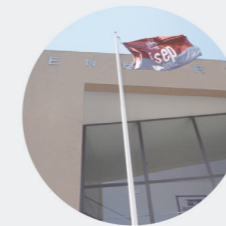




Sustentabilidade: Métodos de Avaliação e Modelação de Informação das Cidades

DIOGO SOARES FERNANDES

novembro de 2017



Sustentabilidade: Métodos de Avaliação e Modelação de Informação das Cidades

DIOGO SOARES FERNANDES
Outubro de 2017

SUSTENTABILIDADE:

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO E MODELAÇÃO DE INFORMAÇÃO DAS CIDADES

DIOGO SOARES FERNANDES

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL – RAMO DE CONSTRUÇÕES

Orientador: Eng^o José Manuel Martins Soares De Sousa

OUTUBRO DE 2017

Ao Pai Acácio, à Mãe Teresa e ao Irmão Simão,

O meu Obrigado.

Por vocês, tudo.

ÍNDICE GERAL

Índice Geral	iii
Resumo.....	v
Abstract	vii
Agradecimentos	ix
Índice de Texto	xi
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xv
Glossário.....	xvii
Abreviaturas	xix
CAPÍTULO 1 Introdução.....	1
CAPÍTULO 2 Métodos de Avaliação de Sustentabilidade das Cidades: O Planejamento Urbano	11
CAPÍTULO 3 City Information Modeling (CIM)	41
CAPÍTULO 4 Considerações Finais.....	51
Referências Bibliográficas	55

RESUMO

O conceito de Sustentabilidade, bem como o desenvolvimento sustentável, incute enorme relevância no contexto da atualidade estando desta forma patente uma demanda na busca de soluções, no sentido de não só travar os prejuízos provocados por ações do Ser Humano mas também de prestar uma educação sólida, como forma de criação de hábitos e práticas mais sustentáveis.

Ao longo dos anos, o comportamento pouco responsável do Ser Humano para com o meio ambiente provocou danos quase irreversíveis no Planeta Terra, dado o desgaste e consumo desmedido de recursos naturais. Como tal, e face às consequências visíveis, os líderes mundiais começaram a focar atenções nos impactos ambientais, o que conduziu à criação de medidas e práticas sustentáveis e respetivas metodologias de avaliação.

Notoriamente o setor da construção foi alvo de grande foco, dada a preponderância do seu impacto no meio ambiente, dando origem ao incentivo para a construção sustentável. No entanto, para que seja possível atingir a Sustentabilidade no seu pleno, torna-se relevante reforçar a ideia de que a Sustentabilidade só é possível com o equilíbrio entre os seus três pilares fundamentais – ambiental, social e económico.

Desta forma, a presente dissertação pretende abordar dois grandes temas de vanguarda – os Métodos de Avaliação da Sustentabilidade das Cidades (MASC) e a Modelação de Informação das Cidades ou, como conhecido internacionalmente, *City Information Modeling* (CIM). Através da revisão e análise da literatura disponível e estado da arte será apresentada uma abordagem, ao tema da Sustentabilidade – intrinsecamente ligada com os restantes temas da dissertação – seguida da análise de três MASC, dois portugueses – SBTTool^{PT} e LiderA – e a norma internacional ISO 37120, no que diz respeito às suas vertentes do Planeamento Urbano, terminando com a análise do sistema CIM, que se apresenta como uma ferramenta de peso para auxílio à gestão e planeamento das cidades.

A abordagem aos temas escolhidos – através da revisão bibliográfica e análise crítica – tem como principal objetivo aprofundar conhecimentos que futuramente possam contribuir positivamente para um bem comum em relação à Sustentabilidade, ao desenvolvimento sustentável e metodologias disponíveis.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Métodos de Avaliação da Sustentabilidade das Cidades; Modelação de Informação das Cidades; CIM; ISO 37120; SBTTool^{PT}; LiderA.

ABSTRACT

The concept of Sustainability, as well as sustainable development, has relevance in present's context, and the demand for the search for solutions is evident, in order not only to stop the damage caused by human actions but also to provide a solid education as a way of creating more sustainable habits and practices.

Over the years, Humanity's irresponsible behaviour towards the environment has caused almost irreversible damage to the Planet Earth, given the excessive consumption of available natural resources. As such - and given the visible consequences - world leaders began to focus attention on environmental impacts, which led to the creation of sustainable measures and practices, and their evaluating methodologies, to be used locally and globally.

Notably, the construction sector was the target of strong focus, since it is the sector with greatest responsibility in the environmental impact. However, in order to achieve Sustainability as a whole, it is relevant to reinforce the idea that Sustainability is only possible with the balance between its three fundamental pillars - environmental, social and economic factors.

This review intends to address two major themes - the Methods of Sustainability Assessment of Cities (MSAC) and the City Information Modeling (CIM). Through the revision and analysis of the available literature, an initial approach to the theme of Sustainability will be presented. Following the analysis of three MSAC - SBToolPT and LiderA - and the international standard ISO 37120, focusing on the aspects of Urban Planning, ending with an approach to the CIM system, which presents itself as a tool aid to city management.

The proposed approach to the chosen themes - through bibliographic review and critical analysis - has as main objective to deepen the knowledge, that in the future can contribute positively to a common good in relation to Sustainability, sustainable development and available assessment methodologies.

Keywords: Sustainability; Methods of Sustainability Assessment of Cities; City Information Modeling; ISO 37120; Urban Planning;

AGRADECIMENTOS

Secção esta também importante, de salientar alguns agradecimentos para aqueles que ajudaram não só a moldar a presente dissertação como também foram fazendo parte do círculo pessoal desde sempre.

O meu agradecimento ao Engenheiro José Manuel Sousa, pela disponibilidade, pelas oportunidades criadas ao longo deste percurso e por toda a ajuda prestada no desenvolvimento da dissertação como um tema de vanguarda.

Ao Doutor Fortunato Cardoso Silva, ao qual agradeço a partilha de conhecimentos e experiência particularmente no tema da certificação pela norma ISO 37120, bem como toda a disponibilidade e prontidão para desenvolvimento do tema na dissertação.

Ao Henrique Pires, João Veludo, Gonçalo Codeço e Emanuel Trigo, pela Amizade intemporal e companheirismo verdadeiro, um grande obrigado.

A todos que, apesar de não estarem aqui enumerados, tenho a certeza que ao lerem isto saberão que estarei agradecido por, de uma forma ou de outra, terem feito parte deste percurso longo e que agora vingam.

Ao Rui Teixeira e à Nair Seixas, pela revisão prestada e acima de tudo pela Amizade sincera, companheirismo e por acompanharem nos momentos de ‘delírio saudável’ que me é característico, um grande obrigado!

Aos meus Pais, Acácio e Teresa, e ao meu Irmão, Simão, o meu mais puro Obrigado. Por todo o apoio, pelo esforço e porque sem vocês não seria o que sou hoje.

ÍNDICE DE TEXTO

1.1	Introdução do conceito da Sustentabilidade.....	1
1.2	Planeamento Urbano e a importância para a Sustentabilidade.....	3
1.2.1	<i>Smart Cities</i> – As cidades sustentáveis inteligentes	7
1.3	Métodos de Avaliação de Sustentabilidade das Cidades	8
2.1	Introdução aos Métodos de Avaliação de Sustentabilidade	11
2.1.1	SBTool ^{PT} – <i>Sustainable Building Tool</i> Portugal.....	13
2.1.2	LiderA – Liderar pelo Ambiente.....	19
2.1.3	ISO 37120– Desenvolvimento sustentável das comunidades – Indicadores para os serviços urbanos e a qualidade de vida	25
2.2	Análise comparativa entre os MASC alvo de estudo	37
3.1	Introdução ao modelo	41
3.1.1	Sistemas de Informação Geográfica (SIG)	42
3.1.2	Building Information Model (BIM)	43
3.1.3	City Information Modeling (CIM).....	44
3.2	Análise da aplicação do CIM a casos de estudo reais	46
3.2.1	Cidade Universitária de Lisboa	46
3.3	Integração do modelo CIM com tema da Sustentabilidade das cidades.....	49
4.1	Conclusões	51
4.2	Desenvolvimentos Futuros	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Agenda 21 e respetivos capítulos. (Field).....	2
Figura 1.2 – Conferência Rio +20. (UNIC Rio, 2014).....	3
Figura 2.1 – Logótipo iiSBE (iiSBE, 2009).....	13
Figura 2.2 – Logótipo SBTool ^{PT} (EcoChoice, 2012).	13
Figura 2.3 – Gama de valores do Nivel de Sustentabilidade para o método SBTool (Vaz Fernandes, 2013).	18
Figura 2.4 – Logótipo LiderA (Pinheiro, 2000).....	19
Figura 2.5 – Caracterização dos princípios que regem o sistema LiderA. (Pinheiro, 2000).....	20
Figura 2.6 – Fases de um empreendimento e respetivas aplicações do LiderA (Pinheiro, 2000).	20
Figura 2.7 – Classificação final LiderA (Pinheiro, 2000).	24
Figura 2.8 – Logótipo WCCD (WCCD).....	26
Figura 2.9 – Classificações obtidas através da ISO 37120 (WCCD).	28
Figura 2.10 – Classificação <i>Gold</i> – Cidade do Porto. (WCCD).....	29
Figura 2.11 – Valores relativos ao tema do PU do Município do Porto. (WCCD).	29
Figura 2.12 – Vertentes e respetivos pesos percentuais (Pinheiro, 2000).	39
Figura 3.1 – Modelos de representação – vetorial e matricial – do sistema SIG. (GITTA, 2010).....	43
Figura 3.2 – Níveis de detalhe (LOD). (Adaptado de (Galego, 2014))	45
Figura 3.3 – Especificação dos 4 LOD (CityGML).....	46
Figura 3.4 –Área alvo de estudo (Galego, 2014).....	47
Figura 3.5 –Área alvo de estudo, envolvente e respetivos LOD (Galego, 2014).....	48

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Métodos de avaliação da sustentabilidade das cidades.....	12
Tabela 2.2 – Metodologia SBTool ^{PT} -PU.	15
Tabela 2.3 – Gama respetiva dos Níveis de Desempenho e respetiva Classificação SBTool ^{PT} (Adaptado de (Vaz Fernandes, 2013)).....	18
Tabela 2.4 – Estrutura LiderA (Pinheiro, 2000)	21
Tabela 2.5 – Níveis de Desempenho e respetiva Classificação LiderA (Vaz Fernandes, 2013)	24
Tabela 2.6 – Cidades fundadoras e entidades em parceria (WCCD).....	27
Tabela 2.7 – Gama respetiva dos Níveis de Desempenho e respetivos indicadores necessários (WCCD).28	
Tabela 2.8 – Estrutura da norma ISO 37120:2014 (ISO 37120, 2014)	30
Tabela 2.9 – Tema do PU e respetivos indicadores de avaliação (ISO 37120, 2014)	34

GLOSSÁRIO

Computer Aided Design (CAD) – desenho assistido por computador, trata-se de um *software* utilizado nas mais diversas áreas como a engenharia, arquitetura, geologia, entre outras, com intuito de facilitar o desenho técnico e o projeto; (Autodesk, 2017)

Plano de Pormenor (PP) – Documento legal onde se encontra detalhada a ocupação de uma área específica do território municipal, definindo a distribuição de funções e parâmetros urbanísticos, desenho urbano, espaços públicos e zonas verdes, redes de comunicação e infraestruturas. É constituído pelo regulamento normativo, pela Planta de Implantação e Planta de Condicionantes; (CCDRC, 2009)

Plano de Urbanização (PU) – documento legal que define a ocupação do solo bem como o seu aproveitamento, fornecendo ainda o quadro de referência para aplicação das políticas urbanas e definindo a localização das infraestruturas e dos equipamentos coletivos; (CCDRC, 2009)

Plano Diretor Municipal (PDM) – instrumento legal fundamental no auxílio da gestão do território municipal, onde estão incluídas as premissas para o desenvolvimento territorial ao nível do município. Serve de referência para os demais Planos Municipais e é constituído pela Planta de Ordenamento (classificação e qualificação do solo) – modelo de organização espacial – pela Planta de Condicionantes – servidões administrativas e restrições de utilidade pública – e pelo Regulamento – elemento normativo do PDM; (CCDRC, 2009)

Plano Regional de Ordenamento do Território (PROT) – documento legal onde se encontra estabelecido o modelo de organização do território regional do sistema urbano, redes de infraestruturas e equipamentos que constituem interesse regional a fim de valorização das áreas de interesse municipal; (CCDRC, 2009)

Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT) – aplicado a todo o território nacional, trata-se do instrumento legal de desenvolvimento territorial de natureza estratégica e estabelece as opções com relevância para a organização ao nível do território nacional. Constituído pelo Programa de Ação e um relatório, serve ainda de instrumento de cooperação com outros estados da União Europeia; (CCDRC, 2009)

GLOSSÁRIO

Projeto de Potencial Interesse Nacional (PIN) – projetos de investimento que, dadas as suas características, assumem importância relevante na dinamização da economia nacional; (Portugal Global, 2017)

Tool for Reduction and Assessment of Chemicals and Other Environmental Impacts (TRACI) – Software que fornece valores de referência para avaliação homogénea do impacto ambiental, para utilização nos MASC.

ABREVIATURAS

AQACS – Avaliador Qualificado em Avaliação da Construção Sustentável;

BIM – *Building Information Modeling*;

CAD – *Computer Aided Design*;

CCDR – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional;

CCDRLVT – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo;

CCDRN – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte;

CIM – *City Information Modeling*;

GBTool – *Green Building Tool*;

GIS – *Geographic Information System*;

GML – *Geography Markup Language*;

IFDR – Instituto Financeiro para o Desenvolvimento Regional;

iisBE – *Internacional Initiative for a Sustainable Built Environment*;

ISO – *Internacional Organization for Standardization*;

LiderA – Liderar Pelo Ambiente;

LOD – *Level Of Detail*;

MASC – Métodos de Avaliação da Sustentabilidade das Cidades;

MDT – Modelo Digital do Terreno;

MP – Melhores Práticas;

OGC – *Open Geospatial Consortium*;

PC – Práticas Correntes;

PDM – Plano Diretor Municipal;

PIH – Porto *Innovation Hub*;

ABREVIATURAS

PNPOT – Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território;

PP – Plano de Pormenor;

PROT – Plano Regional de Ordenamento do Território;

SBTool – *Sustainable Building Tool*;

SBTool^{PT} - PU – *Sustainable Building Tool Portugal Planeamento Urbano*;

SBTool^{PT} – *Sustainable Building Tool Portugal*;

SIG – Sistema de Informação Geográfica;

TRACI – *Tool for Reduction and Assessment of Chemicals and Other Environmental Impacts*;

UNEP – *United Nations Environment Programme*;

UNISDR – *United Nations Office for Disaster Risk Reduction*;

WCCD – *World Council on City Data*;

WCED – *World Comission on Environment and Development*;

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 INTRODUÇÃO DO CONCEITO DA SUSTENTABILIDADE

Por forma a dar início à presente dissertação, torna-se necessário entender o conceito de Sustentabilidade e o porquê da sua importância na atualidade. A Sustentabilidade torna-se um tema relevante uma vez que a Humanidade enfrenta vários problemas como (Fonseca, 2006):

- Distribuição não uniforme da riqueza mundial – o que leva à criação de um fosso entre a pobreza extrema e a riqueza elevada;
- Alterações climáticas – como uma ameaça massiva para com o desenvolvimento próspero;
- Limitação de recursos naturais.

Para que estes problemas sejam ultrapassados – não só amenizando as consequências mas inclusive erradicar a origem – é importante que a resposta seja dada por todos, desde os órgãos governamentais e executivos municipais, pelas entidades públicas e privadas e pelos cidadãos.

Estudos indicam que 60% da zona terrestre do planeta Terra é gerida pelo Homem, no entanto 100% do planeta Terra é afetado pelas ações do ser humano (Russ, 2002). Por esta razão, um fator importante para a sustentabilidade passará pela educação e sensibilização nesse sentido, visto que o ser humano possui influência significativa no meio ambiente. Com isto, torna-se deveras importante salientar que os recursos naturais do planeta estão a tornar-se escassos para ser possível dar resposta a todas as necessidades atuais. (Fernandes, et al., 2016)

A Sustentabilidade pode tomar diversas definições ou conceitos pelo que, para que seja definida uma linha orientadora para a presente dissertação, foram adotadas duas definições que enquadram o tema:

“Capacidade de uma atividade ou sociedade se manter por tempo indeterminado, sem colocar em risco o esgotamento, a qualidade e uso abusivo de seus recursos naturais” (Sousa, 2016).

E, como definição que incorpora a Sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável:

“O desenvolvimento que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazerem as suas próprias necessidades” (Our Common Future, 1987).

A citação supra encontra-se descrita no Relatório Brundtland de 1987, documento este redigido pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas (WCED) e que tem como missão consolidar a ideia da urgente reação mundial face ao desgaste do Planeta Terra, através da definição de medidas que deverão ser implementadas pelos líderes mundiais. (Silva, 2013)

Posteriormente no ano de 1992 – na conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente e Desenvolvimento – ficam definidas estratégias e medidas que visam a diminuição da poluição, surgindo desta forma o documento “Agenda 21”. Este documento refere-se a um programa global ao qual aderiram 118 países e que tem como principal objetivo a promoção da regeneração ambiental e o desenvolvimento social (Silva, 2013). Trata-se de um plano de ação que deve ser assumido e implementado global, nacional e localmente, deixando já indícios de que a mudança deve ser pensada a nível global mas os atos devem ser locais, pois mesmo as pequenas ações fazem a diferença. Na Figura 1.1 encontram-se ilustrados os 4 capítulos constantes do documento em apreço.



Figura 1.1 – Agenda 21 e respetivos capítulos. (Field)

Vinte anos depois – em 2012 – tem lugar a Conferência Rio +20, Figura 1.2 – na qual os líderes mundiais constataram um balanço negativo relativamente ao período decorrente desde 1992 (Midões, 2012) no que diz respeito às ações e medidas implementadas, bem como resultados obtidos face às expectativas.

No entanto, ficou subscrito um documento de nome “O Futuro que Queremos” que apesar de conter compromissos já anteriormente definidos mas não atingidos, apresentou novidades ao nível da proteção

dos oceanos, da definição de objetivos para a sustentabilidade e reforço do financiamento aos países em desenvolvimento (Midões, 2012).



Figura 1.2 – Conferência Rio +20. (UNIC Rio, 2014)

Nesta conferência – Rio +20 – já começam a surgir maiores evidências no compromisso para com o equilíbrio dos três fatores – ambiental, social e económico – que visam o alcance da sustentabilidade dada a preocupação em encontrar medidas mais abrangentes nesse sentido. Estes três pilares fundamentais nos quais a sustentabilidade se apoia e nos quais é interessante abordar, passam por: (Adaptado de (Fonseca, 2006))

- Dimensão Ambiental: trata dos assuntos que estão diretamente relacionados com o impacto das ações do ser humano no meio ambiente, nomeadamente nos ecossistemas – ar, água, solo, seres vivos e não vivos, entre outros;
- Dimensão Social: diz respeito à valorização do ser humano, à sua diversidade e equidade de oportunidades;
- Dimensão Económica: encontra-se relacionada maioritariamente com as interações entre as entidades empresariais e as respetivas partes interessadas, com os fatores que provocam oscilações nos balanços e resultados no que diz respeito à rentabilidade;

A Sustentabilidade deve ser encarada não só como uma ação de preservação do meio ambiente mas também como uma forte vertente social e económica no desenvolvimento das Cidades. Aplicando a mentalidade de um desenvolvimento e movimento sustentável à forma como se encara o futuro, torna-se possível obter uma capacidade de resposta forte às necessidades da sociedade e economia atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras em colmatar as suas próprias necessidades.

1.2 PLANEAMENTO URBANO E A IMPORTÂNCIA PARA A SUSTENTABILIDADE

Está comprovado que as cidades representam cada vez mais uma força económica forte a nível mundial, pelo facto do crescimento quase exponencial do aglomerado populacional nas grandes cidades, bem como da centralização das grandes empresas nos núcleos citadinos. Desta forma as exigências ao nível de qualidade de vida e de oferta de amenidades nas urbes tornam-se inevitavelmente maiores, pelo que é

então necessário encontrar soluções que respondam a critérios – entre outros – de utilização do solo, de acessibilidades, amenidades, racionalização de matérias-primas e qualidade de construção dos edifícios.

Focando neste último fator – qualidade de construção – é possível observar que se trata de um tópico bastante abrangente no que diz respeito ao tema da sustentabilidade, pois através de boa qualidade construtiva quer em edificados quer em infraestruturas ou acessibilidades, é possível:

- Diminuir o consumo desmedido das matérias-primas e recursos naturais, por exemplo reutilizando materiais que ainda se encontram em bom estado provenientes de construções que se tornam obsoletas;
- A nível económico dos agregados familiares, é possível diminuir os gastos relativos a consumos do edifício através da incorporação das variáveis do ambiente construído com a envolvente ambiental e biodiversidade do local onde se insere, utilizando e potencializando os recursos naturais disponíveis antes de utilizar meios mecânicos com intuito de obter os mesmos resultados de conforto;
- Socialmente mais atrativos, através da criação ou recuperação de serviços eficientes e variados, por forma a responder às necessidades populacionais e turísticas, bem como relativamente ao leque de amenidades e equipamentos disponíveis;

Com isto, torna-se correto afirmar que construir sustentável é construir com racionalidade pois torna-se possível conseguir um edifício que é capaz de corresponder ao nível de conforto exigido durante toda a sua vida útil e que, no entanto, teve um impacto reduzido no meio ambiente desde logo na fase de planeamento. Nestes edifícios que privilegiam a construção sustentável, a qualidade construtiva é maximizada através da incorporação destes edifícios de forma racional no meio ambiente e envolvente, para que se obtenha o máximo partido dos recursos renováveis e disponíveis bem como a redução de custos e prazos durante a sua construção se a sua gestão for devidamente planeada.

Fazendo uma abordagem à tipologia e técnicas construtivas a adotar por forma a ser possível entrar na componente sustentável, salientam-se as seguintes definições: (Adaptado de (Sousa, 2016) e (Campeão, 2016))

- Construção solar passiva: Este tipo de construção lida com os ganhos energéticos provenientes do sol, obtidos sem recurso a meios mecânicos. Como exemplos, a utilização de palas devidamente dimensionadas, planear a orientação do edifício para maximizar os ganhos provenientes do sol, entre outros.

- Construção solar ativa: Incorpora nas construções o uso de meios mecânicos de baixo consumo energético, para que seja possível obter ganhos energéticos através das energias renováveis, tais como o uso de painéis solares ou painéis fotovoltaicos.
- Construção bioclimática: Tem como missão tirar o máximo partido da envolvente onde se insere o edificado, para que através do seu correto dimensionamento e estudo sejam garantidas as necessidades energéticas sem recorrer em primeira instância a meios mecânicos, reduzindo desta forma o consumo de energia.

Por sua vez, é possível afirmar que a construção sustentável é passível de ser atingida não só através da conjugação das três técnicas construtivas anteriormente referidas mas também tendo em conta o impacto ambiental de todos os processos inerentes à construção de edifícios, desde os materiais usados e técnicas construtivas bem como o consumo de energia durante o processo construtivo e período de utilização do edifício.

Por outro lado, o parâmetro do planeamento urbano não está apenas relacionado com as diretivas relativas à construção do edifício mas também incorpora todos os fatores inerentes às urbanizações e o uso do solo. Desta forma um planeamento urbano devidamente analisado e que incentive à criação de boas práticas, nomeadamente na transformação do uso do solo, revela-se um processo eficaz e importante na busca pelo desenvolvimento sustentável.

Desta forma, o planeamento deve ser considerado como elemento importante que integra medidas sustentáveis para a região, estando também de acordo com os objetivos locais e nacionais, para que a nível internacional não seja inviabilizada nenhuma oportunidade a nível social, ambiental e económico.

Uma vez que o planeamento urbano está diretamente relacionado com os Planos Diretores Municipais (PDM), será importante que os órgãos governamentais e executivos municipais tenham em consideração, nas devidas alturas de revisão dos PDM, para que estes incorporem equitativamente as vertentes ambientais, sociais e económicas nos mesmos, para que os Planos Diretores sejam capazes de promover, incentivar e garantir uma maior eficácia na busca da sustentabilidade e desenvolvimento sustentável das cidades. (Amado, 2012)

Atualmente é relevante a existência de processos meticolosos e equilibrados de planeamento capazes de promover os objetivos de preservação ambiental e social de cada município fomentando o desenvolvimento económico sustentado (Amado, 2012), para que através da intervenção local seja dado o primeiro passo para o desenvolvimento sustentável sem inviabilizar qualquer processo de desenvolvimento a nível nacional ou internacional.

Desta forma, para que seja obtido um planeamento urbano e ordenamento do território que visam a sustentabilidade e incorporam regras interativas em prol do desenvolvimento da sociedade, os seus objetivos deverão passar por (Adaptado de (Amado, 2012)):

- Melhorar as condições de vida e profissionais das populações, respeitando os valores culturais, ambientais e paisagísticos do local;
- Distribuir equitativamente as ofertas de habitação, trabalho, cultura e lazer;
- Dotar as áreas menos desenvolvidas de oportunidades de emprego, proporcionando a fixação de populações;
- Adaptar e adequar a densidade urbana por forma a não degradar a qualidade de vida e manter o equilíbrio para com o fator económico e social;
- Rentabilizar as infraestruturas existentes, evitando a extensão desnecessária de novas redes;
- Garantir recursos hídricos, zonas ribeirinhas, orlas costeiras, florestas e outros locais relativos à conservação da natureza e que a sua preservação interfere com a melhoria das condições e qualidade de vidas das populações.

Como exemplos de estratégias que promovem um desenvolvimento sustentável tendo por base o planeamento urbano, salientam-se as seguintes (Adaptado de (Amado, 2012)):

- Introdução do conceito de desenvolvimento sustentável no processo de tomada de decisões estratégicas;
- Promoção do equilíbrio e multifuncionalidade no tecido urbano;
- Dotar de instrumentos de intervenção coerentes com as estratégias – planos setoriais;
- Preservar e enriquecer a identidade cultural;
- Minimizar as emissões e produção de resíduos, bem como o consumo de recursos naturais não renováveis.

Para a obtenção de um estudo metódico e completo será necessário analisar parâmetros como infraestruturas, uso do solo, gestão da água e demais recursos, gestão de materiais e resíduos – como parâmetros que englobados na dimensão Ambiental. Dentro da dimensão Social, o estudo passa por analisar, entre outros, o conforto, segurança e amenidades, sendo que por sua vez a empregabilidade será um dos fatores a ter em conta no âmbito da dimensão Económica.

São então estes alguns dos fatores que se tornam essenciais e praticamente transversais a todos os Métodos de Avaliação da Sustentabilidade das Cidades (MASC) que incorporam a vertente do

planeamento urbano, pois apenas com uma análise abrangente se torna possível potencializar a avaliação positiva.

Desta forma, urge uma necessidade de criar metodologias que auxiliem no controlo e medição não só dos edifícios mas também relativamente ao tecido urbano e todos os parâmetros inerentes ao mesmo – desde a fase embrionária do projeto, como por exemplo a fase de planeamento, até ao fim de vida útil – para que seja possível comparar e analisar os resultados, através dos dados obtidos, sabendo quais os parâmetros que carecem de atuação mais célere e eficiente. Esses métodos de avaliação da sustentabilidade serão abordados mais em pormenor no Capítulo 2.

1.2.1 *Smart Cities* – As cidades sustentáveis inteligentes

A par da evolução tecnológica que se faz sentir nos dias de hoje, é inevitável não se efetuar uma abordagem ao conceito de *Smart Cities*, ou cidades inteligentes. Este conceito está atualmente a ganhar força como o novo ambiente urbano sustentável, com intuito de projetar as cidades para o máximo desempenho através do uso das tecnologias. (Stimmel, 2015)

Este conceito enquadra-se perfeitamente no panorama da sustentabilidade, pois as cidades inteligentes tem como missão uma gestão inteligente dos recursos disponíveis para obter uma melhor qualidade de vida dos cidadãos, reduzindo o desperdício e melhorar a economia. No entanto, e erradamente, neste conceito por vezes a componente humana é um parâmetro ao qual se dá pouca importância, o que leva à construção de edifícios e cidades pouco pensadas para a vivência humana.

Para que o conceito de *Smart Cities* não tenha um efeito contrário ao pretendido, é necessário que se tenha em conta o fator humano, bem como a realidade em que se encontra inserido, para que conjugados todos os fatores seja possível alcançar o pleno da sustentabilidade e da tecnologia.

Dos inúmeros exemplos da adoção de medidas que visam alcançar a sustentabilidade e dotar as cidades de ferramentas capazes de fornecer aos cidadãos e turistas informações úteis acerca do Município, poderão salientar-se os seguintes:

1.2.1.1 *SmartTourism* – Aliar o digital à experiência turística em Amarante

Após ter visto a candidatura aprovada, a Câmara Municipal de Amarante dá um dos primeiros passos como *Smart City* na vertente do turismo. Trata-se da implementação de uma ferramenta que através da colocação de transmissores em pontos de interesse Municipal leva informação útil, nomeadamente a partilha de experiências em diferentes línguas e formatos multimédia acerca de eventos, locais com interesse histórico ou curiosidades, através dos *smartphones* até aos utilizadores, munindo os cidadãos e turistas de informações pertinentes sobre o local onde estes se encontram. (Amarante, 2017)

No entanto, deverá ser efetuada uma ressalva no que diz respeito à incorporação da ferramenta como elemento de auxílio e promoção do Município, complementando desta forma os recursos humanos que são tão necessários como o mundo digital. Assim, através da aliança entre o fator multimídia com o fator humano, a modernização e oferta que poderá disponibilizar a todos os utilizadores – incluindo investidores – será elevada exponencialmente.

1.2.1.2 Município do Porto como cidade *Smart*

A cidade do Porto tem vindo a demonstrar a sua vontade em integrar os cidadãos no auxílio à tomada de decisões como forma célere e eficaz para resolver desafios patentes na cidade. Como tem vindo a ser usual o município do Porto, através da introdução de melhores práticas, dinâmicas e valorização dos casos de sucesso, pretende obter um efeito positivo na qualidade de vida, no desenvolvimento económico e na criação de emprego. Estas medidas tornam-se tangíveis através da introdução de iniciativas e parcerias que visam a integração dos cidadãos na tomada de decisões através da apresentação e validação de soluções que se revelem inovadoras. (Porto, 2014)

À data, o município do Porto disponibiliza várias dinâmicas que visam a sustentabilidade, as cidades inteligentes e a integração do munícipe, como por exemplo:

- Porto *Innovation Hub* (PIH) – intitulado como um laboratório vivo, PIH tem como missão a inovação na transformação da cidade, incentivando o cidadão a participar, através de programas de debate abertos sobre temas essenciais para o progresso sustentável; (PIH)
- Desafios Porto – trata-se de uma competição criada em parcerias com empresas que valorizam a sustentabilidade e as tecnologias. Através da identificação dos desafios que a cidade enfrenta, com a participação do cidadão, é possível identificar carências da cidade e numa segunda fase procurar soluções de resposta para que, com recurso a soluções tecnológicas, sejam alcançadas medidas sustentáveis e com viabilidade. (DesafiosPorto)

1.3 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE DAS CIDADES

Como dito anteriormente, o conceito de sustentabilidade possui três parâmetros fundamentais – Ambiental, Social e Económico – por forma a ser possível alcançar os níveis de exigência atuais de qualidade de vida sem comprometer os das gerações vindouras. Atualmente é possível afirmar que já é economicamente viável abandonar o pensamento do “usa e deita fora” e transitar para um crescimento/desenvolvimento sustentável, no entanto é necessário que a sociedade e economia atuais se organizem e amadureçam nesse sentido.

Analisando o fator dos recursos – ambientais, humanos e económicos – disponíveis torna-se importante que estes sejam consumidos não apenas a resolver problemas mas sim a resolver os problemas certos, ou seja, saber quais os parâmetros que carecem de intervenção para que esta aconteça de forma mais célere e objetiva. (Stimmel, 2015)

Construir sustentável é construir com racionalidade, ou seja, devem ser equacionados todos os fatores para que a construção do edificado tenha um impacto mínimo a nível ambiental e consiga corresponder a todas as exigências ao nível de conforto durante toda a sua vida útil. Desta forma, é através da construção de edifícios sustentáveis e do respetivo planeamento urbano cuidado que surgem as cidades sustentáveis – com acessibilidades e infraestruturas adequadas às necessidades.

Para que seja possível uma análise de forma atrativa e de fácil interpretação por todos os interessados, surgiu assim a necessidade da criação de métodos de avaliação de sustentabilidade (MASC). No entanto, constata-se que cada MASC está adaptado maioritariamente às características do seu país de origem – não havendo total uniformização de parâmetros alvo de avaliação bem como do respetivo peso percentual da relevância destes – impedindo desta forma a troca de informações fidedigna a nível internacional, na busca pela sustentabilidade.

Os métodos de avaliação da sustentabilidade foram criados através da introdução de indicadores a serem alvo de avaliação, sendo que estes tem como objetivo a reunião de toda a informação – técnica e científica – e apresenta-la de forma clara e sucinta. Desta forma, toda a informação é facilmente consultada e analisada por qualquer parte interessada, desde entidades governamentais, auditores e público em geral.

CAPÍTULO 2

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE DAS CIDADES: O PLANEAMENTO URBANO

2.1 INTRODUÇÃO AOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE

Focando as atenções nos métodos de avaliação da sustentabilidade das cidades (MASC) existentes torna-se relevante referir que desde que as cidades começaram o seu desenvolvimento económico e populacional, os governantes e todas as partes interessadas sentiram a necessidade da criação de cidades que satisfaçam em pormenor todas as necessidades das pessoas, tanto residentes como promotores da vertente económica patente na cidade. Como tal, as intervenções para melhorar infraestruturas, acessibilidades, amenidades e tecido urbano tornam-se necessárias e, em situações mal planeadas ou geridas, o desperdício torna-se um dos maiores problemas contra a sustentabilidade.

A indústria da construção sendo um dos setores mais ativos principalmente na Europa é também a atividade que apresenta maiores consumos de matérias-primas e de energia, dando origem a elevadas quantidades de resíduos de construção e demolição (Torgal, et al., 2007). Através desta noção da realidade, torna-se interessante efetuar a transição de um setor poluente e com desperdícios para um setor que abrange a sustentabilidade com vantagens na reutilização de materiais ou utilização de materiais com maior durabilidade, menor energia incorporada e com conseqüente maior ciclo de vida.

Através desta mudança tendo em vista a sustentabilidade, surge então a necessidade de regular não só os edificados mas também as cidades, por meio da recolha de informações e critérios que respondam a determinados parâmetros relacionados com a sustentabilidade bem como através de um planeamento urbano cuidado. Desta forma – e aplicando os métodos de avaliação disponíveis – é possível organizar e apresentar os dados em estudo de forma mais intuitiva, para que sejam identificados mais rapidamente quais os parâmetros que apresentam carência de intervenção, evitando desperdício de recursos humanos, materiais e económicos.

Neste momento estão disponíveis diversos MASC, porém cada método de avaliação encontra-se adaptado maioritariamente à realidade do seu país de origem. Esta falta de adaptabilidade torna-se um

entreve no que diz respeito à possibilidade de comparação fidedigna de resultados obtidos entre cidades de países diferentes.

Na Tabela 2.1 encontram-se alguns dos MASC de maior relevância na atualidade.

Tabela 2.1 – Métodos de avaliação da sustentabilidade das cidades.

Método de Avaliação da Sustentabilidade das cidades	Origem	Ano
BREEAM	Reino Unido	1990
LEED	Estados Unidos	1998
LiderA	Portugal	2005
SBTool	Canadá	1995-2005 ¹
ISO 37120:2014	ISO, Suíça	2014

Tal como observado na tabela supra, dada a quantidade de MASC existentes e uma vez que existe interesse quer na regulação do desenvolvimento das cidades quer na qualificação do seu desempenho, surge a necessidade da criação de uma norma reguladora que contemple as necessidades globais, estando desta forma a ser obtidos resultados imparciais e passíveis de serem comparados internacionalmente.

Através da participação de 19 cidades fundadoras com a Organização Internacional de Normalização, foram sendo recolhidas informações e analisados parâmetros que deveriam ser considerados essenciais e incorporados na norma em questão por forma a ser possível a obtenção de uma classificação imparcial. Desta forma, os resultados seriam apresentados de forma intuitiva e organizada, permitindo a sua análise e interpretação por todas as partes interessadas, desde as patentes governamentais até ao comum cidadão. Relativamente aos órgãos responsáveis pela gestão e tomada de decisões – governo e executivos municipais – através da análise dos resultados obtidos é passível uma célere identificação de parâmetros carenciados, permitindo uma rápida atuação sem desperdício de recursos humanos e económicos.

Pelos motivos expostos anteriormente, surge a Norma ISO 37120:2014, *Sustainable development of communities – Indicators for city services and quality of life*, que será estudada no tópico 2.1.3. Os restantes métodos de avaliação que foram alvos de estudo foram os dois métodos portugueses – SBTool^{PT} e LiderA – e serão alvo de análise nos tópicos seguintes.

¹ Intervalo temporal onde foram realizados progressos no desenvolvimento do MASC *Green Building Tool (GBTool)*, antecessor do SBTool.

2.1.1 SBTool^{PT} – Sustainable Building Tool Portugal

Desenvolvido pela organização Internacional *Initiative for a Sustainable Built Environment (iiSBE)* - Figura 2.1 – com sede no Canadá, a metodologia *Sustainable Building Tool (SBTool)* é elaborada com intuito de auxiliar na avaliação da performance ao nível da sustentabilidade dos edifícios existentes ou novas construções. A par deste objetivo, tem ainda como missão auxiliar a criação de relatórios detalhados relativos à classificação obtida, com intuito de serem parte integrante dos portefólios de mostra por parte dos proprietários ou investidores (iiSBE, 2009).



Figura 2.1 – Logótipo iiSBE (iiSBE, 2009).

Por sua vez, Portugal – através da colaboração com a organização iiSBE^{PT}, a empresa ECOCHOICE e o laboratório de Física e Tecnologias da Construção da Universidade do Minho (Vaz Fernandes, 2013) – foi capaz de efetuar a adaptação da metodologia SBTool para edifícios de habitação para o contexto português criando desta forma a metodologia *Sustainable Building Tool Portugal (SBTool^{PT})* – Figura 2.2. Trata-se então de uma metodologia que tem em conta diversos parâmetros por forma a ser possível avaliar e certificar o desempenho de edifícios existentes ou em fase de projeto no que diz respeito à sustentabilidade.



Figura 2.2 – Logótipo SBTool^{PT} (EcoChoice, 2012).

Apesar da adaptação feita ao contexto português, o método SBTool^{PT} segue os mesmos trâmites que a versão internacional, avaliando os desempenhos de construção e comparando com valores de referência propostos para as práticas correntes e melhores práticas sustentáveis.

Esta metodologia é vista como um método base que após análises exaustivas e experiências por partes de entidades e partes interessadas, dá origem a subsistemas focados em diversos setores que, aqui

relevantes, destacam-se o subsistema SBTool^{PT} – H, referente às tipologias do edificado em relação aos impactos ambientais em Portugal resultando desta forma na certificação da construção sustentável para edifícios de habitações (Vaz Fernandes, 2013) (EcoChoice, 2012) e, relevante ainda para análise mais aprofundada nesta dissertação, o SBTool^{PT} – PU que consiste na adaptação dos parâmetros para os setores do planeamento urbano.

2.1.1.1 Aplicação do método SBTool^{PT} – PU

O método SBTool^{PT} tem por base as três dimensões da sustentabilidade – Ambiente, Sociedade e Economia – e é através da conjugação destas que se pretende obter uma classificação o mais próximo da realidade vivida no local em avaliação.

A metodologia em apreço tem o intuito de avaliar e classificar o planeamento de novas áreas ou intervenções em áreas existentes mas carentes de requalificação. Os projetos em questão tratam-se de qualquer construção planeada e a qualquer forma de planeamento urbano, sendo que desta forma qualquer setor privado em conjunto com a autarquia local desenvolvem e promovem o PP que posteriormente será alvo de apreciação pelo Município. (EcoChoice; Universidade do Minho - Laboratório de Física e Tecnologia, 2014)

A avaliação pode ser realizada em fase de projeto preliminar – sendo sempre esta a fase preferencial pois permite obter, traçar e definir linhas orientadoras para um planeamento urbano sustentável ainda na fase prévia – ou já em fase de projeto detalhado, no entanto a certificação apenas é emitida quando o projeto detalhado se encontra concluído.

Para aplicação do método SBTool^{PT} – PU, são propostos 39 indicadores distribuídos por 12 categorias, sendo fornecida a informação de qual a fase do ciclo de vida em que se insere a respetiva categoria. São propostas ainda 2 categorias extra com 1 indicador cada, que correspondem a pontos extra com intuito de premiar projetos que privilegiem os indicadores de sustentabilidade em questão. Na Tabela 2.2, encontra-se a estrutura da metodologia em apreço (Adaptado de (EcoChoice; Universidade do Minho - Laboratório de Física e Tecnologia, 2014)):

Tabela 2.2 – Metodologia SBTool^{PT}-PU.

Dimensão	Categoria	Indicador	Fase do Ciclo de Vida
Ambiental	Forma Urbana	Planeamento Solar Passivo	U
		Potencial de Ventilação	U
		Rede Urbana	U
	Uso do Solo e Infraestruturas	Aptidões Naturais do Solo	C; U
		Flexibilidade de Usos	C; U
		Reutilização de Solo Urbano	C
		Reabilitação do Edificado	C
		Rede de Infraestruturas Técnicas	C; U
	Ecologia Biodiversidade	Distribuição de Espaços Verdes	U
		Conetividade de Espaços Verdes	U
		Vegetação Autóctone	C; U
		Monitorização Ambiental	U
	Energia	Eficiência Energética	U
		Energias Renováveis	U
		Gestão Centralizada de Energia	U
	Água	Consumo de Água Potável	U
		Gestão de Efluentes	U
		Gestão Centralizada da Água	U
	Materiais e Resíduos	Impacte de Materiais	C; U
		Resíduos de Construção e Demolição	C; D
		Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos	U
Social	Conforto Exterior	Qualidade do Ar	U

		Conforto Térmico Exterior	U
		Poluição Acústica	U
		Poluição Luminosa	U
	Segurança	Segurança nas Ruas	U
		Riscos Naturais e Tecnológicos	U
	Amenidades	Proximidade a Serviços	U
		Equipamentos de Lazer	U
		Produção Local de Alimentos	U
	Mobilidade	Transportes Públicos	U
		Acessibilidade Pedestre	U
		Rede de Ciclovias	U
	Identidade Local e Cultural	Espaços Públicos	U
		Valorização do Património	C; U
		Integração e Inclusão Social	U
	Económica	Emprego e Desenvolvimento Económico	Viabilidade Económica	U
Economia Local			U
Empregabilidade			C; U
Pontos Extra com intuito de premiar a procura pela Sustentabilidade			
--	Edifícios	Edifícios Sustentáveis	C; U
	Ambiente	Gestão Ambiental	C; U, D
Siglas: C – Fase de Construção; U – Fase de Utilização; D – Fase de Demolição			

Analisando a metodologia proposta através da bibliografia disponível, constata-se que por forma a quantificar os indicadores para obtenção de avaliação final, é necessário definir fronteiras espaciais quer de soluções construtivas dos edificados quer do planeamento ou projeto urbano, bem como ter acesso à consulta de diversos documentos – documentos de estratégia urbana, regulamentos como Plano Diretor

Municipal (PDM) e PU, peças escritas e desenhadas, entre outros. No entanto, é proposta a adoção de *Benchmarks* (valores de referência) para os valores de Melhor Prática (MP) e Prática Corrente (PC), sendo que estes são valores com peso percentual atribuído tendo em conta a sua relevância no que diz respeito à Sustentabilidade e dimensão que constituem.

Estes valores de referência são pesos percentuais propostos para as melhores práticas e práticas correntes, obtidos através de estudos de conforto e saúde dos habitantes em Portugal, pelo enquadramento das perspetivas dos intervenientes no mercado nacional da construção e pelo *software* TRACI como ferramenta avaliadora dos impactos ambientais durante o ciclo de vida – no que diz respeito à vertente social, económica e ambiental respetivamente – pelo que exigem uma constante análise por forma a serem mantidos valores atualizados para obtenção de um Nível de Sustentabilidade mais próximo da realidade vivenciada.

Desta forma, para ser obtida a classificação SBTTool^{PT} – PU, é necessário incorporar os valores quantificados com os valores de referência propostos, sendo esta incorporação conseguida através da aplicação da fórmula genérica 2.1:

$$\bar{P}_i = \frac{P_i - P_{*i}}{P_i^* - P_{*i}} \quad (2.1)$$

onde:

\bar{P}_i — Representa o valor normalizado de desempenho do parâmetro i ;

P_i — é o valor quantificado para o parâmetro i com iguais unidades aos valores de referência;

P_{*i} — diz respeito aos valores de referência das PC para o parâmetro i ;

P_i^* — representa o valor de referência das MP para o parâmetro i .

Após ser obtido o valor normalizado do desempenho do indicador alvo de análise, é atribuída uma classificação SBTTool^{PT} que se encontra dentro da gama de valores, como indica a Tabela 2.3 (Adaptado de (EcoChoice; Universidade do Minho - Laboratório de Física e Tecnologia, 2014)):

Tabela 2.3 – Gama respetiva dos Níveis de Desempenho e respetiva Classificação SBTool^{PT} (Adaptado de (Vaz Fernandes, 2013))

Níveis de Desempenho	Classificação SBTool ^{PT}
$\bar{P} < 0,00$	E
$0,00 < \bar{P} < 0,1$	D
$0,10 < \bar{P} < 0,40$	C
$0,40 < \bar{P} < 0,70$	B
$0,70 < \bar{P} < 1,00$	A
$\bar{P} > 1,00$	A ⁺

No entanto, apesar dos valores tabelados se encontrarem balizados num intervalo de 0 (zero) a 1 (um), pode acontecer a obtenção de valores normalizados $\bar{P} < 0$ – o que significa que há desempenhos piores que as PC e MP – ou valores de $\bar{P} > 1$ – nos casos onde se privilegia a incorporação de inovações tecnológicas que superam as MP atuais – com limites de -0.20 e 1.20, respetivamente, por forma a não distorcer a classificação SBTool (Vaz Fernandes, 2013).

Por sua vez, a escala de classificação do Nível de Sustentabilidade varia desde a classe E (menos sustentável) até à classe A⁺ (mais sustentável), sendo que na classe D encontra-se a PC e na classe A a MP, como ilustrado na Figura 2.3.

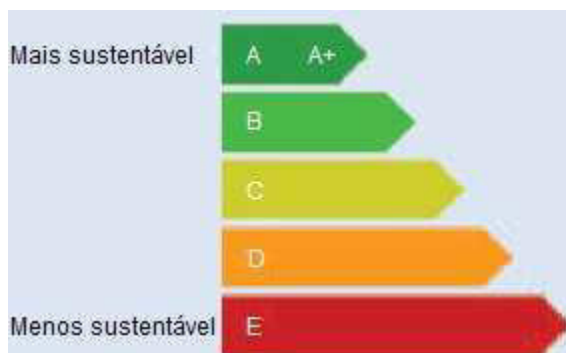


Figura 2.3 – Gama de valores do Nível de Sustentabilidade para o método SBTool (Vaz Fernandes, 2013).

Salienta-se o facto de que para se obter a certificação e validação pelo SBTool^{PT} é necessário passar as seguintes fases (Adaptado de (Vaz Fernandes, 2013)):

- Registo e recolha de informações acerca do planeamento alvo de avaliação;
- Efetuada uma pré-avaliação informaticamente;
- Início da verificação por parte da iSBE Portugal por forma a confirmar se as condições estão asseguradas;

- Validação, por parte de um Avaliador Qualificado em Avaliação da Construção Sustentável (AQACS), dos resultados obtidos com emissão de possíveis correções necessárias;
- O parecer transmitido pelo AQACS é encaminhado para a iiSBE que por sua vez emite o Certificado de Sustentabilidade;

2.1.2 LiderA – Liderar pelo Ambiente

Desenvolvido desde o ano 2000 pelo Professor Manuel Duarte Pinheiro e com a primeira publicação em 2005, LiderA – Figura 2.4 – revela-se num MASC português com bastante relevância no território nacional. Destina-se a qualquer parte interessada – desde promotores, projetistas, clientes e utilizadores do edifício – e tem como principal objetivo apoiar todos os ambientes construídos, ou planeados, na procura pela Sustentabilidade prestando apoio em todas as fases – promoção, projeto, construção e utilização – do ciclo de vida, permitindo ao promotor obter um ambiente construído certificado e garantir a sua viabilidade e responsabilidade ambiental.



Figura 2.4 – Logótipo LiderA (Pinheiro, 2000).

Como principais objetivos patentes no sistema voluntário português, destacam-se (Adaptado de (Pinheiro, 2000)):

- Apoio no desenvolvimento de planos e projetos que visam a Sustentabilidade;
- Analisar, avaliar e certificar quanto à procura da Sustentabilidade em todas as fases do empreendimento;
- Servir de elemento de apoio na fase de construção e posterior gestão do empreendimento;
- Verificar e avaliar de forma independente, atribuindo uma certificação por marca registada;
- Fator de diferenciação distintivo para os empreendimentos e clientes presentes no mercado e que valorizem a Sustentabilidade.

As seis vertentes – Figura 2.5 – que regem o MASC em apreço tem por base seis princípios fundamentais (Adaptado de (Pinheiro, 2000)):

- Valorizar e promover a dinâmica local e adequada integração do ambiente construído;

- Potencializar um consumo eficiente dos recursos disponíveis;
- Reduzir o impacto negativo das cargas ambientais;
- Garantir a qualidade do ambiente interior;
- Incentivar e garantir a qualidade dos serviços disponíveis;
- Assegurar, através da boa gestão, uma melhor utilização dos ambientes construídos.

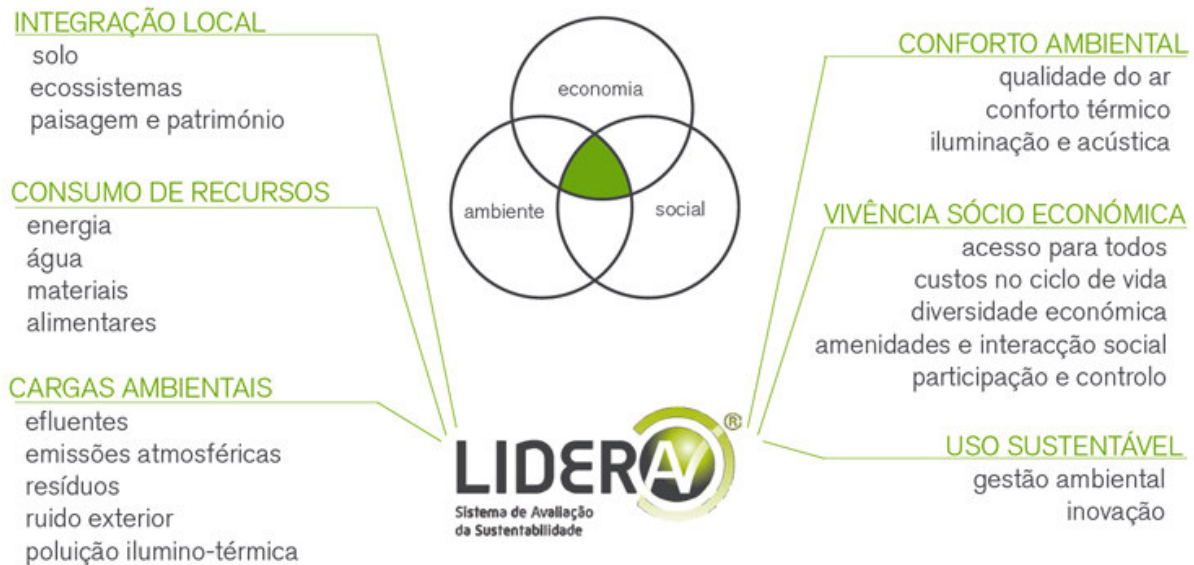


Figura 2.5 – Caracterização dos princípios que regem o sistema LiderA. (Pinheiro, 2000)

2.1.2.1 Aplicação do sistema LiderA

O presente sistema pode ser aplicado, como indica a Figura 2.6, nas três principais fases que constituem um empreendimento – planeamento, projeto e durante a utilização do ambiente construído – no entanto, tal como esperado, os procedimentos serão mais detalhados à medida que as fases avançam.



Figura 2.6 – Fases de um empreendimento e respetivas aplicações do LiderA (Pinheiro, 2000).

O método LiderA possibilita a que caso o promotor esteja interessado na certificação e pretenda não só garantir a viabilidade do empreendimento e responsabilidade ambiental como também potenciar a classificação atribuída pela avaliação independente, poderá requerer o acompanhamento de um assessor LiderA devidamente qualificado para o efeito. Ao contrário de outros MASC, LiderA não contém subsistemas² pelo que para obtenção da avaliação final propõe a análise de 43 critérios, descendentes de 22 áreas, incorporadas pelas 6 vertentes de avaliação já anteriormente enunciadas, sendo que a estrutura de avaliação proposta consta na Tabela 2.4 (Adaptada de (Pinheiro, 2000)):

Tabela 2.4 – Estrutura LiderA (Pinheiro, 2000)

Vertente	Área	Critério
Integração no local (14%)	Solo (7%)	Valorização territorial
		Otimização ambiental da implantação
	Ecossistemas naturais (5%)	Valorização ecológica
		Interligação de habitats
	Paisagem e Património (2%)	Integração paisagística
		Proteção e valorização do património
Recursos (32%)	Energia (17%)	Eficiência nos consumos e certificação energética
		Desenho passivo
		Intensidade em carbono
	Água (8%)	Consumo de água potável
		Gestão das águas locais
	Materiais (5%)	Durabilidade
		Materiais locais
		Materiais de baixo impacte
	Produção alimentar (2%)	Produção local de alimentos

² Entenda-se como subsistema um método de avaliação que segue os mesmos trâmites de avaliação e que descende do seu método original.

Cargas ambientais (12%)	Efluentes (3%)	Tratamento das águas residuais
		Caudal de reutilização de águas usadas
	Emissões atmosféricas (2%)	Caudal de emissões atmosféricas
	Resíduos 3%)	Produção de resíduos
		Gestão de resíduos perigosos
		Valorização de resíduos
Ruído exterior (3%)	Fontes de ruído para o exterior	
Poluição ilumino-térmica (1%)	Poluição ilumino-térmica	
Conforto ambiental (15%)	Qualidade do ar (5%)	Níveis de qualidade do ar
	Conforto térmico (5%)	Conforto térmico
	Iluminação e acústica (5%)	Níveis de iluminação
Conforto sonoro		
Vivência socioeconómica (19%)	Acesso para todos (5%)	Acesso aos transportes públicos
		Mobilidade de baixo impacte
		Soluções inclusivas
	Diversidade económica (4%)	Flexibilidade – adaptabilidade aos usos
		Dinâmica económica
		Trabalho local
	Amenidades e interação social (4%)	Amenidades locais
		Interação com a comunidade
	Participação e controlo (4%)	Capacidade de controlo
		Condições de participação e governância
Controlo de riscos naturais		

		Controlo de ameaças humanas
	Custos no ciclo de vida (2%)	Custos no ciclo de vida
Uso sustentável (8%)	Gestão ambiental (6%)	Condições de utilização ambiental
		Sistema de gestão ambiental
	Inovação (2%)	Inovações

Salienta-se ainda o facto de que existe um nível percentual atribuído a cada área – consoante a sua relevância – para que seja feita a distinção entre as diversas áreas. Não obstante, a simplicidade apresentada em alguns processos de verificação poderá conduzir a abordagens menos fiáveis que o SBTool^{PT}, uma vez que alguns dos processos de avaliação possuem valências mais subjetivas pela falta de especificação técnica.

Posto isto, por forma a ser obtida a classificação do nível de Sustentabilidade, torna-se necessário quantificar e qualificar os critérios propostos. Esta quantificação pode ser medida e levantada no local em apreço, no entanto têm maioritariamente por base a verificação das peças escritas e desenhadas, salientando-se como elementos necessários todos os projetos de arquitetura e especialidades como mobilidade, estruturas, abastecimento de águas e saneamento, térmica, acústica, entre outros (Vaz Fernandes, 2013).

Posteriormente à quantificação, procede-se à qualificação do desempenho de cada critério, seguindo a metodologia de cálculo patente no sistema (Adaptado de (Vaz Fernandes, 2013)):

- Obtenção, para cada critério, da respetiva classe de desempenho;
- Efetuar o somatório das pontuações de todos os critérios;
- Quociente entre o somatório das pontuações com a pontuação máxima possível de cada área;
- Elaboração da média ponderada dos desempenhos de cada área, originando a classificação final LiderA.

A aplicação da metodologia de cálculo supra é efetuada através de uma folha de cálculo pré-dimensionada – onde apenas são introduzidos os respetivos *inputs* necessários – sendo obtida de forma mais célere e simplificada a classificação real.

Na Tabela 2.5 encontra-se sumariado o Nível de Desempenho e Classificação Final LiderA (Adaptado de (Vaz Fernandes, 2013)):

Tabela 2.5 – Níveis de Desempenho e respetiva Classificação LiderA (Vaz Fernandes, 2013)

Gama de pontos percentuais	Classificação LiderA	Nível de desempenho
[0,0 ; 8,5[	G	Abaixo do desempenho de Prática Corrente
[8,5 ; 9,5[	F	Abaixo do desempenho de PC
[9,5 ; 10,7[	E	Igual ao desempenho de PC
[10,7 ; 12,2[	D	Desempenho acima das PC
[12,2 ; 14,5[	C	Desempenho acima das PC
[14,5 ; 18,0[	B	Desempenho acima das PC
[18,0 ; 30,0[	A	Desempenho acima das PC, com uma melhoria de 50%
[30,0 ; 65,0[	A ⁺	Desempenho acima das PC, com melhoria de 75%
[65,0 ; 100,0]	A ⁺⁺	Desempenho acima das PC, com melhoria de 90%

Importa salientar que a organização estrutural do sistema em apreço contabiliza percentualmente as suas áreas de avaliação tendo em conta a sua relevância – tal como indica a Tabela 2.4. – que por sua vez, distribui de forma uniforme esses pesos percentuais pelos respetivos critérios.

Relativamente à gama das Classes de Desempenho, ilustrada pela Figura 2.7, encontra-se balizada entre a classe G – menos eficiente – e a classe A⁺⁺, sendo que a A⁺ ou A⁺⁺ são consideradas mais eficientes e A⁺⁺ representa um caso de desempenho ambiental de topo e sistemas regenerativos e nem sempre se torna aplicável a todos os critérios. A partir da classe C já é considerado como tendo um bom desempenho do ambiente construído, ou seja, corresponde às melhores práticas construtivas (Vaz Fernandes, 2013).



Figura 2.7 – Classificação final LiderA (Pinheiro, 2000).

2.1.3 ISO 37120– Desenvolvimento sustentável das comunidades – Indicadores para os serviços urbanos e a qualidade de vida

Desenvolvida pela Organização Internacional de Normalização e toda a comunidade técnica, científica, profissional e social, a norma ISO 37120 – *Sustainable development of communities – Indicators for city services and quality of life* é a primeira referência normativa – publicada pela Organização Internacional de Normalização (ISO) – que padroniza indicadores relativos à gestão do desempenho dos serviços urbanos e qualidade de vida urbana.

Este primeiro passo no que diz respeito à homogeneização dos indicadores em apreço deve-se ao facto da crescente necessidade das cidades em possuírem elementos que auxiliem na gestão e posterior tomada de decisões sem que recursos – económicos e humanos – sofram consumo desnecessário. Desta forma, os executivos municipais possuem indicadores que possam servir como linha orientadora para obtenção de uma cidade eficiente, sustentável e inclusiva.

Cada vez mais as cidades representam uma força económica relevante, pelo facto do aglomerado populacional se encontrar em constante crescimento proporcionado tanto pela forte adesão turística como também pela centralização dos núcleos das empresas, sendo que esta afluência às cidades traz consigo uma urgente necessidade em oferecer não só níveis de qualidade de vida de gama média-alta mas também de qualidade ao nível das infraestruturas, emprego e serviços disponíveis.

Por sua vez exige que os órgãos governamentais e respetivos executivos municipais sejam capazes de efetuar uma gestão controlada – embora célere – dos recursos disponíveis quer para reabilitações de áreas com carência quer em construções de novos ambientes – edificados ou infraestruturas – por forma a manter ou elevar a qualidade dos mesmos, tendo em vista um uso eficiente e sustentável do solo através do planeamento urbano cuidado.

Como referenciado em tópicos anteriores, existem diversos MASC onde se encontram propostos vários indicadores que promovem a avaliação do nível de sustentabilidade. No entanto muitas das vezes além de os indicadores estarem adaptados apenas à realidade do país de origem – o que impede a troca de informações a nível internacional – poderão não se encontrar normalizados. Desta forma, a ISO 37120 apresenta um conjunto de indicadores relativos aos serviços urbanos e qualidade de vida conferindo uma abordagem uniforme acerca do que é quantificado bem como da forma sobre como quantificar.

Como referenciado anteriormente, desenvolvida por cidades para cidades surge, no contexto de aplicação do *World Council on City Data (WCCD)*, a norma ISO 37120 como metodologia de avaliação dos desempenhos dos serviços e qualidade de vida urbana, retratados em 17 temas. O WCCD – Figura 2.8 – trata-se de um líder global no que diz respeito à normalização das informações das cidades, tendo como ambição a criação de cidades inteligentes, prósperas e sustentáveis (WCCD).

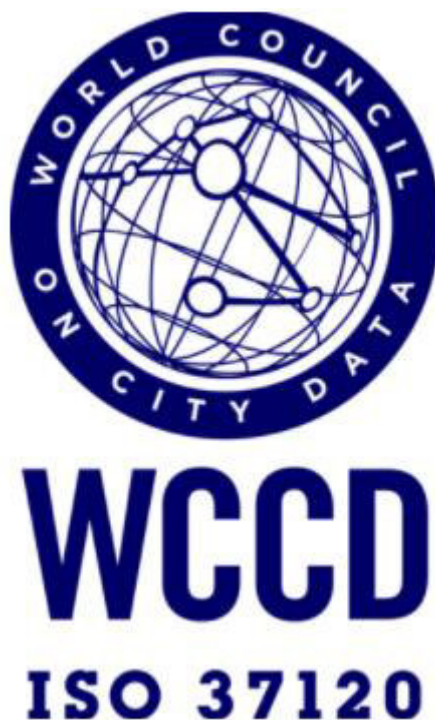


Figura 2.8 – Logótipo WCCD (WCCD).

Constituído por uma rede de 19 cidades fundadoras e da parceria com 6 entidades – Tabela 2.6 – é proporcionada uma troca compreensiva e consistente de informação relevante a nível global, para que desta forma seja possível a criação e posterior aperfeiçoamento de indicadores normalizados que auxiliem à missão da norma ISO 37120. Esta melhoria contínua deve-se à abertura por parte da equipa gestora em receber propostas provenientes das cidades que, através da aplicação da norma, vão encontrando indicadores com possibilidade de serem aperfeiçoados, adaptados ou até mesmo alterados por se encontrarem obsoletos.

Tabela 2.6 – Cidades fundadoras e entidades em parceria (WCCD).

Cidades fundadoras	Parceiros
Amman (Jordan)	ICLEI – Local Governments for Sustainability
Amstardam (Netherlands)	Philips Lighting
Barcelona (Spain)	Statistics Netherlands
Bogotá (Colombia)	Siemens
Boston (United States of America)	UNEP – United Nations Environment Programme
Buenos Aires (Argentina)	UNISDR – United Nations Office for Disaster Risk Reduction
Dubai (United Arab Emirates)	
Guadalajara (Mexico)	
Haiphong (Vietnam)	
Helsinki (Finland)	
Johannesburg (South Africa)	
London (United Kingdom)	
Los Angeles (United States of America)	
Makati (Philippines)	
Makkah (Saudi Arabia)	
Melbourne (Australia)	
Rotterdam (Netherlands)	
Shangai (China)	
Toronto (Canada)	

Através do desenvolvimento da norma em apreço, foi possível estabelecer metodologias de avaliação dos desempenhos dos serviços e qualidade de vida urbana para que qualquer entidade governamental ou executivo municipal tenham acesso a indicadores que prestem auxílio, principalmente, nos seguintes fatores (Adaptado de (WCCD)):

- Na medição da gestão do desempenho dos serviços urbanos e qualidade de vida;

- Na comparação a nível nacional e especialmente a nível internacional com outras cidades, propiciando à troca de informações relevantes que permitem a melhoria e aprendizagem contínua;
- Na partilha de experiências e soluções, em busca das melhores práticas.

O facto de uma determinada cidade estar certificada pela norma em apreço indica que esta possui elementos suficientes para ser capaz de gerir os recursos que tem à disposição de forma mais adequada, visando sempre a qualidade de vida dos cidadãos bem como garantir viabilidade para possíveis investidores.

O nível de certificação obtido, através da qualificação de 100 indicadores – 49 essenciais e 51 de apoio, é reconhecido globalmente e é constituído por uma gama de 5 classificações possíveis – de *Aspirational* até *Platinum* – tal como ilustra a Figura 2.9. Esta classificação é válida globalmente e assegura a qualidade, segurança e eficiência da cidade avaliada, sendo que o desempenho das cidades não está relacionado com o seu tamanho, mas sim com a eficiência da gestão do seu governo. (Silva, 2016)



Figura 2.9 – Classificações obtidas através da ISO 37120 (WCCD).

Para obtenção dos níveis supra identificados é necessário quantificar e qualificar os indicadores, indicados na Tabela 2.7:

Tabela 2.7 – Gama respetiva dos Níveis de Desempenho e respetivos indicadores necessários (WCCD).

Níveis de Desempenho	Indicadores necessários
<i>Aspirational</i>	30 a 45 indicadores principais
<i>Bronze</i>	46 indicadores principais e 0 a 13 indicadores de apoio
<i>Silver</i>	46 indicadores principais e 14 a 29 indicadores de apoio
<i>Gold</i>	46 indicadores principais e 30 a 44 indicadores de apoio
<i>Platinum</i>	46 indicadores principais e 45 a 54 indicadores de apoio

Através de um projeto pioneiro no que diz respeito à certificação e desenvolvido pela Câmara Municipal do Porto – através do Pelouro da Educação, Organização e Planeamento – a cidade do Porto conseguiu a sua certificação de nível *Gold* no ano de 2016, como ilustra a Figura 2.10, demonstrando desta forma a preocupação do Município na busca pela sustentabilidade bem como em oferecer uma melhor qualidade de vida e de serviços urbanos aos cidadãos, tornando-se desta forma a primeira cidade nacional a obter certificação pela norma ISO 37120. À data, já se encontra em processo de validação dos novos dados recolhidos para obtenção da certificação de nível *Platinum* para a Cidade do Porto.

Identification Number	City	Country	Reporting Year	Certification Level
2016-G-0033	Porto	Portugal	2016	Gold

Figura 2.10 – Classificação *Gold* – Cidade do Porto. (WCCD).

Para ser possível a obtenção da certificação foi necessário a recolha de informação relativa aos indicadores presentes na norma, no entanto para uma gestão interna pelo município do Porto foram também recolhidos *benchmarkings* de cidades que apresentassem características culturais europeias, nível de vida, densidade populacional e PIB per capita idêntico à cidade do Porto. Estas cidades tidas em conta para o respetivo *benchmarking* foram Londres, Barcelona, Paris, Roterdão e Milão. (Silva, 2016)

Foram avaliados 46 indicadores principais e 40 indicadores de apoio, com as devidas validações dos dados junto das entidades competentes. Desta forma, em 2016 foram submetidos 86 indicadores na base de dados providenciada pelo WCCD, originando a classificação *Gold*.

Após a validação dos dados submetidos e obtenção da respetiva certificação em conformidade, estes ficam disponíveis no portal do WCCD para consulta de todos os interessados. A Figura 2.11 demonstra os valores obtidos pelo Município do Porto relativamente ao tema do Planeamento Urbano (Consulta em outubro de 2017):

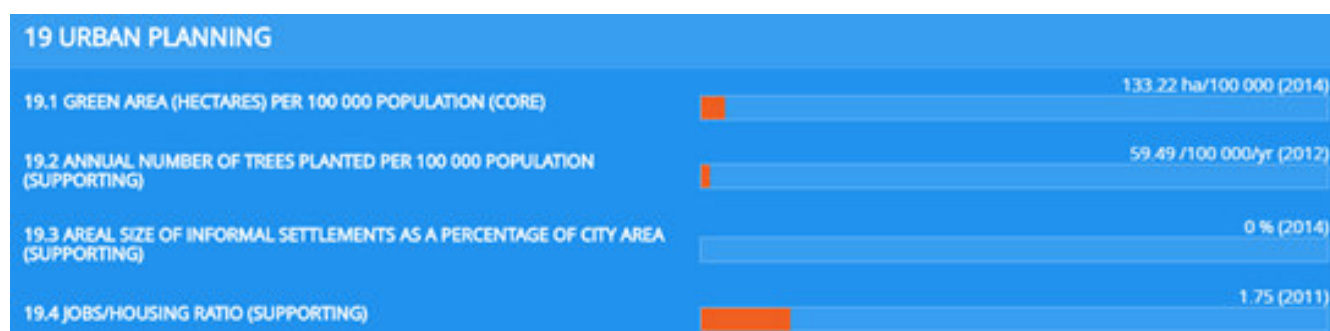


Figura 2.11 – Valores relativos ao tema do PU do Município do Porto. (WCCD).

De salientar que o Porto conseguiu apresentar maior número de indicadores *Best Score*³ do que as cidades escolhidas para o *benchmarking*, tornando-se assim na única cidade nacional, à data da publicação, a obter a certificação pela norma ISO 37120. A classificação obtida representa a preocupação cada vez mais intrínseca dos órgãos municipais em criar cidades sustentáveis, com qualidade de vida para os cidadãos e qualidades nos serviços urbanos disponíveis.

2.1.3.1 Estrutura da norma ISO 37120

É através de um conjunto de 17 temas – que dizem respeito à qualidade de vida e dos serviços urbanos – e que por sua vez incorporam 100 indicadores de avaliação que a estrutura se baseia. Os indicadores e respetivo tema em apreço, encontram-se ilustrados na Tabela 2.8.

Tabela 2.8 – Estrutura da norma ISO 37120:2014 (ISO 37120, 2014)

Tema	Indicador Principal	Indicador de apoio
Economia	Taxa de desemprego da cidade	Percentagem de pessoas empregadas a tempo inteiro
	Valor avaliado das propriedades comerciais e industriais como uma percentagem do valor total avaliado de todas as propriedades	Taxa de desemprego jovem
	Percentagem de população da cidade a viver na pobreza	Número de negócios por 100000 habitantes
		Número de patentes novas por 100000 habitantes por ano
Educação	Percentagem de população feminina em idade escolar matriculada em escolas	Percentagem de população em idade escolar matriculada em escolas
	Percentagem de estudantes que completa o ensino primário: Taxa de sobrevivência	Número de formados no ensino superior por 100000 habitantes
	Percentagem de estudantes que completa o ensino secundário: Taxa de sobrevivência	
	Rácio estudante/professor no ensino primário	

³ Neste sentido foi possível apurar que relativamente às cidades que o município do Porto escolheu para valores de *benchmarking*, obteve melhores resultados na qualificação de determinados indicadores quando comparado com essas mesmas cidades.

	Percentagem de população masculina em idade escolar matriculada em escolas	
Energia	Utilização total de energia elétrica residencial per capita (kWh/ano)	Energia elétrica total utilizada per capita (kwh/ano)
	Percentagem de população da cidade com serviço de eletricidade autorizado	Número médio de interrupções elétricas por cliente por ano
	Consumo de energia de edifícios públicos por ano (kW/m ²)	Duração média das interrupções elétricas
Ambiente	Concentração de partículas finas (PM2,5)	Concentração de NO2
	Concentração de partículas (PM10)	Concentração de SO2
	Emissões de gases com efeito de estufa em toneladas per capita	Concentração de O3
		Poluição sonora
	Percentagem de alteração no número de espécies autóctones	
Finanças	Rácio de serviço da dívida (Despesa de serviço da dívida como uma percentagem da receita gerada pelo próprio município)	Despesas de capital como uma percentagem das despesas totais
		Receita de fonte própria como uma percentagem das receitas totais
		Impostos cobrados como uma percentagem dos impostos faturados
Resposta a incêndios e a emergências	Número de bombeiros por 100000 habitantes	Número de bombeiros voluntários e a tempo parcial por 100000 habitantes
	Número de mortes relacionadas com incêndios por 100000 habitantes	Tempo de resposta para serviços de resposta a emergências desde a chamada inicial
	Número de mortes relacionadas com catástrofes naturais por 100000 habitantes	Tempo de resposta para o corpo de bombeiros desde a chamada inicial
Governança	Participação dos eleitores nas últimas eleições autárquicas	Percentagem de mulheres empregadas no pessoal da administração municipal
	Mulheres como uma percentagem do total eleito para o executivo municipal	Número de condenações por corrupção e/ou suborno entre funcionários municipais por 100000 habitantes
		Representação dos cidadãos: número de funcionários locais eleitos para cargos por 100000 habitantes

		Número de eleitores registados como uma percentagem da população com idade de voto
Saúde	Esperança média de vida	Número de enfermeiros e parteiras por 100000 habitantes
	Número de camas de hospital para internamentos por 100000 habitantes	Número de profissionais de saúde mental por 100000 habitantes
	Mortalidade em idades inferiores a cinco anos por cada 1000 nados-vivos	Taxa de suicídio por 100000 habitantes
Recreação		Metros quadrados de espaços públicos de recreação interiores per capita
		Metros quadrados de espaços públicos de recreação exteriores per capita
Segurança	Número de agentes de polícia por 100000 habitantes	Tempo de resposta para a polícia desde a chamada inicial
	Número de homicídios por 100000 habitantes	Taxa de crime violento por 100000 habitantes
Alojamento	Percentagem de população da cidade a viver em bairros de lata	Número de sem-abrigo por 100000 habitantes
		Percentagem de agregados familiares existente sem títulos legais registados
Resíduos Sólidos	Percentagem de população da cidade com recolha regular de resíduos sólidos	Percentagem de resíduos sólidos da cidade que é eliminada em aterros sanitários
	Resíduos sólidos municipais totais recolhidos per capita	Percentagem de resíduos sólidos da cidade que é eliminada num incinerador
	Percentagem de resíduos sólidos da cidade que é reciclada	Percentagem de resíduos sólidos da cidade que é queimada a céu aberto
		Percentagem de resíduos sólidos da cidade que é eliminada numa lixeira a céu aberto
		Percentagem de resíduos sólidos da cidade que é eliminada por outros meios
	Geração de resíduos perigosos per capita	
Telecomunicações e inovação	Número de ligações à internet por 100000 habitantes	Número de ligações de telefone fixo por 100000 habitantes
	Número de ligações de telemóvel por 100000 habitantes	
Transportes	Quilómetros do sistema de transportes públicos de elevada capacidade por 100000 habitantes	Número de veículos motorizados de duas rodas per capita

	Quilómetros do sistema de transportes públicos de pequena capacidade por 100000 habitantes	Quilómetros de ciclovias e vias dedicadas a bicicletas por 100000 habitantes
	Número anual de viagens em transportes públicos per capita	Ligações aéreas comerciais (número de destinos aéreos comerciais diretos)
	Número de automóveis pessoais per capita	
Planeamento Urbano	Área verde por 100000 habitantes	Número anual de árvores plantadas por 100000 habitantes
		Dimensão da área de estabelecimentos informais como uma percentagem da área da cidade
		Rácio de empregos/habitação
Águas residuais	Percentagem de população da cidade servida por recolha de águas residuais	
	Percentagem de águas residuais da cidade que não recebe tratamento	
	Percentagem de águas residuais da cidade que não recebe tratamento primário	
	Percentagem de águas residuais da cidade que não recebe tratamento terciário	
Água e saneamento	Percentagem da população da cidade com serviço de abastecimento de água potável	Consumo de água total per capita (litros/dia)
	Percentagem de população da cidade com acesso sustentável a uma fonte de água melhorada	Média de horas anuais de interrupções de abastecimento de água por agregado familiar
	Percentagem de população com acesso a saneamento melhorado	Percentagem de perda de água (água não contabilizada)
	Consumo doméstico de água total per capita (litros/dias)	

Os 100 indicadores propostos – como expõe a Tabela 2.8 – são constituídos por:

- 46 indicadores principais, os quais devem ser cumpridos por quem implementa a norma;

- Os restantes são designados por indicadores de apoio aos indicadores principais e ainda pelos indicadores de perfil que fornecem estatísticas e informações base relativas a cidades que constituem interesse para possíveis comparações.

Por sua vez, os indicadores principais e de apoio encontram-se enumerados no Anexo A e os indicadores de perfil no Anexo B, da norma ISO 37120:2014.

2.1.3.2 Aplicação da ISO 37120 para o tema do Planeamento Urbano

Focando atenções no tema do Planeamento Urbano (PU), constata-se que para aplicação e avaliação do mesmo é necessário avaliar 1 indicador principal e 3 de apoio, tal como indica a Tabela 2.9 (ISO 37120, 2014):

Tabela 2.9 – Tema do PU e respetivos indicadores de avaliação (ISO 37120, 2014)

Tema	Indicador Principal	Indicador de apoio
Planeamento Urbano	Área Verde por 100000 habitantes	Número anual de árvores plantadas por 100000 habitantes
		Dimensão da área de estabelecimentos informais como uma percentagem da área da cidade
		Rácio de empregos/habitação

De seguida pretende-se demonstrar a metodologia de aplicação dos indicadores, por forma a se obter a certificação relativa ao tema do PU.

2.1.3.2.1 Área verde por 100000 habitantes

O indicador principal “Área verde por 100000 habitantes” pretende avaliar a percentagem de espaço verde que a cidade em apreço possui pois estes espaços, além de melhorar o clima urbano e a qualidade de vida dos habitantes proporcionando espaços de recreação, são responsáveis por reter grande parte dos poluentes atmosféricos. Como espaço verde deverão ser consideradas a quantidade de área verde – natural e seminatural – bem como parques e outros espaços abertos.

Os dados necessários para a avaliação deverão ser obtidos através dos departamentos municipais responsáveis pela gestão dos espaços verdes tais como os Departamentos Municipais de Parques e Recreação, Departamento de Planeamento, Departamentos florestais e recenseamentos.

O cálculo deverá ser efetuado através do quociente da área total de verde – em hectares – pelo 1/100000 da população total da cidade. Sendo o resultado apresentado em hectares por 100000 habitantes, tal como ilustra a equação 2.2:

$$\text{Área}_{\text{verde}} = \frac{\text{Área total}_{\text{verde}}}{(1/100000) \times \text{População total}_{\text{cidade}}} \quad (2.2)$$

onde:

$\text{Área total}_{\text{verde}}$ — é o somatório de áreas verdes, naturais e seminaturais, de parques e outros espaços abertos;

$\text{População total}_{\text{cidade}}$ — representa o número oficial de população da cidade em avaliação;

$\text{Área}_{\text{verde}}$ — indicador que reflete a área verde que é acessível ao público;

2.1.3.2.2 Número anual de árvores plantadas por 100000 habitantes

Indicador⁴ de apoio ao principal, representa o empenho demonstrado pela cidade para com a sustentabilidade urbana, ambiental e embelezamento municipal. Pelo auxílio na remoção do dióxido de carbono da atmosfera bem como da regulação do clima, as árvores são reconhecidas como uma valiosa ferramenta na redução do impacto das alterações climáticas.

Como número de árvores plantadas devem ser tidos em conta todas as árvores plantadas por terceiros sob supervisão do governo – tais como organizações não-governamentais mas que se encontram associadas a iniciativas ecológicas e reflorestação proporcionadas pelo governo – bem como as plantadas e/ou financiadas pelo governo.

Os dados necessários para avaliação devem ser obtidos juntos dos departamentos florestais, departamentos responsáveis pelo planeamento e ambiente, através da consulta dos registos oficiais do Município relativos a plantações, inclusive despesas relacionadas.

Por sua vez, o cálculo deve ser efetuado através do quociente entre o número total de árvores plantadas num dado ano, pelo 1/100000 da população total da cidade, explicitado na equação 2.3. O resultado deverá ser apresentado como número total de árvores plantadas por 100000 habitantes, no respetivo ano.

$$\text{Árvores}_{\text{plantadas}} = \frac{\text{Total de árvores plantadas}_{\text{ano em questão}}}{(1/100000) \times \text{População total}_{\text{cidade}}} \quad (2.3)$$

onde:

$\text{Total de árvores plantadas}_{\text{ano em questão}}$ — é o número oficial de árvores plantadas por terceiros, com supervisão governamental, num determinado ano;

⁴ Um dos indicadores que o município do Porto obteve como *Best Score* relativamente às cidades para *benchmarking*.

*População total*_{Cidade} — representa o número oficial de população da cidade em avaliação;

Árvores plantadas — indicador que reflete o compromisso e desempenho da cidade em relação à sustentabilidade urbana e embelezamento municipal;

2.1.3.2.3 Dimensão da área de estabelecimentos informais como uma percentagem da área da cidade

O presente indicador⁵ – de apoio – pretende indicar a dimensão do desafio enfrentado pela cidade no que diz respeito em satisfazer a necessidade e procura de alojamento. Entenda-se por estabelecimento informal todo o edificado caracterizado por um registo de propriedade irregular, sem planeamento e sem se encontrar em conformidade com as normas de construção e do Município. São geralmente marginais e precários e afetam o bem-estar social, saúde humana e o desenvolvimento económico.

Este tipo de estabelecimento tem diversas definições, sendo o fator cultural de onde se inserem o que provoca a diferenciação entre elas. Por forma a criar uma uniformização ao nível de definição para que a avaliação do parâmetro pela norma seja possível internacionalmente, a Divisão de Estatísticas das Nações Unidas apresenta a seguinte definição (ISO 37120, 2014):

- a) Áreas onde foram construídos grupos de unidades de habitação em terrenos a que os ocupantes não têm direito legal;
- b) Estabelecimentos sem planeamento e áreas onde as habitações não estão em conformidade com os regulamentos atuais de planeamento e construção (habitações não autorizadas).

Os dados necessários à avaliação deverão ser obtidos junto do Departamento de Planeamento e dos demais departamentos com informações relativas aos bairros municipais. Por sua vez, as áreas são obtidas com recurso a fotografias aéreas ou mapas de terreno, sendo que deverão ser excluídas do cálculo todas os estabelecimentos informais com área inferior a 2 km². O cálculo será efetuado através do quociente da área total de estabelecimento informal e a área da cidade, sendo o resultado expresso em percentagem, como indicado pela fórmula 2.4:

$$Dimensão_{Estab.Inf.} = \frac{Área_{Estab.Informal}}{Área_{Cidade}} \quad (2.4)$$

onde:

*Dimensão*_{Estab.Inf.} — é o indicador que representa a dimensão – em percentagem – dos estabelecimentos informais presentes na cidade;

⁵. Um dos indicadores que o município do Porto obteve como *Best Score* relativamente às cidades para *benchmarking*.

$\text{Área}_{\text{Estab.Informal}}$ — representa a área total ocupada por estabelecimentos informais, em km²;

$\text{Área}_{\text{Cidade}}$ — Área total da cidade alvo de avaliação, em km²;

2.1.3.2.4 Rácio de empregos/habitação

Trata-se do último indicador – de apoio – incorporado na avaliação relativa ao Planeamento Urbano, proposto pela norma ISO 37120. Tem intuito de avaliar a capacidade de incentivo a processos de desenvolvimento misto, onde são combinadas oportunidades de habitação e de emprego.

Uma cidade que oferece uma combinação de habitação, comércio e recreação em conjunto com a potencialização da utilização das infraestruturas disponíveis, consegue minimizar custos dos serviços resultantes do crescimento, pois foca-se na incorporação da economia na comunidade e no ambiente, levando desta forma a um crescimento económico sólido.

Devem ser tidos em conta todas as oportunidades de emprego nos setores de retalho, industrial, governamental e escritórios que se encontram nos limites da cidade, embora o emprego não oficial não deva ser contabilizado. Devem ainda ser recolhidos os dados relativos a todas as unidades de residência que se encontram disponíveis para habitação.

O rácio é obtido através da divisão do número total de empregos pelo número total de residências. O resultado é arredondado para o número inteiro que reflete desta forma o rácio do emprego face à habitação na cidade, ilustrado na equação 2.5:

$$\text{Rácio}_{\text{Emprego/habitação}} = \frac{\text{Número total}_{\text{Empregos}}}{\text{Número total}_{\text{Habitação}}} \quad (2.5)$$

onde:

$\text{Rácio}_{\text{Emprego/habitação}}$. — é o indicador de apoio que representa o rácio de emprego face à habitação na cidade em avaliação;

$\text{Número total}_{\text{Empregos}}$ — representa o número total de empregos oficiais;

$\text{Número total}_{\text{Habitação}}$ — Indica o número total de habitações disponíveis na cidade;

2.2 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS MASC ALVO DE ESTUDO

No presente tópico torna-se relevante apresentar algumas conclusões retiradas ao longo do estudo dos MASC, sendo que alvo de revisão bibliográfica foram o SBTool^{PT} – PU e LiderA – ambos Portugueses – e a norma ISO 37120:2014, no que diz respeito à vertente relacionada com o PU destes.

Analisando os MASC na sua generalidade, constata-se que o SBTool^{PT} está adaptado à realidade portuguesa e que pelo facto do intensivo estudo desde a sua primeira publicação é capaz de apresentar propostas para subsistemas por forma a ser possível uma aplicabilidade – e consequente avaliação – mais focada nas vertentes que se pretende avaliar.

Exemplo disso é o subsistema, alvo de análise na presente dissertação, SBTool^{PT} – PU. Este foca-se na quantificação, qualificação e avaliação da cidade relativamente à vertente do PU, através da proposta de 41 indicadores distribuídos por 12 categorias. O subsistema pode ser aplicado na fase embrionária do empreendimento ou já em fase de projeto detalhado. Assim, além da possibilidade de foco apenas na vertente pretendida, é possível obter um acompanhamento para uma gestão mais eficaz mesmo que já se encontre a decorrer o projeto alvo de avaliação.

Por outro lado, a avaliação depende de *Benchmarks* propostos no método ou seja, existem pesos percentuais atribuídos aos valores de MP e PC o que implica uma constante atualização e controlo destes valores para que não fiquem desatualizados em relação à realidade.

Relativamente ao MASC LiderA, realça-se que se trata de um método com relevância no mercado nacional, tendo como missão a prestação de apoio durante todas as fases do ciclo de vida do empreendimento – desde a promoção e projeto até à construção e gestão – com intuito de potencializar o desenvolvimento de ambientes construídos que promovam a sustentabilidade.

Desta forma, o método LiderA propõe a análise e avaliação de 43 parâmetros inseridos em 22 áreas. No que diz respeito às 22 áreas, através de inquéritos foi atribuída a respetiva ponderação sendo que no final, como área com maior relevância encontra-se a “Eficiência nos Consumos” com 17%, seguido da “Água” com 8% e “Solo” com 7%, demonstrando desta forma uma preocupação mais focada nos recursos e na sua eficaz gestão (Pinheiro, 2000).

Ainda na questão das ponderações percentuais propostas, LiderA demonstra que a vertente dos “Recursos” exige maior foco – com 32% – seguido da “Vivência Socioeconómica” com 19%. As restantes vertentes e pesos percentuais encontram-se na Figura 2.12:

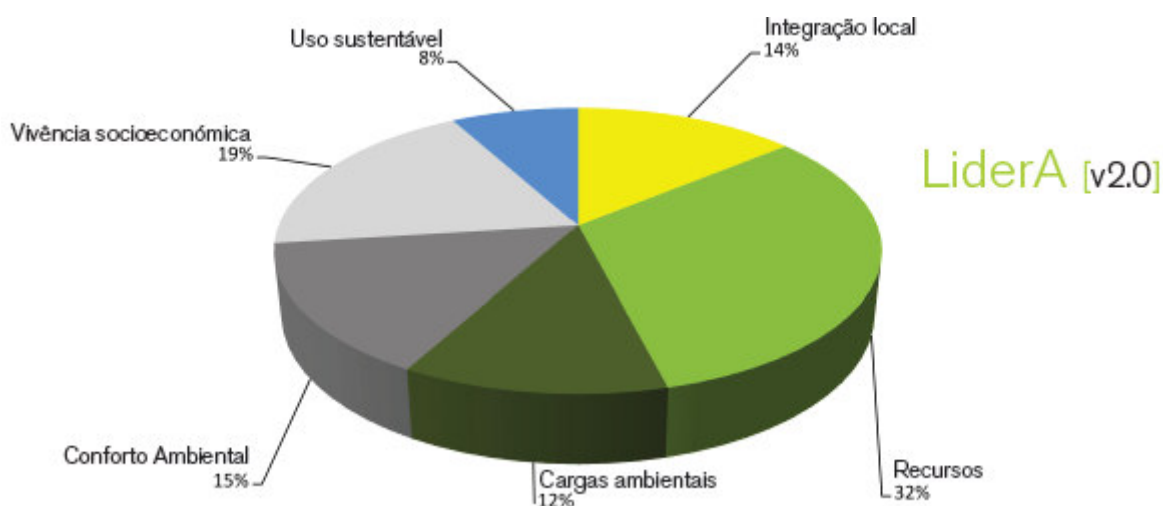


Figura 2.12 – Vertentes e respetivos pesos percentuais (Pinheiro, 2000).

Com a conjugação das vertentes supra identificadas – propostas pelo método – é efetuada a avaliação do ambiente em apreço na sua busca pela sustentabilidade. Por outro lado, LiderA não contém subsistemas o que implica a que sempre que um dado empreendimento pretenda ser avaliado, torna-se necessário aplicar todo o método.

Por último, a revisão bibliográfica da norma internacional ISO 37120 proporcionou uma análise daquela que será a norma que permitirá a qualquer cidade um apoio na busca pela sustentabilidade e ainda proporcionar uma troca de informações a nível internacional. Esta troca de informações revela-se possível e fidedigna pois a ISO 37120 veio introduzir indicadores normalizados que servirão de apoio na análise e avaliação da qualidade de vida urbana e qualidade dos serviços urbanos disponíveis.

A aplicação da presente norma internacional revela-se importante devido ao crescimento demográfico quase exponencial das cidades, provocados pela afluência de pessoas e núcleos empresariais. Esta afluência acarreta uma maior necessidade na capacidade de resposta às necessidades sem que decorram desperdícios ou falhas nos recursos.

Desta forma, os órgãos governamentais e executivos municipais possuem uma metodologia que permite efetuar uma avaliação da cidade relativamente à qualidade dos serviços e qualidade de vida urbana, efetuando uma gestão controlada dos recursos quer em ambientes novos quer em ambientes carentes de reabilitação. Além desta gestão, são capazes de apresentar relatórios completos e detalhados – no entanto de fácil interpretação – a qualquer parte interessada, cidadão ou entre cidades como troca de experiências.

Através da participação de 19 cidades fundadoras a norma internacional apresenta um total de 100 indicadores derivados de 17 temas, sendo que dos 100 indicadores 46 são designados indicadores principais e, os restantes, por indicadores de apoio e indicadores de perfil.

CAPÍTULO 2

Apesar da possibilidade de ser aplicado e avaliado qualquer tema individualmente – por exemplo o tema relativo ao PU – caso o órgão governamental ou executivo municipal pretenda uma avaliação mais fidedigna e uniforme além de mais completa ou caso pretenda obter a classificação reconhecida globalmente, torna-se necessário a aplicação e avaliação de todos os indicadores e temas propostos pela norma internacional.

CAPÍTULO 3

CITY INFORMATION MODELING (CIM)

3.1 INTRODUÇÃO AO MODELO

Na atualidade está inerente a demanda de recursos atualizados, completos e céleres que consigam suprimir as necessidades para o planeamento, projeto, construção ou reabilitação dos tecidos urbanos.

Estes recursos já se encontram disponíveis através da cartografia – para a descrição da superfície terrestre à escala pretendida – ou através de plantas e alçados dos ambientes construídos (Galego, 2014), no entanto não é possível uma análise no seu pleno pelo facto de apenas permitirem uma visualização a duas dimensões. Desta forma e com o avanço da tecnologia, já é possível obter a representação de elementos geográficos em três dimensões de forma rigorosa e realista, onde não só é possível navegar pelo modelo gerado como também tornar visíveis outros níveis de informação relativos ao modelo (Galego, 2014).

A representação interativa e realista traz consigo vantagens, como por exemplo:

- Gestão da informação – criação de base de dados seguras e restritas com a informação recolhida, e ainda fornecer informações realistas às partes interessadas – investidores, entidades ou pessoas no geral;
- Recolha de dados com vários níveis de detalhe – de edifícios e infraestruturas – possibilitando uma análise em tempo real para tomadas de decisões mais céleres;
- Substituição dos modelos convencionais em duas dimensões por um modelo interativo e detalhado em três dimensões;
- Visualização do ambiente de forma simples e intuitiva.

Para responder às necessidades identificadas surge a ferramenta denominada *City Information Modeling* (CIM) – ou Modelação de Informação das Cidades – que corresponde à incorporação numa única base de dados de toda a informação relativa ao ambiente construído inclusive a sua localização geográfica. Para ser possível a interpretação da presente ferramenta, torna-se inevitável analisar as ferramentas “Sistemas de Informação Geográfica (SIG)” – ou Geographic Information System (GIS) – e ainda “Building

Information Modeling (BIM)”, conhecidos pelo auxílio na informação geográfica e informação das componentes dos edifícios, respetivamente.

3.1.1 Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

Os SIG tratam-se de um sistema onde é inserida uma base de dados georreferenciada que através da conjugação de três fatores – *hardware*, *software* e informação geográfica – dá origem a diversas possibilidades como a modelação e visualização do ambiente captado, a sua interação com o modelo e arquivo da informação recolhida. A georreferenciação permite uma vasta aplicabilidade nas mais diversas áreas como as ciências militares, arquitetura, engenharia, planeamento urbano, entre outros. (Galego, 2014)

O funcionamento dos SIG passa por duas fases essenciais, ou seja, permite uma fácil interpretação e análise dos dados recolhidos – através do armazenamento da informação georeferenciada por camadas temáticas – e através da georreferenciação permite o posicionamento geográfico dos dados com o terreno.

Habitualmente os SIG podem ser representados por dois modelos (Adaptado de (Galego, 2014)):

- Modelo vetorial: localiza os elementos através das suas coordenadas XX, YY, ZZ e através de pontos, linhas e polígonos descreve os objetos alvo de referenciação;
- Modelo matricial: também conhecido por “*raster*”, efetua a representação através de uma matriz – por norma quadrada – onde é feita a partição do espaço em células. Quanto maior for a dimensão de cada célula, menor a precisão obtida relativamente ao espaço geográfico.

Para uma melhor compreensão dos modelos de representação supra identificados, a Figura 3.1 ilustra ambos os modelos em comparação com a realidade:

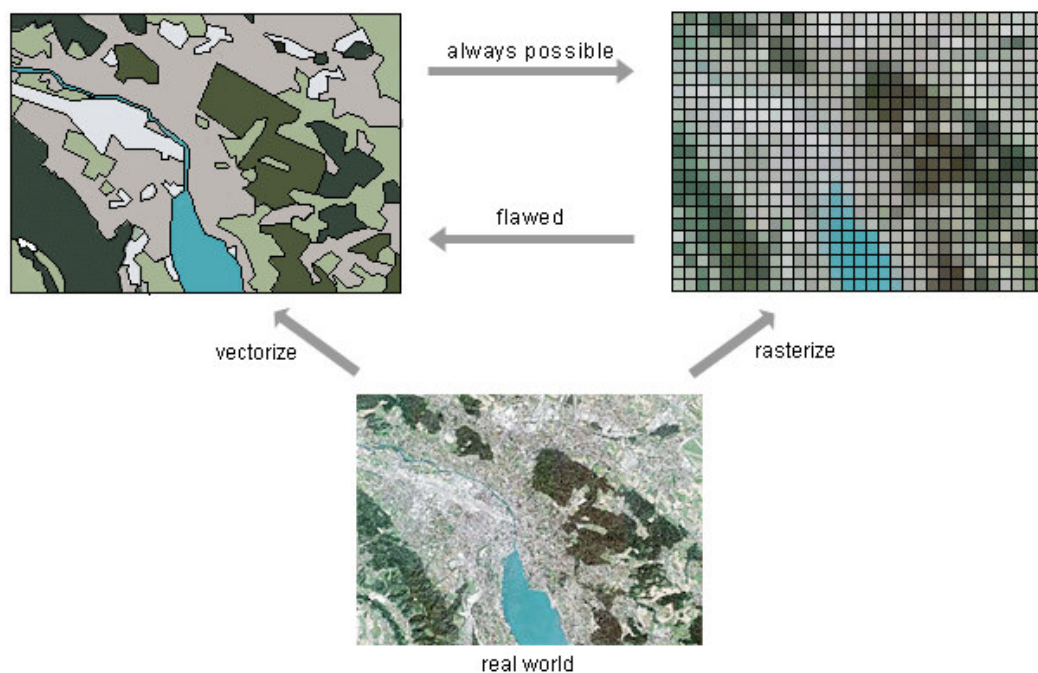


Figura 3.1 – Modelos de representação – vetorial e matricial – do sistema SIG. (GITTA, 2010).

Com isto, conclui-se que quando representado através do modelo vetorial, o SIG apresenta uma visualização mais célere bem como uma melhor definição na topologia e saída gráfica. No entanto a sua estrutura é mais complexa e a sobreposição poderá apresentar alguns erros em comparação com os modelos matriciais. Por outro lado, os modelos matriciais apresentam menor qualidade de representação. Desta forma os SIG permitem a substituição ou a complementação dos sistemas bidimensionais – mapas, plantas topográficas – por modelos tridimensionais, induzindo a representações geo-espaciais mais realistas e conseqüente compreensão mais célere para tomadas de decisão eficientes (Galego, 2014).

3.1.2 Building Information Model (BIM)

Parte integrante na engenharia a nível mundial, os BIM proporcionam uma gestão ativa e interativa da informação relativa aos edificadods. Essencialmente caracteriza-se por uma ferramenta de desenho com intuito de auxiliar na criação de projetos em ambiente digital (Galego, 2014), à semelhança de uma ferramenta *Computer Aided Design* (CAD).

Os criadores apresentam o BIM como uma ferramenta de desenho que se destina à modelação digital de edifícios (Galego, 2014), *software* este que permite a captação de parâmetros e informações do edifício para uma base de dados – tridimensionalmente – e onde permite a interação com as propriedades do edifício em todas as suas camadas, ou seja, permite a desconstrução virtual e conseqüente gestão de todos os elementos, infraestruturas e fases inerentes ao edifício em estudo.

São propostas duas abordagens na ferramenta BIM (Adaptado de (Galego, 2014)):

- *Transitional approach*: trata-se de um modelo criado através da transição de elemento para elemento – obtendo uma coleção de desenhos – para que quando agregados se gerem vistas do edifício e devidas informações;
- *Central project database approach*: é a abordagem mais completa, por possibilitar a criação do modelo de construção através do armazenamento do mesmo numa base de dados central, permitindo a sua visualização e interação de forma imediata.

BIM apresenta-se desta forma como uma ferramenta útil para todas as partes interessadas, permitindo que estes se envolvam na interação e interoperabilidade em tempo real e em todas as fases do ciclo de vida do edifício através da representação, modelação, visualização e recolha de informação.

3.1.3 City Information Modeling (CIM)

Através da conjugação de ambas as ferramentas analisadas nos tópicos supra, é possível obter uma base de dados com a gestão de informação das cidades, ou seja, a representação do tecido urbano e a respetiva localização geográfica. A título individual, os BIM têm como missão a representação das componentes dos edifícios, os SIG focam-se na respetiva localização geográfica e por sua vez o CIM potencializa a respetiva modelação urbana.

CIM é visto como uma ferramenta voltada para a vanguarda pelo facto da criação de modelos urbanos realistas a três dimensões, com inúmeras vantagens para diversas áreas como a arquitetura, urbanismo, construção e acima de tudo para o PU (Galego, 2014). No entanto surge a questão da interoperabilidade para com as ferramentas SIG e BIM sendo que como tal, foi necessária a criação de aplicações de modelação paramétrica com propriedades topológicas e geométricas, dando origem ao *City Geography Markup Language* (CityGML).

A ferramenta CityGML foi desenvolvida pela *Open Geospatial Consortium* (OGC) com o objetivo de possibilitar a criação de um modelo de informação comum da modelação urbana em objetos a três dimensões que possam ser compartilhadas nas diferentes aplicações (Adaptado de (Galego, 2014)). No entanto, sendo um modelo de armazenamento de dados aberto – para ser possível a interoperabilidade – foi necessário proceder à respetiva normalização através da aplicação da *Geography Markup Language 3* (GML3) – referente à troca de dados espaciais e codificação emitida pela OGC – e pela ISO TC211 – onde é normalizada a informação geográfica dos objetos ou fenómenos associados a uma localização na Terra (Galego, 2014).

O CityGML suporta cinco níveis de detalhe – designados por *Level Of Detail* (LOD) – por forma a suportar a interoperabilidade, consistência e funcionalidade entre aplicações. Os LOD resultam de processos

independentes na recolha de dados e permitem a visualização destes, podendo ser representados simultaneamente para o mesmo objeto.

Os LOD suportados – representados na Figura 3.2 – passam por (Adaptado de (Galego, 2014)):

- LOD 0: com menor detalhe na apresentação dos objetos, é composto pelo Modelo Digital Terreno (MDT) sobre o qual está uma fotografia aérea;
- LOD 1: apresenta um modelo dos edifícios, no entanto sem qualquer tipo de caracterização, ou seja, em blocos;
- LOD 2: inclui a representação de estruturas – telhados – e texturas diferenciadas. Os objetos de vegetação também podem ser representados;
- LOD 3: engloba já os detalhes de arquitetura, como o detalhe dos telhados, paredes, varandas, vegetação e veículos;
- LOD 4: incorpora todos os detalhes anteriores e inclui as estruturas interiores – paredes, escadas, portas e mobiliário.

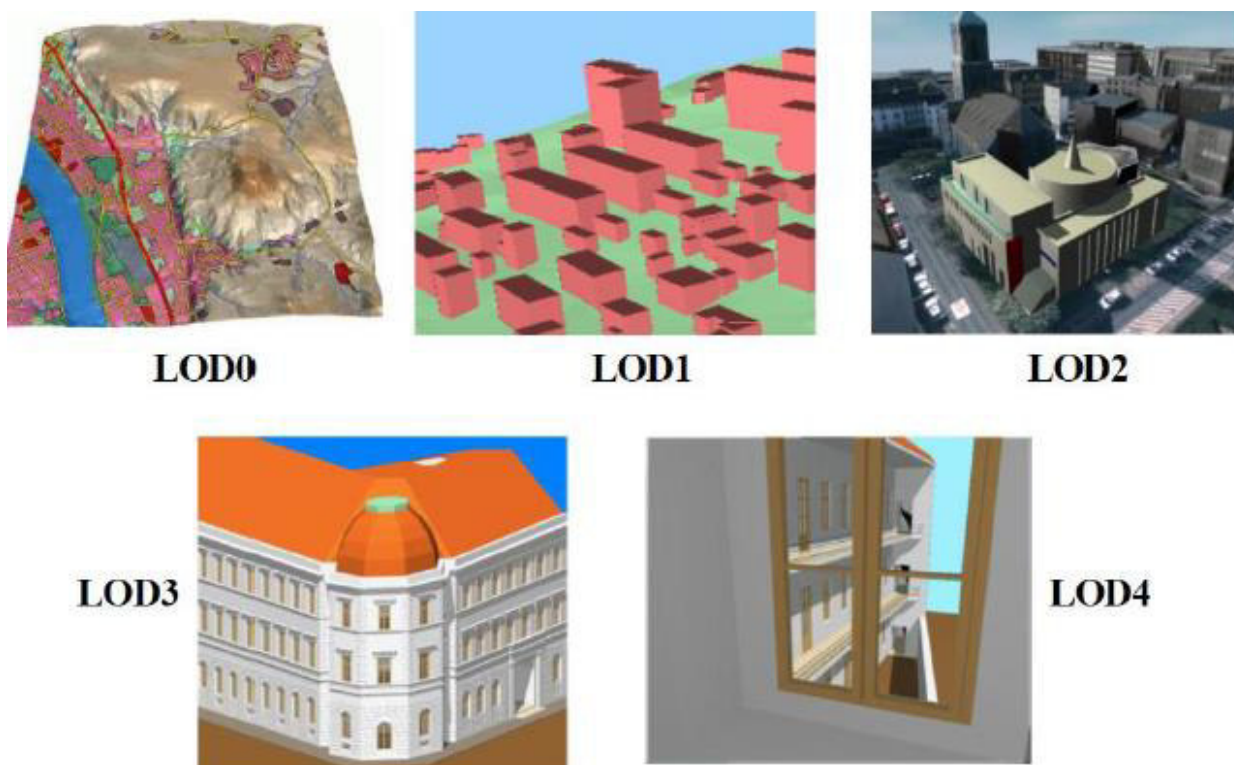


Figura 3.2 – Níveis de detalhe (LOD). (Adaptado de (Galego, 2014))

Existe ainda a possibilidade de classificação dos LOD em 4 níveis – LOD 0, LOD 1, LOD 2, LOD 3 – e posteriormente cada LOD é repartido em 4 subníveis, para que desta forma seja obtida uma especificação mais precisa de cada LOD. A proposta é ilustrada pela Figura 3.3:

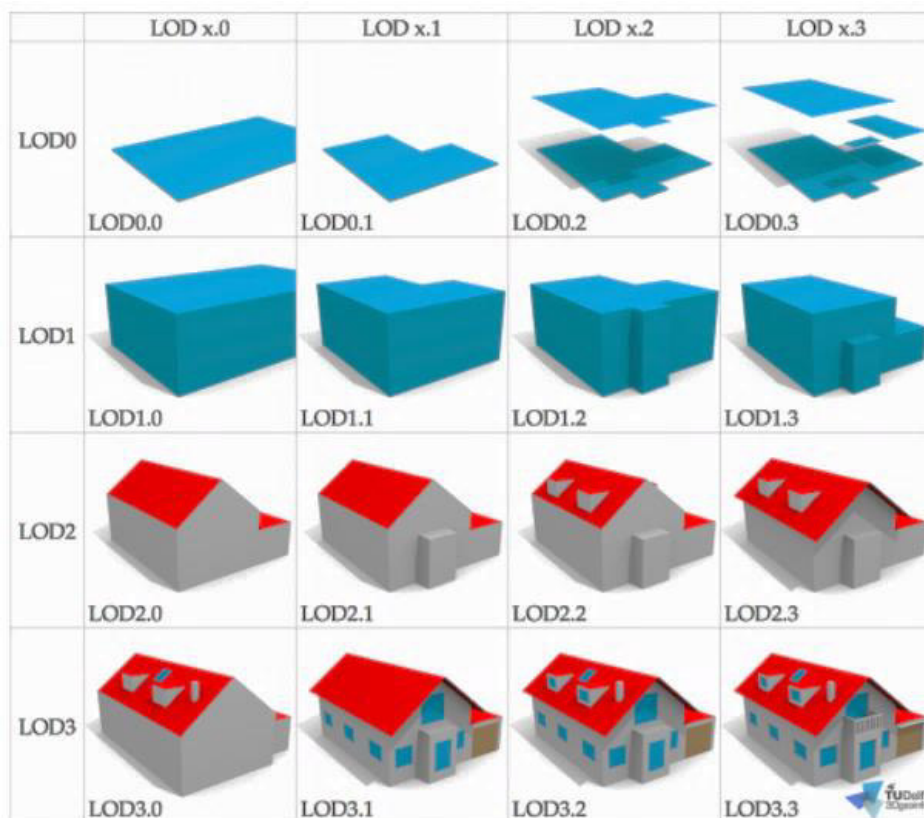


Figura 3.3 – Especificação dos 4 LOD (CityGML).

3.2 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO CIM A CASOS DE ESTUDO REAIS

3.2.1 Cidade Universitária de Lisboa

No estudo desenvolvido por Ana Galego em 2014, o Plano de Pormenor da Cidade Universitária de Lisboa (PPCUL) foi potencializado pela aplicação da ferramenta CIM o que permitiu um melhoramento do tecido urbano através da capacidade de gestão e modelação proporcionada pela ferramenta.

Galego deu início ao estudo pela identificação geográfica da área em análise – nomeadamente 126 hectares de área e ilustrados na Figura 3.4 – bem como pela análise das opções estratégicas definidas no PDM de Lisboa relativas à intervenção e revitalização urbana (Galego, 2014).

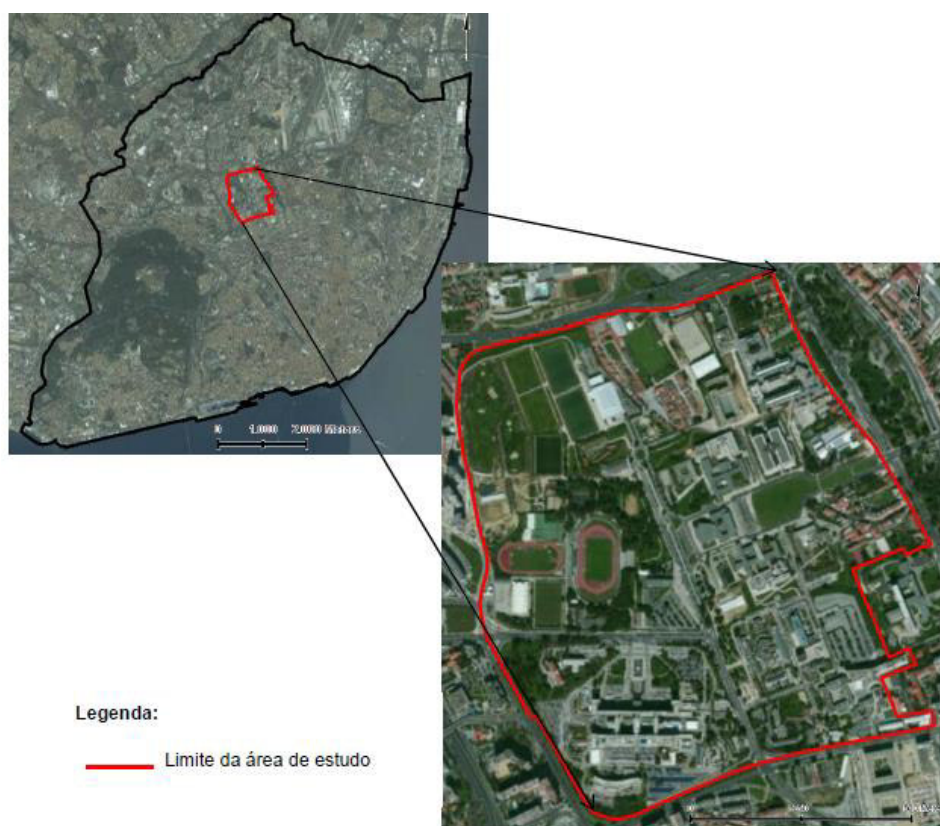


Figura 3.4 –Área alvo de estudo (Galego, 2014).

Por forma a definir prioridades estratégicas de cada concelho, o PDM tem em conta três documentos que – para o presente caso – são o Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT) e o Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa (PROT-AML) e a Carta Estratégica de Lisboa, tendo sido identificados quatro pontos essenciais (Galego, 2014):

- Marcar Lisboa nas redes globais e nacionais;
- Revitalizar o espaço consolidado;
- Incutir a qualificação urbana;
- Incentivar a participação dos cidadãos para melhorar o modelo de governação.

Desta forma, cada espaço obtém uma classificação de acordo com os planos de ordenamento (PDM e/ou Plano de Urbanização) no que diz respeito ao uso do solo, onde estão associadas regras de utilização que passam – entre outras – por:

- Índice de utilização do solo
- Cércea máxima da edificação;
- Índice de impermeabilização do solo;
- Áreas de cedência;

Posteriormente Ana Galego iniciou a construção do modelo base da área a estudar. Assim, e com intuito de integração no local e melhor visualização a área modelada foi superior à área prevista inicialmente, com a particularidade de que todos os elementos fora da área de estudo apresentam um LOD inferior, permitindo visualmente uma melhor integração do modelo numa mais leve modelação pelo *software*, tal como ilustrado na Figura 3.5:



Figura 3.5 –Área alvo de estudo, envolvente e respetivos LOD (Galego, 2014).

Após a recolha de dados geográficos a modelação teve início em conjunto com as informações relativas às edificações, gerando desta forma o modelo tridimensional (Galego, 2014).

O passo seguinte passou pela definição do conjunto de situações a abordar como, por exemplo, o melhoramento – ou criação – das interligações dos equipamentos de interesse municipal, de infraestruturas, variações de tráfego, entre outras.

Na análise crítica apresentada por Ana Galego, a utilização do CIM apresenta vantagens e desvantagens relativamente aos métodos tradicionais de CAD para elaboração dos PP. Como vantagens, Galego indica (Adaptado de (Galego, 2014)):

- A rapidez na construção dos modelos, à escala, da cidade;
- A incorporação do nível de detalhe – incluindo texturas – nos modelos;
- A criação de modelos dinâmicos, com a possibilidade de gestão e alterações efetuadas em tempo real e com visualização imediata;

- Incentiva à participação pública, através da fácil interpretação dos modelos e relatórios gerados.

Por outro lado, como desvantagens Galego indica que a principal limitação encontra-se na edição da morfologia do terreno e a necessidade de editar os dados em ambiente SIG. Desta forma, a capacidade de resposta do *software* a usar, para efetuar a gestão dos modelos, entra em equação.

3.3 INTEGRAÇÃO DO MODELO CIM COM TEMA DA SUSTENTABILIDADE DAS CIDADES

De um modo geral, o CIM já se encontra em fase de consolidação na atualidade fazendo parte do leque de ferramentas disponíveis pelas entidades que pretendem estar na vanguarda da gestão, da tecnologia e da sustentabilidade.

Atualmente torna-se praticamente inevitável incorporar a modelação CIM com a sustentabilidade, uma vez que uma das principais vantagens apresentadas passa pela capacidade de elaborar modelos à escala do tecido urbano, permitindo a sua edição, gestão e consequente visualização em tempo real, e são ainda gerados relatórios completos mas de fácil interpretação por qualquer parte interessada. Desta forma, CIM engloba-se no âmbito da sustentabilidade uma vez que proporciona a análise, criação e adoção de metodologias, bem como estudar alternativas a adotar, que permitem uma gestão eficiente de todos os recursos disponíveis, evitado desta forma o desgaste destes e não comprometendo a capacidade de colmatar as necessidades atuais e futuras.

Já existem diversos MASC – que geralmente estão adaptados à realidade do país de origem – no entanto, as vantagens da incorporação e análise do nível de sustentabilidade obtido destes conjuntamente com o auxílio do CIM, ganhou novo ímpeto com a criação da norma internacional ISO 37120:2014 – que veio propor a normalização dos parâmetros de avaliação do nível de sustentabilidade. Assim sendo, já é possível a partilha de informação útil e atual, bem como propostas de melhoria nas áreas de maior carência, a nível internacional e onde a gestão do tecido urbano poderá ser efetuada pela modelação CIM.

Algumas das limitações relativas à modelação CIM encontradas na presente revisão bibliográfica poderão passar pela morosa captação de dados – geográficos e morfológicos dos edifícios – e que o nível de detalhe pretendido poderá exigir *hardware* e *software* com maior capacidade de resposta, levando a custos mais elevados para obtenção do modelo.

CAPÍTULO 4

CONSIDERAÇÕES FINAIS

4.1 CONCLUSÕES

Terminada a exploração do estado da arte que deu origem à presente dissertação, serve o tópico em apreço para serem apresentadas as conclusões retiradas ao longo da jornada de trabalho, no que diz respeito ao tema da sustentabilidade na sua forma genérica, dos MASC analisados e sobre a metodologia CIM.

Atualmente é provado que a Natureza está diretamente relacionada com todas as atividades humanas, pelo que as consequências destas são tanto mais nefastas para o ambiente quanto maior for o desgaste dos recursos naturais disponíveis. Desta forma, torna-se urgente a adoção de medidas e principalmente atitudes que conduzam a um equilíbrio entre o meio ambiente e o ser humano.

Para ser sustentável no seu pleno é necessário englobar três dimensões essenciais, Ambiente, Sociedade e Economia. Só assim é possível potencializar a capacidade de colmatar as necessidades atuais sem levar ao desgaste dos recursos disponíveis e inviabilizando a capacidade das gerações futuras em responder às suas próprias necessidades.

No campo da sustentabilidade, a construção é a área com maior impacto a nível ambiental desde logo na extração das matérias-primas, consumo excessivo de energia e até à produção de resíduos de obras e/ou demolição.

Atualmente a construção de edifícios novos – ou a reabilitação de existentes – através de metodologias que promovem a sustentabilidade e inovação, provocam impactos mínimos no ambiente e são capazes de corresponder a todas as exigências a que estão sujeitos durante todo o seu ciclo de vida. É através deste passo em direção à adoção de metodologias e técnicas de construção de edifícios sustentáveis que começam a surgir as cidades sustentáveis, com preocupações ao nível Ambiental, Social e Económico.

Por outro lado, o planeamento urbano deve ser encarado como uma ferramenta importante de ação de transformação do uso do solo e promoção da qualidade de vida da população. Por este facto os órgãos governamentais e executivos municipais devem unir forças para que na elaboração destes Planos de Ordenamento haja um esforço por incorporar medidas e diretivas que promovam a busca de soluções

sustentáveis. Se tal acontecer, começa desde logo – a nível local – uma mudança de práticas e ideias que seguramente se traduzirão em boas práticas ambientais e sociais fomentando a economia local e o respetivo desenvolvimento sustentável.

No entanto, para que haja um meio mediador e uniformização quer a nível nacional quer internacional começaram a surgir os MASC onde são propostos parâmetros que devem ser analisados, quantificados e avaliados para obtenção do respetivo Nível de Sustentabilidade.

Na presente dissertação foram analisados dois MASC com relevância a nível nacional – SBTTool^{PT} e LiderA.

Relativamente ao SBTTool^{PT}, este teve a sua análise focada no subsistema SBTTool^{PT} – PU que é diretamente relacionado com a vertente do planeamento urbano. Propõe a análise e avaliação do nível de sustentabilidade – em relação ao planeamento de novas áreas ou intervenções em áreas existentes mas com carência de requalificação – através de 41 indicadores provenientes de 12 categorias relacionadas com a dimensão Ambiental, Social e Económica.

Como ponto positivo, de salientar a possibilidade do método SBTTool^{PT} ser aplicado em subsistemas o que permite um foco mais célere e minucioso. No entanto, o facto de estarem patentes valores de referência para as MP e PC para obtenção do Nível de Sustentabilidade, poderá revelar-se um ponto frágil uma vez que exige a constante atualização destes pesos percentuais.

No que diz respeito ao MASC LiderA, este foi desenvolvido pelo Professor Manuel Pinheiro e revela-se um método também já consolidado no mercado nacional, sendo que a grande vantagem encontrada passa pela simplicidade nos processos de aplicação e verificação do método, podendo desta forma ser facilmente aplicado em qualquer fase do ciclo de vida. Por outro lado – e ao contrário do MASC SBTTool^{PT} – não inclui subsistemas pelo que é necessário quantificar e qualificar todos os critérios para obtenção do Nível de Sustentabilidade.

Também alvo de revisão na presente dissertação, a norma internacional ISO 37120 foi criada com intenção de padronizar parâmetros alvo de avaliação a fim de se qualificar a qualidade de vida urbana e qualidade dos serviços urbanos.

Relativamente à sua aplicação, a norma dá a possibilidade de avaliar individualmente as áreas temáticas nas quais se terá maior interesse – à semelhança de um subsistema – mas caso o órgão executivo municipal pretenda uma avaliação mais minuciosa e fidedigna da realidade da cidade, será necessário aplicar e qualificar todos os parâmetros da norma, obtendo desta forma a classificação em conformidade. Uma das desvantagens encontradas passa pela possível dificuldade em comprovar a validade dos valores obtidos em determinados indicadores, pela falta de entidades ou dados para o efeito. Esta dificuldade transforma o processo de qualificação mais moroso, dado que quanto mais elevada a classificação a que uma cidade se propõe maior o nível de detalhe na verificação dos dados submetidos.

Como segundo grande tema da dissertação apresenta-se a revisão do tema *City Information Modeling* (CIM). O CIM introduz-se como uma ferramenta cada vez mais sedimentada na atualidade, possibilitando a modelação à escala da realidade das cidades.

Revela-se um instrumento de representação interativa e realista das cidades, através da incorporação numa base de dados da informação relativa ao ambiente construído bem como a sua localização geográfica. Estas duas áreas de captação de informação necessária tem por base a utilização de ferramenta SIG – representação geográfica – e a modelação BIM – informação e modelação da informação dos edifícios.

Desta forma, CIM apresenta fortes razões para a sua integração com o tema da sustentabilidade dado que o seu âmbito incute a possibilidade de uma análise, criação e adoção de metodologias, bem como o estudo de alternativas, que permitem a gestão dos recursos disponíveis e visam o incentivo à participação e troca de conhecimento por forma a ser atingida uma melhoria contínua em prol de um bem comum, a busca pela sustentabilidade.

Analisando de uma forma global, é possível afirmar que a integração da modelação CIM com os MASC – mais propriamente a norma ISO 37120 – é obtida uma ferramenta poderosa e na vanguarda no que diz respeito à sustentabilidade, tendo como principais vantagens:

- Para órgãos empresariais, que através da criação de um modelo visualmente mais atrativo e intuitivo do ambiente construído, possuem um avanço na captação de investidores;
- A gestão das cidades – por parte de órgãos governamentais e executivos municipais – passa a ser feita com um maior controlo, com representação fidedigna e atualizada e com possibilidade de estudo de diversas soluções em tempo real, o que permite atuar com mais celeridade nas áreas que apresentam maior carência de intervenção;
- A nível internacional, uma vez que permite a obtenção de uma certificação reconhecida globalmente, dada a uniformização de parâmetros, tornando possível a troca de informações relevantes para a prática de ações que buscam a sustentabilidade;
- A melhoria do nível socioeconómico com a aplicação de melhores práticas e apelando à participação dos cidadãos, o que proporciona uma maior leque de oferta de melhores condições, bem como um incremento na qualidade de vida e dos serviços urbanos, com contributo de todos para todos.

Uma conclusão importante a reter será a de que através da aplicação de um planeamento urbano meticuloso e que incorpora medidas que visam o desenvolvimento sustentável, promovendo localmente esse mesmo desenvolvimento, começa então a ser dado um passo importante em prol da sustentabilidade local e nacional. Aliado ao planeamento e incluídos no próprio, devem ser tidos em conta

os três fatores fundamentais – ambiente, sociedade e economia – no sentido de ser obtido um maior leque de soluções que visam a sustentabilidade, sendo que a adoção dos MASC servem como auxílio relevante na tomada de decisões permitindo recolher dados que dão a conhecer as respetivas vantagens e desvantagens das ações a implementar, bem como as possíveis alternativas e conhecimento dos setores com carência de intervenção.

Posto isto, é importante concluir referindo que para ser possível alcançar resultados na busca pela Sustentabilidade é necessário ultrapassar a base das boas intenções e das ideias, pois só através do contributo de todos – entidades públicas e privadas, órgãos governamentais e municipais e cidadãos – a diferença será alcançada.

4.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Após a realização da presente dissertação, através da revisão bibliográfica e respetiva análise crítica relativamente aos MASC analisados e à ferramenta CIM, constata-se que são temas que se apresentam na vanguarda da atualidade.

Como tal, para desenvolvimentos futuros, suscita interesse a aplicação da ferramenta CIM em conjunto com a norma ISO 37120 numa cidade nacional, para que desta forma seja possível perceber a utilidade real da aplicação de ambos os instrumentos em conjunto.

Através desta recolha de informações, seria ainda possível perceber as mais-valias no que diz respeito à implementação do CIM na busca pela sustentabilidade nas cidades e ainda como ferramenta de auxílio aos órgãos executivos municipais e governamentais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amado, Miguel José das Neves Pires. 2012. O Processo do Planeamento Urbano Sustentável. s.l. : Universidade Nova de Lisboa, 2012.

Amarante, Município de. 2017. SmartTourism – Aliar o digital à experiência turística em Amarante - Município de Amarante. [Online] 2017. <http://www.cm-amarante.pt>.

Ambiente, Direção Geral do. 2000. *Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável.* s.l. : Direção Geral do Ambiente; Direção de Serviços de Informação e Acreditação;, 2000.

Autodesk. 2017. Autodesk. 2017.

Campeão, José Carlos Rodrigues. 2016. Apontamentos das aulas de Conforto Térmico e Acústico das Edificações (CTADE). 2016.

Campeão, José. 2016. Conservação e Reabilitação de Edifícios - Aulas teóricas de Conre - ISEP. 2016.

CCDR, Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro. 2009. CCDRC, Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro. [Online] 2009. <http://www.ccdrc.pt/>.

CCDRLVT, Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo Norte -. 2012. *Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo Norte - CCDRLVT.* [Online] 2012. <http://www.ccdr-lvt.pt/>.

CCDRN, Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte -. 2017. *Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte - CCDRN.* [Online] 2017. <http://www.ccdr-n.pt/>.

CityGML. CityGML Homepage. [Online] <https://www.citygml.org>.

DesafiosPorto. Desafios Porto. [Online] <http://www.desafiosporto.pt/>.

EcoChoice. 2012. Think Energy - EcoChoice. *Think Energy - EcoChoice.* [Online] 2012. <http://www.ecochoice.pt/pt/iad/sbtoolpt-stpu>.

EcoChoice; Universidade do Minho - Laboratório de Física e Tecnologia. 2014. Guia de Avaliação - Metodologia para Planeamento Urbano. *Projeto SBTool PT STP - Ferramenta para a avaliação e certificação da sustentabilidade da Construção.* 2014.

- Energia, Edifícios e.** *Edifícios e Energia*. [Online] <http://www.edificioseenergia.pt/pt/a-revista/artigo/sistemas-de-certificacao-de-edificios--selos-para-a-sustentabilidade>.
- Fernandes, Ana C., et al. 2016.** *Relatório do Estado do Ambiente 2016*. s.l. : Agência Portuguesa do Ambiente, 2016.
- Field, Field 2.** *Field 2 Field*. [Online] Chad Smith. <http://chadsmithmedia.com/agenda-21-is-either-sound-policy-or-something-sinister/>.
- Fonseca, Luís. 2006.** *Responsabilidade Social e Desenvolvimento Sustentável: moda passageira ou requisito para sobrevivência?* s.l. : Publindústria, 2006.
- Galego, Ana Isabel Camões. 2014.** Exploração do potencial dos City Information Models em Instrumentos de Gestão Territorial à escala Urbana. 2014.
- GITTA, Geographic Information Technology Training Alliance -. 2010.** Geographic Information Technology Training Alliance - GITTA. [Online] 2010. http://www.gitta.info/what_gis/en/html/overview_data.html.
- IFDR, Instituto Financeiro para o Desenvolvimento Regional IP -. 2009.** *Instituto Financeiro para o Desenvolvimento Regional, IP - IFDR*. [Online] 2009. <http://www.ifdr.pt/>.
- iisBE. 2009.** Internacional Initiative for a Sustainable Built Environment. *iisBE - Internacional Initiative for a Sustainable Built Environment*. [Online] 2009. <http://www.iisbe.org/>.
- ISO 37120, Organização Internacional de Normalização. 2014.** ISO 37120 - Desenvolvimento sustentável das comunidade. *ISO 37120 - Desenvolvimento sustentável das comunidades — Indicadores para os serviços urbanos e a qualidade de vida*. 2014.
- Leitão, Maria. 2016.** Organização e Implementação de Sistema de Informação Geográfica na Divisão de Mobilidade e Transporte do Município de Vila Nova de Gaia. 2016.
- Midões, Eduardo. 2012.** A sustentabilidade e o ciclo de vida dos edifícios. s.l. : Instituto Politécnico do Porto. Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2012.
- Our Common Future, United Nations World Commission on Environment and Development. 1987.** *Report of the World Commission on Environment and Development - "Our Common Future"*. 1987.
- PIH, Porto Innovation Hub -. [Online]** <http://portoinnovationhub.pt/>.
- Pinheiro, Manuel Duarte. 2000.** LiderA. *LiderA - Sistema de Avaliação da Sustentabilidade*. [Online] 2000. <http://www.lidera.info/>.
- Porto, Município do. 2014.** O portal de notícias do Porto. [Online] 2014. <http://www.porto.pt/>.
- Portugal Global, AICEP. 2017.** Portugal Global, AICEP. 2017.

Russ, Thomas H. 2002. *Site Planning and Design Handbook*. s.l. : McGraw-Hill Education, 2002.

Silva, Andreia. 2013. Sustentabilidade na reabilitação urbana. s.l. : Instituto Politécnico do Porto. Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2013.

Silva, Fortunato Cardoso. 2016. O Porto obtém a sua classificação ISO 37120. 2016.

Sousa, José Manuel. 2016. Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade - Aulas teóricas de Construção Sustentável - ISEP. 2016.

Stimmel, Carol L. 2015. *Building Smart Cities*. s.l. : Auerbach Publications; CRC Press, 2015.

Torgal, Fernando Pacheco e Jalali, Said. 2007. Construção Sustentável. O caso dos materiais de construção. 2007.

UNIC Rio, Centro de Informação das Nações Unidas. 2014. *Centro de Informação das Nações Unidas – UNIC Rio*. [Online] 2014. <http://unicrio.org.br/>.

Vaz Fernandes, Álvaro Manuel. 2013. Métodos de Avaliação de Sustentabilidade das Construções. *Métodos de Avaliação de Sustentabilidade das Construções*. 2013.

WCCD. World Council on City Data - ISO 37120. [Online] <http://www.dataforcities.org/>.