



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Luís Pedro Monteiro dos Reis

**DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES PARA A
AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE CENTROS
URBANOS CONSOLIDADOS**

Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, na área de Especialização em Mecânica Estrutural, orientada pela Professora Doutora Maria Constança Simões Rigueiro e pela Professora Doutora Maria Helena dos Santos Gervásio, apresentada ao Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Setembro de 2019

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
Departamento de Engenharia Civil

Luis Pedro Monteiro dos Reis

Desenvolvimento de indicadores para a avaliação da sustentabilidade de centros urbanos consolidados

**Development of indicators for the assessment of the sustainability of
consolidated urban centers**

Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, na área de Especialização em Mecânica Estrutural,
orientada pela Professora Doutora Constança Rigueiro e pela Professora Doutora Helena Gervásio

Esta Dissertação é da exclusiva responsabilidade do seu autor. O Departamento de Engenharia Civil da FCTUC
declina qualquer responsabilidade, legal ou outra, em relação a erros ou omissões que possa conter.

Setembro de 2019



UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

AGRADECIMENTOS

Este documento é o culminar de um percurso académico, cheio de recordações e de vivências magníficas. No entanto, só se tornou possível devido a um conjunto de pessoas que nunca esquecerei e para as quais dirijo as minhas palavras de gratidão.

Em primeiro lugar quero fazer um agradecimento especial à minha família, à minha mãe, Maria do Rosário Carvalho Monteiro dos Reis, ao meu pai, José Rosa dos Reis e ao meu irmão, Ricardo José Monteiro dos Reis. Dedico-vos este trabalho em forma de agradecimento pelo apoio incondicional que me foram dando desde o início do meu percurso académico.

Em segundo lugar quero agradecer às minhas orientadoras, Professora Doutora Constança Rigueiro, por toda a sua paciência, disponibilidade e ensinamentos que me foi transmitindo desde o primeiro ao último dia da realização deste trabalho e Professora Doutora Helena Gervásio, por toda a ajuda disponibilizada na fase final da realização deste trabalho.

Agradeço também à Jocelyn Reyes Nieto, por todo o auxílio prestado na compreensão da metodologia e por todo o auxílio prestado.

Quero agradecer a todos os meus grandes amigos, que estiveram sempre presentes ao meu lado, desde o primeiro ao último dia deste percurso académico, por todo o apoio incondicional e pelo companheirismo em todos os bons e maus momentos.

Por último resta-me agradecer a todos os meus colegas de curso, que de uma forma ou de outra, me ajudaram ao longo do meu percurso académico, quer através da discussão de ideias quer através de ensinamentos transmitidos.

RESUMO

Actualmente o sector da construção, apresenta uma grande contribuição para os efeitos derivados das alterações climáticas, originando assim um aumento de interesse na aplicação da sustentabilidade neste enquadramento. Nos últimos anos, ao nível da construção, foram desenvolvidas várias ferramentas de avaliação de sustentabilidade, ao nível do produto, do edifício e ao nível da cidade, por diversas organizações em todo o mundo, de forma a promoverem práticas mais sustentáveis neste sector. O trabalho apresentado enquadra-se no desenvolvimento de ferramentas de avaliação aplicadas à escala urbana.

As ferramentas de avaliação à escala urbana existentes, apresentam, contudo, algumas limitações e aspectos menos positivos, não existindo nenhuma que seja universalmente aceite. Surgiu assim, a necessidade de se desenvolver uma nova ferramenta de avaliação, a metodologia UISA fEN, (metodologia de avaliação de sustentabilidade urbana integrada em bairros existentes), aproveitando os aspectos positivos das metodologias existentes e tentando corrigir os seus defeitos e limitações. Esta ferramenta de avaliação foi desenvolvida no âmbito dos trabalhos desenvolvidos para a tese de doutoramento “Development of sustainable solutions for urban rehabilitation”, recentemente defendida e em que o presente trabalho faz parte.

A estrutura da metodologia UISA fEN, encontra-se dividida em duas categorias, oito subcategorias, e um total de 38 indicadores, sendo 9 deles designados como obrigatórios. A sua escala de aplicação incide ao nível dos bairros existentes. Neste documento, foi desenvolvido um dos 9 indicadores obrigatórios, designado como o indicador de Infraestruturas e Equipamentos rodoviários (IS4), efectuando-se a sua aplicação em 6 bairros da cidade de Coimbra, que apresentam características diferenciadas entre eles.

Este indicador serve sobretudo para avaliar a qualidade das infraestruturas rodoviárias, pedonais e de ciclovias, assim como a redução da pegada de estacionamento e o uso de sistemas inteligentes de estacionamentos e de equipamentos rodoviários.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Sustentabilidade urbana, UISA fEN, ferramentas de avaliação de sustentabilidade urbana, indicador de Infraestruturas e Equipamentos Rodoviários.

ABSTRACT

Currently, the construction sector is making a major contribution to the effects of climate change, thus giving rise to an increased interest in applying sustainability in this framework. In recent years, at the construction level, various sustainability, product, building and city-level sustainability assessment tools have been developed by several organizations around the world to promote more sustainable practices in this sector. The present work is mainly focused in the development of assessment tools applied to the urban scale.

The existing urban-scale assessment tools, however, have some limitations and less positive aspects, none of which are universally accepted. Therefore, arises the need to develop a new assessment tool, the UISA fEN methodology (urban sustainability assessment methodology integrated into existing neighborhoods), taking advantage of the positive aspects of existing methodologies and trying to correct existing defects and limitations. This evaluation tool emerged as part of the work developed for the recently defended PhD thesis “Development of sustainable solutions for urban rehabilitation” in which this work is included.

The final structure of the UISA fEN methodology is divided into two categories, eight subcategories, and a total of thirty-eight indicators, with nine of them being designated as representatives. Its scale of application targets the level of existing neighborhoods. In this document, one of the nine mandatory indicators, designated as Road Infrastructures and Equipment, was developed and applied in six different neighborhoods in the city of Coimbra.

This indicator is mainly used to assess the quality of road, pedestrian and bicycle infrastructures, as well as the reduction of parking footprint and the use of intelligent parking systems and road equipment.

Keywords: Sustainability, urban Sustainability, Urban Sustainable Assessment Tools, UISA fEN, Indicator of Road Infrastructures and equipments.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
ÍNDICE	iv
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Considerações Iniciais	1
1.2 Objectivos	2
1.3 Estrutura e Organização	4
2 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO	5
2.1 Considerações Iniciais	5
2.2 Situação actual das Ferramentas de Avaliação de Sustentabilidade Urbana.....	6
3 METODOLOGIA UISA FEN.....	10
3.1 Considerações Iniciais	10
3.2 Estrutura e Pontuação.....	12
3.3 Escala de Avaliação	17
4 INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS RODOVIÁRIOS	18
4.1 Considerações Iniciais	18
4.2 Contexto	19
4.3 Definição do indicador	19
4.4 Objectivos do Indicador	20
4.5 Descrição dos critérios	20
4.6 Itens necessários para a avaliação	21
4.7 Processo de cálculo	22
4.8 Aplicação da análise multicritério AHP	33
5 CASO DE ESTUDO	38
5.1 Considerações Iniciais	38
5.2 Bairro “Alta” e “Baixa”.....	42
5.3 Bairro “Solum 1” e “Solum 2”	45
5.4 Bairro “Santa Clara 1” e “Santa Clara 2”	49
5.5 Conclusões.....	52

6 CONCLUSÕES E ESTUDOS FUTUROS	55
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

Actualmente, as alterações climáticas surgem como um dos graves problemas mundiais, devido às suas consequências a nível social, económico ou ambiental interferindo directamente na sustentabilidade do desenvolvimento da sociedade (Borrego et al, 2009).

No final do século passado, o conceito de sustentabilidade ou de desenvolvimento sustentável tem vindo a ganhar importância em todos os sectores da sociedade, sendo recorrentemente utilizado em diversos discursos políticos por todo o mundo (Gervásio, 2010)

O conceito de desenvolvimento sustentável é um conceito vasto e que apresenta várias definições, contudo a mais conhecida foi desenvolvida pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente, no relatório de Brundtland, afirmando que “o desenvolvimento sustentável procura satisfazer as necessidades da geração actual sem comprometer as necessidades das gerações futuras” (Brundtland, 1987).

O desenvolvimento sustentável deve permitir que exista um equilíbrio entre as diferentes dimensões de sustentabilidade, tais como, a social, a ambiental, a política, a económica, a espiritual e a cultural (Gervásio, 2010).

Devido a um aumento repentino da população em meios urbanos, juntamente com a adopção de um estilo de vida cada vez mais consumista, o meio ambiente tem sido levado ao limite, surgindo cada vez mais problemas a ele associados (Ameen et al, 2015).

Prevê-se que até ao ano de 2050, a população mundial aumente em cerca de 32%, sendo que este aumento da população em zonas urbanas é cerca de 60% (United Nations, 2015), e embora as cidades ocupem cerca de 2% da superfície do planeta, é nelas que se concentra mais de 50% da população mundial, levando a um consumo de 75% da energia total gerada e sendo responsáveis por cerca de 80% do efeito de estufa, originando assim um impacto negativo elevado sobre o meio ambiente (Mohanty et al, 2016).

Para tal, é necessário dotar as cidades de serviços, que apresentem capacidade para responder de forma eficaz, eficiente e menos dispendiosa, para que exista uma evolução sustentável nas cidades (Eremia et al, 2016).

Com este crescimento da população, diversas cidades em todo o mundo apresentam uma elevada preocupação com o seu desenvolvimento sustentável e com a sua evolução, pois torna-se cada vez mais frequente a ineficiência do planeamento estratégico definido a longo prazo, contribuindo para o surgimento de diversos problemas, como por exemplo: a poluição ambiental ou sonora, a sobrelotação, a marginalização, o tráfego intenso de veículos, excesso de produção de resíduos, entre outros (Reyes et al, 2015a).

Desta forma, torna-se fundamental que o sector da construção civil, apresente capacidade para responder a todos os problemas que vão surgindo, quer a nível da construção dos edifícios, quer a nível do planeamento ordenado e sustentável das cidades (Ameen et al, 2015)

1.2 Objectivos

Neste trabalho é efectuado o desenvolvimento de um indicador, da metodologia UISA fEN (Urban Integrated Sustainable Assessment methodology for Existing Neighborhoods), que avalia a sustentabilidade em centros urbanos consolidados, à escala do bairro. A escala de bairro, apresenta-se como uma escala entre o edifício e a cidade, e possui todas as instalações de serviços e de infraestruturas necessárias aos habitantes para lhes proporcionar uma elevada de qualidade de vida (Reyes et al, 2018).

Esta metodologia, desenvolvida numa tese de Doutoramento na Universidade de Coimbra, Portugal, procura melhorar os aspectos mais fracos, negativos e controversos das ferramentas de avaliação existentes e assim, ter capacidade para efectuar uma avaliação sustentável de forma mais objectiva (Reyes et al, 2018).

Esta metodologia serve para promover a sustentabilidade ao nível dos bairros existentes, em que inicialmente é efectuada uma análise à zona a avaliar, e onde são indicados os aspectos negativos e os problemas existentes. Posteriormente, é apresentada uma listagem de acções a serem tidas em conta para a melhoria do bairro.

Desta forma, a metodologia aplicada, apresenta a capacidade, de apoiar as autoridades competentes para implementarem diferentes acções para a melhoria dos aspectos negativos do bairro em análise, bem como de preservar os seus aspectos positivos. Trata-se assim de uma ferramenta de apoio à decisão, na solução dos problemas existentes, como por exemplo, a degradação ambiental, a eficiência energética, a poluição sonora e ambiental, a má gestão dos

recursos disponíveis, o empobrecimento, os problemas de mobilidade, a segurança, entre outros (Reyes et al, 2018).

O seu objectivo principal passa por efectuar uma avaliação de forma completa, justificada, equilibrada e quantitativa dos aspectos técnicos e comportamentais mais importantes para a criação de locais mais sustentáveis. A estrutura da metodologia UISA fEN, é definida por duas categorias principais, a morfologia urbana e a sintaxe urbana, estando a primeira relacionado mais com os aspectos formais do bairro e a segunda com os aspectos funcionais.

Estas duas categorias, por sua vez se encontram divididas em 8 subcategorias, com um total de 38 indicadores, que resultaram da compilação dos indicadores existentes que avaliam a sustentabilidade à escala urbana (Reyes et al, 2018).

De entre os 38 indicadores desta metodologia, 9 foram seleccionados como sendo indicadores obrigatórios, apresentando-se como os necessários para se realizar uma avaliação abrangente da sustentabilidade em bairros existentes. A selecção, foi efectuada através da recolha da opinião de diferentes especialistas e utilizadores comuns em todo o mundo, recorrendo-se posteriormente ao sistema AHP (Analytical Hierarchy Process), de forma a se obter o peso de cada um deles na quantificação da avaliação (Reyes et al, 2018).

O indicador desenvolvido no trabalho aqui apresentado, pertence à categoria de Sintaxe Urbana, à subcategoria de Infraestruturas e Serviços, designado por Infraestruturas e Equipamentos rodoviários.

Este indicador serve para se efectuar uma análise da qualidade: das infraestruturas existentes para o apoio à utilização de bicicletas, das infraestruturas rodoviárias, das infraestruturas pedonais, da utilização de sistemas inteligentes para a gestão e manutenção do tráfego, da utilização de sistemas inteligentes de estacionamento e na minimização da pegada de estacionamento.

No espaço de algumas décadas é estimável que, as áreas urbanas se venham a tornar cada vez mais dominadas pelo uso do automóvel, levando a que sejam cada vez menos sustentáveis e proporcionando o surgimento de diversos problemas relacionados com a mobilidade, como por exemplo, a poluição ambiental e sonora, o congestionamento, os acidentes rodoviários, o declínio no uso de transportes públicos ou de outras formas de transporte mais sustentáveis, o excesso do consumo de energia e de combustíveis não renováveis, e na inacessibilidade aos transportes para os grupos sociais mais carenciados (Mohan e Tiwari, 1999).

Torna-se assim necessário, estimular um desenvolvimento e uma aplicação de políticas de planeamento e de organização do espaço urbano, de forma a promoverem a utilização de meios de transporte mais sustentáveis, melhorando a qualidade de mobilidade, tornando-a o mais sustentável possível, devendo apresentar capacidade para dar resposta às necessidades da sociedade em se deslocar, aceder, comunicar, de forma segura, minimizando os aspectos negativos para o meio ambiente, sendo crucial para a qualidade de vida, e para a economia (Luca Persia et al, 2016).

1.3 Estrutura e Organização

Esta dissertação encontra-se dividida em 6 capítulos, intitulados como: Capítulo 1 – Introdução; Capítulo 2 – Sustentabilidade na Construção; Capítulo 3 – Metodologia UISA fEN; Capítulo 4 – Indicador de Infraestruturas e Equipamentos Rodoviários; Capítulo 5 – Caso de estudo; Capítulo 6 – Conclusões.

No Capítulo 1 efectua-se uma introdução ao trabalho desenvolvido, definindo-se o conceito de desenvolvimento sustentável, o objectivo deste documento e apresentando a organização e estrutura do documento.

No Capítulo 2 encontra-se uma breve introdução ao conceito de construção sustentável e a sua importância, apresentando-se algumas das ferramentas de avaliação urbana existentes e as suas principais falhas e aspectos negativos.

No Capítulo 3 apresenta-se a metodologia UISA fEN, começando pela sua definição, os seus princípios, a sua estrutura, a sua pontuação e ponderação e a sua escala de avaliação.

No Capítulo 4 efectua-se o desenvolvimento do indicador de Infraestruturas e Equipamentos Rodoviários, explicando-se qual o seu contexto, os seus objectivos, os critérios de avaliação, a pontuação atribuída a cada critério e a cada parâmetro em análise, bem como a justificação para a atribuição destas pontuações. Apresenta-se ainda a explicação do processo de análise multicritério utilizado, o AHP.

No Capítulo 5 é feita a aplicação do indicador a 6 bairros da cidade de Coimbra, com características distintas entre si, efectuando-se ainda uma breve conclusão sobre os resultados obtidos.

No capítulo 6, apresentam-se as principais conclusões obtidas na realização deste documento e algumas propostas para realização de trabalhos futuros no desenvolvimento da temática abordada.

2 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO

2.1 Considerações Iniciais

O sector da construção apresenta grandes impactos negativos na sociedade, no ambiente e na economia, tornando-o assim num sector com grande responsabilidade no que diz respeito ao desenvolvimento sustentável (Gervásio, 2010). Sendo actualmente o maior responsável pelas alterações climáticas, representando cerca de 17% do consumo de água potável, 50% das emissões de dióxido de carbono, 60% da produção de resíduos sólidos, e 80% da formação do efeito de estufa, 75% do consumo de electricidade e 40% da utilização dos materiais (Santos et al, 2011).

No entanto, este sector, apresenta uma grande importância económica, sendo o maior sector industrial na Europa, com participação no Produto Interno Bruto (PIB) de aproximadamente 10% e cerca de 12% nos Estados Unidos da América. Na grande maioria dos países, o sector da construção é o que fornece maior emprego individual, proporcionando 7 % do emprego mundial (Gervásio, 2010).

No ano de 1994, surgiu a primeira definição de construção sustentável, caracterizando-o, como “a criação e gestão de forma responsável do ambiente construído baseando-se sobretudo em princípios ecológicos e no eficiente do uso dos recursos” (Kibert, 1994).

Para ser definido este conceito, Charles Kibert, apresentou ainda um conjunto de objectivos e de princípios fundamentais, em que considera que uma construção só pode ser designada por sustentável, quando é atingida uma perspectiva capaz de abranger todo o ciclo de vida, minimizando-se o consumo dos recursos e maximizando a sua reutilização, a reciclagem de materiais em fim de vida e o uso de recursos recicláveis, a protecção de sistemas naturais e o seu funcionamento em todas as suas actividades, a eliminação dos materiais tóxicos em todas as fases do ciclo de vida, e o desenvolvimento da qualidade do ambiente construído (Kibert, 1994).

Para se promover a aplicação e a disseminação da sustentabilidade, surgiram metodologias de avaliação da sustentabilidade, existindo ferramentas de avaliação para duas escalas distintas,

ferramentas utilizadas para avaliarem a sustentabilidade ao nível da construção do edifício e ferramentas para avaliarem a sustentabilidade ao nível urbano (Reyes et al, 2018).

Ambas apresentam uma grande importância, contudo, as ferramentas de avaliação de sustentabilidade ao nível urbano apresentam um maior potencial para serem exploradas, pois não são tão conhecidas quanto as metodologias de avaliação ao nível do edifício, no entanto, estas metodologias de avaliação a nível urbano, apresentam-se como desafios mais complexos e abrangentes em relação à escala do edifício, o que levou a um desenvolvimento de vários sistemas de avaliação nos últimos anos (Kyrkou & Karthausa, 2011).

2.2 Situação actual das Ferramentas de Avaliação de Sustentabilidade Urbana

As USATs (Urban Sustainable Assessment Tools) apresentam-se como umas ferramentas de avaliação de impactos de última geração, surgindo a partir do início do século XXI, quando se começou a dar uma maior importância ao desempenho da sustentabilidade à escala urbana, em detrimento do desempenho da sustentabilidade à escala do edifício (Reyes Nieto et al, 2015b).

Hoje em dia existem diversas comunidades espalhadas por todo o mundo, como por exemplo, a ARUP, The United States Green Building (USGBC), The Congress for the New Urbanism (CNU), Green Building Council of Australia, Building Research Establishment (BRE), entre outras, que trabalham para desenvolver e implementar ferramentas diferentes para avaliar diferentes escalas urbanas (quarteirão, bairros, distritos e cidades) (Reyes Nieto et al, 2015c).

Cada uma das ferramentas de avaliação centra-se em diferentes indicadores, com diversas perspectivas de sustentabilidades sobre os seus requisitos fundamentais, sendo que ambas, partilham o mesmo objectivo, a avaliação da sustentabilidade e o fornecimento de acções para que as cidades se tornem o mais sustentáveis possível (Reyes Nieto et al, 2015c).

Existem dois tipos de abordagens diferentes em relação as USATs existentes:

- As ferramentas que são baseadas em critérios (CBTs), utilizando-se pontuações, como por exemplo: LEED Neighborhood Development, desenvolvidas nos Estados Unidos da América; BREEAM Communities, desenvolvidas no Reino Unido; BREEAM ES Urbanismo, desenvolvidas em Espanha; SBTool PT – Urban Planning, desenvolvidas em Portugal; CASBEE for Cities e CABSEE for Urban Development, ambas desenvolvidas no Japão; DGNB New Urban Districts, desenvolvidas pela Dinamarca e Alemanha; Green Star Communities, desenvolvidas na Austrália, BCA Green Mark for Districts, desenvolvidas em Singapura, Sustainable Project Appraisal Routine (SPeAR) desenvolvidas no Reino Unido, entre outras.

- As ferramentas que são baseadas em inquéritos, são por exemplo: Comunidade Building for Life (BfL) e The Egan Review, desenvolvidas no Reino Unido; e Neighbourhood Sustainability Framework, desenvolvida na Nova Zelândia

No entanto, apesar dos elevados esforços realizados no desenvolvimento destas ferramentas de avaliação à escala urbana, não existe ainda nenhuma ferramenta de avaliação que seja aceite universalmente (Gervásio e Simões da Silva, 2013). Torna-se necessário, analisar e estudar todas as ferramentas, de forma a se entender como estes sistemas funcionam, sendo uma tarefa de difícil realização, devido a não haver informações disponíveis (Haapio, 2012).

De seguida, apresenta-se resumidamente, a análise efectuada para as principais características das ferramentas existentes, que se baseia principalmente através de material encontrado nos sites das organizações que as desenvolvem, através de artigos científicos e manuais técnicos (Reyes et al, 2018).

A sustentabilidade à escala urbana, é um processo dinâmico, com grande quantidade de tópicos caracterizados pelo uso de categorias. Cada ferramenta existente, usa diferentes nomenclaturas na determinação do seu sistema de classificação, o que torna difícil efectuar uma comparação entre ambas. De forma a contornar-se este problema, as ferramentas existentes, foram analisadas de acordo com as quatro dimensões da sustentabilidade, a social, a ambiental, a de gestão e a económica (Reyes et al, 2018).

As subcategorias classificaram-se de acordo com a sua dimensão e com os objectivos pretendidos, verificando-se que o foco se encontra na categoria ambiental, existindo uma falta de atenção em relação às outras 3 categorias (Reyes et al, 2018).

Em relação aos indicadores de sustentabilidade urbana, apresentam utilidade para monitorizar as mudanças de um sistema, facilitando quem toma as decisões, através da interpretação das informações (Moussiopoulos, et al, 2010).

Presentemente, de entre as USATs existentes, as padronizações ISO e as CEN TC350, bem como as directrizes dos indicadores de desenvolvimento sustentável, resultam numa extensa lista com 1366 indicadores aplicados à escala urbana. Contudo, alguns destes são repetidos, pois alguns como por exemplo a água e energia, que aparecem na grande maioria das ferramentas (Comission on Sustainable Development, 2007).

De forma a que não ocorra uma dupla contagem de indicadores, foi efectuada um processo de refinamento dos 1366 indicadores existentes, e finalizado este processo, o resultado obtido foi

de 338 indicadores diferentes, classificados tendo em conta as quatro escalas urbanas sustentabilidade e tendo em conta as quatro dimensões da sustentabilidade (Reyes et al, 2018). Como mencionado anteriormente, a maioria dos indicadores existentes foca a sua avaliação na escala ambiental. Para se solucionar esta questão, da falta do foco nas outras dimensões da sustentabilidade, deve existir um sistema hierárquico, em que se apresente a importância de cada indicador, em relação aos outros.

Pode ser realizado, através da consideração de variados aspectos, como o tipo de indicadores necessário, os objectivos de cada avaliação, a complexidade do que está a ser analisado, as quatro dimensões da sustentabilidade e as quatro escalas urbanas (cidade, distrito, bairro e quarteirão) (Salat, 2011).

Comparar os indicadores e os critérios entre as diferentes ferramentas urbanas, torna-se bastante complicado. Os pontos negativos e as limitações, apresentam-se como semelhanças existentes entre as ferramentas, apresentando-se de seguida (Reyes et al, 2018).

As ferramentas existentes apresentam, nos seus sistemas de classificação, nomenclaturas diferentes para cada categoria e subcategoria utilizada, o que torna a comparação entre elas uma tarefa de elevada dificuldade (Haapio, 2012).

De uma forma geral, só algumas metodologias apresentam abordagens holísticas em que são consideradas as quatro dimensões sustentáveis, pois geralmente, o foco destas centra-se na dimensão ambiental, relegando para segundo plano as outras dimensões, a social, a económica e gestão (Tanguay et al, 2009). Frequentemente também não existe nenhum tipo de relação entre estas quatro dimensões, avaliando-se a sustentabilidade em cada uma delas de forma separada (Gibson, 2006).

Outra limitação, prende-se com o facto de os esforços se concentrarem nos aspectos mais técnicos da sustentabilidade, como os materiais utilizados ou as tecnologias de construção utilizadas, não existindo nenhuma avaliação dos aspectos comportamentais dos seus utilizadores ou residentes (Williams & Dair, 2007).

A maioria destas ferramentas apresenta indicadores que são baseados em critérios, o que leva a avaliações qualitativas, em vez de avaliações quantitativas. Outra das limitações, encontra-se relacionada com a inexistência de limites devidamente estabelecidos para a aplicação dos indicadores, existindo indicadores gerais, que se focam na escala da cidade e indicadores para escalas menores, que se focam ao nível do bairro, originando uma confusão da dimensão do estudo a realizar, podendo ainda provocar uma contagem dupla de indicadores (Wedding e Crawford-Brown, 2007).

É utilizada o mesmo tipo de abordagem para áreas urbanas existentes e para áreas novas, o que dificulta a implementação de diversos indicadores presentes nas metodologias, pois, as áreas já existentes apresentam diferenças a nível de planeamento e de gestão em relação às novas (Braulio-Gonzalo et al, 2015).

Outra das lacunas das metodologias existentes, é não serem tidos em conta os aspectos relativos a adaptabilidade, localidade e aplicabilidade, pois em cada local os desafios de sustentabilidade são diferentes, portanto as metodologias devem ser passíveis de se adaptarem a diferentes locais (Kyrkou e Karthausa, 2011) e além disso, um bom sistema utilizado para os indicadores para monitorizar o desenvolvimento sustentável, deve apresentar uma capacidade de reflexão sobre o contexto cultural em que foi produzido e não só no seu processo técnico, o que não ocorre na maior parte das ferramentas existentes (Krank et al, 2013).

A maior parte das ferramentas, são inacessíveis a entidades externas às instituições que as desenvolvem, o que torna difícil o seu entendimento e funcionamento, não sendo possível a compressão da pontuação ou ponderação atribuída, à categoria, à subcategoria, ou indicador, e complementarmente apresenta maioritariamente sistemas de classificação que são baseados em métodos subjectivos de pontuação (Kyrkou e Karthausa, 2011) e a maioria dos resultados são de natureza qualitativa (Hajra et al, 2014).

Também o facto, de diferentes entidades se envolverem no desenvolvimento de metodologias e na sua implementação, leva a inconsistências ao se implementarem os indicadores, nos objectivos que se pretendem a atingir e também nos critérios que são alvo de avaliação (Haapio, 2012) (Sharifi e Murayama, 2013).

Por último, apesar de as metodologias existentes apresentarem como objectivo principal, o auxílio a uma tomada de decisão em relação à promoção do desenvolvimento sustentável do local a ser avaliado, esse propósito não é atingido (Sharifi & Murayama, 2013), pois o interesse pelo desenvolvimento sustentável com certificação, surge na maior parte dos casos apenas como forma publicitária da aplicação dos conceitos da sustentabilidade e serve para originar um aumento do valor económico do local. (Reyes et al, 2018)

Por todos estes motivos referidos anteriormente, torna-se necessário a existência de uma metodologia que ajude a solucionar todas estas lacunas apresentadas anteriormente, e que facilite a avaliação da sustentabilidade de um local de forma estruturada e clara.

3 METODOLOGIA UISA fEN

3.1 Considerações Iniciais

A metodologia de avaliação, designada por UISA fEN (Urban Integrated Sustainable Assessment methodology for Existing Neighborhoods), desenvolvida na tese de doutoramento intitulada por “Development of sustainable solutions for urban rehabilitation”, deve apresentar capacidade de solucionar os aspectos fracos e controversos das metodologias de avaliação urbana existentes e aproveitar os seus aspectos positivos, não entrando em conflito com as metodologias existentes (Reyes et al, 2018).

Os seus limites físicos são os bairros existentes, preferencialmente os bairros residenciais, com uma escala de território compreendida entre os 200 e os 500 metros, sendo considerados como as células da cidade, onde se encontram os serviços e as infraestruturas que os residentes necessitam para ter uma qualidade de vida elevada (Salat, 2011). É utilizada uma escala temporal de 20 anos, o que de acordo com as escalas de tempo utilizadas nas análises do ciclo de vida, é considerada como uma escala de médio prazo (Curwell et al, 2015). Apresenta-se na figura 3.1 o seu logótipo.



Figura 3.1 – Metodologia UISA fEN logótipo (Reyes et al, 2018)

A metodologia UISA fEN deve servir para avaliar a sustentabilidade urbana em relação às necessidades do presente e às necessidades futuras. A fim de se colmatarem algumas das limitações atrás identificadas, esta metodologia foi desenvolvida com base numa série de princípios, que se apresentam de seguida (Reyes et al, 2015d).

A metodologia apresenta um sistema hierárquico organizado em cinco níveis distintos, desde as categorias aos parâmetros, sendo determinado através de uma abordagem top-down. Observa-se na figura 3.2 o seu sistema hierárquico (Reyes et al, 2018).

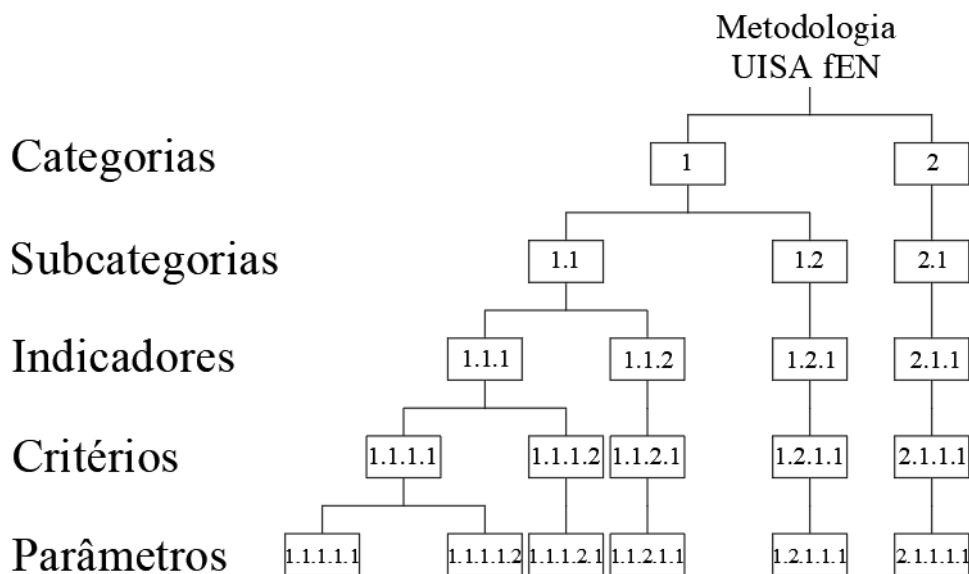


Figura 3.2 – Sistema hierárquico da metodologia UISA fEN (Adaptado de Reyes et al, 2018)

A UISA fEN apresenta uma abordagem holística, em que cada indicador pode ser classificado de acordo com as quatro dimensões do desenvolvimento sustentável e não em apenas segundo uma delas (Dave, 2011) (Dempsey et al, 2011).

A metodologia foca-se na melhoria contínua dos aspectos que se encontram relacionados com o processo de cálculo dos indicadores que são utilizados na avaliação da sustentabilidade, e apresenta capacidade de efectuar avaliações em diversos locais, através da utilização de um factor denominado por prática convencional no seu processo de cálculo (Reyes et al, 2018). A prática convencional, define-se como o valor que corresponde ao nível mínimo aceitável, sendo que abaixo deste não se pode considerar uma prática sustentável. Este valor obteve-se através de um estudo desenvolvido no Urban Morphology Lab em Paris (Salat, 2011).

A informação deve ser acessível para todo o público que pretenda utilizar a metodologia e analisar os seus resultados, devendo existir um envolvimento das diferentes partes interessadas (empresas privadas, residentes e utilizadores, profissionais da área de construção e entidades governamentais) através de uma comunicação eficaz, em que se deve ter em conta todos os interesses e necessidades das diferentes partes envolvidas (Reyes et al, 2018).

Por fim, a metodologia deve expressar a situação real de um bairro existente, tendo em conta o bem-estar de todos os grupos de pessoas que se relacionam com a avaliação, utilizando a

tecnologia mais apropriada para todas as partes interessadas, devendo ser uma metodologia dinâmica e inovadora, objectiva, com um processo de cálculo baseado em índices que apresenta uma relação entre as suas categorias, subcategorias, critérios e parâmetros (Reyes et al, 2018).

3.2 Estrutura e Pontuação

A estrutura desta metodologia, apresenta 2 categorias principais, a Morfologia Urbana [UM] e a Sintaxe Urbana [US], obtidas através da interacção entre as três categorias dos elementos urbanos e as quatro dimensões do desenvolvimento sustentável, como se pode observar na figura 3.3. A Morfologia Urbana diz respeito ao estudo dos aspectos formais e a Sintaxe Urbana diz respeito a aspectos operacionais e comportamentais do bairro (Reyes et al, 2018).

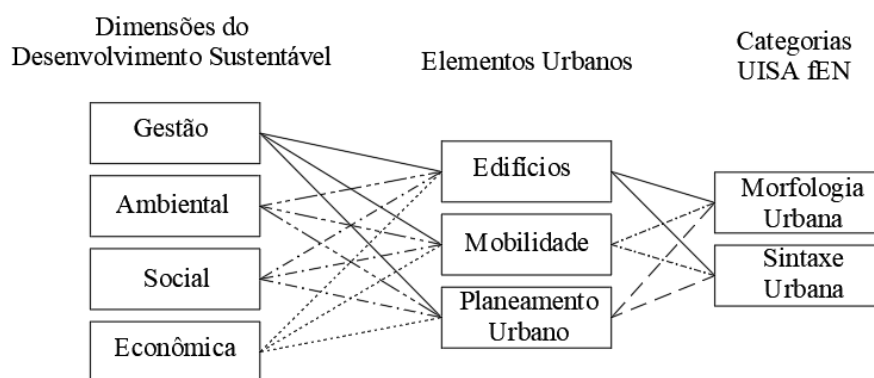


Figura 3.3 – Categorias da metodologia UISA fEN (Adaptado de Reyes et al, 2018)

As duas categorias desta metodologia encontram-se divididas em 8 subcategorias, sendo que 4 delas pertencem à Morfologia Urbana e 4 à Sintaxe Urbana. Por sua vez, estas subcategorias encontram-se divididas em 38 indicadores, que foram obtidos através de um processo de refinamento dos indicadores existentes, que se podem aplicar à escala de bairros existentes (Reyes et al, 2018).

As subcategorias da metodologia que pertencem à Morfologia Urbana [UM] são:

- A. Qualidade do design arquitectónico dos edifícios (AD) - Esta subcategoria, encontra-se dividida em 4 indicadores, que avaliam o projecto arquitectónico das fachadas dos edifícios com base na sua qualidade, dimensões e contexto em que se encontram.
- B. Qualidade da imagem urbana e fisionomia (PU) - Esta subcategoria encontra-se dividida em 6 indicadores, que avaliam a responsabilidade de melhoramento da base jurídica para proteger os elementos que constituem a paisagem urbana.

- C. Conectividade e mobilidade (CM) - Esta subcategoria, encontra-se dividida em 4 indicadores, que avaliam a vitalidade do local, o seu fluxo de pessoas e a utilização correcta dos sistemas de transporte.
- D. Densidade planeada (PD) - Esta subcategoria encontra-se dividida em 3 indicadores e refere-se sobretudo a uma análise estatística do presente, para que se entenda o comportamento do local e para que direcção é que se está a desenvolver.

As subcategorias da metodologia que pertencem à Sintaxe Urbana [US] são:

- E. Edifícios sustentáveis (SB) - Esta subcategoria apresenta 4 indicadores que avaliam a análise do ambiente de construção, minimizando os impactes ambientais negativos decorrentes da sua construção, através de processos construtivos com responsabilidade ambiental.
- F. Desenvolvimento de uso misto (MC) – Esta subcategoria apresenta 5 indicadores que avaliam a responsabilidade do fornecimento de um planeamento à comunidade, capaz de equilibrar os diferentes usos para o local, incentivando uma utilização eficiente e flexível do local e garantindo uma interacção social adequada.
- G. Infraestruturas e Serviços (IS) - Esta subcategoria apresenta 8 indicadores que avaliam a estrutura espacial urbana, relacionando-se com a disposição das instalações urbanas e das infraestruturas existentes, bem como uma utilização correcta dos recursos.

O indicador desenvolvido faz parte desta subcategoria, e designa-se como Infraestruturas e Equipamentos Rodoviários, servindo para avaliar a qualidade das infraestruturas destinadas aos peões, às bicicletas e às rodovias. Avalia ainda a redução da pegada de estacionamento, a utilização de sistemas de estacionamento inteligentes e a utilização de equipamentos rodoviários inteligentes.

- H. Estratégias Futuras (FS) – Esta subcategoria apresenta 4 indicadores, relacionados com a compreensão das necessidades da população, e o envolvimento do governo na criação de estratégias futuras e implementação de infraestruturas no futuro.

Dos 38 indicadores da metodologia, 9 deles designam-se como obrigatórios, sendo consequentemente o número mínimo de indicadores necessários para que se efectue uma avaliação abrangente do local de estudo. Estes indicadores resultaram de entrevistas efectuadas em diferentes partes do mundo a profissionais da área e a pessoas comuns. Os restantes 29 indicadores foram designados como indicadores complementares, sendo opcionais, e apenas utilizados para se efectuarem estudos específicos (Reyes et al, 2018).

Os indicadores obrigatórios são: os indicadores de Gestão (PD1), Viabilidade Económica (PD2), Flexibilidade e Inovação (IS1), Gestão do Lixo (IS3), Infraestruturas Rodoviárias e Equipamentos (IS4), Energia (IS5), Água (IS6), Necessidades e Prioridades da População (FS2) e Previsões Futuras e Conexões (FS3) (Reyes et al, 2018).

Na figura 3.4 ilustram-se os indicadores da metodologia, inseridos nas respectivas subcategorias, e categorias.

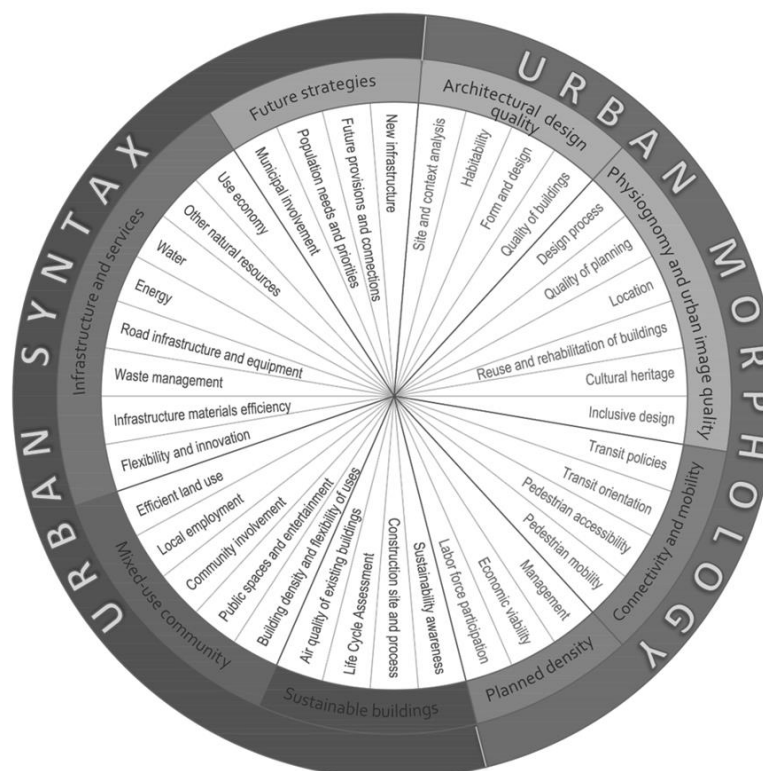


Figura 3.4 – Estrutura de três níveis da metodologia UISA fEN (categorias, subcategorias e indicadores) (Reyes et al, 2018)

O sistema de pontuação foi utilizado desde as categorias até aos parâmetros, baseado em índices que representam as relações entre os diferentes níveis da estrutura (Reyes et al, 2018).

Para determinar os pesos apresentados na figura 3.5 e 3.6, foram utilizadas diversas equações, relacionando-se as subcategorias para se obter o peso das categorias, e relacionando-se cada indicador para se obter o peso de cada subcategoria. Para calcular esses índices, utilizou-se a seguinte equação:

$$I_{Name} = w_1 \times V_1 + w_2 \times V_2 + w_3 \times V_3 + \dots + w_n \times V_n \quad (1)$$

Onde I_{Name} , representa o índice para as categorias, subcategorias, indicadores, critérios e parâmetros, w_n representa o peso de cada uma das subcategorias, indicadores, critérios e parâmetros e V_n o valor obtido através da avaliação de cada uma das categorias, subcategorias, indicadores, critérios e parâmetros do bairro em análise. Para se obter a ponderação w_n para as categorias, subcategorias e indicadores, efectuaram-se entrevistas a diferentes grupos com características distintas, de forma a se obter a importância dada por cada grupo a cada um dos tópicos (Reyes et al, 2018).

O valor do peso w_n , para cada um dos critérios foi conseguido com recurso ao método multicritério designado por Analytic Hierarchy Process (AHP), desenvolvido pelo Dr. Thomas L. Saaty, na década de 70 (Golden et al, 1989), em que se modelam os problemas de forma estruturada. Neste método, organizam-se hierarquicamente os factores mais importantes na tomada de decisão, desde o seu objectivo geral até aos critérios (Saaty, 1990). No caso desta metodologia, esta ferramenta AHP foi utilizada para o fornecimento de um sistema de classificação mais eficiente, objectivo e efectivo, devido ao facto de serem atribuídos valores numéricos aos tópicos mais subjectivos (Reyes et al, 2018).

Na figura 3.5 e figura 3.6 apresenta-se o peso de cada categoria, subcategoria e indicadores.

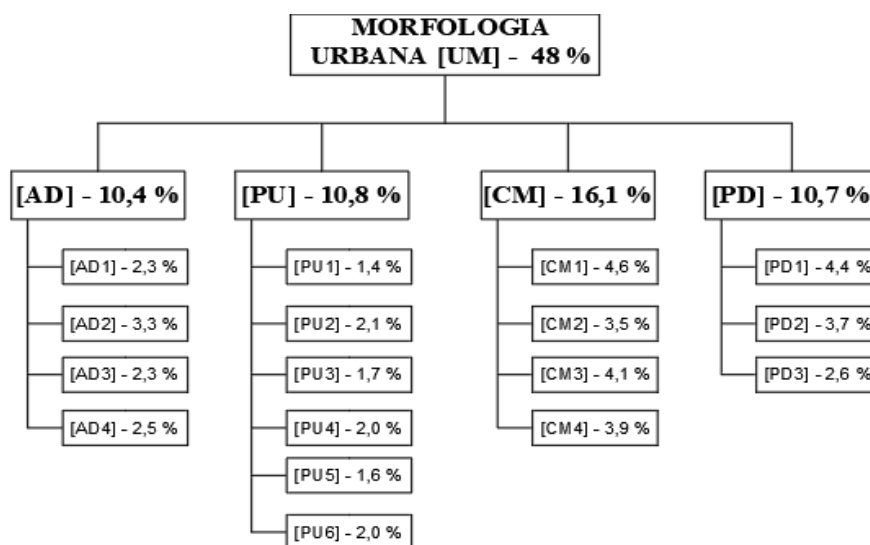


Figura 3.5 – Pesos Respectivos para a categoria de Morfologia Urbana, subcategorias e indicadores (Adaptado de Reyes et al, 2018)

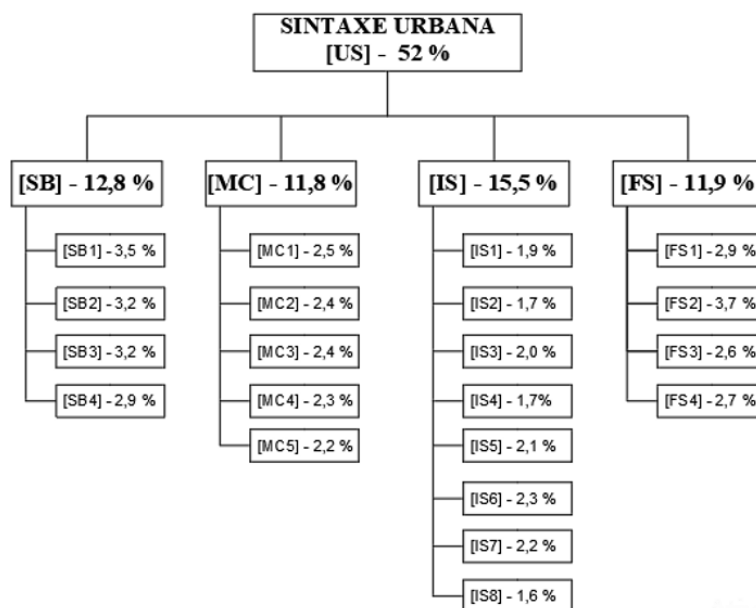


Figura 3.6 – Pesos respectivos para a categoria de Sintaxe Urbana, as subcategorias e indicadores (Adaptado de Reyes et al, 2018)

O processo de cálculo dos indicadores seguiu o mesmo raciocínio utilizado para a equação 1, sendo que neste caso é tido em conta o relacionamento entre os diversos critérios de cada indicador (Reyes et al, 2018).

$$I_{Ind} = w_1 \times C_1 + w_2 \times C_2 + w_3 \times C_3 + \dots + w_n \times C_n \quad (2)$$

Em que I_{Ind} representa o índice do indicador, w_n representa o peso de cada indicador e C_n representa o valor obtido através da avaliação de cada critério. Para determinar o valor de C_n é necessário efectuar dois passos.

O primeiro passo é denominado por valor real (AV) e representa a avaliação do valor do projecto, relacionando os parâmetros de cada critério com os seus pesos. O valor real é obtido através da seguinte equação:

$$AV = w_1 \times P_1 + w_2 \times P_2 + w_3 \times P_3 + \dots + w_n \times P_n \quad (3)$$

Em que AV representa o valor do projecto do critério que se encontra em avaliação, w_n representa o peso respectivo de cada parâmetro e P_n representa o valor obtido através da avaliação de cada parâmetro. Este valor é calculado através dos bancos de dados do município, e caso não existam dados disponíveis, o parâmetro não é considerado na avaliação, sendo o seu peso distribuído pelos pesos dos restantes parâmetros do critério (Reyes et al, 2018).

O segundo passo diz respeito à normalização dos critérios C_n para um valor adimensional, que exprime a avaliação do desempenho do bairro em relação ao valor de referência, ao valor óptimo e ao valor de prática convencional. Para se efectuar a normalização, foi utilizada a equação de Diaz-Balteiro (Hajra et al, 2014) apresentada de seguida:

$$valor_{normalizado} = \frac{(valor_{actual} - valor_{convencional})}{(valor_{ótimo} - valor_{convencional})} \quad (4)$$

O valor óptimo reflecte a melhor prática possível e o valor convencional, por sua vez, reflecte o nível mínimo de sustentabilidade aceitável. A equação 4, converte o valor de cada critério a uma escala adimensional, em que o valor de 0 corresponde a uma prática insustentável e o valor de 1 corresponde à melhor prática que se pode obter na análise. Importa referir que nenhum indicador por si só serve para avaliar a sustentabilidade, pois deve ser considerado em conjunto com os outros indicadores (Reyes et al, 2018).

3.3 Escala de Avaliação

De forma a facilitar a compreensão dos resultados obtidos na avaliação, os valores numéricos são convertidos para uma escala qualitativa, representada no quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Escala de avaliação da metodologia UISA fEN (Adaptado de Reyes et al, 2018).

Nível de Certificação	
Valor de I_s	Escala Qualitativa
Superior a 100 %	A+
Entre 80 % e 100 %	A (Melhor prática)
Entre 60 % e 79 %	B (Prática muito boa)
Entre 40 % e 59 %	C (Prática boa)
Entre 20 % e 39 %	D (Prática satisfatória)
Entre 0 % e 19 %	E (Prática convencional)
Inferior a 0 %	F (Prática insustentável)

4 INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS RODOVIÁRIOS

4.1 Considerações Iniciais

O indicador de Infraestruturas Rodoviárias e Equipamentos diz respeito, a um dos indicadores principais da metodologia UISA fEN, pertencendo à categoria de Sintaxe Urbana (US), e à subcategoria de Infraestruturas e Serviços (IS), como se pode observar na figura 3.4.

O sistema de transportes, é uma parte essencial na nossa vida, e torna-se como um dos pontos centrais para um desenvolvimento sustentável. Através dele, torna-se possível o acesso a diversos serviços essenciais, tais como a educação, os serviços de saúde, o emprego, a interacção social e cultural e os negócios (Luca Persia et al, 2016). Em todo o mundo, são feitas cerca de 8 bilhões de viagens todos os dias em cidades, das quais cerca de metade, 47%, são efectuadas através de veículos privados, movidos por combustíveis fósseis (Pourbaix, 2011).

Os modos de transporte mais sustentáveis, como o transporte público e os não motorizados, apresentam diversos desafios nas cidades, pois estes modos de transporte geralmente são mais utilizados por pessoas com maiores carências financeiras e são cada vez menos utilizados, devido ao uso dos veículos particulares (Gakenheimer e Dimitrou, 2011).

O sector dos transportes é responsável por cerca de 13 % das emissões de gases de efeito de estufa em todo o mundo (UN Habitat, 2011), e caso esta tendência persista, no ano de 2050 este sector pode ser responsável por 40 % das emissões de gases de efeito de estufa a nível global (International Energy Agency, 2011).

Num futuro próximo, é necessário que as cidades se tornem mais sustentáveis, e o sector dos transportes desempenha um papel fundamental, tornando-se necessário a utilização de modos de transportes mais sustentáveis, como os transportes públicos e os modos suaves, pedonal e ciclável, que reduzem os impactes ambientais inerentes à mobilidade urbana (Cervero, 2014).

Para o desenvolvimento deste indicador, foi necessário recolher a informação relativa às metodologias existentes, filtrando-a e classificando-a como parte integrante deste indicador, utilizando-se as seguintes metodologias, BREEAM Communities, BREEM ES Urbanismo, LEED for Neighborhood Development, SBTOOL^{PT} for Urban Planning.

No desenvolvimento de cada indicador, existe uma ficha técnica, com a descrição do contexto geral em que se insere o indicador, a definição do indicador e a definição dos critérios analisados, os objectivos que se pretendem atingir com o indicador, os documentos necessários para se efectuar a avaliação, os parâmetros avaliados com a pontuação atribuída, o sistema de avaliação e um gráfico com a percentagem de cada parâmetro.

4.2 Contexto

Nos dias de hoje, as áreas urbanas têm sido progressivamente dominadas por automóveis, e menos sustentáveis, originando-se um aumento no congestionamento dos transportes, na poluição sonora, nos acidentes de trânsito, degradação ambiental, alterações climáticas e intrusão visual e falta de acessibilidade para os mais carenciados. Torna-se fundamental, um melhoramento dos padrões de sustentabilidade nas áreas que regulam a mobilidade do local, criando-se mais áreas pedonais, melhorando-se o sistema de transporte público, incentivando o seu uso e limitando o uso de automóveis particulares (Pojani e Stead, 2015).

As infraestruturas rodoviárias e os seus equipamentos, devem ser adaptadas à topografia do local, com uma correcta hierarquia e acessível a todos os utilizadores. O foco na pegada ecológica deve estar ligado ao sector dos transportes, de forma a melhorar a sustentabilidade ambiental, que se encontra dependente de uma economia saudável e também de reservas institucionais e sociais (Cervero, 2014).

Para se tornarem economicamente sustentáveis, os recursos disponíveis devem ser utilizados e distribuídos de forma eficiente, para se maximizarem os benefícios a atingir e se minimizarem os custos exteriores à mobilidade. Na sua vertente social, a sustentabilidade é garantida quando as facilidades de mobilidade são distribuídas igualmente e de forma justa para todos os grupos de população (Cervero, 2014).

4.3 Definição do indicador

O indicador de Infraestruturas e Equipamentos Rodoviários, serve para gerir e avaliar as principais características operacionais das instalações responsáveis pela mobilidade presente nos bairros existentes. Estas encontram-se fortemente relacionadas com a sua distribuição na área analisada, a qualidade, as condições operacionais, a localização, a inovação e aspectos técnicos. Desta forma, podemos dizer que este indicador abrange a análise de quatro critérios principais:

- Ocupação das áreas para a mobilidade
- Infraestrutura e equipamentos para mobilidade
- Infraestruturas de estacionamento

- Tecnologias inteligentes e ecológicas para a mobilidade

Este indicador, serve também para a promoção da acessibilidade para todos os utilizadores, a conectividade entre os diferentes meios utilizados para a mobilidade, fortalecendo uma hierarquização rodoviária, de forma a que exista uma minimização no uso do veículo privado, e promovendo-se outros meios de transporte.

4.4 Objectivos do Indicador

Este indicador deve servir para se avaliarem os seguintes objectivos:

- Avaliar a distribuição da área terrestre utilizada para a mobilidade;
- Promover redes de transporte público e pedonais com maior segurança, eficientes e atraentes, de forma a incentivarem uma interacção entre os utilizadores e os diversos meios de transportes disponíveis na rede;
- Avaliar a existência de ciclovias, garantindo-se uma qualidade adequada para o seu uso;
- Garantir a existência de instalações de estacionamento eficientes, que sirvam para satisfazer a procura dos moradores e utilizadores do bairro;
- Reduzir a infraestrutura utilizada para estacionamento na rua, de forma a melhorar a imagem urbana do bairro e de forma a dar prioridade à mobilidade pedonal;
- Garantir uma utilização flexível dos parques de estacionamento localizados ao ar livre;
- Minimizar os danos ambientais associados à existência de estacionamento ao ar livre, incluindo o consumo excessivo da área de estacionamento e o escoamento de águas pluviais;
- Avaliar a existência de tecnologias sustentáveis inovadoras, que transformem as redes de mobilidade existentes em redes de mobilidade inteligente;
- Promover a utilização de tecnologias inteligentes de estacionamento e a utilização de veículos movidos a combustíveis alternativos.

4.5 Descrição dos critérios

- Ocupação das áreas para a mobilidade [LO] – Este critério encontra-se relacionado, com a análise do desenvolvimento da área terrestre superficial disponível para os diferentes sistemas de mobilidade, sendo avaliada a sua distribuição de acordo com os diferentes tipos de mobilidade existentes no bairro, calculando-se a área destinada para a mobilidade pedonal, para as ciclovias e a rede destinada para veículos rodoviários.
- Infraestruturas e equipamentos para mobilidade [IE] – Este critério serve para avaliar as características das infraestruturas existentes, como as ciclovias, transportes públicos e transporte privados, disponíveis para os diferentes tipos de mobilidade existentes no bairro. É responsável também pela avaliação da sua existência, da sua qualidade e da correcta localização das infraestruturas e equipamentos no bairro.
- Infraestruturas de estacionamento [PI] – Este critério é responsável pela análise da localização correcta, a distribuição e as características dos parques de estacionamento existentes no bairro. Serve ainda, como incentivo à minimização da pegada de estacionamento para a imagem urbana, e redução dos efeitos negativos deste, como a poluição e o tempo gasto na procura de estacionamento, de forma a torná-lo mais eficiente e sustentável possível.
- Tecnologias ecológicas e inteligentes para a mobilidade [ET] – Este critério serve para avaliar os sistemas e as tecnologias inteligentes existentes no bairro. Deve envolver a existência e o uso adequado dos sistemas de transporte inteligente e o uso de sistemas inteligentes para o estacionamento, de forma a melhorar a segurança, a eficiência e eficácia de toda a rede de transportes utilizada para a mobilidade no bairro. Deve também avaliar a existência do uso de equipamentos para o carregamento de veículos movidos a combustíveis alternativos.

4.6 Itens necessários para a avaliação

A documentação necessária para comprovar a existência dos pontos utilizados para o processo de cálculo são os seguintes:

- Documentação com informações relativamente a planeamentos estratégicos para um desenvolvimento urbano sustentável e também planos municipais de ordenamento do território;
- Documentação relativa à existência de ciclovias, e mapas da cidade;

- Regulamentação para os transportes públicos, onde se especificam as características e condições dos equipamentos dos transportes públicos e dos sistemas de transporte inteligentes relativos a estes;
- Regulamentação para o projecto de parques de estacionamento e regulamentos gerais das zonas de estacionamento e de zonas de acesso automóvel condicionado;
- Informações relacionadas com as características necessárias para o estacionamento público, como a sua distribuição, localização, loteamento e estratégias inteligentes de estacionamento;
- Evidências que mostrem as estratégias de planeamento de infraestruturas disponíveis para mobilidade, que estipulem o uso de sistemas de tecnologia de informação e comunicação inteligentes.

Em caso de dúvidas, relativamente à recolha de algum dos documentos acima mencionado, para a avaliação do indicador, podem ser consultadas as entidades governamentais, ou neste caso, consultar mapas 3D para recolha de informação, pois para a maior parte dos parâmetros de estudo é necessário visualizar o local do estudo, de forma a simplificar a avaliação.

4.7 Processo de cálculo

O processo de cálculo utilizado para cada um dos critérios é apresentado de seguida. Importa salientar o facto, de que a pontuação atribuída a cada parâmetro, foi efectuada através de uma hierarquização atribuída entre os parâmetros a serem avaliados, e de acordo com a pontuação atribuída nas outras metodologias existentes, que apresentavam parâmetros semelhantes aos avaliados.

- a) **Ocupação das áreas para a mobilidade [LO]** – Este critério encontra-se dividido em 3 subcritérios, que corresponde cada um deles a 3 parâmetros.

O parâmetro 1, serve para avaliar a distribuição da rede pedonal, o parâmetro 2 serve para avaliar a distribuição da rede ciclável e o parâmetro 3 avalia a rede rodoviária. Para se avaliar este critério, é necessário calcular a área destinada para cada rede existente para a mobilidade, dividindo-a pela área total destinada para este efeito.

Para a pontuação atribuída a cada um destes 3 parâmetros, optou-se por se atribuir uma maior pontuação à rede pedonal e à rede ciclável, do que em relação à rede rodoviária, no entanto, as diferenças percentuais são pequenas, pois nesta última considera-se também o uso do transporte público, e não apenas os veículos privados. A pontuação atribuída justifica-se através de uma

maior importância dada às redes pedonais e às ciclovias, de forma a que seja limitado o uso do automóvel no bairro em estudo.

Neste critério, ocupação das áreas para a mobilidade [LO], em que se avalia a distribuição destas três redes de mobilidades, de acordo com as metodologias anteriormente referidas, é considerado que uma prática sustentável corresponde a uma limitação da área destinada aos veículos privados em cerca de 40% da área total destinada para mobilidade. No entanto, optou-se por se aumentar este valor em 15%, considerando-se um máximo de 55%, justificado pelo facto de a rede rodoviária contemplar não só o uso do veículo privado, mas também o uso de transportes públicos dentro do bairro.

Os restantes 45 %, foram distribuídos para os modos de mobilidade suave, em 35% para a rede destinada aos peões e 10 % para a rede ciclável, acreditando-se que com estes limites impostos já é possível a existência de uma rede de mobilidade sustentável no bairro.

- b) **Infraestruturas e equipamentos para mobilidade [IE]** – Este critério encontra-se dividido em 4 subcritérios, divididos em vários parâmetros, apresentados de seguida.

O primeiro subcritério serve para avaliar as infraestruturas e os equipamentos para bicicletas, sendo constituído por 5 parâmetros, ou seja, do parâmetro 4 ao parâmetro 8, em que se avalia a existência de ciclovias, a qualidade das ciclovias, a existência de lojas de aluguer de bicicletas, a localização correcta de estacionamento e se esses estacionamentos se encontram devidamente dimensionados.

Refere-se que a iluminância, que se encontra presente no tópico pertencente ao parâmetro 5, que avalia a existência de uma boa iluminação, é a quantidade de fluxo luminoso que atinge uma superfície por unidade de área, sendo a sua unidade no Sistema Internacional o lux.

O subcritério seguinte, serve para avaliar as infraestruturas e equipamentos destinados aos autocarros, encontrando-se dividido em 3 parâmetros, do parâmetro 9 ao 11, servindo para avaliar a existência de paragens de autocarro, a sua correcta localização e a qualidade das paragens.

Do subcritério que avalia as infraestruturas e equipamentos para transporte rápidos em massa, fazem parte os parâmetros 12, 13 e 14, servindo para avaliar a existência de paragens dentro do bairro, a sua correcta localização, e avaliar a qualidade das paragens.

Por último existe um subcritério que serve para avaliar a qualidade da rede rodoviária, encontrando-se dividido em 2 parâmetros. O parâmetro 15 avalia a existência de uma área,

segura e confortável para os veículos, e o parâmetro 16, serve para avaliar a qualidade das ruas existentes, encontrando-se dividido em 2 tópicos.

Para se avaliar este critério, infraestruturas e equipamentos para mobilidade [IE], que avalia a existência e a qualidade das infraestruturas existentes, bem como a sua correcta localização, é necessário fazer uma visita ao local a fim de se verificar a existência dos equipamentos que se encontram a ser avaliados ou utilizar Mapas 3D.

A pontuação atribuída para cada parâmetro, dependeu da hierarquização atribuída a cada parâmetro em análise, de acordo com a importância que se observou através da bibliografia consultada relativamente às ciclovias e aos transportes públicos.

Optou-se por se atribuir uma maior pontuação à subcategoria relacionada com as infraestruturas e equipamentos para bicicletas, com 36%, pois são um modo de transporte mais sustentável. Para os 5 parâmetros que se encontram a ser avaliados, atribui-se cerca de um quarto da totalidade à sua existência, ou seja 8% para o parâmetro 4, e atribui-se 16% à sua qualidade, parâmetro 5, dividindo-se este valor igualmente por todos os tópicos que se encontram a ser avaliados.

No que diz respeito aos estacionamento para ciclovias e a sua qualidade, o parâmetro 7 e o parâmetro 8, atribui-se uma pontuação de 4 % para cada um, bem como para o parâmetro 6, relacionado com o sistema de Bicycle Sharing.

Para os subcritérios que avaliam a qualidade das infraestruturas e equipamentos para os autocarros e para as infraestruturas e equipamentos para os transportes rápidos em massa, optou-se por se atribuir a mesma pontuação, ou seja 24 %.

Para os parâmetros que servem para avaliar a qualidade das infraestruturas e equipamentos para autocarros, o raciocínio que se utilizou para se atribuir a pontuação foi semelhante ao anterior, atribuindo-se 8% ao parâmetro 9 que avalia a existência de paragens, e para o parâmetro 10, que avalia a correcta localização desta atribuiu-se uma pontuação de 4%.

No que diz respeito, à avaliação da qualidade das paragens existentes, atribui-se uma pontuação de 12%, igualmente distribuída por todos os tópicos em avaliação.

Para os parâmetros que avaliam a qualidade das infraestruturas e equipamentos para o MRT, a pontuação atribuída segue a mesma lógica do que a pontuação atribuída aos parâmetros que avaliam a qualidade das infraestruturas e equipamentos para os autocarros, ou seja, atribui-se 8% ao parâmetro 12, que avalia a sua existência, 4 % ao parâmetro 13 que avalia localização

das paragens, e 12 % para o parâmetro 14, que avalia a qualidade das paragens, sendo a percentagem igualmente distribuída por todos os tópicos em avaliação.

Por último, sobram 16%, que se atribuem à qualidade da rede rodoviária, em que se atribuiu 12 % para a sua qualidade, distribuídos em 8% para a não existência de danos, e de 4% para a sua correcta construção, sendo que os restantes 4% foram atribuídos ao parâmetro 15, que avalia a existência de uma área segura e confortável para os veículos.

c) **Infraestruturas de estacionamento [PI]** – Este critério encontra-se dividido em 4 subcritérios, a que correspondem alguns parâmetros que devem ser avaliados.

O primeiro subcritério avalia o estacionamento na rua, e apenas se considerou o parâmetro 17, que serve para avaliar a área de estacionamento pago. Existe um subcritério que avalia a existência de estacionamento fora da rua, que se encontra dividido em 5 parâmetros, do 18 ao 22, avaliando-se a existência de parques de estacionamento fora da rua, a distância a que estes se situam das habitações, avalia se eles se encontram devidamente definidos e se apresenta um correcto dimensionamento, e se os estacionamentos apresentam sinalização.

Existe ainda, um subcritério que avalia o estacionamento de uso misto, utilizando-se apenas o parâmetro 23, que avalia a existência de estacionamentos que podem ser de uso misto.

Por último, existe ainda um subcritério para avaliar a redução da pegada de estacionamento, encontrando-se dividido em 4 parâmetros, do 24 ao 27, servindo para avaliar a existência de estratégias que minimizem a pegada de estacionamento, a localização dos estacionamentos existentes na rua, a existência de parques de estacionamento subterrâneos e a existência de parques de estacionamentos em zonas de menor densidade populacional, que se integrem com os sistemas de transporte público.

Para se atribuírem as pontuações aos parâmetros que se encontram a ser avaliados dentro deste critério, foi necessário observar as pontuações atribuídas pelas metodologias existentes, que avaliem parâmetros semelhantes, e distribuindo assim a pontuação, de acordo com a com a hierarquia atribuída. Optou-se por se atribuir uma maior pontuação ao subcritério que avalia a redução da pegada de estacionamento, 40%, igualmente distribuída pelos 4 parâmetros em análise. Para o subcritério relativo aos parques de estacionamento fora da rua, atribui-se uma percentagem de 35%, não sendo distribuído de igual forma pelos 5 parâmetros que o avaliam.

Um estacionamento fora da rua, quer dizer, que os estacionamentos se devem localizar fora da via pública, normalmente em garagens, dando prioridade à mobilidade pedonal e incentivando o uso do transporte público.

A distribuição da pontuação atribuída para os 5 parâmetros que avaliam o estacionamento fora da rua, foi efectuada de acordo com a pontuação atribuída pelas metodologias existentes, o que resulta em uma maior pontuação atribuída ao parâmetro 19, relativo à distância máxima a que o estacionamento se deve localizar da entrada do edifício, ou seja 10%, atribuiu-se 7,5% aos parâmetros 20 e 21, que avaliam se estes parques localizados fora da rua se encontram bem definidos e se apresentam um dimensionamento optimizado, respectivamente.

Por último considerou-se que a existência de parques de estacionamento fora da rua e a sua correcta sinalização, parâmetro 18 e 22 apresentam a mesma importância, ou seja 5%.

A restante pontuação foi distribuída em 15 % para os estacionamentos pagos, seguida de 10 % para os estacionamentos de uso misto, podendo estes também serem pagos ou não, quando estão a ser utilizados como estacionamento, seguindo a mesma lógica de atribuição, através da consulta da bibliografia disponível.

- d) **Tecnologias ecológicas e inteligentes para a mobilidade [ET]** – Este critério encontra-se dividido em 3 subcritérios, a que correspondem alguns parâmetros que devem ser devidamente avaliados.

O primeiro subcritério diz respeito à avaliação de sistemas inteligentes de transporte, estando dividido em 4 parâmetros, dizendo respeito à existência de sistemas avançados de gestão de tráfego, à existência de sistemas avançados de informação aos viajantes, à existência de sistemas avançados para transportes públicos e existência de sistemas avançados para controlo dos veículos.

Existe um subcritério que serve para avaliar os sistemas de estacionamento inteligente, e dele fazem parte os parâmetros 32 e 33, avaliando-se a existência de sistemas de estacionamento inteligente e a existência de sistemas automatizados de estacionamento, respectivamente. O último subcritério, avalia a existência de equipamentos para abastecerem carros que são movidos a combustíveis alternativos, avaliando-se apenas um parâmetro, o 34.

Tal como nos outros critérios, foi necessário definir em primeiro lugar a hierarquia para os parâmetros que se encontram em análise, através da informação observada na bibliografia estudada.

Como existe falta de informação nas metodologias já existentes sobre os sistemas de transporte inteligentes e sobre os sistemas de estacionamento inteligentes, optou-se por atribuir a mesma pontuação, 40%, aos subcritérios relacionados com os sistemas de transporte inteligente e aos sistemas de estacionamento inteligente.

Para os parâmetros que avaliam os sistemas de transporte inteligentes, optou-se por se distribuir a pontuação igualmente pelos quatro parâmetros, ou seja 10% para cada um.

De igual forma, para os 2 parâmetros que avaliam os sistemas inteligentes de estacionamento, foi atribuído 20% para cada um deles, devido à falta de informação existente, sobre qual é o que apresenta maior importância. Os restantes 20 % relativos ao parâmetro 34, que avalia os equipamentos para veículos com combustíveis alternativos, distribuíram-se em 5% para os carros eléctricos, pois hoje em dia existem diversos veículos movidos a electricidade, igualmente 5% para os carros movidos a hidrogénio, pois considera-se este como o combustível ecológico do futuro, e a restante pontuação foi distribuída em 4 % para os veículos movidos a gás natural e para os veículos movidos a biodiesel, sobrando 2 %, que se distribuiu para os veículos que utilizem outro tipo de combustível alternativo.

O índice do indicador para infraestruturas rodoviárias e equipamentos (I_{RIE}), representa a relação que existe entre os quatro critérios analisados, e é obtido através da seguinte equação:

$$I_{RIE} = (0.125LO + 0.375IE + 0.375PI + 0.125ET) \times 100\% \quad (5)$$

A relação existente entre os quatro critérios foi calculada através do sistema de análise multicritério AHP. No subcapítulo seguinte, é apresentado o cálculo efectuado para a determinação dos pesos dos critérios apresentados na equação 5 e no quadro 4.1, encontra-se a informação relativa a cada um dos parâmetros em avaliação.

Quadro 4.1 – Critérios de avaliação para o indicador de Infraestruturas e Equipamentos Rodoviários (Adaptado de Reyes, 2019)

Metodologia UISA fEN – Indicador de Infraestruturas e Equipamentos Rodoviários		
Critérios de Avaliação		Pontuação
Ocupação das áreas para a mobilidade [LO]		
Rede Pedonal	Parâmetro 1. A distribuição da área pedonal deve ser de pelo menos 35% da área total destinada para a mobilidade. Rede Pedonal = Área destinada para os peões / Área destinada para a mobilidade	35.00%

Rede ciclável	Parâmetro 2. A distribuição da área destinada para as ciclovias deve ser de pelo menos 10% da área total destinada para a mobilidade. Rede ciclável = Área destinada para ciclovias/ Área destinada para mobilidade	35.00%
Rede Rodoviária	Parâmetro 3. A distribuição da área destinada para os veículos rodoviários é no máximo igual a 55% da área total designada para a mobilidade. Rede Rodoviária = Área destinada para veículos / Área destinada para a mobilidade	30.00%

Quadro 4.1 - Critérios de avaliação para o indicador de Infraestruturas e Equipamentos Rodoviários (continuação)

Critérios de Avaliação		Pontuação
Infraestruturas e Equipamentos para mobilidade [IE]		
Infraestruturas e Equipamentos para bicicletas	Parâmetro 4. Existência de ciclovias no bairro.	8.00%
	Parâmetro 5. As ciclovias existentes são de boa qualidade: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Não interferem com as zonas pedonais. ◦ Apresentam dimensões adequadas, considerando-se que devem ter um mínimo de 1,5 metros de largura. ◦ Apresentam uma inclinação adequada, abaixo de 5 %. ◦ Apresentam material exclusivo a ciclovias no seu pavimento, sem danos. ◦ Apresentam poucas intersecções, e as existentes devem ser projectadas, de forma a minimizar a confusão entre os ciclistas e outros meios de transporte. ◦ Apresentam sinalização devidamente aplicada e coerente de acordo com os regulamentos em vigor. ◦ Apresentam um sistema de drenagem adequado. ◦ Apresentam uma iluminação adequada, com um brilho médio entre 5 a 22 lux. 	16.00%
	Parâmetro 6. Existência de lojas particulares de aluguer de bicicletas, ou sistemas públicos de bicicletas (Bycycle Sharing).	4.00%
	Parâmetro 7. Existência de estacionamento acessível e seguro para as bicicletas, com um raio de cobertura igual a 300 metros.	4.00%

	Parâmetro 8. Os estacionamento existentes, são de acordo com as especificações recomendadas, em termos de dimensões, segurança, iluminação e equipamento.	4.00%
Infraestruturas e Equipamentos para autocarros	Parâmetro 9. Existência de paragens para os autocarros, que satisfaçam devidamente a necessidade dos moradores do bairro, devendo cada paragem apresentar um raio de cobertura igual a 300 metros.	8.00%
	Parâmetro 10. As paragens de autocarro devem estar localizadas em zonas estratégicas e de fácil acessibilidade para todos os utilizadores.	4.00%
	Parâmetro 11. As paragens de autocarro existentes apresentam uma boa qualidade: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Existência de equipamento necessário (bancos e caixotes do lixo), para que os passageiros aguardem pelo transporte de forma confortável, segura e com limpeza. ◦ As paragens encontram-se devidamente protegidas em relação às condições meteorológicas. ◦ Apresentam uma iluminação adequada, com uma iluminação média de 15 lux. ◦ Nas paragens existem informações relacionadas com os transportes que servem aquela paragem, bem como de outros modos de transporte que se encontrem interligados. ◦ Apresentam uma ventilação adequada. ◦ Apresentam boa visibilidade. 	12.00%

Quadro 4.1 - Critérios de avaliação para o indicador Infraestruturas e Equipamentos Rodoviários (continuação)

Critérios de Avaliação		Pontuação
Infraestruturas e Equipamentos para mobilidade [IE]		
Infraestruturas e Equipamentos	Parâmetro 12. A existência de paragens de (MRT), dentro do bairro deve servir para um raio de acção de 500 metros.	8.00%
	Parâmetro 13. As paragens de (MRT) encontram-se localizadas em zonas estratégicas e de fácil acesso para todos.	4.00%

	<p>Parâmetro 14. As paragens de (MRT) existentes são de boa qualidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Existência de equipamento necessário (bancos e caixotes do lixo), para que os passageiros possam aguardar pelo transporte confortavelmente, com limpeza e em segurança ◦ As paragens de (MRT) encontram-se devidamente protegidas em relação às condições meteorológicas. ◦ Apresentam uma iluminação adequada, com uma iluminação média de 15 lux. ◦ Apresentam informações relativas às linhas de (MRT), que fornecem essa paragem, bem como informações relativas a outros meios de transporte que se encontrem conectados. ◦ Apresentam ventilação adequada. ◦ Apresentam boa visibilidade 	12.00%
Qualidade da rede Rodoviária	<p>Parâmetro 15. Existência de uma área segura, e confortável destinada aos veículos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ A rede viária apresenta uma superfície de pavimento que deve seguir as regras estipuladas, tais como atrito, textura, ruído, desníveis, suavidade e drenagem. 	4.00%
	<p>Parâmetro 16. As ruas existentes apresentam uma boa qualidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Encontram-se devidamente construídas de acordo com a sua função, constituído por uma camada de material compactado estável. ◦ Não apresentam danos superficiais, tais como, as rodeiras, irregularidades, buracos, rachas, poeiras e degradação do solo. 	12.00%
Infraestruturas de Estacionamento [PI]		
Estacionamento na rua	<p>Parâmetro 17. A distribuição de área destinada para estacionamento pago é de até 20 % da área destinada para veículos:</p> <p>Disponibilidade de estacionamento na rua = $\frac{\text{Área de Estacionamento pago}}{\text{Área destinada para os veículos}}$</p>	15.00%
Parques de estacionamento fora da rua	Parâmetro 18. Existência de parques de estacionamento fora da rua dentro do bairro	5.00%
	Parâmetro 19. A distância máxima até um estacionamento fora da rua é de 250 metros	10.00%
	Parâmetro 20. Os parques de estacionamento existentes fora da rua, encontram-se bem definidos, e de acordo, com o nível de serviço necessário.	7.50%

	Parâmetro 21. As dimensões dos estacionamentos existentes encontram-se optimizadas em relação ao espaço disponível e número de veículos.	7.50%
	Parâmetro 22. Os parques de estacionamento existentes fora da rua apresentam uma sinalização adequada, quer sejam eles exteriores ou interiores.	5.00%

Quadro 4.1 - Critérios de avaliação para o indicador de Infraestruturas e Equipamentos Rodoviários (continuação)

Critérios de Avaliação		Pontuação
Infraestruturas de Estacionamento [PI] (continuação)		
Estacionamentos de uso misto	Parâmetro 23. Nos estacionamentos existentes no bairro, pode ser observado a inclusão de diferentes usos além do estacionamento, quer sejam para áreas destinadas a comércio quer sejam para campos de jogos, que sirvam para influenciar os seus utilizadores a maximizarem a utilização da área de estacionamento quando esta não se encontra em uso, em alguns momentos do dia ou da semana.	10.00%
Redução da pegada de estacionamento	Parâmetro 24. A Existência de estratégias de forma a minimizarem a pegada de estacionamento em 10 %. Inclui os sistemas de boleias (carpool), sistemas de car-sharing, ou sistemas de estacionamentos compartilhados para diferentes edifícios.	10.00%
	Parâmetro 25. Os estacionamentos disponíveis na rua, devem-se encontrar localizados perto dos edifícios ou ao lado destes, mas nunca na sua frente.	10.00%
	Parâmetro 26. Os parques de estacionamento devem ser preferencialmente subterrâneos.	10.00%
	Parâmetro 27. Os estacionamentos devem estar localizados nas zonas do bairro com menor densidade populacional, e estes devem estar integrados com a rede de transporte público, de forma a facilitar e satisfazer a mobilidade em todo o bairro.	10.00%
Tecnologias ecológicas e inteligentes para a mobilidade [ET]		
Sistemas Inteligentes de Transporte	Parâmetro 28. Existência de sistemas avançados de gestão de tráfego, através de equipamentos com a capacidade para recolher informação que sirva para monitorizar as condições das estradas, controlar e gerir a rede em tempo real. Aqui englobam-se todos os sensores, sistemas de câmaras de videovigilância, semáforos e painéis electrónicos.	10.00%

	Parâmetro 29. Existência de sistemas avançados de informação aos viajantes, através da recolha de informações em tempo real sobre o tráfego existente, servindo para se garantir um planeamento para o percurso a realizar de forma mais eficiente. Incluem-se todos os sistemas de sensores e painéis electrónicos, sistemas de rádio, os sistemas de câmaras de videovigilância, e os sistemas integrados em veículos	10.00%
	Parâmetro 30. Existência de sistemas avançados para os transportes públicos, com capacidade para fornecerem informações em tempo real aos passageiros sobre os sistemas de transporte, como por exemplo, rotas, custos, horários, localização por GPS. Consideram-se todos os sistemas de semáforos que dão prioridade a veículos de transporte público e sistemas de pagamento electrónicos	10.00%
	Parâmetro 31. Existência de sistemas avançados para controlo de veículos, através do uso de veículos autónomos com sensores, com capacidade de fornecerem informações visuais e auditivas que auxiliem na condução	10.00%
Sistemas de estacionamento inteligente	Parâmetro 32. Existência de sistemas de estacionamento inteligentes, através do uso de sensores, que colectam dados em tempo real e aplicações com capacidade de fornecer informações aos utilizadores, sobre os locais de estacionamento disponíveis e sistemas de pagamentos electrónicos	20.00%
	Parâmetro 33. Existência de sistemas para estacionamento automatizados.	20.00%

Quadro 4.1 - Critérios de avaliação para o indicador de Infraestruturas e Equipamentos Rodoviários (continuação)

Critérios de Avaliação		Pontuação
Tecnologias ecológicas e inteligentes para a mobilidade [ET] (continuação)		
Equipamentos para veículos com	Parâmetro 34a. Equipamentos para carregar veículos eléctricos.	5.00%
	Parâmetro 34b. Equipamentos para carregar veículos a hidrogénio.	5.00%
	Parâmetro 34c. Equipamentos para carregar veículos a biodiesel.	4.00%

	Parâmetro 34d. Equipamentos para carregar veículos a gás natural.	4.00%
	Parâmetro 34e. Equipamentos para carregar veículos que utilizem outros tipos de combustíveis alternativos.	2.00%

4.8 Aplicação da análise multicritério AHP

O primeiro passo, passou por se definir a hierarquia da relação entre os critérios em estudo, desenvolvida pelo Dr. Thomas L. Saaty, através da escala definida de 1-9, no método AHP, e apresentada no quadro 4.2, após se estudarem diferentes proporções e escalas de comparações.

Como resultado desse estudo, verificou-se que uma escala, com nove elementos é suficiente pois apresenta a capacidade de reflectir de forma adequada os níveis em que uma pessoa pode efectuar uma comparação, lógica e eficaz entre as relações, neste caso existente entre os critérios (Zhang et al, 2009).

Quadro 4.2 – 1-9 Escala no AHP

Tabela de critérios (relação entre critérios)	Igual Importância	Fraca	Importância Moderada	Mais moderado	Forte Importância	Mais Forte	Muito Forte ou importância demonstrada	Muito, Muito Forte	Extrema Importância	Recíprocos
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1/valor

Tendo em conta os quatro critérios em análise, considerou-se que os indicadores que apresentam uma maior importância são os critérios [IE] e [PI], Infraestruturas e equipamentos para mobilidade, e Infraestruturas de estacionamento, respectivamente, devido ao facto, do primeiro avaliar a qualidade e a existência de meios de transportes alternativos ao uso de automóvel, apresentando um impacto positivo sobre o meio ambiente em relação ao uso do veículo privado e o segundo critério [PI], encontrar-se relacionado com os estacionamentos, um dos grandes problemas das cidades hoje em dia. Optou-se então por se atribuir uma importância igual a estes dois indicadores, correspondendo à escala 1, do quadro 4.2.

Em relação aos outros dois critérios, optou-se por se atribuir também, uma igual importância entre eles, correspondendo também à escala 1, do quadro 4.2. Esta opção foi tomada,

considerando-se que o critério [ET], que avalia a existência de sistemas inteligentes de transporte e de sistemas inteligentes de estacionamento, bem como os equipamentos para carregamento de veículos movido por combustíveis alternativos, embora tenha potencialidade de resolver muitos dos problemas existentes na mobilidade urbana, são bastantes dispendiosos e não podem ser aplicados em diversos centros urbanos, e o critério [LO], que serve para avaliar a distribuição da área disponível para a mobilidade, que só por si não é capaz de se apresentar como uma prática sustentável, devido ao facto da distribuição de área para os diversos tipos de mobilidade se encontrar dependente de vários factores, pois o uso e a ocupação do solo variam em cada local.

Com estes dois pares, atribui-se aos critérios [IE] e [PI], uma importância moderada, em comparação com os outros dois, que corresponde à escala de 3, do quadro 4.2. Como resultado para esta comparação, obteve-se a tabela 4.3.

Quadro 4.3 – Comparações entre pares de critérios

	LO	IE	PI	ET
Ocupação das áreas para a mobilidade [LO]	1	1/3	1/3	1
Infraestrutura e Equipamentos para mobilidade [IE]	3	1	1	3
Infraestruturas de Estacionamento [PI]	3	1	1	3
Tecnologias ecológicas e inteligentes para a mobilidade [ET]	1	1/3	1/3	1
Resumindo	8	2 2/3	2 2/3	8

Após formada a matriz de comparação, foi necessário determinar o vector próprio dos critérios, através da equação 6, apresentando-se o resultado final no quadro 4.4. O vector próprio, representa a classificação relativa da importância associada aos critérios que se encontram a ser comparados (Coyle, 2004), e pode ser obtida através do quadrado da matriz de critérios.

$$\begin{bmatrix} 1.0 & 0.33 & 0.33 & 1.0 \\ 3.0 & 1.0 & 1.0 & 3.0 \\ 3.0 & 1.0 & 1.0 & 3.0 \\ 1.0 & 0.33 & 0.33 & 1.0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1.0 & 0.33 & 0.33 & 1.0 \\ 3.0 & 1.0 & 1.0 & 3.0 \\ 3.0 & 1.0 & 1.0 & 3.0 \\ 1.0 & 0.33 & 0.33 & 1.0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4.0 & 1.33 & 1.33 & 4.0 \\ 12.0 & 4.0 & 4.0 & 12.0 \\ 12.0 & 4.0 & 4.0 & 12.0 \\ 4.0 & 1.33 & 1.33 & 4.0 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Quadro 4.4 – Vector Próprio

4,00	+	1,33	+	1,33	+	4,00	=	10,6667	0,1250
12,00	+	4,00	+	4,00	+	12,00	=	32,0000	0,3750
12,00	+	4,00	+	4,00	+	12,00	=	32,0000	0,3750
4,00	+	1,33	+	1,33	+	4,00	=	10,6667	0,1250
								85,3333	1,0000

Após calculado o vector próprio, determinou-se a pontuação de cada um dos critérios, que se encontra apresentada no quadro 4.5, verificando-se que os critérios [IE], infraestruturas e equipamentos para mobilidade e [PI], infraestruturas de estacionamento, apresentam uma pontuação igual a 37,5 % e os critérios [LO], ocupação das áreas para a mobilidade e [ET], tecnologias ecológicas e inteligentes para a mobilidade, apresentam uma pontuação igual a 12,5 %.

Quadro 4.5 – Classificação dos critérios

Ocupação das áreas para a mobilidade [LO]	12,50%
Infraestrutura e Equipamentos para mobilidade [IE]	37,50%
Infraestruturas de Estacionamento [PI]	37,50%
Tecnologias ecológicas e inteligentes para a mobilidade [ET]	12,50%

Depois de calculado o vector próprio, determinou-se a consistência da matriz (Saaty, 1980), calculando-se a sua taxa de consistência (CR), sendo uma medida importante do processo pois reflecte as prioridades com base em pares de comparações. Para se obter a consistência da matriz, é necessário seguir os passos seguintes:

- Em primeiro lugar, é importante calcular o λ -max, que se define como o comprimento de onda máximo obtido pela multiplicação da soma da comparação de pares com cada vector próprio respectivo.

$$\lambda - \max = n = \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (7)$$

- De seguida, é necessário calcular o índice de consistência, (CI), que se define como o grau de consistência. O índice de consistência é calculado através da seguinte equação:

$$CI = \frac{\lambda - \max - n}{n - 1} \quad (8)$$

- Por último, calcula-se a taxa de consistência, (CR), através da equação 9, que resulta da comparação entre o índice de consistência (CI), e o índice de consistência aleatória (RI), sendo este um valor proposto pelo Prof. Saaty, como índice de consistência apropriado (Saaty, 1980).

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (9)$$

O valor calculado para a taxa de consistência, (CR), deve ser menor ou igual a 10%, pois representa que a inconsistência apresentada no quadro 4.7 é aceitável, e caso este valor seja superior a 10%, as comparações entre pares devem ser revistas. No quadro 4.6 encontra-se apresentado os índices de Consistência aleatória. Verifica-se na tabela 4.7 que o valor obtido para a taxa de consistência é igual a 0, sendo inferior ao limite de 10 % estipulado.

Quadro 4.6 – Índice de Consistência aleatória (RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Quadro 4.7 – Consistência da matriz para os critérios

Normalização	Vector Próprio	λ -max	Índice de Consistência	Taxa de Consistência
0,125 0,125 0,125 0,125	0,125	4,0	0,0	0,00%
0,375 0,375 0,375 0,375	0,375	(EV1 x RPC1) + (EV2xRPC2) + ...	CI = $\frac{(\lambda\text{-max} - n)}{(n - 1)}$	CR = CI / RI Para comparação de pares de mais de 3 critérios, é importante considerar que: CR ≤ 10%
0,375 0,375 0,375 0,375	0,375			
0,125 0,125 0,125 0,125	0,125			
1,0 1,0 1,0 1,0	1,0			

Como resultado final no desenvolvimento deste indicador, obteve-se o gráfico da figura 4.1. As percentagens de cada parâmetro foram calculadas, através da multiplicação da pontuação atribuída a cada parâmetro pela pontuação de cada critério

Deste gráfico é possível observar os parâmetros que apresentam uma maior importância, destacando-se os 2 primeiros parâmetros, relativos a distribuição da rede pedonal e da rede

ciclável, respectivamente, o parâmetro 5, relativo à qualidade das infraestruturas da rede ciclável, o parâmetro 11, relativo à qualidade das paragens de autocarro e o parâmetro 14, relativo às paragens de MRT e os parâmetros 16 e 17, sendo o primeiro relativo à boa qualidade das ruas existentes no bairro, e o segundo da distribuição da área destinada para estacionamento pago.

No outro extremo e apresentando uma menor importância, aparecem os quatro parâmetros relativos aos sistemas de transporte inteligente, com 1,3 %, no entanto existem outros 6 parâmetros com uma pontuação igual a 1,5 %, encontrando-se todos englobados no critério de infraestruturas e equipamentos para a mobilidade, [IE], o parâmetro 6, 7 e 8, que avaliam a existência de lojas de aluguer de bicicletas ou sistemas públicos de Bicycle Sharing, a existência de estacionamento para bicicletas e as especificações recomendadas para este, respectivamente. O parâmetro 10, 13 e 15, dizem respeito à localização das paragens de autocarro, à localização das paragens de MRT e da existência de uma área segura e confortável destinada aos veículos, respectivamente.

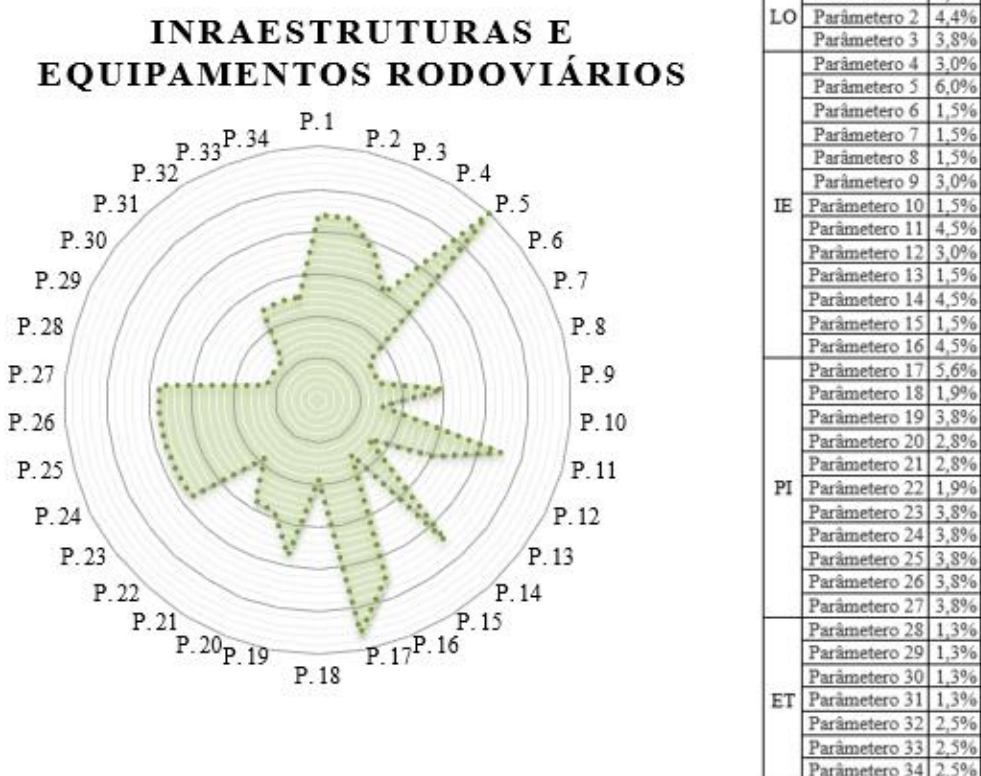


Figura 4.1 – Gráfico da pontuação obtida dos parâmetros relativos ao Indicador de Infraestruturas e Equipamentos Rodoviários (Adaptado de Reyes, 2019)

5 CASO DE ESTUDO

5.1 Considerações Iniciais

Neste capítulo efectua-se a aplicação do indicador desenvolvido neste trabalho, Infraestruturas e Equipamentos Rodoviários (IS4), em 6 bairros diferentes da cidade de Coimbra.

A análise foi efectuada em grupos, isto é, do primeiro grupo fazem parte os bairros “Alta” e “Baixa”, do segundo grupo fazem parte os bairros “Solum 1” e “Solum 2” e o outro grupo os bairros “Santa Clara 1” e “Santa Clara 2”. Estes bairros foram escolhidos devido a apresentarem características diferentes entre si, e se apresentarem como zonas com grande importância na cidade de Coimbra. Os bairros da “Alta” e “Baixa”, são zonas mais antigas da cidade, os bairros da “Solum”, zonas mais recentes da cidade e onde se concentra grande parte da população e os bairros em “Santa Clara”, zonas residenciais localizadas numa zona mais periférica da cidade, mas também com uma elevada concentração de população.

No bairro designado por “Alta”, a maior parte dos edifícios pertencem à Universidade de Coimbra, existindo poucos edifícios residenciais, e com pouca população, sendo que, grande parte dela são estudantes. Por sua vez, no bairro designado por “Baixa”, a maior parte dos edifícios são destinados para o pequeno comércio, novamente apresentando poucos edifícios residenciais, ambos os bairros fazem parte do centro histórico da cidade de Coimbra.

Em relação aos bairros avaliados no Solum, e em Santa Clara, ambos apresentam maior concentração de população em relação aos bairros “Baixa” e “Alta”, no entanto, os bairros no Solum encontram-se localizados numa zona mais central da cidade, e os bairros de Santa Clara numa zona mais periférica da cidade. Os bairros da Solum, encontram-se localizados na margem direita do rio Mondego, e os bairros de Santa Clara, encontram-se localizados na margem esquerda do rio.

Para se avaliar a sustentabilidade nestes bairros em relação a este indicador, para o critério da ocupação das áreas para a mobilidade [LO], foi necessário medir as áreas destinadas aos peões, às bicicletas e aos veículos motorizados, dividindo-as pela área total destinada à mobilidade, que resulta da soma destas três áreas. Caso os 3 parâmetros que são avaliados dentro deste critério cumpram as percentagens mínimas para o parâmetro 1, que avalia a distribuição da rede pedonal, e para o parâmetro 2, que avalia a distribuição da rede de ciclovias, de 35% e 10%,

respectivamente, ou no caso do parâmetro 3, que avalia a distribuição da rede rodoviária cumpra a percentagem máxima de 55%, atribui-se um valor de projecto igual a 1, ou seja, considera-se uma prática sustentável, caso contrário o valor de projecto toma um valor igual a 0, ou seja, corresponde a uma prática insustentável.

Em relação à prática convencional para este critério, para a realidade portuguesa, devido à inexistência de informação relativa à distribuição das áreas de mobilidade, optou-se por se atribuir um valor igual a 0, maximizando-se assim o cálculo deste critério, quando se efectua a normalização, através da equação 4.

Para o critério das infraestruturas e equipamentos para mobilidade [IE], foi necessário avaliar as infraestruturas de mobilidade existentes, em relação às infraestruturas e equipamentos para bicicletas, infraestruturas e equipamentos para autocarros, infraestruturas e equipamentos para os transportes rápidos em massa e a qualidade da rede rodoviária. Em todos os parâmetros relativos a este critério a avaliação não suscita dúvidas, pois torna-se necessário apenas a visualização da área de estudo através de mapas em 3D.

Para as infraestruturas relativas à rede ciclável, são necessários avaliar 4 parâmetros, o parâmetro 4, que diz respeito à existência de ciclovias como alternativa ao uso do automóvel é facilmente avaliada, o parâmetro 5 avalia a qualidade das ciclovias, parâmetro 6, que avalia a existência de lojas particulares de aluguer de bicicletas ou sistemas públicos de Bicycle Sharing e o parâmetro 7 e o parâmetro 8, que dizem respeito à existência de estacionamento para bicicletas e a avaliar as especificações destes, respectivamente.

Caso se verifique o que se está a avaliar atribui-se um valor igual a 1, ou seja, é considerado uma prática sustentável, caso contrário atribui-se um valor igual a 0.

Neste critério encontram-se igualmente em avaliação as infraestruturas e equipamentos para os autocarros, avaliado através de 3 parâmetros, o parâmetro 9 que avalia a existência de paragens de autocarro, o parâmetro 10, a localização destas paragens e o parâmetro 11 a qualidade destas paragens. Estes 3 parâmetros são fáceis de avaliar, atribuindo-se um valor igual a 1, ou seja, uma prática sustentável, caso se verifique o que se está a avaliar.

Igualmente neste critério, são avaliadas as infraestruturas e equipamentos para os transportes rápidos em massa, através de 3 parâmetros. O parâmetro 12, serve para avaliar a existência de paragens dentro do bairro, o parâmetro 13, a localização destas e o parâmetro 14 avalia a qualidade destas paragens. Tal como os outros parâmetros pertencentes a este critério, a sua avaliação não suscita dúvidas, e atribui-se um valor igual a 1, caso se verifique o que se encontra a ser avaliado, ou um valor igual a 0, caso não se verifique.

Por último, avalia-se ainda a qualidade da rede rodoviária através de 2 parâmetros, o 15 e o 16, o parâmetro 15 avaliando a existência de uma área segura e confortável para os veículos, e o parâmetro 16 a qualidade da sua construção e os danos existentes na estrada. Tal como os restantes parâmetros deste critério, estes também são de fácil avaliação, seguindo-se o mesmo raciocínio anterior, atribuindo-se um valor igual a 1, caso se verifique o que se está a avaliar.

Em relação à prática convencional para este critério, para a realidade portuguesa, considerou-se um valor igual a 40%, resultado da soma da pontuação atribuída à qualidade das redes rodoviárias, 16%, com os 24%, relativos à existência de infraestruturas e equipamentos destinados aos autocarros, considerando-se que estes dois subcritérios devem existir em todos os bairros para uma realidade portuguesa, e que as infraestruturas e equipamentos relativos às ciclovias e relativos ao MRT, são um upgrade na sustentabilidade. No entanto, a prática convencional poderia ter sido considerada igual a 0, o que servia para maximizar os resultados obtidos para os casos de estudo.

Para o critério de infraestruturas de estacionamento [PI], foi necessário avaliar 11 parâmetros, sendo que alguns deles podem não ser de fácil avaliação. O primeiro parâmetro a avaliar, o 17, diz respeito à área de estacionamento pago, com um mínimo de 20% da área total destinada aos veículos, sendo necessário medir a área destinada para o estacionamento pago e dividindo-a pela área total destinada a veículos rodoviários, já medida no critério anterior, e podendo ser avaliado através do uso de mapas 3D.

Caso se verifique este mínimo de 20%, atribui-se um valor igual a 1, ou seja, é considerado uma prática sustentável, caso contrário atribui-se um valor igual a 0.

Os cinco parâmetros seguintes, dizem respeito à avaliação de estacionamentos fora da rua, e aqui já podem existir algumas dúvidas na sua avaliação. O primeiro parâmetro a avaliar o 18, avalia a existência de estacionamento fora da rua dentro do bairro, o parâmetro 19 avalia a distância a que estes se encontram das residências, o parâmetro 20 se existe uma quantidade de estacionamentos suficientes, o parâmetro 21 se as dimensões se encontram optimizadas de acordo com o espaço disponível, e por último o parâmetro 22, se existe uma sinalização adequada. Estes estacionamentos fora da rua dizem respeito aos estacionamentos fora da via pública, podendo ser em garagens ou em lotes.

Neste caso, como não existe uma uniformidade a nível de estacionamentos dentro dos bairros analisados, deve atribuir-se um valor igual a 1, prática sustentável, caso os parâmetros se verifiquem na maioria da área do bairro em estudo, maximizando-se assim a aplicação deste critério.

Ainda dentro, deste critério, é necessário avaliar os estacionamento de uso misto, através do parâmetro 23, em que é necessário ter algum conhecimento da área em estudo, no entanto é também um parâmetro de fácil avaliação, e caso se verifique é atribuído um valor igual a 1.

Os últimos 4 parâmetros deste critério [PI], dizem respeito à redução da pegada de estacionamento, o parâmetro 24, avalia a existência de sistemas de boleias ou sistemas de car-sharing, não sendo um parâmetro fácil de avaliar devido ao mínimo de 10% atribuído, no entanto, caso seja uma prática comum dentro do bairro, atribui-se o valor relativo à prática sustentável.

Para avaliar o parâmetro 25, é necessário verificar se os estacionamento existentes na rua, não se encontram na frente dos edifícios, e nesse caso deve-se atribuir um valor igual a 1 na sua avaliação caso o parâmetro se verifique na maioria da área do bairro. O parâmetro 26 avalia a existência de estacionamento subterrâneos, e sua avaliação segue a mesma lógica do parâmetro anterior, caso existam estacionamento subterrâneos em grande parte da área do bairro, atribui-se o valor relativo a uma prática sustentável, ou seja, o valor de 1.

Por último, o parâmetro 27 avalia a existência de estacionamento localizados em zonas com menos densidade populacional, devendo estes estarem integrados com a rede de transportes públicos, e caso exista nas proximidades do bairro deve atribuir-se um valor igual a 1, caso contrário é atribuído o valor de 0, que corresponde a uma prática insustentável.

Tal como para o critério ocupação das áreas para a mobilidade [LO], a prática convencional para a realidade portuguesa utilizada foi igual a 0 %, devido à falta de informação sobre as práticas sustentáveis relativas aos estacionamento.

Por último, para se avaliar o critério relativo às tecnologias ecológicas e inteligentes para a mobilidade [ET], é necessário verificar a existência ou a utilização de sistemas de transporte inteligente, a existência ou utilização de sistemas de estacionamento inteligente e a existência equipamentos para recarga de combustíveis alternativos. Este critério encontra-se dividido em 7 parâmetros.

Os parâmetros 28, 29, 30 e 31 dizem respeito à avaliação dos sistemas de transporte inteligentes, o parâmetro 28 avalia a existência de sistemas de gestão de tráfego, o parâmetro 29 avalia a existência de sistemas de informação aos viajantes, o parâmetro 30 avalia os sistemas inteligentes relacionados com os transportes públicos e por último o parâmetro 31, avalia a existência de sistemas avançados para controlo de veículos.

Caso se verifique a sua existência dentro bairro, atribui-se um valor igual a 1, prática sustentável, caso contrário atribui-se um valor igual a 0. Optou-se por se considerar que basta a existência de qualquer tipo de sistema inteligente para se considerar uma prática sustentável.

Os parâmetros 32 e 33, avaliam os sistemas inteligentes de estacionamento, seguindo-se o mesmo raciocínio que os quatro parâmetros anteriores, em que caso se verifique a sua existência se atribui um valor igual a 1. Por último, o parâmetro 34 serve para avaliar a existência de equipamentos para veículos com combustíveis alternativos, e caso existam estes equipamentos no bairro, atribui-se um valor igual a 1.

Tal como para o critério ocupação das áreas para a mobilidade [LO] e o critério de infraestruturas de estacionamento [PI], a prática convencional para a realidade portuguesa utilizada foi igual a 0 %, devido à falta de informação sobre as práticas sustentáveis relativas aos sistemas inteligentes de estacionamento e de sistemas inteligentes de transporte.

5.2 Bairro “Alta” e “Baixa”

Na figura 5.1 apresentam-se os limites considerados para os bairros analisados. No caso do bairro da “Baixa”, os seus limites são a Av. Emídio Navarro, a Sul, a Este, a Rua António de Aguiar, e a Norte Rua Adelino Veiga, apresentando uma área total de 48303,9 m².

No caso do bairro da “Alta”, os seus limites são a Oeste a Rua António Aguiar, a Sul a Rua Couraça de Lisboa, a Este a Rua de São Pedro e Rua de São João, e a Norte pela Rua Borges Carneiro e a sua área é igual a 81455,7 m².

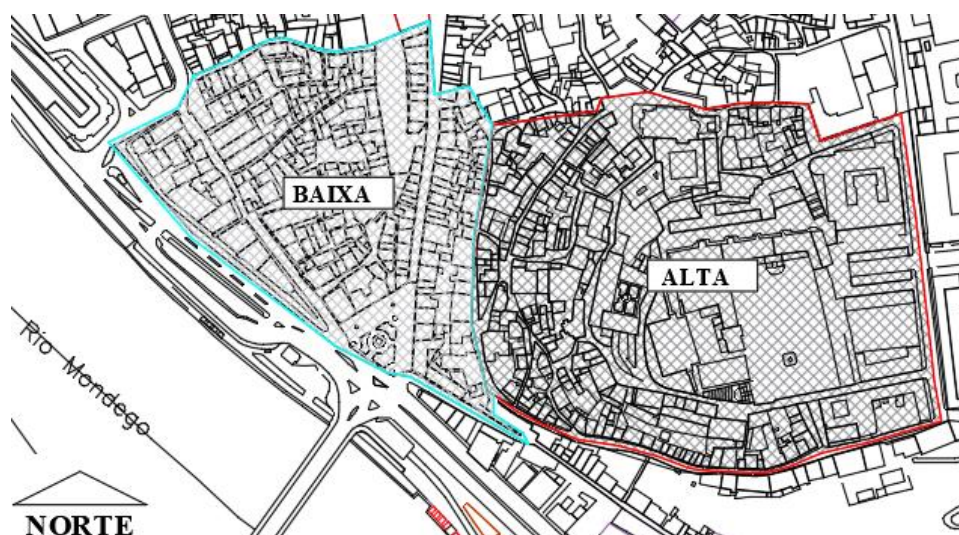


Figura 5.1 – Delimitação dos bairros analisados

Para o critério 1, ocupação das áreas para a mobilidade [LO], no bairro “Baixa”, a área de mobilidade pedonal é igual a 10310,52 m² e a área para os veículos é igual a 4609,39 m², o que corresponde a uma percentagem de área destinada aos peões igual a 69% e a restante destinada aos veículos. Para os dois bairros a área destinada às bicicletas é igual a 0, e no bairro da “Alta”, a área destinada à mobilidade pedonal é igual a 13490,80 m² e a área destinada aos veículos é igual a 9075,18 m², o que resulta numa percentagem de área destinada aos peões igual a 60%, e a restante destinada aos veículos.

O parâmetro 1, que avalia a distribuição da rede pedonal e o parâmetro 3, que avalia a distribuição da rede rodoviária, ambos se apresentam como práticas sustentáveis, para os dois bairros em estudo, pois cumprem com o valor mínimo e máximo, respectivamente.

No entanto devido à inexistência de ciclovias nos dois bairros, o parâmetro 2, que avalia a distribuição da rede ciclável apresenta uma prática insustentável, e, portanto, de igual forma do parâmetro 4 ao 8, que pertencem ao critério que avalia as infraestruturas e equipamentos para mobilidade [IE], a avaliação das infraestruturas e equipamentos para bicicletas também se apresenta como uma prática insustentável.

Do parâmetro 9 ao 11, avaliam-se as infraestruturas e os equipamentos para autocarros, e considerou-se que dentro dos 2 bairros, se verificam todos os critérios em análise, ou seja, tomam o valor de 1, apresentando-se como práticas sustentáveis. No entanto, dos parâmetros 12 ao 14, que avaliam as infraestruturas e equipamentos para o sistema de MRT, devido à impossibilidade de construção de linhas para MRT nos 2 bairros, devido a estes serem zonas históricas da cidade, e apenas existir a possibilidade de um sistema de MTR à superfície, foi necessário distribuir a pontuação atribuída aos parâmetros 12, 13 e 14, pelos outros parâmetros do critério [IE].

Os 2 parâmetros seguintes, o parâmetro 15 e 16, que avaliam a qualidade da rede rodoviária, foi considerado que para o bairro da “Baixa” e para o bairro da “Alta”, que ambos apresentam um valor igual a 1, embora as estradas existentes, sejam maioritariamente em calçada, devido a ser uma zona histórica.

Para o critério de infraestruturas de estacionamento [PI], a área destinada aos estacionamento pagos, no bairro “Baixa” é igual a 712,5 m² e para a “Alta” é igual a 612,5 m², o que leva a que o parâmetro 17, toma o valor igual a 1 nos 2 bairros analisados, pois a distribuição da área de estacionamento pago é inferior ao valor máximo. Para os 5 parâmetros que avaliam os parques de estacionamento fora da rua, como não existem parques de estacionamento fora da rua, pois existem diversos locais onde existem estacionamento ou paragens destinadas para as actividades comerciais, interferindo assim várias vezes com os peões, e sendo assim, do

parâmetro 18 ao 22, todos tomam um valor igual a 0, ou seja, é considerado uma prática insustentável.

Em nenhum dos dois bairros, existem parques de estacionamento de uso misto, portanto o parâmetro 23 toma um valor igual a 0. Para os parâmetros relativos à redução da pegada de estacionamento, do parâmetro 24 ao 27, não se verifica nenhum critério, portanto todos os parâmetros tomam um valor de 0 para os dois bairros.

Para os parâmetros relativos ao critério de tecnologias ecológicas e inteligentes para a mobilidade [ET], desde o parâmetro 28 até ao 34, foi considerado, que apenas existem sistemas inteligentes para o uso dos transportes públicos, devido à presença de painéis electrónicos com informações relativas a tempos de espera dos autocarros e existem sistemas de informação ao viajante, na rua principal do bairro, a Av. Emídio Navarro.

No entanto, refira-se que deveria existir mais recursos disponíveis para o usos dos transportes públicos, nomeadamente os sistemas de pagamento electrónico ou localização dos autocarros por GPS, este parâmetro poderia ter sido considerado este parâmetro igual a 0.

Resumindo, em ambos os bairros estudados, o parâmetro 1 e o parâmetro 3, do parâmetro 9 ao 11, do parâmetro 15 ao 17 e o parâmetro 29 e 30, apresentam-se como uma prática sustentável, ou seja, na sua avaliação foi atribuído um valor igual a 1. Todos os restantes parâmetros foram classificados como práticas não sustentáveis.

Multiplicando a pontuação atribuída a cada parâmetro pela avaliação considerada, obtém-se o valor da avaliação de cada critério, sendo que este valor, ainda deve ser normalizado, através da equação 4.

Para o critério relativo à ocupação das áreas para a mobilidade [LO], para os dois bairros em estudo, sabendo que a melhor prática corresponde a 100%, que a prática convencional adoptada é de 0% e que a avaliação do critério é igual a 65%, obteve-se um valor normalizado igual a 0,65. Em relação ao critério relativo às infraestruturas e equipamentos para mobilidade [IE], para os dois bairros em estudo, sabendo que a melhor prática corresponde a 100%, a prática convencional igual a 40 %, o que resulta numa avaliação do critério igual a 52,63%, obtendo-se um valor normalizado igual a 0,21.

Para o critério das infraestruturas de estacionamento [PI], para os dois bairros em estudo, a melhor prática é igual a 100%, uma prática convencional igual a 0, e uma avaliação do critério igual a 15%, levando a um valor normalizado igual a 0,15. Por último para o critério das tecnologias ecológicas e inteligentes para a mobilidade [ET], para os dois bairros a melhor

prática é igual a 100%, a prática convencional igual a 0 %, e a avaliação do critério igual a 20%, resultando em um valor normalizado igual a 0,20.

Utilizando a equação 5, multiplicando os valores normalizados pelas pontuações de cada um dos critérios, obtém-se a classificação do indicador, o que de acordo com quadro 3.1, corresponde a uma prática satisfatória, D, igual a 25% para os dois bairros analisados.

Nos dois bairros em estudo a avaliação obtida foi igual, devido ao facto de os bairros apresentarem semelhanças entre si, pois pertencem ambos ao centro histórico da cidade. No entanto, para o critério de ocupação para as áreas de mobilidade [LO], apesar do valor obtido para a avaliação do critério ser igual, as áreas destinadas à mobilidade pedonal são diferentes, no caso do bairro da “Baixa”, a percentagem de área destinada aos peões é superior à percentagem da área destinada aos peões para o bairro da “Alta”, sendo essa diferença igual a 9%.

Em ambos os bairros não existem ciclovias, o que leva a que a classificação do indicador diminua, pois existem 6 parâmetros que não entram no cálculo.

Em relação ao critério de infraestruturas e equipamentos para mobilidade, como mencionado anteriormente, as infraestruturas e os equipamentos destinados às bicicletas tomam o valor de 0, para os dois bairros, devido à inexistência de ciclovias, o que no caso do “Bairro” da baixa, pode ser possível a sua implementação, devido a apresentar um percurso plano em todo o bairro, no entanto para o bairro da “Alta”, torna-se mais complicado devido a apresentar algumas inclinações elevadas em algumas zonas do bairro, o que levava a que não fosse muito utilizada.

O valor obtido na avaliação do critério de infraestruturas e equipamentos, é superior à prática convencional nos dois casos, 52,63%, porque foi distribuída a pontuação atribuída às infraestruturas e equipamentos para MRT, pelos outros parâmetros. Caso não fosse efectuada esta distribuição, o valor obtido na avaliação ia ser igual à prática convencional, o que levaria a que este critério ao ser normalizado apresentasse um valor de 0.

5.3 Bairro “Solum 1” e “Solum 2”

Na figura 5.2 apresentam-se os limites considerados para os bairros em análise. O bairro “Solum 1”, encontra-se delimitado a Norte pela Rua General Humberto Delgado, a Sul pela Rua dos Combatentes da Grande Guerra e a Este pela Rua Brotero, apresentando uma área total de 36371,5 m².

O bairro “Solum 2”, que se encontra delimitado a Norte pela Rua General Humberto Delgado, a Sul pela Rua Jorge Anjinho, a Este pela Av. Fernando Namora e a Oeste pela Rua João de Deus Ramos, apresentando uma área de 88378,4 m².

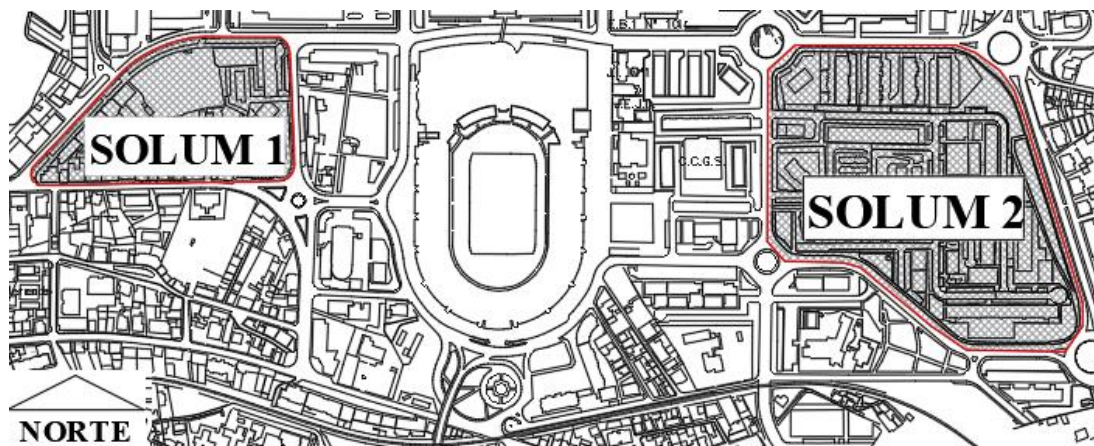


Figura 5.2 - Delimitação dos bairros analisados

No bairro “Solum 1”, a área de mobilidade pedonal é de 2677,8 m² e para os veículos é de 3846,59 m², a que corresponde uma percentagem de área destinada à mobilidade pedonal igual a 41 % e a 59 % de área destinada aos veículos, por sua vez, a área destinada às bicicletas é igual a 0, tal como para o do bairro “Solum 2”, em que, a área destinada à mobilidade pedonal é igual a 17383,85 m² e a área destinada aos veículos é igual a 26833,59 m², a que corresponde a uma percentagem de área destinada à mobilidade pedonal igual a 39 % e a 61 % de área destinada aos veículos.

A área destinada aos estacionamento pagos, no bairro “Solum 1” é igual a 0 m², tal como, para o bairro “Solum 2”, o que resulta numa prática sustentável para o parâmetro 17 para os dois bairros.

Nestes dois bairros, para o primeiro critério, ocupação das áreas para a mobilidade [LO], apenas o parâmetro 1, se apresenta como uma prática sustentável, no caso do parâmetro 2, não existe nenhuma área destinada para ciclovias, e no caso do parâmetro 3, a percentagem da área total destinada ao uso de veículos motorizados, é superior ao valor máximo permitido, o que torna este parâmetro como uma prática insustentável. Devido à inexistência de ciclovias, para os dois bairros em estudo, do parâmetro 4 ao 8, que avaliam as infraestruturas e equipamentos para bicicletas, considera-se uma prática insustentável.

Em relação aos parâmetros que avaliam as infraestruturas e equipamentos para os autocarros, do parâmetro 9 ao 11, são verificados todos os parâmetros analisados, ou seja, em ambos os casos se consideram práticas sustentáveis.

Dos parâmetros 12 ao 14, devido à inexistência de linhas para MRT, foi considerado uma prática insustentável, com o valor igual a 0 para os dois bairros em estudo. Para os parâmetros 15 e 16, que avaliam a qualidade da rede rodoviária, considerou-se que ambos os bairros apresentam uma prática sustentável, pois existem áreas seguras e confortáveis para os veículos, encontram-se devidamente construídas e não apresentam danos.

No critério de infraestrutura de estacionamento [PI], para os parâmetros que avaliam o estacionamento fora da rua, foi considerado que em ambos os casos, se verificam todos os parâmetros, ou seja, do parâmetro 18 ao 22, é considerado uma prática sustentável, pois existe um grande número de estacionamentos fora da rua, junto aos edifícios, na sua grande maioria residenciais, considerando-se que os parques de estacionamento se encontram dimensionados, para o nível de serviço necessário, e apresentam dimensões optimizadas.

O parâmetro 23, apresenta uma prática insustentável, pois não existe em nenhum dos bairros estacionamentos de uso misto. Para os parâmetros que avaliam a redução da pegada ecológica, considerou-se que o parâmetro 24, é uma prática insustentável, pois não existem estratégias de minimização da pegada de estacionamento, e o parâmetro 27 também é uma prática insustentável para o bairro Solum 1 pois não existe nenhum parque, no entanto no bairro Solum 2, existe um parque de estacionamento na zona atrás do McDonald's, considerando-se também como uma prática insustentável, pois o propósito do parque não é a conexão com outros meios de transporte.

Para o parâmetro 25, considerou-se que existem estacionamentos localizados ao lado dos edifícios, não interferindo com a mobilidade pedonal, considerando-se assim uma prática sustentável, e devido à existência de parques de estacionamentos subterrâneos, considerou-se que o parâmetro 26 se apresenta como uma prática insustentável.

Para o critério que avalia as tecnologias ecológicas e inteligentes para a mobilidade, apenas os parâmetros 29 e 30 se apresentam como práticas sustentáveis, considerando-se, que apenas existem sistemas inteligentes para o uso dos transportes públicos, devido à presença de painéis electrónicos com informações relativas aos tempos de espera. No entanto, deveriam existir uma maior quantidade de recursos disponíveis, tal como referido na análise dos bairros do item anterior.

Foi igualmente considerado que existem também, sistemas de informação aos viajantes, através de aplicações Google, sendo possível visualizar o tráfego existente no bairro, o que no caso do bairro "Solum 1" corresponde as vias que delimitam o bairro, não existindo propriamente vias centrais, e para o caso do "Solum 2", acontece o mesmo, no entanto, não é possível visualizar o tráfego nas vias centrais do bairro, que servem para o acesso directo às habitações ou serviços. Importa referir, que apesar do parâmetro 34, no caso do bairro "Solum 1", aparecer com o valor

de 0, existe um equipamento para carregamento de carros eléctricos, o que equivale a que alguma percentagem da adoptada para este parâmetro entre no cálculo para a normalização. No entanto devido aos arredondamentos utilizados, tal não vai modificar o resultado final.

Resumindo, em ambos os bairros estudados, o parâmetro 1, do parâmetro 9 ao parâmetro 11, do parâmetro 15 ao 22, o parâmetro 25 e o parâmetro 29 e o parâmetro 30, apresentam uma prática sustentável, ou seja, na sua avaliação foi atribuído um valor igual a 1. Todos os restantes parâmetros foram classificados como práticas não sustentáveis.

Multiplicando a pontuação atribuída a cada parâmetro pela avaliação considerada, obtém-se o valor da avaliação de cada critério, sendo que este valor, ainda deve ser normalizado, através da equação 4.

Para o critério relativo à ocupação das áreas para a mobilidade [LO], para os dois bairros em estudo, sabendo que a melhor prática corresponde a 100%, que a prática convencional adoptada é igual a 0% e que a avaliação do critério é igual a 35%, e obteve-se um valor normalizado igual a 0,35. Em relação ao critério relativo às infraestruturas e equipamentos para mobilidade [IE], para os dois bairros em estudo, sabendo que a melhor prática corresponde a 100%, a prática convencional igual a 40 %, o que resulta numa avaliação do critério igual a 40%, obtendo-se um valor normalizado igual a 0.

Para o critério das infraestruturas de estacionamento [PI], para os dois bairros em estudo, a melhor prática é igual a 100 %, a prática convencional é igual a 0, e a avaliação do critério igual a 60 %, obtendo-se através da equação 4, um valor normalizado igual a 0,6. Por último, para o critério das tecnologias ecológicas e inteligentes para a mobilidade [ET], para os dois bairros a melhor prática é igual a 100 %, a prática convencional igual a 0 %, sendo que para o bairro “Solum 1” a avaliação é igual a 25 % e para o bairro “Solum 2” igual a 20 %, resultando num valor normalizado igual a 0,25 e 0,2, respectivamente.

Utilizando-se a equação 5, e multiplicando estes valores normalizados pelos pesos de cada critério, obtém-se a classificação do indicador, o que acordo com o quadro 3.1, apresenta um valor igual a 30 %, correspondente a uma prática satisfatória, D. De acordo com os resultados obtidos, observa-se que os dois bairros apresentam semelhanças entre si, pois apresentam características semelhantes na avaliação deste indicador.

Em relação ao critério de ocupação para as áreas de mobilidade [LO], o valor de avaliação do critério é igual, no entanto, para o bairro “Solum 1” a percentagem de área destinada à mobilidade pedonal é ligeiramente superior ao bairro “Solum 2”, no entanto, o valor obtido é inferior ao obtido na análise dos dois bairros do tópico anterior, “Baixa” e “Alta”.

Para o cálculo da classificação do indicador nestes dois bairros, o valor obtido na avaliação do critério [LO], apresenta cerca de metade do valor, da avaliação obtida para o mesmo critério para os bairros do anteriores, “Baixa” e “Alta”, o que significa que no cálculo para a classificação do indicador para esses bairros, este critério apresente uma maior em relação a estes bairros no Solum.

No entanto, tal não acontece com o critério [PI], pois neste caso a sua avaliação é igual a 60 %, e para os bairros analisados anteriormente a sua avaliação é igual a 15%, havendo aqui uma grande diferença para o cálculo da classificação do indicador, pois neste caso, este critério representa a grande maioria do valor obtido para a classificação, 22,5% e nos bairros anteriores apenas 5,6%.

Para o critério de infraestruturas e equipamentos para a mobilidade [IE], como o valor obtido na sua classificação é igual a 40 %, ao ser normalizado toma num valor igual a 0, devido à classificação obtida ser igual ao valor da prática convencional adoptada, não entrando assim no cálculo da classificação deste indicador, o que não acontece para os bairros que foram analisados anteriormente, “Baixa” e “Alta”, em que o valor obtido para a classificação deste critério foi de 52,63 %, pois foi atribuída a pontuação relativa aos parâmetros que avaliam as infraestruturas e equipamentos para MRT, pelos outros parâmetros do critério de infraestruturas e equipamentos para mobilidade de igual forma, tendo em conta a pontuação que foi atribuída a cada um.

5.4 Bairro “Santa Clara 1” e “Santa Clara 2”

Na figura 5.3 apresentam-se os limites considerados para os bairros em análise. O bairro “Santa Clara 1”, encontra-se delimitado a Norte, pela Junta de Freguesia de Santa Clara e Castelo Veigas e a Rua Capitão Salgueiro Maia, a Sul pela Rua Rui Braga Carrington da Costa, com uma área de 36362 m². No bairro “Santa Clara 2”, encontra-se delimitado a Norte pela Rua Rui Braga Carrington da Costa, a Oeste pela Avenida do Lagar, estando a Este delimitada pelas casas adjacentes às Ruas de Santa Comba, de Santo António e do Milagre das Rosas, apresentando uma área de 53573,3 m².

No bairro “Santa Clara 1”, a área de mobilidade pedonal é de 2097,34 m² e para os veículos é de 9271,01 m², que corresponde a uma percentagem de área destinada aos peões igual a 18 %, e de 82 % destinada aos veículos, por sua vez, a área destinada às bicicletas é igual a 0, tal como no bairro “Santa Clara 2”, em que, a área destinada à mobilidade pedonal é igual a 5122,26 m² e a área destinada aos veículos é igual a 10683,79 m², que corresponde a 32 % de área destinada à mobilidade pedonal e 68 % de área destinada aos veículos. Nestes dois bairros, para o [LO], os 3 parâmetros avaliados apresentam-se como práticas insustentáveis.

Devido à inexistência de ciclovias, para os dois bairros em estudo, do parâmetro 4 ao 8, foi considerada uma prática insustentável. Do parâmetro 12 ao 14, devido à inexistência de linhas de MTR, também se considerou uma prática insustentável. Do parâmetro 9 ao 11, considerou-se que dentro dos bairros, se verificam todos os critérios em análise, ou seja, apresentam-se como práticas sustentáveis. Em relação aos parâmetros 15 e 16, também foi considerada uma prática sustentável, pois os critérios em análise são verificados.

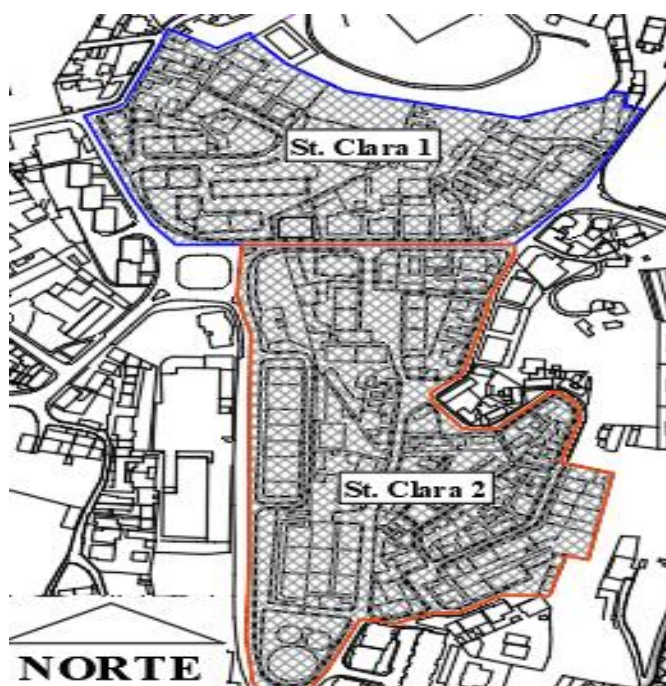


Figura 5.3 - Delimitação dos bairros analisados

Em relação aos parâmetros do critério [PI], a área destinada aos estacionamento pagos, para os dois bairros é igual a 0 m², levando o parâmetro 17 a ser considerado como uma prática sustentável, ou seja, com um valor igual a 1.

Foi considerado que do parâmetro 18 ao 22, para os dois bairros, existem residências que apresentam estacionamento privados, alguns edifícios com garagens e a existência de estacionamento nas traseiras dos edifícios, considerando-se como uma prática sustentável. No entanto em certas habitações, existem estacionamento nas zonas frontais dos edifícios ou junto a estes, sem locais devidamente identificados como estacionamento, o que leva a que o parâmetro 25 seja igual a 0, tal como todos os outros que fazem parte da avaliação da redução da pegada de estacionamento.

Verifica-se também a inexistência, de parques de estacionamento para uso misto, o que leva a que o parâmetro 23 seja uma prática insustentável.

Para os parâmetros pertencentes ao critério [EM], foi considerado, que apenas existem sistemas inteligentes de informação aos viajantes, nos dois bairros, pois através de aplicações Google, é possível ter informações relativamente ao tráfego existente na rua que divide os dois bairros, a rua Rui Braga Carrington da Costa, e na rua da Urbanização Santa Isabel, que pertence ao bairro “Santa Clara 1”, considerando-se, portanto, uma prática sustentável. Os restantes parâmetros que avaliam este critério tomam um valor igual a 0, ou seja, apresentam-se como uma prática insustentável.

Resumindo, em ambos os bairros estudados, do parâmetro 9 ao parâmetro 11, do parâmetro 15 ao 22 e o parâmetro 29, são os que apresentam uma prática sustentável, ou seja, na sua avaliação foi atribuído um valor igual a 1. Todos os restantes parâmetros foram classificados como práticas não sustentáveis.

Multiplicando a pontuação atribuída a cada parâmetro pela avaliação considerada, obtém-se o valor da avaliação de cada critério, sendo que este valor, ainda deve ser normalizado, através da equação 4.

Para o critério relativo à ocupação das áreas para a mobilidade [LO], para os dois bairros em estudo, sabendo que a melhor prática corresponde a 100%, que a prática convencional adoptada é igual a 0% e que a avaliação do critério é igual a 0%, o valor obtido para a normalização é igual a 0. Em relação ao critério relativo às infraestruturas e equipamentos para mobilidade [IE], para os dois bairros em estudo, sabendo que a melhor prática corresponde a 100%, a prática convencional igual a 40 % e uma avaliação do critério igual a 40%, obteve-se um valor normalizado igual a 0.

Para o critério [PI], para os dois bairros em estudo, a melhor prática é igual a 100%, a prática convencional é igual a 0, e a avaliação do critério igual a 50%, obtendo-se um valor normalizado igual a 0,5. Por último para o critério [ET], para os dois bairros a melhor prática é igual a 100%, a prática convencional igual a 0%, e a avaliação do critério igual a 10%, o que resulta num valor normalizado igual a 0,10.

Utilizando-se a equação 5, e multiplicando estes valores normalizados pelos pesos de cada critério, obtém-se a classificação do indicador, o que de acordo com o quadro 3.1, um valor igual a 21 %, correspondente a uma prática satisfatória, D.

Como se observou neste bairro, em relação ao critério [LO], como foi avaliado como um valor igual a 0, não entra no cálculo para a classificação do indicador, tal como o critério [IE], pelo facto de a sua avaliação ser igual à prática convencional, como acontecia nos dois bairros pertencentes ao Solum. Tal como foi verificado nos outros dois grupos de bairros analisados anteriormente, não existem ciclovias nem linhas destinadas para MRT. A classificação obtida

para este indicador, encontra-se fortemente dependente do critério [PI], correspondendo a 19% dos 21%, obtidos na classificação, sendo os restantes 2% devido ao critério [ET].

5.5 Conclusões

O resultado obtido para os três grupos de bairros analisados, apresenta-se dentro da mesma escala, ou seja, corresponde a uma prática satisfatória de sustentabilidade, D de acordo com o quadro 3.1. No entanto existem algumas diferenças nos resultados obtidos que se passam a explicar.

Nos bairros “Baixa” e “Alta”, a classificação é de 25%, valor mais elevado que o resultado obtido para os bairros de “Santa Clara 1” e “Santa Clara 2”, que é de 21%. Este resultado deve-se ao facto de nos primeiros dois bairros referidos, existirem factores que contribuem positivamente para a classificação, como o critério [LO], o que não acontece com os bairros analisados em Santa Clara. Nos bairros da “Baixa” e “Alta” a distribuição da área para os peões e para os veículos encontra-se devidamente distribuída, faltando apenas uma área destinada para ciclovias para que o critério tivesse a totalidade da pontuação.

Tal não acontece nos bairros em Santa Clara, pois o critério é avaliado com uma pontuação igual a 0 devido ao facto de as áreas destinadas aos peões e para os veículos não cumprirem respectivamente, com o valor mínimo e máximo.

Também o facto de no indicador [IE], as pontuações destinadas ao sistema de MRT serem distribuída pelos outros parâmetros do critério, levou a que o valor obtido na avaliação do critério seja superior à prática convencional, o que não acontece com os bairros de Santa Clara, em que a avaliação obtida é igual ao valor da prática convencional.

No entanto, existem diferenças a nível do critério relacionado com os estacionamento [PI], pois para os bairros da “Baixa” e “Alta” este critério apenas é avaliado devido à existência de estacionamento pagos, parâmetro 17, sendo os restantes parâmetros iguais a 0, devido a uma falta de espaço para estacionamento, e para os bairros em Santa Clara, este critério apresenta uma grande importância, pois 6 dos 11 parâmetros deste critério foram avaliados como práticas sustentáveis, sendo que grande parte do valor que foi obtido na classificação deriva da avaliação deste parâmetro.

Para os dois grupos, “Alta” e “Baixa” e “Santa Clara 1” e “Santa Clara 2” o critério das tecnologias ecológicas e inteligentes para a mobilidade [ET] apresenta também ligeiras diferenças, pois nos bairros “Alta” e “Baixa”, foi considerado a existência de sistemas de informação aos viajantes, com a informação sobre o tráfego nas vias que delimitam o bairro e existência de sistemas inteligentes para transportes públicos, que fornecem informações sobre os tempos de espera dos autocarros. No caso dos bairros “Santa Clara 1” e “Santa Clara 2”,

apenas se considerou a existência de sistemas de informação aos viajantes que fornecem informações sobre o tráfego existente nas vias que delimitam os bairros, resultando assim em uma diferença de 10 % na avaliação deste critério.

A grande diferença obtida na classificação dos bairros “Baixa” e “Alta” e “Santa Clara 1” e “Santa Clara 2”, prende-se com uma incorrecta distribuição das áreas destinadas à mobilidade, avaliadas no critério [LO], pois no caso dos bairros “Baixa” e “Alta”, devido ao facto de serem zonas de elevada concentração de peões, as áreas destinadas aos peões cumprem com os critério em avaliação, tal como sucede com a área destinada para os veículos, e o mesmo não acontece com os bairros “Santa Clara 1” e “Santa Clara 2”, em que não existe uma distribuição correcta da área destinada à mobilidade.

Caso estas áreas destinadas à mobilidade cumprissem com os requisitos que estão a ser avaliados, os dois bairros avaliados em Santa Clara iam apresentar uma classificação final superior aos bairros da “Baixa” e “Alta”. Em relação aos dois bairros analisados na Solum, verificou-se que são os bairros que apresentam a classificação superior, 30 %, tal como era expectável, pois estes dois bairros na Solum, são os bairros que apresentam mais população, e pelo facto de serem bairros residenciais mais recentes foram objecto de um planeamento mais organizado e sustentável.

No entanto, ainda apresentam semelhanças em relação aos outros dois grupos, “Baixa” e “Alta” e “Santa Clara 1” e “Santa Clara 2”, na avaliação do indicador de infraestruturas e equipamentos para mobilidade [IE], pois os parâmetros que se classificaram como práticas sustentáveis são exactamente os mesmos. Contudo, refira-se ainda que os bairros analisados em Santa Clara e na Solum, apresentam um valor na avaliação do critério igual ao valor da prática convencional considerada, influenciando negativamente os resultados, e no caso dos bairros da “Alta” e da “Baixa” é o critério que mais influencia positivamente a classificação final obtida.

Nos bairros do Solum existe uma correcta distribuição da área para mobilidade pedonal, pois existem passeios correctamente dimensionados e existem espaços públicos, o que não acontece nos bairros analisado em Santa Clara, onde os passeios são de dimensões reduzidas, e observa-se a inexistência de espaços públicos comuns.

Assim, no caso dos bairros analisados na Solum, a área destinada à mobilidade pedonal é de 41% para o bairro “Solum 1” e de 39% para o bairro “Solum 2”. Para “Santa Clara 1” este valor é apenas de 18%, e para “Santa Clara 2” é 32%, valor próximo do limite mínimo estabelecido, no entanto, refira-se que a medição da área, foi sempre feita por excesso, devido à dificuldade de medição em algumas das ruas, podendo este valor ser na realidade ainda inferior a 30%.

Importa referir ainda, que se efectuou uma análise de sensibilidade à pontuação atribuída aos critérios, em que foram atribuídos diferentes valores para o peso dos critérios, de modo a avaliar as diferenças que estes provocam nos resultados finais. Para tal, foi atribuída uma importância diferentes entre eles, de acordo com o quadro 4.2.

Realizou-se uma primeira análise, em que os critérios foram ordenados por uma importância decrescente, atribuindo-se uma importância maior ao critério de infraestruturas e equipamentos para mobilidade [IE], seguido do critério de infraestruturas de estacionamento, [PI], que por sua vez é superior ao critério de tecnologias ecológicas e inteligentes para a mobilidade [ET], encontrando-se por último o critério de ocupação das áreas para a mobilidade [LO], o que de acordo com o quadro 4.2, corresponde a uma importância fraca entre os critérios, de acordo com a hierarquia definida, obtendo-se os resultados de 53,33%, 26,67%, 13,33% e 6,67% respectivamente.

Comparando com os resultados acima obtidos, a interferência destas pontuações no resultado da classificação final é pequena, situando-se o bairro da “Baixa” e “Alta” dentro da mesma ordem de grandeza, diminuindo de 25% para 23%, encontrando-se classificada na mesma escala, prática satisfatória. No caso dos bairros de Santa Clara, esta diferença é ligeiramente superior, passando de 21% para 16%, alterando a escala de classificação de prática satisfatória para prática convencional, o que se justifica devido ao facto de o indicador com maior importância não entrar nos cálculos, devido à igualdade da prática convencional e da avaliação do critério e do indicador que mais contribui para a classificação final, ser cerca de 10 % inferior.

No caso dos dois bairros da Solum, a diferença é ainda superior, passando dos 30% para 22%, mantendo-se o bairro classificado dentro da mesma escala, prática satisfatória. Tal diferença deve-se sobretudo ao mesmo motivo do que o mencionado para os bairros de Santa Clara.

Efectuou-se ainda uma comparação entre critérios, novamente 2 a 2, ou seja [IE] igual a [PI] e [LO] igual a [ET], com estes últimos a apresentarem fraca importância quando comparados com os primeiros, de acordo com o quadro 4.2 Os resultados obtidos para a pontuação dos critérios foram de 33,33% e 16,67%, e novamente não foram verificadas grandes mudanças nos resultados finais. Os bairros da “Alta” e “Baixa” passaram de 25% para 27%, mantendo-se dentro da mesma classificação. Os bairros da Solum mantiveram-se na mesma classificação alterando-se o resultado em apenas 1% e em Santa Clara, de 21 % passaram para 19%, levando a uma alteração da classificação de prática satisfatória para prática convencional.

6 CONCLUSÕES E ESTUDOS FUTUROS

Neste capítulo apresentam-se as principais conclusões obtidas após a análise dos resultados obtidos, e são propostos novos objectivos e estudos futuros. O indicador de Infraestruturas e Equipamentos Rodoviários foi desenvolvido, de forma a ser de fácil aplicação e de entendimento, no entanto, nem sempre é possível manter a objectividade requerida, devido à escala de aplicabilidade ser grande e porque alguns dos parâmetros em avaliação são complicados de avaliar, devido a sua existência ou não em todo o bairro.

Este trabalho serviu para desenvolver um dos indicadores prioritários da metodologia UISA fEN, o indicador de Infraestruturas e Equipamentos Rodoviários (IS4), um dos indicadores designados como obrigatórios.

O conceito de sustentabilidade nos bairros existentes é vasto, complexo e multidimensional, e depende da escala que se pretende atingir e das preocupações da população e embora a metodologia UISA fEN apresente grande capacidade de solucionar os aspectos negativos das outras metodologias, também apresenta alguns aspectos negativos, pois apesar de ser uma metodologia que fornece uma avaliação mais quantitativa e flexível do que as existentes, com capacidade de adaptação às necessidades do presente e do futuro em diferentes locais do mundo, apresenta limitações em relação às práticas convencionais que foram utilizadas, devido à falta de informação ou de estudos práticos que demonstrem a prática convencional do país em estudo, neste caso Portugal, no entanto para se realizarem estes estudos é necessário algum investimento de forma a obterem-se melhores dados.

Outra das limitações foi a inexistência de informação relativamente a alguns dos parâmetros que foram avaliados, pois este indicador, Infraestruturas e Equipamentos Rodoviários, apresenta-se como um dos indicadores que ainda não está suficientemente estudado no campo dos indicadores urbanos sustentáveis, e sendo assim, foi necessário recolher alguma informação relativa aos sistemas inteligentes de transporte e aos sistemas inteligentes de estacionamento, pois não se encontrava disponível nas metodologias já desenvolvidas.

Outro aspecto complicado no desenvolvimento deste indicador, prendeu-se com a escolha dos parâmetros que deviam ser alvo de análise, sendo que nas outras metodologias, existia um excesso de tópicos analisados, o que levava a que a avaliação deste indicador fosse mais morosa e complicada de efectuar.

Também a atribuição da pontuação foi algo complicada, porque não se efectuaram inquéritos a diferentes grupos de população em todo o mundo, de forma a recolher informação sobre a importância que cada grupo dava aos parâmetros em avaliação, optando-se por se utilizar uma importância semelhante à que as outras metodologias adoptaram para parâmetros idênticos.

De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que em ambos os bairros se obteve a mesma classificação, ou seja, uma prática satisfatória, no entanto, os bairros “Santa Clara 1” e “Santa Clara 2”, são os que apresentam uma classificação inferior, igual a 21%, seguido dos bairros “Baixa” e “Alta”, com 25% e os bairros “Solum 1” e “Solum 2” com 30%, ou seja são os mais sustentáveis em relação a este indicador.

Relativamente aos bairros da “Alta” e da “Baixa”, ambos apresentam uma classificação igual a 25%, tendo sido considerada uma prática satisfatória, D, valor ligeiramente superior aos bairros de “Santa Clara 1” e “Santa Clara 2”. Pode concluir-se que tal pode não corresponder à realidade, pois a consideração de uma prática convencional igual a 40% no critério de infraestruturas e equipamentos para mobilidade anula a importância que este critério apresenta no cálculo da classificação final para os bairros de Santa Clara.

Os parâmetros avaliados como práticas sustentáveis são os mesmos para os bairros “Alta” e “Baixa” e para os dois bairros em Santa Clara, no entanto, relativamente aos bairros da “Baixa” e da “Alta”, dado que a pontuação relativa ao sistema de transporte rápido em massa foi distribuída pelos outros parâmetros do critério, a avaliação final foi superior ao valor da prática convencional.

Para os bairros da Solum, também a prática convencional é igual ao valor da avaliação obtida para o critério de infraestruturas e equipamentos para a mobilidade, o que leva a que este critério não entre no cálculo para a classificação final do bairro, influenciando negativamente a classificação obtida. No entanto, tal como era expectável, os bairros na Solum apresentam-se como os bairros com maior prática sustentável, tal podendo ser justificado devido ao facto dos bairros serem mais recentes e terem sido alvo de outro tipo de planeamento, em que algumas práticas sustentáveis já foram tidas em conta.

Esta avaliação efectuada, serve para auxiliar a identificar as desvantagens ou os problemas que existem nos bairros estudados, verificando-se a inexistência de redes de ciclovias em todos os bairros.

Na Solum, e no bairro da “Baixa”, como ambos apresentam características adequadas a nível da inclinação para este tipo de mobilidade, poderia ser uma solução a implementar, o que levava a uma classificação superior deste indicador.

No caso do bairro da “Alta”, a implementação de ciclovias seria mais complicada pois a inclinação do bairro não é adequada para este tipo de mobilidade e a sua instalação seria complexa. Nos bairros de “Santa Clara 1” e “Santa Clara 2” devido à falta de espaço em algumas ruas, a implementação de ciclovias também se tornaria complicada.

Verificou-se que em todos os bairros de estudo não existem estacionamentos de uso misto, o que poderia ser uma política a aplicar para os bairros do “Solum 1” e “Solum 2”, para o bairro da “Baixa” e para os dois bairros de Santa Clara, aumentando-se assim a avaliação do critério de Infraestruturas de Estacionamento. No caso do bairro da “Alta”, dada a sua presença numa zona histórica, maioritariamente ocupada pela Universidade de Coimbra, a utilização do automóvel deveria ser minimizada, e como tal, a área destinada aos estacionamentos deveria ser também minimizada.

Verificou-se também que em nenhum dos bairros estudados existem sistemas inteligentes de estacionamento, o que no caso dos sistemas de estacionamento automatizados, apenas faz sentido a sua implementação em bairros densamente povoados, e com pouco espaço disponível.

Os sistemas para estacionamento inteligente, podem não se justificar nos bairros de Santa Clara, e no bairro da “Alta”, podendo ser interessante a sua aplicação nos bairros da Solum e no bairro da “Baixa”, devido à existência de maior volume de tráfego.

Como estudos futuros, podiam ser efectuados alguns estudos de modo a se obterem mais informações ou dados sobre as práticas convencionais que se devem considerar no país, bem como uma melhoria dos parâmetros em avaliação, optimizando as pontuações atribuídas, nomeadamente os parâmetros relativos ao critério de infraestruturas de estacionamento.

Pode ser feita ainda uma calibragem da pontuação relativamente aos critérios, através da realização de inquéritos a diferentes grupos e em vários locais no mundo, de forma a aferir a importância dada a cada um dos critérios, que como se verificou, pode alterar ligeiramente a classificação obtida.

As propostas futuras passam pela instalação de ciclovias nos bairros da Solum, podendo estas estarem interligadas entre si, e a instalação de ciclovias no bairro da “Baixa”. Podiam ser implementados sistemas inteligentes de transporte, como sensores, sistemas de câmaras de videovigilância e painéis electrónicos, de forma a melhorar a gestão e a monitorização das condições da rede. Em relação aos transportes públicos, podiam ser colocados sistemas de localização por GPS, sistemas electrónicos de pagamento e sistemas de semaforização para tornarem os autocarros prioritários em relação aos outros veículos.

Podiam ser implementados estacionamentos de uso misto para os bairros da Solum e para o bairro da “Baixa”, para uma utilização para fins desportivos ou para fins comerciais, de forma a maximizar a utilização do estacionamento quando este não se encontra em uso durante alguns momentos do dia ou da semana. Os estacionamentos existentes nos bairros da “Baixa” e da “Alta” deviam ser revistos de forma a melhorar a sua qualidade, e no caso do bairro da “Alta”, o estacionamento deveria ser minimizado, dando assim maior prioridade à mobilidade pedonal.

Para os bairros em Santa Clara, a área destinada à mobilidade pedonal deveria ser melhorada, de forma a garantir que essa área seja de pelo menos de 35 % da área total destinada à mobilidade.

Reforça-se ainda necessidade de prosseguir com o desenvolvimento da metodologia UISA fEN, pois, foram desenvolvidos apenas 6 dos 9 indicadores obrigatórios, nomeadamente: os indicadores de Gestão (PD1), Viabilidade económica (PD2), Gestão do Lixo (IS3), Energia (IS5) e Água (IS6). Neste momento falta ainda desenvolver 3 indicadores obrigatórios, o indicador de Flexibilidade e Inovação (IS1), Necessidades e prioridades da população (FS2) e Previsões Futuras e conexões (FS3).

Com o desenvolvimento dos restantes 3 indicadores obrigatórios, será possível avaliar a sustentabilidade de um bairro de forma mais completa, pois avaliando apenas um indicador, só é possível aferir a sustentabilidade deste em relação ao que se encontra a ser avaliado, o que não permite concluir se o bairro é sustentável ou não no seu todo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ameen, M., Mourshed, M. & Li, H., (2015). “A critical review of environmental assessment tools for sustainable urban design”, *Environmental Impact Assessment Review*, 55, 100-125.
- Borrego, C., Lopes, M., Ribeiro, I., Carvalho, A. (2009). “As alterações climáticas: uma realidade transformada em desafio”. *Revista Debater a Europa*, Nº1, Junho/Dezembro, 15-40.
- Braulio-Gonzalo, M., Bovea, M., Ruá, M. J. (2015). “Sustainability on the urban scale: Proposal of a Structure of indicators for the Spanish context”. *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 53, Issue 1, pp. 16-30.
- Brundland, G (ed). (1987). “Our Common Future: The World Commission Environment and Development”, Oxford University, Oxford University Press.
- Cervero, R. (2014). “Transport Infrastructure and the Environment in the Global South: Sustainable Mobility and Urbanism”. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan kota*, Vol. 25, Issue 3, pp. 174-191.
- Coyle, G. (2004). “The Analytic Hierarchy Process (AHP)”. *Practical Strategy*. Open Access Material, pp. 1-11.
- Curwell, S., Deakin, M., Symes, M. (2005). “Sustainable urban development. Volume 1: The framework and protocols for environmental assesement”. Routledge, London.
- Dave, S. (2011). “Neighbourhood density and social sustainability in cities of developing countries”. *Sustainable Development*, Vol. 19, Issue 1, pp. 189-205.
- Dempsey, N., Bramley, G., Power, S., Brown, C. (2011). “The social dimension of sustainable development: defining urban social sustainability”. *Sustainable Development*, Vol. 19, Issue 1, pp. 289-300.
- Eremia, M., Toma, L., Sanduleac, M. (2016). “The Smart City Concept in the 21st Century”. 10th international Conference Interdisciplinarity in Engineering vol. 181, pp 12-19.
- Gakenheimer, R., Dimitoru, H. (2011). “Urban Transport in the Developing World: A Handbook of Policy and Practice. Edward Elgar, United Kingdom.
- Gervásio, H. (2010) “Sustainable Design and Integral Life-Cycle Analysis of Bridges”. Tese de Doutoramento, Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Coimbra, 1 vol.
- Gervásio, H., Simões da Silva, L. (2013). “Life-cycle social analysis of motorway bridges”. *Journal of Structure and Infrastructure Engineering*, Vol. 9, Issue 10, pp. 1019-1039.
- Gibson, R. (2006). “Beyond the pillars: Sustainability assesement as a framework for effective integration of social, economic and ecological considerations in significant decision-

- making”. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, Vol. 3, Issue 3, pp. 259-280.
- Golden, B. L., Wasil, E. A., Harker, P. T. (1989). “The Analytic Hierarchy Process – Applications and Studies”. Springer-Verlag, Berlin.
- Haapio, A. (2012). “Towards sustainable urban communities”. *Environmental Impact Assessment Review*. Vol.32, Issue 1, pp 165-169.
- Hajra, R., Mitra, R., Ghosh, T. (2014). “Assessing the indicator-based sustainability: a pragmatic Approach”. *International Journal of Humanities and Social Studies*, Vol. 2, Issue 1, pp. 39-43.
- Hernández, S. (2008). “Introducción al urbanismo sustentable o nuevo urbanismo”. *Espacios Públicos*, Vol. 11, Issue 23, pp. 298-307.
- International Energy Agency (2011). “Key World energy statistics”. IEA, Brussels.
- Kibert, C. (1994). “Environmental Principles and a Model for Sustainable Construction”. *Proceedings of the First International Conference on Sustainable Construction*. pp 1-10.
- Krank, S., Wallbaum, H., Grêt-Regamey, A. (2013). “Perceived Contribution of Indicator Systems to Sustainable Development in Developing Countries”. *Sustainable Development*, Vol. 21, Issue 1, pp.18-29
- Kyrkou, D., Karthausa, R. (2011). “Urban Sustainability standards: predetermined checklists or adaptable frameworks?” *International Conference on Green Buildings and Sustainable cities*. Vol. 21, pp 204-211.
- Mohan, D., Tiwari, D. (1999). “Sustainable Transport Systems: linkages between environmental issues. Public Transport, non-motorised transport and safety”. *Economic and Political Weekly*, Vol 34, Issue 25, pp 1589-1596.
- Mohanty, S.P., Choppali, U., Kougianos, E. (2016). “Everything you wanted to know about Smart Cities”. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, Vol 5, pp. 60-70.
- Moussiopolos, N., Achillas, C., Vlachokostas, C., Spyridi, D. (2010). “Environmental, social and economic information management for the evaluation of sustainability in urban areas: a system of indicators for Thessaloniki, Greece”. *Cities*, Vol. 27, Issue 5, pp 377-384.
- Persia, L., Cipriani, E., Sgarra, V., Meta, E. (2016). “Strategies and Measures for Sustainable Urban Transport Systems”. *Transportation Research Procedia*. Vol 14, pp. 955-964.
- Pojani, D., Stead, D. (2015). “Sustainable Urban Transport in the Developing World: Beyond Megacities”. *Sustainability*, Vol. 7, Issue 7, pp. 7784-7805.
- Pourbaix, J. (2011). “Towards a smart future for cities: Urban Transport Scenarios for 2025”. *Public Transport International*, Vol. 60, Issue 3, pp. 8-10.
- Reyes Nieto, J. E., Simões da Silva, L., Murtinho, V., Rigueiro, C., Gonçalves, A., (2015a). “Ejemplificación de la problemática real de las ciudades Latinoamericanas, a través del análisis de Santiago de Querétaro”. *Euro-ELECS 2015 Latin-American and European Conference on Sustainable Buildings and Communities, Connecting People and Ideas*, Guimarães, Portugal, pp 1837-1846.

- Reyes Nieto, J. E., Simões da Silva, L., Murtinho, V., Rigueiro, C. (2015b). “A comparison of pedestrian accessibility indicator between different urban assessment methodology” in L. Simões da Silva, P. Vila Real, J. Rocha de Almeida, R. Gonçalves, X Congresso de Construção Metálica e Mista, pp II.71-II.80. Coimbra, Portugal, CMM Press.
- Reyes Nieto, J. E., Simões da Silva, L., Murtinho, V., Rigueiro, C. (2015c). “An overview of existing methodologies for evaluating sustainability at the urban level” in L. Simões da Silva, P. Vila Real, J. Rocha de Almeida, R. Gonçalves, X Congresso de Construção Metálica e Mista, pp II.81-II.90. Coimbra, Portugal, CMM Press.
- Reyes Nieto, J. E., Simões da Silva, L., Murtinho, V., Rigueiro, C. (2015d). “Development of an integral sustainable assessment methodology at the urban level”. Seventh International Conference of SuDBE2015. Reading, UK.
- Reyes Nieto, J.E., Simões da Silva, L., Murtinho, V., Rigueiro, C. (2018). “Urban Integrated Sustainable Assessment Methodology for Existing Neighborhoods (UISA fen), A New Approach for Promoting Sustainable Development”. Sustainable Development, John Wiley & Sons, Ltd., Vol 26, Issue 6, pp 564-587.
- Reyes Nieto, J.E. (2019). “Development of sustainable solutions for urban rehabilitation”. Tese de Doutoramento, Departamento de Engenharia Civil, Coimbra, 1 vol.
- Saaty, T. L. (1980). “The Analytic Hierarchy Process”. McGraw-Hill, New York.
- Saaty, T. L. (1990). “How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process”. European Journal of Operations Research. Vol. 48, pp. 9-26.
- Salat, S. (2011). “Cities and forms: On sustainable Urbanism”. Editions Hermann, Paris.
- Santos, P., Gervásio, H., Simões da Silva, L., Gameiro, A. (2011). “Influence of climate change on the energy efficiency of light-weight steel residential buildings”. Civil Engineering and Environmental Systems, Vol. 28, pp. 325-352.
- Sharifi, A., Murayama, A. (2013). “A critical review of seven selected neighborhood sustainability assessment tools”. Environmental Impact Assessment Review, Vol.38, Issue 1, pp. 73-87.
- UN Habitat, 2011. “Global Report on human settlements 2011: Cities and Climate Change”. UN Habitat. Nairobi.
- United Nations Environment Programme (2014). “World Urbanization Prospects: The 2014 Revision Highlights”. New York: Department of Economic and Social Affairs
- United Nations (2015). “World Population Prospects: The 2015 Revision, Key findings and advance tables”. New York: Department of Economic and Social Affairs.
- Wedding, G., Crawford-Brown, D. (2007). ” Measuring site-level success in brownfield redevelopments: a focus on sustainability and green building”. Journal of Environmental Management, Vol. 85, Issue 1, pp. 483-495.
- Williams, K., Dair, C. (2007). “A framework of sustainable behaviours that can be enabled through the design of neighbourhood-scale developments. Sustainable Development, Vol. 15, Issue 1, pp. 160-173.

Zhang, Z., Liu, X., Yang, S. (2009). "A note on the 1-9 Scale and Index Scale in AHP". *Communications in Computer and Information Science*, vol. 35, pp. 630-634.