia

Para a escolha destas cidades como amostra representativa de *Smart Cities*, foi tida em consideração a diversidade geográfica e cultural. Importa enfatizar o facto destas cidades serem localizadas em continentes distintos (Europa e Ásia) e com contextos culturais diversos. Desta forma, é possível evidenciar nesta análise que as soluções das Smart Cities podem ser adaptadas a todo o mundo.

Outra característica tida em conta na escolha dos casos de estudo foi o tamanho das cidades. Enquanto Cascais é uma vila, Barcelona é uma grande cidade e Singapura é uma cidade-estado. Assim, evidenciamos também que as estratégias adotadas pelas Smart Cities podem ser adaptadas a diferentes contextos urbanos.

Assim, no sentido de homogeneizar a análise dos casos de estudo, são consideradas as cinco dimensões referidas na revisão de literatura – Ambiente, Economia, Governança, Mobilidade e Sociedade – com recurso a um paralelismo com as áreas de intervenção definidas por cada cidade.

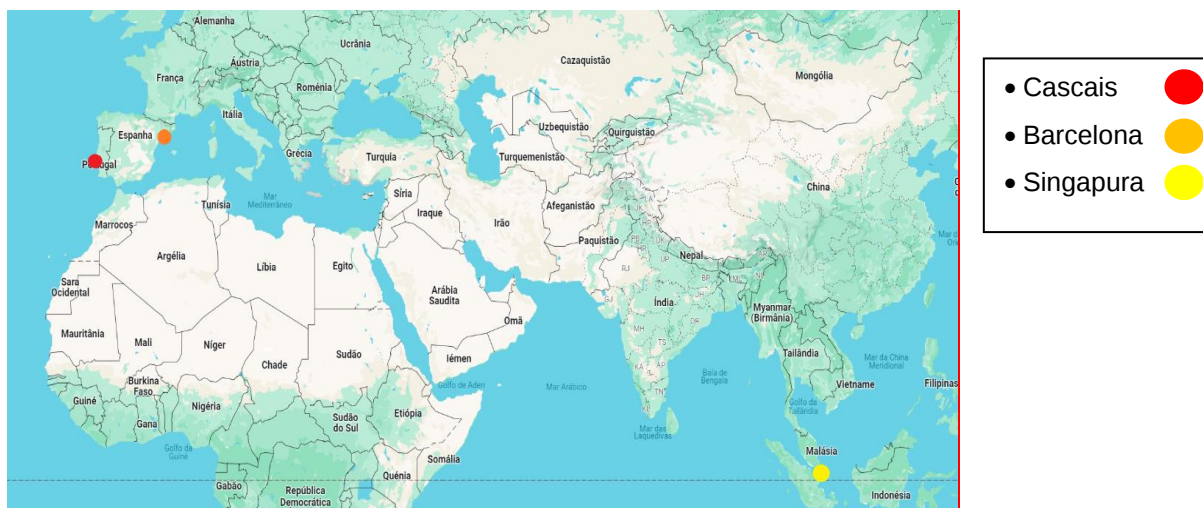


Figura 3.1 - Localização das cidades escolhidas
Fonte: Adaptado de Google Earth (2024)

3.1. Cascais

A Vila de Cascais está situada a cerca de 30 quilómetros de Lisboa (capital Portuguesa), sendo parte integrante da área metropolitana de Lisboa. Cascais ocupa uma área de cerca de 98 quilómetros quadrados, em que aproximadamente um terço é considerado parque natural, o Parque Natural Sintra Cascais.

O concelho de Cascais é composto por seis freguesias: Alcabideche, Carcavelos, Cascais, Estoril, Parede e São Domingos de Rana e conta com aproximadamente 215 mil habitantes (Cascais Data, 2023)

Num contexto socioeconómico, Cascais é um destino turístico muito popular e conhecido pela sua beleza natural, praias e edifícios históricos. A região viu um crescimento significativo no setor imobiliário, com a construção de novos empreendimentos comerciais e residenciais. Cascais organiza também diversos eventos culturais e de lazer na região, fomentando o turismo e o sector económico.

Atuando em áreas como a economia, governança, mobilidade, ambiente e saúde. O Município de Cascais tem implementado diversas iniciativas inovadoras com o objetivo de se aproximar cada vez mais do conceito de Smart City e melhorar a qualidade de vida dos seus habitantes.

Cascais procura o desenvolvimento com recurso a abordagens inovadoras para poder melhor governar e planear o futuro para os seus habitantes. Com recurso ao envolvimento dos cidadãos, o município selecionou algumas áreas de intervenção:

- Ambiente & Energia
- Economia & Inovação
- Governança
- Mobilidade
- Qualidade de Vida
- Sociedade & Educação

3.1.1. Ambiente

Dada a importância deste tema, o município de Cascais criou, em novembro de 2005, uma empresa independente, a Empresa de Ambiente de Cascais, E.M. (Cascais Ambiente) tendo como missão responder às necessidades de limpeza urbana gerada pelos seus residentes, trabalhadores e visitantes. O objetivo desta empresa passa por contribuir para o desenvolvimento sustentável do concelho de Cascais (Cascais Ambiente, 2023)

Como iniciativas no sector do Ambiente e da Energia, é possível destacar o *iRec*, um projeto lançado em parceria com a Cascais Ambiente e a Nova School of Business and Economics. Este projeto incentiva os consumidores a devolver as embalagens de bebidas vazias de maneira que estas possam vir a ser reutilizadas, total ou parcialmente, desafiando a participação ativa dos moradores de Cascais. Sendo também o objetivo impulsionar a economia circular e enfatizar o valor dos resíduos, para integrar essas matérias na cadeia económica como novos productos.

Desta forma, a iniciativa visa diminuir a dependência do consumo de recursos humanos no que respeita a uma parte significativa da divisão do lixo urbano de Cascais – uma vez que este processo de separação passou a ser feito pela população em geral. Tendo sido a primeira máquina instalada na Nova SBE como teste piloto e já possível encontrar várias máquinas instaladas em diversos pontos do município (Cascais Smart City | Cascais Data, 2023)



Figura 3.2 - Contentores iRec

Fonte: <https://www.cascais.pt/galeria-de-imagens/lancamento-irec-inovar-reciclagem>

No âmbito da gestão de resíduos, foi implementado o *Smart Waste Management*, uma solução inteligente de monitorização automatizada de resíduos. A partir da implementação de sensores IoT em cerca de 400 ecopontos e em 21 ilhas ecológicas de recolha de lixo. Com esta iniciativa, a central de recolha de lixo passou a receber relatórios sobre os níveis de enchimento, o que viabiliza a elaboração de planos de rotas mais otimizados e eficientes. Com esta gestão inteligente, o município estima reduzir cerca de 350 toneladas por ano de emissões de dióxido carbono e 180 000 quilómetros por ano dos

camhões, permitindo uma poupança de 800 000 euros por ano no sistema de gestão da recolha de lixo, não comprometendo a sua capacidade de resposta (Cascais Smart City | Cascais Data, 2023).



Figura 3.3 - Ilhas ecológicas
Fonte: Autor

A figura 3.4 exemplifica a quantidade de lixo urbano recolhido no concelho de Cascais, entre 2020 e 2024.

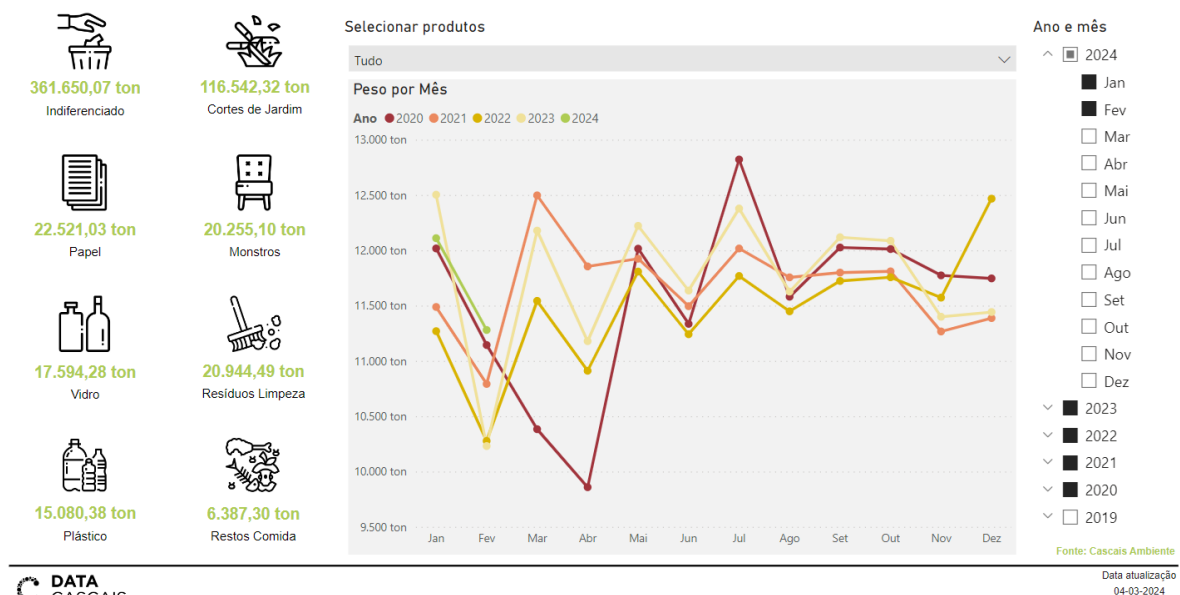


Figura 3.4 - Residómetro de lixo urbano
Fonte: <https://data.cascais.pt/geral/ambiente-energia>

Ainda no âmbito do Ambiente & Energia, podemos encontrar outros projetos implementados no município, como os sensores IoT de qualidade do ar e meteorologia, cujos dados estão acessíveis e disponíveis nos dados abertos do portal de Cascais. Foram também implementadas matrizes

energéticas e de água para diagnosticar os perfis de consumo no município, com o objetivo de reduzir os níveis de dióxido de carbono emitidos e o consumo de água, respetivamente.

3.1.2. Economia

No âmbito Economia e Inovação, Cascais criou um espaço dedicado ao desenvolvimento profissional e à aprendizagem em colaboração com parcerias públicas e privadas, chamado Cidade das Profissões. Sendo este um serviço gratuito e de livre acesso, os habitantes do município podem encontrar, por exemplo, planos de formação certificada e feiras de emprego.

Com o objetivo de desenvolver o empreendedorismo no município e dando especial ênfase ao empreendedorismo jovem e social, o Município criou em 2006 a Agência DNA Cascais, uma associação sem fins lucrativos de forma a criar um ecossistema empreendedor.

A *DNA Cascais*, (2023) tem 4 principais eixos:

- Empreendedorismo Jovem, Social e Criativo: com o objetivo de diversificar e intervir em todos os sectores de atividade e faixas etárias.
- Ideias, Negócio e Internacionalização: com o objetivo de identificar e potenciar ideias e negócios.
- Apoiar na angariação de financiamento: com o objetivo de atrair financiamento para levar ideias avante.
- Incubação: o município pretende acompanhar empreendedores, projetos e empresas inovadoras com diferentes modelos de incubação. Desde a Incubadora Física - onde é disponibilizado espaço físico, espaços comuns, consultoria especializada, estudos especializados, entre outros - incubadora Via Posto de Trabalho - permitem que as empresas tenham sede fiscal no Ninho de Empresas DNA Cascais e a utilização do espaço físico no Ninho e à Incubadora Virtual - que permitem as empresas terem apenas a sua sede fiscal no Ninho de Empresas do município.



Figura 3.5 - Sede da DNA Cascais
Fonte: Autor

Para dinamizar o comércio local, a APP 360 City Cascais (promovida pela DNA Cascais) pretende funcionar como uma montra digital e uma loja virtual, onde a informação é disponibilizada por sectores de atividade para que os empresários e comerciantes possam vender os seus produtos e serviços.

3.1.3. Governança

No âmbito da Governança, o Orçamento Participativo é um projeto municipal que procura envolver a população nos processos governativos locais, de forma informada e responsável. Os cidadãos do concelho são chamados a participar numa votação para a atribuição de uma parte do orçamento municipal. Desde a sua primeira edição em 2011, os cidadãos já decidiram a aplicação de cerca de 51 milhões de euros, traduzidos em 198 projetos por todos o município. Tema desenvolvido infra nas Diretrizes (Cascais Data, 2023).

O concelho promove também o programa anual de voluntariado jovem que inclui eventos e projetos promovendo competências de cidadania ativa e desenvolvimento de *soft skills*, sociais e profissionais contribuindo, assim, para a melhoria de qualidade de vida de todos os seus habitantes.

Nos últimos 10 anos, foram concedidas mais 721 bolsas sociais para creches em Cascais (tendo mais de 38 creches locais aderido), no valor total de 1 100 000 Euros. Esta é uma medida pioneira ao nível local, onde a autarquia apoia as famílias desde o nascimento, com ações sociais que visam facilitar a capacidade de resposta das famílias no que toca à conciliação da vida pessoal e profissional (Cascais Smart City | Cascais Data, 2023).

3.1.4. Mobilidade

Sendo o tema da Mobilidade um dos mais conhecidos na literatura sobre o conceito de *Smart City*, o Concelho tem feito um percurso muito inovador para a criação de um futuro mais equitativo e sustentável.

O projeto Autocarro Autónomo é o primeiro veículo autónomo em Portugal que atualmente opera num percurso de 700 metros, entre a Quinta de São Gonçalo e a Nova SBE.



Figura 3.6 - Autocarro Autónomo

Fonte: <https://www.cascais.pt/noticia/cascais-abriu-caminho-veiculo-autonomo-ja-chegou>

A APP MobiCascais, é um sistema integrado de mobilidade gratuito, que não só fornece informação de vários operadores de mobilidade no concelho, permitindo ao utilizador escolher a melhor opção de transporte, como dispõe da funcionalidade dos serviços poderem ser pagos diretamente pela aplicação.

Outra iniciativa é a implementação dos Quiosques MobiCascais, que fazem parte do sistema integrado de mobilidade, onde os habitantes e turistas podem contar com cinco quiosques de atendimento presencial espalhados pelo concelho. Estes quiosques servem como centro de informação sobre Cascais (informação cultural, geográfica, restauração e zonas de lazer, entre outros) e o aluguer de bicicletas e trotinetes – um serviço que tem tido muita adesão por parte dos habitantes e turistas, dado não só ao fácil acesso, mas sobretudo à vasta rede de ciclovias existentes por todo o concelho (Cascais *Smart City* | Cascais Data, 2023).

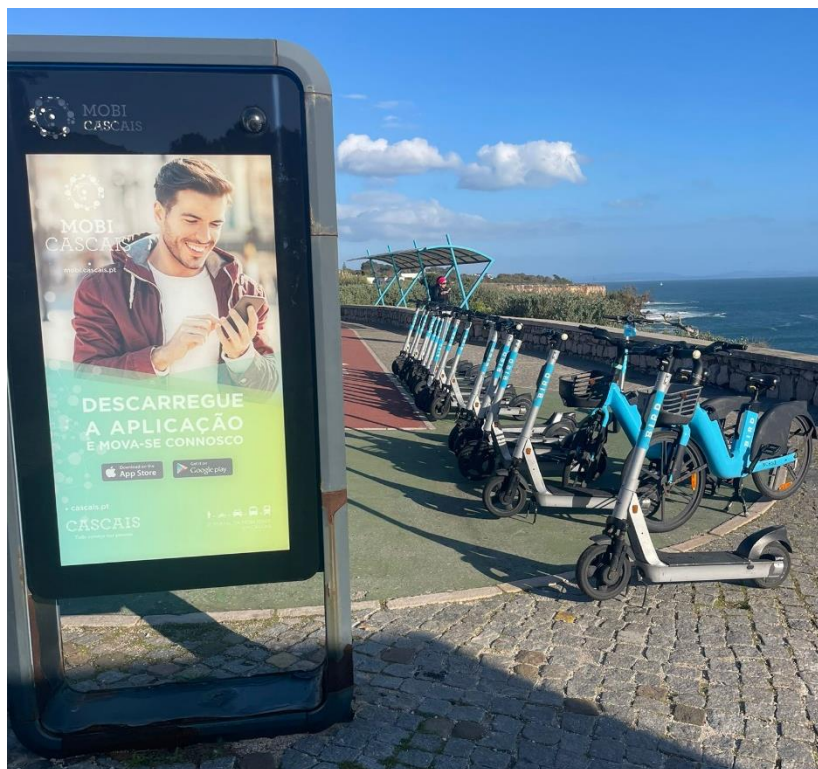


Figura 3.7 - Bicicletas e trotinetes da MOBI Cascais
Fonte: Autor



Figura 3.8 - Quiosques MobiCascais
Fonte: Autor

Com o cartão Viver Cascais, quem reside, estuda ou trabalha no concelho, tem acesso a transporte municipal gratuito. Neste serviço, encontram-se autocarros totalmente movidos a hidrogénio, mais um sinal do esforço contínuo para reduzir a pegada ecológica do concelho (Câmara de Cascais, 2023).

A União Europeia definiu como objetivo atingir a neutralidade carbónica até 2050 e a redução de emissões de CO2 em pelo menos 55% até 2030. De referir que o setor dos transportes é considerado pela Comissão Europeia como responsável por 25% das emissões e sendo por isso a descarbonização uma prioridade para o Município de Cascais, existe atualmente um rácio de um posto de abastecimento elétrico por cada 2 km², com um total de 95 postos de carregamentos disponíveis de 12 diferentes operadores, perfazendo um total de 210 tomadas de carregamento elétrico (União Europeia, 2023).

3.1.5. Sociedade

O concelho de Cascais tem vindo a promover ativamente medidas associadas à saúde e ao bem-estar, de maneira a contribuir para a criação de uma vida saudável, assente num estilo de vida ativo, consciente e sustentável.

Tendo este facto muito presente, a Câmara de Cascais implementou em 1999 o programa municipal de promoção desportiva Cascais Ativo, que oferece variadas atividades, entre elas percursos pedestres, escalada, canoagem, aulas de grupo, entre outros. Este projeto desenvolve um conjunto de parcerias com diversos clubes, associações desportivas, ginásios, empresas e outras entidades da área do desporto e da saúde (Vida Cascais, 2023).

Um dos focos do concelho foi na comunidade escolar do 1º ciclo, depois de realizado um inquérito a cerca de 1600 carregados de educação relativos a hábitos de alimentação, atividade física e atividades de lazer. A análise destes indicadores padrão permite ao concelho informar e proporcionar aos seus habitantes todas as condições para que desde cedo possam usufruir de um estado completo de bem-estar físico e mental (Câmara de Cascais, 2023).

Ainda no âmbito de Sociedade e Educação o concelho de Cascais procura um mundo cada vez mais integrado com a tecnologia. Começando pelo desenvolvimento da aplicação *Cascais Edu* que fornece à comunidade educativa (alunos, pais e professores) informação como atividades, faltas, horários, avaliações entre outras, permitindo um rápido e fácil acesso a toda a informação relevante a área da educação (Câmara de Cascais, 2023).

Outras iniciativas, como a página Vida Cascais, visam garantir um acesso a serviços integrados de saúde e suporte social para todos os habitantes e visitantes de Cascais. Este projeto visa desenvolver práticas que sejam centrais ao desenvolvimento social, económico e individual, Proporcionando alguns serviços aos munícipes: serviços de saúde, nomeadamente teleconsultas, Cascais sem diabetes, acessibilidade a medicamentos, apoio domiciliário, o Projeto Bata Branca, o qual visa disponibilizar o acesso a consultas de clínica geral a todos os maiores de 18 anos sem médico de família atribuído. Saúde mental, incluindo espaços socio-ocupacionais e apoio psicológico, destinado em especial aos munícipes em situação de maior vulnerabilidade económica e social (Vida Cascais, 2023).

Cascais fornece ainda um serviço de biblioteca virtual com acesso a documentos de interesse histórico e cultural, e ainda, visitas virtuais a alguns museus do concelho. A APP 360 City Cascais reúne informação sobre eventos culturais e desportivos (Câmara de Cascais, 2023).

3.2. Barcelona

Barcelona está situada no nordeste de Espanha, perto de França. Com cerca de 1,7 milhões de habitantes é a segunda cidade mais povoada de Espanha. A área metropolitana de Barcelona conta com mais de cinco milhões de habitantes, com sensivelmente 101 quilómetros quadrados de área, sendo a organização urbana fundamental na gestão da cidade.

Barcelona é um destino popular de turismo, acolhendo milhões de turistas anualmente, devido à sua riqueza cultural e histórica, como também às suas praias mediterrâneas. Devido ao desenvolvimento tecnológico da cidade, Barcelona passou a ter uma economia diversificada, com sectores como o turismo, a inovação tecnológica e o comércio, tendo um papel essencial no desenvolvimento da cidade.

Barcelona foi classificada na posição 75º no ranking das Smart Cities no mundo pela (IMD Smart City, 2023). A estratégia de Barcelona no contexto do desenvolvimento das Smart Cities, centra-se no desenvolvimento da comunidade e em melhorar a qualidade de vida dos habitantes e dos seus turistas (*Ayuntamiento de Barcelona*, 2023).

3.2.1. Ambiente

No âmbito do ambiente, o *Ayuntamiento de Barcelona*, desenvolveu o *Superblock*, que é um projeto de urbanismo que tem como principal preocupação a melhoria da qualidade de vida dos seus habitantes. O objetivo deste modelo é desenvolver políticas e projetos que ajudem a criar uma cidade futura mais saudável, inclusiva, diversificada e produtiva, dando resposta as crises que a cidade enfrente, tanto a nível social, ambiental e económica (*Ayuntamiento de Barcelona*, 2023)

(Zografos et al. 2020) analisa como a cidade de Barcelona se encontra vulnerável a ameaças relacionadas com a alteração climática, como o aumento do nível do mar e inundações, aumentos de temperatura nas zonas urbanas e longos períodos de seca. Por esta razão, este plano de urbanismo da cidade enquadra-se também nas políticas de combate à alteração climática.

O plano urbanístico da cidade visa reorganizar a mobilidade urbana e a utilização do terreno, com a criação de 503 *Superblocks* por toda a cidade. Através da reorganização do tráfego, dentro de cada um destes *Superblocks*, ao converter cerca de 60% do terreno ocupado por estradas, em zonas de verdes, ciclovias e áreas de festivais, esperam reduzir o trânsito em aproximadamente 21% (Zografos et al., 2020)

O projeto consiste em que cada *Superblock* seja uma área de trânsito condicionado, em zonas com aproximadamente 400m X 400m ou 3 por 3 quarteirões. Nas áreas circundantes a esta zona, autocarros e carros circulam com normalidade e as zonas interiores destes blocos são readaptadas para zonas comuns para os seus moradores. No entanto, as zonas interiores continuam a ser acessíveis a veículos de emergência, manutenção e veículos autorizados.

SUPERBLOCKS MODEL

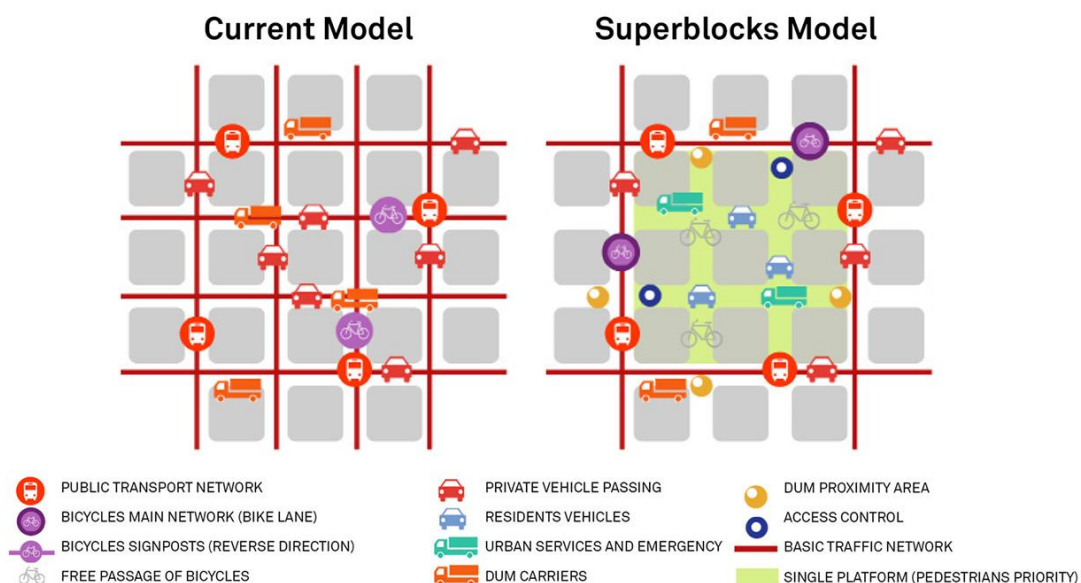


Figura 3.9 - Modelo do projeto *Superblocks*

Fonte: https://www.ruedelavenir.com/wp-content/uploads/2021/07/SUPERMANZANAS_web.pdf

No entanto, houve resistência na fase dos testes piloto em relação a este plano de urbanização da cidade por parte da comunidade, como por exemplo, gentrificação e o aumento do valor dos imóveis levando os residentes a procurarem alternativas mais baratas. Também proprietários de lojas e restaurantes argumentaram que o acesso cortado a carros afetaria os seus negócios.

Para combater a inercia da comunidade, foram implementadas iniciativas relacionadas com a mobilidade, as quais são analisadas no capítulo 3.2.4.

3.2.2. Economia

O *Barcelona Activa*, é uma iniciativa de desenvolvimento económico e criação de emprego na cidade, criada pelo *Ayuntamiento* de Barcelona. Esta iniciativa tem o objetivo de apoiar o empreendedorismo, incentivar a criação de postos de trabalho e promover o desenvolvimento económico sustentável da cidade.

Esta iniciativa fornece uma variedade de serviços, nomeadamente, o *Emprendedoria* que suporta *start ups* em diversos sectores, através de serviços de aconselhamento empresarial, formação profissional, serviços de “Preincubation” e “Preacceleration”, facilita o acesso a *networking* e promove o acesso ao investimento. O programa *Emprendedoria* já apoiou e desenvolveu mais de 16.000 projetos.

Outro programa disponibilizado pelo Barcelona Activa, é o *MediaTIC Incubator*, o qual funciona de forma similar e fornece o mesmo tipo de serviços que o programa *Emprendedoria*. No entanto, o *MediaTIC Incubator*, apoia exclusivamente *start ups* na área da tecnologia e comunicação, com o objetivo de impulsionar a inovação e o desenvolvimento tecnológico da cidade.



Figura 3.10 - Sede da Barcelona Activa

Fonte: <https://www.barcelonactiva.cat/en/-/the-technology-park-opens-its-doors-for-the-nou-barris-festivities/1.8?redirect=%2Fen%2Fhome>

3.2.3. Governança

Atualmente a cidade de Barcelona conta com várias iniciativas para tornar a cidade cada vez mais inteligente, estas ações visam promover uma melhor qualidade de vida, sustentabilidade e fazer da cidade um lugar mais eficiente e sustentável para a comunidade.

A Barcelona Digital City (2023), afirma que “o acesso a internet de alta velocidade não deve ser um luxo, mas sim um direito de todos os seus cidadãos”, para atingir isto pretende que exista uma democracia participativa e que existam políticas para enriquecer a comunidade, permitindo que esta se torne mais digital e inovadora.

A cidade de Barcelona começou em 2012 a fazer testes com tecnologias digitais, implementando sensores IoT pela cidade, de forma que os dados recolhidos pudessem ser analisados e utilizados, não só pelo governo, mas também pelo sector privado. Implementando também uma rede ampla de *Wi-fi* disponível ao público, pelo que é também possível recolher os dados dos dispositivos IoT e transferir para armazenamento em bases de dados para posterior análise.

Barcelona tem uma iniciativa de *open data* com o objetivo de maximizar os recursos públicos, permitindo que cidadãos, empresas e outras instituições públicas utilizem os recursos disponíveis para potenciar a economia e oportunidades de âmbito social. As administrações públicas têm o foco de

promover a transparência na gestão, melhorar os serviços para os cidadãos, gerar atividade econômica e procura de eficiência e sustentabilidade (*Open Data BCN | Ajuntament de Barcelona's open data service*, 2023)

3.2.4. Mobilidade

O consumo de iluminação pública na cidade representa cerca de 20% do consumo total de energia da cidade. Para tornar este serviço mais eficiente e sustentável, dos cerca de 146,000 pontos de iluminação, é feita continuamente uma mudança para tecnologias mais eficientes. A cidade conta com iluminação LED, sensores de movimento para aumentar e diminuir a luminosidade conforme necessário e controlo remoto dos pontos de luz (*Ayuntamiento de Barcelona*, 2023).

Plano de mobilidade urbana centra-se em 4 pontos estratégicos (*Mobility and Transport | Barcelona City Council*, 2023)

- Mobilidade segura – Procura estabelecer medidas segurança rodoviárias, pedestres e ciclistas com objetivo de reduzir a taxa de acidentes para zero;
- Mobilidade sustentável – Promover o uso de bicicletas, deslocamento a pé e uso de transportes públicos, de forma a reduzir o uso de transportes privados, consequentemente reduzir as emissões de dióxido de carbono e ruído;
- Mobilidade justa – Garantir que todas as comunidades da cidade têm as mesmas oportunidades de mobilidade por toda a cidade;
- Mobilidade inteligente – Melhorar a gestão de trânsito, otimizar os transportes públicos para que os cidadãos possam mover com rapidez, de forma sustentável e confortável.

Sentilo é a rede de sensores de Barcelona, “consegue saber quantas pessoas e bicicletas há nas ruas da cidade. Medir os níveis sonoros, temperatura e qualidade do ar nas ruas.”, (*Barcelona Digital Mobility*, 2023). Estas são algumas das capacidades dos milhares de sensores espalhados pela cidade que estão disponíveis em *open data* para que diferentes departamentos da cidade e empresas, possam processar as grandes quantidades de dados gerados pelos dispositivos IoT.

<http://connecta.bcn.cat/connecta-catalog-web/component/map>

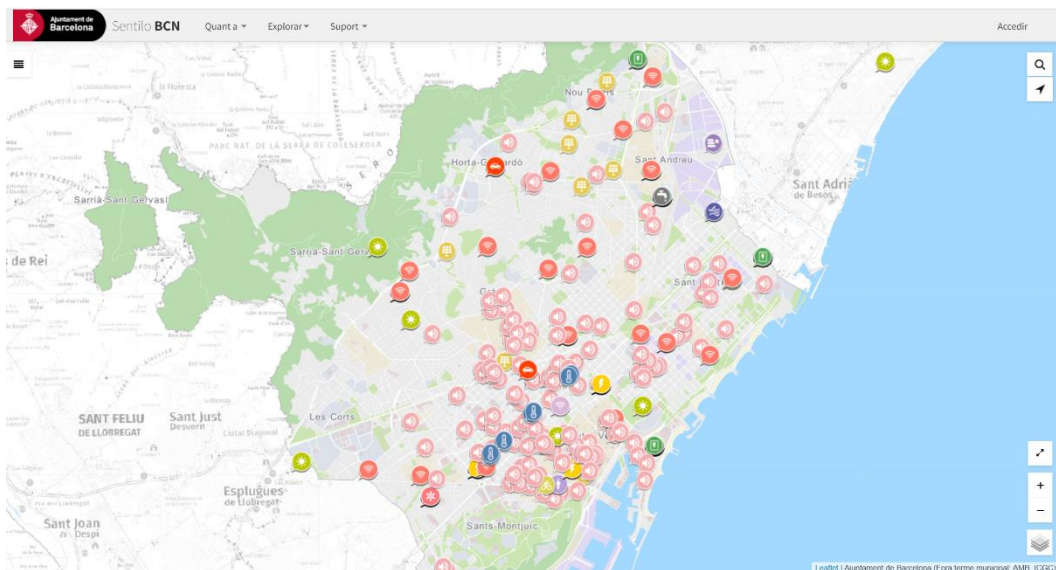


Figura 3.11 - Plataforma web de dados abetos Sentilo

Fonte: <https://www.barcelonactiva.cat/en/-/the-technology-park-opens-its-doors-for-the-nou-barris-festivities/1.8?redirect=%2Fen%2Fhome>

Para combater a inércia da comunidade, como visão de longo prazo, a introdução do projeto dos *Superblocks* pretende alterar o conceito de mobilidade na cidade, diversas medidas vão ser implementadas ao longo dos anos. A cidade vai poder contar com mais 32Km de ciclovias, expansão da rede de bicicletas (através de iniciativas com a *Bicing* – rede de partilha de bicicletas), adicionar 67Km de faixas exclusivas a transportes públicos, aumentar a sua eficiência e revendo quais os percursos mais necessitados por parte da população, garantir estacionamento adequando por toda a cidade. Simultaneamente, reforçar a rede metro, para que esta seja mais abrangente e inclusiva a toda a comunidade. Estas medidas pretendem, não só, aumentar a qualidade de vida dos cidadãos, mas também tornar a cidade mais sustentável, eficiente e inteligente (Ayuntamiento de Barcelona, 2023).



Figura 3.12 - Projeto de extensão da linha de metro

Fonte: https://www.ruedelavenir.com/wp-content/uploads/2021/07/SUPERMANZANAS_web.pdf

3.2.5. Sociedade

O Geoportal BCN serve como uma ferramenta de planeamento disponível aos cidadãos, empresas e outras administrações públicas. Esta ferramenta utiliza SIG para que todos os dados recolhidos na cidade estejam georreferenciados e disponíveis na plataforma. O *Geoportal BCN*, permite realizar o planeamento de obras de forma mais analítica, com vários dos dados centralizados nesta plataforma, como projeto de desenvolvimento a longo prazo da cidade, informações legais, utilização dos terrenos, métricas de consumo, poluição, ruído, entre outras (Geoservices | GeoPortal | Ajuntament de Barcelona, 2023)

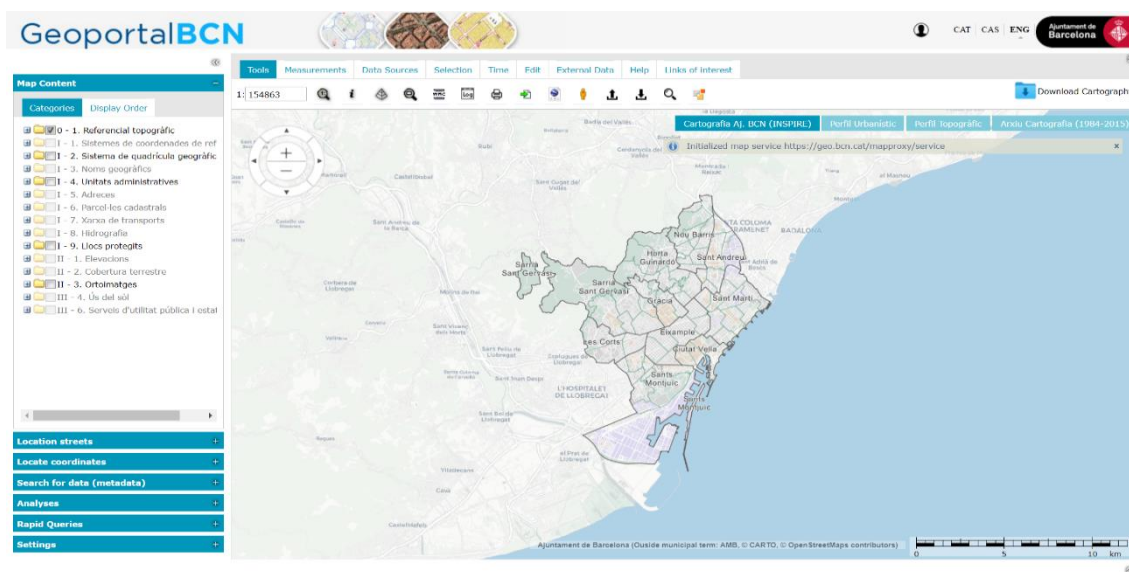


Figura 3.13 - Plataforma web *GeoportalBCN*
Fonte: <https://w133.bcn.cat/geoportalbcn/GeoPortal.aspx?lang=es>

O programa *Barcelona Living Labs*, desempenha um papel fundamental na promoção da inovação urbana e na construção de uma cidade mais inteligente, sustentável e inclusiva. Este programa fornece ambientes reais, conhecidos como “Laboratórios Vivos”, que são utilizados como espaços experimentais para testar e implementar soluções inovadoras para os desafios urbanos. Estes espaços experimentais integram diversos *stakeholders* da cidade, nomeadamente, habitantes, entidades governamentais, centros de investigação, universidades e empresas. Este programa tem o objetivo de fomentar a colaboração entre todos no desenvolvimento de soluções para as *Smart Cities* (Ayuntamiento de Barcelona, 2023).

3.3. Singapura

Singapura é uma cidade-estado localizada no sudeste asiático, com cerca de 735 quilómetros quadrados de área e conta com 5,9 milhões de habitantes (NPTD, 2023).

Os setores de comércio, tecnologia, finanças e turismo tornam Singapura uma das economias em maior crescimento do mundo. É também caracterizada pela diversidade cultural, devido a sua capacidade de inclusão na sociedade. A cidade é caracterizada pela sua arquitetura moderna e planeamento urbano eficiente, devido a limitação do terreno por questões geográficas.

Singapura foi classificada pela *IMD Smart City Index Report (2023)*, como a 7ª no índice de *Smart Cities* no mundo. Devido ao rápido crescimento económico e notoriedade do país na década de 70, Singapura é caracterizada como uma *Global City*. Nesta visão de *Global City*, Singapura começou a enfrentar uma desigualdade crescente e insatisfação dos seus cidadãos, em especial devido a concorrência de estrangeiros no país. Em 2014, o primeiro-ministro quis repor a visão de *Global City* por *Smart Nation*, criando várias iniciativas por todo o país (Joo, 2023).

3.3.1. Ambiente

O planeamento urbano de Singapura é feito com base nas estratégias gerais, identificação dos terrenos para diferentes usos e estabelecendo o ritmo de crescimento da cidade. A (*Urban Redevelopment Authority (URA)*, (2023)), departamento responsável pelo planeamento urbano da ilha, procura encontrar um equilíbrio entre a economia, social e ambiental. Dessa forma, o planeamento é feito a longo prazo e dividido em dois segmentos: Longo prazo e *Master plan*.

O planeamento a longo prazo estabelece as orientações para os próximos 50 anos, assegurando que existam terrenos adequados para atender às exigências do crescimento populacional e económico a longo prazo.

O *Master Plan* converte as estratégias abrangidas no plano de longo prazo, em programas mais detalhados para implementação, com o propósito de orientar o desenvolvimento nos próximos 10 a 15 anos. O *Master Plan* é sujeito a revisão a cada cinco anos (*Urban Redevelopment Authority, 2023*).

A URA disponibiliza também um portal de mapas (*URA Space*) para fornecer serviços e informações com base em localização, é um software com base em tecnologia SIG e IA. Neste portal podemos contar com os serviços de informação ilustrados na figura 3.14:

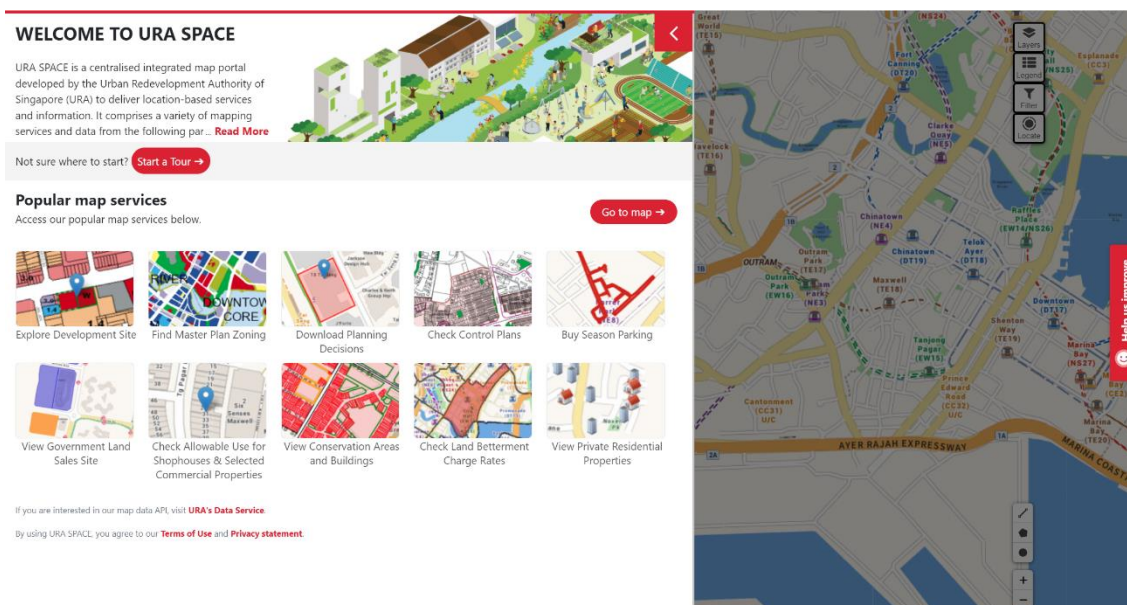


Figura 3.14 - Plataforma web URA Space
Fonte: <https://www.ura.gov.sg/maps/>

3.3.2. Economia

Singapura está constantemente a inovar e a desenvolver novas tecnologias com objetivo de manter a sua posição de líder da *Smart Economy*. A cidade tem incentivado a transição para uma indústria tecnológica, com recurso a inteligência artificial, robótica e IoT, com o objetivo de transformar o sector da indústria tradicional, numa que seja inteligente e baseada em dados (*Smart Nation Singapore*, 2023).

O “Industry Transformation Programme (ITP)” é um programa lançado em 2016 que visa auxiliar em particular as pequenas e médias empresas na transição digital e no aumento de produtividade em diferentes sectores económicos. É atribuída uma parte do orçamento anual da cidade a este programa para financiar e desenvolver ferramentas para incentivar as empresas a esta transição (*ITP*, 2023).

O IPT concentra-se em quatro pilares fundamentais, ações de aumento de produtividade, ações de formação dos trabalhadores, ações de inovação e ações de promoção de comércio e internacionalização (*ITP*, 2023).

A “Singapore Fintech Association” é atualmente um dos maiores *hubs* de tecnologia e inovação de serviços financeiros na Ásia, tem a missão de promover o ecossistema das *Fintechs* na cidade. Com recurso a equipas especializadas no sector, associação que fornece acesso a financiamento e recursos, eventos de *networking* e workshops educativos (*Singapore FinTech Association*, 2023).

3.3.3. Governança

Smart Nation Sensor Platform é uma plataforma que recolhe e organiza todos os dados dos IoT espalhados pela ilha, para que possam ser usados nos diferentes domínios das SC para a criação das soluções mais inteligentes. Um dos testes pilotos que está a ser realizado é um sistema de deteção de afogamentos em piscinas públicas. Pela utilização de câmaras infravermelhas e sistemas analíticos é

possível determinar se um nadador necessita de auxílio, instantaneamente a equipa de resgate é notificada via APP ou por dispositivos sonoros. Outra utilização de dispositivos IoT em utilização é a implementação de botões de alerta para idosos. Caso este botão seja acionado, a central consegue entrar em contacto com o utilizador pelo próprio dispositivo e enviar equipas de socorro, mais 5,600 cidadãos são utilizadores deste (Smart Nation Singapore, 2023).

Com o objetivo de envolver os cidadãos de forma mais imersiva e consciente, a Smart Nation conta com uma aplicação que permite os utilizadores terem acesso em tempo real aos seus consumos de água. Medidores de água inteligentes podem ser colocados em diversos pontos de saída de água, estes recolhem os dados e transmitem via *wireless* para uma base de dados, onde posteriormente são processados para que possam ser disponibilizados ao utilizador final via aplicação.

3.3.4. Mobilidade

Sendo Singapura uma ilha densamente povoada e com recursos terrestres limitados, à medida que a população aumenta a infraestrutura de transportes existente tem de ser otimizada, de forma, atender as necessidades da comunidade de forma eficiente. Com cerca de um milhão de automóveis e pouco espaço disponível para a expansão de infraestruturas rodoviárias, Singapura enfrenta um desafio constante de otimização no sector dos transportes (Smart Nation Singapore, 2023).

No âmbito da gestão de tráfego, Singapura conta com o sistema “The Green Light Determining (GLIDE)”, que controla todos os semáforos da cidade. Através da deteção da presença de veículos e pedestres com sensores colocados por baixo do pavimento, utiliza sistemas de lógica e algoritmos para determinar a cor do sinal de trânsito. O sistema *GLIDE* analisa o fluxo de trânsito nas estradas da cidade e atribui o tempo do semáforo a verde, na direção com mais fluxo (*Land Transport Authority*, 2023).

Com o objetivo de reduzir o tráfego circulatório dos veículos que procuram estacionamento da cidade, foram instalados 29 painéis eletrónicos, com informação de estacionamento disponível nos diferentes parques da cidade. Estes painéis recebem informação em tempo real de sensores colocados em todos os lugares ocupados, permitindo informar os condutores quantos lugares estão disponíveis em cada estacionamento (*Land Transport Authority*, 2023).

O sistema “TrafficScan” aproveita a grande quantidade de táxis na cidade para recolher dados, como velocidade média, em tempo real através de tecnologia GPS, para determinar o trânsito na cidade. Estes dados são introduzidos no mapa interativo “ONE Motoring” que a comunidade pode utilizar para escolher o percurso mais eficiente para as deslocações (*OneMotoring | Land Transport Authority (LTA)*, 2023).

No âmbito de veículos autónomos Singapura considera ser uma das mais eficientes e seguras alternativas ao uso de veículos privados, para isso o investimento em tecnologia e inovação neste sector é substancial. Sendo a segurança e fiabilidade desta tecnologia de enorme importância, em colaboração com instituições públicas e privadas foi desenvolvido um centro de testes, *CETRAN*. Este centro de teste reproduz uma pequena cidade onde os veículos autónomos são expostos a condições

reais, como regras de trânsito, veículos conduzidos por humanos e climas adversos. Atualmente Singapura já conta com pequenos autocarros autónomos que percorrem distâncias de cerca de 500 metros e têm capacidade de transportar até 300 passageiros por dia (*Smart Nation Singapore, 2023*).

3.3.5. Sociedade

One-service APP permite os cidadãos reportarem problemas municipais de forma eficiente, sem que estes tenham de ser direcionados a um departamento específico. Isto porque, muitas vezes os cidadãos não têm conhecimento para saber que departamento é responsável pelo problema. De forma a resolver esta questão, a aplicação consegue autonomamente encaminhar as situações aos respetivos departamentos. Segundo dados disponíveis, foi possível reduzir o tempo de resposta para situações que incluíssem mais que um departamento, de 19.2 dias para 10.2 dias (*Smart Nation Singapore, 2023*).

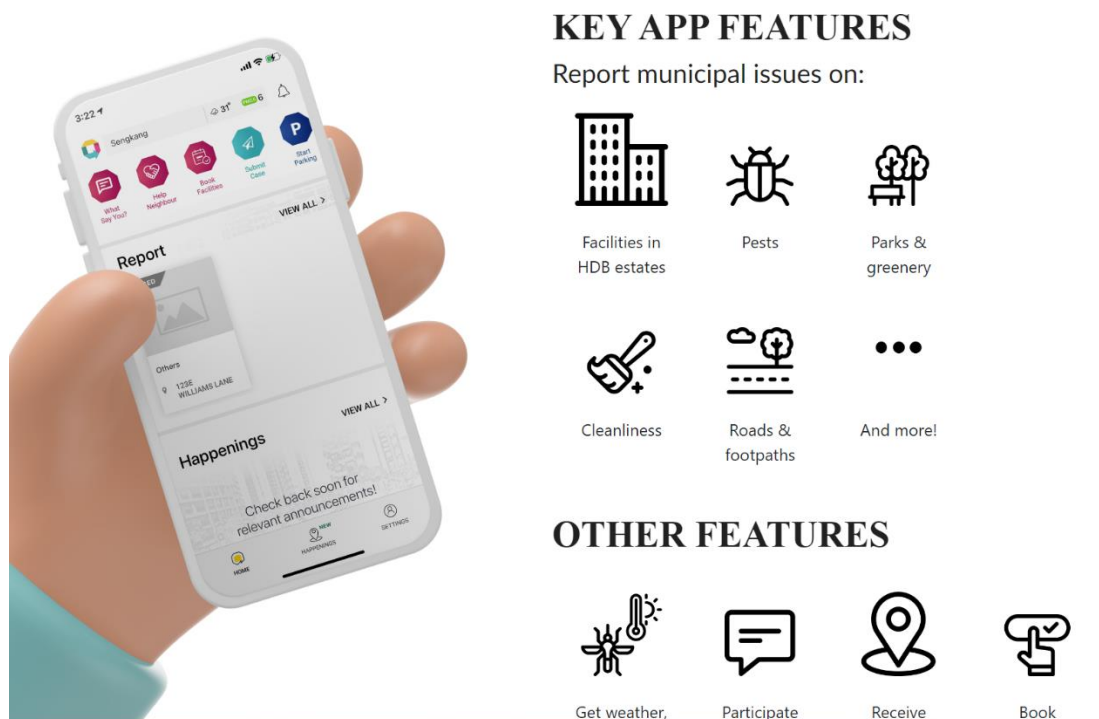


Figura 3.15 - Aplicação *One-service APP*
Fonte: <https://www.oneservice.gov.sg/>

House and Development Board Smart Hub foi criado para gerir e implementar políticas inteligentes, no imobiliário público. Este centro de controlo visa tornar os edifícios públicos em *Smart Towns*, onde os dados recolhidos pelos dispositivos IoT são utilizados para melhorar a gestão, planeamento urbano e construção dos edifícios (*Smart Nation Singapore, 2023*). O centro de controlo focou-se em 5 domínios chave (Figura 3.16):

- Planeamento Inteligente
- Ambiente Inteligente
- Imobiliário Inteligente
- *Smart Living*
- Comunidade Inteligente

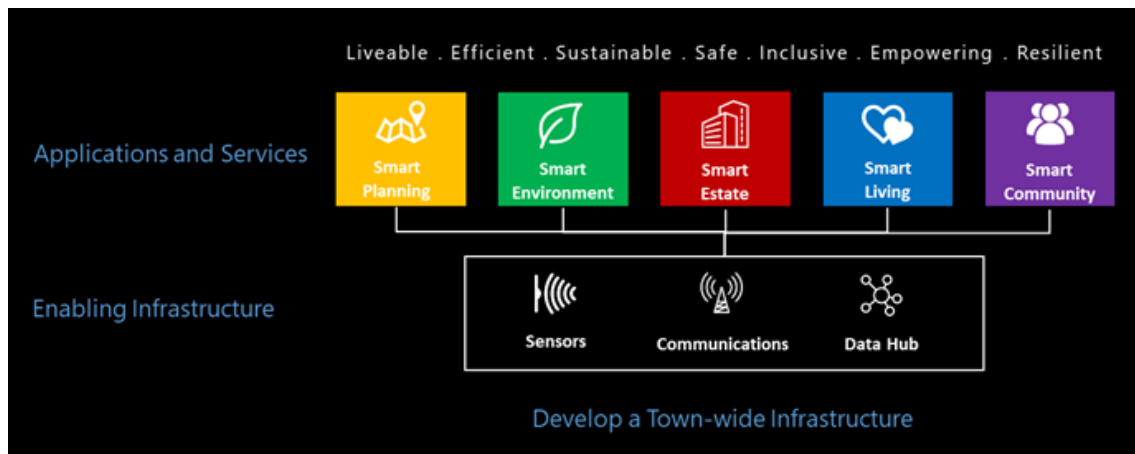


Figura 3.16 - Enquadramento da HDB Smart Town
 Fonte: <https://www.hdb.gov.sg/cs/infoweb/homepage>

Por exemplo, no domínio - planeamento inteligente, são utilizadas simulações por computador e análise de dados para se obter resultados sobre a forma como as condições ambientais interagem com os edifícios, zonas envolventes e a conceção da cidade, com o objetivo de conceber áreas mais confortáveis para os residentes. Um dos sistemas utilizados é o *Integrated Enviromental Modeller (IEM)*, utiliza modelos da cidade 3D, com base em Sistema de Informação Geográfica, para simular as interações do microclima urbano. Com este sistema é possível compreender e estudar a influencia da ventilação natural, temperatura do ar, incidência solar e ruído, para levar ao aperfeiçoamento do planeamento urbano (*Housing & Development Board (HDB)*, 2023).

4. DIRETRIZES

Este capítulo concentra-se na elaboração de um conjunto de diretrizes que possam vir a ser utilizadas pelas entidades governamentais como guia para que possam direcionar as suas cidades no percurso para convergirem para uma Smart City. Os desenvolvimentos das seguintes diretrizes foram elaborados com o objetivo de complementar a literatura existente.

4.1. Visão clara e integrada

O objetivo geral definido aquando da transformação para uma cidade inteligente deverá considerar que a qualidade de vida dos seus habitantes evolua positivamente, exista maior desenvolvimento social e económico e que as cidades sejam sustentáveis. Neste âmbito, cada cidade tem de ser abordada de forma diferente, pois nem todas têm os mesmos desafios ou dificuldades previamente identificados, quer estes sejam poluição, desemprego, sobrepopulação ou mesmo escassez de recursos naturais. Ou seja, cada cidade ao querer converter-se ou aproximar-se de uma Smart City, deverá auto refletir sobre quais os objetivos a atingir e as necessidades a colmatar. De referir que não há uma solução *one size fits all*, isto é, uma solução que seja à medida de todas as cidades. Uma visão clara da situação atual das cidades é fundamental para estabelecer políticas de desenvolvimento atuais e futuras. O envolvimento dos diversos *stakeholders* (população, empresas, indústrias, a União Europeia (ou outra entidade de referência associada à área geográfica) e as entidades governamentais), é essencial na definição das necessidades da cidade e na consequente definição dos objetivos são essenciais para o sucesso desta iniciativa. Para isso, a visão deve ser baseada numa análise profunda das necessidades e das prioridades das cidades, como por exemplo, no que toca a desafios sociais, económicos e ambientais, infraestruturas existentes e carências, qual o perfil dos cidadãos e quais as suas expectativas reais relativas à cidade, como também, ter em consideração as tendências globais e potenciais oportunidades que podem ser atingidas.

Com base na visão definida para a cidade é essencial estabelecer quais os objetivos específicos, mensuráveis e atingíveis, de forma a existir uma eficiente implementação de iniciativas por parte das entidades governamentais. Abaixo são enunciados alguns exemplos de objetivos que podem ser estabelecidos numa fase inicial de implementação do conceito de *Smart City*:

- Aumentar a taxa de reciclagem através de iniciativas de sensibilização da população, e de medidas para facilitar a reciclagem – Dimensão: ambiente;
- Sensibilização da comunidade para a importância da utilização de estratégias de redução do consumo energético – Dimensão: ambiente;
- Iniciativas para aumentar a participação pública na tomada de decisão – Dimensão: social e governança,
- Diminuição do tempo de viagem, redução de transbordos, garantir qualidade e conforto nos transportes públicos – Dimensão: mobilidade

A implementação de metas bem definidas facilita o envolvimento da comunidade nas mudanças que são impostas nas cidades.

4.2. Dimensões com Base na Visão

As Smart Cities são um modelo urbano inovador que busca integrar tecnologias para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos e promover a sustentabilidade urbana. Para alcançar esses objetivos, é crucial identificar as dimensões que caracterizam uma *Smart City* e como se enquadram em cada cidade e adaptá-las às necessidades específicas de cada localidade.

Neste capítulo, e com base na literatura analisada, serão exploradas as principais dimensões que definem uma *Smart City*. Serão considerados exemplos de iniciativas e políticas que podem ser implementados para que uma cidade se possa tornar numa *Smart City*, tirando partido da eficiência e sustentabilidade para promover uma melhor qualidade de vida dos seus habitantes. Nesta análise, será igualmente feita referência aos casos de estudo por forma a referenciar as iniciativas que aplicaram.

Na elaboração destas diretrizes são consideradas as seguintes dimensões: Mobilidade, Governança, Economia, Ambiente e Sociedade. Na revisão de literatura acima efetuada foi analisada a interpretação de diferentes autores na escolha das dimensões aplicáveis ao conceito de SC, tendo esta escolha estado em concordância com vários dos autores referenciados, mas difere em relação a outros autores, nomeadamente, na escolha de não selecionar a Qualidade de Vida como uma sexta dimensão. No entanto, no âmbito deste trabalho esta dimensão não será considerada por se entender que a mesma se encontra integrada nas restantes dimensões abordadas.

4.2.1. Ambiente

Um ambiente inteligente visa administrar adequadamente as cidades por meio de um planeamento a longo prazo, o uso consciente dos recursos naturais e a redução da poluição. Como mencionado anteriormente, o aumento da população nas áreas urbanas tem chamado a atenção para a poluição e gestão do tecido urbano. A adoção de novas tecnologias e dispositivos IoTs é fundamental para aumentar o uso de energias renováveis e melhorar a gestão de água, resíduos e energia nas cidades.

A monitorização ambiental (qualidade do ar, água, ruído) utiliza sensores e IoTs para monitorizar os parâmetros ambientais das cidades, como a qualidade do ar e da água, níveis de ruído e condições climáticas, sendo ferramentas importantes na tomada de decisão de políticas de desenvolvimento das cidades. Com recurso a estes dados é possível analisar e processar os dados, e agir consoante a necessidade de implementação de novas políticas ou desenvolvimentos necessários.

4.2.1.1. Gestão de Resíduos

A gestão inteligente de resíduos envolve o uso de sensores para tornar as rotas de recolha de resíduos mais eficientes e sustentáveis, monitorizar os níveis de uso dos contentores e estimular iniciativas à reciclagem. É importante ter uma compreensão extensiva da produção de resíduos das cidades, uma vez que nestes podem estar incluídos resíduos líquidos, sólidos, matéria verde, resíduos de construção, resíduos tóxicos, entre outros.

Com recurso ao planeamento dos transportes de resíduos é possível otimizar as rotas dos camiões, garantindo que mesmas sejam atualizadas em tempo real, com base na necessidade de apenas visitar

os caixotes de lixo cheios (Akbarpour et al., 2021). O mesmo autor analisa ainda a possibilidade de integrar sistemas de informação geográfica para estimar a localização de ecopontos com base em dados relacionados com a densidade populacional, o tipo de edifícios e zonas comerciais, habitacionais ou industriais, tendo todos estes impactos na produção de resíduos. Os sistemas SIG podem ser utilizados para programar a recolha de lixo e a otimização dos transportes.

Como foi analisado no caso de estudo de Cascais, o município tem implementado algumas iniciativas relativas à gestão de resíduos. Nomeadamente, a implementação de sensores em 400 ecopontos permitindo identificar se estão cheios e, com base nesta informação, otimizar em tempo real a rota dos camiões.

A implementação de políticas de gestão de resíduos visam promover a reciclagem, reduzir os depósitos em aterros e a implementação de práticas sustentáveis de gestão de resíduos. De acordo com a Agência Portuguesa do Ambiente e Ministério do Ambiente e Ação Climática estas são algumas das políticas propostas (APA, 2024 & Portugal GOV, 2024):

- Responsabilidade alargada do produtor – Torna os produtores responsáveis pelo ciclo de vida completo dos seus produtos, como também pela produção dos resíduos;
- Metas de reciclagem – Estabelece metas de resíduos com o objetivo de aumentar a taxa de reciclagem;
- Separação de resíduos na origem – Obriga à separação de resíduos na sua origem;
- Redução de aterros – Estabelece medidas para reduzir a dependência de aterros;
- Iniciativas de Economia Circular – Incentiva à reutilização e reciclagem de resíduos;
- Educação da sociedade – Promove campanhas de consciencialização e programas educacionais sobre boas práticas de eliminação de resíduos e reciclagem.

4.2.1.2. Construção Sustentável (Construção Inteligente)

O parque edificado, a nível global, é responsável pelo consumo de cerca de 40% da energia, 25% de água e contribui para cerca de 33% das emissões de gases de efeito de estufa (Nações Unidas, 2023). Com isto, metodologias de construção inovadoras e sustentáveis traduzem-se em cidades mais eficientes e melhoram a qualidade de vida dos cidadãos.

O conceito de um edifício inteligente deverá ser desenvolvido em todas as fases do ciclo de vida do edifício, com ênfase nas fases de projeto, construção e operação. Quando o modelo digital do edifício é criado na fase de projeto, a eficiência energética do edifício é simulada e analisada, por exemplo com recurso à tecnologia BIM, através das mais recentes e eficazes soluções tecnológicas de materiais e produtos de construção.

A produção de materiais de construção é responsável por 10% das emissões de dióxido de carbono de um edifício, e a falta de uma abordagem eficiente do ponto de vista logístico no processo de construção inteligente é responsável por 15% das emissões. Estima-se que os próximos avanços na construção de edifícios inteligentes sejam na procura por materiais de construção ecologicamente sustentáveis e

uma organização eficiente dos processos logísticos, no que toca ao deslocamento da mão de obra, transporte de materiais, remoção de resíduos, entre outros. (Apanaviciene et al., 2020).

Na chamada construção inteligente pode-se considerar a fase de operação como a fase mais automatizada do processo de construção, permitindo que diferentes serviços dos edifícios comuniquem entre eles. Sensores e dispositivos IoTs podem ser utilizados para fazer uma micro gestão dos edifícios, como por exemplo, sistemas de ar condicionado, ventilação, iluminação e segurança, que podem funcionar autonomamente de forma a serem os mais eficientes e eficazes possíveis. Através da implementação de tecnologias de processamento avançadas pretende-se que o edifício inteligente aprenda com a experiência a tomar decisões mais eficientes em tempo real, maximizando a produtividade e o conforto economizando, simultaneamente, energia (Apanaviciene et al., 2020).

4.2.2. Economia

A dimensão Economia, no âmbito das *Smart Cities*, deve concentrar-se no espírito inovador, no empreendedorismo, na capacidade de transformação e na inserção internacional. Assim, permite-se que seja criada uma ligação entre a economia inteligente e outras dimensões das *Smart Cities*, com a possibilidade de contribuir para o aumento dos níveis de produção e para a capacidade de resposta às necessidades dos habitantes. (Giffinger et al., 2010).

Por outro lado, é associada à economia a importância do papel das indústrias na transição para uma economia inteligente, a relevância das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e a importância destas na produção (Lombardi et al., 2012). Volta a fazer-se referência à necessidade das economias se focarem na transição digital, nomeadamente através da implementação de novas tecnologias na produção, tornando-se cada vez mais competitivas e sustentáveis.

4.2.2.1. Economia Partilhada

A criação de uma economia partilhada é uma abordagem baseada na partilha de recursos físicos, com o objetivo de reduzir o desperdício e focar na otimização da utilização e aplicabilidade dos recursos existentes. A economia partilhada pode criar oportunidades de negócio, de forma a rentabilizar os recursos subutilizados. No entanto, é possível, também, promover modelos de consumo colaborativo e baseados em acesso, permitindo que a comunidade partilhe o acesso a bens e serviços (Akande, 2020).

As iniciativas como partilha de carros, bicicletas e escritórios (espaços de *coworking*) é uma boa estratégia de eficiência económica, tanto para os cidadãos como para as cidades. A comunidade pode economizar nos custos de transporte, as empresas nos espaços de escritórios e as cidades beneficiam da redução de custos associados à manutenção de estradas, estacionamento e redução da poluição. A título exemplificativo, na vila de Cascais temos o caso de sucesso do espaço de *coworking* LACS – é um espaço criativo aberto a todos e dedicado às indústrias criativas, tendo surgido como iniciativa para criar um ecossistema de *networking*, sinergia e inovação, com o objetivo de ajudar as empresas a superarem-se. Oferece espaços de trabalho flexível e experiências que possibilitam essa interação (LACS, 2023).

A implementação de políticas e incentivos que estimulem uma economia partilhada e circular são importantes no desenvolvimento das *Smart cities*, por exemplo, na redução de atividades que alterem o clima, ao agrupar recursos e ao evitar a duplicação (Akande, 2020).

4.2.2.2. Economia Diversificada

Diversificar os sectores económicos das cidades de forma a garantir empregabilidade anual, tornando assim as cidades menos suscetíveis a choques e flutuações em setores específicos. Isto torna as cidades mais resilientes a crises económicas e recessões.

4.2.2.3. Gestão de Risco e Adaptação

A gestão de risco deve ter em consideração desastres naturais, acidentes industriais e tecnológicos, pandemias, crises económicas-financeiras ou ataques terroristas. Estes são alguns dos exemplos de eventos que afetam anualmente cidades por todo o mundo (Saraiva & Saraiva, 2020).

Dada a multitude de infraestruturas existentes numa cidade é importante que todos os dados gerados sejam compatíveis, para que possa ser feita uma análise detalhada e aprofundada. Para isso, Elvas et al. (2021), propõem seis passos importantes para que a prevenção de desastres seja o mais eficiente possível:

- Recolha de dados – Sensores e dispositivos IoT
- Transmissão de dados – Responsável pela transmissão de dados entre os sensores e dispositivos IoT com a *cloud*.
- Integração de dados – Integração de dados de fontes heterogéneas, como dados de sensores, IoTs, redes sociais e GPS, para que todos os dados sejam compatíveis para processamento.
- Visualização de dados – Visualização gráfica de informação, cada um adaptado para diferentes objetivos e contextos (gráficos de barras/linhas, gráficos de dispersão, visualização de dados georreferenciados, entre outros).
- Análise e gestão de dados – Processamento dos dados com tecnologias de *machine learning* e inteligência artificial.
- Processos de Simulação e Previsão – *Software* de simulação de desastres que analisa as infraestruturas críticas das cidades e as suas vulnerabilidades, de forma a definir e aplicar estratégias de mitigação.

Os sistemas de informação geográfica também são utilizados na prevenção e gestão de desastres, por exemplo, a empresa suprarreferida, ESRI, utiliza como caso de estudo a implementação do SIG para a prevenção e combate aos incêndios florestais e urbanos, no quartel de bombeiros de Matosinhos, em Portugal (ESRI Portugal, 2023).

No caso de Cascais, foram introduzidas uma série de ações em todo o município de prevenção de tsunamis, em que na zona litoral do município soa um alarme de alerta todos os meses. Foram também colocadas sinalizações com os caminhos de fuga e com as zonas de segurança no caso de tsunami,

permitindo desta forma manter a comunidade informada e atenta às indicações das autoridades (Câmara de Cascais, 2023).



Figura 4.1 - Sinalização de caminhos de fuga no caso de tsunamis
Fonte: Autor

4.2.3. Governança

A Governança inteligente envolve a utilização de tecnologia e análise de dados para melhorar a eficiência, transparência e capacidade de reação das cidades. As *Smart Cities* implementam estratégias de governança inteligente, não só para gerar valor público na atividade urbana, inovação e envolvimento da comunidade, mas também no desenvolvimento urbano, social e económico (Beck, 2021).

A transparência na gestão das cidades é importante para os cidadãos se manterem informados e participativos, tendo um impacto direto na qualidade de vida da comunidade, reduzindo consequentemente a corrupção e facilitando a comunicação entre os governos locais e os cidadãos (Severo et al., 2020).

4.2.3.1. E-Governo

A governação eletrónica é a integração das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) nas operações das administrações públicas, com o objetivo de atingir a governabilidade, a transparência, a inclusão e a tomada de decisão, de forma mais eficiente e sustentável (Gohari et al., 2020).

O E-Governo é um componente essencial das *Smart Cities*, que assume um papel fundamental na promoção da transparência, na participação dos cidadãos e da eficiência na gestão pública. O E-Governo recorre a ferramentas digitais para oferecer serviços públicos, simplificar as operações administrativas e fomentar a transparência. A título exemplificativo em Portugal, podem ser identificados como E-Governo os pedidos de licenciamento de atividades económicas *online*, renovação de documentos pessoais *online*, as plataformas *online* das finanças e segurança social, entre outros.

4.2.3.2. Envolvimento da Comunidade

A participação da comunidade na tomada de decisão está relacionada com o conceito de governança inteligente, tendo como foco envolver a comunidade no desenvolvimento das cidades. Uma abordagem centrada no cidadão garante que as diversas necessidades e preferências de todos os *stakeholders* são consideradas nos processos de governação da cidade (Nastjuk et al., 2022).

A partilha e recolha de informação é um pilar importante para a governança, a utilização de tecnologias de informação e comunicação podem fornecer plataformas para os cidadãos acederem a informação, expressarem as suas opiniões e participarem ativamente em discussões relacionadas com o desenvolvimento político e urbano das cidades (Nastjuk et al., 2022).

Embora Cascais e Barcelona entendem que o envolvimento da comunidade é fundamental para o desenvolvimento das cidades, Barcelona encontra-se na vanguarda da implementação de políticas que promovem o envolvimento da comunidade. As duas cidades têm fortes políticas para envolver os seus habitantes. Por exemplo, implementam orçamentos participativos para aumentar o empoderamento dos cidadãos. Desta forma, a comunidade pode votar em que iniciativas é alocada uma parte do orçamento anual da cidade ou município, permitindo assim que a comunidade se sinta envolvida e tenha uma voz ativa nas questões que influenciam o seu dia-a-dia.

No caso de estudo de Cascais, foi desenvolvida uma aplicação onde os cidadãos conseguem comunicar problemas ou temas identificados no município, por exemplo, no caso de existir uma árvore caída na estrada, um buraco na rua, uma inundação, falhas de água ou energia, entre outras. Muitas vezes a população não tem conhecimento a que departamento do município deve comunicar estas situações, sendo que na maioria dos casos acaba por desistir e não reportar os incidentes ao mesmo. Na aplicação FixCascais, o utilizador comunica o problema de forma fácil e eficiente, e de seguida o departamento responsável é notificado e pode agir em conformidade e prontidão.

4.2.3.3. Transformação Digital

A transformação digital é um meio para as entidades governamentais e empresas iniciarem mudanças nos seus modelos operativos e de negócio, aproveitando as capacidades e tecnologias digitais (Anthony Jnr, 2021). O objetivo da transformação digital é agregar a informação, serviços e produtos disponíveis em formato digital acessíveis através de meios eletrónicos.

Como foi analisado nos casos de estudo de Cascais, Barcelona e Singapura, todas estas cidades estão a transitar os seus serviços administrativos para plataformas digitais.

- Serviços públicos digitais (teleconsultas médicas, resultados de exames acessíveis online, entre outros)
- Plataformas de sistema de informação geográfica (GeoCascais, GeoportalBCN e URA Space)

Promoção da inovação empresarial através de programas de incubadoras de empresas, com o intuito de promover a inovação e dar apoio a estas empresas para iniciarem as suas atividades, nomeadamente no que toca a necessidade de formar os seus funcionários, partilha de escritórios ou *workplace*, partilha de sede societária, entre outros. Nos casos de estudo foram abordadas algumas destas iniciativas, como por exemplo a DNA Cascais, que fomenta o desenvolvimento de empresas locais e proporciona apoio administrativo, organizacional e societário.

Em Barcelona, a iniciativa *Barcelona Activa*, sendo também uma iniciativa de desenvolvimento económico, tem um papel ativo na transformação digital. Consiste em diversos programas direcionados para a inovação e desenvolvimento de pequenas e médias empresas e da comunidade em geral, como o programa *Emprendedoria* – que suporta *start ups* na formação de profissionais, facilita o acesso a *networking* e promove o acesso a investimento, tendo o programa já apoiado e desenvolvido mais de 16.000 projetos – e a *MediaTIC Incubator* - empresa que apoia pequenos negócios focados no desenvolvimento tecnológico, com ênfase na Inteligência Artificial, IoT, robótica, tecnologia espacial e nanotecnologia.

4.2.4. Mobilidade

4.2.4.1. Sistemas Inteligentes de Transporte

Como um dos pilares das soluções de mobilidade nas *Smart Cities*, o sistema inteligente de tráfego utiliza sistemas avançados para a coleta, armazenamento e processamento de dados relacionados com a rede rodoviária e rede de transportes. Estes sistemas oferecem novas metodologias de planeamento estratégico e, implementação e avaliação de políticas de mobilidade inteligente, com o objetivo de promover uma integração mais económica e sustentável dos diversos meios de transporte das cidades (Bıyık et al., 2021).

A recolha de dados é fundamental para compreender os padrões de tráfego, procura relativa aos transportes e otimização de rotas alternativas. Estes dados são processados e armazenados para

fornecer informações úteis para a tomada de decisões sobre mobilidade relativa a transportes públicos, privados e outros tipos de mobilidade (Bıyık et al., 2021).

O mesmo autor explica também que através destes sistemas é possível atingir uma melhor eficiência operacional das cidades, reduzindo o congestionamento, diminuindo o tempo de deslocação e, consequentemente, reduzindo o impacto ambiental.

Os sistemas inteligentes de tráfego baseado em IoTs, conectividade 5G, Sistemas de Informação Geográfica e GPS permitem que os sistemas estejam sempre interconectados, através de tecnologias de processamento das bases de dados, otimizando de forma eficiente e sustentável os transportes de uma cidade (Dewari et al., 2020).

Uma outra utilização dos sistemas inteligentes de tráfego é a adoção de veículos autónomos, no entanto, existem ainda diversas barreiras regulamentares relativas à sua implementação. Como explica Guevara & Auat Cheein (2020), os carros mais atualizados são por si um sensor em movimento, que recolhe, armazena e partilha dados dada a sua conectividade à internet. Através da interligação de dados entre os veículos é possível otimizar de forma constante a circulação em veículos autónomos, uma vez que a tecnologia associada a estes veículos permite aos mesmos reter informação numa base constante no que toca à sua envolvente de forma a atingir a sua rota da maneira mais segura e eficiente.

Na tabela 4.1, são analisados alguns pontos de possíveis benefícios e ameaças, relativos aos veículos autónomos, que podem surgir.

Tabela 4.1 – Benefícios e Ameaças relativos aos veículos autónomos
Fonte: Adaptado de Nikitas et al. (2020)

Possíveis Benefícios	Possíveis Ameaças
Eliminação do fator de erro humano na condução, resultando em ganhos para a segurança no trânsito e prevenção de acidentes	Ambiguidade na responsabilidade em acidentes e cenários de danos.
Redução de congestionamentos de trânsito devido a uma gestão mais eficiente da mobilidade e do estacionamento.	Aumento da vulnerabilidade a falhas de software e hardware e ameaças de cibersegurança.
Economia de tempo devido a um encaminhamento eficiente, formação de comboios e fluxo de tráfego estabilizado.	Problemas de comunicação com veículos não ou parcialmente autónomos e outros modos de transporte.
Benefícios ambientais, incluindo menor emissão de CO ₂ e gases de efeito estufa.	Suscetibilidade do sistema de navegação do carro a condições meteorológicas adversas.
Redução do consumo de energia e da dependência de combustíveis fósseis - veículos autónomos serão eco-eficientes.	Falta de confiança em novas tecnologias resistência à mudança.
Aumento da produtividade - as pessoas podem utilizar o tempo no veículo para realizar atividades produtivas.	Ameaças à empregabilidade - empregos baseados na condução deixarão de existir e, portanto, seria necessária a reciclagem da mão-de-obra.
Grande potencial para partilha de carros e partilha de viagens.	Possível impacto nos serviços de transporte público tal como os conhecemos.
Menor necessidade de estacionamento, liberando espaço público para outros usos mais centrados nas pessoas.	Necessidade de um sistema de regulamentação de transporte rodoviário inteiramente novo e de um código de prática de tráfego.

(Dewari et al., 2020) analisa como a interconexão entre os meios de transporte e a infraestrutura rodoviária pode agir de forma integrada num sistema único, ou seja, no espaço urbano. O autor analisa a utilização de semáforos de trânsito inteligentes, que ao contrário dos semáforos tradicionais (que operam com base num tempo predefinido), estão programados para alterar a cor do semáforo dependendo do fluxo de trânsito e da necessidade de escoar trânsito de certas zonas. Dito isto, os sistemas de processamento que têm acesso aos dados de tráfego de toda a cidade, conseguem autonomamente estipular o tempo ideal de cada semáforo em tempo real, de forma que o trânsito flua da melhor maneira.

4.2.4.2. Serviços de Transporte

Com base na literatura e nos casos de estudo analisados, é consensual que é fundamental existir alternativas eficientes e sustentáveis ao transporte privado, com o objetivo de aumentar a qualidade de vida dos cidadãos.

Uma rede ampla, integrada e tecnológica de transportes públicos é a base para a mobilidade sustentável (Vakula & Raviteja, 2017).

Para melhorar a rede de transportes públicos de uma cidade Angelidou (2014) enuncia 5 pontos essenciais para o seu bom funcionamento, “S-M-A-R-T”:

- S-Serviço – Uma cidade deve garantir que os transportes públicos tenham uma boa cobertura da cidade, quer em zonas residenciais, quer em zonas comerciais. Garantir um serviço que atenda as necessidades da população permitindo também que seja acessível a todos os estratos sociais.
- M-Mobilidade – Garantir que os cidadãos cheguem rápida e confortavelmente aos destinos e em situações que envolvem mudanças de linha ou trocar de meio de transporte, que estas mudanças podem ser feitas de forma fácil e confortável para o utilizador.
- A-Acessibilidade – Garantir que o desenvolvimento do planeamento dos transportes é feito de forma a simplificar a vida da comunidade, por exemplo, que a distância desde a origem da viagem até ao transporte público seja a menor possível. Garantir também a segurança dos utilizadores para que a viagem seja confortável, incentivando a sua utilização.
- R-Resiliência – Garantir o bom funcionamento dos sistemas através de manutenção periódica e investimento em novos transportes. Permitir que estes serviços sejam flexíveis as mudanças de fluxo (acomodando as horas de ponta), por questões de força maior ou eventos periódicos nas cidades.

- T-Tecnologia – Para que todos os pontos acima funcionem de forma inteligente e integrada, é necessária a utilização não só de tecnologia inovadora nos transportes públicos, mas também tecnologia de comunicação. Assim, concede-se ao utilizador uma experiência interativa com o serviço de transportes, tendo acesso ao tempo de chegada do meio de transporte, tempo até ao destino e, ainda, realização de pagamentos digitalmente.

Foi analisado nos casos de estudo de Singapura e Barcelona, que estas cidades têm a necessidade de aumentar a sua rede de transportes públicos e torná-los mais eficientes, devido ao aumento de população nas suas zonas urbanas. Através de projetos de expansão, estas cidades estão a aumentar as linhas de metro para abranger novas zonas urbanas das cidades e criar linhas exclusivas para transportes públicos, de forma a incentivar a comunidade a optar pelos transportes públicos.

4.2.4.3. Mobilidade Suave

A Mobilidade suave é uma componente fundamental das *Smart Cities* na criação de um ecossistema sustentável, com menos tráfego, poluição e ruído nas cidades. Dentro do conceito de mobilidade suave, a comunidade é incentivada a andar a pé, de bicicleta e trotinete (Virtudes et al., 2017).

Medidas de mobilidade suave implementadas nos casos de estudo apresentados:

- Criação de ciclovias;
- Alterações do código de estrada para dar prioridade aos ciclistas;
- Infraestrutura física e tecnológica para aluguer de bicicletas e trotinetes;

A mobilidade suave pode ser alcançada através de um planeamento urbano eficiente e estratégico e de implementação de uma infraestrutura tecnológica, incluído sensores, análise de dados em tempo real e plataformas digitais para apoiar e gerir estes modelos de transporte.

Com uma rede ampla nas cidades é possível fornecer um serviço acessível de mobilidade suave que se enquadre com os objetivos de sustentabilidade ambiental das cidades, reduzindo emissões poluentes e promovendo alternativas de transporte ecológicas.

As cidades de Barcelona e Cascais têm uma forte estratégia de reduzir os transportes privados nos centros urbanos, tendo criado, com esse objetivo, iniciativas que dão prioridade aos peões e aos ciclistas (incluindo nesta categoria o uso das trotinetes), permitindo que estes possam transitar com maior facilidade e segurança. Para isto foram criadas ciclovias e diversas estações de aluguer de bicicletas e trotinetes por toda a cidade, juntamente com aplicações que permitam aos cidadãos realizar o pagamento instantaneamente e a qualquer hora.

4.2.4.4. Estacionamento Inteligente

Com o aumento do tráfego as cidades deparam-se com o desafio urbano que é a gestão do estacionamento, tendo em consideração a inclusão de espaços para pessoas com mobilidade condicionada, cargas e descargas e lugares de residentes.

Lanza et al. (2016), explica a importância da implementação de uma infraestrutura IoT nas cidades para recolha de dados relativos ao estacionamento, enfatizando que nestes sensores se pode monitorizar a ocupação do lugar de estacionamento e por que período de tempo, medir a qualidade do ar, medir o fluxo de trânsito, entre outros. Os dados são continuamente enviados para as bases de dados, para que possam ser processados e disponibilizados ao utilizador, sejam os departamentos de mobilidade ou seja o utilizador final, através de aplicações de estacionamento.

Pela análise e processamento dos dados recolhidos na cidade, (Lanza et al., 2016) explica como a integração destes dados com sistemas de informação geográfica podem ser utilizados na otimização da disposição do estacionamento nas cidades, tendo em consideração as necessidades da comunidade e o futuro desenvolvimento urbano da mesma.

Com recurso a aplicações digitais, as cidades dos casos de estudo (Cascais e Singapura) conseguem disponibilizar aos seus utilizadores, as zonas em que existe estacionamento livre e a quantidade de lugares disponíveis, permitindo também fazer o pagamento digitalmente (parquímetros digitais, por exemplo) e efetuar pré-reservas de estacionamento em parques privados.

A disponibilização de estacionamento de grande volume fora dos centros urbanos é uma das estratégias utilizadas pelo *Ayuntamiento* de Barcelona, que integra o estacionamento com os transportes públicos, para reduzir o tráfego nos centros urbanos. Esta medida permite a quem se desloca para as zonas centrais da cidade, possa deixar o seu transporte privado fora da cidade e utilizar os meios de transporte públicos, diminuindo assim a necessidade de estacionamento, a poluição e o congestionamento dentro da cidade. No caso de Cascais, esta política não é utilizada, dada a dimensão da cidade, pois os fluxos de tráfego não são críticos em horário de ponta.

Esta iniciativa é um exemplo que vem reforçar a importância da aplicabilidade personalizada de cada medida, de acordo com o tamanho da cidade.

4.2.5. Sociedade

Na definição de Smart Cities, a educação da população é considerada uma componente importante, pois afeta a criatividade, educação social e intelectual da comunidade (Nam & Pardo, 2011). Um maior envolvimento no desenvolvimento de tecnologias e na criação de políticas inteligentes e sustentáveis está diretamente relacionado com o aumento do nível educacional da comunidade. A educação destaca a importância de estabelecer estruturas que fomentem o empreendedorismo nas sociedades.

Shapiro (2008) confirma que a evolução das cidades mais inteligentes requer o investimento no capital humano, de forma a não depender apenas das Tecnologias da Informação e Comunicação. Esta abordagem enfatiza o papel fundamental de uma população educada e capacitada, ser considerada a base para o avanço e a inteligência das cidades, com ênfase no facto que o progresso das Smart Cities requer investimento na educação.

4.2.5.1. Participação da Comunidade

O conceito enunciado pelo autor de “Participação e Parceria” aumenta o envolvimento da população na gestão pública, permitindo a cooperação entre várias áreas do governo e a criação de parcerias público-privadas (De Guimarães et al., 2020). Também de acordo com Harrison et al. (2010), os propósitos da Participação e Parceria são essenciais para o crescimento económico sustentável por meio de investimentos em capital humano, capital social e infraestruturas de TIC.

De acordo com os casos de estudo analisados, é comum ser dada significativa importância ao envolvimento da comunidade na tomada de decisões no que toca ao desenvolvimento das cidades, sendo uma das iniciativas mais comuns, o orçamento participativo. No caso de Barcelona, cerca de 40.000 pessoas votaram na utilização de 30 milhões de euros do orçamento municipal. Foram aprovados 73 projetos espalhados pela cidade, em que um dos primeiros projetos a ser executado refere-se ao projeto das faixas exclusivas para bicicletas (Ajuntament de Barcelona, 2023).

A figura XX, ilustra as diversas iniciativas votadas e aprovadas na cidade de Barcelona:

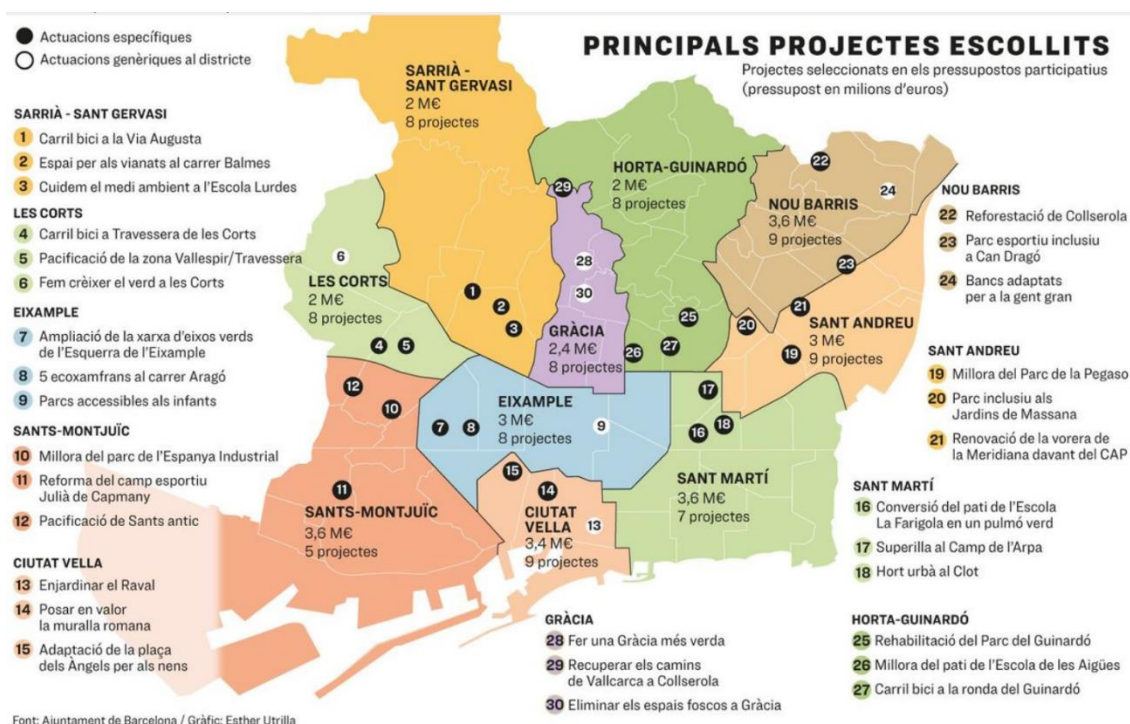


Figura 4.2 – Mapa ilustrativo de projetos provados pelo orçamento participativo em Barcelona
Fonte: <https://oidp.net/en/publication.php?id=1807->

Cascais implementou o orçamento participativo no município em 2011, sendo atualmente o maior e mais votado do país, com cerca de 60.000 votos por ano. Desde 2011 foi decidida a aplicabilidade pelos habitantes do concelho, de 51 milhões euros, que se traduzem em 219 projetos realizados, sendo que estes projetos têm de ser executados num prazo máximo de 3 anos após a votação vencedora (Câmara de Cascais, 2023).

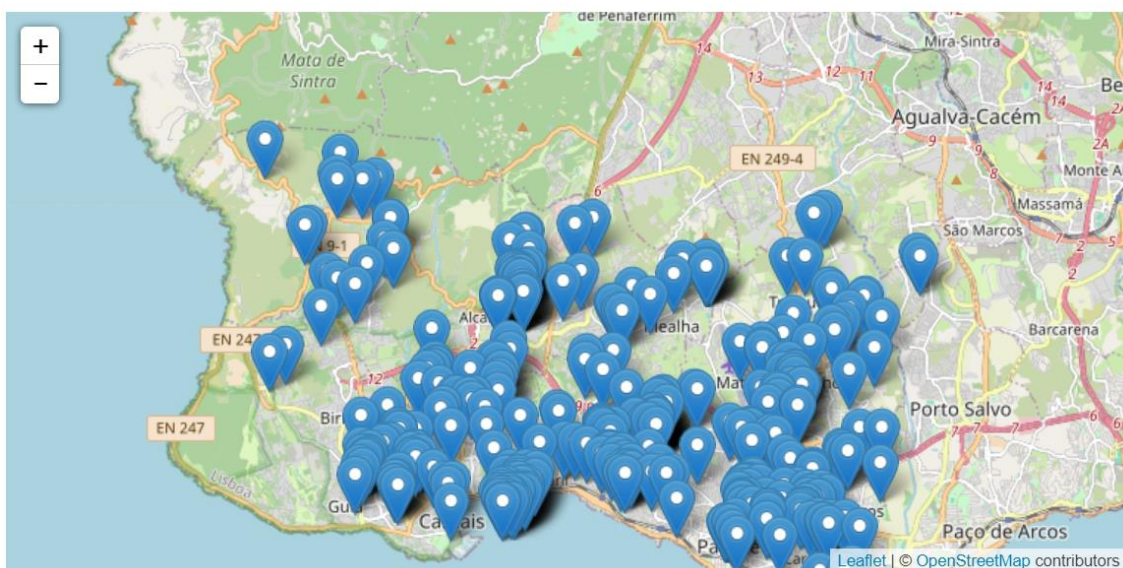


Figura 4.3 - Mapa ilustrativo de projetos aprovados pelo orçamento participativo em Cascais
 Fonte: <https://op.cascais.pt/orcamento-participativo>

Alguns exemplos dos projetos executados no município de Cascais no âmbito do orçamento participativo:

- Deflorestação das zonas afetadas pelos incêndios e matas de Cascais;
- Zona de lazer – Cabeço de Bicesse;
- Reabilitação da Escola Secundaria de Cascais;
- Piscinas mais ecológicas – Bombeiros de Cascais;
- Máquinas para reciclagem conveniente de garrafas;
- Aquisição de autocarro para pessoas com mobilidade reduzida.

A possibilidade da população se sentir envolvida nas tomadas de decisão e conseguir eleger projetos que realmente afetam as suas vidas tem um impacto direto na qualidade de vida da comunidade.

4.2.5.2. Nível de Qualificação da Sociedade e o Impacto na Criatividade

O conceito de sociedade inteligente enfatiza como essencial explorar o potencial humano existente numa cidade inteligente, focando assim em questões educacionais e criatividade na aprendizagem.

A melhoria sistemática da qualidade de vida e do desenvolvimento pessoal das comunidades é um passo essencial para a evolução para uma comunidade inteligente.

Uma das características mais importantes que determinam o conceito de sociedade inteligente é um alto índice de desenvolvimento humano (Kar et al., 2017).

Um alto nível de qualificação é considerado uma característica essencial para o acesso a empregos voltados para a inovação. As sociedades inteligentes devem destacar-se pela sua ampla diversidade social e étnica, ao mesmo tempo demonstrando um compromisso constante com a aprendizagem. A habilidade de se adaptar às mudanças constantes e a capacidade de serem suficientemente criativos para contribuir para a economia do conhecimento são aspetos considerados pelo autor como de grande importância (Kar et al., 2017).

No entanto, uma sociedade inteligente não se pode medir apenas pela inteligência, capacidade crítica, raciocínio lógico ou abordagens científicas. Gupta et al. (2017) propõem cinco características igualmente importantes que devem existir na comunidade para que o papel da sociedade numa *Smart City* seja ainda mais significativo:

- Capacidade de ser extrovertido: *skills* interpessoais mais desenvolvidas sem medo de arriscar e participar ativamente nos processos de decisões, levam ao aumento da capacidade de trabalho, melhor utilização de infraestruturas TIC, entre outros;
- Agradabilidade: ser cooperativo, amável, carinhoso e feliz. Membros organizados e satisfeitos levam a um ambiente mais positivo e caloroso nas cidades, tendo impacto direto no bem-estar dos seus habitantes;
- Ser consciencioso: ao ser-se menos distraído, mais responsável, persistente e organizado leva a uma diminuição da sensação de caos instalado, processos e atividades são organizadas com maior sucesso e as cidades tendem a florescer;
- Estabilidade emocional: pessoas satisfeitas com a sua vida em geral, trabalho, baixos níveis de stress e confiantes, levará a que os vários obstáculos que possam ser abordados com otimismo e serenidade;
- Abertura a novas experiências: ser curioso, criativo e ter alguma sensibilidade artística irá aumentar a capacidade de inovação das pessoas e consequente desenvolvimento das tecnologias que levam a um aumento da sustentabilidade das SC.

4.2.5.3. Cuidados de Saúde

A existência de um sistema de saúde moderno e adaptado às novas tecnologias é um pilar importante do domínio da sociedade. No entanto, é necessário reconhecer alguns dos desafios relacionados com o sector da saúde. Por exemplo, o envelhecimento da população, levando a um aumento de pessoas idosas com doenças que criam uma demanda maior nos serviços de saúde. Com isto, cresce a necessidade da mudança para serviços de telemedicina de forma a evitar o deslocamento aos centros de saúde e hospitais (Zanneti, 2024).

A mudança para um modelo centrado no paciente, para que este tenha um papel ativo na prevenção, diagnóstico e tratamento, pretendendo atingir-se este objetivo através da implementação de tecnologias inovadoras no sector, tais como, sensores e uso de *smartphones*, que fazem parte do dia-

a-dia, permitindo que a saúde dos cidadãos seja monitorizada em tempo real e que uma ação preventiva possa ser instantaneamente tomada (Zanneti, 2024).

A título exemplificativo, refere-se a iniciativa do município de Cascais em relação à pandemia Covid-19, em que a administração local enfrentou desafios sem precedentes na área da saúde. Para tal foi implementada a “*Covid-19-War Room*”, que permitiu a gestão centralizada de todas as fases de resposta ao Covid-19, numa única plataforma. Esta estratégia aumentou a eficiência dos recursos de saúde e de emergência disponíveis, incentivou a participação ativa dos cidadãos e fortaleceu a moral, criando um sentimento de segurança entre a comunidade (Câmara de Cascais, 2023).

Também Singapura adotou uma abordagem centrada no paciente, criando iniciativas que equipam os singapurenses com ferramentas para que possam continuamente monitorizar a sua própria saúde, através de sensores e são autonomamente alertados através de aplicações nos *smart phones* (Smart Nation Singapore, 2024).

4.3. Implementação de Infraestrutura Digital

Um dos principais requisitos das Smart Cities é a existência de cidades conectadas, permitindo que todos os objetos físicos e digitais das cidades estejam conectados entre si, através de redes de comunicação. O avanço na evolução das Tecnologias de Informação e Comunicação, IoT, sensores, análise de dados e Inteligência Artificial apenas conseguem funcionar de forma eficiente caso exista uma rede de comunicação eficiente, rápida e segura (Krishna Sharma et al., 2021).

Com o objetivo de aumentar a qualidade de vida dos habitantes e atingir uma eficiente gestão de recursos da cidade, a Internet das Coisas é a tecnologia base utilizada nas Smart Cities, permitindo a integração de dispositivos físicos na análise do ambiente urbano. Outros exemplos de tecnologias utilizadas nas Smart Cities são as redes de sensores *wireless*, *cyber-physical systems*, *fog computing*, *cloud computing* e análise de *big data* (Jawhar et al., 2017). A rede de sensores *wireless* permite fornecer dados de monitorização em tempo real dos recursos existentes, infraestrutura e ambiente das cidades. Os *cyber-physical systems* são um conjunto de componentes físicos e computacionais que interagem entre eles de forma segura e eficiente. *Fog-computing* é uma infraestrutura de computação descentralizada na qual os dados, a computação, o armazenamento e as aplicações estão localizados entre a fonte de dados e a *cloud*. *Cloud computing* são sistemas de computação que armazenam e processam dados para que possam ser acedidos pela internet. A análise de *big data* é um processamento de grandes volumes de dados, os quais assistem na tomada de decisões inteligentes e na otimização dos serviços das Smart Cities, na tomada de decisões a curto e longo prazo (Jawhar et al., 2017).

As redes sem fios de quinta geração (5G) vieram desempenhar um papel significativo na interconexão das cidades, pois suportam taxas de dados mais altas, capacidade de transferência mais elevada, um maior número de dispositivos conectados, latência ultrabaixa e serviços mais confiáveis em comparação com as redes de comunicação existentes.

A Figura xx ilustra como uma cidade alicerçada em dispositivos IoT deverá funcionar, a implementação de dispositivos nos diferentes sectores da cidade, como a agricultura, saúde, mobilidade, indústria, edifícios, energia. Através da tecnologia 5G todos os dispositivos IoT estão conectados, entre eles e com a *cloud* (Beck, 2021).

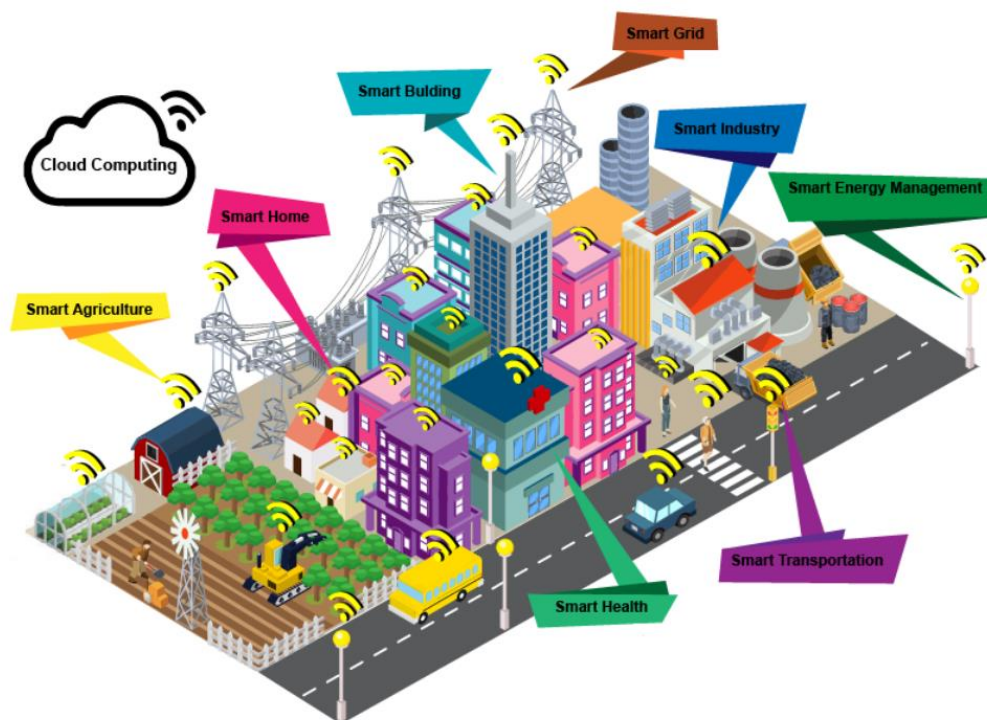


Figura 4.4 - Dispositivos IoT numa cidade
Fonte: Beck, 2021

Desta forma, ao analisar algumas das tecnologias disponíveis para a implementação de iniciativas inteligentes e eficientes em diversos sectores das cidades, foi possível concluir que para que uma cidade se possa tornar o mais inteligente possível, a base deverá sempre estar na conectividade disponível, nos acessos a redes de comunicação e *wireless* (entre outros referidos *supra*) para que tanto quanto possível os dados disponíveis possam ser partilhados entre si e geridos e processados de forma eficiente, de maneira a atingir as metas definidas pelas entidades governativas, no que toca ao objetivo último de uma cidade se tornar numa Smart City.

4.4. Cibersegurança e Privacidade de Dados

A regulamentação tem um papel crucial no desenvolvimento das Smart Cities, pois com o progresso constante da tecnologia é importante que exista uma utilização ética e responsável, assegurando tanto quanto possível um uso seguro e responsável dos dados disponíveis. Ao priorizar esta temática e dando-lhe a devida relevância, é possível que os diversos *stakeholders* adquiram maior consciência sobre os perigos associados (como referido, *hacking*, espionagem, adulteração dos dados, entre outros) e seja transparente qual o objetivo final da utilização dos dados, para que estes não sejam aplicados indevidamente ou por terceiros sem a devida autorização. As aplicações destas medidas

terão também um impacto direto na disponibilidade da comunidade em facilitar o acesso aos seus dados pessoais e em participar ativamente na partilha comunitária de dados.

4.4.1. Regulamentação

A implementação de tecnologias como a Inteligência Artificial, IoT, a utilização de sistemas de vídeo vigilância, a digitalização e o processamento de grandes dados veio alterar o paradigma dos direitos fundamentais e da liberdade pública. É assim fundamental salvaguardar os direitos dos habitantes das cidades, através da criação de regulamentação e políticas de proteção dos utilizadores contra ciberataques e na proteção dos dados (Ramos, 2023).

Assim sendo, é importante existirem mecanismos de controlo e de transparência que previnam abusos de poder e uso indevido de dados. A título exemplificativo, referem-se algumas das normas em vigor, nomeadamente o Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD) e o “EU AI ACT” proposto pela Comissão Europeia.

O RGPD estabelece diretrizes detalhadas sobre a coleta, armazenamento e gestão de dados pessoais. Aplicando-se a empresas e organizações sediadas na União Europeia e que tratem de dados pessoais de cidadãos da União Europeia, como também a empresas e organizações sediadas fora da União Europeia, mas que tratam dados pessoais de cidadãos dentro da União Europeia (Europa, 2024). O RGPD fortalece a transparência, responsabilidade e os direitos dos titulares dos dados e forneceu um marco abrangente na proteção da privacidade dos dados pessoais, tendo havido uma significativa mudança na forma como as empresas (e os cidadãos) são obrigados a tratar os dados.

Como parte da estratégia digital, a União Europeia pretende regular o uso da Inteligência Artificial de forma a garantir melhores condições de desenvolvimento e o uso de tecnologias inovadoras, sendo conhecido com o “EU AI ACT”. O Parlamento Europeu tem como prioridade garantir que os sistemas de inteligência artificial são seguros, transparentes e não discriminatórios, assegurando que os sistemas são supervisionados por humanos e não funcionam de forma inteiramente autónoma (Parlamento Europeu, 2024).

O Parlamento Europeu destaca políticas aplicadas à utilização da Inteligência Artificial, consoante o nível de risco associado à utilização das tecnologias. Por exemplo, riscos inaceitáveis são a manipulação cognitiva de pessoas ou grupos vulneráveis, atividades de alto risco podem incluir atividades que influenciem diretamente os direitos fundamentais das pessoas (Parlamento Europeu, 2024).

4.5. Promoção da Inovação

Ao promover o desenvolvimento urbano através da inovação e investimento constante, as cidades inteligentes criam um ambiente favorável ao empreendedorismo. Com o objetivo de transformar as Smart Cities em ecossistemas de serviços onde o empreendedorismo e o conhecimento das cidades se combinam para criar soluções inovadoras para os desafios urbanos atuais e futuros (Mitra et al., 2022).

Uma Smart City sustentada num sistema que incentive o empreendedorismo poderá levar a diversos benefícios socioeconómicos. Este objetivo pode ser atingido através da colaboração entre *start-ups*, centros de investigação e incubadoras de negócios, onde diversos *stakeholders* interessados, como municípios, governos, a comunidade em geral e empresas podem colaborar entre si. Estes *stakeholders* podem encorajar o crescimento de empreendedores criando condições de desenvolvimento e crescimento de *start-ups* inovadoras, através de investimento e orientação.

No caso de estudo de Cascais foi analisado o ecossistema empreendedor criado pelo município, o DNA Cascais. Cascais pretende incentivar o empreendedorismo jovem, social e criativo, através da diversificação e intervenção em todos os sectores de atividade do concelho. O objetivo do DNA Cascais passa por fornecer aos empreendedores as ferramentas necessárias para otimizar os seus planos de negócio e analisar a viabilidade económica dos mesmos (Camara de Cascais, 2023).

Sendo o acesso a financiamento uma das barreiras na inovação e desenvolvimento de novas tecnologias, a DNA Cascais fornece instrumentos de angariação de fundos, tendo em conta a tipologia dos negócios. As soluções propostas pela DNA Cascais incluem, acesso ao Instituto do Emprego e Formação Profissional, Banca em geral, Capital de Risco, *Business Angels*, *Crowdfunding* e sistemas de incentivos disponibilizados pela Câmara Municipal.

Por fim, a DNA Cascais fornece dois modelos de incubadores, física e digital. A incubadora física permite às *start-ups*, sediarem as suas empresas no “Ninho de Empresas DNA”, utilizarem as instalações para investigação, reuniões e serviços básicos. Enquanto no modelo virtual as *start-ups* podem apenas sediar as empresas no “Ninho”. Desde o início da DNA Cascais em 2008, foram apoiadas mais de 320 empresas e criados mais de 1600 postos de trabalho. Contribuindo para o desenvolvimento da comunidade em diferentes sectores económicos, desde a saúde, indústria, construção, mobilidade, retalho e turismo.

A cidade de Barcelona aposta também em iniciativas de empreendedorismo inovador para o desenvolvimento da cidade, em termos de inovação da tecnologia, desenvolvimento e formação da sociedade. O programa *Emprenedoria* fornece diversos serviços como consultoria, incubadoras de *start-ups*, formação técnica e ferramentas digitais (Emprenedoria Barcelona, 2024).

Com cerca de 14 anos de existência, o programa de *start-ups* fornece dois serviços, “*Preincubation*” e “*Preacceleration*” que apoiam diversas empresas, especialmente no sector da tecnologia. O programa *Emprenedoria* já apoiou cerca de 16,000 projetos e incubou mais de 1700 *start-ups* (Emprenedoria Barcelona, 2024).

Singapura conseguiu criar uma forte cultura tecnológica e ser um *hub* mundial no desenvolvimento e implementação de novas tecnologias. A plataforma SG INOVATE tem como missão ajudar cientistas empreendedores na criação de *start-ups* no sector da tecnologia e da inovação. Neste sentido, existe um enorme foco no desenvolvimento do capital humano e investimento de capital, através da formação e educação da população e apoios do governo de Singapura e empresas estrangeiras (SG INOVATE).

4.6. Adaptação Contínua e Monitorização de Desempenho

Uma adaptação contínua das Smart Cities às necessidades da população, à situação ambiental e cultural e às constantes alterações inerentes à sociedade em geral, é uma ferramenta fundamental para garantir ambientes sustentáveis, os quais respondam às necessidades dos seus habitantes e aos desafios que possam ocorrer.

Devido à constante evolução das tecnologias utilizadas nas Smart Cities é importante que as cidades estejam atualizadas no que toca às inovações e novas tecnologias disponíveis, de forma a tornar as cidades mais eficientes e sustentáveis.

A densidade populacional, a composição demográfica e os padrões de migração estão em constante mudança nos centros urbanos. As Smart Cities devem adaptar-se para atender às diversas necessidades dos seus cidadãos, no que toca por exemplo aos transportes públicos, habitação, escolas e cuidados médicos.

As alterações climáticas e os desafios ambientais estão cada vez mais presentes em todo o mundo. As cidades devem estar conscientes destas mudanças e devem incluir iniciativas para mitigar o impacto ambiental, tais como a implementação de sistemas de energia renovável, estratégias de gestão de resíduos e programas de conservação da água, preservando ao máximo os recursos naturais existentes nas cidades.

Importa realçar a importância de uma Smart City se manter atualizada no que toca a iniciativas fiscais, socioeconómicas e ambientais, por forma a garantir que as condições que inicialmente cumpriram para atingir este status se mantém ou inclusivamente se alteram positivamente. Os cidadãos criam uma expectativa inevitável no que respeita às condições e serviços oferecidos pela sua cidade, e contam que estes se mantenham ou tendam a melhorar. Por esta razão, a adaptação contínua de uma Smart City refere-se à capacidade de uma cidade inteligente se ajustar e evoluir continuamente para atender às necessidades em constante mudança dos seus habitantes, bem como para enfrentar novos desafios e oportunidades que possam vir a surgir.

4.6.1. Indicadores de Prestação de Serviços e Qualidade de Vida

A inteligência da cidade não pode ser avaliada de forma eficaz, caso não existam métodos de avaliação e métricas confiáveis e homogêneas. Habitualmente, o nível de inteligência de uma cidade é medido por diferentes rankings globais e regionais, fornecidos de forma periódica (Shamsuzzoha et al., 2021).

A norma ISO 37120, intitulada “Indicadores de serviços urbanos e qualidade de vida”, é uma norma internacional desenvolvida pela Organização Internacional de Normalização (ISO) que estabelece um conjunto padronizado de indicadores que medem o desempenho dos serviços urbanos, a qualidade de vida e a sustentabilidade nas Smart Cities em diversas áreas. Estes indicadores normalizados permitem também às cidades fazerem análises comparativas entre si, a nível local e global, como ferramenta de auxílio à implementação de políticas, planeamento e gestão das diferentes dimensões das Smart Cities. A ISO 37120 ajuda as cidades a avaliar o seu desempenho, comparar-se com outras cidades e

identificar áreas de melhoria para promover um desenvolvimento urbano mais sustentável e resiliente (ISO, 2023).

Esta norma abrange uma ampla gama de tópicos que podem ser adaptados a qualquer cidade, como por exemplo a economia, educação, energia, ambiente, saúde, habitação, segurança, transportes, entre outros (Figura 4.4) – temas abordados nesta dissertação sobre a categoria de iniciativas nas dimensões analisadas. As utilizações de indicadores normalizados não só informam as entidades governamentais dos progressos, como também são uma boa ferramenta para envolver e alinhar a comunidade nos objetivos das cidades (Shamsuzzoha et al., 2021).

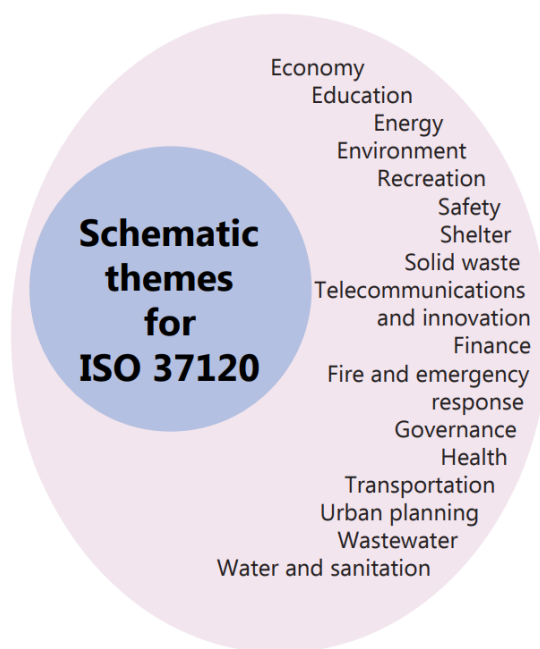


Figura 4.5 - Tópicos abrangidos pela Norma ISO 37120
Fonte: <https://www.iso.org/standard/68498.html>

Os benefícios na utilização de indicadores normalizados são (ISO, 2023):

- Governança mais eficiente;
- Ferramenta de comparação a nível local e internacional;
- Tomada de decisão informada;
- Aprendizagem entre cidades;
- Transparência nos resultados.

De referir que o município de Cascais foi certificado com a distinção mais elevada – Platina, pela norma ISO 37120 (Câmara de Cascais, 2023)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1. Conclusões

Desde 1990, ano em que foi introduzido o termo *Smart City*, até aos dias de hoje, ainda não foi encontrado um consenso em relação a uma definição única do conceito de *Smart Cities*. Ao longo dos anos têm sido desenvolvidos diferentes modelos de definição deste termo, por parte de diferentes autores, tendo alguns sido analisados nesta dissertação. No decorrer deste estudo foi possível concluir que uma *Smart City* é aquela que utiliza Tecnologias de Informação e Comunicação com o objetivo máximo de melhorar a qualidade de vida dos seus habitantes da forma mais sustentável possível, atuando holisticamente sobre diferentes dimensões, catalisadas por tecnologias inovadoras e centrado na participação da comunidade.

Com base na revisão de literatura realizada nesta dissertação e na análise dos casos de estudo identificados, foi possível compreender a importância das cidades se concentrarem nas cinco dimensões selecionadas, nomeadamente, mobilidade, governação, economia, ambiente e sociedade. Embora uma sexta dimensão – a qualidade de vida – esteja repetidamente identificada na literatura, no decorrer da análise efetuada nesta dissertação esta dimensão não foi considerada. Isto porque, sendo a qualidade de vida dos habitantes o objetivo máximo de uma cidade (explícito na definição), todas as medidas, políticas e iniciativas implementadas numa cidade com o objetivo de as tornar inteligentes, devem sempre considerar a qualidade de vida de quem nelas reside ou visita, entendeu-se que a mesma se encontra integrada nas restantes dimensões abordadas.

Com a introdução do conceito de *Smart Cities* em 1990, e desenvolvido até aos dias de hoje, o avanço tecnológico e uma mudança fundamental na forma como as cidades são governadas e desenvolvidas é claramente notório. Estas mudanças foram possíveis não só através da promoção da inovação, políticas e iniciativas que estimulam o empreendedorismo, como também através da formação do capital social e do envolvimento da comunidade nas tomadas de decisão. Mais recentemente, com o objetivo de fomentar a cooperação entre a tecnologia e os humanos, o papel da Inteligência Artificial tem se provado essencial no fornecimento de melhores e mais eficientes tomadas de decisão com o objetivo último de atingir o conceito “ótimo” de *Smart City*.

Os casos de estudo analisados foram enriquecedores no sentido de compreender como as entidades governamentais de Cascais, Barcelona e Singapura implementaram políticas e iniciativas para tornar as suas cidades mais inteligentes. A escolha destas três urbes representa uma amostra ampla do que pode ser considerado uma *Smart City*, em que foi tida em consideração a diversidade geográfica, cultural e a populacional destas cidades, para melhor compreensão do tema estudo.

A partir deste estudo foi possível concluir que as cidades analisadas tomam abordagens ligeiramente diferentes refletindo o contexto de cada cidade. A abordagem de Cascais baseia-se na inclusão social e na participação dos seus cidadãos nas tomadas de decisão, enquanto Barcelona destaca a inovação e a economia partilhada. Singapura concentra-se na melhoria da eficiência dos serviços e no desenvolvimento de novas tecnologias. Importa realçar que em termos de escala e recursos, Singapura tende a ter acesso a mais recursos financeiros e tecnológicos, o que tem um impacto direto na

abordagem tomada por Singapura face às outras cidades aqui analisadas. Um evidente exemplo desta superior disponibilidade financeira é o avanço tecnológico em veículos autónomos, face à realidade das outras duas cidades.

No âmbito desta dissertação, foi elaborado um conjunto de diretrizes destinado a orientar uma cidade na sua jornada de transformação para uma cidade inteligente. Estas diretrizes foram concebidas com o objetivo de fornecer um roteiro claro e abrangente para a transformação de uma cidade, visando não apenas a implementação de tecnologias inteligentes, mas também a promoção da qualidade de vida dos cidadãos e a sustentabilidade em geral da cidade.

A primeira diretriz enfatiza a importância de uma visão clara e integrada, que possa servir como bússola para orientar todas as ações e decisões relacionadas com o desenvolvimento da cidade. De seguida são abordadas as diversas dimensões, considerando as várias componentes da vida urbana, para que estes sejam abordados de forma holística. A implementação de uma infraestrutura digital é destacada como um passo fundamental no processo, proporcionando a base tecnológica necessária para suportar os diferentes serviços e soluções inteligentes que têm de ser implementados. Paralelamente, a cibersegurança e a privacidade dos dados, tanto recolhidos como processados, são temas considerados essenciais para garantir a confiança dos cidadãos e proteger contra potenciais ameaças virtuais. A promoção da inovação é também enfatizada, incentivando a experiência e o desenvolvimento de soluções criativas para os desafios urbanos. Por fim, a adaptação contínua e a monitorização de desempenho são ressalvadas como práticas essenciais para garantir que as *Smart Cities* estejam em contínua evolução e que estas respondam às necessidades em constante mudança dos seus habitantes. Estas diretrizes são concebidas como um guia flexível e adaptável, destinado a habilitar as cidades a alcançarem o seu potencial máximo como cidades urbanas inteligentes, sustentáveis e inclusivas.

É importante reconhecer que as tendências e desafios na transformação para uma *Smart City* são complexos e interconectados, exigindo uma abordagem holística e colaborativa para garantir o seu sucesso. Entre as principais tendências, destaca-se a crescente digitalização e conectividade, que possibilita a integração de sistemas e tecnologias com os serviços urbanos para uma gestão mais eficiente e sustentável, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida dos habitantes. Com a crescente evolução de tecnologias como, as Tecnologias de Informação e Comunicação, a Internet das Coisas (IoT), a Inteligência Artificial e *big data* que auxiliam na criação de soluções inovadoras para a resolução de problemas urbanos complexos.

Com estas tendências, surgem significativos desafios que devem ser considerados e enfrentados, como por exemplo, a infraestrutura digital necessária para o bom funcionamento das SC, algo que pode ser dispendioso e complexo de implementar, exigindo uma preparação eficiente e ponderada. Por fim, do ponto de vista dos cidadãos é crucial que estes não resistam nem sejam negativamente afetados pelas mudanças que terão de vir a ser implementadas. Como analisado nos casos de estudo, estes desafios sociais são possíveis de atenuar através da formação da comunidade, da implementação de estratégias para assegurar a transparência e inclusão entre as várias partes envolvidas.

Em suma, a contribuição desta dissertação para a compreensão dos conceitos aplicados às *Smart Cities*, reside na análise detalhada e abrangente dos elementos-chave que compõem este tema tão amplo. Ao investigar e estudar as definições, dimensões, evolução, tecnologias associadas e os três casos de estudo, é possível compreender a complexidade e importância deste conceito no desenvolvimento futuro das cidades.

Com uma visão integrada, a definição de dimensões fundamentais, uma infraestrutura digital, segurança cibernética, a promoção da inovação e uma adaptação contínua, este estudo oferece uma compreensão aprofundada das complexidades envolvidas na transformação de uma cidade numa *Smart City* bem como um guia para essa implementação poder ser efetuada com sucesso. Como destacado pelos princípios teóricos, também fornece exemplos práticos sobre como as cidades podem ser transformadas em *Smart Cities* de maneira eficaz e inclusiva. Como resultado esta pesquisa não apenas enriquece o corpo de conhecimento existente sobre as SC, mas também oferece orientações úteis para governantes, projetistas urbanos e outras partes interessadas na construção e desenvolvimento de cidades inteligentes e sustentáveis.

5.2. Desenvolvimentos Futuros

A elaboração desta dissertação forneceu um entendimento aprofundado dos conceitos das *Smart Cities* e como estes conceitos podem ser implementados numa cidade. No entanto, é importante reconhecer as suas limitações nomeadamente a eficiência de iniciativas propostas para as diferentes dimensões analisadas e qual o custo benefício destas. Sendo que estas limitações expõem áreas de desenvolvimento futuro deste abrangente conceito das *Smart Cities*. É encorajado que no seguimento desta dissertação sejam analisados diferentes indicadores e medidores de desempenho relevantes a boa compreensão do uso das medidas analisadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 3.8. *Industry transformation programme (ITP)*. (2023). Issuu. https://issuu.com/ial-edu/docs/final_research_report_mantas_sekmokas_v7_final_ref/s/15436638
- Akande, A. S. (2020). *Smart Sustainable Cities Assessment* [PhD, Universitat Jaume I]. <https://doi.org/10.6035/14123.2020.727842>
- Akbarpour, N., Salehi-Amiri, A., Hajiaghaei-Keshteli, M., & Oliva, D. (2021). An innovative waste management system in a smart city under stochastic optimization using vehicle routing problem. *Soft Computing*, 25(8), 6707–6727. <https://doi.org/10.1007/s00500-021-05669-6>
- Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 3–21. <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>
- Angelidou, M. (2014). Smart city policies: A spatial approach. *Cities*, 41, S3–S11. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2014.06.007>
- Anthony Jnr, B. (2021). Managing digital transformation of smart cities through enterprise architecture – a review and research agenda. *Enterprise Information Systems*, 15(3), 299–331. <https://doi.org/10.1080/17517575.2020.1812006>
- Anwar, R. W., & Ali, S. (2022). Smart Cities Security Threat Landscape: A Review. *COMPUTING AND INFORMATICS*, 41(2), Artigo 2. https://doi.org/10.31577/cai_2022_2_405
- Apanaviciene, R., Vanagas, A., & Fokaides, P. A. (2020). Smart Building Integration into a Smart City (SBISC): Development of a New Evaluation Framework. *Energies*, 13(9), Artigo 9. <https://doi.org/10.3390/en13092190>
- Ayuntamiento de Barcelona*. (2023). <https://ajuntament.barcelona.cat/es>
- Barrionuevo, J., Berrone, P., & Ricart, J. (2012). Smart Cities, Sustainable Progress: Opportunities for Urban Development. *IESE Insight*, 50–57. <https://doi.org/10.15581/002.ART-2152>
- Beck, D. F. (2021, outubro 14). *THE ROLE OF URBAN INNOVATIVENESS, SMART GOVERNANCE, AND SMART DEVELOPMENT IN THE URBAN SMARTNESS* | *Humanidades & Inovação*. <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadesinovacao/article/view/5134>
- Bellini, P., Nesi, P., & Pantaleo, G. (2022). IoT-Enabled Smart Cities: A Review of Concepts, Frameworks and Key Technologies. *Applied Sciences*, 12(3), Artigo 3. <https://doi.org/10.3390/app12031607>

Bıyık, C., Abareshi, A., Paz, A., Ruiz, R. A., Battarra, R., Rogers, C. D. F., & Lizarraga, C. (2021). Smart Mobility Adoption: A Review of the Literature. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(2), Artigo 2. <https://doi.org/10.3390/joitmc7020146>

Cascais Ambiente. (2023). <https://ambiente.cascais.pt/>

Cascais Data. (2023). <https://data.cascais.pt/>

Cascais Smart City | Cascais Data. (2023). <https://data.cascais.pt/smart-city>

De Guimarães, J. C. F., Severo, E. A., Felix Júnior, L. A., Da Costa, W. P. L. B., & Salmoria, F. T. (2020). Governance and quality of life in smart cities: Towards sustainable development goals. *Journal of Cleaner Production*, 253, 119926. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119926>

DNA Cascais | Empreendedorismo e Comércio. (2022, novembro 14). <https://www.dnacascais.pt/>

Elsheikh, A., Alzamili, H. H., Al-Zayadi, S. K., & Alboo-Hassan, A. S. (2021). Integration of GIS and BIM in Urban Planning -A Review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1090(1), 012128. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1090/1/012128>

Elvas, L. B., Mataloto, B. M., Martins, A. L., & Ferreira, J. C. (2021). Disaster Management in Smart Cities. *Smart Cities*, 4(2), Artigo 2. <https://doi.org/10.3390/smartcities4020042>

Geoservices | GeoPortal | Ajuntament de Barcelona. (2023). <https://www.bcn.cat/geoportal/en/geoportal.html>

Ghosh, U., Rawat, D. B., Datta, R., & Pathan, A.-S. K. (Eds.). (2021). *Internet of things and secure smart environments: Successes and pitfalls* (First edition). London\$New York.

Giffinger, R., Gudrun, H., Gudrun, & Haindlmaier, G. (2010). Smart cities ranking: An effective instrument for the positioning of the cities. *ACE: Architecture, City and Environment*, 4. <https://doi.org/10.5821/ace.v4i12.2483>

Gohari, S., Ahlers, D., F. Nielsen, B., & Junker, E. (2020). The Governance Approach of Smart City Initiatives. Evidence from Trondheim, Bergen, and Bodø. *Infrastructures*, 5(4), Artigo 4. <https://doi.org/10.3390/infrastructures5040031>

Goyal, L. K., Chauhan, R., Kumar, R., & Rai, H. S. (2020). Use of BIM in Development of Smart Cities: A Review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 955(1), 012010. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/955/1/012010>

- Guevara, L., & Auat Cheein, F. (2020). The Role of 5G Technologies: Challenges in Smart Cities and Intelligent Transportation Systems. *Sustainability*, 12(16), Artigo 16. <https://doi.org/10.3390/su12166469>
- Gupta, S., Mustafa, S. Z., & Kumar, H. (2017). 3: *Smart People for Smart Cities: A Behavioral Framework for Personality and Roles: Smarter People, Governance, and Solutions* (pp. 23–30). <https://doi.org/10.1201/9781315156040-4>
- Harrison, C., Eckman, B., Hamilton, R., Hartswick, P., Kalagnanam, J., Paraszczak, J., & Williams, P. (2010). Foundations for Smarter Cities. *IBM Journal of Research and Development*, 54(4), 1.
- Herath, H. M. K. K. M. B., & Mittal, M. (2022). Adoption of artificial intelligence in smart cities: A comprehensive review. *International Journal of Information Management Data Insights*, 2(1), 100076. <https://doi.org/10.1016/j.jjime.2022.100076>
- Housing & Development Board (HDB). (2023). <https://www.hdb.gov.sg/cs/infoweb/homepage>
- IMD Smart City Index Report. (2023). <https://imd.cld.bz/IMD-Smart-City-Index-Report-20231>
- Jawhar, I., Mohamed, N., & Al-Jaroodi, J. (2017). Networking and communication for smart city systems. *2017 IEEE SmartWorld, Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced & Trusted Computed, Scalable Computing & Communications, Cloud & Big Data Computing, Internet of People and Smart City Innovation (SmartWorld/SCALCOM/UIC/ATC/CBDCCom/IOP/SCI)*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/UIC-ATC.2017.8397563>
- joo, Y.-M. (2023). *Developmentalist smart cities? The cases of Singapore and Seoul*. <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/12265934.2021.1925143?needAccess=true>
- Kar, A. K., Gupta, M. P., Ilavarasan, P. V., & Dwivedi, Y. K. (2017). *Advances in Smart Cities: Smarter People, Governance, and Solutions*. CRC Press.
- Kassens-Noor, E., & Hintze, A. (2020). Cities of the Future? The Potential Impact of Artificial Intelligence. *AI*, 1(2), Artigo 2. <https://doi.org/10.3390/ai1020012>
- Khalifa, E. (2019). Smart Cities: Opportunities, Challenges, and Security Threats. *Journal of Strategic Innovation and Sustainability*, 14(3). <https://doi.org/10.33423/jsis.v14i3.2108>
- Kim, T., Ramos, C., & Mohammed, S. (2017). Smart City and IoT. *Future Generation Computer Systems*, 76, 159–162. <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.03.034>
- Krishna Sharma, S., Nalin K. Jayakody, D., Chatzinotas, S., & Anpalagan, A. (2021). *Communication Technologies for Networked Smart Cities*.

- Land Transporte Authority*. (2023). <https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en.html>
- Lanza, J., Sánchez, L., Gutiérrez, V., Galache, J. A., Santana, J. R., Sotres, P., & Muñoz, L. (2016). Smart City Services over a Future Internet Platform Based on Internet of Things and Cloud: The Smart Parking Case. *Energies*, 9(9), Artigo 9. <https://doi.org/10.3390/en9090719>
- Lombardi, P., Giordano, S., Farouh, H., & Yousef, W. (2012). Modelling the smart city performance. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 25(2), 137–149. <https://doi.org/10.1080/13511610.2012.660325>
- Mitra, S., Kumar, H., Gupta, M. P., & Bhattacharya, J. (2022). Entrepreneurship in smart cities: Elements of start-up ecosystem. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 14(3), 592–611. <https://doi.org/10.1108/JSTPM-06-2021-0078>
- Mobility and transport | Barcelona City Council*. (2023). <https://www.barcelona.cat/mobilitat/en>
- Nam, T., & Pardo, T. (2011). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. Em *ACM International Conference Proceeding Series* (p. 291). <https://doi.org/10.1145/2037556.2037602>
- Nastjuk, I., Trang, S., & Papageorgiou, E. I. (2022). Smart cities and smart governance models for future cities. *Electronic Markets*, 32(4), 1917–1924. <https://doi.org/10.1007/s12525-022-00609-0>
- NPTD*. (2023). <https://www.population.gov.sg/our-population/population-trends/overview/>
- OneMotoring | Land Transport Authority (LTA)*. (2023). <https://onemotoring.lta.gov.sg/content/onemotoring/home.html>
- Open Data BCN | Ajuntament de Barcelona's open data service*. (2023). <https://opendata-ajuntament.barcelona.cat/en/>
- Patel, K. K., Patel, S. M., & Scholar, P. (2016). *Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges*.
- Ramos, J. (2023, agosto 31). *What is smart city legislation?* Tomorrow.City - The Biggest Platform about Urban Innovation. <https://www.tomorrow.city/what-is-smart-city-legislation/>
- Ratheeswari, K. (2018). *Information Communication Technology in Education*.
- Sanchez, T. W., Shumway, H., Gordner, T., & Lim, T. (2023). The prospects of artificial intelligence in urban planning. *International Journal of Urban Sciences*, 27(2), 179–194. <https://doi.org/10.1080/12265934.2022.2102538>
- Saraiva, R., & Saraiva, J. (2020). *A PREVENÇÃO DE DESASTRES DISASTERS PREVENTION*. 7(2).

- Shamsuzzoha, A., Nieminen, J., Piya, S., & Rutledge, K. (2021). Smart city for sustainable environment: A comparison of participatory strategies from Helsinki, Singapore and London. *Cities*, 114, 103194. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103194>
- Singapore FinTech Association. (2023). <https://singaporefintech.org/>
- Smart Nation Singapore. (2023). <https://www.smartnation.gov.sg/>
- Sookhak, M., Tang, H., & Yu, F. R. (2018). Security and Privacy of Smart Cities: Issues and Challenge. 2018 IEEE 20th International Conference on High Performance Computing and Communications; IEEE 16th International Conference on Smart City; IEEE 4th International Conference on Data Science and Systems (HPCC/SmartCity/DSS), 1350–1357. <https://doi.org/10.1109/HPCC/SmartCity/DSS.2018.00224>
- Svítek, M., Skobelev, P., & Kozhevnikov, S. (2020). Smart City 5.0 as an Urban Ecosystem of Smart Services (pp. 426–438). https://doi.org/10.1007/978-3-030-27477-1_33
- Tomor, Z. (sem data). Smart Governance For Sustainable Cities: Findings from a Systematic Literature Review. Obtido 29 de janeiro de 2024, de <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/10630732.2019.1651178?needAccess=true>
- Urban Redevelopment Authority (URA). (2023). <https://www.ura.gov.sg/Corporate>
- Vakula, D., & Raviteja, B. (2017). Smart public transport for smart cities. 2017 International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS), 805–810. <https://doi.org/10.1109/ISS1.2017.8389288>
- Virtudes, A., Abbara, A., & Sá, J. (2017). Dubai: A Pioneer Smart City in the Arabian Territory. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 245, 052071. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/245/5/052071>
- Wahab, N. S. N., Seow, T. W., Radzuan, I. S. M., & Mohamed, S. (2020). A Systematic Literature Review on The Dimensions of Smart Cities. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 498(1), 012087. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/498/1/012087>
- Zhou, Y., & Kankanhalli, A. (2021). AI Regulation for Smart Cities: Challenges and Principles. Em E. Estevez, T. A. Pardo, & H. J. Scholl (Eds.), *Smart Cities and Smart Governance: Towards the 22nd Century Sustainable City* (pp. 101–118). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61033-3_5

Zografos, C., Klause, K. A., Connolly, J. J. T., & Anguelovski, I. (2020). The everyday politics of urban transformational adaptation: Struggles for authority and the Barcelona superblock project. *Cities*, 99, 102613. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102613>

