

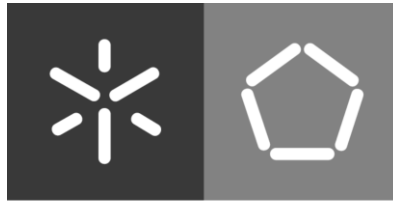


Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Escolástica Isabel Furtado Fernandes

**Implementação do conceito “Smart
Cities are Walkable - Cidades
inteligentes são calcorreáveis”: à cidade
de Guimarães**



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Escolástica Isabel Furtado Fernandes

Implementação do conceito “Smart Cities are Walkable - Cidades inteligentes são calcorreáveis”: à cidade de Guimarães

Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil

Trabalho efetuado sob a orientação de

Rui António Rodrigues Ramos

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



**Atribuição
CC BY**

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Terminando esta etapa académica, venho por este meio agradecer não só a todos os que ajudaram na realização desta dissertação como também a todos os que me apoiaram no decorrer de todo o meu percurso académico.

Quero agradecer ao meu orientador Prof. Rui António Rodrigues Ramos pela disponibilidade e pela orientação que me deu, ao Prof. Daniel Souto Rodrigues pela ajuda relativamente ao ArcGis e ao Arq. Hélder Passos por me ter fornecido o levantamento topográfico de Guimarães utilizado.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

RESUMO

Como consequências para o planeta resultantes do estilo de vida levado pelos humanos, em especial em fatores relacionados com os transportes, são cada vez mais visíveis ao nível do ambiente as alterações climáticas, a redução da fauna e da flora, o aumento das espécies em vias de extinção, as catástrofes climáticas, ente outros. Para as pessoas, os grandes impactos são ao nível da saúde com o aumento de doenças graves que aparecem cada vez mais em pessoas mais jovens, tais como obesidade, asma, diabetes, problemas de saúde mental, etc. Assim, é notório que há que alterar alguns fatores do estilo de vida e na forma das deslocações, como nas de pequena distância em cidade, entre os quais o andar mais a pé e menos de carro. Neste contexto, o projeto “Smart Cities are Walkable” tem como foco estudar a circulação a pé nas cidades e avaliar a atratividade das ruas para andar a pé. Quanto melhor as condições, mais pessoas poderão andar a pé. Complementarmente, quanto mais pessoas andarem a pé mais seguras as ruas serão, e mais iniciativas são criadas para melhorar a qualidade das mesmas.

Ao adotar o modelo “Smart Pedestrian Network”, desenvolvido para as cidades do Porto e Bolonha, é possível avaliar a aplicabilidade do mesmo à cidade de Guimarães. Assim, utilizando a mesma metodologia, definiu-se uma área de estudo para Guimarães de forma a avaliar a rede pedonal dessa área. Após a recolha de dados para as ruas da zona de estudo, utilizou-se uma ferramenta de SIG para analisar os fatores e foi possível obter uma classificação final para toda a área de estudo. Foi necessário fazer algumas simplificações ao modelo para corresponder mais ao ambiente apresentado na cidade de Guimarães. Como conclusão, pode se afirmar que o modelo “Smart Pedestrian Network” é possível ser aplicado a outras cidades.

Para a cidade de Guimarães, através da análise dos resultados obtidos foi possível concluir que a cidade apresenta uma boa prestação a nível da rede pedonal existente. Esse resultado resulta principalmente de um bom nível de acessibilidade tendo em conta a boa interligação entre as ruas e a existência de uma boa cobertura pelas paragens de transporte público. No entanto, face às características próprias do espaço urbano do centro histórico na zona central da cidade, os critérios relativos ao desenho urbano revelam que é um fator que não é o mais atrativo para andar a pé. No entanto, é compensado pela diversidade de atividades que existem nas ruas da área estudada para a zona centra da cidade de Guimarães e que proporcionam que o centro urbano possua um nível global adequado segundo a avaliação realizada.

Palavras-Chave: Mobilidade; Acessibilidade; Segurança; Redes Pedonais; ArcGis.

ABSTRACT

As consequences for the planet resulting from the humans' lifestyle, especially in factors related to transport, climate change, the reduction of fauna and flora, increase of the endangered species, climate catastrophes, among others. For people, the major impacts are at the health level, with the increase of serious diseases that appear at a younger age, such as obesity, asthma, diabetes, mental health problems, etc. Thus, it is clear that some factors must be changed in this lifestyle and in the travel modes, such as for short distances in cities, including walking more and abandon the car. In this context, the project "Smart Cities are Walkable" focused on studying walkability in cities and evaluating their attractiveness for walking. The better the conditions the more people will walk. Complementary, the more people walk the safer the streets are, and the more initiatives are created to improve the quality of the streets.

Through the "Smart Pedestrian Network" model, which was developed for the cities of Porto and Bologna, it was intended to assess whether it would be possible to apply the same concepts studied to the city of Guimarães. Thus, using the same methodology, a study area was defined for Guimarães in order to assess the pedestrian network in that area. After collecting data for the streets in the study area, a GIS tool was used to analyse the factors and it was possible to obtain a final classification for the entire study area. Some simplifications to the model was made to more closely match the environment presented in the city of Guimarães. As conclusion, it was possible to confirm that the "Smart Pedestrian Network" model can be applied to other cities.

To the city of Guimarães, throughout the analysis of the obtained results, it was possible to conclude that the city presents a good performance in terms of the pedestrian network. This outcome mainly results from a good level of accessibility, considering the good connectivity between the streets and the existence of a good coverage by public transport stops. However, given the characteristics of the urban space in the historic centre in the central area of the city, the criteria relating to urban design reveal that it is not the most attractive factor for walking. However, this weakness, it is compensated by the diversity of activities that exist in the streets of the study area in the centre of the city of Guimarães and that allow the urban centre to have an adequate global level according to the evaluation carried out.

Keywords: Mobility; Accessibility; Safety; Pedestrian Networks; ArcGIS.

Índice

ÍNDICE

| | |
|--|------------|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. ENQUADRAMENTO | 1 |
| 1.2. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO | 4 |
| 2. CIRCULAÇÃO A PÉ E O MODELO SMART PEDESTRIAN NETWORK..... | 5 |
| 2.1. CIRCULAÇÃO A PÉ | 5 |
| 2.2. MODELO SMART PEDESTRIAN NETWORK | 7 |
| 2.2.1. <i>Acessibilidade</i> | 8 |
| 2.2.2. <i>Segurança</i> | 11 |
| 2.2.3. <i>Infraestruturas</i> | 14 |
| 2.2.4. <i>Uso do solo</i> | 17 |
| 2.2.5. <i>Desenho Urbano</i> | 17 |
| 2.2.6. <i>Ponderação dos fatores e dos critérios</i> | 18 |
| 3. METODOLOGIA..... | 20 |
| 3.1. AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS DO MODELO SPN..... | 20 |
| 3.2. IMPLEMENTAÇÃO EM AMBIENTE SIG | 23 |
| 3.3. AVALIAÇÃO DA REDE PEDONAL SEGUNDO O MODELO SPN | 24 |
| 4. ESTUDO DE CASO – CIDADE DE GUIMARÃES..... | 27 |
| 4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO | 27 |
| 4.2. AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS DO MODELO SPN..... | 29 |
| 4.3. MAPAS COM A AVALIAÇÃO DA REDE PEDONAL | 60 |
| 4.4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS..... | 100 |
| 5. CONCLUSÃO | 105 |
| REFERÊNCIAS | 108 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Fatores e critérios utilizados pelo SPN para avaliar a capacidade de caminhar | 8 |
| Figura 2 - Mapa representativo da zona do centro histórico classificado e a zona tampão de Guimarães | 28 |
| Figura 3 - Representação da área de estudo. | 29 |
| Figura 4 - Mapa com a distribuição hierarquia das ruas na zona de estudo | 31 |
| Figura 5 - Exemplo de verificação dos troços a menos de 1 km da estação de comboios | 33 |
| Figura 6 - Mapa representativo do número de ligações (Conectividade) por cada troço | 34 |
| Figura 7 - Sinal de proibição de circulação acima dos 30 km/h na entrada do centro histórico na Rua Val de Donas..... | 35 |
| Figura 8 - Travessa de Santa Aninhas | 36 |
| Figura 9 - Mapa representativo dos dados recolhidos para o critério da velocidade | 37 |
| Figura 10 - Passadeira com sinalização luminosa | 38 |
| Figura 11 - Mapa representativo dos dados relativos ao critério das passadeiras | 39 |
| Figura 12 - Exemplo de um edifício abandonado na Rua do Anjo..... | 40 |
| Figura 13 - Exemplo de grafiti na Rua Francisco Agra..... | 40 |
| Figura 14 - Mapa representativo dados relativos ao critério da segurança cívica | 41 |
| Figura 15 - Passeios estreitos na Rua Vale de Donas | 42 |
| Figura 16 - Mudança brusca da largura dos passeios na Rua da Ramada..... | 42 |
| Figura 17 - Estreitamento gradual da largura do passeio na Tv. Teixeira de Pascoais..... | 43 |
| Figura 18 - Passeio largo na Rua Cónego Dr. Manuel Faria | 43 |
| Figura 19 - Travessa do Rio de Couros - largura da rua inferior a 1,50m..... | 44 |
| Figura 20 - Rua de Donães - largura mínima de 1,60m | 44 |
| Figura 21 - Fenda pele de crocodilo na Rua Dr. Joaquim de Meira | 45 |
| Figura 22 - Levantamento da calçada Av. Dom Afonso Henriques | 45 |
| Figura 23 - Deformação do pavimento devido a raízes das arvores na Av. Dom Afonso Henriques | 45 |
| Figura 24 - Mapa representativo dados relativos ao critério da condições do pavimento..... | 46 |
| Figura 25 - Paragem de autocarro no meio do passeio na Rua Dr. Joaquim de Meira | 47 |
| Figura 26 - Árvores no meio do passeio da Rua de Alexandre Herculano | 47 |
| Figura 27 - Estacionamento na Rua de Vila Verde | 48 |
| Figura 28 – Escadas na Tv. do Picoto..... | 48 |
| Figura 29 - Obras na Av. Dom Afonso Henriques | 48 |
| Figura 30 - Vasos na Rua Francisco Agra..... | 48 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 31 - Candeeiro na Avenida General Humberto Delgado..... | 49 |
| Figura 32 - Balde do lixo Rua de Couros | 49 |
| Figura 33 - Bancos na Rua Val de Donas | 49 |
| Figura 34 - Mapa representativo dados relativos ao critério da inclinação | 50 |
| Figura 35 - Avenida General Humberto Delgado inclinação de 6%..... | 51 |
| Figura 36 - Arvores na Avenida General Humberto Delgado..... | 52 |
| Figura 37 – Árvores na Avenida Dom Afonso Henriques..... | 52 |
| Figura 38 - Mapa representativo dados relativos ao critério da densidade populacional..... | 53 |
| Figura 39 - Mapa representativo dados relativos ao critério da densidade comércio | 54 |
| Figura 40 - Mapa representativo dados relativos ao critério da densidade de edifícios | 55 |
| Figura 41 - Mapa representativo dados relativos ao critério da diversidade do uso do solo | 56 |
| Figura 42 - Viela de São Crespim onde se verificou uma razão de 4,1 para a enclausura..... | 57 |
| Figura 43 - Travessa da Rua do Retiro onde se verificou uma razão de 6 para a enclausura | 57 |
| Figura 44 - Mapa representativo dados relativos ao critério da enclausura | 58 |
| Figura 47 - Largo da Cidade | 59 |
| Figura 45 - Largo da Oliveira..... | 59 |
| Figura 46 - Estatua de Dom Afonso Henriques..... | 59 |
| Figura 48 – Exemplo de nível de transparência elevado na Avenida Dom João IV | 60 |
| Figura 49 – ArcGis – software SIG adotado no caso de estudo | 61 |
| Figura 50 - Mapa topográfico sobre o qual se irá trabalhar | 61 |
| Figura 51 - Janela do Catalog Pane | 62 |
| Figura 52 - Passos a seguir na janela do Catalog Pane..... | 62 |
| Figura 53 - Janela de definição da feature class..... | 63 |
| Figura 54 - Janela para desenhar o traçado | 63 |
| Figura 55 - Mapa com o traçado da área de estudo definido | 64 |
| Figura 56 - Janela para adicionar atributos em estudo | 65 |
| Figura 57 - Tabela de atributos | 66 |
| Figura 58 - Janela de Contents onde se irá para aparecer a janela da symbology | 66 |
| Figura 59 - Janela de Symbology | 66 |
| Figura 60 - Exemplo do ecrã apos a seleção da simbologia para o critério de obstáculos | 67 |
| Figura 61 - New Layout ArcGis..... | 68 |
| Figura 62 – Mapa da avaliação do critério das Paragens de autocarros | 69 |
| Figura 63 - Mapa da avaliação do critério dos Parques de Estacionamento..... | 70 |
| Figura 64 - Mapa da avaliação do critério da Conectividade..... | 71 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 65 - Mapa da avaliação do critério das instalações publicas referentes a educação | 72 |
| Figura 66 - Mapa da avaliação do critério das instalações publicas referentes a Saúde | 73 |
| Figura 67 - Mapa da avaliação do critério das instalações publicas referentes a cultura | 74 |
| Figura 68 - Mapa da avaliação do critério das instalações publicas referentes aos serviços públicos .. | 75 |
| Figura 69 - Mapa da avaliação do critério das instalações publicas referentes a religião..... | 76 |
| Figura 70 - Mapa da avaliação do critério das instalações publicas referentes aos parques | 77 |
| Figura 71 - Mapa referente a classificação do fator da acessibilidade | 78 |
| Figura 72 - Mapa da avaliação do critério da velocidade do tráfego..... | 79 |
| Figura 73 - Mapa da avaliação do critério das faixas de rodagem | 80 |
| Figura 74 - Mapa referente a classificação do fator da Segurança | 81 |
| Figura 75 - Mapa da avaliação do critério da largura dos passeios..... | 82 |
| Figura 76 - Mapa da avaliação do critério das condições do pavimento | 83 |
| Figura 77 - Mapa da avaliação do critério dos Obstáculos | 84 |
| Figura 78 - Mapa da avaliação do critério do mobiliário de rua | 85 |
| Figura 79 - Mapa da avaliação do critério da inclinação..... | 86 |
| Figura 80 - Mapa da avaliação do critério da natureza..... | 87 |
| Figura 81 - Mapa referente a classificação do fator das infraestruturas para os peões | 88 |
| Figura 82 - Mapa da avaliação do critério da densidade populacional | 89 |
| Figura 83 - Mapa da avaliação do critério da densidade de comércio | 90 |
| Figura 84 - Mapa da avaliação do critério da densidade de edifícios | 91 |
| Figura 85 - Mapa da avaliação do critério da diversidade do uso do solo | 92 |
| Figura 86 - Mapa referente a classificação do fator das Uso do Solo..... | 93 |
| Figura 87 - Mapa da avaliação do critério da enclausura | 94 |
| Figura 88 - Mapa da avaliação do critério da complexidade..... | 95 |
| Figura 89 - Mapa da avaliação do critério da transparência | 96 |
| Figura 90 - Mapa referente a classificação do fator do Desenho Urbano | 97 |
| Figura 91 - Mapa referente à Classificação final da rede..... | 98 |

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Pesos dos fatores e critérios de acordo com o SPN..... 19

Tabela 2 - Distâncias avaliadas no fator de acessibilidade32

Tabela 3 - Médias e quantidades de ruas com avaliação positiva.....99

Tabela 4 - Estudo dos valores mínimos, máximos, média e número da ruas acima da média para os fatores e classificação final 100

SIGLAS E ACRONIMOS

INE – Instituto Nacional de Estatísticas

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SPN – Smart Pedestrian Network

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

A nível mundial, em 2020 e 2021, existiu uma grande crise de saúde, em que foi evidenciado as consequências do estilo de vida atual, não só a nível da saúde, como a nível ambiental. A nível da saúde foi possível verificar a falta de condição física do ser humano que diminuiu a resistência ao vírus da COVID-19, em que esta falta de condição física deve-se em muito ao sedentarismo e ao nível de stress provocado pelo estilo de vida atual das pessoas que vivem nas cidades. A nível ambiental viu-se uma melhoria significativa devido ao facto das pessoas e fabricas terem sido obrigadas a parar, sendo assim ocorreu uma diminuição temporária de poluição causada pelas grandes indústrias, como também, uma diminuição da poluição causada pela circulação de veículos motorizados e redução de lixo nas ruas.

Já há muito tempo que se vem a estudar as consequências negativas, especialmente nos centros urbanos, do sedentarismo e da poluição ambiental ligados a dependência de veículos motorizados, e a sua relação com a evolução das taxas da mortalidade e morbilidade. A nível da saúde, é identificado que o sedentarismo é um dos grandes problemas da população atual, afetando todas as idades, mas com maior incidência nas faixas etárias mais novas. De acordo com um relatório recente da OMS - Organização Mundial de Saúde (2020), as novas metas de exercício para combater os problemas causados pelo sedentarismo são: 60 minutos diários de atividade moderada, ou pelo menos 3 vezes por semana atividade intensa, para crianças/jovens entre os 5 e os 17 anos; e, acima dos 18 anos é recomendado que por semana seja realizada atividade moderada entre 150-300 minutos ou intensa entre 75-150 minutos. Para adultos é possível verificar a existência de várias doenças que podem levar a morte, associadas ao sedentarismo, tais como diabetes do tipo 2 e doenças cardiovasculares. Sendo assim, a OMS recomenda a redução do tempo sedentário aproveitando esse tempo para praticar atividades físicas, mesmo que seja de baixa intensidade.

Com a crise de saúde mundial atual, e com o confinamento e distâncias sociais a cumprir, viu-se uma grande afluência de pessoas aos parques e jardins das cidades por serem ao ar livre, permitirem o afastamento físico entre pessoas e dessa forma serem considerados sítios mais seguros que outros espaços mais confinados. A opção pelos passeios ao ar livre ajudou a combater os efeitos físicos do sedentarismo, com também, ajudaram a melhorar a saúde mental e os efeitos causados pela brusca mudança de hábitos e ao isolamento social, sendo que foram então (re)criados hábitos de andar a pé nas sociedades em quase todas as cidades do Mundo.

A poluição ambiental é outro aspeto fundamental a ter em conta, já que é possível ver e sentir as mudanças climáticas a nível mundial, como por exemplo o aumento de tempestades, ou o aumento do número e da gravidade de incêndios. Um aspeto positivo é que a nível mundial os vários governos já estão a tomar medidas, criando limitações e fazendo alterações para que haja alguma regressão aos acontecimentos identificados como mais graves.

Nas cidades, a poluição ambiental manifesta-se, em grande parte, de forma silenciosa, pois o ambiente criado causa problemas de saúde, especialmente naqueles que passam grande parte do seu tempo nas cidades. Estes problemas de saúde podem se manifestar de várias formas, como stress, muitas vezes causado pela sensação de urgência provocada especialmente pela poluição sonora, ou problemas de desidratação e redução da capacidade termorreguladora corporal caso se verifique a existência de ilhas ou ondas de calor. A longo prazo são ainda identificados problemas de saúde relacionados com o aparecimento de problemas a nível pulmonar, auditivo, entre outros.

Existem vários motivos que estão associados a escolha do meio de transporte por parte das pessoas, estes podem ser divididos em duas categorias, pessoais ou ambientais. Os ambientais estão relacionados com o meio urbano apresentado, em que a condições dos pavimentos, do ruído e da segurança têm grande impacto. Quanto aos pessoais a condição física de cada pessoa e o tempo de deslocação necessário para realizar a viagem são os que têm mais peso. Neste contexto, surgiu o conceito de mobilidade sustentável, que leva as cidades a criarem objetivos e metas a cumprir que visam atenuar, ou contrariar, os efeitos do uso excessivo de veículos motorizados, e como forma de combater os problemas causados a nível social, ambiental e económico daí decorrentes.

Smart Cities are Walkable (JPI Urban Europe, SMART PEDESTRIAN NET, 2017-2021) foi um projeto europeu que esteve na base da criação do modelo SPN, em que se pretendeu, avaliar as condições apresentadas pelas cidades tendo por base um conjunto de critérios, e permitiu a criação de um conjunto de guias de planeamento urbanístico que possa ser aplicada pelas cidades de forma a melhorar as condições para andar a pé, e ainda, criar uma aplicação que permita ao utilizador através da inserção dos pontos de origem e destino obter as melhores rotas possíveis para a sua deslocação.

O modelo “Smart Pedestrian Network” (SPN) foi desenvolvido tendo como casos de estudo as cidades de Bologna e Porto, e pretendeu avaliar o ambiente urbano através da sua atratividade e acessibilidade para a opção de andar a pé em vez de uso constante de veículos motorizados privados. Esta opção pela escolha de andar a pé permitirá que as cidades, e os seus cidadãos, combatam a poluição do ar e sonora nas cidades, através da redução de veículos motorizados que circulam dentro das cidades. Além da

avaliação das ruas, o projeto desenvolveu uma aplicação tecnológico que permite às pessoas que pretendem se deslocar a pé, a partir da introdução da origem e destino, identificar a melhor rota a seguir tendo em conta as suas preferências. A aplicação teve como base o modelo criado para a avaliação das ruas e que se apoiou numa análise multicritério com base espacial. Os critérios adotados estão, por um lado, ligados ao ambiente urbano, e por outro, a critérios individuais e que tem impacto na decisão da forma de deslocamento dos utilizadores. Esta componente de avaliação de base espacial para a rede de ruas de uma cidade é o suporte do modelo SPN e que se aplica no presente estudo a um conjunto de ruas da zona central da cidade de Guimarães.

Em Guimarães, a cidade em estudo, pode-se observar um esforço para tornar mais sustentável a cidade. Várias iniciativas refletem esse esforço, entre as quais se salientam, a “Agenda 21 Local” e a candidaturas a projetos/concursos internacionais como a “Capital Verde Europeia 2020”. Em 2021 a cidade ficou entre as 12 escolhidas para representar Portugal no “European Green Cities Award”. Também, um estudo realizado pela Organização Mundial de Saúde, ligado à iniciativa “The Breathelife Network”, verificou que o nível de partículas finas inaláveis (PM 2.5) em Guimarães se encontra 70% abaixo do nível de segurança. Estes esforços demonstram a disponibilidade da cidade em apoiar e implementar objetivos similares aos preconizados através do projeto SPN, pelo que o presente estudo poderá vir a constituir um contributo para a oportunidade em a cidade aumentar a circulação a pé dos seus residentes e trabalhadores face a um melhor conhecimento do ambiente pedonal existente.

A cidade de Guimarães é uma cidade com um ambiente urbano muito bem definido devido ao processo que culminou com a classificação do seu centro histórico como integrante dos sítios Património Mundial da UNESCO. Também, sendo a cidade que acolhe um dos polos da Universidade do Minho, em que se inclui a Escola de Engenharia, facilitou o trabalho de recolha de dados para a realização do presente caso de estudo. Ainda, é possível identificar pelas intervenções existentes na cidade de Guimarães que há uma aposta na melhoria das suas redes viárias e pedonais. A conjugação destes diversos fatores permitiu identificar que seria pertinente realizar o estudo para a área central da cidade. A área de estudo foi escolhida de forma a: (i) ter uma área característica da zona central da cidade, (ii) ser próxima ao Campus de Azurém da Universidade do Minho e (iii) de incluir o Campus de Couros da Universidade do Minho. A seleção da área proporcionou que fosse feito *in loco* a recolha de dados para aplicação do modelo SPN e que dessa forma fosse efetuada a aplicação do modelo com um contributo para a cidade melhorar as condições de circulação a pé nas zonas em que o modelo identifique algumas fragilidades.

1.2. Estrutura da dissertação

Após um estudo do material bibliográfico, dos dados recolhidos e do tratamento dos mesmos achou-se por bem dividir a dissertação em cinco capítulos.

O primeiro capítulo contém um enquadramento do estudo realizado, onde se faz uma pequena introdução ao tema estudado no decorrer do trabalho, identificação da importância do mesmo e os motivos subjacentes à sua escolha, a sua aplicação à cidade de Guimarães e os respetivos objetivos.

O segundo capítulo apresenta a análise e o tratamento do material bibliográfico, este está dividido em duas partes: a primeira parte apresenta um enquadramento sobre circular a pé e a sua relação com ambiente urbano e a segunda parte explica com detalhe o modelo SPN - Smart Pedestrian Network e as bases de análise da rede pedonal de uma cidade.

O terceiro capítulo foca-se na metodologia e aplicação do modelo SPN. Este capítulo está dividido em três subcapítulos: o primeiro diz respeito à avaliação do modelo SPN por um conjunto de critérios e fatores; o segundo é referente a implementação em ambiente SIG; e o terceiro apresenta a componente refere à avaliação da rede pedonal urbana para circulação a pé.

O quarto capítulo apresenta o caso de estudo realizado para na cidade de Guimarães. O capítulo começa com uma apresentação da área de estudo na cidade de Guimarães, seguido da avaliação dos critérios do modelo SPN para as ruas em estudo. Tendo por base a avaliação detalhada de todas as ruas e a inserção dos dados na base geográfica desenvolvida em SIG, são apresentados os mapas com a avaliação da rede pedonal para cada um dos critérios. Com base na análise dos mapas é apresentada a discussão dos resultados obtidos.

O último capítulo, o quinto, apresenta as conclusões obtidas e alguns futuros desenvolvimentos.

2. CIRCULAÇÃO A PÉ E O MODELO SMART PEDESTRIAN NETWORK

Neste capítulo é feita uma análise sucinta sobre a forma como as cidades procuram recuperar a importância da circulação a pé no contexto da mobilidade urbana para pequenas distâncias, procurando reverter a grande dependência dos veículos motorizados. De seguida, é apresentado o modelo Smart Pedestrian Network, desenvolvido no âmbito do projeto “Smart Cities are Walkable”, que promove o estudo de redes pedonais em cidades avaliando um conjunto de fatores e critérios relativos às condições oferecidas pelas ruas à circulação a pé. Este modelo foi adotado no estudo de caso para a Cidade de Guimarães, apresentado no capítulo quarto.

2.1. Circulação a pé

As cidades orientadas para os veículos é uma consequência do rápido crescimento da indústria e do aumento de uso do carro que se verificou no século XX, resultando que o desenho urbano fosse focado mais nos veículos e que os peões e as condições oferecidas a quem circula a pé passassem para segundo plano. No entanto, presentemente, verificamos uma alteração neste pensamento e os governos começam a ter preocupação em tornar as cidades mais acessíveis e seguras para os peões. Apesar das regras do tráfego terem em conta os peões, estes são vistos nas questões de tráfego urbano como um elemento secundário e “frágil” em relação aos veículos motorizados, pelo que as regras instituídas têm um foco predominante na segurança e pouco na componente de acessibilidade (Babic *et al.*, 2021).

Para o ser humano, um dos principais meios de deslocação, para o qual o corpo é construído, é andar a pé, sendo que, ele tem limitações cada vez mais prenunciada, muitas vezes causa do estilo de vida sedentário que está instruído no dia a dia das pessoas. O peão é uma pessoa que se desloca a pé e integra também as pessoas com maior dificuldade a fazê-lo, sendo identificadas como com mobilidade condicionada ou reduzida. Mas, todos devem ter o direito de se deslocarem como peões nas cidades.

Vários estudos na área da saúde humana evidenciam que caminhadas frequentes, com a duração mínima de 30 minutos, trazem vários benefícios para a saúde, tais como: aumento da resistência cardíaca e pulmonar, redução do risco de doenças cardíacas, aumento da robustez dos ossos, melhoria do equilíbrio, etc. Os benefícios não são apenas para a saúde física, mas também para a saúde mental, visto que proporciona alívio do stress e da ansiedade.

Fazer uma caminhada traz muitos benefícios não só para o meio ambiente, mas também para a saúde física e mental de quem pratica. Por exemplo, as consequências causadas pelas atividades de trabalho

em escritórios, que normalmente implicam passar horas sentado em frente a um computador, e ajuda também a aliviar o stress.

Outro aspeto, em que trocar o veículo motorizado por andar a pé contribui positivamente, é para a própria economia, visto que ao fazer o percurso a pé em centros de cidade se expõe o peão ao comércio local.

Babiano *et al.* (2016) identificam que existe três grupos de variáveis, definidos pela literatura, que contribuem para a decisão de fazer um percurso a pé, que são: (1) circunstâncias e características dos peões, incluindo os seus estados sociais, culturais e demográficos; (2) preferências individuais no modo e das características da viagem; e (3) atributos do ambiente externo da caminhada. Estes autores mostram que a preferência de andar a pé não é só uma decisão comportamental do peão, mas também uma influência do ambiente urbano em que o fazem.

Uma grande vantagem de andar a pé é a sua acessibilidade, visto que, se trata de um meio de transporte que não olha a classe social ou idade, não custa dinheiro nem é preciso autorização, logo, está disponível a pessoas sem possibilidade de ter carro ou carta de condução. Além de que também pode ser utilizado por quem possui carro e carta de condução!

Por sua vez, trata-se de relação cíclica, pois são necessárias melhores condições para circular a pé, mas quanto mais pessoas o fizerem, melhor se torna o próprio ambiente urbano para todos os que se deslocam a pé. Um exemplo evidente é quanto maior a quantidade de pessoas na rua mais seguras elas são, dado que, se reduz a quantidade de carros que circulam, especialmente nos centros das cidades, tornando as ruas mais seguras. Também, o aumento da circulação a pé e a respetiva redução de carros proporciona melhorias na qualidade do ar e menos poluição sonora, dado é um meio de transporte “verde”. Uma consequência positiva do aumento de pessoas circularem a pé nos centros das cidades é que vai proporcionar que as próprias entidades municipais apostem mais na qualidade da rede pedonal, intervindo a vários níveis do espaço urbano. As intervenções podem ser na melhoria do mobiliário urbano, no aumento de zonas verdes, na criação de zonas de estacionamento acessível em zonas mais periféricas ao centro, de forma as pessoas terem onde deixar os carros mantendo a forma de realizar o objetivo da ida ao centro da cidade sabendo que o carro fica em segurança, entre outras. Assim, as melhorias podem ser feitas através da criação de um conjunto de diretrizes para o espaço urbano de forma a criar harmonia entre os veículos motorizados, bicicletas e peões que compartilham os mesmos espaços na cidade. Estas diretrizes podem ter um aspeto mais universal ou mais localizado, sendo que para a aplicação das mesmas é necessário não só ter um bom conhecimento das ruas em questão, como também é necessário conhecer os comportamentos e preferências da comunidade que as irá utilizar.

Atualmente na Europa existe uma grande dependência de veículos motorizados, conseqüentemente, estes contribuem imenso para a emissão de gases poluentes para a atmosfera, contribuindo para a degradação da qualidade do ar. Também, existe um aumento dos níveis de ruído o que contribui para uma poluição sonora, que implica uma diminuição da qualidade de vida. A União Europeia está a tentar combater estes problemas através da definição metas ambientais ambiciosas a atingir a médio e longo prazo. Uma dessas metas é a redução da dependência do ser humano dos transportes motorizados, especialmente para curtas distâncias, cativando mudanças comportamentais, tais como andar a pé, de bicicleta, sistemas suaves e de transporte sustentáveis, entre outras.

2.2. Modelo Smart Pedestrian Network

O projeto “Smart Cities are Walkable” teve como finalidade demonstrar que é importante garantir a qualidade das redes pedonais de forma a atrair os peões para circularem nas mesmas, dado que, com a evolução das cidades tem se apostado no conceito de mobilidade sustentável. Neste seguimento, o circular a pé tem grande peso nesse conceito, não só por ser um meio de transporte não poluente, económico e acessível, mas também porque se traduz em benefícios para a saúde dos que o praticam.

No âmbito do projeto, o modelo Smart Pedestrian Net (SPN) foi criado com a meta de promover melhorias nas redes pedonais das cidades europeias. Através do modelo SPN é possível avaliar as condições das redes de circulação a pé e no âmbito do projeto de investigação foram estudadas áreas das cidades do Porto e de Bolonha. Através da avaliação das condições das redes em estudo em ambas as cidades, foi possível tirar conclusões relativas às partes da rede onde se poderá investir para melhorar a qualidade oferecida pela rede para a circulação a pé, de forma que, seja mais atrativa e segura para os peões.

O SPN tem em conta vários fatores que devem ser rigorosamente estudados de forma a representar os vários critérios que tem influência na decisão do peão em optar por trocar a deslocação em veículo motorizado por uma caminhada. A figura 1 identifica de forma esquemática os elementos que foram estudados na criação do modelo do SPN e na definição dos vários fatores e critérios em avaliação.

Segundo o SPN, cada um destes fatores é avaliado e atribuído uma pontuação, para que no final possa ser possível avaliar qualitativamente a rede e dessa forma perceber se proporciona boas condições para promover uma mobilidade sustentável com base na circulação a pé. Por outro lado, o modelo permite identificar quais os fatores que apresentam melhor desempenho e quais os que apresentam pior desempenho. Assim, é possível que sejam identificadas as melhorias a fazer na rede e em que fatores devem acontecer.

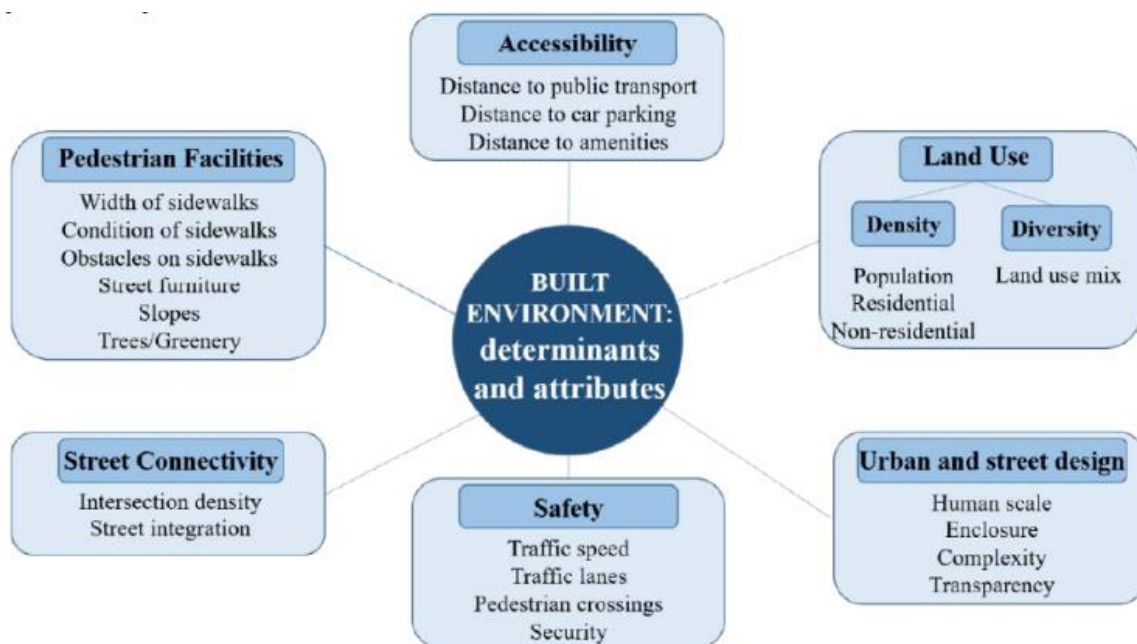


Figura 1 - Fatores e critérios utilizados pelo SPN para avaliar a capacidade de caminhar

Fonte: SPN Ebook (2020)

As subsecções seguintes apresentam de forma detalhada os fatores e os critérios do modelo SPN, dado que a utilização dos mesmos estará na base da recolha dos dados mais adequada, como também permitirá suportar as conclusões dos resultados obtidos para o caso de estudo de qualquer cidade.

2.2.1. Acessibilidade

A acessibilidade refere-se à facilidade que o utilizador da rede pedonal tem em realizar o objetivo da viagem em questão seja, ir as compras, ou deslocação para o trabalho, fazer exercício, ou outra tarefa importante (Habibian & Hosseinzadeh, 2018). Este ponto é dos mais importantes, na medida em que, a distância entre onde o peão deixa o meio de transporte primário e o local onde se tem que deslocar for grande é comprometedora para a escolha de fazer o percurso a pé.

Andar a pé é um meio de transporte vagaroso e que implica esforço físico, tornando-se pouco viável para longas distâncias. Portanto, normalmente andar a pé é utilizado como um meio secundário, que permite a deslocação entre o local onde se estaciona o carro, ou a paragem dos transportes públicos, e o destino da viagem, a distância ou comprimento a percorrer é um dos fatores que influencia a escolha por parte do peão de fazer o percurso a pé.

Critério 1.1 Transportes públicos – Entre as várias escolhas disponíveis a nível de transportes, os meios de transporte públicos são uma escolha positiva, dado que, ajuda a reduzir o número de carros, especialmente olhando para o facto de que, o uso individual de veículos é algo que se verifica com frequência. Por consequência, esta redução levará à diminuição da poluição do ar e sonora, e os meios de transportes públicos tratam-se de uma opção mais acessível pois está disponível para pessoas sem condições financeiras ou físicas para ter um carro e para pessoas que não possam ter a carta de condução.

Este meio de transporte só se torna mais atrativo que o veículo particular, quando o tempo da viagem incluindo a deslocação a pé da paragem até ao destino é menor (ou ligeiramente superior) que de carro. Por isso, quanto melhor e mais acessível for a rede de transporte público, mais atraente esta opção é e dessa forma também se estará a contribuir para as deslocações a pé no acesso às paragens/estações e das paragens/estações ao destino final.

Para os vários meios de transporte tem-se diferentes critérios da distância entre estações e distância aos serviços a ter em consideração. O comboio é um meio de transporte mais utilizado para viagens longas, logo, a distância que o peão está disposto a percorrer é maior que comparando com o autocarro, que é para um uso mais diário e para curtas distâncias e que requer menores infraestruturas.

Critério 1.2 Parque de estacionamento – As condições dos parques de estacionamento e os custos a estes associados são outros fatores que a pessoa pode ter em conta aquando da sua escolha, uma vez que, se se acrescentar ao custo da viagem o valor do estacionamento, este é mais elevado, muitas vezes fora das possibilidades das pessoas de média e baixa classe especialmente quando se trata de uma viagem diária.

As condições oferecidas pelos locais de estacionamento também são importantes, pois um local mal iluminado ou localizado numa zona menos segura implica que as pessoas vão estar menos disponíveis para o utilizar para estacionar e tentar levar o carro até a “porta” do fim da viagem. O risco de o carro poder ser roubado ou vandalizado é um fator relevante, além de que também esses locais são vistos como mais vulneráveis e dissuasores à posterior deslocação a pé. Assim, os locais de estacionamento mais afastados do destino final devem ser locais em que o peão se sinta seguro.

Critério 1.3 Conectividade - A conectividade de ruas tem em atenção, tal como o nome indica a ligação entre as diferentes ruas, pois quanto mais uma rua tiver ligação a várias outras ruas maior a respetiva conexão e maior a escolha proporcionada aos peões seja a nível de tempo, segurança ou a ligação entre as várias tarefas que precisa realizar na mesma zona. A

conetividade pode ser utilizada para a avaliação de uma rede pedonal, mas não tem um padrão consolidado para a respetiva avaliação. Os pontos a ter em atenção são a densidade de interseções, comprimento dos quarteirões, nós, direção, densidade e integração.

Critério 1.4 Instalações Públicas – Um bom uso do espaço urbano aumenta a probabilidade de as pessoas irem para um serviço a pé, especialmente quando podem fazer mais que uma tarefa na mesma viagem, como por exemplo: ir a compras para a semana, em várias localizações, ir à farmácia e ainda aproveitar e tirar um tempo para fazer alguma atividade relacionada a gostos e necessidades pessoais.

As instalações públicas bem distribuídas promovem a deslocação de pessoas de idades mais avançadas, que muitas vezes até vivem sozinhos, ajudando não só a promover exercício físico, reduzindo problemas cardíacos e promovendo a mobilidade, como também, pode ajuda a nível psicológicos. Em faixas etárias mais novas o ir a pé para a escola ajuda a combater a obesidade infantil e a criar laços sociais (Mitra, 2013). Parques de lazer, normalmente, são frequentemente utilizados para a prática de atividades recreativa. Logo, quanto maior for a sua acessibilidade mais promovem a sua utilização, especialmente em dias de bom tempo, dado se tratar de uma prática da atividade acessível a todos e não requerendo dinheiro ou idade para o fazer. São ainda bons locais para levar as crianças a brincar, fazer piqueniques, atividades de desporto, bem como levar os animais a passear e fazer atividades que promovem o conviver com outras pessoas.

Uma barreira frequente para fazer as tarefas através de deslocações a pé é o esforço físico, que quando combinado com o tempo que se demora, pode acabar por se tornar numa opção pouco atraente. Optar por utilizar o comércio local, isto é, próximo do local de residência ou de trabalho, para fazer compras no talho, frutaria e peixaria, não só permite encontra produtos melhores e mais baratos (na grande maioria das situações) que nas grandes superfícies comerciais, como também ajuda a atividade económica do comercio local e promove pequenas deslocações a pé sem um elevado esforço físico associado. Assim, se estes serviços de comércio local se localizarem a distâncias elevadas uns dos outros tornam pouco apelativo a ida a pé para fazer compras básicas diárias e semanais e para muitos será mais simples optar pela ida de carro a grandes superfícies comerciais.

Vários estudos avaliam as distâncias que as pessoas estão dispostas a percorrer a pé e relacionam essa distância com o destino em causa e o tipo de atividade/serviço em questão, identificando a distância que as pessoas estão disponíveis a percorrer, e ao tempo relativo que se demora na deslocação, face à atividade que se vai realizar. Para deslocações a parques e jardins públicos pode ir até 1 km (Rioux *et*

al., 2016), enquanto que para as escolas (Pojani & Boussauw, 2014; Waygood & Susilo, 2015), hospitais ou centros de saúde (Reshadat *et al.*, 2015; Meeder *et al.*, 2017), centro comerciais (Larsen *et al.*, 2010; Yang and Diez-Roux, 2012; Millward *et al.*, 2013) vai até 800 metros. Outros destinos têm distâncias mais curtas, para locais relacionados com a religião vai até 500 metros (Lovasi *et al.*, 2008; Abdullah *et al.*, 2013) e apenas 400 metros para locais ligados a cultura (Vaughan, 2007; Abass & Tucker, 2018).

2.2.2. Segurança

Na análise da segurança do peão tem que se ter não só atenção à segurança face aos veículos que circulam na via pública, como também ter em atenção a segurança pública face à integridade individual de cada pessoa e seus bens (Williams *et al.*, 2018). Quanto à análise da segurança dos peões em relação aos veículos que circulam no mesmo meio urbano, a sua necessidade dá-se pelo facto de que o ser humano quando comparado a um veículo tem uma estrutura mais vulnerável e não tem proteção contra o impacto. Por outro lado, também é importante que ter em atenção a segurança pública em determinados espaços urbanos, estando esta associada aos níveis de criminalidade e ameaças pela falta de civismo em geral.

Como referido anteriormente para outros fatores em análise, também neste as crianças e os idosos são grupos de maior risco devido a serem mais vulneráveis. No que toca as crianças/jovens, é necessário garantir a deslocação segura para a escola e zonas de atividades extracurriculares, de forma a que os transportes públicos e circular a pé sejam privilegiados em relação ao transporte individual. Quanto aos idosos, é indispensável assegurar que os mesmos se possam deslocar independentemente e em segurança. Este fator é subdividido em 4 critérios para análise, que são: velocidade do tráfego, faixas de rodagem, passadeiras com sinalização luminosa e segurança pública.

Critério 2.1 Velocidade do tráfego – Este é um elemento crítico a ter em atenção quando se efetua o estudo da segurança dos peões, uma vez que em zonas com elevada velocidade média do tráfego não só existe maior probabilidade de acidentes com peões envolvidos, como também, devido à elevada velocidade o resultado dos impactos pode provocar lesões mais graves ou até a morte (Chen & Zhou, 2016; Galanis *et al.*, 2017).

Está provado, que entre ruas orientadas para a circulação de automóveis, com alto volume de veículos e velocidades mais elevadas, ou ruas mais calmas, quem circula a pé opta por escolher as ruas calmas face a se sentirem mais seguros e confortáveis (Ferrer *et al.*, 2015). Garantir um controlo da velocidade do tráfego é essencial para garantir um bom ambiente pedonal. Para atenuar as velocidades do tráfego,

e para garantir que esta ocorre, são frequentemente utilizadas medidas formais de controlo e segregação do tráfego e medidas de acalmia do tráfego. Dentro das medidas formais de controlo de tráfego temos os limites de velocidade em função do tipo de estrada, sinalização vertical e marcas rodoviárias. As medidas de segregação permitem separar as zonas de circulação do tráfego das zonas de circulação a pé, e outros modos suaves. As medidas de acalmia de tráfego promovem alterações na zona de circulação e visam promover a redução da velocidade criando constrangimento à circulação dos veículos automóveis. Estas medidas podem ser várias, tais como, a utilização de sinais luminosos nas zonas de conflito entre veículos e peões, a ajuda no atravessamento de ruas, especialmente quando são de grande extensão (múltiplas vias de tráfego a serem atravessadas), através de, por exemplo, implantação de ilhas de atravessamento, ou zonas segregadas de atravessamento, tais como pontes e tuneis, e ainda evitar percursos de grandes distâncias linear que promovem elevadas velocidades de circulação automóvel, tirando partido de criar percursos sinuosos e estreitos para os veículos de forma a garantir uma mudança de ambiente quando os veículos entram numa zona mais central da cidade.

Critério 2.2 Faixas de rodagem – Ruas mais direcionadas para a circulação de veículos têm tendência a ter várias faixas de rodagem, o que implica mais volume de tráfego e um aumento da velocidade de circulação automóvel, o que implica também uma maior distância quando os peões têm que atravessar a rua/estrada. Tendo em conta estes aspetos, os peões sentem menos seguros nestas ruas e estas estão normalmente associadas a um maior número de colisões entre veículos e peões e com consequências mais graves. Os peões estão predispostos a escolher ruas com duas ou menos faixas de rodagem (Zhang *et al.*, 2017).

As medidas de acalmia de tráfego a aplicar em ruas com duas faixas de rodagem, que permitam que os peões se sintam mais confiantes a atravessar a rua, vão depender muito do meio urbano e do que é possível concretizar. Em caso de, se estar a lidar com um número de faixa de rodagem médio, onde seja possível implementar medidas de controlo de tráfego, zonas de boa visibilidade e exista a possibilidade do recurso as ilhas de atravessamento, estas são uma boa opção devido a que permitem que os peões lidem apenas com o trânsito que circula numa direção de cada vez. Proporcionam também um possível local para descanso às pessoas com mobilidade condicionada.

Outra configuração que promove a segurança dos peões no atravessamento de uma rua com várias faixas de rodagem é a utilização de sinais luminosos nas passadeiras, sendo uma solução mais fácil de implementar sem fazer grandes alterações ao meio urbano em que se inserem, tem o inconveniente de

se obrigar a gastos elevados. No entanto, esta é a solução mais utilizada e normalmente a primeira a ser implantada quando é sinalizado um problema de frequentes atropelamentos numa rua urbana.

Para as ruas principais de circulação automóvel em meio urbano, com múltiplas faixas e um volume de tráfego elevado, onde é limitada a aplicação de medidas de acalmia que são permitam garantir a segurança dos peões, a solução mais viável é a criação de túneis ou viadutos de atravessamento para os peões. No entanto, estas soluções obrigam a um esforço maior por parte dos peões já que aumentam o percurso e frequentemente obrigam a utilizar escadas quando o espaço é reduzido para colocar rampas.

Critério 2.3 Passadeiras – Como já salientado anteriormente, os peões estão em desvantagem em relação aos veículos, assim, quando têm que atravessar uma rua estes ficam mais expostos aos veículos que circulam a velocidade elevada, mesmo que dentro dos limites legais. As passadeiras são zonas onde é possível os peões atravessarem as faixas de rodagem e onde se espera que os veículos parem para os deixar fazer o atravessamento em segurança. Nestas zonas, os peões e os veículos têm que respeitar as regras de trânsito de forma a que o atravessamento da via pelo peão seja feito em segurança, mas também o peão deve respeitar essas regras de forma a que os condutores possam ter tempo de reação para garantir essa segurança. As passadeiras normalmente encontram-se em cruzamentos e a meio das ruas mais extensas. As passadeiras podem ter diferentes padrões que permitem aos condutores perceberem que se trata de uma zona de atravessamento. No entanto, é possível verificar que existe um elevado número de acidentes que estão relacionados a estes locais. É possível identificar que para zonas com várias faixas de rodagem e um nível de tráfego elevado as passadeiras marcadas no pavimento e com sinal vertical não são o suficiente para garantir a segurança de atravessamento dos peões.

Face ao exposto, é possível salientar que alguns dos pontos que podem pôr em causa a escolha de um percurso são: o número de passadeiras existentes ser reduzido ao longo do percurso com atravessamento de ruas e se, por outro lado, são passadeiras reguladas por sinais luminosos em que o tempo de espera é superior a 30 segundos.

Critério 2.4 Segurança cívica – Em geral, a segurança pública, esta associada a percentagem de crime que ocorre numa determinada zona. Este é um ponto que pesa na escolha de circular a pé quando associado maioritariamente a outros elementos, como características do peão e período do dia. A sensação de segurança, que tem um grande impacto no facto do peão se sentir

seguro ou não quando se desloca, é frequentemente afetada por aspetos relacionados com o ambiente urbano, como a iluminação, a manutenção de espaços públicos cuidados, o uso do espaço urbano e a largura da rua. A sensação de insegurança é causada, por exemplo, por grafites, prédios e terrenos abandonados e lojas fechadas como demonstrado por Foster *et al.* (2013). Outro aspeto que põe em causa a segurança na circulação a pé é a componente social, como por exemplo, a pouca presença de outras pessoas na rua ou a ocorrência de atividades ilegais. Em cidades onde a criminalidade é elevada, a componente social pode ser um dos principais pontos em consideração, quando existe a opção entre conduzir e andar a pé. A sensação de insegurança traz uma alteração de hábitos, tendo em conta que, um veículo não só reduz em muito o tempo de percurso, como também, traz uma proteção extra dado a sua estrutura e a velocidade. Assim, um ambiente urbano inseguro não promove a circulação a pé, e a reversão dessa sensação de insegurança pode demorar tempo a ser revertida.

Também a escolha do meio de transporte pessoal em prol do transporte público tem em conta a segurança, visto que as pessoas se sentem expostas em zonas de espera ou de transferência, especialmente durante a noite e quando não há outras pessoas a circular.

Formas de combater alguns dos aspetos de insegurança identificados são:

- Aumento da iluminação noturna (Aghaabbasi *et al.*, 2018);
- Aumento da presença de polícia nas ruas, que não só atenua as atividades criminosas na zona, como tráfico de drogas, mas também ajuda a garantir o respeito pelas regras do trânsito por parte dos condutores (Larranaga *et al.*, 2018);
- Manutenção adequada dos edifícios e das ruas, através da limpeza das ruas e dos terrenos adjacentes, a recolha de lixo, a limpeza de grafites e a manutenção das fachadas dos edifícios;
- Uso de câmaras de vigilância (Aghaabbasi *et al.*, 2018).

2.2.3. Infraestruturas

Uma rede pedonal que não esteja em boas condições físicas e que permita responder às necessidades dos utilizadores da mesma não é atraente, conseqüentemente, é importante que esta seja acessível a todos e que seja segura na sua componente física (passeios com maus pavimentos ou buracos podem originar acidentes pessoais a quem circula a pé e a inexistência de passeios expõe mais ao tráfego automóvel quem circula a pé).

Este fator divide-se em seis categorias principais: Largura dos passeios, condição dos passeios, existência de obstáculos, mobiliário de rua, inclinação e árvores.

Critério 3.1 Largura dos passeios – A largura dos passeios é um elemento essencial para o conforto dos peões. Zonas em que os passeios são inexistentes os peões não se sentem seguros e zonas de grande afluência com passeios estreitos podem provocar constrangimentos especialmente para pessoas de mobilidade condicionada. Áreas comerciais, onde as pessoas param a meio do caminho para olhar para as montras, ou até mesmo, quando as pessoas param para falar umas com as outras, pode ser muito perturbador para quem faz o seu percurso e pode obrigar a que as pessoas usem a parte da rua destinada aos carros, o que reduz a segurança. A largura recomendada para os passeios de forma a que a experiência seja agradável para todos os que circulam a pé, e de forma que o peão que circula mais rápido não seja perturbado ou que não perturbe os outros, é entre 1,8m a 4,5m (NACTO, 2019), sendo que 1,8m é a medida necessária para que uma cadeira de rodas passe por outra sem constrangimento. O mínimo aconselhável é de 1,5m, que é a medida que é necessária para uma pessoa, por exemplo, com cão guia, circular sem constrangimentos, também é a distância necessária para uma pessoa de cadeira de rodas poder inverter o sentido de circulação sem ter que sair do passeio.

Critério 3.2 Condição dos passeios – Um ponto extremamente importante dentro deste fator é avaliar o estado degradado ou irregular dos passeios, já que podem trazer vários problemas, em particular para pessoas de mobilidade condicionada já que tornam o percurso mais complicado e sujeito a acidentes. Assim, o uso de materiais de boa qualidade e a manutenção adequada do pavimento dos passeios é importante como forma de evitar uma degradação rápida, que não só é visualmente desagradável, como também muitas vezes obriga a quem circula a pé a sair do passeio e usar a via dos automóveis para fazer o percurso, o que é inseguro.

Outro aspeto a ter em consideração nesta componente é a inclinação transversal do passeio, que deve ser inferior a 2% de forma a tornar o percurso mais agradável.

Critério 3.3 Obstáculos – Os obstáculos podem aparecer de várias formas, como carros estacionados indevidamente, o que pode ser uma situação periódica ou um problema comum, esplanadas que ocupam parcialmente o passeio, mobiliário urbano, árvores, etc. Especialmente nos casos em que os passeios têm uma largura igual ou inferior a 1,5 m, estes obstáculos podem reduzir muito o espaço de circulação e tornam a experiência desagradável para os peões.

Critério 3.4 Mobiliário de rua – O objetivo de as entidades colocarem o mobiliário de rua é para tornar a experiência mais agradável, segura e acessível a todos que circulam ou utilizam as ruas. Algo tão simples como bancos colocados no espaço público permite que as pessoas idosas possam sair com a família e se precisarem de descansar o possam fazer, e se forem cobertos, podem ser zonas para abrigo das condições atmosféricas adversas. Bebedouros, caixotes do lixo, quiosques e casas de banho públicas são outros exemplos de mobiliário de rua frequentemente adotados.

Existem 5 aspetos que de acordo com Yücel (2013) se deve ter em atenção aquando da criação e implantação do plano urbanístico e na colocação do mobiliário de rua, que são: Função, implantação, forma e aparência, durabilidade e custo. Tendo em consideração estes aspetos, o mobiliário de rua deve ser muito bem estudado de forma que atraia utentes para circular nesse espaço e não crie obstáculos, em que terá a consequência oposta.

Critério 3.5 Inclinação – Este é um critério de grande importância já que afeta parte dos elementos principais na escolha pessoal de circular a pé, que são: velocidade, tempo, conforto, segurança e esforço físico.

Em Portugal, o decreto-lei 163/2006 impõe que a inclinação deve ser inferior a 5%, o que é controlável a nível de novas construções, mas muitas ruas existentes e anteriormente desenhadas e construídas de forma a seguir a topografia do local não cumprem essa regra. Inclinações mais elevadas não só são cansativas de percorrer pelo aumento do esforço físico, como também são escorregadias com chuva ou neve. Se a inclinação for entre 5% e 8% são consideradas rampas, e a boa prática do planeamento urbanístico aconselha a terem patamares intermédios horizontais como zonas de descanso e a utilizar o mobiliário de rua como banco e bebedouros de forma a tornar a caminhada mais agradável para quem utiliza essas ruas. Quando as ruas se situam em encostas íngremes e muito longas, ou existem escadas nos percursos, são considerados como obstáculos à circulação a pé.

Critério 3.6 Natureza – Atualmente é muito importante tentar combater os efeitos da poluição ambiental e outros efeitos adversos das atividades do ser humano para o planeta, por isso, é importante manter elementos que ajudem nessa batalha. Manter árvores e outros elementos ambientais no espaço urbano trás vários benefícios para as cidades, mas também para a circulação a pé. Vários elementos naturais, em especial as árvores, proporcionam a criação de sombra, combatem os efeitos dos ultravioletas, proporcionam a limpeza do ar e criam cor ao próprio ambiente urbano. Contudo, as árvores também podem trazer problemas, tais como,

desnívelamento nos passeios, folhas caídas que podem levar as pessoas a escorregar e a ter acidentes pessoais.

2.2.4. Uso do solo

O uso do solo é uma das características do ambiente urbanístico que contribui significativamente para a preferência de caminhar em relação a usar um meio de transporte motorizado. O estudo desta característica é feito essencialmente na análise da densidade e da diversidade do uso do solo.

Critério 4.1 Densidade – O estudo da densidade está ligado a vários elementos, mais concretamente esta foi dividida em densidade populacional, densidade residencial e densidade comercial. O aumento da densidade numa zona urbana não só implica uma redução nas distâncias a serem percorridas para realizar diversas atividades diárias, como também gera um crescimento do comércio e outras comodidades que promovem a circular a pé.

Áreas com mais densidade populacional implicam mais paragens de transportes públicos o que torna, mais atrativo a utilização dos mesmos e a consequente circulação a pé para os seus utilizadores.

Critério 4.2 Diversidade - Áreas com uso de solo misto têm promovido caminhadas utilitárias e para atividade física, pois são zonas repletas de atividades não residenciais proporcionam as condições para passeios de curta distância, mas com grande frequência.

2.2.5. Desenho Urbano

Este fator permite avaliar se o espaço urbano é atrativo e funcional, para isso, requer um estudo cuidadoso de como este será utilizado pelos peões. Qualidades já analisadas antes, como o estado dos passeios, a existência de mobiliário urbano e de espaços verde são procuradas na tomada de decisão de um passeio em família ou caminhada para promover atividade física. No entanto, a sua integração e a conjugação com critérios de componente funcional são também relevantes para a perceção de quem circula a pé. Este fator é muito subjetivo, pois depende muito da opinião de cada pessoa face à sua própria vivência urbana e às suas necessidades de circular a pé. O SPN estudou três atributos dentro do desenho urbano: a enclausura, a complexidade e a transparência.

Critério 5.1 Enclausura/Escala Humana – As pessoas têm tendência a sentir-se mais pequenas e inseguras quando rodeadas de objetos e edifícios de grande escala, consequentemente, sentem-se mais confortáveis quando podem interagir de forma mais natural com os objetos que

as rodeiam. Elementos físicos que atribuem uma escala humana são por exemplo mobiliário, árvores e detalhes das fachadas dos edifícios como a altura das janelas e das portas.

A desproporcionalidades da largura das vias em relação à altura dos edifícios pode causar uma sensação de enclausura aos peões. Singh (2016) identificou que a razão entre a altura dos edifícios e a largura das ruas não deve ser superior a 1,4, para não criar a sensação de enclausura.

Critério 5.2 Complexidade - Neste critério, estuda-se a riqueza visual das ruas, dado que quanto mais as ruas forem diversificadas mais atraentes se tornam para os peões. Os elementos que, normalmente, afetam este critério são: as formas e tamanhos dos edifícios, cores e materiais, arquitetura e ornamentos.

Ruas muito neutras e homogêneas são menos atrativas. Contrariamente, ruas com grande diversidade de edifícios, arquiteturas, zonas de refeição ao ar livre, peças de arte pública e pessoas a andar nas ruas, estimulam os peões e tornam-se mais atrativas. Como já foi observado anteriormente, este é um ponto que também depende muito do interesse e do gosto pessoal de cada pessoa.

Critério 5.3 Transparência – Existe uma relação entre os espaços transparentes existentes ao nível do rés-do-chão dos edifícios e a quantidade de comércio e serviços disponíveis. Consequentemente, as pessoas têm mais tendência a deixar os carros no estacionamento e a fazer os percursos a pé de forma a poderem ter acesso às ofertas e a tentar reduzir o tempo a realizar compras e outras tarefas na mesma zona, pois podem juntar tudo numa única viagem.

No desenvolver do SPN foi possível verificar que para certos critérios a avaliação correta necessitaria um estudo muito mais aprofundado, o que implicaria que é necessário fazer estudos separados para avaliar de forma mais efetiva este fator. Por outro lado, também é identificado que é muito subjetiva a sua avaliação o que levou a uma redução dos critérios desse fator para a sua aplicação ao modelo SPN.

2.2.6. Ponderação dos fatores e dos critérios

No projeto de investigação subjacente ao desenvolvimento do modelo SPN são apresentados pesos para os vários fatores e critérios, face à análise dos resultados obtidos para o estudo realizado nas cidades do Porto e de Bolonha. O estudo incluiu a realização de inquéritos a pessoas que se deslocam a pé nas zonas de estudo de ambas as cidades e das respostas obtidas foi possível aferir a importância relativa que é dada aos diversos fatores para quem circula a pé. O mesmo processo foi seguido para aferir a importância que é dada aos critérios que integram cada fator. A tabela 1 identifica os pesos a adotar para cada fator e respetivos critérios segundo o modelo SPN na avaliação de cada rua ou trecho de rua

de uma cidade. É possível identificar que a nível dos critérios de cada fator a diferenciação é menor que a diferenciação que existe em os fatores em si. É de salientar que o fator “Segurança” possui o menor peso, situação que decorrerá de as zonas em estudo em ambas as cidades apresentarem ambientes sociais urbanos bastante consolidados e com baixo nível de criminalidade. No sentido inverso, é notório que as “Infraestruturas” e a “Acessibilidade” pesam mais para quem circula a pé nessas zonas, constituindo *per si* um fator de atratividade forte para quem aí se desloca.

Tabela 1 - Pesos dos fatores e critérios de acordo com o SPN

| Fator | Peso | Critério | Peso |
|------------------------|--------|----------------------------|--------|
| Acessibilidade | 0,2149 | Distancia a autocarro | 0,2448 |
| | | Parque de Estacionamento | 0,2004 |
| | | Conectividade | 0,2752 |
| | | Serviços | 0,2796 |
| Segurança | 0,1006 | Velocidade | 0,5635 |
| | | Faixas de rodagem | 0,4365 |
| Infraestruturas | 0,3667 | Largura dos passeios | 0,1725 |
| | | Condições do pavimento | 0,1827 |
| | | Obstáculos | 0,1787 |
| | | Mobiliário | 0,1667 |
| | | Inclinação | 0,1302 |
| | | Natureza | 0,1692 |
| Uso do Solo | 0,1843 | Densidade Populacional | 0,2752 |
| | | Densidade de Comercio | 0,2471 |
| | | Densidade de Edifícios | 0,2170 |
| | | Diversidade de Uso do Solo | 0,2608 |
| Desenho Urbano | 0,1335 | Enclausura | 0,2698 |
| | | Complexidade | 0,4000 |
| | | Transparência | 0,3302 |

(Nota: na tabela apenas surgem os pesos efetivamente adotados nos critérios do Modelo SPN utilizado no estudo e avaliação feita para a cidade de Guimarães, já que alguns critérios do modelo SPN original não foram considerados por não serem pertinentes na implementação da avaliação)

3. METODOLOGIA

Tendo por base os elementos e o processo de implementação do modelo apresentados no e-book do projeto SPN (Fonseca *et al.*, 2020) são, nas subsecções seguintes, apresentados os procedimentos e os critérios de recolha de dados e de avaliação das ruas a realizar na zona de estudo na cidade de Guimarães. Também, são identificados os procedimentos a adotar para a implementação em ambiente SIG e para a avaliação da rede pedonal em estudo.

3.1. Avaliação dos critérios do modelo SPN

O primeiro passo para implementação do modelo SPN a uma cidade é a definição da área de estudo e os seus limites. O modelo dificilmente é adotado para uma cidade como um todo, já que é pouco provável que a cidade funcione de forma integrada como uma rede pedonal urbana. Essa situação pode ocorrer em pequenas vilas ou aldeias, em que toda a área urbana pode ser percorrida de forma pedonal, o que raramente acontece numa cidade. Assim, a zona de estudo a definir para uma cidade deve ser o mais representativa possível da cidade em estudo e abranger o máximo de características possíveis que reflitam o ambiente urbano relacionado com circular a pé. Predominantemente podem ser selecionadas áreas na zona central da cidade em que face às respetivas características urbanas há uma maior circulação de pessoas e onde a ligação com a rede de transportes públicos é efetiva para as deslocações mais longas dentro da cidade e para a sua periferia.

Após a área de estudo ficar definida é necessário fazer uma recolha de dados relativos a todas as ruas que estão nela incluída. No entanto, troços de ruas analisados numa fase inicial não serão necessariamente os utilizados na análise final. A análise final deve ter em conta que se pode averiguar a existência de ruas não incluídas no levantamento inicial, ou que, devido às características que se observem no trabalho de campo e com o decorrer da recolha de dados, pode ser necessário dividir uma rua em dois ou mais troços com características próprias e diferentes entre si.

Antes do trabalho de campo para recolha de dados é importante estudar quais os fatores e critérios que vão ser analisados, quais os dados que terão de ser recolhidos, quais as ferramentas disponíveis para a essa recolha. Para o efeito é importante criar de um documento onde se possam inserir os dados recolhidos de uma forma organizada e facilmente interpretável, de forma a não criar confusão e troca de dados. Este é um elemento fundamental de ligação entre o trabalho de campo e a implementação da análise em ambiente SIG, sempre sujeito a erro humano no respetivo procedimento.

Outra componente a ter em conta nesta fase é a adaptação que pode ser necessário fazer ao modelo SPN. Como o objetivo é aplicar o modelo SPN a outra cidade que não as cidades para qual foi originalmente criado, os critérios e fatores que deveram ser avaliados serão os que estão a ser implementados pelo SPN com as necessárias adaptações à cidade em estudo. Esta componente também permitirá avaliar o próprio modelo SPN quanto à sua versatilidade e aplicabilidade me contextos diversos dos originalmente analisados no Porto e em Bolonha.

No modelo do SPN, os fatores resultam de uma análise de vários critérios em conjunto para uma mesma rua. De forma a facilitar a análise, é proposto que se comece por realizar uma avaliação de cada critério e verificar se este cumpre ou não os indicadores correspondentes no modelo SPN. Depois do tratamento destes resultados passa-se para a análise para cada fator, considerando os pesos de cada critério nele englobado.

De forma a simplificar a recolha de dados, pode-se fazer a classificação da hierarquia das ruas que estão dentro da área de estudo, visto que, ruas com a mesma hierarquia funcional no contexto urbano têm tendência a ter características similares ou parecidas para cada critério. Assim, é possível efetuar análises comparativas e perceber quais os critérios a ter mais em atenção conforme a hierarquia de cada critério para o total das ruas em análise na zona de estudo de uma cidade. Esta é uma análise importante, pois para a discussão e conclusões será uma ferramenta que permitirá efetuar comparações efetivas e obter análises paralelos entre ruas da mesma hierarquia e confrontar com os resultados obtidos pela aplicação do modelo SPN.

Para esta análise relacionada com a hierarquia deve-se ter em consideração que as vias viárias se podem distribui em quatro categorias: vias de acesso local, vias distribuidoras locais, vias distribuidoras principais e vias coletoras/arteriais.

Vias Coletoras/arteriais – pouco atrativas para circular a pé, representam vias direcionadas para viagens de média/longa dimensão e as características destas vias são:

- Trata-se de redes contínuas com boa ligação a todos os pontos de serviço;
- Apenas são utilizadas por veículos motorizados;
- Devem garantir a fluidez do tráfego limitando assim o número de cruzamentos nelas contidos;
- Não pode existir acesso aos terrenos adjacentes às mesmas;
- É proibido o estacionamento nas mesmas;

- Caso seja necessário garantir um trajeto pedonal este deverá ser desnivelado.

Vias Distribuidoras Principais – também pouco atrativas para a circulação a pé, possuem a principal função de fazer a ligação entre as vias coletoras/arteriais e as vias distribuidoras locais, as características destas vias são:

- Não precisam de ser necessariamente contínuas;
- Dão preferência a existência apenas de veículos motorizados;
- Devem garantir que os cruzamentos têm capacidade para dar resposta ao nível de tráfego necessário de forma a garantir o correto funcionamento das mesmas;
- Ligam as vias coletoras/arteriais às vias distribuidoras locais;
- É permitido o acesso a terrenos adjacentes, sendo que é necessário prestar maior atenção na zona dos cruzamentos de forma a não criar congestionamentos e afetar o seu desempenho;
- Devem permitir o estacionamento ao longo da via, mas deve ser garantido o afastamento do mesmo aos cruzamentos;
- Podem conter trajetos pedonais adjacentes, mas deve-se evitar o atravessamento de peões e quando este exista é necessária sinalização luminosa.

Vias Distribuidoras Locais – vias que já devem possuir capacidade incluir a circular a pé, são vias estruturadas que têm como função canalizar e distribuir o tráfego dentro das localidades, devendo garantir o normal funcionamento do estilo de vida urbano, e as características destas vias são:

- Trata-se de um conjunto de vias que podem estar ou não ligadas entre si;
- Nos cruzamentos não é tão preocupante garantir a capacidade e fluidez do trânsito e sim ter em atenção à segurança dos peões;
- É permitido o acesso a terrenos em todo o seu comprimento;
- Além do estacionamento ao longo da via, passa a ser permitido o estacionamento em espinha e junto aos cruzamentos;
- Deverá garantir um número razoável de atravessamentos para os peões;

Acesso Local – vias em que a circulação a pé deve ser um elemento estruturante das mesmas, já que fazem a ligação entre os espaços adjacentes e os trajetos pedonais. As características destas vias são:

- Não devem criar redes de média/grande dimensão;
- Nos cruzamentos devem ter em atenção a segurança dos peões;
- O acesso aos terrenos adjacentes é permitido;
- É autorizado o estacionamento;
- A via poderá ser partilhada entre veículos e peões, sempre que for priorizada a circulação a pé em detrimento da circulação automóvel;

Após a caracterização das ruas, a análise dos dados que são necessários recolher e como estes serão recolhidos, começa-se então o trabalho de campo e o levantamento dos dados. Em conjunto com o levantamento de dados, através de visitas a cada uma das ruas, é importante fazer um levantamento visual, seja através de vídeo ou fotografia. Posteriormente esses elementos complementares vão permitir tirar dúvidas caso elas apareçam, o que vai reduzir a necessidade de fazer nova visita ao local.

Após a conclusão do trabalho de campo, passa-se para o tratamento dos dados recolhidos. Nesta fase dos trabalhos será feita a análise detalhada dos dados recolhidos para cada rua e pode-se melhorar a divisão de uma rua em mais de um troço para a respetiva caracterizar, e por consequência, pode ser necessário pontualmente voltar a visitar alguma rua para consolidar o levantamento de dados. As visitas nesta fase servirão apenas para colmatar alguma deficiência na recolha inicial e de forma utilizar ferramenta mais apropriadas do que as inicialmente utilizadas para a avaliação de algum critério.

Se a área em estudo for extensa pode ser necessário fazer múltiplas visitas e pode ser interessante dividir a área de estudo em áreas mais pequenas. Dessa forma pode ser oportuno fazer o levantamento e o tratamento dos dados recolhidos por partes, permitindo assim perceber as dificuldades e erros cometidos na primeira parte e indo melhorando o processo de recolha de dados.

Após o levantamento feito é necessário passar os dados para uma plataforma em SIG em que toda a rede pedonal em estudo deve estar organizada de forma digital e seguindo as regras para uma base de dados geográfica.

3.2. Implementação em ambiente SIG

A análise dos dados recolhidos será feita utilizando ferramentas de SIG, permitindo assim o tratamento desses dados e obtendo os resultados finais representados em mapas com a informação simplificada. Com a caracterização dos fatores e critérios da rede pedonal representada em mapas é possível analisar, discutir e chegar a conclusões sobre estado da rede pedonal dentro da área de estudo.

O projeto SPN adotou como ferramenta de SIG o Software ArcGis para representar o levantamento de certos dados e o tratamento dos mesmos. No entanto, é possível utilizar outro software SIG que, tal como o ArcGis, permita guardar a informação segundo a forma de ponto, linha ou polígono e a estes associar um conjunto de atributos e informações geométricas de localização que são armazenados na forma de vetor digital.

No modelo digital da rede pedonal em estudo, após passar todos os atributos referentes a todos os troços em análise, é possível fazer várias operações que permitem obter conclusões referentes às características estatísticas dos critérios e fatores dos troços em estudos, tais como o cálculo de valores mínimos e máximos, médias e medianas ou a criação de mapas para cada fator e critérios. Esta informação permite estudar com bastante detalhe como cada troço da rede se comporta dentro da área de estudo.

3.3. Avaliação da rede pedonal segundo o modelo SPN

O modelo SPN para a avaliação e classificação das ruas, e respetiva atratividade para a circulação dos peões, tem em conta 5 fatores principais que são: a acessibilidade, a segurança, as infraestruturas para os peões, o uso do solo e por último o desenho urbano. A classificação de cada um destes fatores resultará da ponderação dos valores pelos pesos preconizados na tabela 1, resultando de uma avaliação para cada critério que deve ser representada pelo valor “1” ou “0”, conforme cumpra ou não, respetivamente, o indicador definido para esse critério. Para fatores com uma variação linear entre essas duas avaliações extremas, podem ser adotados valores decimais intermédios, mas sempre compreendidos entre esses valores extremos.

O primeiro fator a analisar é a acessibilidade. Este fator está dividido em seis critérios, que são a distância às paragens de autocarro, às estações de comboios, às estações de elétrico, aos parques de estacionamento, e a avaliação da conectividade e existência de instalações públicas na proximidade.

Após uma análise prévia da rede em estudo para Guimarães, foi concluído que, não haveria impacto por parte das distâncias às estações de comboio e às estações de elétrico, portanto, estes 2 critérios deixaram de fazer parte da avaliação.

De acordo com, a tabela “SMART PEDESTRIAN NET – PORTO” (Smart Pedestrian Net, 2018), para avaliar a acessibilidade, o critério da distância às paragens de autocarro, obtém o valor de “1” quando o troço em estudo tem uma paragem a menos de 400 metros lineares. Já para a distância aos parques de estacionamento o valor “1” é obtido sempre que a distância é inferior a 800 metros lineares. Quanto à conectividade, será atribuído o valor “1” ao troço em estudo, caso se verifique que existe ligação com

pelo menos três ou mais ruas. Por último, a distância a instalações públicas é diferente conforme o tipo de instalação em estudo. Os peões estão dispostos a percorrer distâncias diferentes em função do motivo da deslocação, em que para terem acesso a um parque de lazer a distância vai até 1 km, para edifícios ligados a educação até 800 metros, saúde até 750 metros, religião até 500 metros e a cultura e serviços públicos vai até os 400 metros. Sempre que a distância máxima preconizada não é ultrapassada é atribuído o valor “1”.

No fator relativo a segurança, pela análise prévia feita para a área em estudo em Guimarães verificou-se que existem dois critérios que seriam necessários retirar, que foram a segurança nas passadeiras, uma vez que se verificou que as mesmas necessitariam um estudo muito mais aprofundado para se poder dar uma classificação apropriada, e a segurança cívica, dado se ter verificado que na zona em estudo este é um critério pouco diferenciador e que se poderia tornar numa avaliação pessoal subjetiva.

Logo, dentro da segurança, os critérios a avaliar são a velocidade, em que, este critério obtém o valor de “1” caso se verifique a existência do sinal de proibido circular a mais de 30km/h no início da rua, e o número de faixas de rodagem, em que, se forem superiores a um é classificado com “0”.

Quanto ao fator de infraestruturas para peões, é onde se pode verificar mais diversidade na avaliação. Neste contexto, é avaliado se a largura dos passeios é igual ou superior ou inferior a 1,5m, em que, é atribuído o valor “1” ou “0”, respetivamente. Se o pavimento tiver boas condições este critério obtém o valor “1”, senão é “0”. Relativamente à existência de obstáculos e de mobiliário de rua, para os obstáculos é dada uma avaliação positiva, caso se verifique que a cada 20 metros de rua existem poucos ou nenhuns, e o mobiliário se constata a existência de bancos, candeeiros, baldes do lixo ou sinais para peões.

Por último, ainda dentro deste fator, é necessário verificar a inclinação da rua, ou do troço em avaliação. Neste critério, sempre que esta é inferior a 5% o critério é avaliado com “1”, caso contrário obtém “0”. Também é verificada a existência de árvores ou vegetação a cada 5 metros, e se existe é atribuído “1”, caso contrário é “0”.

O uso do solo está dividido em quatro critérios que são: a densidade populacional, densidade volumétrica dos edifícios, densidade do comércio e diversidade do uso do solo.

A maneira mais correta de fazer esta avaliação é utilizar os dados do INE e calcular o número de habitantes por área para cada troço e comparar com a média de habitantes por área da cidade em estudo. Da mesma maneira, a densidade volumétrica deve ser calculada para cada troço e depois verificado se esta se encontra acima ou abaixo da média, e por último fazer o mesmo para a densidade

de comércio. Nestes três critérios se o valor for superior à média então é dada uma classificação positiva, senão obtém uma classificação negativa.

Quanto à diversidade do uso do solo é necessário confirmar o uso dos edifícios, e ver se é de uso comercial, habitacional ou serviços e verificar se há diversidade no uso dos edifícios superior que seja superior a 50%, situação para a qual obtém uma avaliação positiva.

Por último, avalia-se o fator do desenho urbano. Neste fator existem três critérios que devem ser considerados, em que o primeiro critério é a enclausura. Esta é calculada dividindo a altura dos edifícios pela largura da rua, para ser avaliada positivamente deve ser igual ou inferior a 1,4.

Como segundo critério, é avaliada a complexidade do troço, em é avaliado se existe diversidade face aos elementos de complexidade propostos para a avaliação. A avaliação deste critério para a cidade do Porto fornece uma lista de elementos a considerar de forma que o troço seja considerado complexo, são estes a diversidade de cores de edifícios, esplanadas ou arte pública. Se for possível identificar pelo menos um destes elementos é atribuído o valor “1”.

No terceiro critério relativo à transparência é necessário analisar se ao nível do rés do chão dos edifícios com fachada para a rua existem montras, vidros refletores ou paredes. O valor “1” é atribuído caso se identifique que na rua a transparência é superior a 50%.

Após avaliados todo o critério é necessário calcular a classificação final para cada fator, e de seguida a classificação global final de cada troço. Para isso, é necessário recorrer aos pesos preconizados na tabela 1, fazendo em primeiro lugar, a avaliação de cada fator com a aplicação dos pesos na agregação dos respetivos critérios. Com a classificação obtida para cada fator deve ser feito o cálculo da classificação global final de cada rua, agregando os valores obtidos pelos fatores com a ponderação dos respetivos pesos. Com as avaliações efetuadas, para os critérios, para os fatores e a global final, utilizando a ferramenta de SIG, devem ser gerados mapas que permitam obter uma análise efetiva com as várias classificações dos troços da rede pedonal da área de estudo.

Após a análise dos diversos mapas é possível efetuar uma análise global da rede e propor soluções que promovam a sua melhoria na perspetiva de criar condições mais favoráveis a que a rede possuam uma avaliação global mais positiva, e dessa forma se promova o andar a pé de uma forma mais efetiva em resultado das condições que são oferecidas aos peões.

4. ESTUDO DE CASO – CIDADE DE GUIMARÃES

Este capítulo apresenta com detalhe o estudo realizado para a cidade de Guimarães pela aplicação do modelo SPN. O capítulo está dividido em 4 secções, começando por fazer uma pequena introdução e caracterização da área de estudo, a que se segue a avaliação de acordo com o modelo SPN, onde se irá explicar a recolha e tratamentos de dados para o caso de estudo. Na secção seguinte são apresentados os resultados obtidos pela implementação no software de SIG utilizado, com apresentação detalhada dos vários mapas resultantes da avaliação da rede pedonal, a que se segue a secção final com a discussão dos resultados obtidos.

4.1. Caracterização da área de estudo

Guimarães nasceu no século IV, sendo a primeira capital de Portugal aquando da sua independência no século XII. Tendo em conta todo o seu passado, é uma cidade rica em história e empenhada na sua conservação, como revela a classificação do seu centro histórico como património da humanidade pela UNESCO. É uma cidade de grande relevância na história de Portugal, conhecida como a Cidade Berço, e apresenta uma tipologia no seu centro histórico que remota à época medieval. Através das técnicas de construção e os materiais utilizados nos edifícios, é possível, verificar características ligadas ao crescimento da arquitetura portuguesa entre os séculos XV e XIX.

Atualmente, Guimarães é um concelho no norte de Portugal, com uma área total 240,955 Km² organizada em 48 freguesias. De acordo com os dados demográficos apresentados no site da câmara municipal de Guimarães (Fonte: <https://www.cm-guimaraes.pt/municipio/dados-demograficos>), o concelho 158.124 habitantes, sendo que 58,1 % dessa população se encontra na faixa etária dos 25 aos 64 anos (91.883 habitantes). A cidade de Guimarães possui 23,5 km² e registava nos censos de 2011 um total de 52.182 habitantes (Fonte: <https://www.uccla.pt/membro/guimaraes>), sendo que o seu centro histórico se estende por cerca de 16 hectares, maioritariamente, composto por construções desenvolvidas na idade média e com influências das colónias portuguesas.

No ano 2001, o centro histórico de Guimarães foi reconhecido pela UNESCO como Património Cultural Mundial. Com esta classificação foram revistas e criadas novas leis de forma a conservar e proteger os edifícios históricos da região, um exemplo é, a Lei nº 107/2001 “1 - A presente lei estabelece as bases da política e do regime de proteção e valorização do património cultural, como realidade da maior relevância para a compreensão, permanência e construção da identidade nacional e para a

democratização da cultura.”. Complementarmente, e como forma de proteger a área classificada foi definida uma “zona tampão” adjacente ao Centro Histórico de Guimarães, sendo também uma zona protegida, que apresenta um desenvolvimento urbano mais contemporâneo quando comparado a centro histórico. Estas 2 zonas são definidas pelo aviso n.º 1922/2021, de 29 de janeiro, sendo este uma atualização ao Aviso n.º 15171/2010, de 30 de julho. A área de estudo abrange a maior parte da zona classificada como proteção e integra ainda uma grande parte da zona tampão.

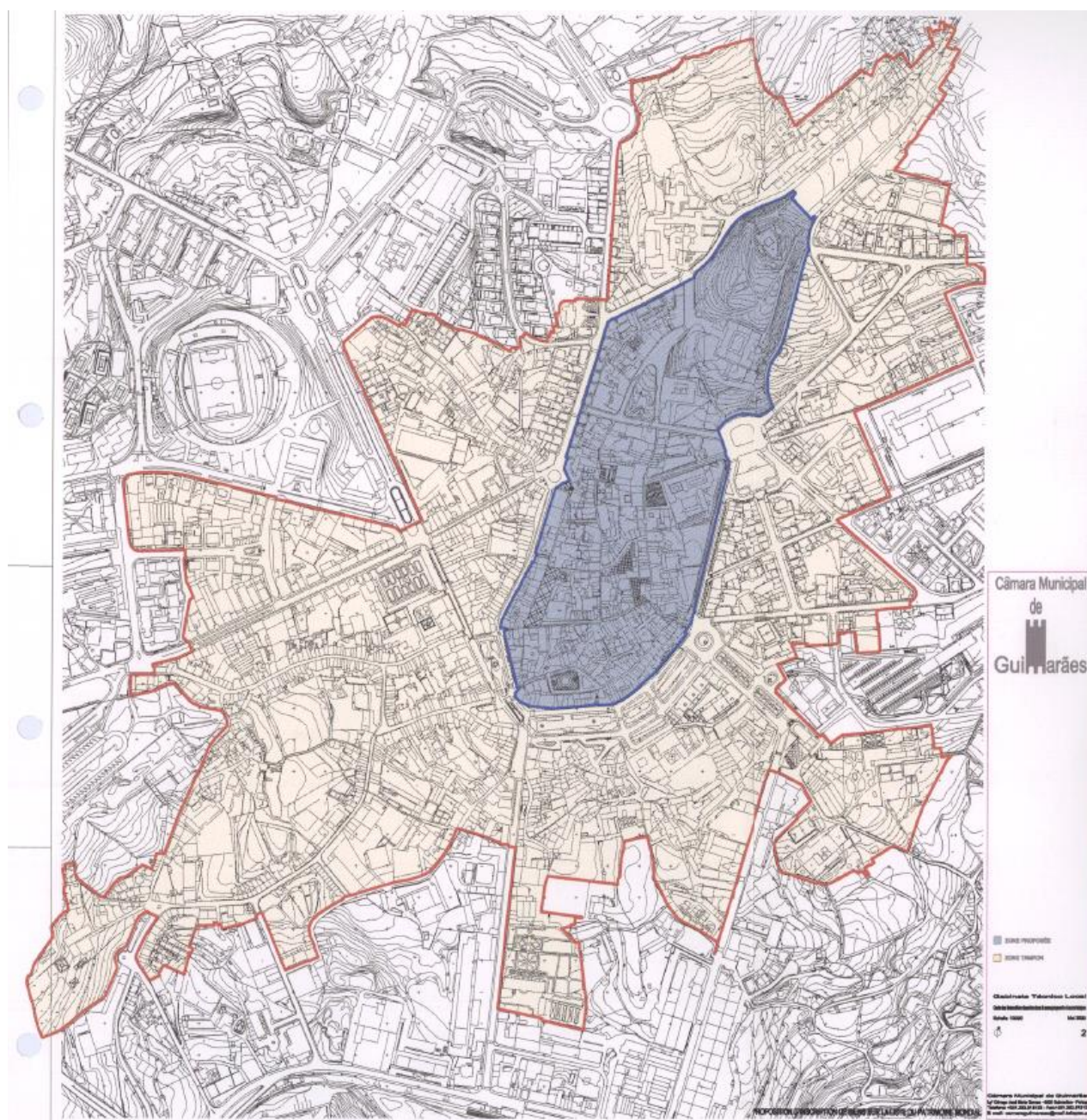


Figura 2 - Mapa representativo da zona do centro histórico classificado e a zona tampão de Guimarães

Fontes: UNESCO e <https://www.cm-guimaraes.pt/conhecer/patrimonio-mundial/centro-historico-de-guimaraes-2001>

4.2. Avaliação dos critérios do modelo SPN

A área de estudo na cidade de Guimarães foi escolhida de forma, a que represente uma área frequentemente utilizada pelos peões que circulam na cidade e também como com uma diversidade de características urbanas representativas da área urbana.



Figura 3 - Representação da área de estudo.

Utilizando a ferramenta de trabalho Excel, foi criada uma tabela para o estudo em Guimarães em que se colocaram os critérios e fatores utilizados pelo modelo SPN (para o efeito seguiu-se o modelo do estudo feito para o Porto). A primeira coluna preencheu-se com os nomes das ruas que integram a área de estudo, que nesta primeira fase foram identificadas utilizando o Google Maps.

Antes de se realizar o trabalho de campo, começou-se por classificar cada rua de acordo com a sua hierarquia, visto que, como já referido na metodologia, este processo permite organizar a recolha de dados de uma forma mais orientada para as características de cada rua, o que simplifica o processo. O Gráfico 1 apresenta a distribuição das diferentes tipologias para a zona de estudo.

Para o caso em estudo, em virtude de se verificar a existência significativa de ruas apenas de passagem de peões, ou casos de zonas partilhadas em que esta partilha é muito restritiva, ou seja, a passagem de

carros é condicionada a utilizadores específicos, foi criada uma categoria ao qual foi atribuído o nome de “Acesso de peões”. Para as ruas com essas características, que como se pode verificar pelo Gráfico 1 são um número significativo na zona em estudo, foram feitas simplificações, devido ao facto de a passagem de carros ser considerada insignificativa ou inexistente, que serão apresentadas aquando da discussão sobre a aplicação desse conjunto de critérios. Na figura 4 está representado o mapa com a distribuição hierárquica das ruas de acordo com a sua classificação, para se perceber a distribuição espacial na zona de estudo.

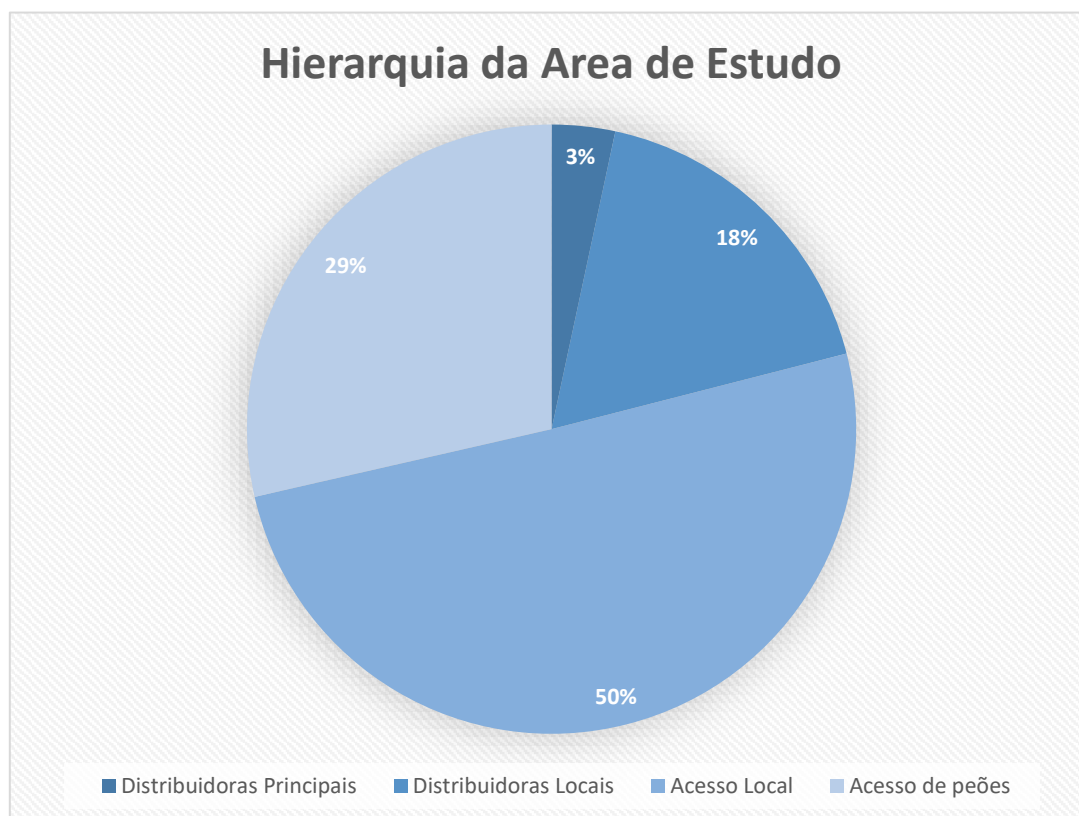


Gráfico 1 - Distribuição hierarquia das ruas na zona de estudo.

Através do Gráfico 1 e do mapa da figura 4 é possível concluir que na zona de estudo não existe nenhuma via coletora. Esta é uma situação que seria de esperar para uma zona central de uma cidade tendo em conta que as vias coletoras são apenas para a circulação de veículos e que muito raramente se localizam em zonas centrais das cidades. Também é possível verificar que a hierarquia com maior percentagem são os acessos locais, correspondendo a 50% das ruas/troços, seguido dos acessos para peões com 29%.

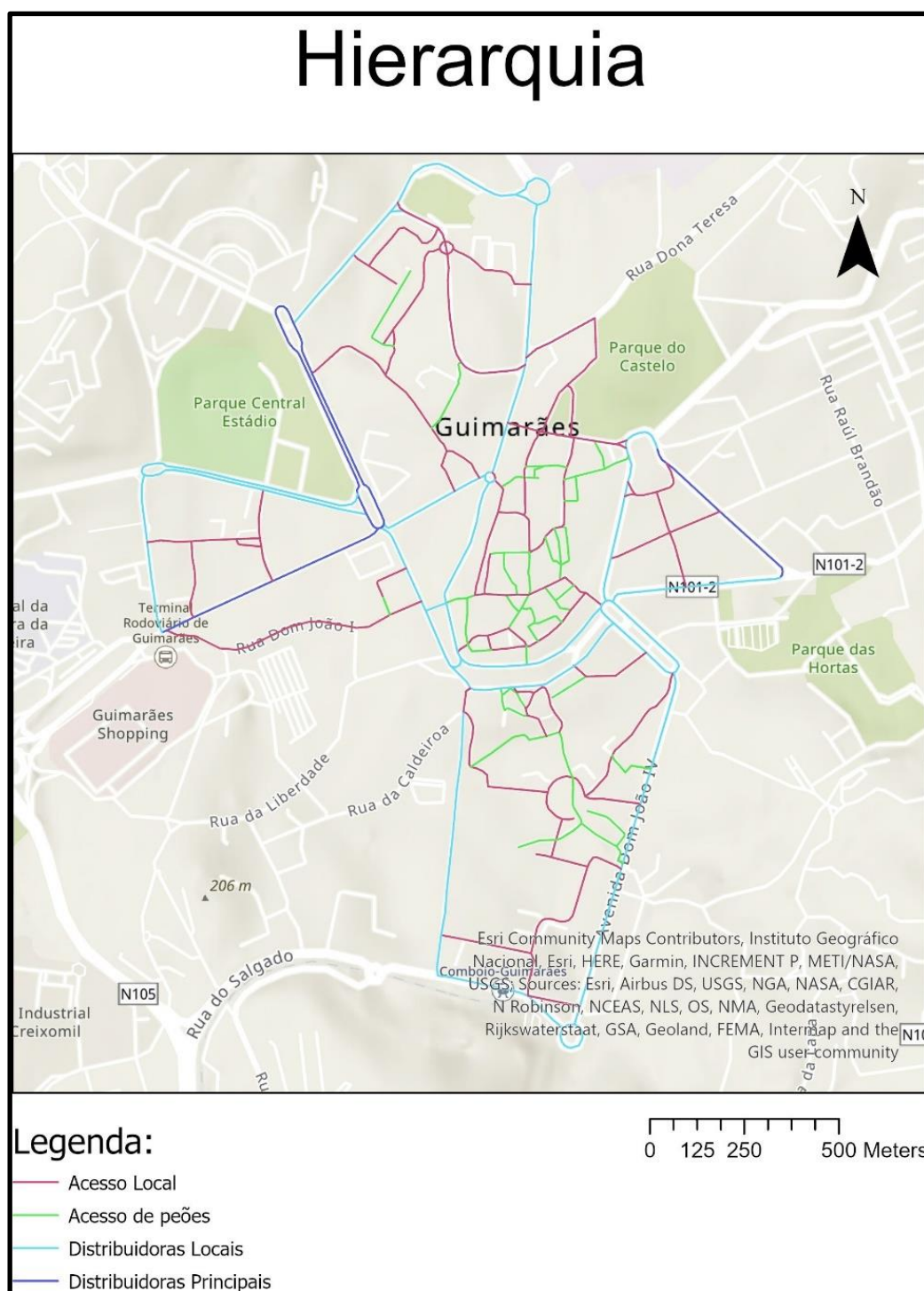


Figura 4 - Mapa com a distribuição hierarquia das ruas na zona de estudo

Tendo por base a tabela criada com os critérios utilizados para o estudo da cidade do Porto, os dados que são necessários recolher e as características da área em estudo na cidade de Guimarães, começou-se por fazer a recolha de dados que não necessitariam de trabalho em campo.

O primeiro passo foi, com o apoio de Google Maps e dos dados fornecidos pelo site da Câmara de Guimarães, fazer uma lista com a localização dos edifícios relativos a educação, saúde, cultura, serviços,

religiosos, parques de lazer e de estacionamento dentro ou nas proximidades da área de estudo. No que toca a estações de comboios e elétrico, dentro da área de estudo só existe a estação de comboios, daí que a sua identificação e localização foi simples.

Para a recolha de dados em campo começou-se por dividir a área de estudo em área mais pequenas, depois foi feita uma lista dos dados a recolher. Esta lista continha locais de paragem de autocarros, se existem grafites, prédios abandonados ou degradados, o tipo de iluminação da rua, se existem passeadeiras sinalizadas com sinais verticais e luminosos, o estado dos passeios, a natureza e características da rua. Ao longo da recolha de dados realizada em cada rua, também, foram tiradas fotografias de forma a ter mais informação para utilização posterior, como se referiu na metodologia.

Após o trabalho de campo foi necessário passar os dados para a tabela de Excel, sendo que, a primeira etapa foi verificar se era necessário acrescentar algum troço/rua como linha da tabela que tivesse ficado em falta estruturação feita para o efeito. Também foi necessário acrescentar novas linhas à tabela sempre que foi necessário subdividir ruas quando verificado que as mesmas continham características muito diferente ao longo do comprimento e que seria adequada a sua análise com esta subdivisão.

O primeiro fator que foi possível preencher na tabela, com os dados recolhidos, foi as acessibilidades, que diz respeito às distâncias máximas que os peões estão dispostos a percorrer a parques de estacionamento, a transportes públicos e a serviços.

De acordo com os critérios utilizados, sempre que o troço em estudo estava a uma distância menor ou igual a distância máxima preconizada pelo modelo SPN e identificada na tabela 2, foi atribuído a classificação de “1”, senão foi atribuído a classificação de “0”.

Tabela 2 - Distâncias avaliadas no fator de acessibilidade

| Critério | Distância (m) |
|------------------------------|----------------------|
| Paragem de Autocarros | 400 |
| Estação de Comboio | 1000 |
| Estacionamento | 500 |
| Educação | 800 |
| Saúde | 750 |
| Cultura | 400 |
| Serviços Públicos | 400 |
| Serviços Religiosos | 500 |
| Parques | 1000 |

Na tabela de Excel foi representada uma coluna para todos os dados necessários, com os critérios, os fatores e a respetiva classificação. Para as distâncias a avaliar para a acessibilidade, a coluna era preenchida com “Sim”, caso fosse possível verificar que o troço em estudo se encontrava a uma distância menor da instalação, senão era preenchido com “Não”. Para cada critério foi criada uma coluna com o nome de classificação e foi atribuído a equação que se a coluna anterior tivesse o valor de “Sim” seria igual a “1” senão seria igual a “0”.

Posteriormente, com as Ferramentas do Google Earth, utilizando a ferramenta Régua, na opção círculo, para cada critério dentro deste fator foi criado um círculo nas localizações anteriormente recolhidas, com a distância linear máxima aceitáveis para cada uma dela. Depois foi feita uma recolha das ruas que se encontravam dentro da área e na tabela as ruas que foi preenchido com “Sim”. A todas as ruas que não estavam classificadas foi atribuído “Não”. Na figura 5 é possível ver um exemplo, de como foi feita essa recolha e classificação para o critério da distância à estação de comboios.

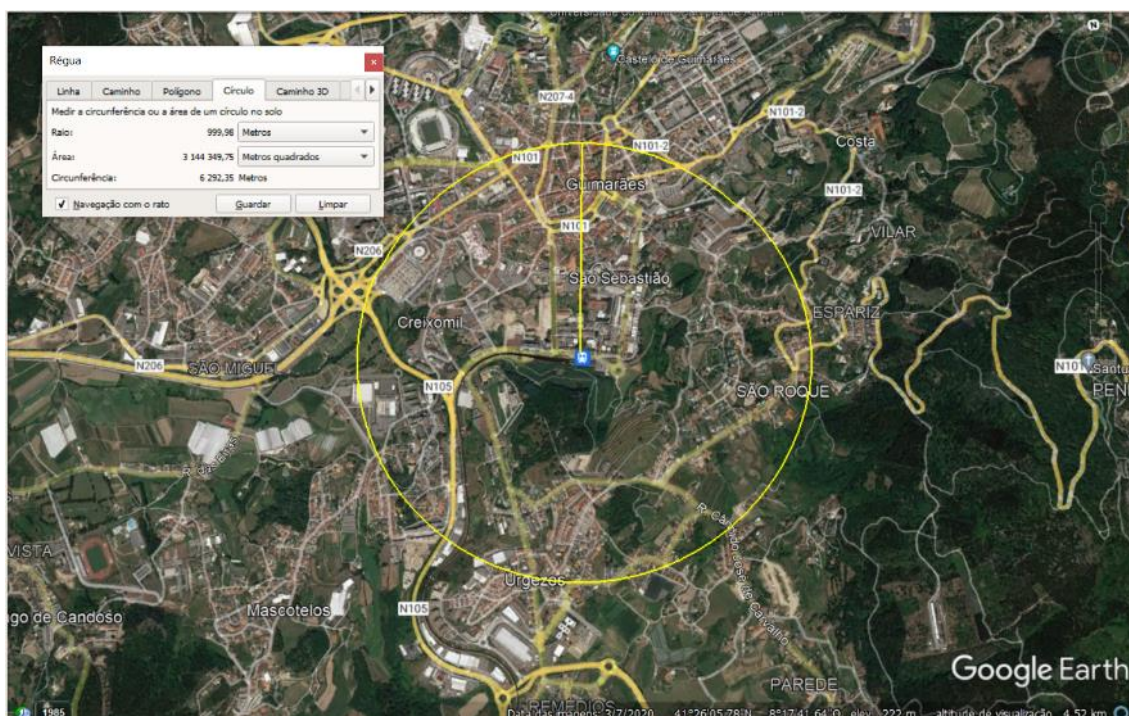


Figura 5 - Exemplo de verificação dos troços a menos de 1 km da estação de comboios

Dentro deste fator também foi avaliado o número de ligações de cada rua. Como já referido anteriormente, quanto maior o número ligações que um troço tem melhor será para o utilizador, pois assim apresenta um maior número de opções e percursos para o mesmo. A identificação do número de ligações em cada troço em estudo foi feito em primeiro lugar por levantamento indireto através do Google Maps, sendo que, em ruas que foram divididas em troços, só foram consideradas as ligações dentro do troço e não as ligações ao longo de toda a rua. Posteriormente, aquando do trabalho de campo, essas

ligações foram confirmadas e se se verificasse a existência de mais ligações o valor era atualizado para esse troço.

Para preenchimento da coluna relativa a este critério, colocou-se no Excel uma coluna com o número das ligações que foram identificadas em cada troço, que resultou na representação do mapa da figura 6. Depois, foi criada uma outra coluna para a classificação, onde foi inserida a equação, que caso, o número de ligações fosse igual ou superior a 3 seria atribuído o valor “1”, senão seria igual a “0”.

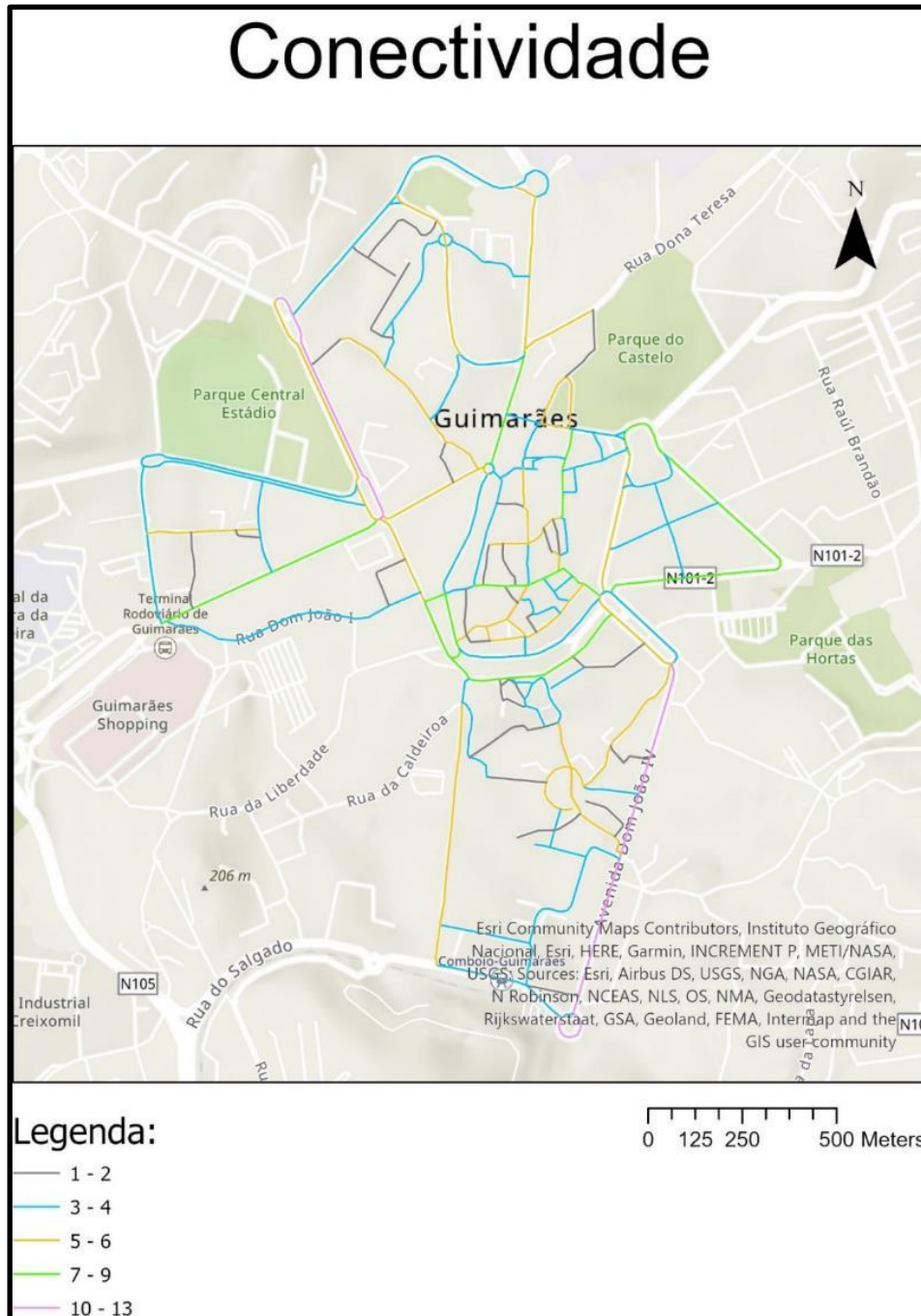


Figura 6 - Mapa representativo do número de ligações (Conectividade) por cada troço

O próximo fator a ser analisado foi a Segurança, em que existem quatro critérios. A velocidade do tráfego que foi analisada pela existência ou não do sinal de velocidade máxima 30 km/h no início do troço.

Para esta análise dos troços com velocidade condicionada a um máximo de 30 km/h foram identificados os sinais de velocidade condicionada e sempre que se verificasse a existência de um sinal de 30 km/h no início de uma zona restrita essa regra foi aplicada a todos os troços incluídos nessa zona.

Um exemplo efetivo em que esta regra foi aplicada é no centro histórico de Guimarães, a zona dentro das muralhas as ruas apenas possuem um sentido de trânsito e os percursos são bem definidos, por isso, nesse caso, quando se verificava na zona de entrada o sinal apresentado na figura 7 foi considerado que este afetaria todo o percurso e troços associados.



Figura 7 - Sinal de proibição de circulação acima dos 30 km/h na entrada do centro histórico na Rua Val de Donas

Outro critério em que foi necessário fazer simplificação foi para troços de passagem de peões apenas ou maioritariamente de peões, ou seja, zonas com restrições relativamente à utilização por carros no centro histórico, por exemplo, pois contém zonas que permitem apenas a passagem de residentes ou carros autorizados em que o propósito é o estacionamento do carro. Neste critério foi necessário realizar várias

idas a campo e uma análise detalhada da utilização feita pelos peões de certos percursos de forma a identificar a classificação mais correta para cada troço.

A Figura 8 da Travessa da Santa Aninhas apresenta no seu início a sinalização que condiciona a passagem de carros apenas a residentes para acesso às suas garagens ou por veículos da PSP que é localizada nesta rua. Nestes casos, na tabela Excel, o campo foi preenchido como “Passagem de peões” e foi-lhe automaticamente atribuída uma avaliação positiva, dado que, devido ao próprio ambiente e tipo de utilização é uma mais-valia para quem circula a pé e considera-se que não se deve prejudicar a avaliação num critério que não se pode avaliar de forma direta.



Figura 8 - Travessa de Santa Aninhas

O mapa da figura 9 representa a classificação atribuída a cada troço das ruas em estudo. A legenda apresenta quatro traçados, em primeiro lugar tem-se o traçado “Fechado”, a vermelho, que corresponde a ruas fechada para obras, o segundo traçado cinza que representa o “Não”, representa as ruas onde não se verificava a existência do elemento a analisar.

O traçado seguinte, a rosa, identifica as “Passagem de Peões” que correspondem às ruas em que este critério foi simplificado e avaliado positivamente com a classificação de “1”. Por último, o traçado “Sim”

No critério seguinte, para o número de faixas de rodagem foi feita uma recolha deste valor em campo para cada troço, o mesmo para a velocidade. Em alguns casos foi feita uma simplificação por se tratarem de zonas de passagem de peões, em que se assumiu que o número de faixa de rodagem seria igual a “0”. Ainda, para os casos que as ruas foram divididas no sentido longitudinal foi considerado metade do número de faixas da rua para cada troço lateral.

Assim, a coluna relativa a este critério foi preenchida com o número de faixas de rodagem e na coluna da classificação foi aplicada a equação que caso o número de faixas de rodagem ser igual ou superior a 2 seria atribuído o valor “0”, senão seria igual a “1”.

O critério avaliado em seguida foi as passadeiras e se estas estavam sinalizadas com sinais luminosos (ver figura 10). Tal como aconteceu nos casos anteriores, foi necessário fazer uma simplificação para as zonas de passagem de peões, em que foi dada a classificação máxima.



Figura 10 - Passadeira com sinalização luminosa

De forma a ter um sistema mais homogéneo, para não existirem vários pequenos troços, já que o peão normalmente faz uma avaliação total da rua e não de pequenos troços, neste campo foi considerado o pior caso, ou seja, apenas quando a totalidade da rua em estudo tivesse passadeiras com sinalização luminosa foi atribuída uma classificação positiva.

O mapa da figura 11 corresponde à representação dos dados recolhidos relativos ao critério das passeadeiras, este critério faz parte dos que não foram considerados na avaliação final, pelo que não contribui para a avaliação das ruas em estudo. Pode-se verificar os traçados a azul, ao qual se deu o nome “Sim”, que dizem respeito a ruas em que em toda a sua extensão e em que todas as passeadeiras existem sinalização luminosa. O traçado cinza representa o “Não” que corresponde a ruas em que pelo menos uma das passeadeiras não tem sinalização luminosa. Foram classificadas como “Passagem de peões” as ruas onde esta questão não foi considerada.

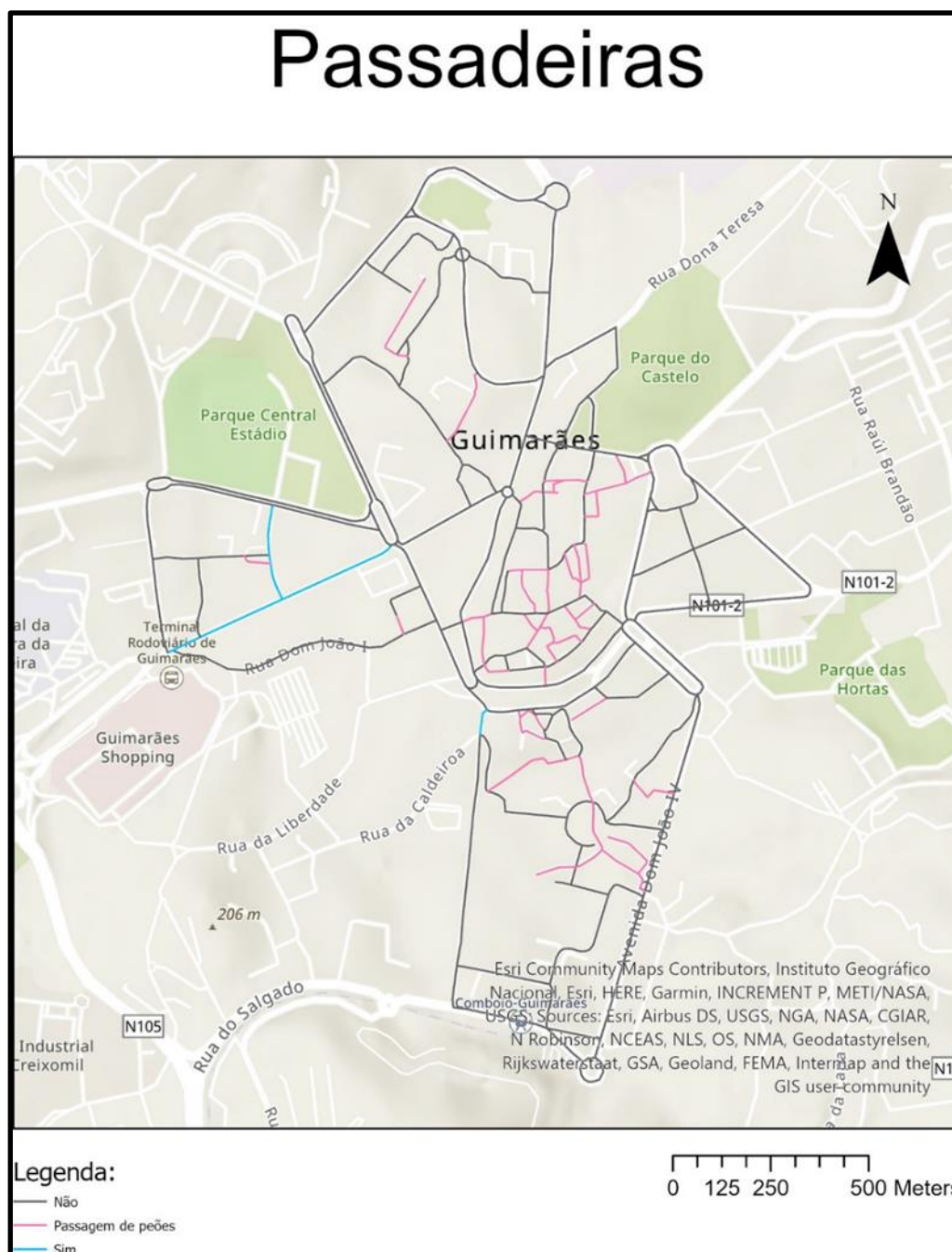


Figura 11 - Mapa representativo dos dados relativos ao critério das passeadeiras

Por último, para o critério segurança pública os elementos que foram avaliados foram a presença de iluminação, grafitis e zonas/edifícios abandonados. Foi necessário fazer uma avaliação deste conjunto de elementos, como interagem entre si e como interagem com o ambiente urbano apresentado na rua de forma a avaliar a segurança.

As figuras 12 e 13 apresentam dois exemplos distintos em que surgem edifícios abandonados e paredes com grafitis. Em ambas as situações foram consideradas ruas que não cumprem os objetivos de serem seguras. Este critério também não foi considerado na avaliação das ruas em estudo, mas é representado no mapa da figura 14.

Como anteriormente, as ruas que foram consideradas seguras foi atribuído “Sim” e para as que não foram consideradas seguras foi atribuído “Não”. Essa classificação foi depois convertida no valor “1”, caso a rua fosse considerada segura, e “0”, quando o não fosse.



Figura 12 - Exemplo de um edifício abandonado na Rua do Anjo



Figura 13 - Exemplo de grafiti na Rua Francisco Agra

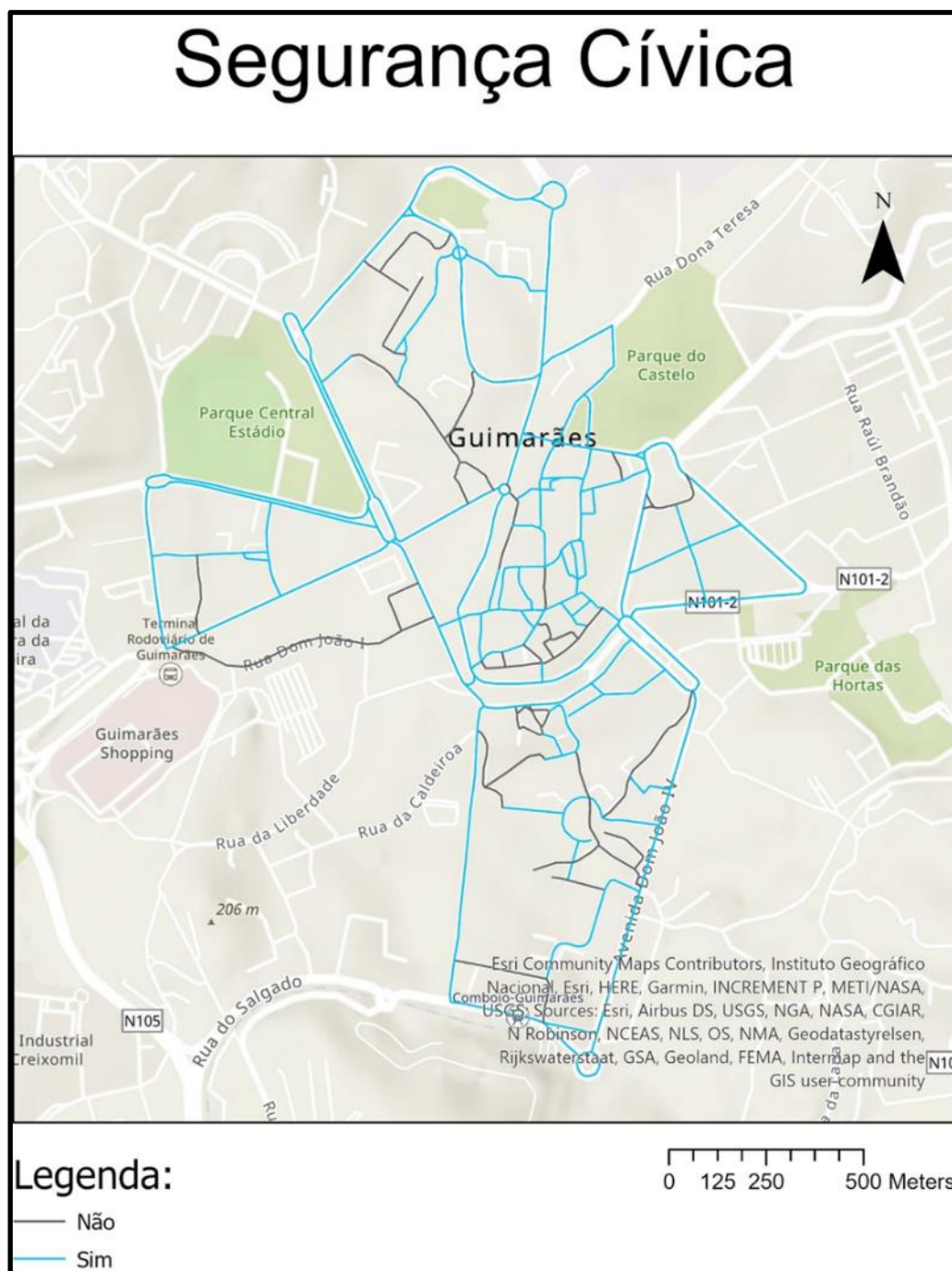


Figura 14 - Mapa representativo dados relativos ao critério da segurança cívica

O próximo fator a avaliar foram as infraestruturas fornecidas aos peões, e este é dividido em seis critérios, que são: se a largura dos passeios é igual ou superior a 1,5m, as condições do pavimento onde os peões circulam, a presença de mobiliário de rua, a quantidade de obstáculos presentes no percurso dos peões, a presença de árvores e vegetação terrestre e a inclinação

Começado pela largura dos passeios, durante o trabalho de campo verificou se que os passeios possuem por vezes larguras irregulares ao longo do comprimento da rua, especialmente no centro histórico. Pode-

se admitir que esta variação de largura dos passeios possa resultar de as ruas terem sido construídas quando ainda não eram tidos em consideração os carros e onde não existia um planeamento urbano, resultando em ruas irregulares e que seguem a estrutura do edificado e não das vias de circulação automóvel. Assim, no presente o resultado são ruas com passeios irregulares na sua largura.

Face a esta situação foi necessário fazer uma simplificação de forma a evitar uma grande quantidade de troços com pequenas dimensões que podiam induzir em erro a própria classificação da rua. Nestas ruas optou-se que seria tido em conta a pior situação, ou seja, caso a rua/troço em estudo não conseguisse cumprir em todo o seu comprimento a largura de 1,5m foi lhe dada uma avaliação negativa.

As figuras 15 a 17 apresentam várias situações em que se pode identificar passeios demasiadamente estreitos e com irregularidade ou variação de largura. A figura 18 apresenta um exemplo de um passeio considerado amplo.



Figura 15 - Passeios estreitos na Rua Vale de Donas



Figura 16 - Mudança brusca da largura dos passeios na Rua da Ramada



Figura 17 - Estreitamento gradual da largura do passeio na Tv. Teixeira de Pascoais



Figura 18 - Passeio largo na Rua Cónego Dr. Manuel Faria

Outro ponto que se teve em conta na análise deste critério foi os casos das ruas/troços consideradas zonas de passagem de peões, em que se assumiu que a largura mínima encontrada no comprimento das zonas de passagem de peões.

As figuras 19 e 20 apresentam dois exemplos totalmente distintos para largura das zonas de passagem de peões, quer por ser estreita, quer por ter uma grande variação ao longo da rua.

No primeiro trabalho de campo foram identificadas as ruas que visualmente se conseguia verificar se cumpriam ou não este parâmetro, para os outros casos foi avaliada a largura mínima numa segunda ida a campo e utilizando uma fita métrica que permitiu avaliar objetivamente os pontos mais desfavoráveis. Ou, utilizando o levantamento topográfico de Guimarães para retirar as larguras das ruas.

Como já feito para outros critérios nas zonas onde a largura em todo o seu comprimento fosse superior a 1,5m foi atribuído uma avaliação positiva de “1” e onde não se verificasse foi atribuído uma avaliação negativa de “0”.

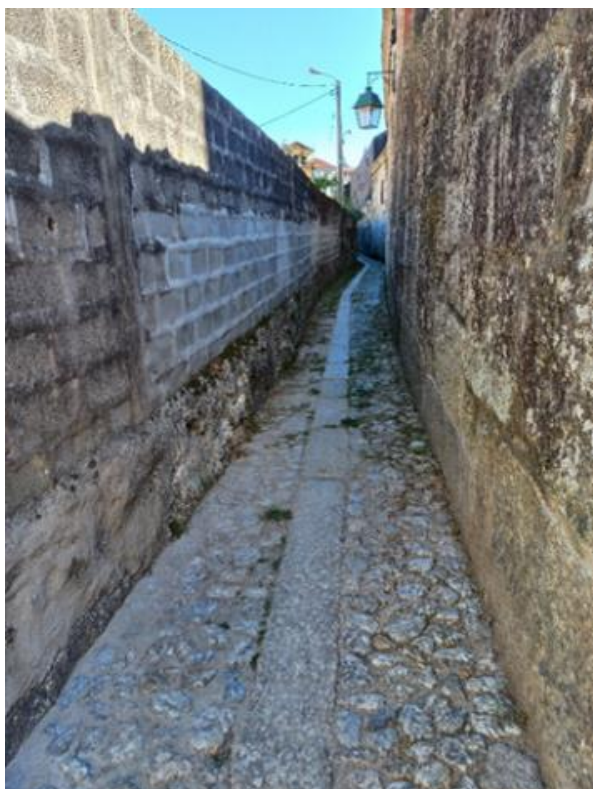


Figura 19 - Travessa do Rio de Couros - largura da rua inferior a 1,50m



Figura 20 - Rua de Donães - largura mínima de 1,60m

A condição do pavimento tem como objetivo avaliar a manutenção das mesmas e verificar se apresentam as condições adequadas, de forma a proporcionar uma caminhada segura e confortável para os utilizadores. Para avaliar este critério é necessário verificar se os passeios contêm fendas, aberturas e se mantêm uma inclinação mais ou menos constante.

As figuras 21 a 23 apresentam exemplos de situações em que os pavimentos dos passeios revelam problemas de diferente natureza e que dificultam a circulação a pé.

Na tabela foi atribuído uma classificação de “Bom” quando os passeios se encontravam em boas condições ou apresentavam poucos sinais de degradação, a classificação de “Razoável” quando já apresentavam sinais avançados de degradação e “Mau” quando já era necessária intervenção para corrigir rapidamente o problema. A figura 24 apresenta a distribuição da classificação na área de estudo.



Figura 21 - Fenda pele de crocodilo na Rua Dr. Joaquim de Meira



Figura 22 - Levantamento da calçada Av. Dom Afonso Henriques



Figura 23 - Deformação do pavimento devido a raízes das arvores na Av. Dom Afonso Henriques

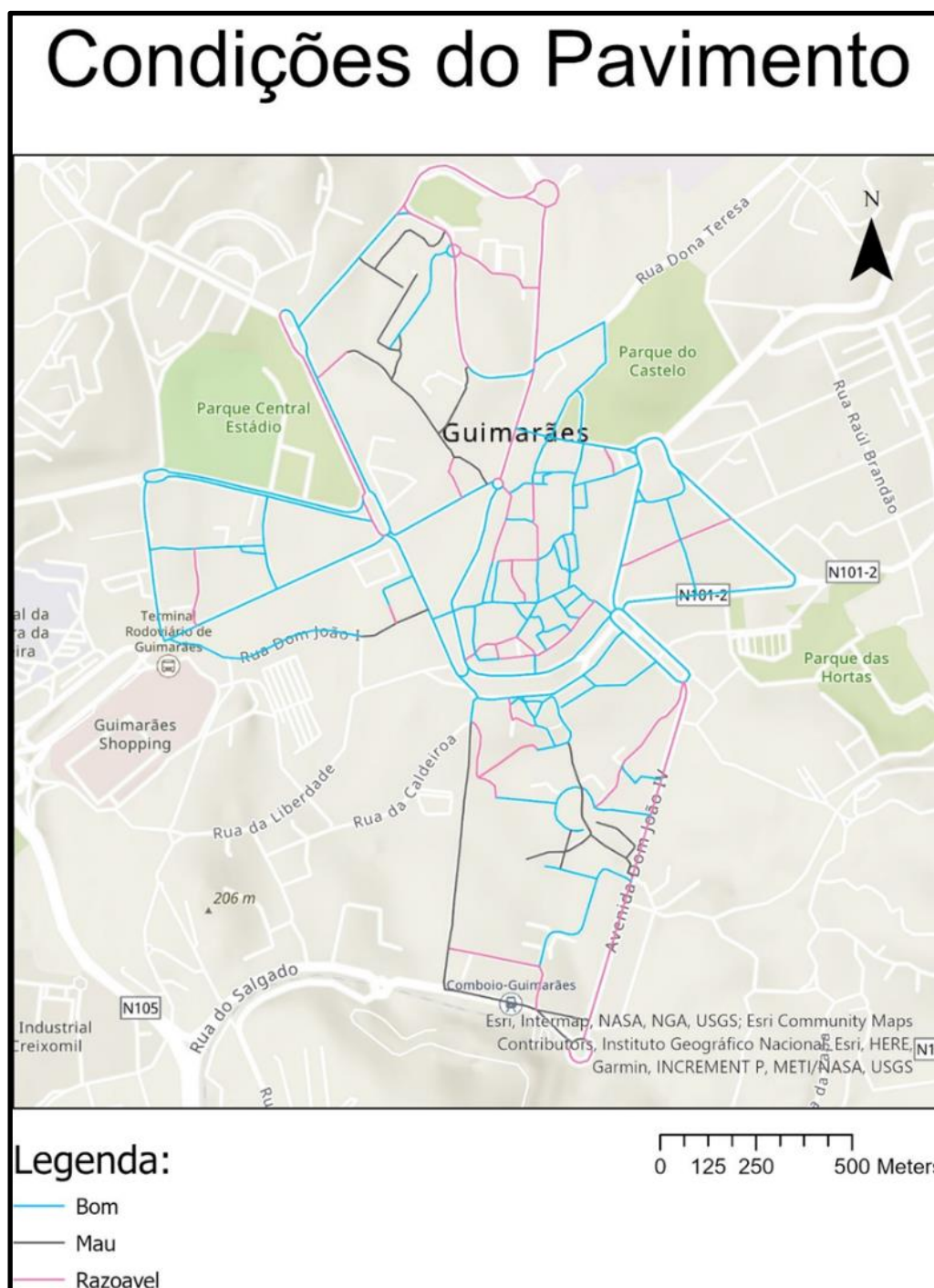


Figura 24 - Mapa representativo dados relativos ao critério da condições do pavimento

Para o critério da condição do pavimento, apenas foi dada uma avaliação positiva de “1” aos pavimentos com uma classificação igual a Bom. Para os que foram considerados Razoáveis ou Maus foi atribuído “0”, já que devem ser melhorados para criar boas condições para circular a pé.

No que se refere a identificar obstáculos existentes ao longo dos passeios, foi verificada a existência de esplanadas, árvores, escadas, carros indevidamente estacionados, paragens de autocarros, tudo o que causa transtorno à circulação normal dos peões, especialmente aqueles com mobilidade condicionada.

Na avaliação feita, foi adotado o mesmo processo que o que foi assumido no estudo realizado na cidade do Porto, em que a avaliação é positiva se forem poucos os obstáculos ou se não existirem obstáculos a cada 20 m.

As figuras 25 a 30 apresentam exemplos de situações em que os peões encontram diversos tipos de obstáculos ao longo do percurso que podem fazer em determinadas ruas da zona de estudo. Vários dos obstáculos apresentados identificam situações em que a passagem dos peões fica severamente condicionada, e em que será necessário ter uma atenção especial para as corrigir no futuro.



Figura 25 - Paragem de autocarro no meio do passeio na Rua Dr. Joaquim de Meira

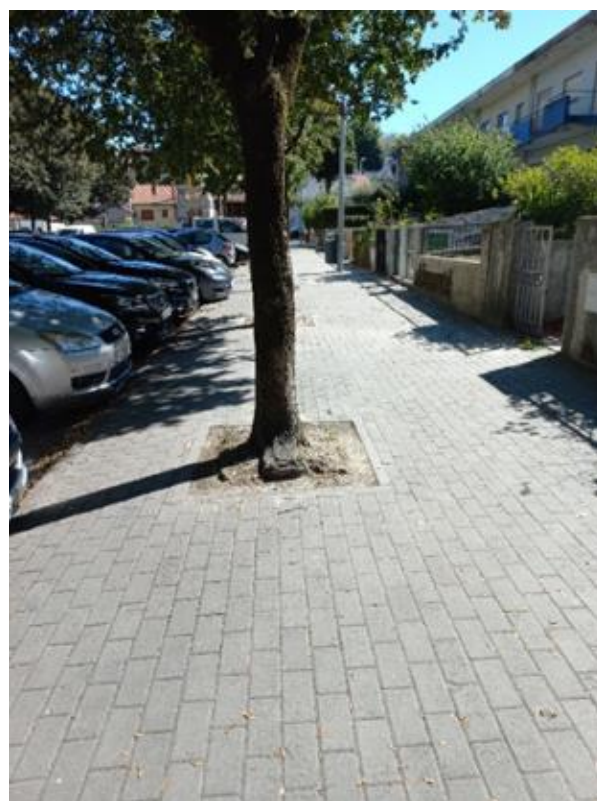


Figura 26 - Árvores no meio do passeio da Rua de Alexandre Herculano



Figura 27 - Estacionamento na Rua de Vila Verde



Figura 28 – Escadas na Tv. do Picoto



Figura 29 - Obras na Av. Dom Afonso Henriques



Figura 30 - Vasos na Rua Francisco Agra

O mobiliário de rua diz respeito diversos equipamentos pontuais de pequena dimensão localizados nos passeios e que ajudam a melhorar o ambiente urbano e a o tornar mais agradável para os peões, como se podem ver alguns exemplos nas figuras 31 a 33.



Figura 31 - Candeeiro na Avenida General Humberto Delgado



Figura 32 - Balde do lixo Rua de Couros



Figura 33 - Bancos na Rua Val de Donas

No critério relativo ao mobiliário de rua foi atribuído uma classificação “1” quando era possível verificar a existência de alguns destes elementos na rua: baldes do lixo, candeeiros, bancos e sinais para peões. Quando não se verifica esta situação a classificação atribuída foi “0”

Para a avaliação da inclinação, o indicador utilizado foi: caso a inclinação seja igual ou superior a 5% o critério é classificado com “0”, caso o contrário é classificado com “1”. O mapa da figura 34 representa a inclinação média de cada troço estudado. Como é possível verificar na legenda, os valores foram subdivididos em cinco intervalos. Os intervalos foram inseridos manualmente, de forma que, existisse uma divisão no valor de 5%.

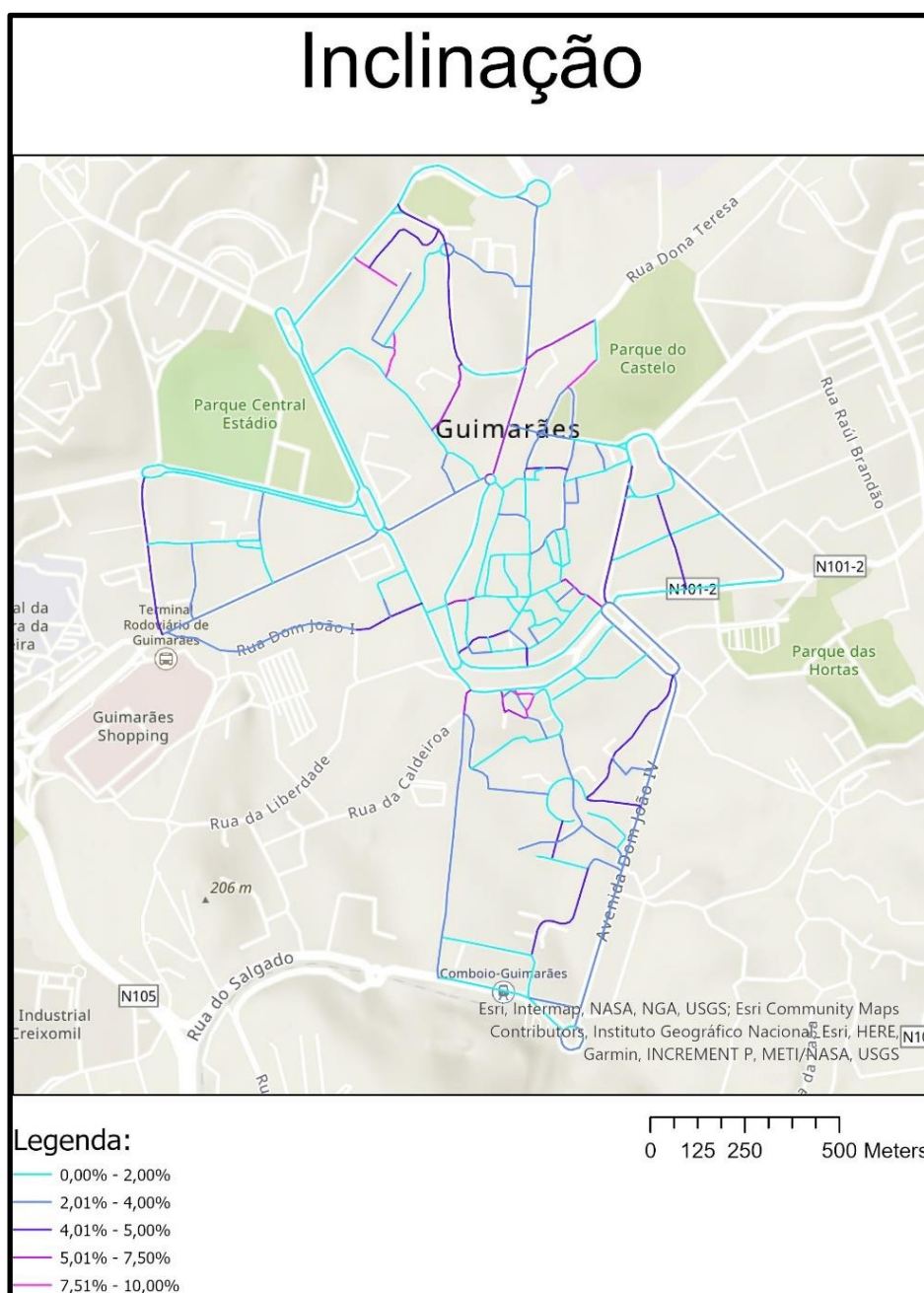


Figura 34 - Mapa representativo dados relativos ao critério da inclinação

Para obter o valor da inclinação de cada troço de rua foi utilizado os dados do Google Earth relativos à elevação no início e fim do troço e do ArcGis retirou-se o comprimento, a inclinação foi obtida através da divisão do modulo da diferença entre elevações de um troço pelo comprimento desse troço.

A figura 35 apresenta uma rua que possui de inclinação constante de 6% em todo o seu comprimento, mesmo sendo uma rua com elevada circulação de peões que se deslocam para o centro a partir do campus de Azurém da Universidade do Minho.



Figura 35 - Avenida General Humberto Delgado inclinação de 6%

Neste critério, a componente relativa à natureza foi analisada pela existência de árvores ou vegetação por cada 5m de comprimento do troço em análise, caso se verificasse obtinha uma classificação positiva de “1”. As figuras 36 e 37 são exemplos de duas ruas em que a presença de árvores é um elemento marcante e que promove a circulação a pé nessas mesmas ruas, até porque o passeio possui uma largura adequada e as árvores situam-se do lado da rua e não a meio do passeio.



Figura 36 - Árvores na Avenida General Humberto Delgado



Figura 37 – Árvores na Avenida Dom Afonso Henriques

Para fazer uma análise mais adequada dos critérios dentro do uso do solo, era necessário a utilização de dados estatísticos relativos a cada zona como a população, número de edifícios, comércio, entre outros, como estes dados já não são fornecidos pelo INE de forma gratuita, foram feitas simplificações para cada um dos casos baseando-se nos elementos que se pode observar no local, sendo também, uma aproximação que reflete a experiência vivenciada pelos peões que circulam.

Para a densidade populacional analisou-se o tipo de edifícios por cada troço, identificando as áreas de densidade elevada nos casos em que existia uma grande quantidade de apartamentos ou moradias multifamiliares em troços pequenos e nos outros casos foi considerada uma densidade baixa.

O mapa apresentado na figura 38 diz representa essa avaliação da densidade da populacional. Na legenda são identificadas as duas classes de traçados, a azul quando “Elevada” e a cinza quando corresponde a áreas de “Baixa” densidade. No modelo, esses troços possuem uma classificação de “1” quando correspondem a “Elevada” e nos outros casos foi atribuído “0”.

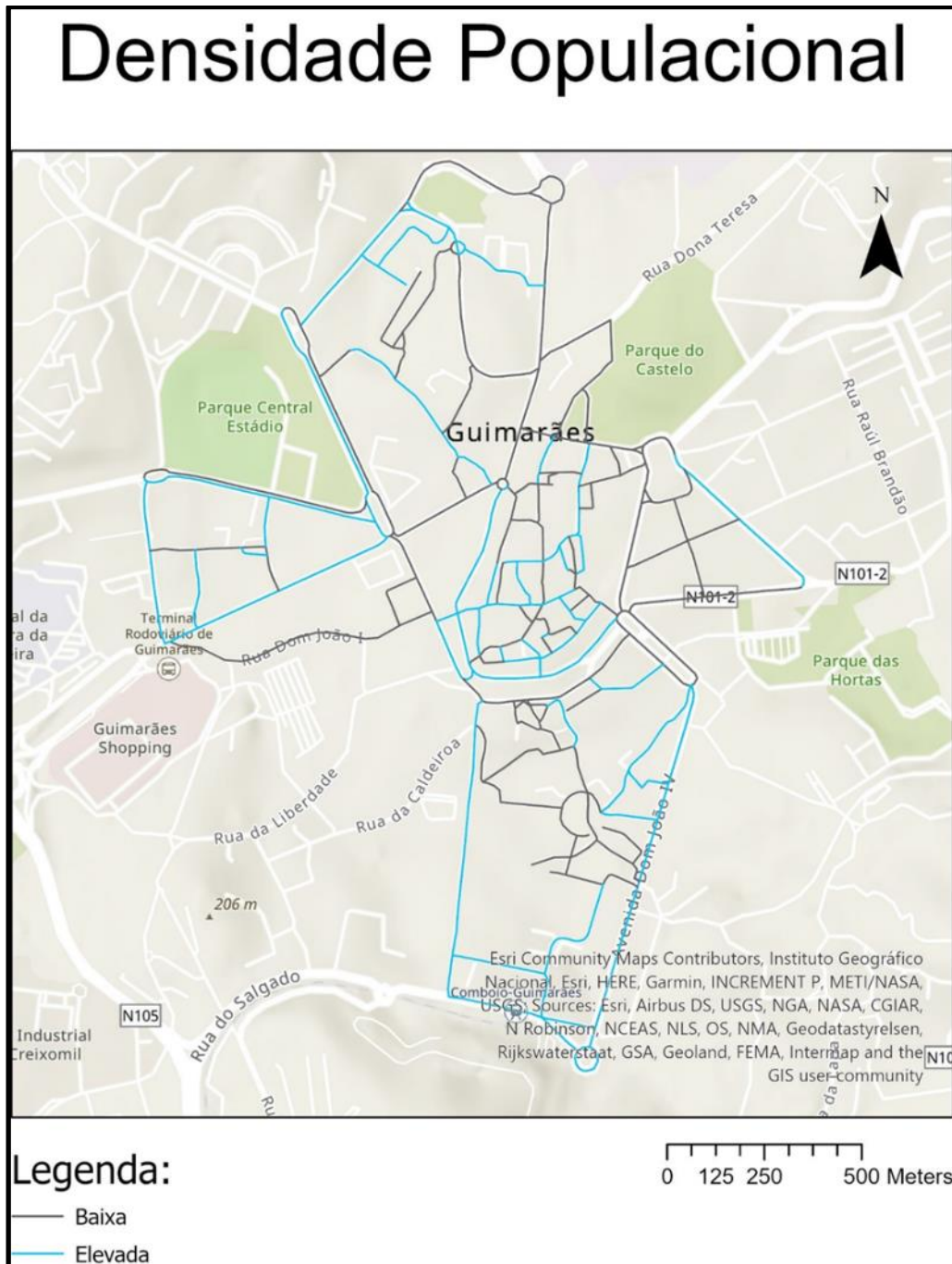


Figura 38 - Mapa representativo dados relativos ao critério da densidade populacional

Para a densidade de comércio para cada traçado, teve-se em conta a existência de lojas, shoppings, bancos, mercados e hotéis e foi dada uma classificação positiva “1” a zonas onde foi possível observar uma grande quantidade destes elementos. Às restantes áreas foi atribuído “0”, já que não correspondiam a uma avaliação positiva para o critério.

O mapa apresentado na figura 39 diz respeito a densidade comercial. Como representado no mapa anterior, para a densidade populacional, também neste mapa a legenda está dividida em dois tipos de

traçados. O traçado “Elevada” corresponde às áreas com uma densidade eleva e os identificados com “Baixa” correspondem a áreas de baixa densidades de comércio.

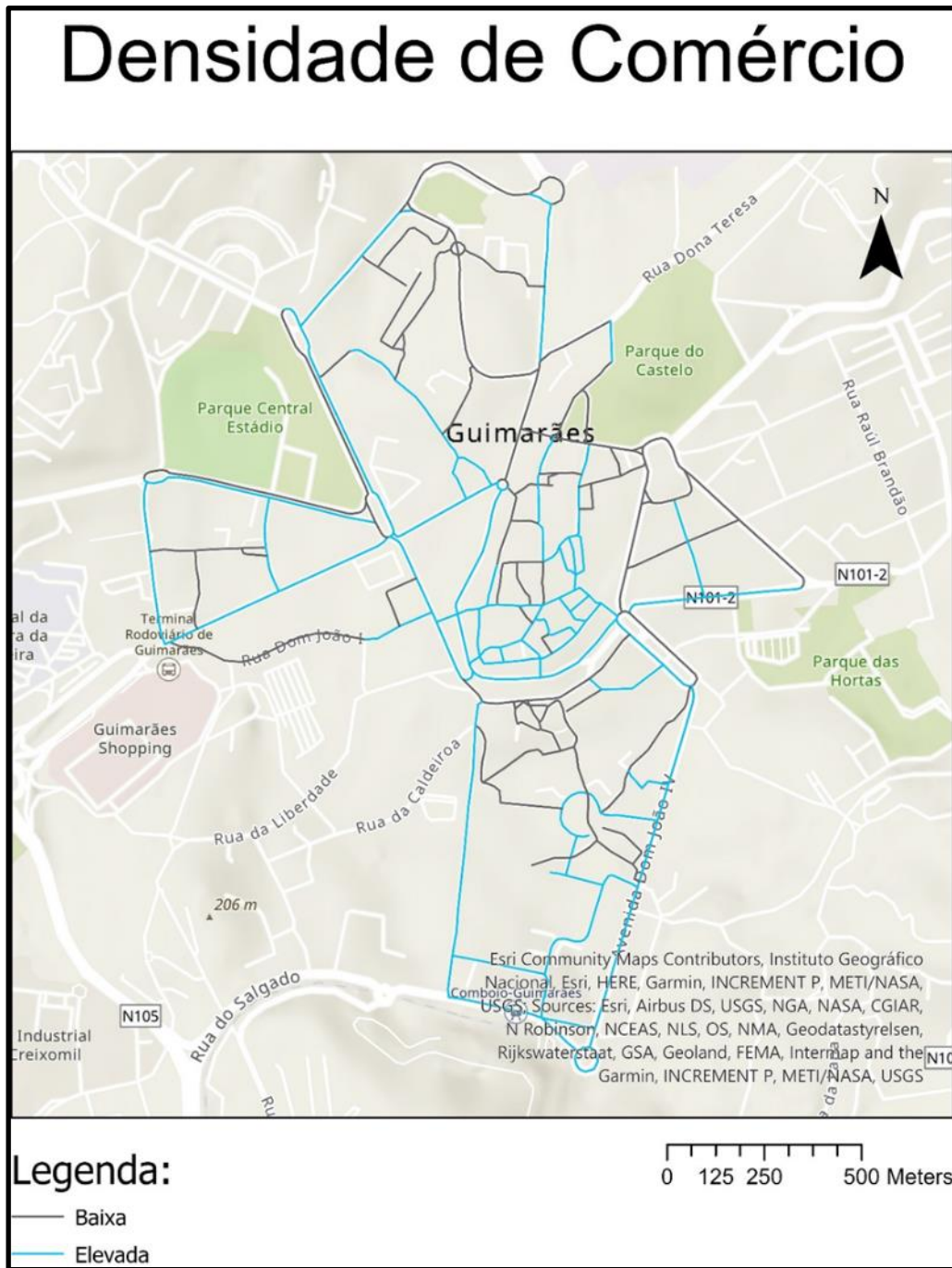


Figura 39 - Mapa representativo dados relativos ao critério da densidade comércio

O que se verificou nas legendas das figuras 37 e 38, também se verifica para o mapa da figura 38 que corresponde à densidade volumétrica dos edifícios.

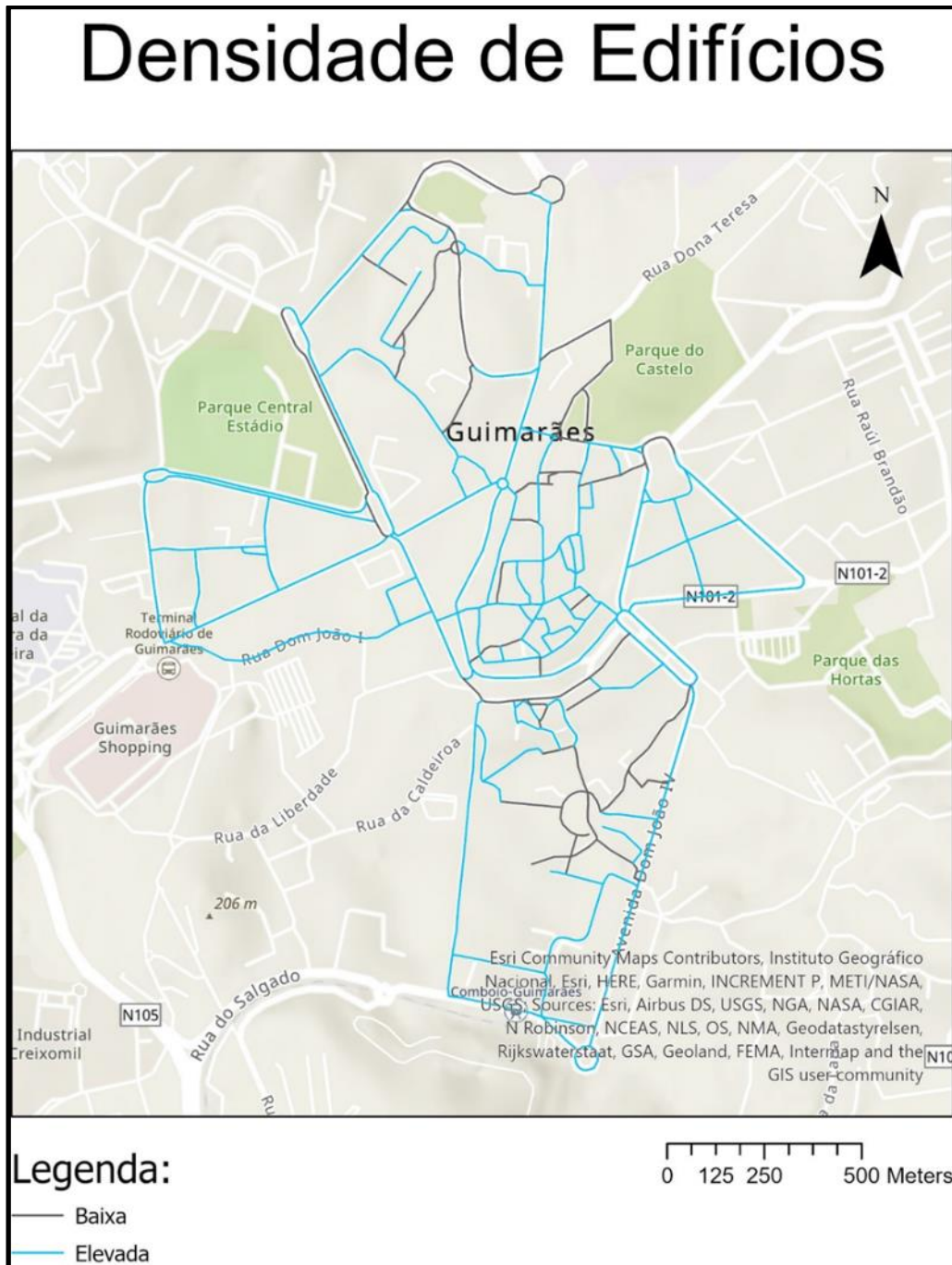


Figura 40 - Mapa representativo dados relativos ao critério da densidade de edifícios

No mapa da figura 41 é apresentada para cada trecho a avaliação obtida para a diversidade do uso do solo. O traçado a azul corresponde à existência de diversidade, enquanto que o traçado a cinza identifica os trechos onde não foi possível verificar essa diversidade no uso do solo.

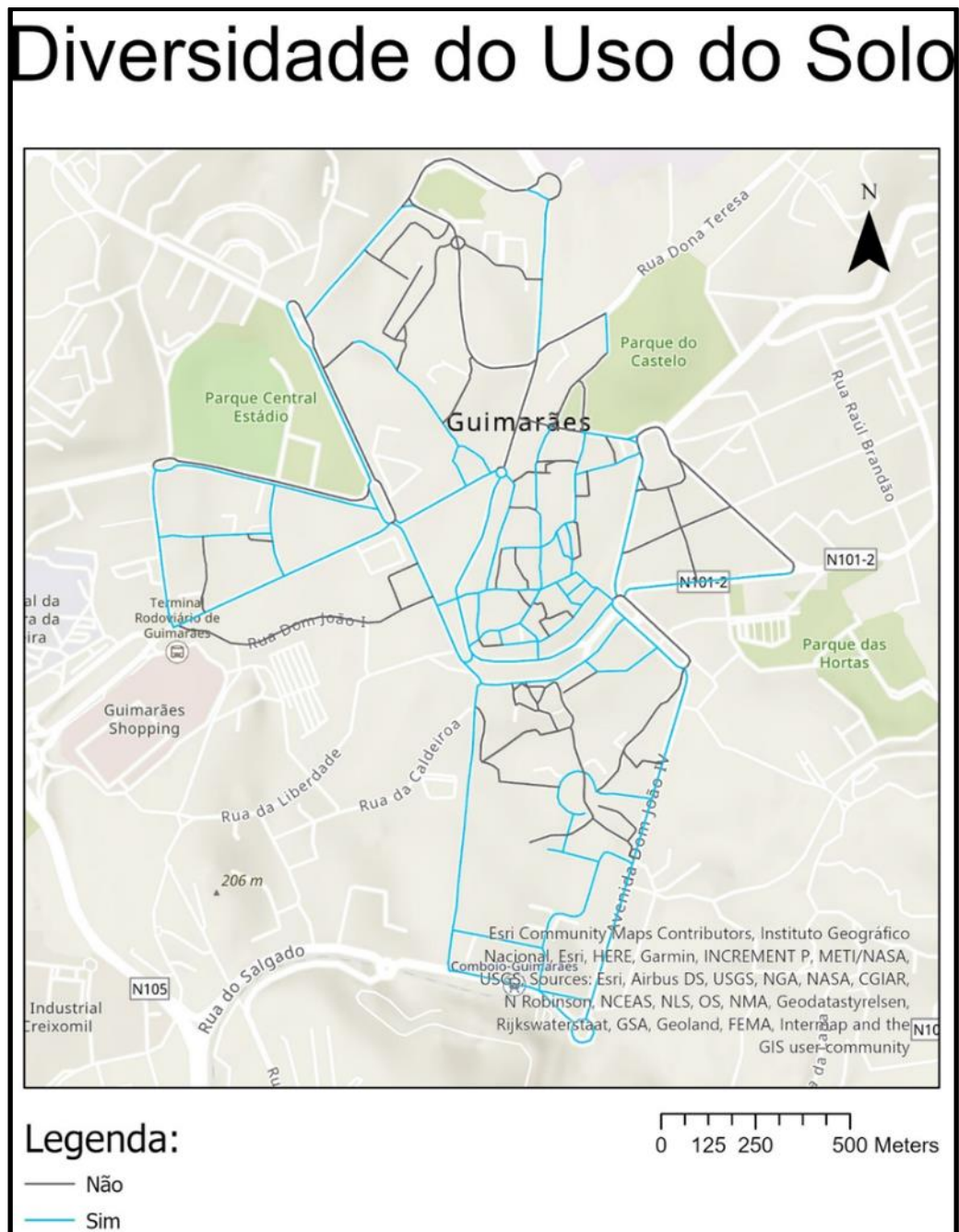


Figura 41 - Mapa representativo dados relativos ao critério da diversidade do uso do solo

Para a avaliação do critério relativo à enclausura foram verificadas as ruas em que a razão entre a altura dos edifícios e a largura da rua era superior a 1,4m. Sempre que foi verificada esta condição a classificação atribuída foi de “0”, caso contrário foi de “1”.

Dado a que, como já referido anteriormente, Guimarães não possui grande consistência a nível do desenho urbano, e por isso em muitas ruas não existe uma altura constante de edifícios, como também não se verifica frequentemente uma largura das ruas constante, logo foi necessário fazer uma simplificação. A altura dos edifícios foi calculada através do *número de pisos x 3 m* e a largura das

ruas foi retirada do levantamento topográfico de Guimarães. A zona para o qual foi feita esta análise para cada troço foi escolhida tendo observado qual seria a zona mais desfavorável.

As figuras 42 e 43 apresentam exemplos evidentes de enclausura proporcionada por ruas bastante estreitas do centro histórico.



Figura 42 - Viela de São Crespim onde se verificou uma razão de 4,1 para a enclausura

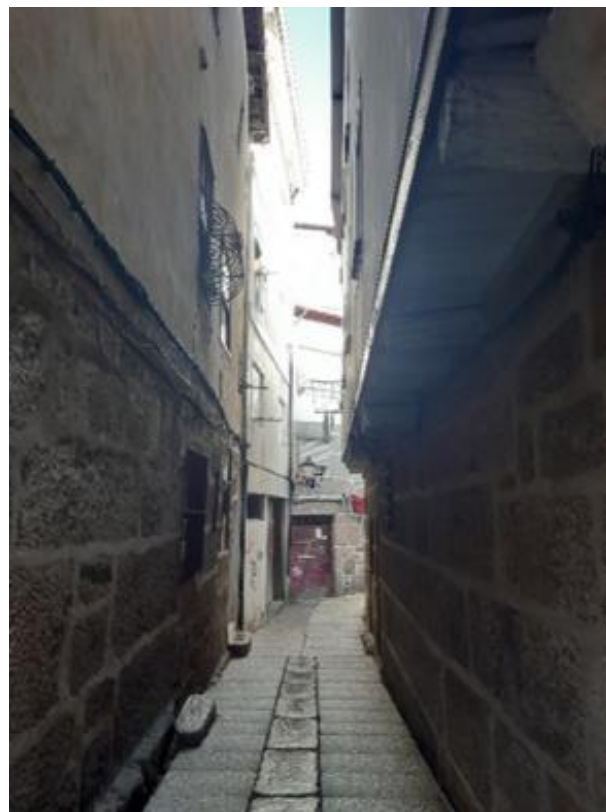


Figura 43 - Travessa da Rua do Retiro onde se verificou uma razão de 6 para a enclausura

O mapa da figura 44 corresponde à representação da razão entre a altura dos edifícios e a largura da rua para todos os troços. A legenda está dividida em 7 intervalos devido à grande variedade de valores. Neste critério apenas são avaliados positivamente com “1” as ruas em que a razão é igual ou inferior a 1,4. Analisando o mapa é possível observar que na zona do centro histórico existem muitas ruas com valor superior.

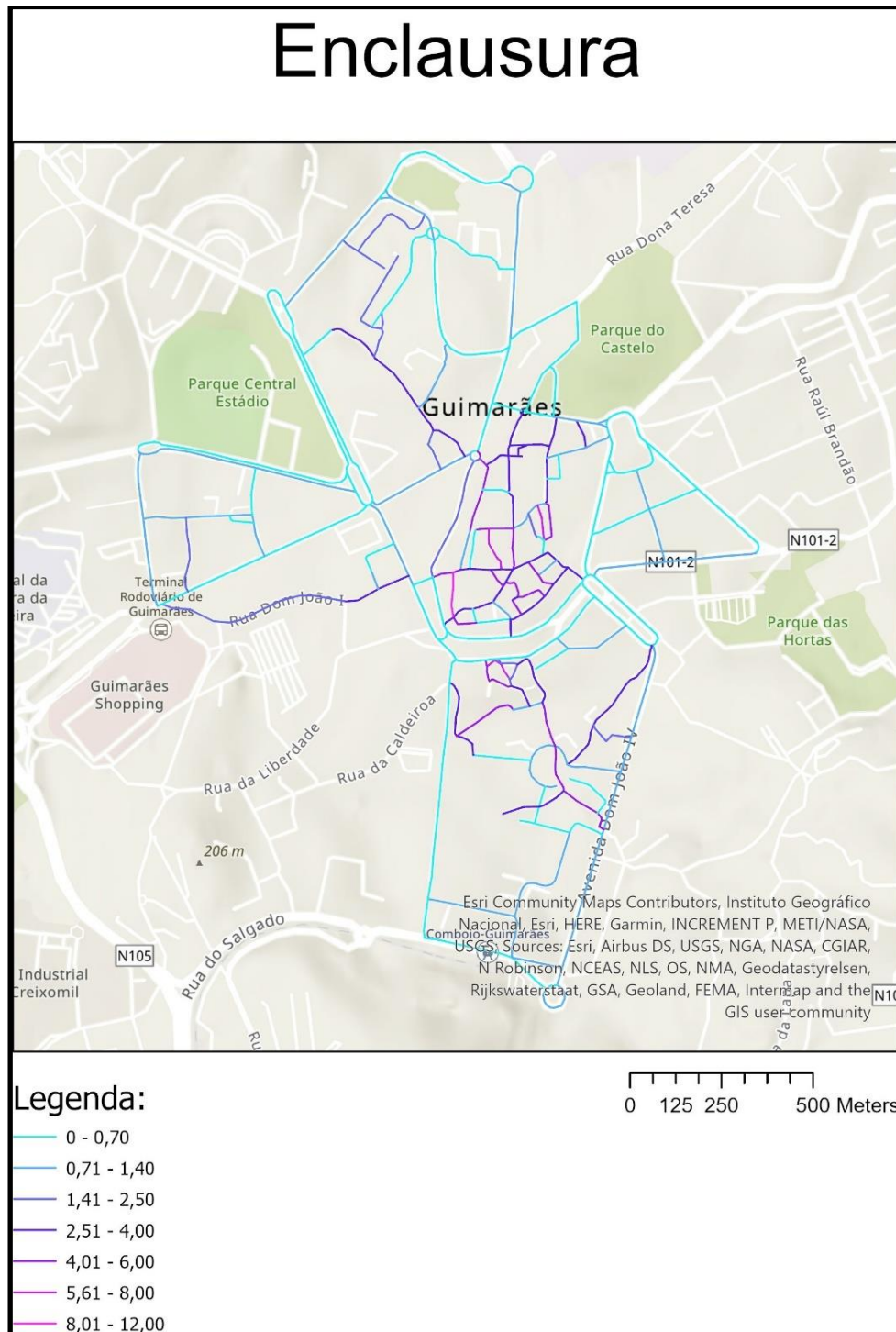


Figura 44 - Mapa representativo dados relativos ao critério da enclausura

Para classifica os troços a nível da complexidade foi necessário fazer uma análise do ambiente urbano e ver se era possível encontrar os seguintes elementos: diversidade de cores e arquitetura, esplanadas e zonas que promovem a aglomeração de pessoas e arte publica/elementos culturais. Sendo que, quando se verifica a existente de alguns destes elementos a complexidade obteve uma classificação positiva. Ruas mais homogêneas foram classificadas negativamente.

As figuras 45 a 47 apresentam exemplo de evidente complexidade do espaço urbano de Guimarães.



Figura 45 - Largo da Cidade



Figura 46 - Largo da Oliveira



Figura 47 - Estátua de Dom Afonso Henriques

A transparência está relacionada com o nível de atividade de comércio e serviços disponíveis nos edifícios adjacentes e que proporcionam fachadas que permitem a quem circula a pé “aceder” ao interior dos edifícios. Para este critério, quanto maior a transparência mais atrativa a rua se torna para quem lá circula. A avaliação foi positiva para os casos de mais de 50% de transparência ao nível do rés do chão das fachadas.

A figura 48 apresenta uma rua em que o nível de transparência é muito elevado já que o rés do chão de quase todos os edifícios possui atividade de comércio com montras amplas.



Figura 48 – Exemplo de nível de transparência elevado na Avenida Dom João IV

4.3. Mapas com a avaliação da rede pedonal

A ferramenta de SIG utilizada para a análise da área de estudo foi o ArcGis (figura 49), tal como, o utilizado pelo projeto SPN quando da sua implementação nas cidades do Porto e Bolonha. O versão do ArcGis utilizada foi a que é fornecida pela Universidade do Minho, sendo que os comandos que serão referidos a seguir, correspondem aos utilizados para o caso de estudo no desenvolver deste projeto e dizem respeito a esta versão e ao ArcGis sendo que para a utilização de outro programa de SIG deve se adaptar os comandos ao programa.



Figura 49 – ArcGis – software SIG adotado no caso de estudo

Para começar a usar o ArcGis é necessário, em primeiro lugar, definir sobre que tipo de mapa se pretende trabalhar. O programa apresenta várias tipologias de mapas sobre o qual se pode trabalhar na opção Basemap. Assim, para cada projeto é importante definir o mapa mais adequada para o tipo de trabalho que se irá realizar. Para o estudo realizado na cidade de Guimarães utilizou-se o mapa topográfico apresentado pelo ArcGis e que se pode ver na figura 50.

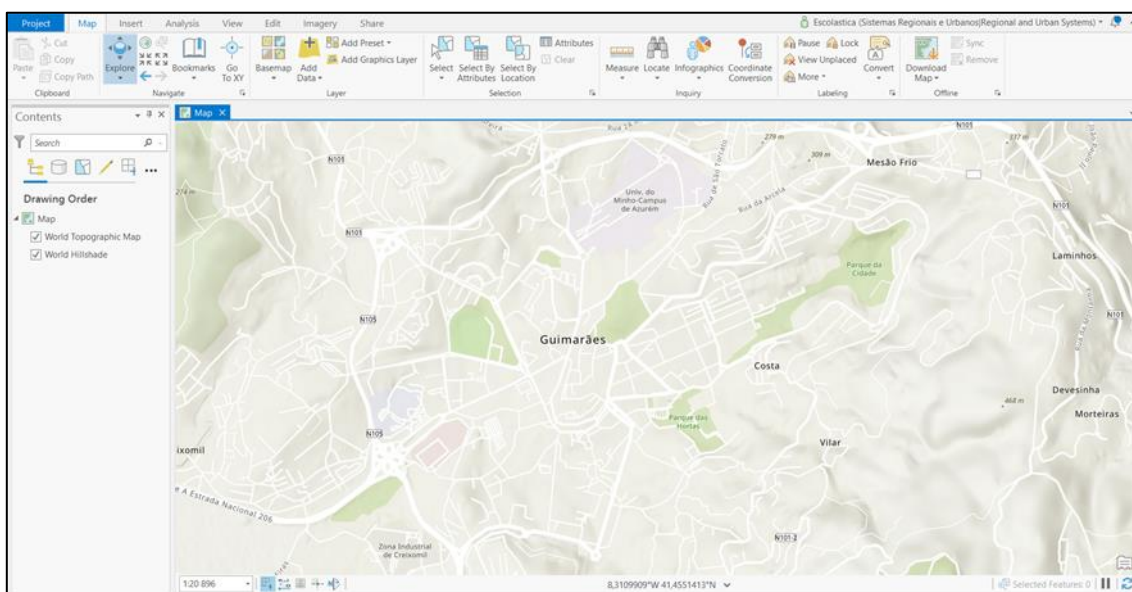


Figura 50 - Mapa topográfico sobre o qual se irá trabalhar

Em seguida, foi necessário criar a *Feature Class* onde se irá trabalhar e representar todos os traçados de ruas em estudo. Para se criar essa classe, vai-se a *View* dentro das *Windows* e clica-se na opção *Catalog Pane*. Aparecerá então uma janela do lado direito com as várias pastas dentro do projeto. Dentro da pasta *Folders* existe uma pasta com o nome do projeto que se está a desenvolver e dentro dessa pasta existe um ficheiro com o nome do projeto e com a extensão .gdb (ex: XXXX.gdb).

Posteriormente, clica-se do lado direito do rato e nas opções que vão aparecer vai-se a *New*, depois *Feature Class*. Em resultado, irá abrir-se uma segunda janela em que se irá dar nome à classe que se está a criar e onde se irá definir a tipologia sobre a qual a informação será gravada, que como já referido anteriormente no ArcGis esta informação pode ser representada segundo um ponto, linha ou polígono. Para o caso em estudo em que se estão a representar ruas e os respetivos troços o elemento a utilizar será o tipo linha.

As figuras 51 a 54 permitem verificar as várias janelas identificadas no processo.

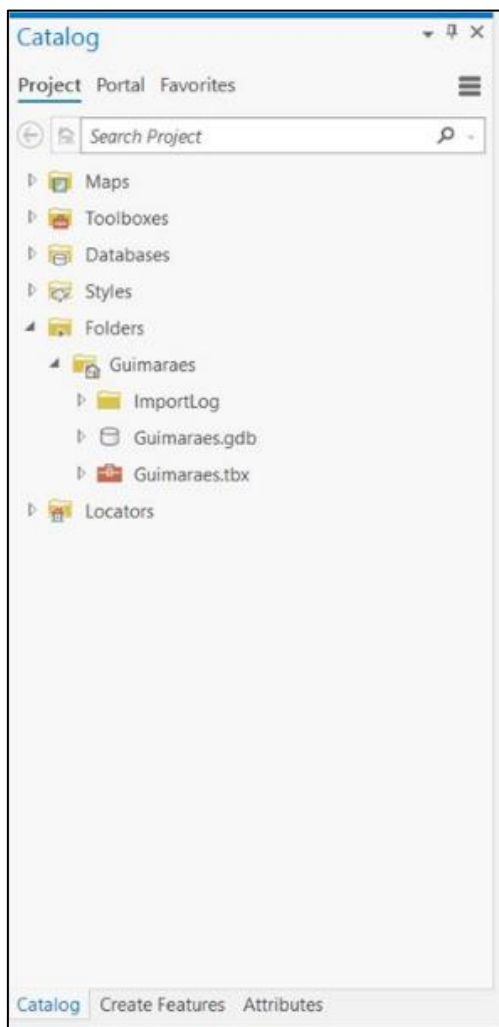


Figura 51 - Janela do Catalog Pane

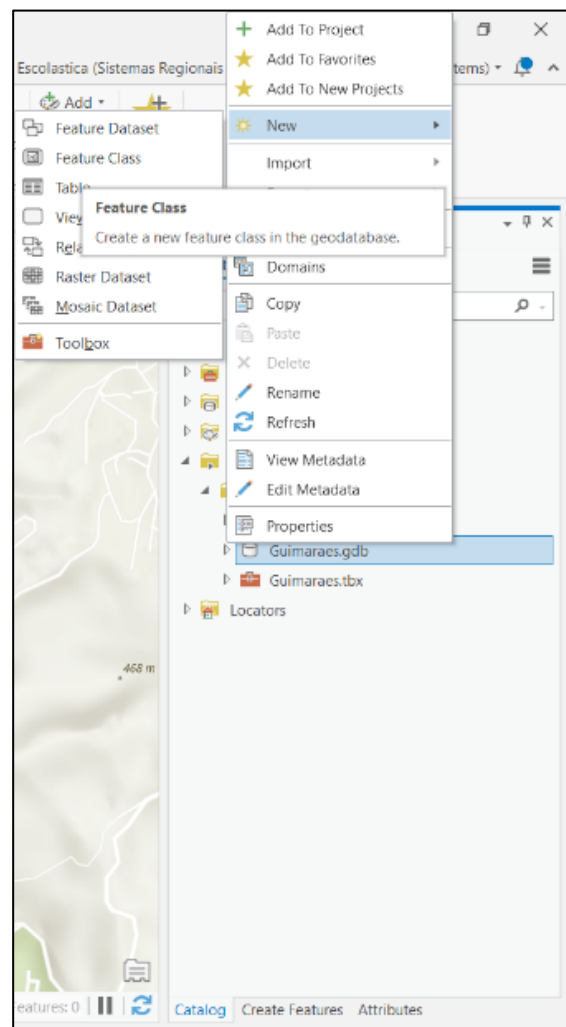


Figura 52 - Passos a seguir na janela do Catalog Pane

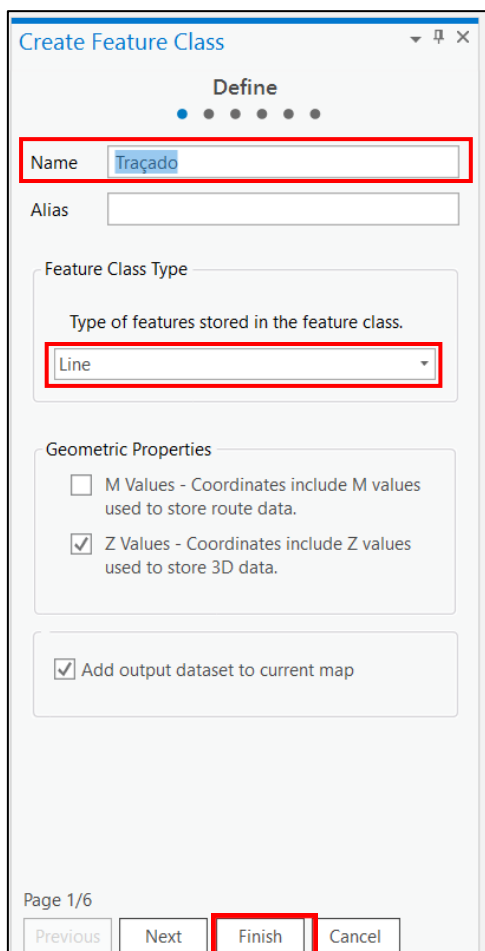


Figura 53 - Janela de definição da feature class

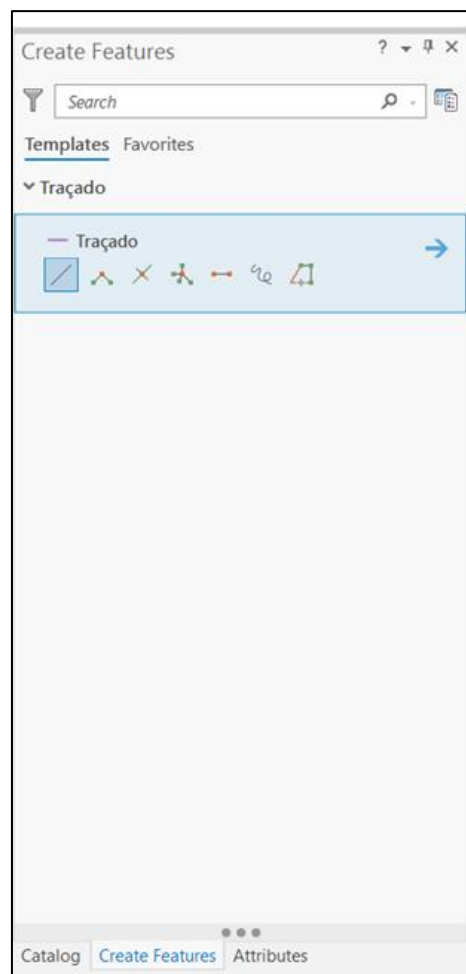


Figura 54 - Janela para desenhar o traçado

Após estes passos concluídos, já é possível começar a representar o traçado da rede de ruas em estudo. Na barra de ferramentas vai-se a *edit*, onde irá aparecer as várias opções disponíveis. Para começar a desenhar o traçado, seleciona-se *Create* e irá aparecer uma janela do lado direito, confirma-se que se tem a opção de linha selecionada e pode-se começar a desenhar o traçado.

O ArcGIS apresenta um conjunto de ferramentas que pode auxiliar na definição do traçado, de forma que, este seja representado o mais corretamente possível. No processo da definição do traçado representativo da área de estudo utilizou-se as ferramentas de *edit vertices* de forma a corrigir a localização, retirar e acrescentar vértices quando se apurou necessário, *split* quando foi decidido dividir um troço em dois ou mais e *merge* para juntar vários traçados.

A situação de divisão de traçados verificou-se sempre que ocorreu a necessidade de dividir a base de linhas originais em zonas de largos e avenidas com ilhas de atravessamento, pois verificou-se que normalmente estas apresentam ambientes urbanos distintos de cada lado da rua.

A figura 55 representa o traçado final para a área de estudo. A rede é representada por 118 troços diferentes, sendo que apenas se focou nos caminhos principais e não em galerias de atravessamento ou caminhos alternativos à rede definida.

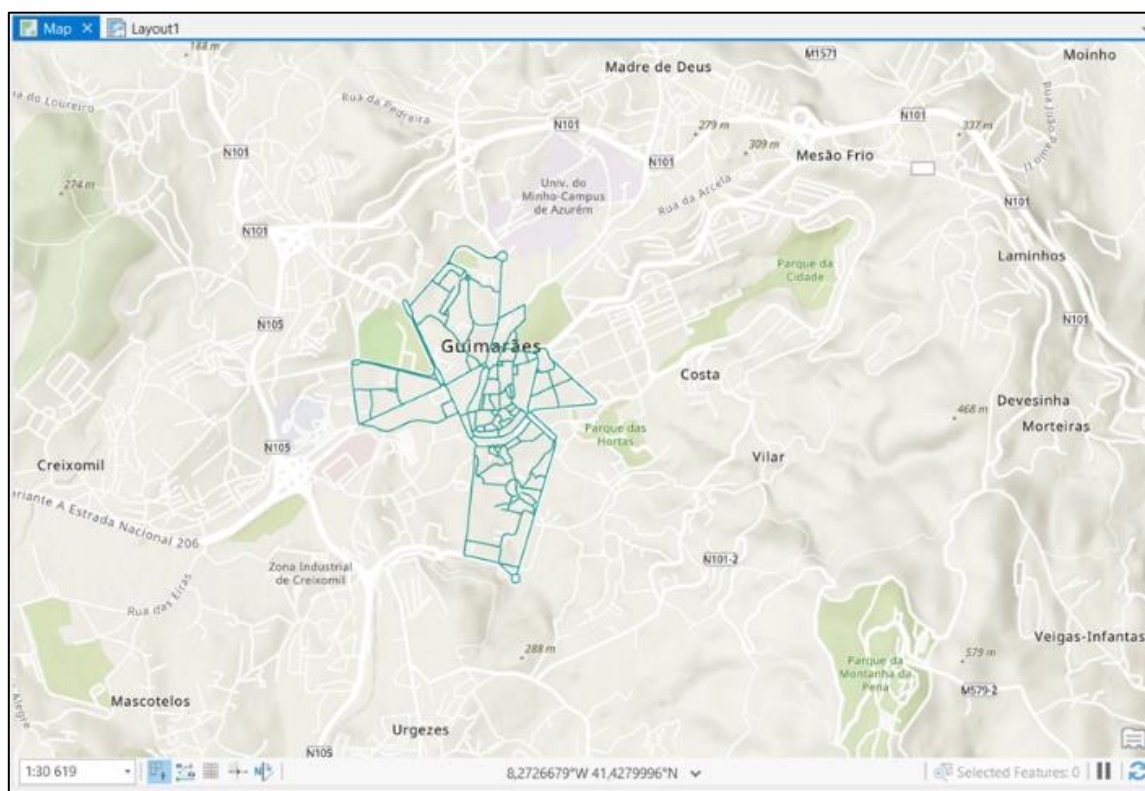


Figura 55 - Mapa com o traçado da área de estudo definido

Após concluída a representação da rede foi necessário atribuir os critérios a cada um dos traçados dentro dessa rede. Para fazer essa alocação de atributos aos 118 troços, em cima da *feature class* do lado esquerdo, clica-se com o lado direito do rato e vai-se a *Attribute Table*.

A tabela de atributos irá aparecer abaixo do mapa e irá conter o objeto, a *shape* e a *shape_length*, para adicionar os atributos a cada objeto, que representa cada troço, vai-se a *add*, que permite abrir uma nova *tab* para introduzir o nome e o formato dos dados a introduzir. A figura 56 apresenta parte dos *Field Names* da tabela utilizada no projeto.

| Visible | Read Only | Field Name | Alias | Data Type | Allow NULL | Highlight | Number Format | Domain | Default | Length |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|-----------|-------------------------------------|--------------------------|---------------|--------|---------|--------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Inclinação | Inclinação | Text | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | 255 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Natureza | Natureza | Text | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | 255 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Instalações | Instalações | Text | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | 255 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | População | População | Text | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | 255 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Densidade_Comércio | Densidade_Comércio | Text | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | 255 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Densidade_Edificios | Densidade_Edificios | Text | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | 255 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Diversidade_Solo | Diversidade_Solo | Text | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | 255 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Uso_do_solo | Uso_do_solo | Text | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | 255 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Enclausura | Enclausura | Text | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | 255 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Complexidade | Complexidade | Text | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | 255 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Transparecia | Transparecia | Text | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | 255 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Desenho_Urbano | Desenho_Urbano | Text | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | 255 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Classificação | Classificação | Text | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | 255 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Field | | Long | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | |

Figura 56 - Janela para adicionar atributos em estudo

Os atributos desta tabela corresponderam aos critérios e fatores em análise e a outros dados que foram considerados necessário para a avaliação dos troços. Por exemplo, foi considera importante a criação de uma coluna com o nome de cada troço. Apesar de se ter efetuado todos os cálculos na tabela de Excel, podia ter sido criada tabelas com os dados necessário, e atribuir equações de forma a obter os valores pretendidos através do ArcGis.

As colunas dos atributos foram criadas todas de uma vez e só depois se preencheram com os dados correspondentes. Uma maneira que se verificou efetiva para a simplificação do processo de atribuição de valores foi através da coluna criada com os nomes de cada troço, que estava de acordo com os nomes dados aos troços na tabela de Excel. Ao organizar por ordem alfabética esta coluna em ambos os ficheiros, permitiu que fosse possível transpor os valores da tabela de Excel para a coluna correspondente no ArcGis e dessa forma toda a informação foi integrada na tabela em ArcGis.

Esta opção foi adotada já que se verificou que o processo conduz a menos erros na transposição de dados, sendo que é necessário garantir antecipadamente que os nomes estão coincidentes em ambas as tabelas. Assim, deve se ter maior atenção às ruas divididas por troços e confirmar que os troços estão correspondentes em ambas as tabelas nas mesmas linhas.

No final do processo é obtida a tabela de atributos no ArcGis como se pode ver na figura 57.

| OBJECTID * | SHAPE * | Shape_Length | Name | Autocarro (400m) | Férria (800m) | Comboio (1000m) | Estacionament |
|------------|------------|--------------|---------------------------------------|------------------|---------------|-----------------|---------------|
| 135 | Polyline Z | 436,2464 | Alameda de São Dâmaso - Troço 1 | Sim | Não | Sim | Sim |
| 134 | Polyline Z | 521,742517 | Alameda de São Dâmaso - Troço 2 | Sim | Não | Sim | Sim |
| 105 | Polyline Z | 666,513546 | Alameda Dr. Alfredo Pimenta - Troço 1 | Sim | Não | Não | Sim |
| 140 | Polyline Z | 671,252493 | Alameda Dr. Alfredo Pimenta - Troço 2 | Sim | Não | Não | Sim |
| 97 | Polyline Z | 637,716822 | Av. Conde de Margaride | Sim | Não | Sim | Sim |
| 2 | Polyline Z | 486,008239 | Av. Cónego Gaspar Espaço | Sim | Não | Não | Sim |
| 98 | Polyline Z | 422,512141 | Av. de Londres | Sim | Não | Não | Sim |
| 92 | Polyline Z | 702,179245 | Av. Dom Afonso Henriques | Sim | Não | Sim | Sim |
| 66 | Polyline Z | 1129,406735 | Av. Dom João IV - Troço 1 | Sim | Não | Sim | Sim |
| 68 | Polyline Z | 140,467033 | Av. Dom João IV - Troço 2 | Sim | Não | Sim | Sim |
| 67 | Polyline Z | 403,597527 | Av. Dom João IV - Troço 3 | Sim | Não | Sim | Sim |
| 104 | Polyline Z | 619,348709 | Av. São Gonçalo - Troço 1 | Sim | Não | Não | Sim |
| 142 | Polyline Z | 611,752074 | Av. São Gonçalo - Troço 2 | Sim | Não | Não | Sim |
| 6 | Polyline Z | 370,307547 | Avenida Alberto Sampaio | Sim | Não | Sim | Sim |

Figura 57 - Tabela de atributos

Após a informação estar toda transposta e tratada no ArcGis, pode se então criar mapas que permitem avaliar e tirar conclusões sobre cada um dos critérios, fatores e sobre a classificação final.

Para isso, na nossa janela de *Contents* clica se em cima da *Feature Class* com o lado direito do rato e vai se a *Symbology* que permite aceder a uma nova janela onde se irá escolher que dados se quer apresentar e de que forma essa apresentação será feita no mapa (ver figuras 58 e 59).

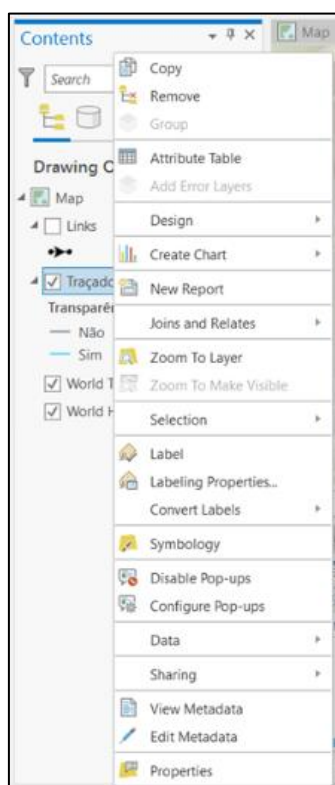


Figura 58 - Janela de Contents onde se irá para aparecer a janela da symbology

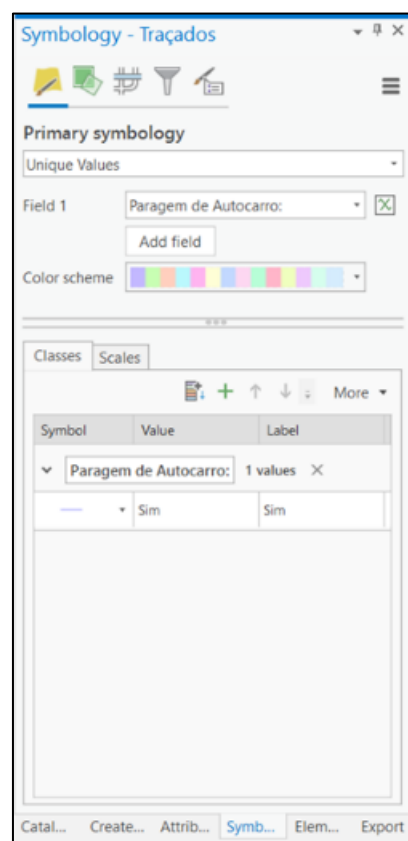


Figura 59 - Janela de Symbology

É na janela da figura 59 onde se irá definir o critério/fator que se quer apresentar no mapa e a forma como essa apresentação será feita. Em primeiro altera-se na barra de *Primary Symbology* para a simbologia que mais se adequa ao atributo que se quer avaliar. No caso de estudo foi utilizada a simbologia *Unique Value* para os critérios que apresentam os valores por categorias e *Graduated Values* para os critérios e fatores que apresentam os valores por quantidade na escala de 0 a 1. Depois escolhe-se o atributo que se quer estudar e a forma de apresentação (cores, traçado, etc....) que se quer que seja representada no mapa, como se vê na figura 60.

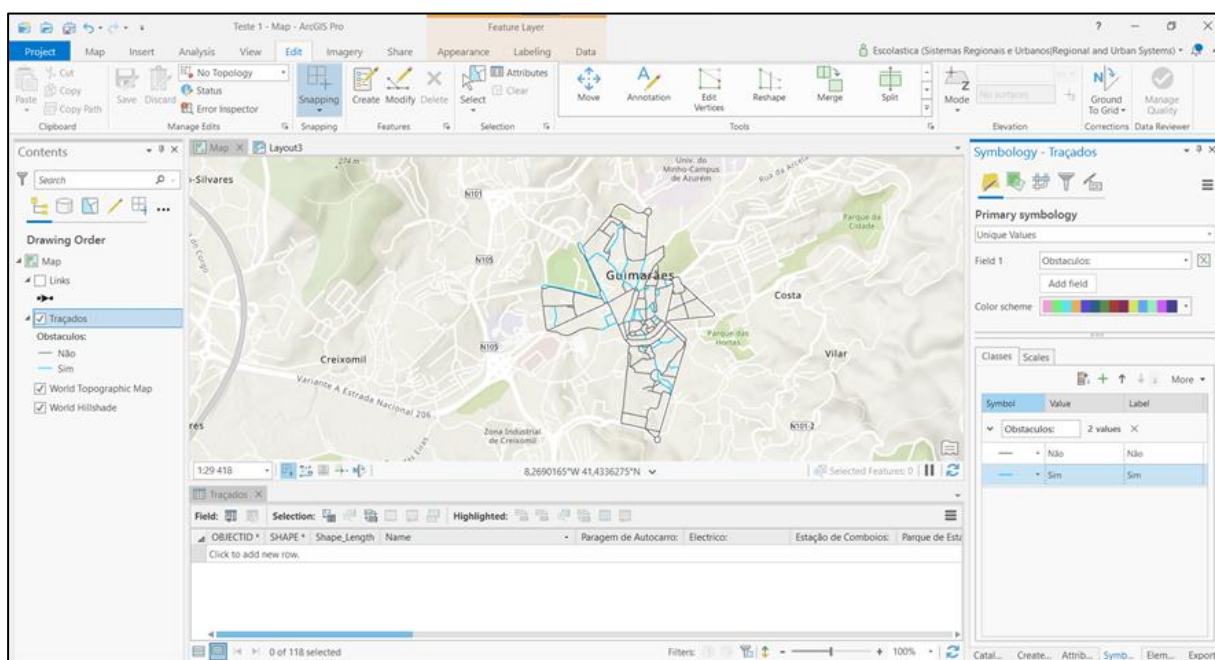


Figura 60 - Exemplo do ecrã após a seleção da simbologia para o critério de obstáculos

Estando este processo concluído é necessário extrair os mapas resultantes com legendas, escalas e toda a informação que se queira adicionar. Na barra de ferramentas, existe a opção de *Insert* e dentro desta ferramenta opta-se por *New Layout* (ver figura 61) onde se escolhe o tipo de folha que se quer e a orientação da mesma.

Em seguida surge uma nova janela com uma folha em branco com as especificações anteriormente escolhidas, e nesta fase então organiza-se a folha conforme as especificações que se pretende. O primeiro passo será transpor o mapa pretendido, o que é feito através da ferramenta *Map frame* onde é apresentada um conjunto de mapas que se tem como opção para apresentar, e em que se escolhe o mapa correspondente ao que se pretende e depois cria-se a seção em que se pretende que este seja apresentado.

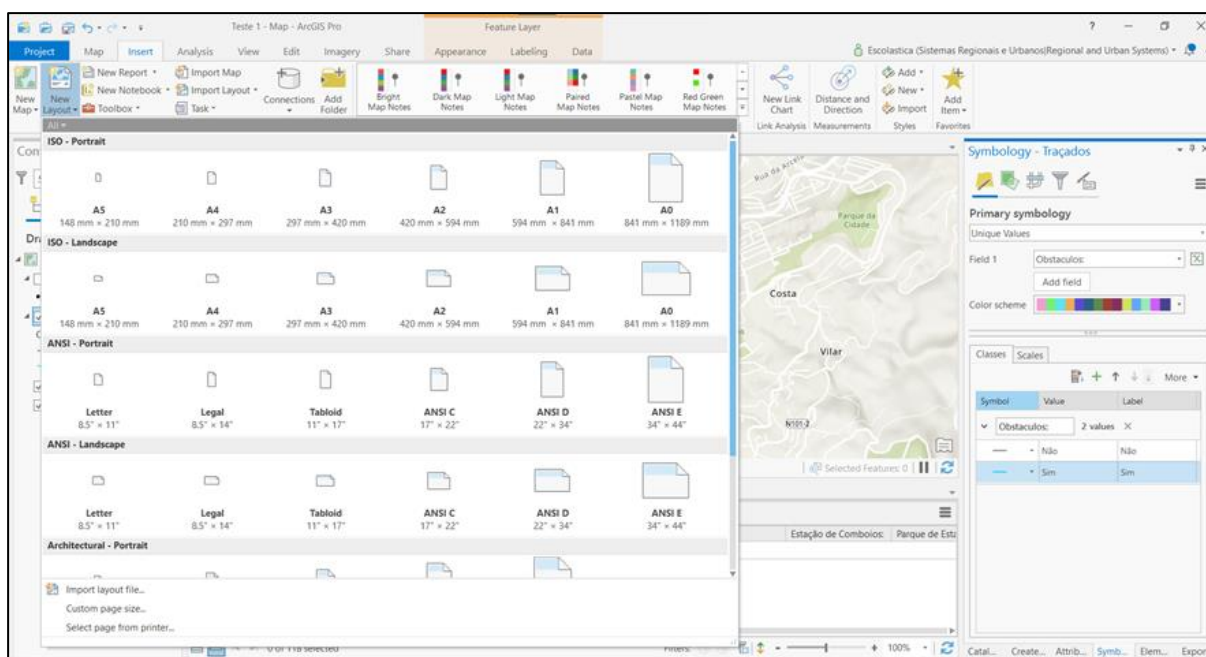


Figura 61 - New Layout ArcGis

Nesta fase o tamanho do mapa está predefinido e pode não conter toda a seção do mapa que se pretende, o que é possível alterar no layout utilizando *Activate* e a ferramenta permitirá ajustar o mapa para o pretendido utilizando o rato. Depois de se ter a seção do mapa pretendido é só sair.

Estando o mapa selecionado é necessário inserir os restantes elementos que se pretendem que o mapa contenha, tais como o título, legenda, orientação e escala, que podem ser inseridos utilizando as ferramentas dentro de *Insert* e escolhendo o que se pretende inserir e a sua localização na folha. A maior parte é inserido automaticamente de acordo com as especificações escolhidas para a área de trabalho.

Nas páginas seguintes, e nas figuras 62 a 91, estão apresentados os mapas resultantes para o estudo feito, de acordo com as especificações escolhidas, e com a representação da classificação obtida para todos os critérios, todos os fatores e avaliação global final. Nestes mapas estão incluídos os critérios que foram posteriormente retirados por já ter sido feito o levantamento dos dados, mas os critérios não foram utilizados no cálculo dos fatores e da classificação final.

O mapa da figura 62 representa o estudo do critério das paragens de autocarros em que “1” representa todos os troços com uma paragem até 400 metros lineares como é possível observar na legenda. Verifica-se em toda a área a existência de paragens de autocarros e todos os troços em avaliação cumprem este critério. Caso isso não acontecesse na legenda existiria uma classe com o valor “0”, como se verificar mais à frente para outros critérios.

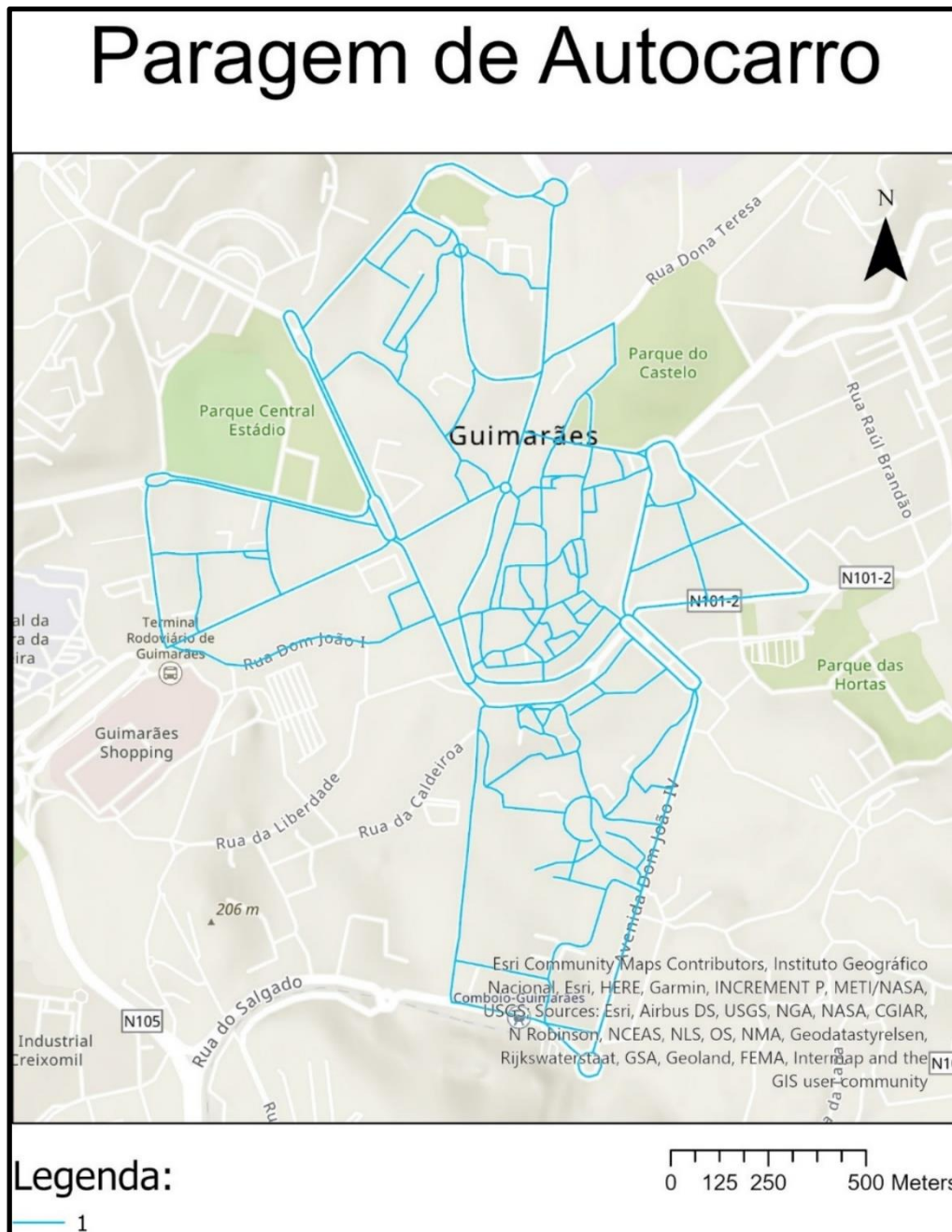


Figura 62 – Mapa da avaliação do critério das Paragens de autocarros

No mapa da figura 63 estão representados os troços por linha azul que se encontram até 500 metros lineares de um parque de estacionamento. A legenda apenas apresenta os casos para “1” pois este critério foi verificado em todos os troços.

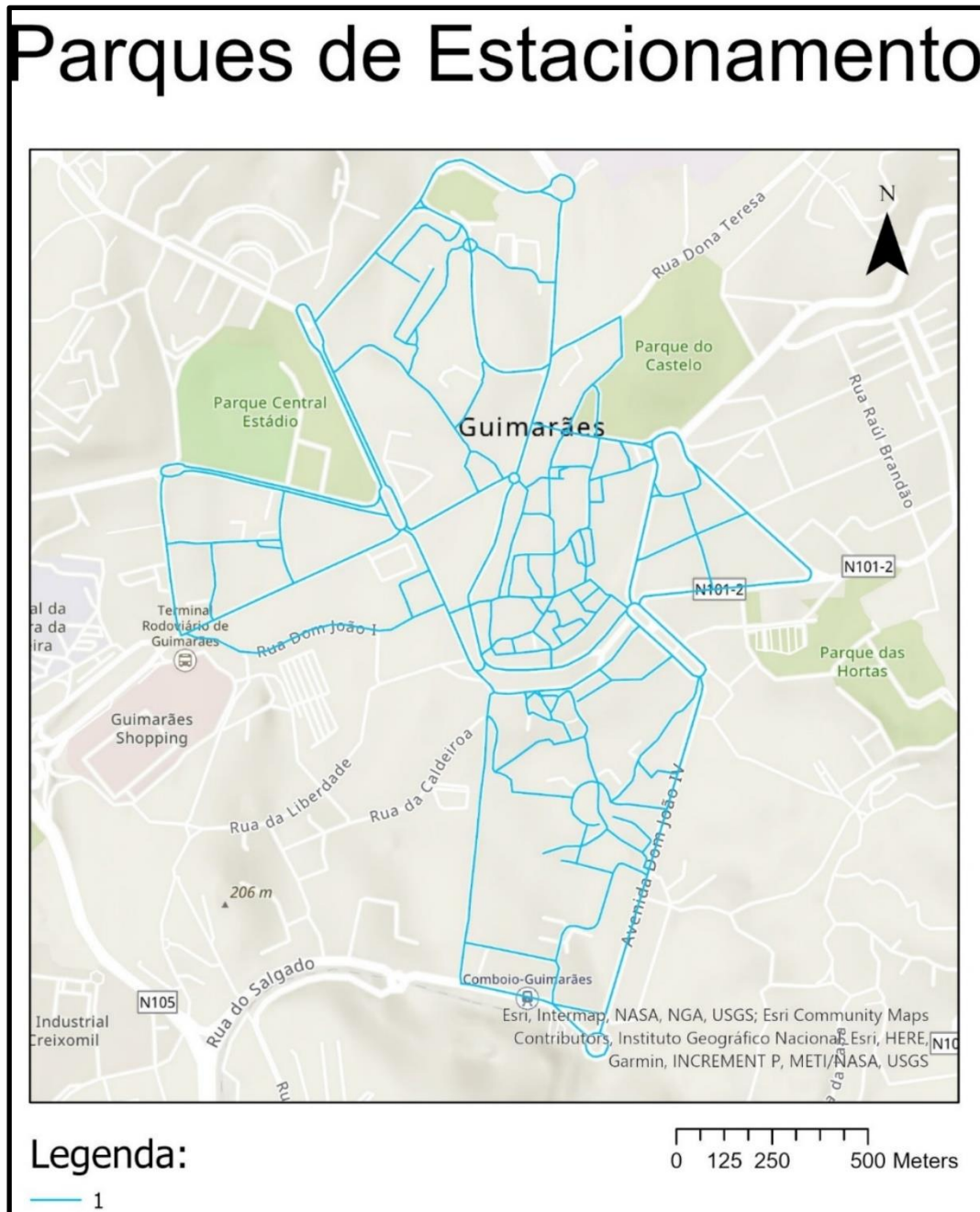


Figura 63 - Mapa da avaliação do critério dos Parques de Estacionamento

Na figura 64 está representado a classificação para o critério da conectividade, em que os troços que obtiveram valor “1” foram os com 3 ou mais ligações (figura 6), com um valor inferior a 3 obtiveram “0”.

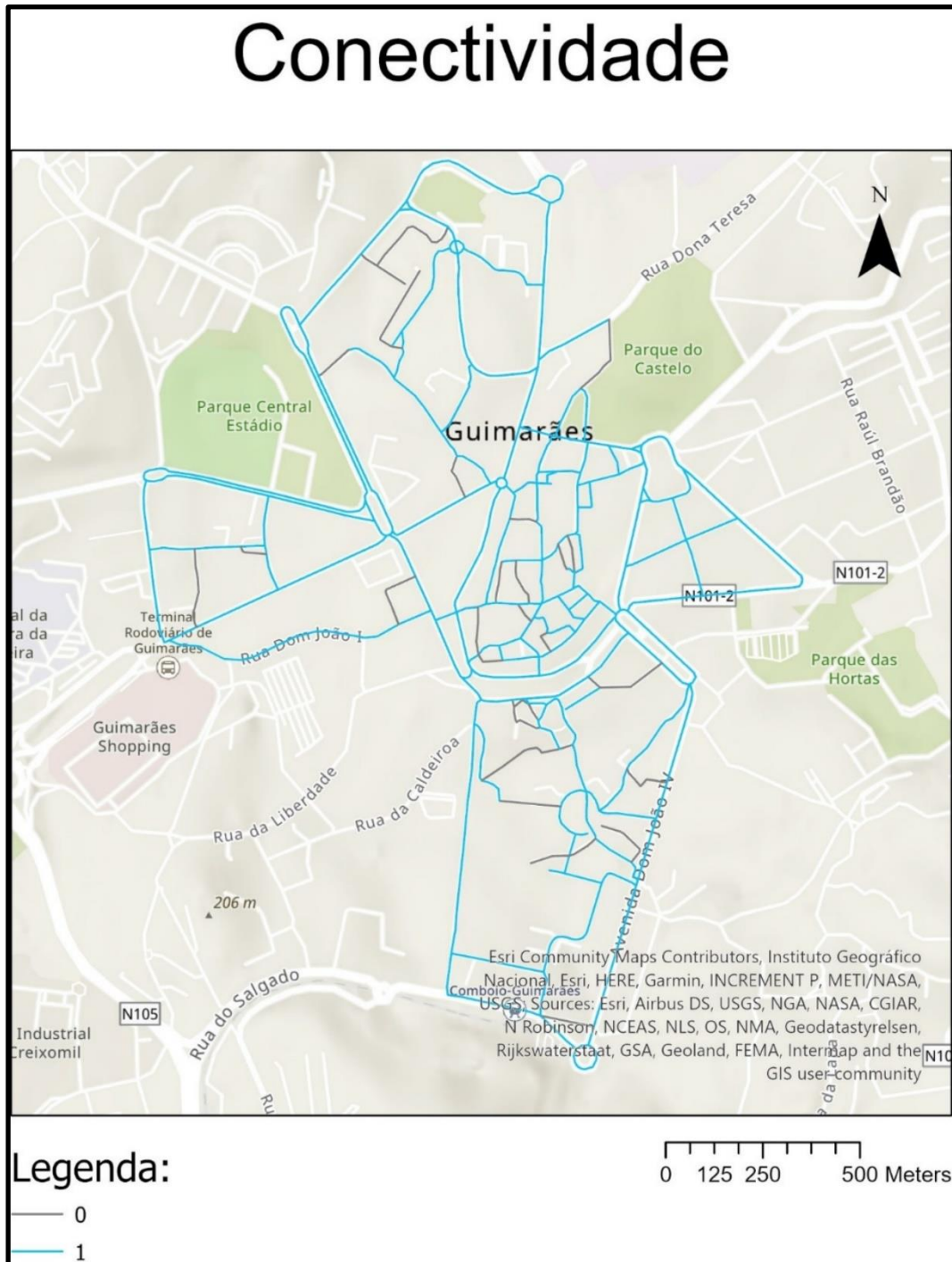


Figura 64 - Mapa da avaliação do critério da Conectividade

No mapa da figura 65 está representado por linhas a azul os troços que se encontram até 800 metros lineares de um edifício de educação, neste critério não tem importância o grau de ensino e apenas a existência do edifício visto que apenas se está a considerar que iram circular mais pessoas. A legenda apenas apresenta os casos para “1”, pois este critério foi verificado em todos os troços.

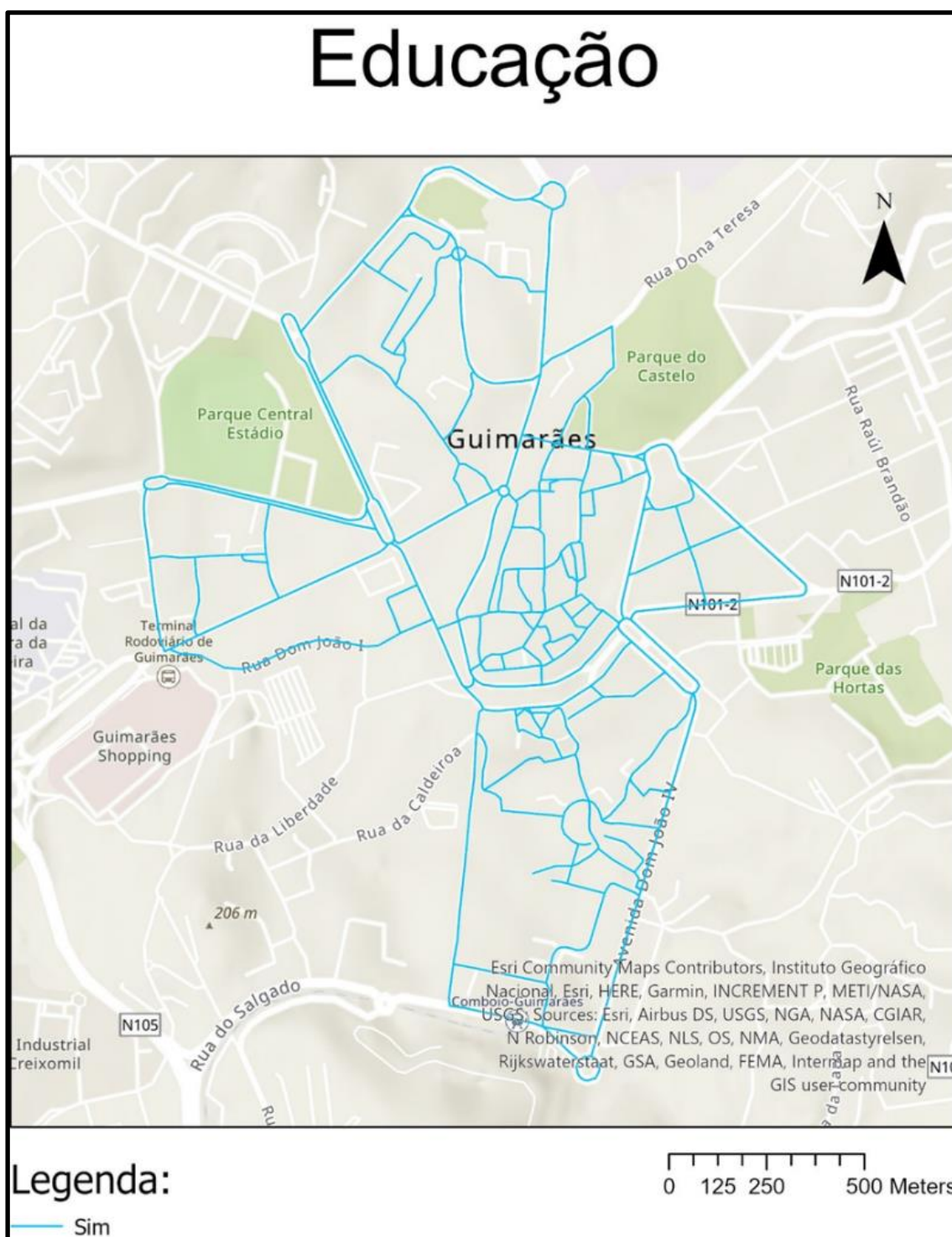


Figura 65 - Mapa da avaliação do critério das instalações públicas referentes a educação

Tal como para o critério da educação, a figura 66 representa se os troços que se encontram até 750 metros lineares de um edifício relacionado com saúde. Este critério é verificado em toda a área de estudo.

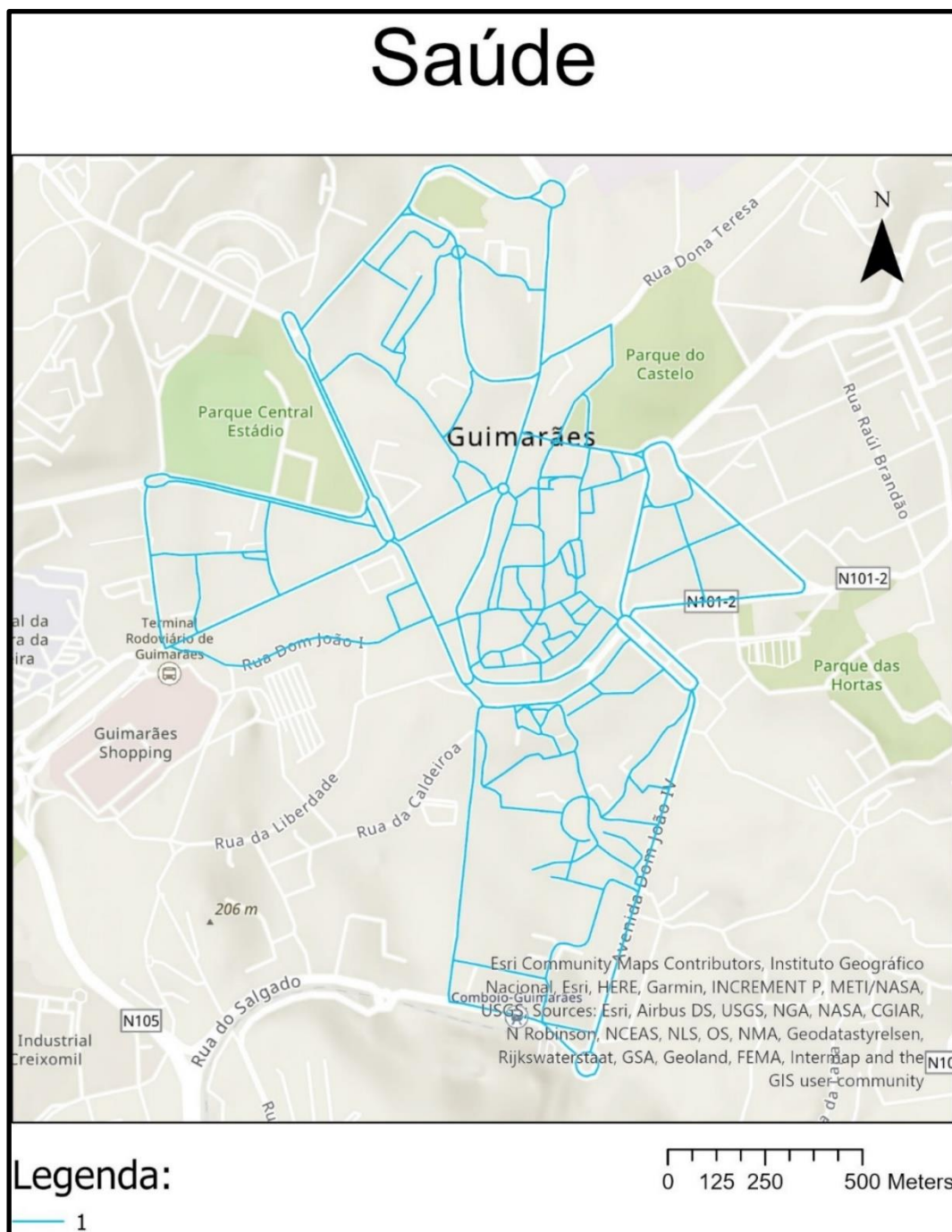


Figura 66 - Mapa da avaliação do critério das instalações públicas referentes a Saúde

O mapa da figura 67 representa troços a uma distância igual ou inferior a 400 metros lineares de um edifício relacionado com cultura. Estão representados a azul os troços classificados com “1” e a cinza os que “0” correspondem a distâncias superiores.

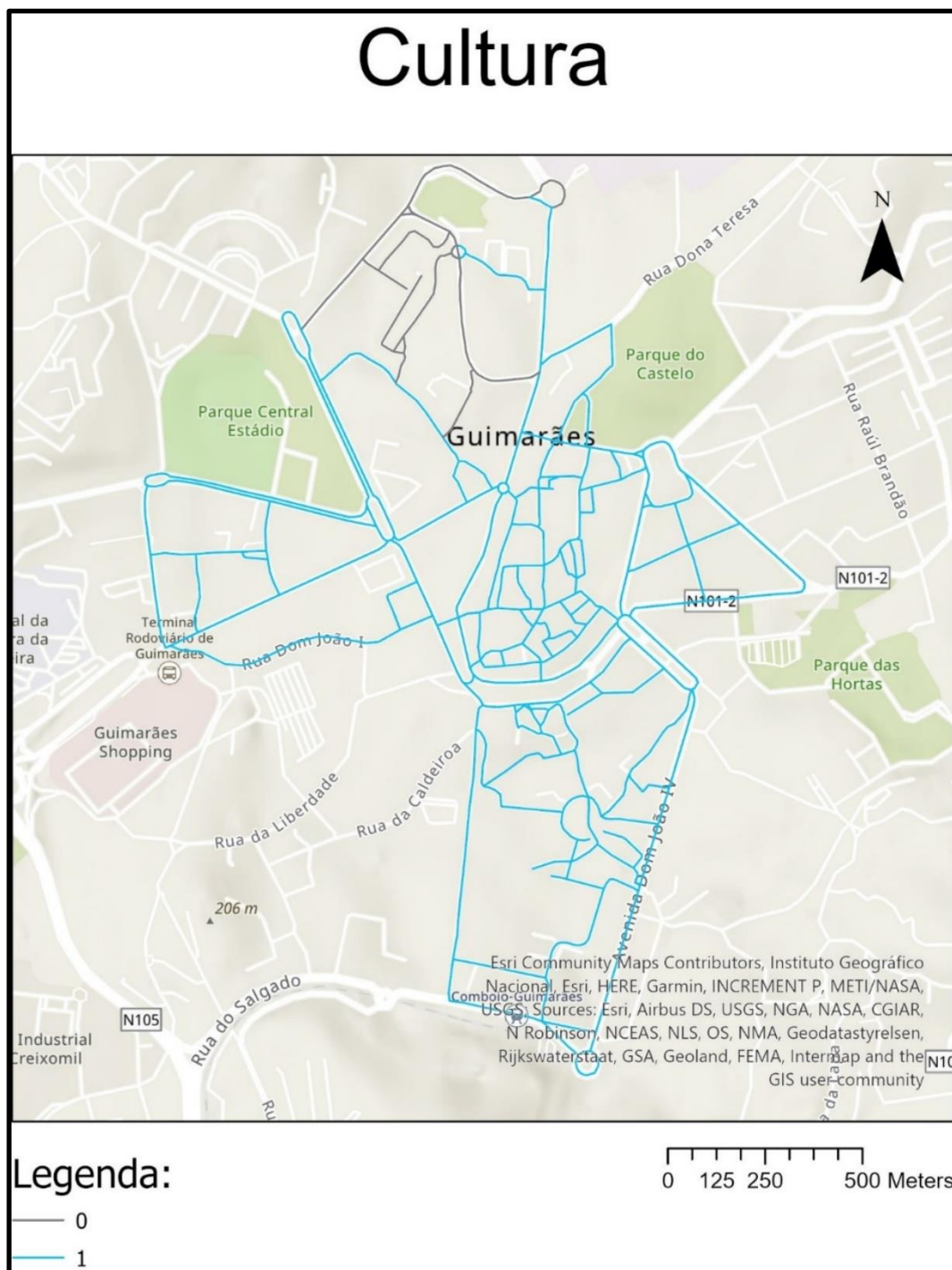


Figura 67 - Mapa da avaliação do critério das instalações públicas referentes a cultura

O mapa apresentado na figura 68 corresponde ao estudo das distâncias das ruas aos serviços públicos e se esta é superior a 400 metros lineares. Uma vez que toda a área cumpre este critério, apenas é apresentado o traçado a azul que corresponde a “1”.

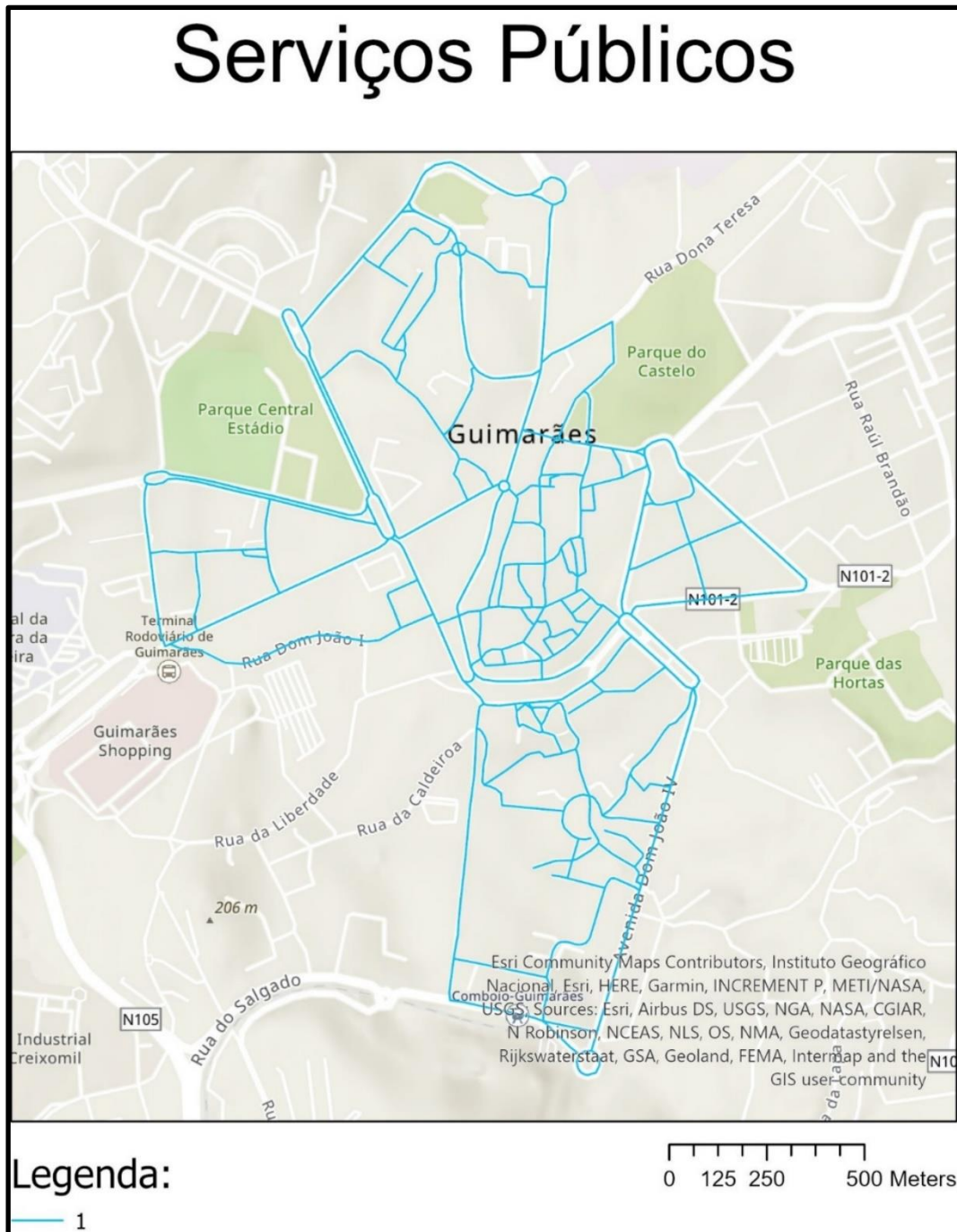


Figura 68 - Mapa da avaliação do critério das instalações publicas referentes aos serviços públicos

Tal como já aconteceu para outros critérios, o mapa da figura 69 apenas apresenta um traçado a azul, correspondente a “1”, uma vez que é possível encontrar um edifício religioso a menos de 500 metros lineares de todos os troços.

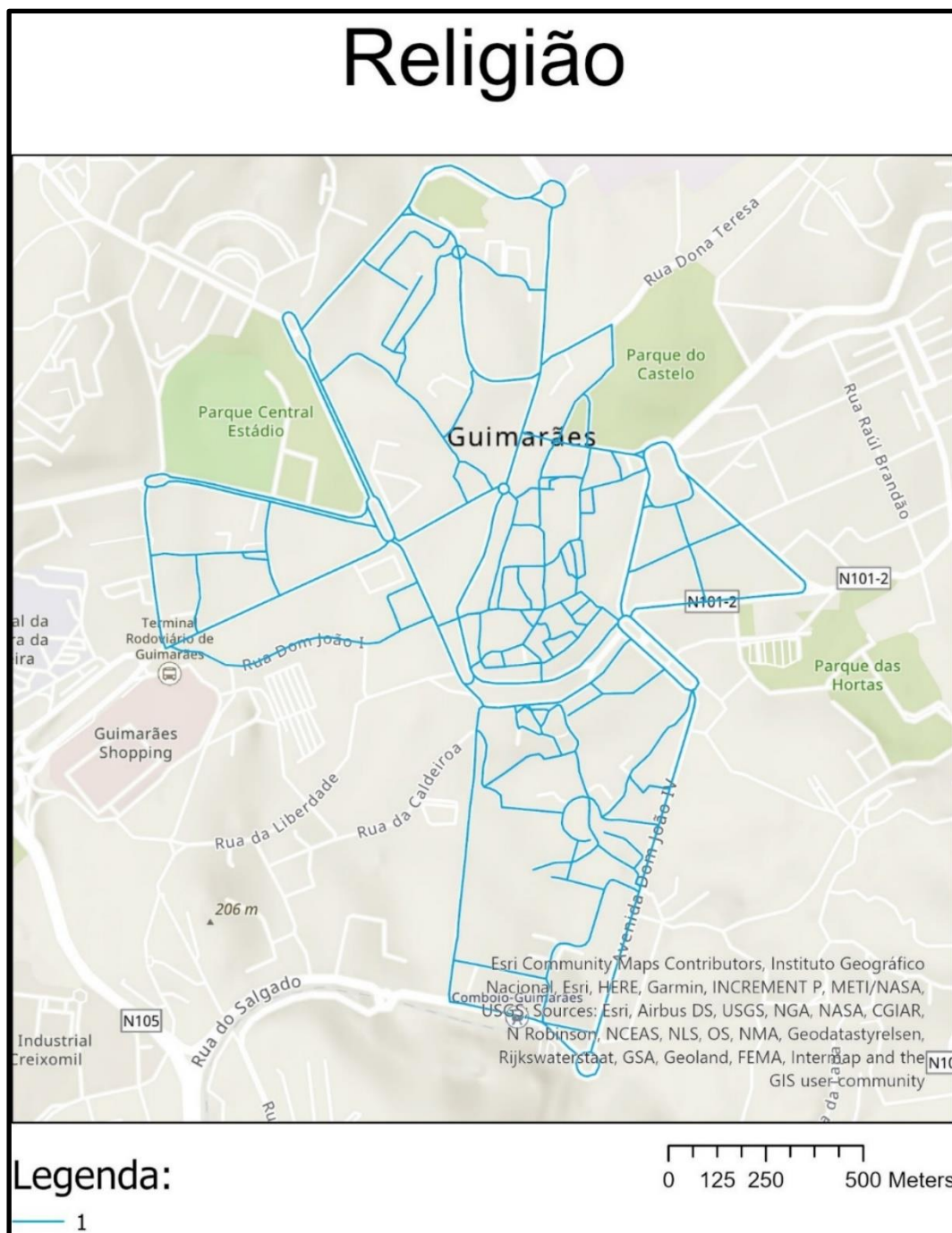


Figura 69 - Mapa da avaliação do critério das instalações públicas referentes a religião

O mapa na figura 70 representa todos os troços que se encontram a uma distância inferior a 1 km de parques de lazer, como é possível ver esta condição verifica-se para toda a rede.

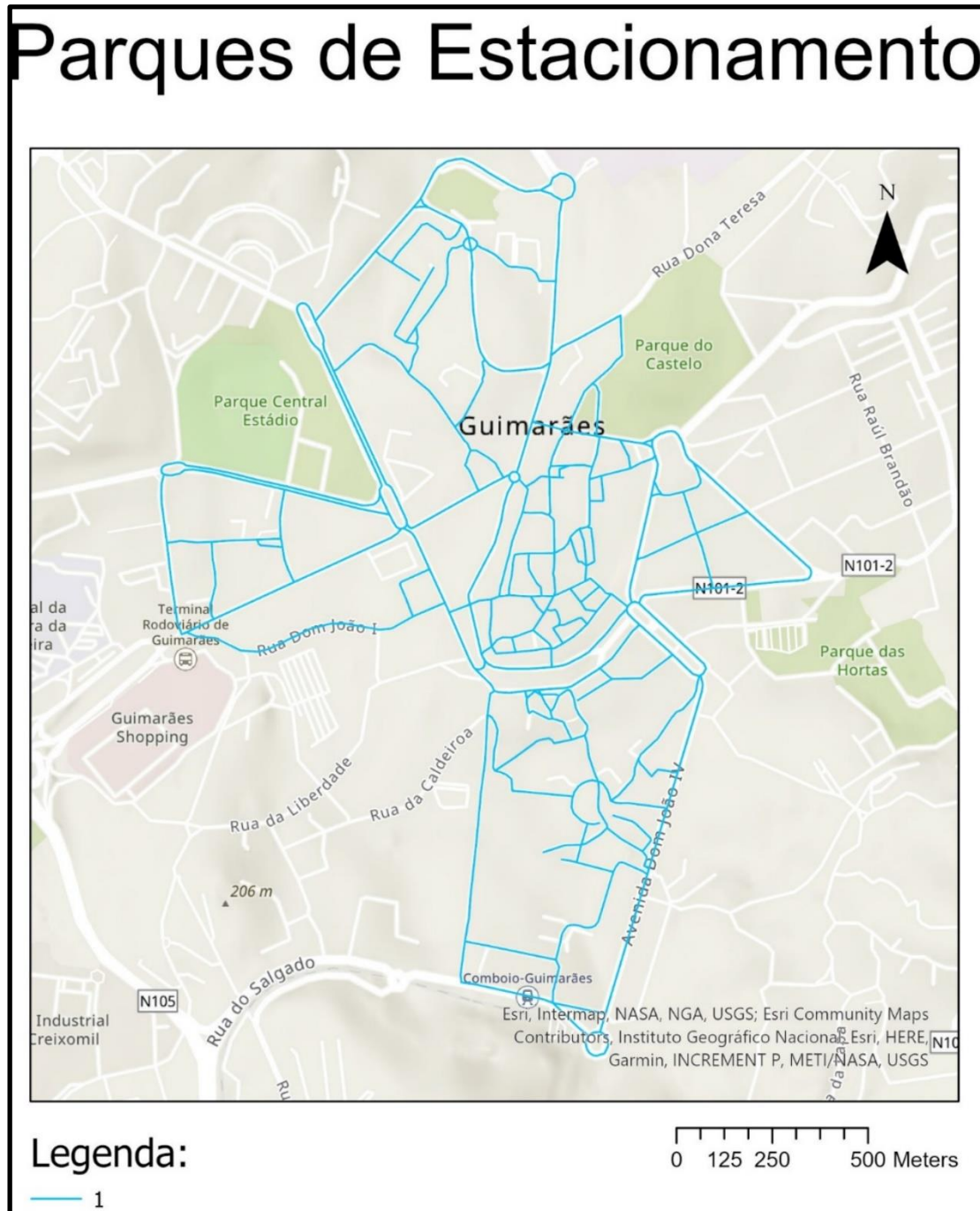


Figura 70 - Mapa da avaliação do critério das instalações publicas referentes aos parques

A figura 71 corresponde ao mapa relativo a classificação obtida para o fator das acessibilidades, que resultou do cálculo dos respetivos critérios ponderados pelos pesos da tabela 1, apesar dos critérios terem sido avaliados com “0” ou “1” os fatores serão avaliados de 0% a 100% dado que existe maior variedade de valores e permitir ser mais comercial.

Para existir coerência entre a representação dos fatores e a classificação final, optou-se por representar os valores em intervalos de 20% (ou seja, a intervalos de 0,2 na escala de 0 a 1). A legenda do mapa da figura 61 apenas apresenta os últimos dois intervalos dado que apenas existem classificações acima de 60%.

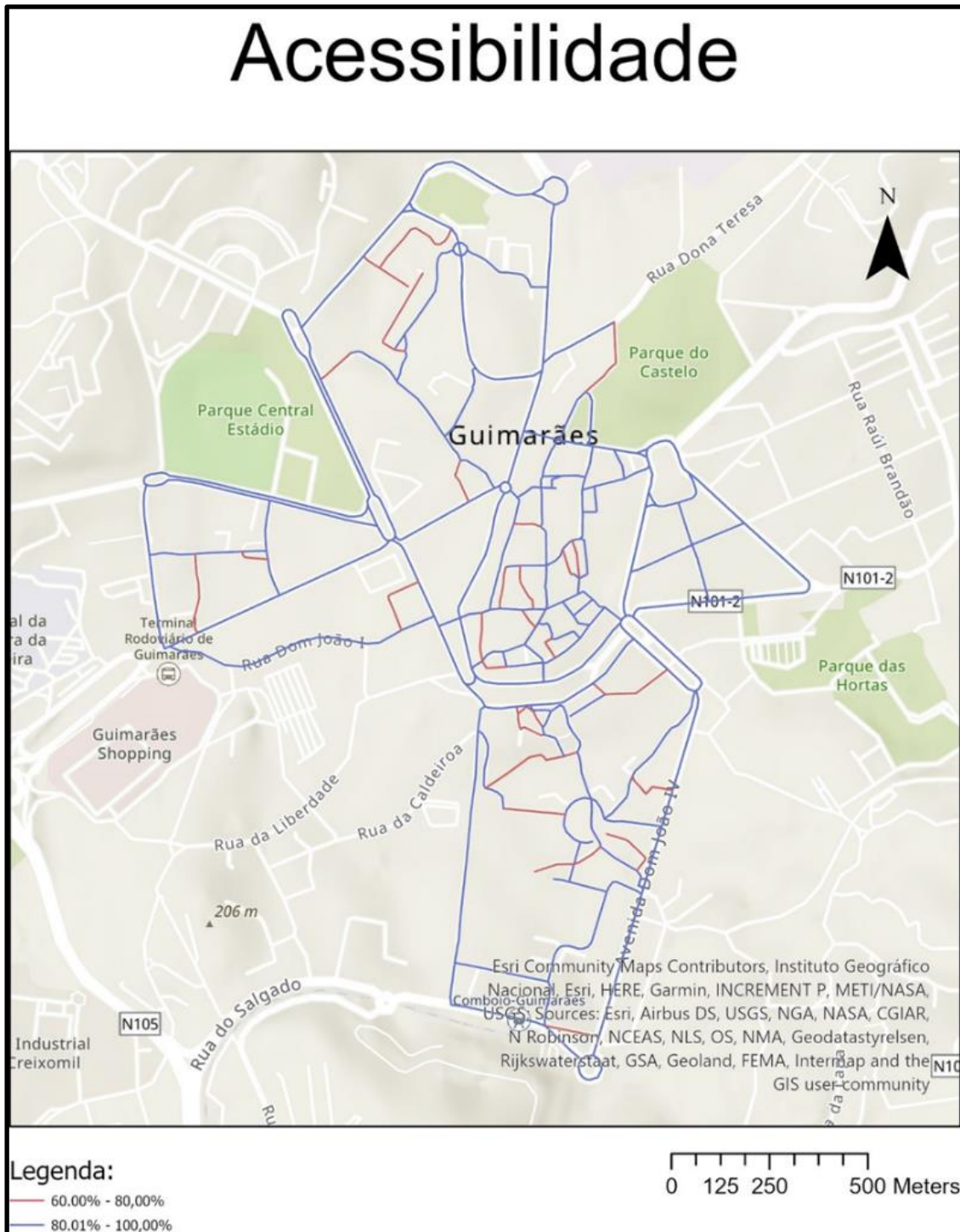


Figura 71 - Mapa referente a classificação do fator da acessibilidade

No mapa da figura 73 está representado os troços com menos de 2 faixas de rodagem onde obteve a classificação “1” e quando o troço tinha 2 ou mais faixas de rodagem obtinha a classificação “0”.

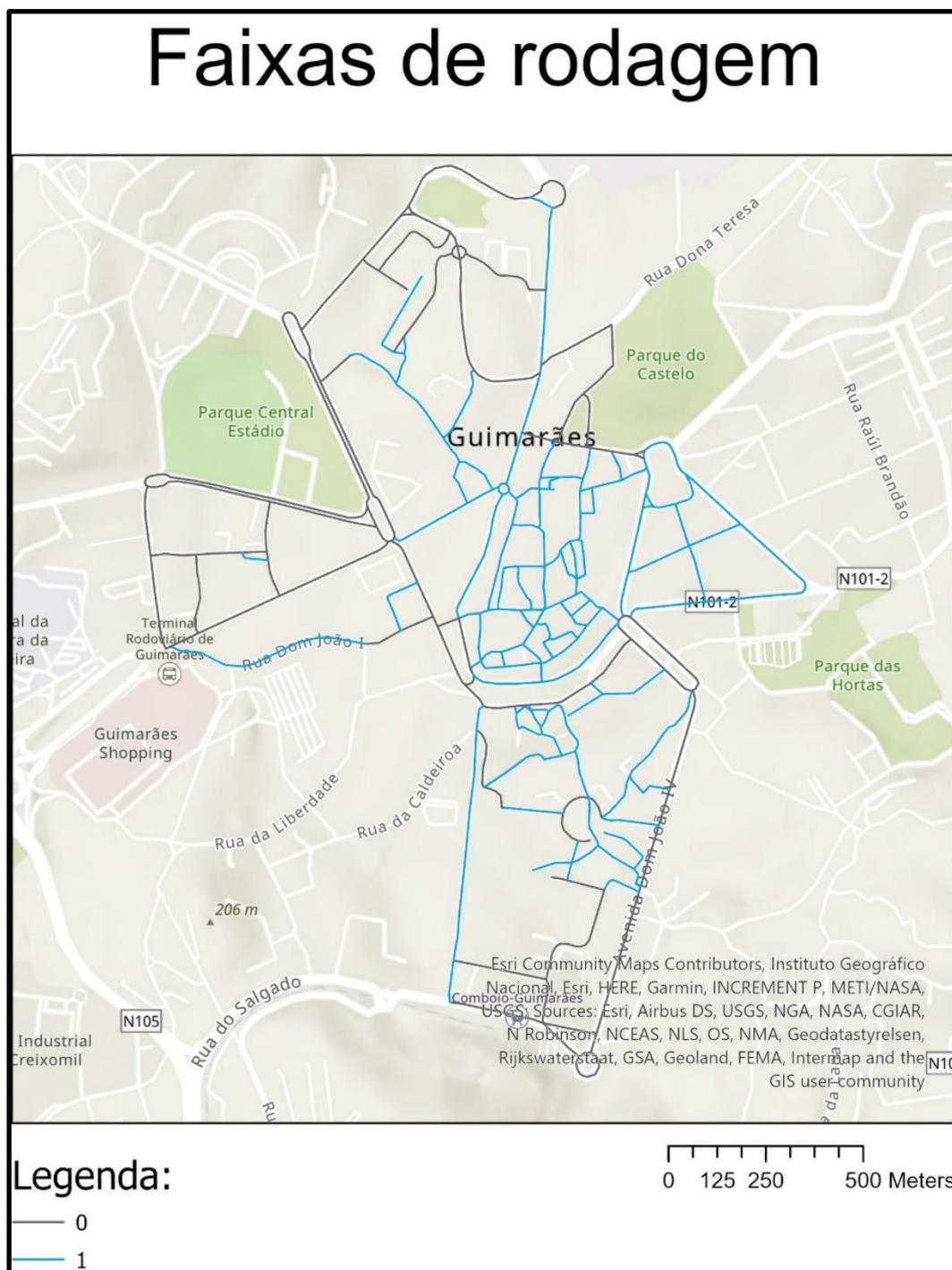


Figura 73 - Mapa da avaliação do critério das faixas de rodagem

O mapa na figura 74 corresponde à classificação das ruas referentes ao fator da segurança, em que os critérios considerados foram os da velocidade do tráfego e o do número de faixa de rodagem.

Tal como para a acessibilidade os valores foram apresentados em intervalos de 20%. Apesar de serem apresentados todos os intervalos, na realidade este fator não tem grande variação de valores, mas têm uma variação que permite incluir as 5 classes.

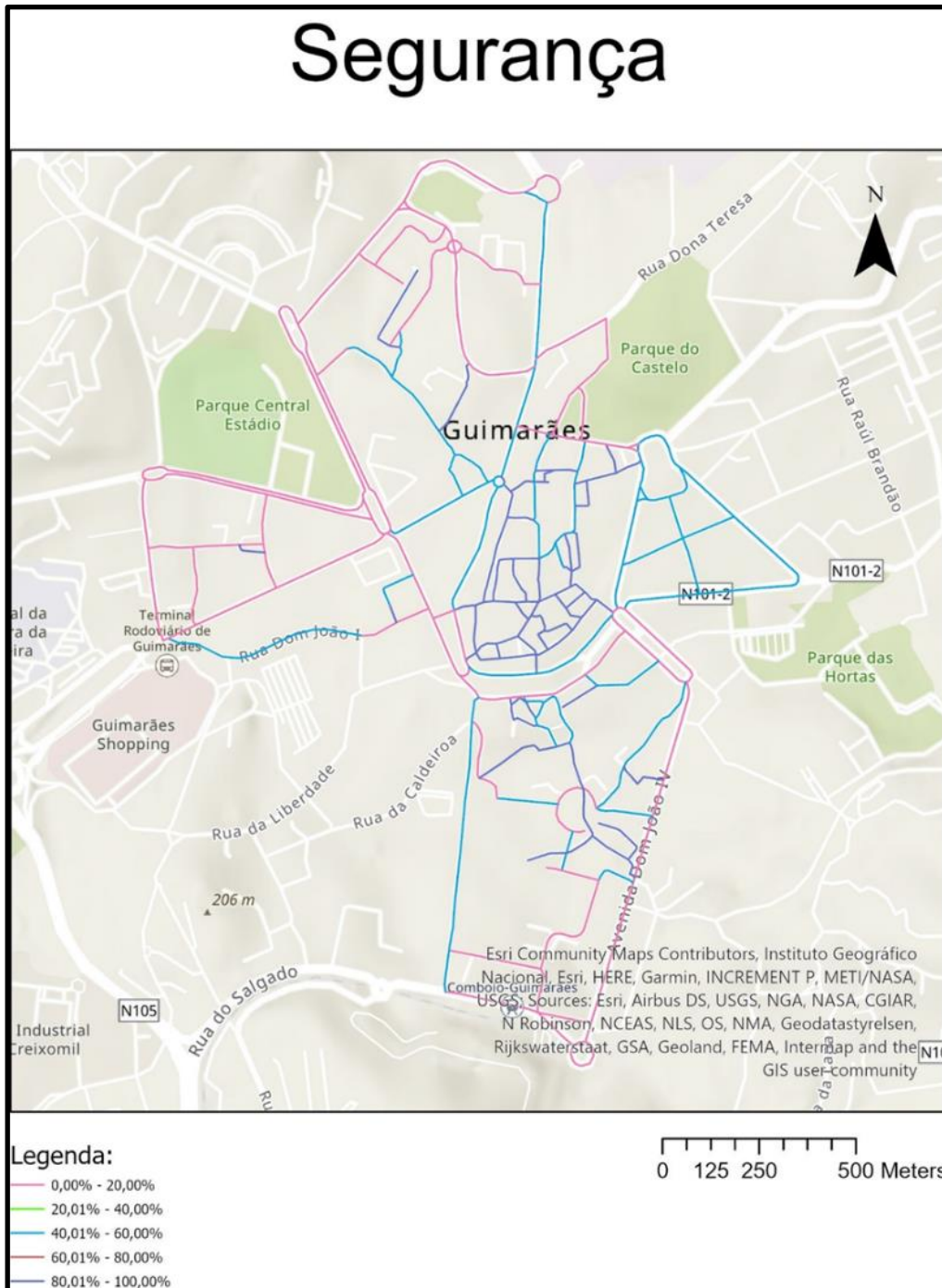


Figura 74 - Mapa referente a classificação do fator da Segurança

No mapa da figura 75 está representado o critério da largura dos passeios. A legenda apresenta dois traçados em que o traçado “0” é representado pela cor cinza e o traçado “1” por azul. Dentro do traçado “0” estão incluídos todos os troços em que não foi possível verificar passeios adequados, quer por não cumprirem a largura mínima de 1,5m em todo o comprimento ou por serem passagens de peões que não tinham 1,5m de largura.

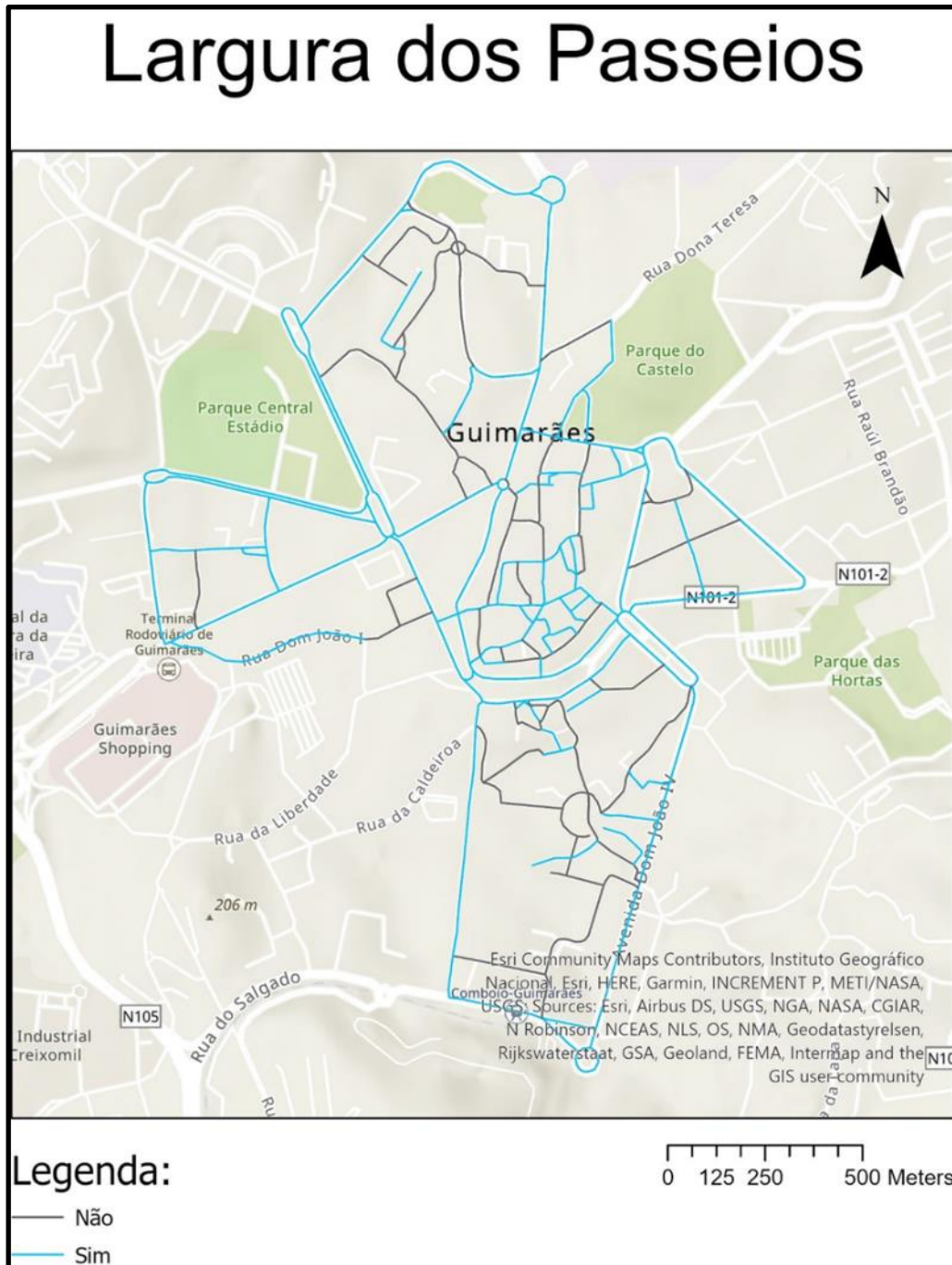


Figura 75 - Mapa da avaliação do critério da largura dos passeios

Na figura 76 está representada a avaliação das condições dos passeios para a área de estudo. Na legenda estão representadas duas classificações de traçados, são estes “1” e “0”.

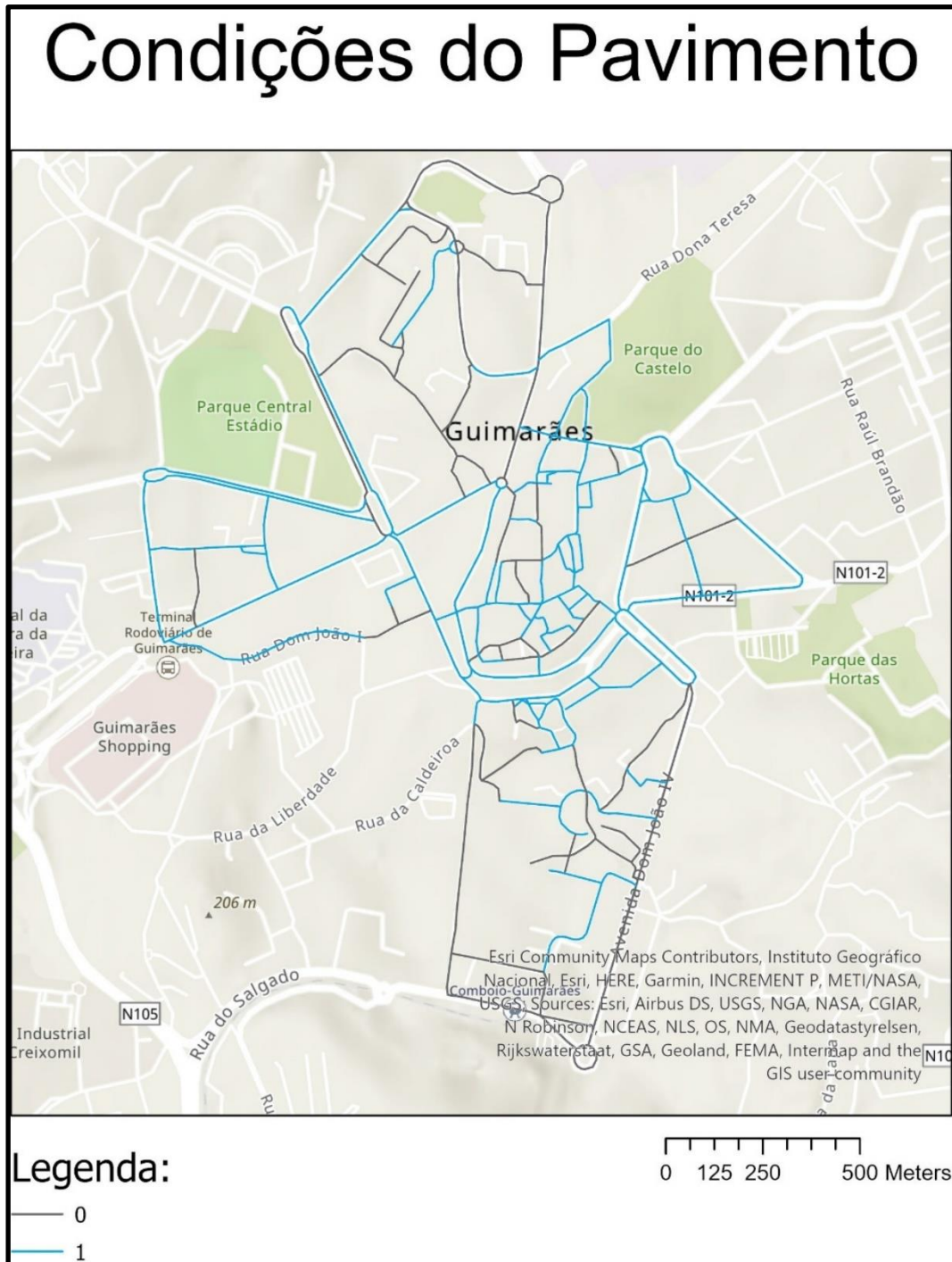


Figura 76 - Mapa da avaliação do critério das condições do pavimento

O mapa representado na figura 77 demonstra para a área de estudo se os troços contêm muitos obstáculos ou não. A cor azul corresponde aos troços onde foi possível verificar vários obstáculos a cada 20 metros e que foram avaliados com “0”. Neste caso, a azul estão representadas as ruas com problemas. A cinza são ruas avaliadas com “1” e que possuem boas condições para o critério.

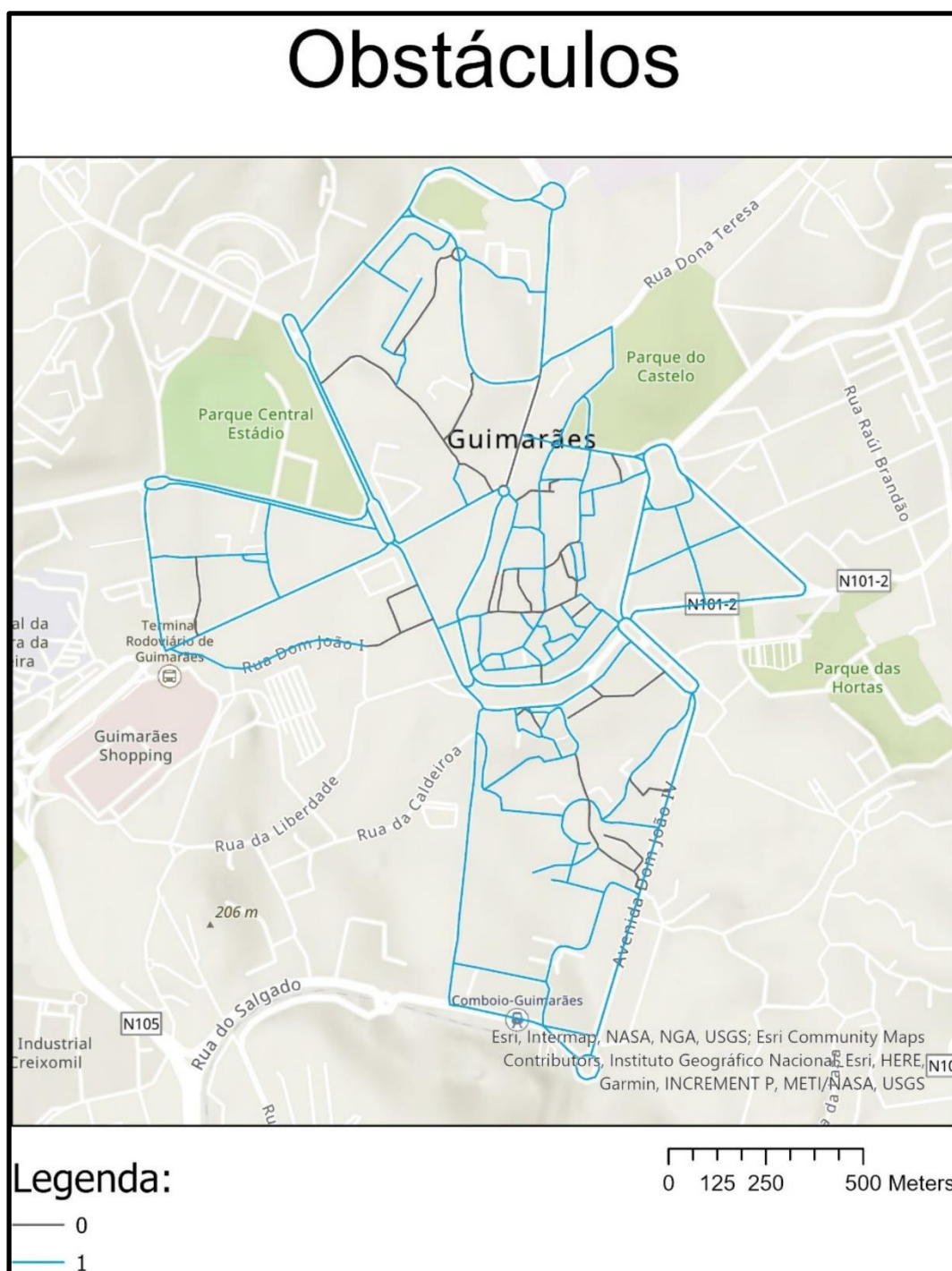


Figura 77 - Mapa da avaliação do critério dos Obstáculos

O mapa da figura 78 corresponde à avaliação do critério do mobiliário de rua para o caso de estudo. O traçado apresentado a azul na legenda com “1” corresponde aos troços em que se verificou a existência do mobiliário de rua considerado e os troços a cinzento correspondem aos troços sem ou com pouco mobiliário de rua.

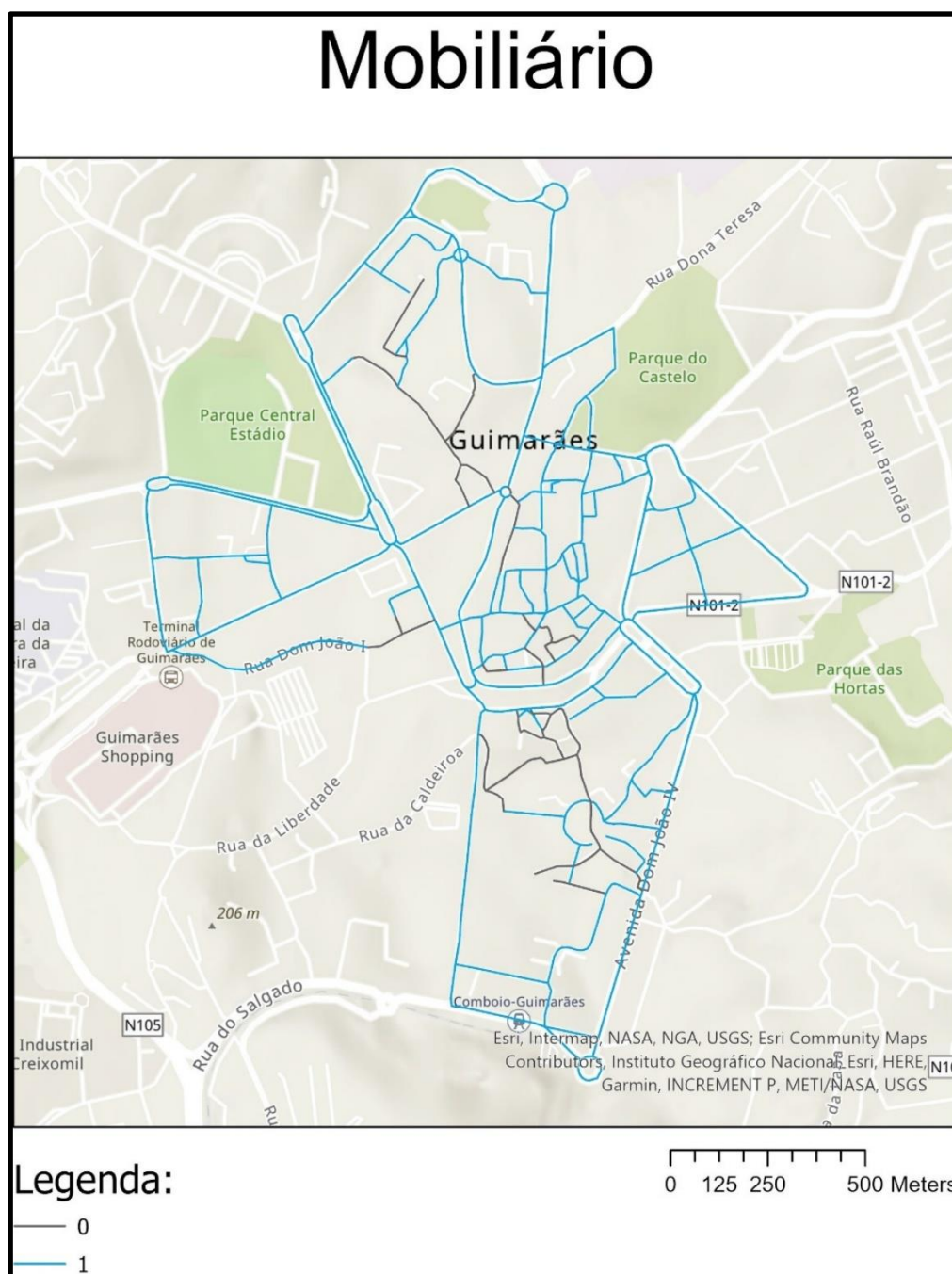


Figura 78 - Mapa da avaliação do critério do mobiliário de rua

O mapa da figura 79 representa a classificação de acordo com as inclinações médias de cada troço estudado (figura 34). As primeiras três classes de troços, possível observar na figura 34, correspondem a uma classificação positiva de “1” e as outra duas a uma classificação “0”.

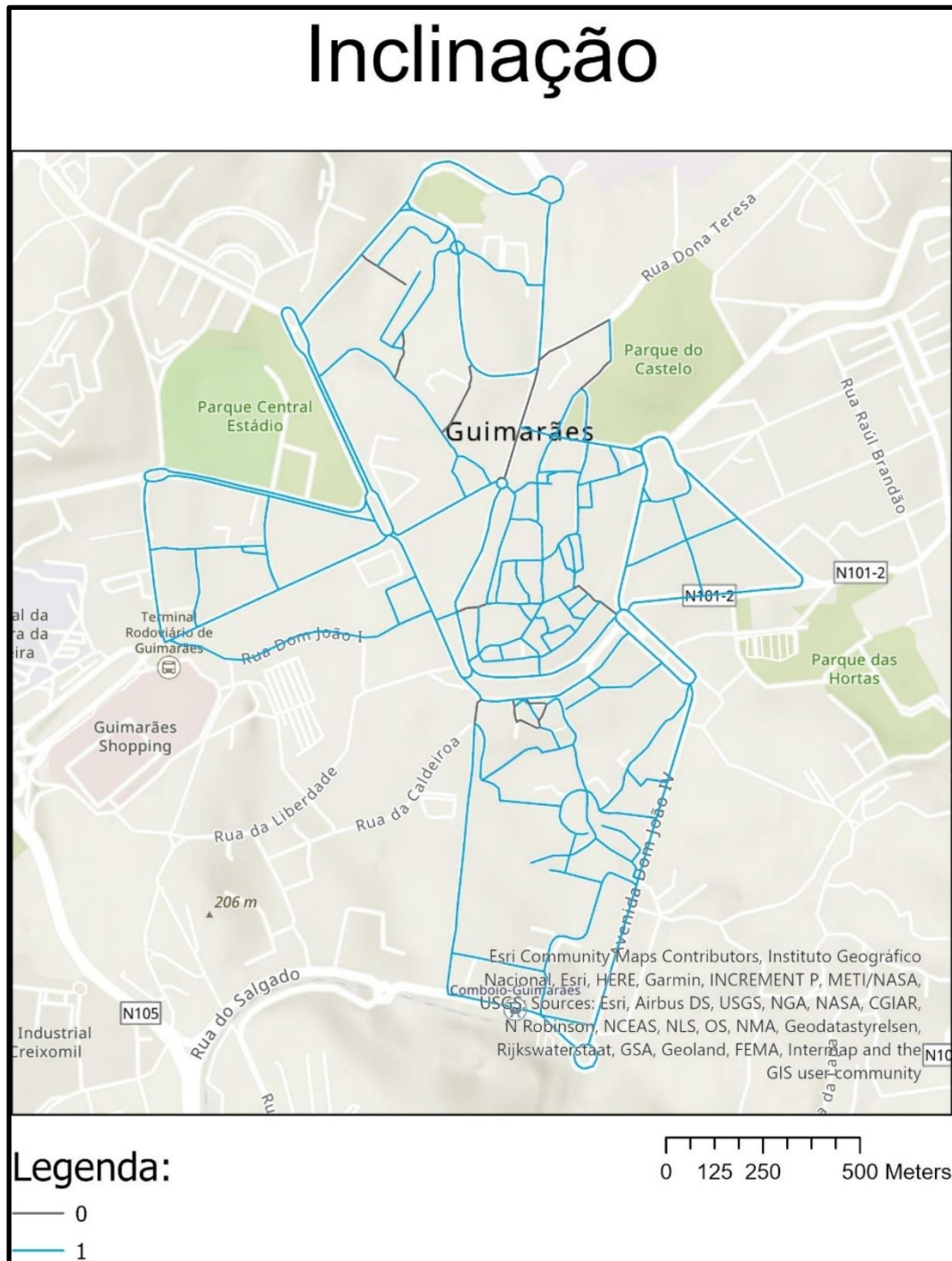


Figura 79 - Mapa da avaliação do critério da inclinação

O mapa apresentado na figura 72 representa quais os troços que possuem árvores ou vegetação rasteira por cada 5 metros, em que “1” corresponde às ruas onde este critério é cumprido.

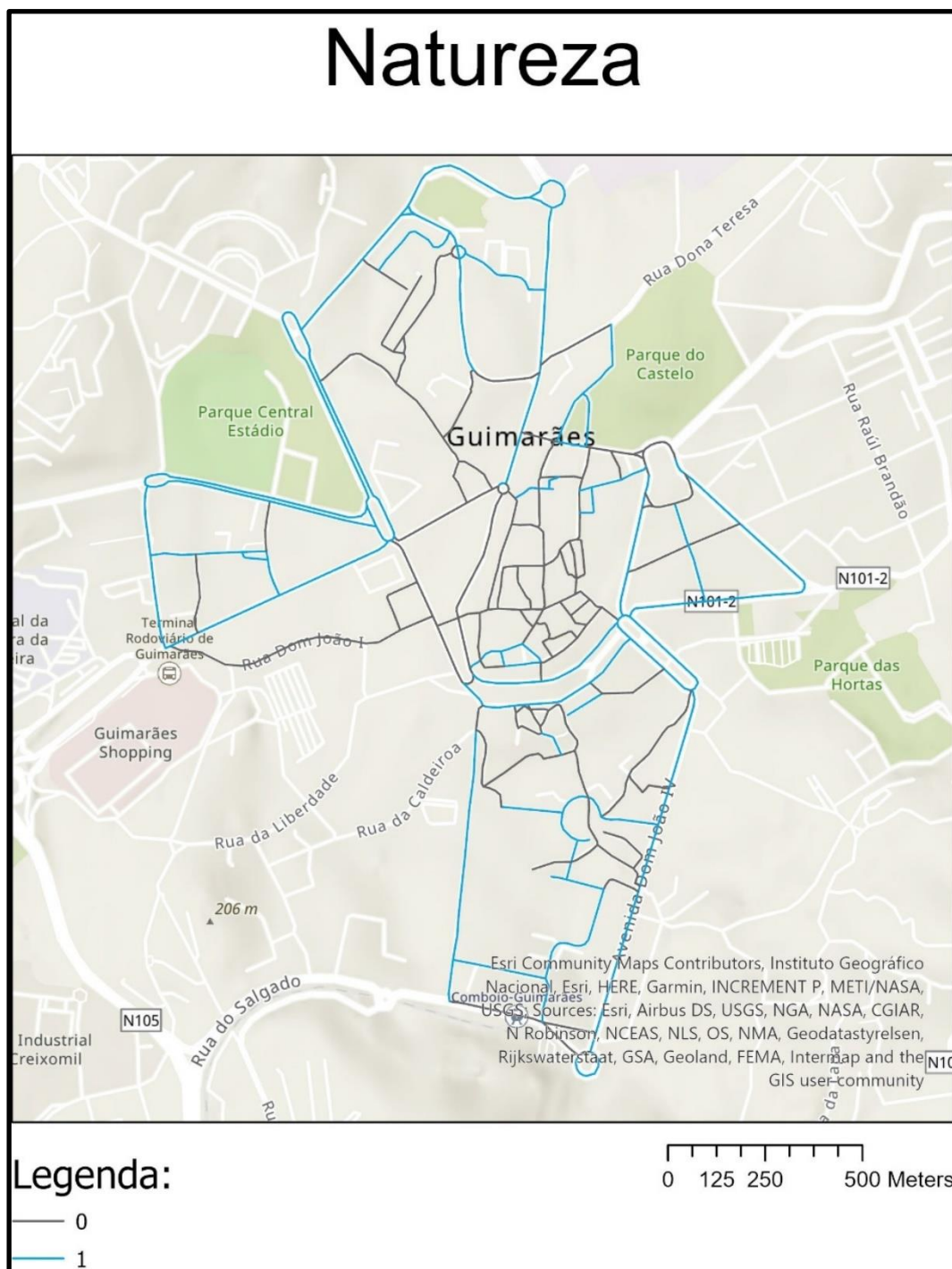


Figura 80 - Mapa da avaliação do critério da natureza

O mapa da figura 81 apresenta a classificação final para o fator das infraestruturas para peões. Este é o fator que apresentou mais diversidade a nível de valores, consequentemente, apresenta traçados com valores em todas as 5 classes dos intervalos de 20%.

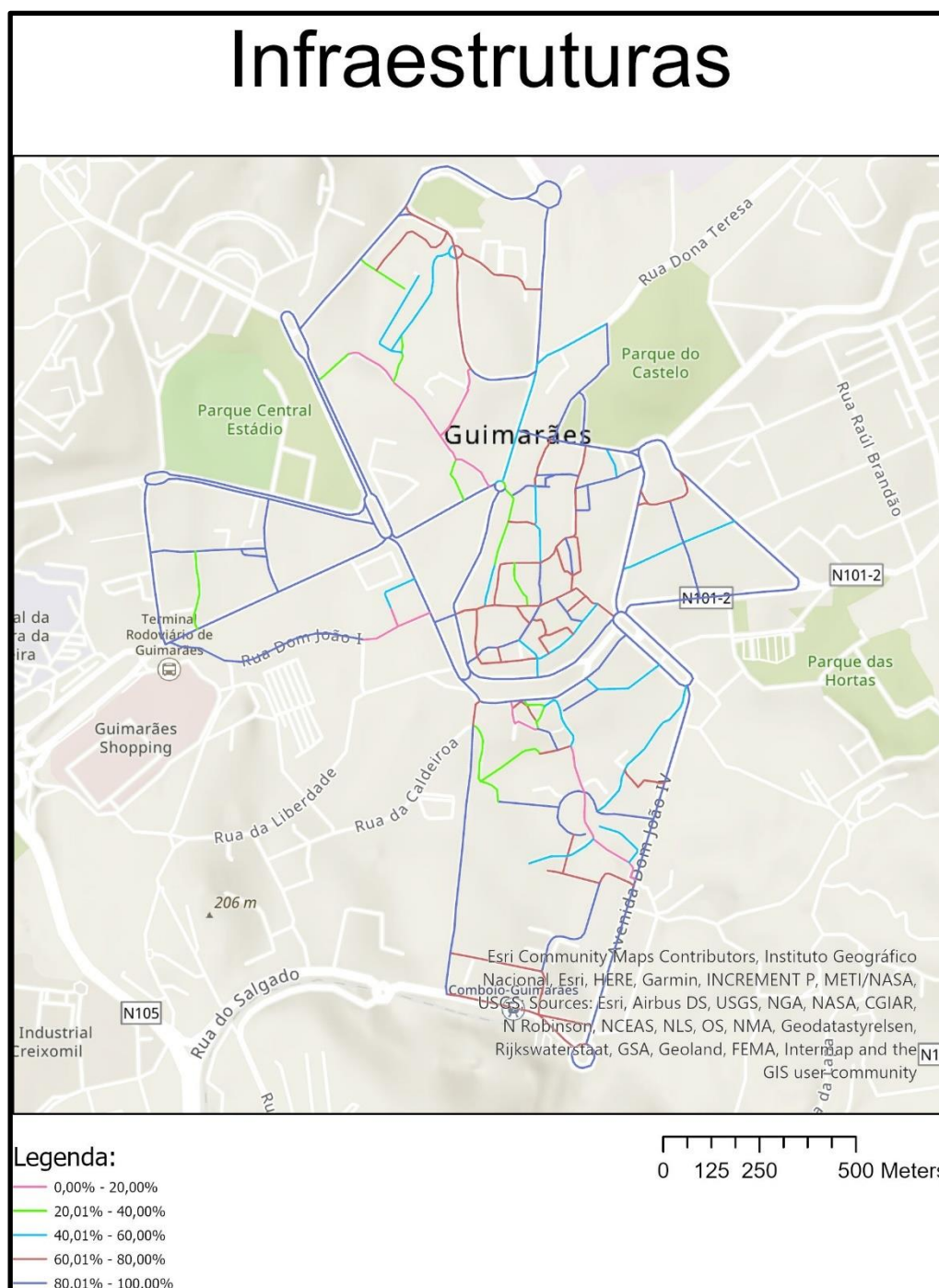


Figura 81 - Mapa referente a classificação do fator das infraestruturas para os peões

O mapa apresentado na figura 82 diz respeito à densidade da populacional. Na legenda são identificadas duas classes de traçados, a azul a que se deu o nome de “1”, e corresponde às áreas com uma densidade eleva, e a cinza “0”, que como o nome indica são troços em áreas de densidades baixa.

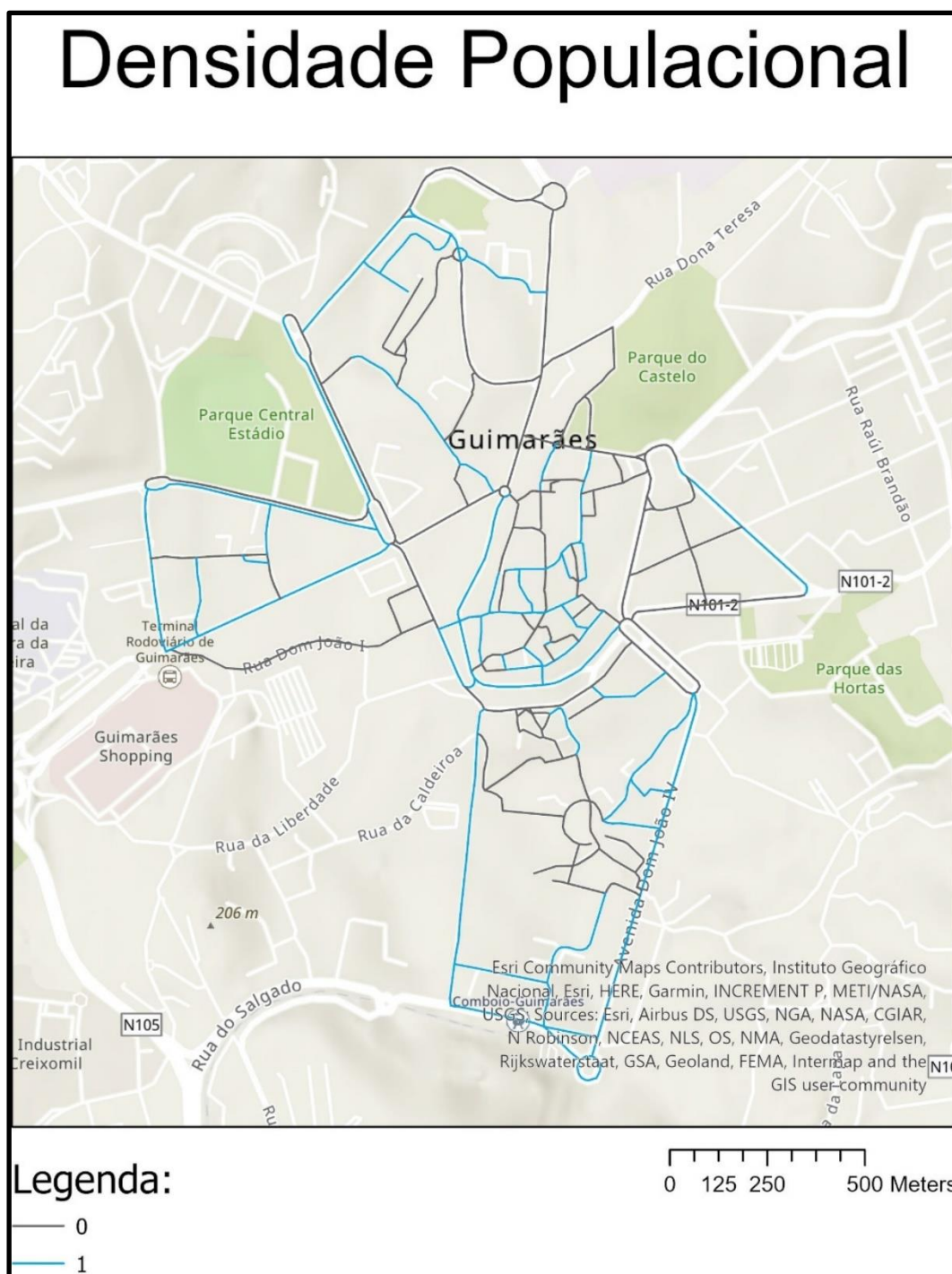


Figura 82 - Mapa da avaliação do critério da densidade populacional

O mapa apresentado na figura 83 diz respeito a densidade comercial. Como representado no mapa anterior, para a densidade populacional, também neste mapa a legenda está dividida em dois tipos de traçados. O traçado “1” corresponde às áreas com uma densidade elevada e os identificados com “0” correspondem a áreas de baixa densidades de comércio.

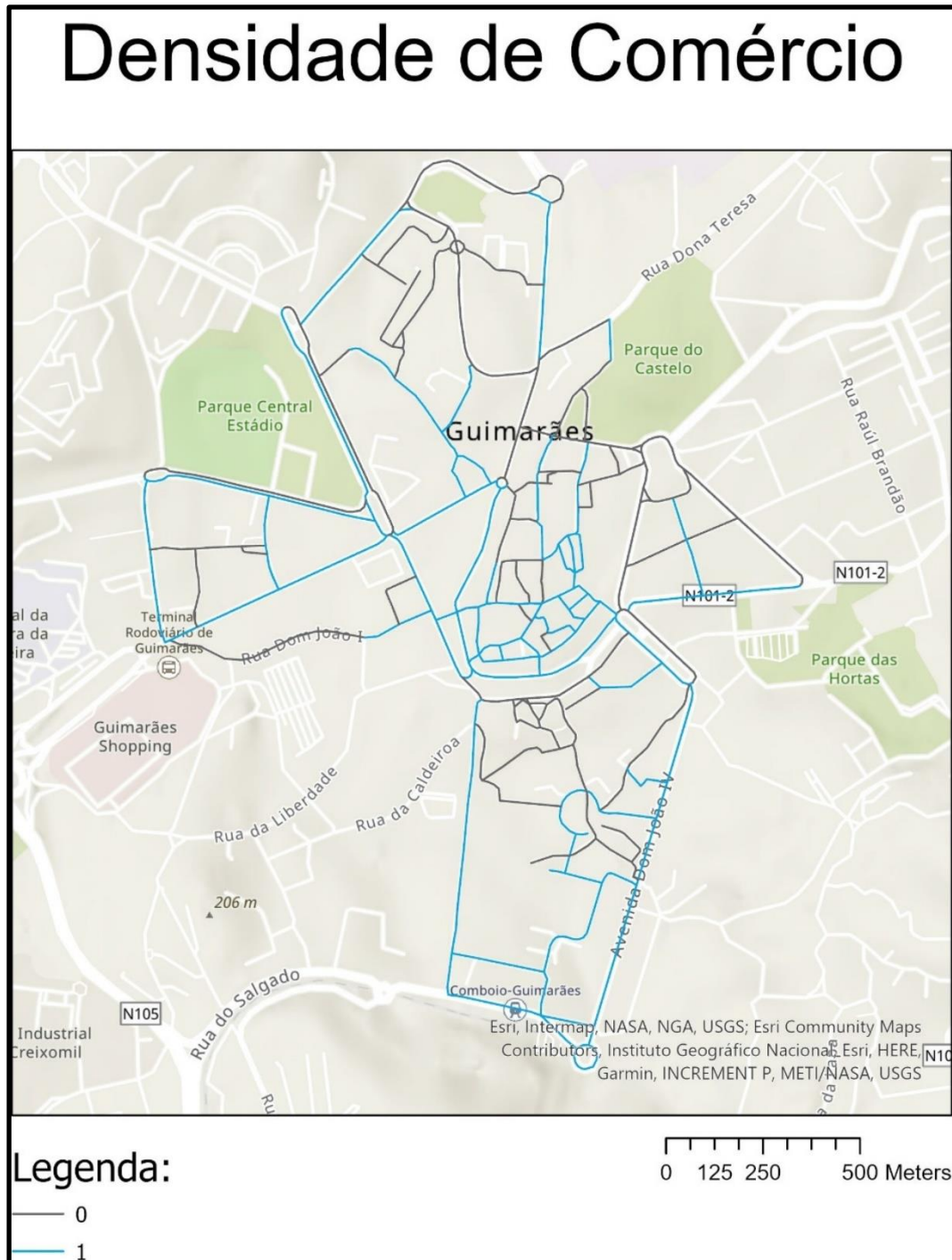


Figura 83 - Mapa da avaliação do critério da densidade de comércio

O que se verificou nas legendas das figuras 82 e 83, também se verifica para o mapa da figura 84 que corresponde à densidade volumétrica dos edifícios.

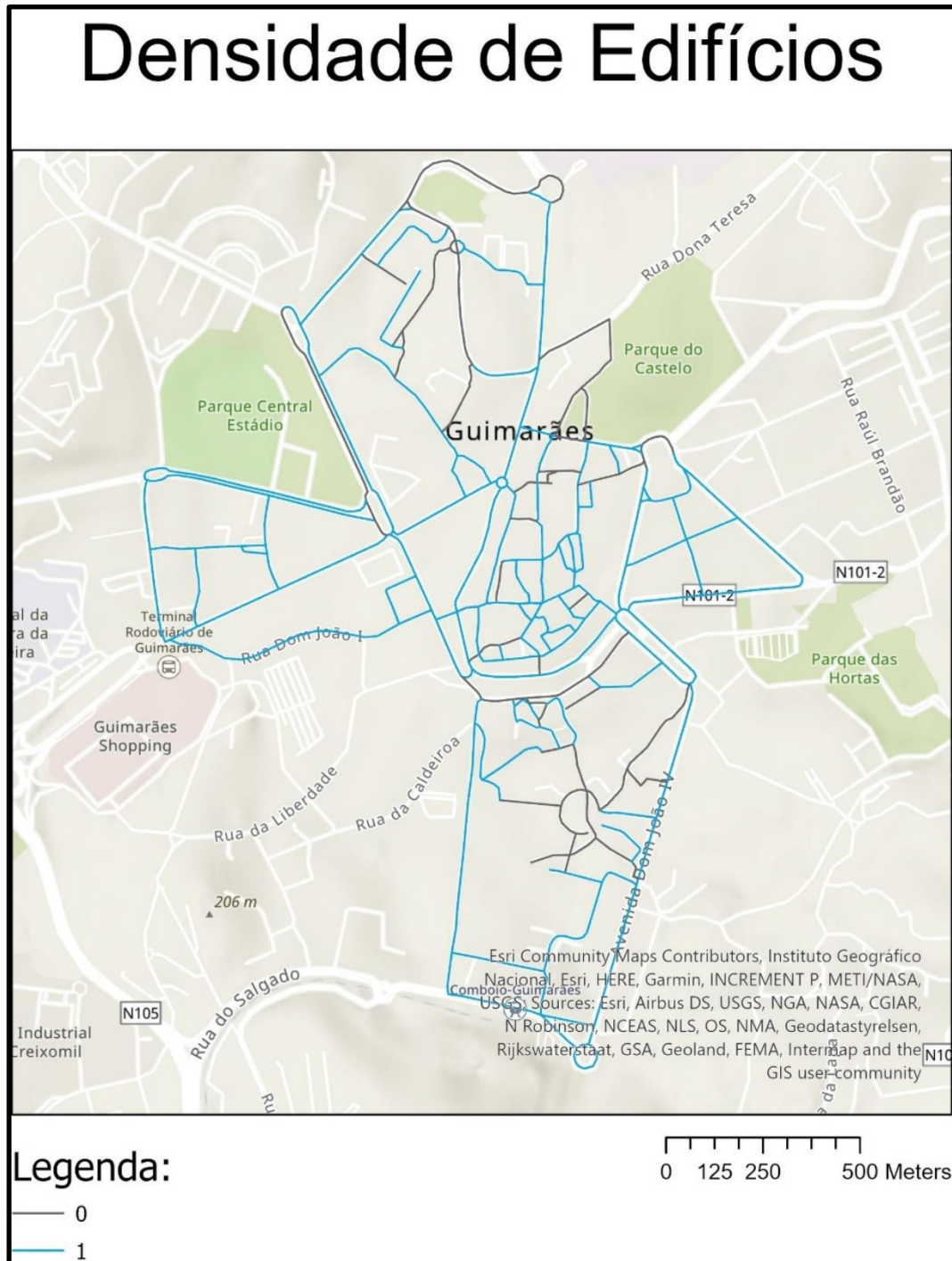


Figura 84 - Mapa da avaliação do critério da densidade de edifícios

No mapa da figura 85 é apresentada para cada troço a avaliação obtida para a diversidade do uso do solo. O traçado a azul corresponde à existência de diversidade, enquanto que o traçado a cinza identifica os troços onde não foi possível verificar essa diversidade no uso do solo.

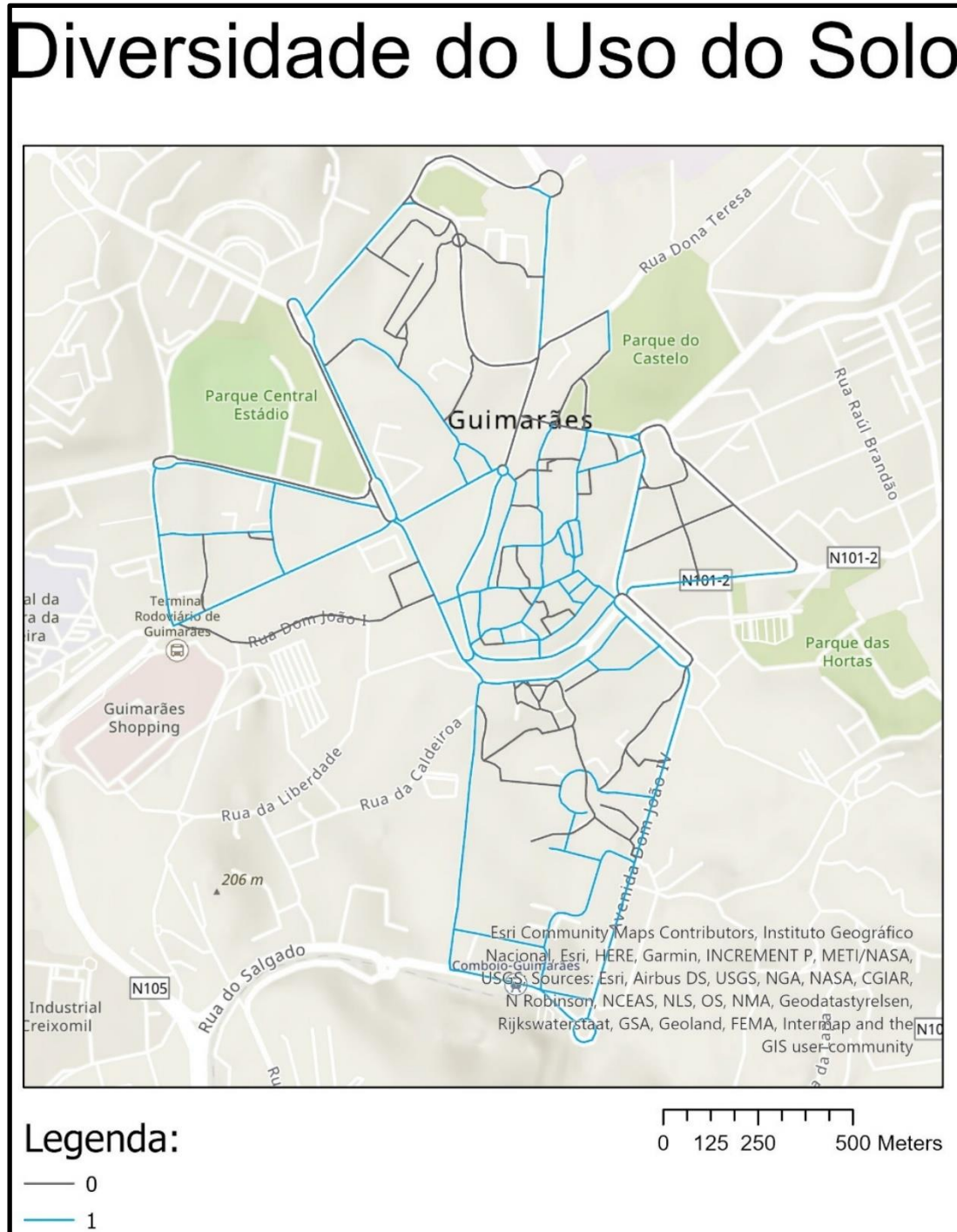


Figura 85 - Mapa da avaliação do critério da diversidade do uso do solo

Na figura 86 está representada a classificação final para o fator do uso do solo, em que tal como para as infraestruturas para peões, é possível observar que existem troços com valores integrados em todas as 5 classes de 20% apresentadas.

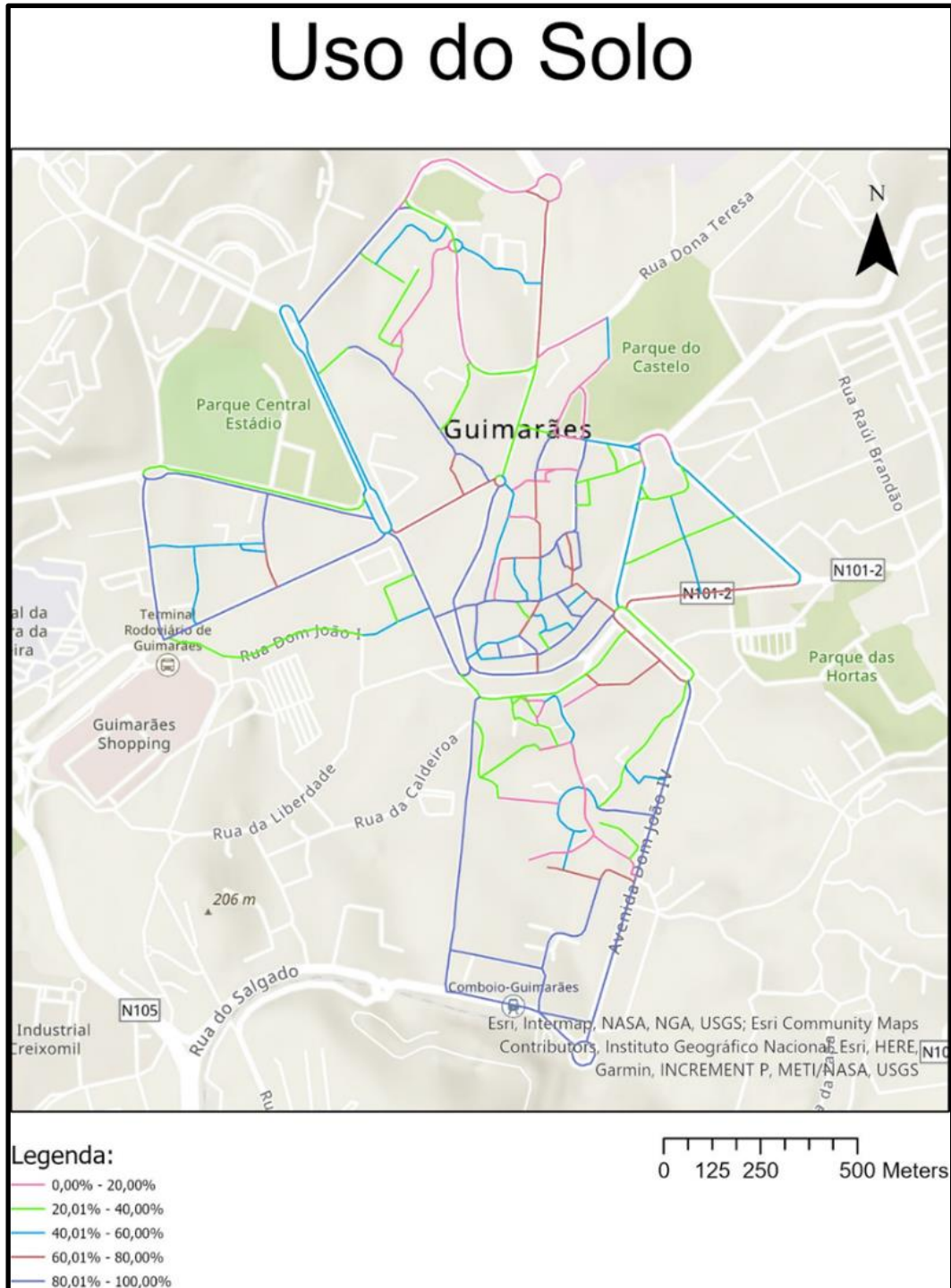


Figura 86 - Mapa referente a classificação do fator das Uso do Solo

O mapa da figura 87 corresponde à avaliação dos troços relativamente a enclausura, representados na figura 44, apenas foram avaliados positivamente com “1” as ruas em que a razão é igual ou inferior a 1,4.

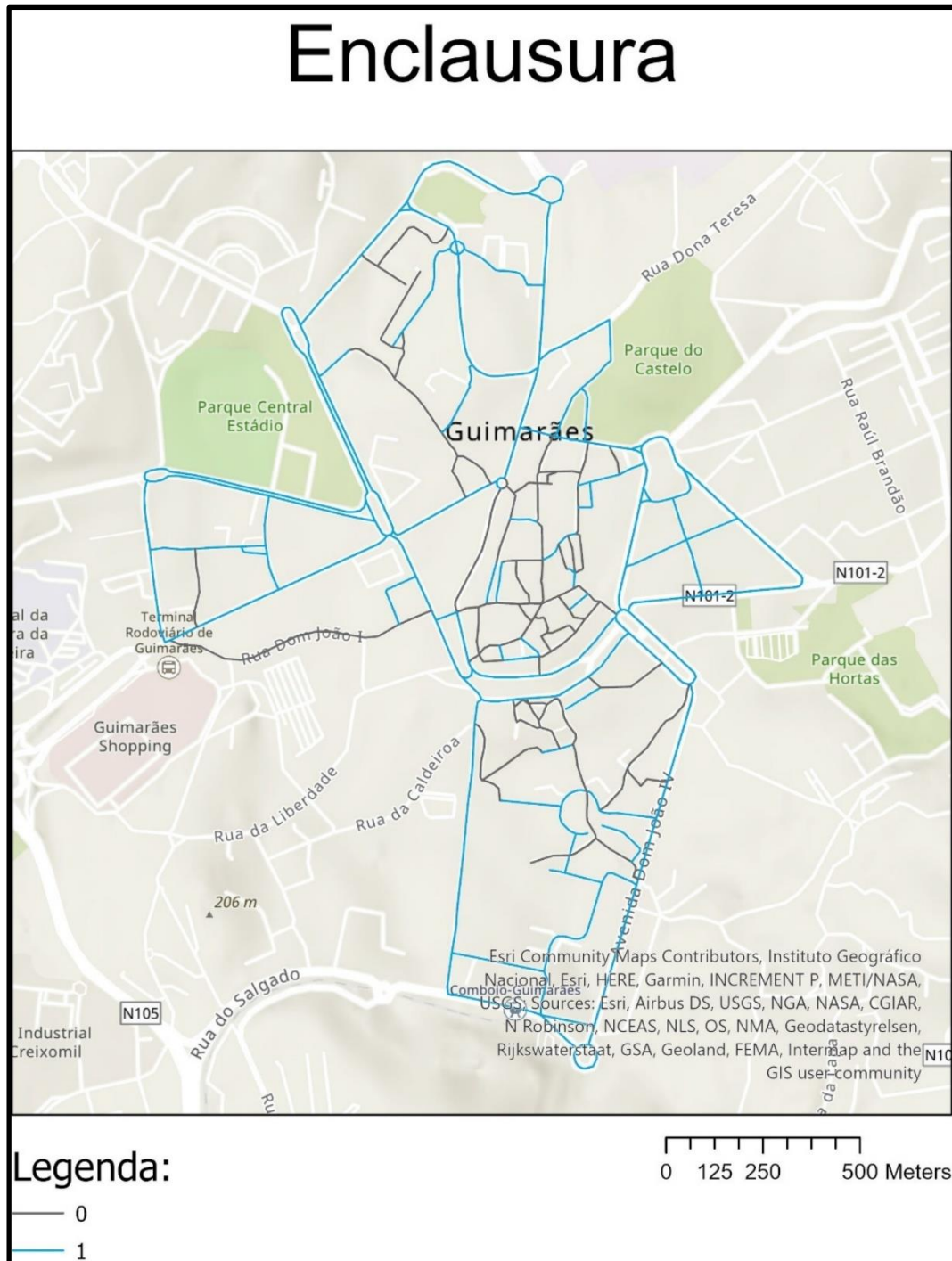


Figura 87 - Mapa da avaliação do critério da enclausura

O mapa da figura 88 corresponde à avaliação do critério da complexidade. O traçado a azul apresentado na legenda com “1” corresponde aos troços onde foi possível identificar a existência dos elementos a ter em consideração na avaliados pelo critério. Os restantes, classificados com “0”, são troços que não possuem esses elementos.

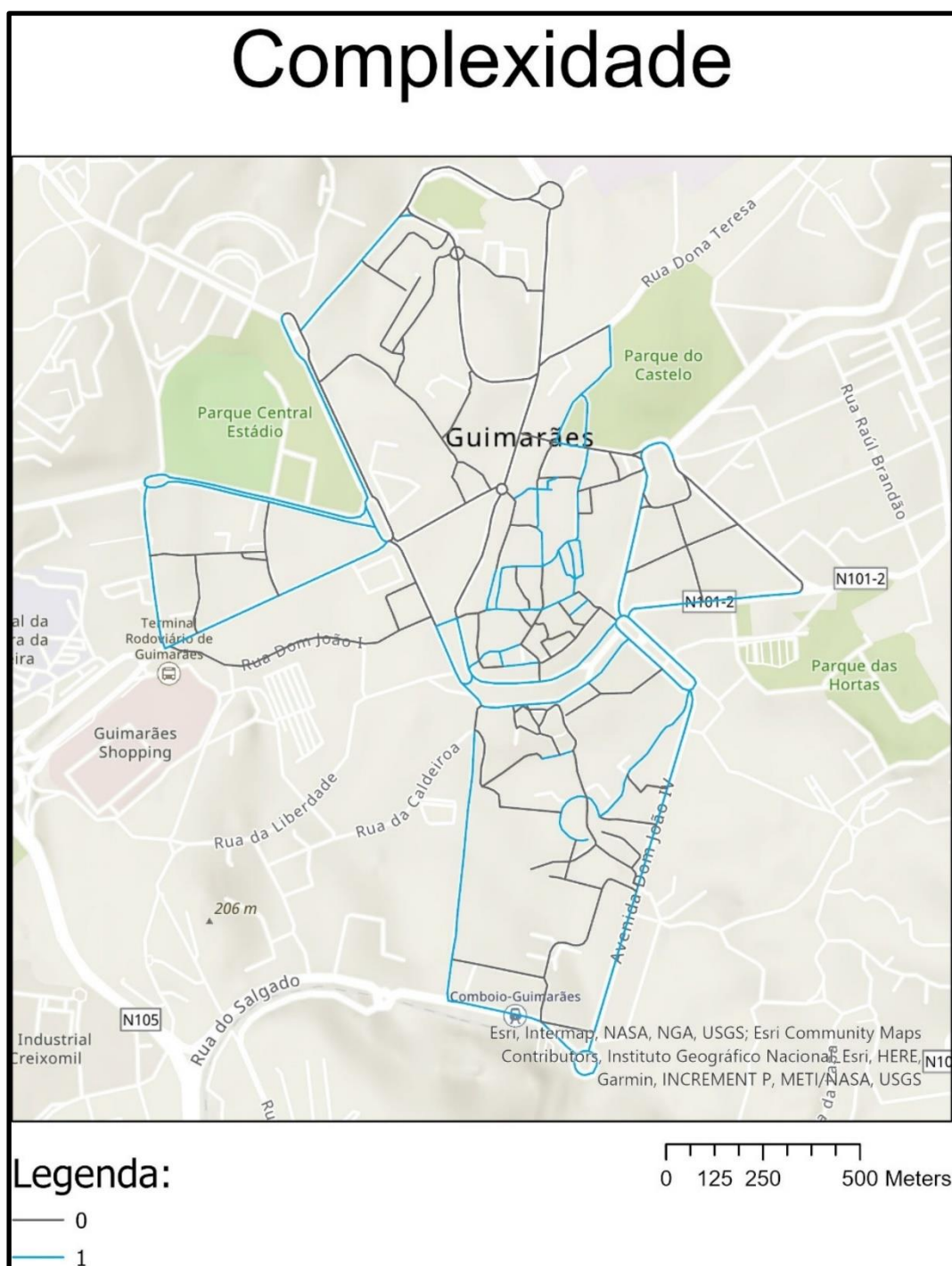


Figura 88 - Mapa da avaliação do critério da complexidade

O último critério a analisar é a transparência, que está representada no mapa na figura 89. O traçado a cinza identificado na legenda com “0” corresponde aos troços onde a transparência ao nível do rés do chão é inferior a 50%. Os restantes troços a azul possuem um valor superior e foram classificados com “1”.

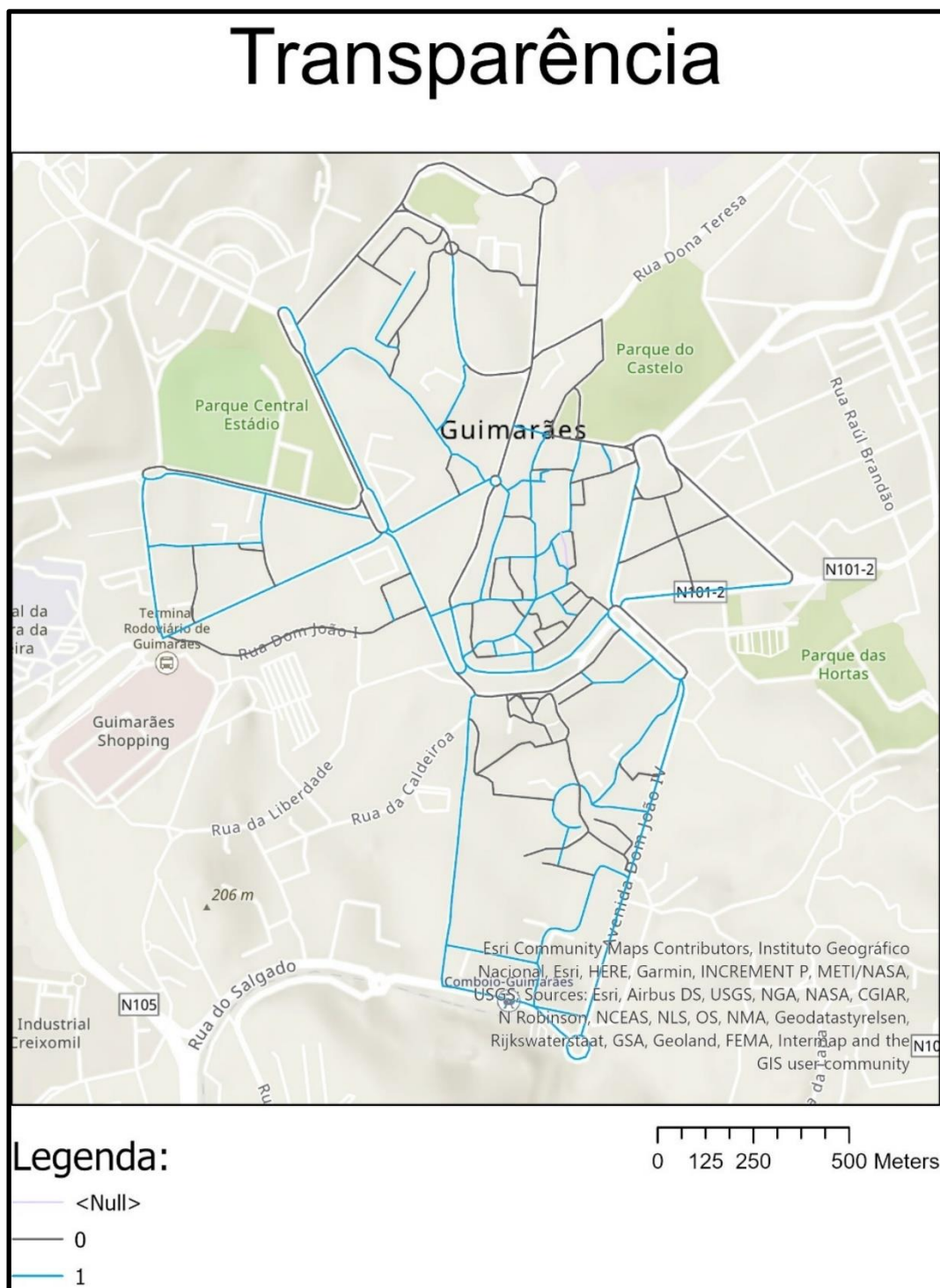


Figura 89 - Mapa da avaliação do critério da transparência

Na figura 90 está representada a classificação final de cada troço relativo ao fator do desenho urbano. A representação resulta do cálculo da soma do valor dos critérios a multiplicar pelos respetivos pesos.

Tal como se verificou para outros fatores anteriores, também neste fator existem valores dentro de todos os 5 intervalos considerados, sendo que nos primeiros dois intervalos (0% a 40%) se encontram a maioria dos troços.

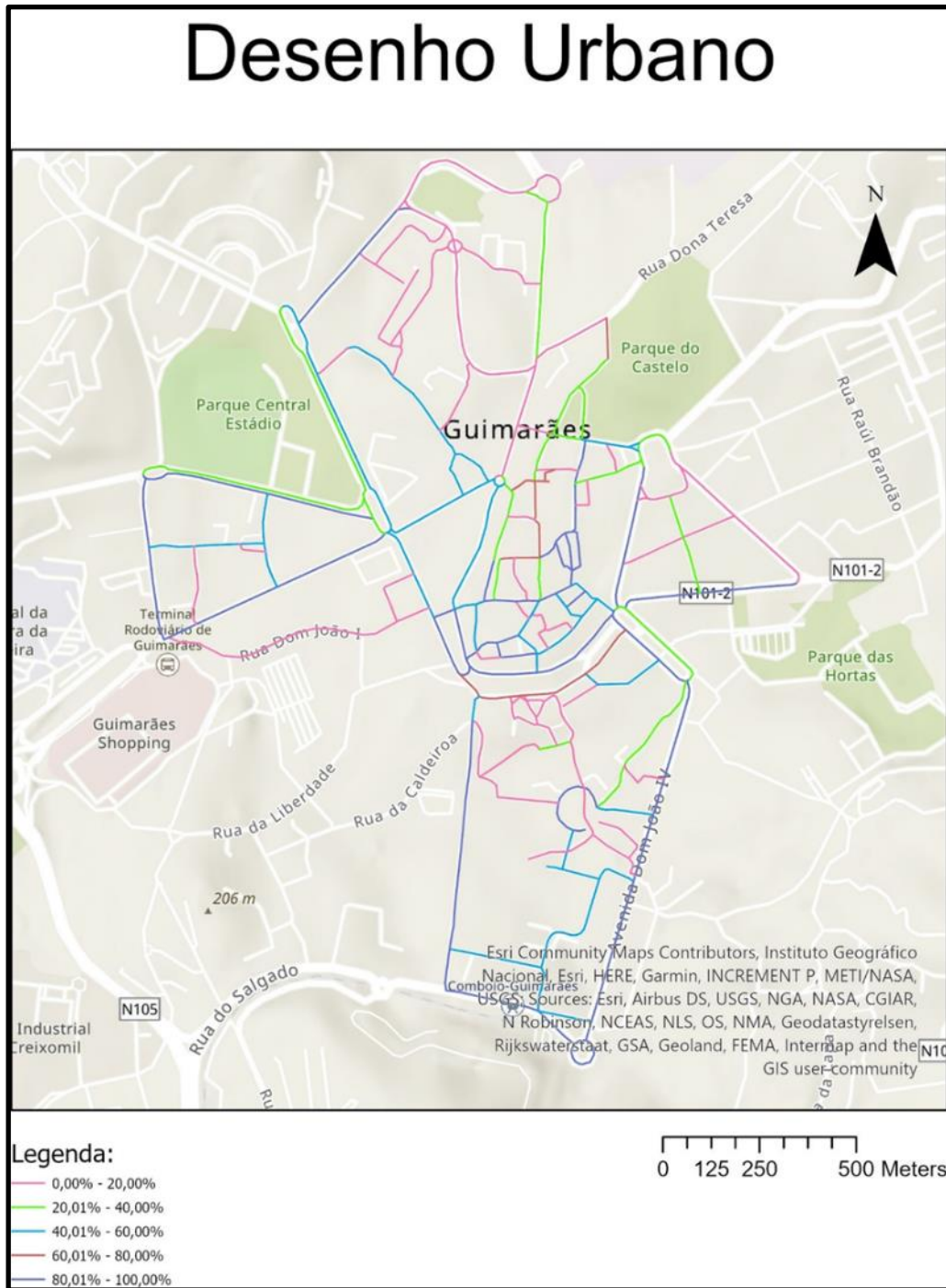


Figura 90 - Mapa referente a classificação do fator do Desenho Urbano

O último mapa, apresentado pela figura 91, reflete a classificação final de cada troço de acordo com o modelo do SPN, em que o valor obtido para cada troço corresponde à agregação ponderada dos cinco fatores em análise pelos respetivos pesos associados.

Apenas estão apresentados troços integrados em quatro intervalos. Pode-se assim concluir que não existe nenhuma classificação final abaixo dos 20%. Também se pode verificar pela representação gráfica das cores dos troços no mapa que a maioria dos valores se situa entre 40% e 80%.

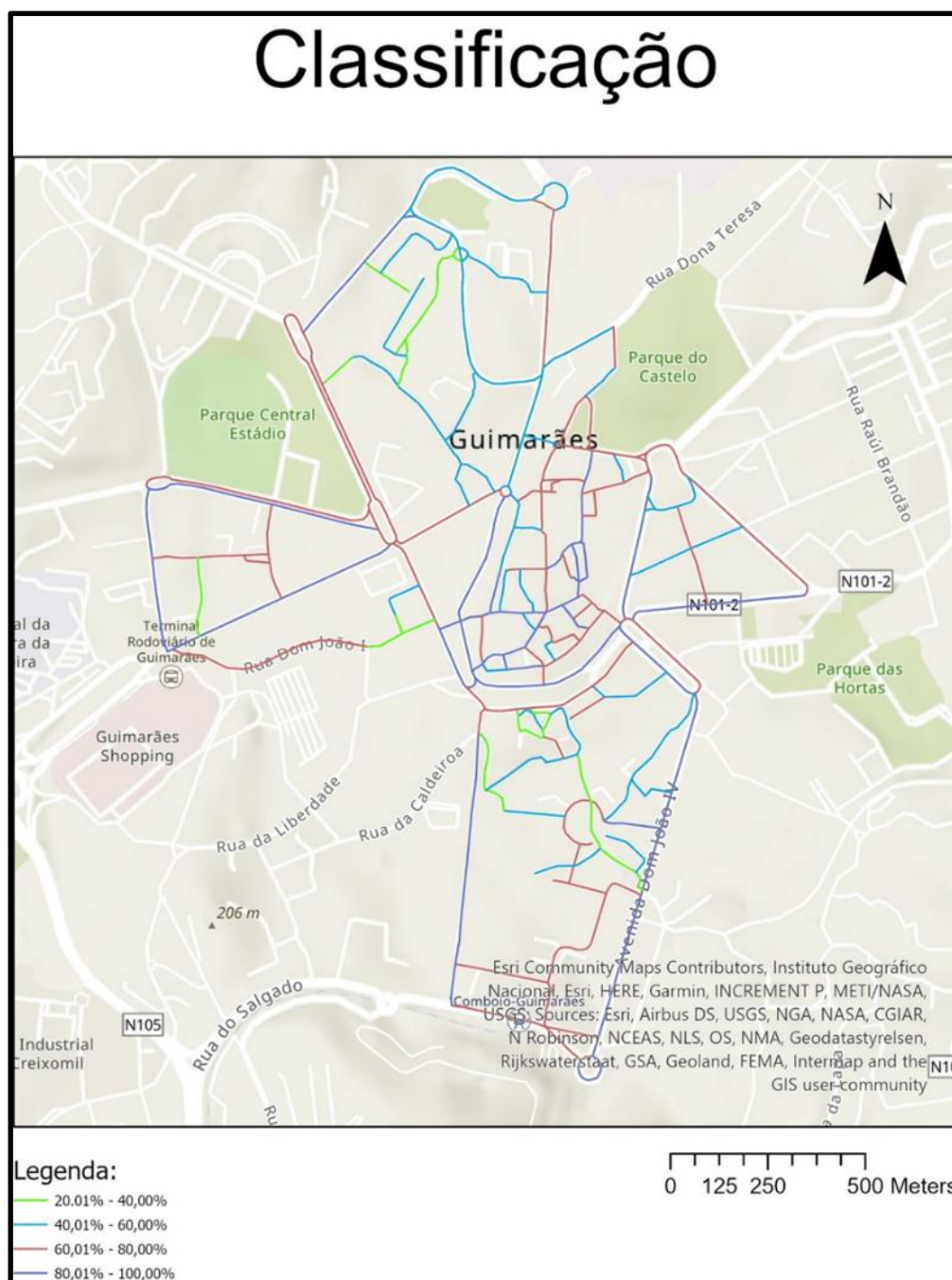


Figura 91 - Mapa referente à Classificação final da rede

Para uma melhor interpretação das avaliações obtidas são apresentadas as tabelas 3 e 4. A Tabela 3 apresenta o valor média e o número de troços, de entre os 118 em avaliação, que obtiveram a classificação de “1”. A Tabela 4 apresenta para os fatores e para a classificação final os valores mínimos, máximos e a média com base nos resultados para os 118 troços. A tabela 4 apresenta ainda o número de troços que se situaram acima da média.

Tabela 3 - Médias e quantidades de ruas com avaliação positiva

| | CrITÉRIOS | MÉDIA (no total de 118) | NÚMERO DE TROÇOS COM A CLASSIFICAÇÃO 1 (100%) (no total de 118) |
|------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---|
| Acessibilidade | Paragem de autocarro | 1,00 | 118 |
| | Parque de estacionamento | 1,00 | 118 |
| | Conectividade | 0,74 | 87 |
| | Educação | 1,00 | 118 |
| | Saúde | 1,00 | 118 |
| | Cultura | 0,91 | 107 |
| | Serviços Públicos | 1,00 | 118 |
| | Religião | 1,00 | 118 |
| | Parques | 1,00 | 118 |
| Segurança | Velocidade do tráfego | 0,38 | 45 |
| | Faixas de rodagem | 0,66 | 78 |
| Infraestruturas | Largura dos passeios | 0,63 | 74 |
| | Condições do pavimento | 0,65 | 77 |
| | Obstáculos | 0,78 | 92 |
| | Móvel de rua | 0,80 | 94 |
| | Inclinação | 0,91 | 107 |
| | Natureza | 0,38 | 45 |
| Uso do Solo | Densidade Populacional | 0,39 | 46 |
| | Densidade de Comercio | 0,49 | 58 |
| | Densidade de Edifícios | 0,73 | 86 |
| | Diversidade de Uso do Solo | 0,51 | 60 |
| Desenho Urbano | Enclausura | 0,58 | 69 |
| | Complexidade | 0,32 | 37 |
| | Transparência | 0,45 | 53 |

Tabela 4 - Estudo dos valores mínimos, máximos, média e número da ruas acima da média para os fatores e classificação final

| | Mínimo (0 a 100%) | Máximo (0 a 100%) | Média (0 a 100%) | Número de ruas acima da Média (% em 118) |
|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|---|
| Acessibilidade | 67,82% | 100,00% | 92,34% | 87 (74%) |
| Segurança | 0,00% | 100,00% | 50,34% | 45 (38%) |
| Infraestruturas | 13,02% | 100,00% | 68,21% | 53 (45%) |
| Uso do Solo | 0,00% | 100,00% | 51,95% | 49 (42%) |
| Desenho Urbano | 0,00% | 100,00% | 41,43% | 56 (47%) |
| Classificação final(%) | 30,46% | 94,33% | 65,02% | 64 (54%) |

4.4. Discussão dos resultados

Tendo por base os resultados obtidos é possível tirar diversas conclusões a cerca da avaliação da área de estudo e perceber a eficácia da aplicação do modelo SPN a Guimarães. Esta análise de resultados é feita para 5 fatores e para a classificação final.

O primeiro fator a analisar é a acessibilidade. O mapa que representa a classificação dos troços na área de estudo encontra-se na figura 61, em que é possível verificar que apenas existem troços classificados nos dois intervalos de valores mais elevados, [60,01-80,00] e [80,01-100,00]. Na tabela 4 pode-se verificar que os valores variam entre 67,82% e 100% e a média é de 92,34%, sendo que 87 dos troços obtiveram uma classificação superior à média.

Estes valores são de esperar tendo em contar os resultados e os mapas retirados do ArcGis para os critérios que fazem parte da avaliação da acessibilidade. Como é possível comprovar nos mapas relativos aos critérios das paragens de autocarro, parque de estacionamento, educação, saúde, serviços públicos, religião e parques de lazer todos os troços cumprem os parâmetros estipulado e na tabela 3 a média para estes critérios é de 1, ou seja, todos os troços obtiveram o valor máximo possível.

Deste modo, os únicos critérios que afetam a classificação final do fator são a conectividade e a cultura. Pode-se verificar na tabela 3 que a média da cultura é de 0,91 e o número de ruas que cumprem este critério são 107, logo os valores deste critério são maioritariamente influenciados pela conectividade das

ruas. Para a conectividade a média de ruas com mais de três ligações é de 74%. Que também é um valor elevado.

Como já referido anteriormente, este fator inicialmente continha mais dois critérios que foram excluídos devido à verificação de que o seu estudo não iria contribuir para o estudo em Guimarães; esses critérios são a distância à estação de comboio e às estações de elétrico.

Para o caso em estudo, visto que a cidade de Guimarães não tem uma rede de transporte público com base em elétricos, o estudo deste critério não se aplica. Já para a estação de comboio seria interessante o seu estudo, como é possível ver no mapa representado na figura 51, já que a estação está localizada na zona a mais a Sul e cerca de metade da área de estudo não cumpre o critério de proximidade. No entanto, a partir da estação há transporte público servido por autocarros que permitem aceder ao centro da cidade de forma rápida, e não por circulação a pé. No entanto, este é um fator que pode ser relevante por Guimarães ser uma cidade histórica em que parte da economia vem do turismo e por existirem vários polos da Universidade do Minho.

O segundo fator a analisar é a segurança. Este fator, como é possível verificar na tabela 4, obteve valores que variam entre 0% e 100% e uma média de aproximadamente 50%. Para este fator apenas contribuem tem dois critérios, que são a velocidade do tráfego e o número de faixas de rodagem.

Começando por analisar o critério de controlo de velocidade através da utilização do sinal de proibido circular mais de 30 km/h, apenas 38% dos troços cumprem este critério e nesta percentagem estão incluídos os troços de passagem de peões, dos 118 troços estudados 73 não tem este sinal de trânsito que condiciona a velocidade de forma a favorecer a circulação a pé.

O outro critério que faz parte do fator da segurança é o número de faixas de rodagem. O mapa apresentado na figura 63 corresponde ao número de faixas de rodagem por troço e é possível ver que o máximo é de 3 e só acontece para um caso. Mas o facto devesse também por se ter dividido certas avenidas em dois troços laterais, um para cada sentido de tráfego. Na tabela 3 é possível comprovar que na área em estudo existem 78 troços com avaliação positiva para este critério, o que corresponde a 66% da área de estudo.

A nível das passadeiras com sinalização luminosa que foi um dos critérios não considerados, tal como referido anteriormente devido à complexidade do estudo das passadeiras existentes. O mapa da figura 64 estão representados os troços com passadeira que possuem sinalização luminosa e é possível verificar que grande parte das ruas não contém sinalização luminosa em todo o seu comprimento.

Para a avaliação da segurança cívica foram identificadas as mesmas dificuldades no levantamento de informação para Guimarães, ou seja, este critério torna-se demasiadamente subjetivo e a sensação de segurança vai depender muito da vivência de cada pessoa.

As infraestruturas para peões, é o terceiro fator em análise e conta com o maior número de critérios em analisar. Também é o fator com maior variação a nível de classificação final. No mapa apresentado na figura 73 é possível verificar esta variação, visto que existem troços referentes a todos os intervalos. Através da tabela 4 é possível ver que o valor mais baixo é de 13,02% e o mais alto é 100,00%, o valor médio é de 68% e existem 53 troços com classificação superior a este valor.

A nível da largura dos passeios, como referido anteriormente, este critério foi avaliado tendo em conta a largura mais estreita dos passeios. Nas zonas de passagem de peões, foi considerado a largura da rua em si e não a largura de passeios que possam existir. Este critério possui mais de 60% dos troços avaliados pela positiva. No entanto, no mapa é possível ver que existem ruas de passagem de peões com largura inferior a 1,5 m.

Quanto às condições dos passeios, dividiu-se o critério em 3 categorias, em que Bom diz respeito a zonas em que não se encontrava sinais de degradação ou se encontrava poucos, Razoável para zonas que já continham uma degradação significativa e Mau para zonas que necessitam de uma intervenção rápida.

Apenas as ruas com a classificação de Bom obtiveram uma classificação positiva, visto que mesmo nas Razoáveis já se encontram sinais de degradação significativos.

Verificou-se que existia áreas em que houve anteriormente intervenção, mas esta foi feita através de remendos apenas nas zonas necessárias e às vezes não utilizando o mesmo material, isto tem um impacto visual negativo.

Este é o critério com maior peso na classificação do fator das infraestruturas para peões.

Neste critério existem 77 troços em que as condições dos passeios foram classificadas como Boa, o que resulta numa média de 65%.

Como é possível comprovar, tanto pela análise do gráfico na figura 69, como pelos resultados apresentados na tabela 3, grande parte da área foi avaliada positivamente quanto à existência de obstáculos.

O mesmo se verifica para o mobiliário de rua, em que este aparece maioritariamente como candeeiros e baldes do lixo.

Estudando o mapa do critério da inclinação e também os resultados sintetizados na tabela 3 é possível concluir que apenas 9% das ruas na área de estudo contêm uma inclinação superior à recomendada. Os valores obtidos para a inclinação variam entre o valor mínimo de 0% e o máximo de 9,39%, que corresponde quase ao dobro da inclinação máxima recomendada.

A natureza é apenas encontrada em 38% da área que cumpre os requisitos estipulados. Foi possível encontrar pequenas zonas com árvores e vegetação rasteira e não se verificava em todo o comprimento.

O quarto fator respeita ao uso do solo e é avaliado por quatro critérios, sendo que os valores variam de 0 a 100% e a média das classificações é inferior a 50%.

Neste fator existem três critérios relativos a densidades, estas são a densidade populacional, densidade comercial e densidade volumétrica dos edifícios. A densidade populacional possui uma média de 39% e em 46 dos troços possui o valor máximo. A densidade de comércio atinge uma média superior de 49% e 58 dos troços têm valor máximo, o que representa aproximadamente 50% de todos os troços.

A densidade volumétrica dos edifícios é o critério que contém uma maior percentagem de casos avaliados pela positiva, visto que a área de estudo está maioritariamente construída e as zonas que não estão são maioritariamente zonas de lazer. Também devido ao facto de existir uma grande acessibilidade a vários serviços é de esperar que este valor seja superior ao das outras densidades.

A diversidade do uso do solo tem um valor de aproximadamente 50% e está localizada maioritariamente na zona do centro histórico e na zona com um desenvolvimento mais recente.

O último fator em análise é o desenho urbano, a tabela 4 identifica que a média da classificação é de 41,43% e que há 56 troços com classificação superior a este valor. Também é possível concluir que existem ruas com classificação de 0% e ruas classificadas com 100%. O critério com maior peso neste fator é a complexidade.

Analisando o mapa gerado pelo ArcGis, ver figura 82, pode-se verificar que existem troços em todos os intervalos, sendo que a zona mais residencial tem valores no intervalo mais baixo e possui muitas classificações de 0%.

Dentro deste fator são estudados os critérios da enclausura, complexidade e transparência.

Na enclausura, como é possível concluir através dos valores apresentados na tabela 3, existem 65 troços com uma razão inferior a 1,4, ou seja, que foram avaliados positivamente, este valor corresponde a 58% da rede em estudo.

Analisando o respetivo mapa é possível concluir que as zonas classificadas positivamente são áreas correspondentes a largos, praças ou avenidas e zonas que apresentam um desenvolvimento mais recente, enquanto zonas mais críticas correspondem as zonas mais históricas em que a razão mais elevada é de 12.

Outro critério que contribui para este último fator é a complexidade, que é o critério com maior impacto no fator do desenho urbano e é onde se encontram as piores classificações. Apenas 32% da rede em estudo foi classificada pela positiva, ou seja, apenas foi possível observar os elementos que compõem este critério em 37 troços.

O último critério a ser analisado é a transparência, em que se verificou que em zonas mais comerciais e com um desenvolvimento mais moderno o resultado é positivo. Analisando os mapas da complexidade e da transparência é possível ver que existem várias zonas que se sobrepõem com uma classificação similar. Na tabela 3 é possível verificar que 45% foram avaliadas positivamente, o que corresponde a 53 troços onde se verificou uma boa transparência ao nível do rés do chão.

Após a análise de cada fator pode-se avaliar a classificação final de cada troço tendo em conta os respetivos pesos de cada fator definidos pelo SPN. Assim, verificando a análise dos cinco fatores e sabendo que as infraestruturas para peões é o fator com maior peso, seguido da acessibilidade, não se vai ter nenhum troço com valor 0%. Também, devido aos valores da acessibilidade serem tão elevados, em que se obteve um valor mínimo de 30,46%, este fator vai contribuir positivamente para a avaliação final.

Analisando o mapa do ArcGis para as classificações finais, na figura 83, é possível ver que zonas mais comerciais ou de serviços, devido à sua diversidade e ao facto de se ter apostado mais na sua atratividade, vão ser as zonas com maiores classificações, enquanto zonas mais residenciais, especialmente de moradias, terão classificações mais baixas.

A média das classificações anda próxima da média do fator das infraestruturas para peões, este valor é de 65,33% e é influenciado pelo facto da média segurança e do uso do solo ser próxima do 50% e o desenho urbano ter uma média de 41,43%. O valor mais alto é de 94,33%, este valor apenas se verifica uma vez.

No intervalo de 20,01%-40% existem 11 troços, no intervalo seguinte, até 60%, estão incluídos 36 troços, e no intervalo com maior número de troços, de 60,01%-80%, estão incluídos 46 troços. Os restantes 25 troços estão no intervalo de valores máximos entre 80,01%-100%.

5. CONCLUSÃO

Pela aplicação do modelo SPN à cidade de Guimarães é possível validar a aplicabilidade dos conceitos e do modelo SPN, apresentados pelo projeto “Smart Cities are Walkable”, a cidades que visem avaliar as condições oferecidas pelas suas ruas à circulação a pé e analisar as mesmas numa perspetiva de rede pedonal urbana. Foi possível também identificar que o modelo possui a flexibilidade necessária na definição dos seus critérios de forma a adequar através de pequenos ajustes os critérios e os grupos de critérios a cada caso de estudo em cidades com características diversas.

Através da análise dos resultados obtidos para a cidade de Guimarães é possível concluir que esta cidade apresenta uma boa prestação a nível da rede pedonal segundo o modelo SPN. Em geral, os troços das ruas avaliadas na zona de estudo obtiveram uma classificação superior a 50%. Assim, pode-se afirmar que a rede pedonal possui as condições desejáveis para promover a circulação a pé junto de quem se desloca à zona central da cidade, reduzindo preferencialmente as distâncias percorridas de carro.

O fator mais bem classificado em Guimarães foi o da acessibilidade, atendendo ao facto de existir uma distribuição efetiva do elevado número de paragens de autocarro e de zonas de estacionamento automóvel, e também às infraestruturas públicas estarem bem distribuídas na zona urbana. Apenas foi estudada a avaliação destes 3 critérios do fator acessibilidade. No entanto, para entender a influência na circulação a pé seria necessário fazer um estudo mais aprofundado dos serviços prestados pelos mesmos, já que, por exemplo, os horários e a cobertura dos transportes públicos da cidade por autocarro podem proporcionar uma melhor ou pior ligação às restantes áreas da cidade e promover, ou não, uma maior circulação a pé dos utilizadores dos autocarros.

O pior fator classificado foi o desenho urbano, em virtude de grande parte da construção existente na zona de estudo ter sido realizada numa época onde não existia o conceito de planeamento urbano contemporâneo e associado ao espaço público de circulação a pé. Dentro deste fator foi possível ver que, apesar de existirem zonas que apresentam alguma complexidade, existem ainda zonas com muita homogeneidade de usos e que proporcionam menos condições favoráveis a circular a pé, em especial em zonas mais residenciais em que há uma tendência para fazer as deslocações por automóvel.

Em termos globais é de referir que há alguma heterogeneidade oferecida à circulação a pé pelas ruas da rede pedonal da área estudada para a cidade de Guimarães. No contexto de análise de rede pedonal é de salientar que as ruas com menor valor obtido pela aplicação do modelo são compensadas por outras

Conclusão

que possuem uma boa avaliação. Assim, para quem se desloca a pé é possível optar por percursos com uma boa adequabilidade e com uma cobertura em toda a área estudada.

Para as ruas que possuem uma menor avaliação decorrente da avaliação realizada (justifica salientar que a avaliação foi feita no período 2020-2021) é possível agora identificar os critérios que as penalizaram e no futuro é possível às entidades que fazem a gestão do espaço público da cidade de Guimarães melhorar algumas das condições das mesmas. A oportunidade de identificar potenciais melhorias é uma das potencialidades do modelo SPN, já que pode ser interligada a sua aplicação com a avaliação global de toda a rede de circulação pedonal e dessa forma promover as melhorias necessárias para que a cidade promova de forma mais efetiva a circulação a pé.

Nem todos os critérios poderão ser melhorados devido às suas características próprias; Por exemplo, a Enclausura, devido ao fato dos edifícios já estarem construídos e a largura das ruas já estar definida, não possibilita que seja alterado. Isso não significa que para ruas a serem desenvolvidas ou que sofram intervenções se tenha atenção a esse aspeto. No entanto, é um fator que evidência a morfologia urbana de ruas estreitas na zona do centro histórico da cidade de Guimarães.

Além da Enclausura, também para os restantes 2 critérios relativos ao Desenho Urbano terão dificuldade em obter melhorias significativas face à avaliação realizada.

Por outro lado, para os fatores Segurança e Infraestruturas, fica evidente que há uma margem para melhorias que podem ser consideradas na rede estuda face a se pretender que as ruas sejam mais atrativas para a circulação a pé.

No seguimento do trabalho realizado é possível identificar trabalhos futuros para o desenvolvimento do mesmo. Alguns desses trabalhos futuros passam pela avaliação mais detalhada de alguns critérios mais específicos, mas relevantes para a circulação a pé em zonas urbanas. Nesse contexto, os atravessamentos das vias de circulação automóvel são um fator de análise que pode suscitar um aprofundar do estudo das passadeiras, na medida que, se trata de um elemento importante quando se trata da segurança e da continuidade da rede de circulação a pé que cruza frequentemente as vias de circulação automóvel. O estudo realizado permitiu identificar que nesta componente podem ser feitas várias melhorias na ligação dos percursos feitos através da circulação nos passeios das ruas, especialmente em zonas com edifícios de educação em que o atravessamento das ruas é feito por crianças e em que a segurança deve ser um fator muito relevante.

Outro aprofundamento do estudo realizado será analisar as condições da rede focando a mesma nas condições de circulação que devem ser oferecidas a pessoas com mobilidade condicionada e para o uso

Conclusão

de bicicletas em vias compartilhadas para a circulação a pé e de bicicleta. A primeira componente foca na importância em garantir a independência de cada pessoa, ou seja, é relevante garantir que pessoas de mobilidade condicionada se possam deslocar sem precisarem de apoio de outras pessoas. Também, é objetivo desta análise mais complexa identificar se uma rede pedonal que permita o uso de cadeiras de rodas, carrinhos de bebe, a circulação de crianças de bicicleta e de idosos, proporcionam passeios em família pelos centros ajudando assim a economia local face a um crescente número de pessoas que utilizam as ruas para as suas deslocações diárias e de lazer.

REFERÊNCIAS

Alvaro Jorge da Maia Seco, António José Pais Antunes, Américo Henrique Pires da Costa, Ana Maria Bastos Silva, PRINCÍPIOS BÁSICOS DE ORGANIZAÇÃO DE REDES VIÁRIAS, MANUAL DO PLANEAMENTO DE ACESSIBILIDADES E TRANSPORTES, volume 4, CCDRN, dezembro de 2008.

ArcGis, Disponível em: <<https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?useExisting=1>>, acesso: 27 de maio de 2021.

BREATHELIFE, THE AIR POLLUTION IN GUIMARAES, PORTUGAL. Disponível em:<https://breathelife2030.org/city_data/guimaraes/https://breathelife2030.org/city_data/guimaraes/>, acesso: 26 de setembro de 2021.

CMGuimarães - Dados abertos, disponível em:< <https://www.cm-guimaraes.pt/conhecer/patrimonio-mundial><https://www.cm-guimaraes.pt/conhecer/patrimonio-mundial>>, acesso a 5 de outubro de 2021.

CMGuimarães - Dados demográficos | Câmara Municipal de Guimarães, Disponível em:< <https://sig.cm-guimaraes.pt/dadosabertos/#two2>>, acesso a 10 de fevereiro de 2020

Fernando Fonseca, Elisa Conticelli, Mona Jabbari, Paulo Ribeiro, Simona Tondelli, George Papageorgiou, Elena Petrova, Rui Ramos, *SPN: Smart Pedestrian Net. A smart approach to evaluate built environment attributes and their influence on walkability; fundamentals, assessment and application*, outubro de 2020. <<http://hdl.handle.net/1822/70909>>

Historic Centre of Guimarães - UNESCO World Heritage Centre, Disponível em: <<https://whc.unesco.org/en/list/1031/> <https://whc.unesco.org/en/list/1031/>>, acesso a 5 de outubro de 2021.

JPI Urban Europe, SMART PEDESTRIAN NET, Disponível em: < <https://jpi-urbaneurope.eu/app/uploads/2017/06/Project-posters-2017-Smart-Pedestrian-Net.pdf> <https://jpi-urbaneurope.eu/app/uploads/2017/06/Project-posters-2017-Smart-Pedestrian-Net.pdf>>, acesso: 24 de fevereiro de 2019.

Mona Jabbari, Fernando Fonseca & Rui Ramos (2017): Combining multicriteria and space syntax analysis to assess a pedestrian network: the case of Oporto, *Journal of Urban Design*, 5, 1-5.

Nikola Babic. (2019/2020). "SUPERBLOCKS, The Future of Walkability in Cities?".2020.

Referências

OMS – Organização Mundial de Saúde, *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*, novembro de 2020 <<https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>>.

Património Mundial | Câmara Municipal de Guimarães, Disponível em:< <https://www.cm-guimaraes.pt/conhecer/patrimonio-mundial>>, acesso a 5 de outubro de 2021.

SMART PEDESTRIAN NET, Study, concepts and formulation and standards for SPN (Task1 - Report), CTAC, Braga, 9 de abril 2018.

SPN: Smart Pedestrian Net | CTAC, disponível em:< <http://ctac.uminho.pt/spn>>, acesso a 5 de 26 de outubro de 2021

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global action plan on physical activity 2018–2030: more active people for a healthier world.2018.

Yinan Zheng, Lily Elefteriadou, Thomas Chase, Bastian Schoroeder, Virginia Sisiopiku. 2016. “Pedestrian Traffic Operations in Urban Networks”, *Transportation Research Procedia*, volume 15, 2016

Documentos legais:

Lei n.º107/2001 de 8 de setembro da Assembleia da República. Diário da República I – Série A n.º209 (2001), acedido a 5 de outubro de 2021. Disponível em: < <https://dre.pt/pesquisa/-/search/629790/details/maximized>>

Aviso n.º 1922/2021 de 29 de janeiro da Gabinete da Secretária de Estado Adjunta e do Património Cultural. Diário da República, 2.ª série n.º20 anexo C (2021), acedido a 5 de outubro de 2021. Disponível em: < <https://dre.pt/home/-/dre/155737433/details/maximized>>