

MESTRADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

Redes pedonais para pessoas com mobilidade reduzida: o caso da baixa do Porto

Tiago André Afonso Lima

M

2017



Tiago André Afonso Lima

**Redes pedonais para pessoas com mobilidade reduzida:
o caso da baixa do Porto**

Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Planeamento e Ordenamento do Território., orientada pelo Professor Doutor Miguel Marinho Saraiva e coorientada pela Professora Doutora Teresa Maria Vieira de Sá Marques

Faculdade de Letras da Universidade do Porto

setembro de 2017

Redes pedonais para pessoas com mobilidade reduzida: o caso da baixa do Porto

Tiago André Afonso Lima

Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Planeamento e Ordenamento do Território., orientada pelo Professor Doutor Miguel Marinho Saraiva e coorientada pela Professora Doutora Teresa Maria Vieira de Sá Marques

Membros do Júri

Professor Doutor Alberto Gomes
Faculdade de Letras - Universidade do Porto

Professora Doutora Cecília Silva
Faculdade Engenharia - Universidade do Porto

Professor Doutor Miguel Saraiva
Faculdade de Letras - Universidade do Porto

Classificação obtida: 17 valores

Sumário

Agradecimentos.....	7
Resumo.....	8
Abstract	9
Índice de ilustrações.....	10
Índice de tabelas.....	11
Lista de abreviaturas e siglas.....	12
Introdução	13
Capítulo 1 - Enquadramento Teórico	16
1.1. Problemática.....	16
1.1.1. Mobilidade, acessibilidade e planeamento da cidade acessível	16
1.1.2. Condicionantes à mobilidade pedonal e grupo de estudo	19
1.2. Legislação e Medidas para assegurar a acessibilidade de pessoas com mobilidade reduzida.....	21
1.2.1. Decreto Lei 163/2006 e Guia da acessibilidade e mobilidade para todos	22
1.3. Revisão dos modelos e estudos realizados acerca da mobilidade reduzida	25
1.3.1. Revisão Metodológica	26
1.3.2. Modelos focados na mobilidade pedonal para indivíduos com mobilidade reduzida	29
1.3.3. Estudos nacionais acerca da mobilidade reduzida.....	33
1.3.3.1. SIA- Sistema de Itinerários Acessíveis	35
Capítulo 2. – Objetivos e Método	41
2.1. Questões de Investigação e Objetivos	41
2.2. Variáveis e medidas em estudo	42
2.3. Procedimento de recolha de dados	43
2.4. Procedimento de análise de dados.....	44
Capítulo 3. – Caso de Estudo	48
3.1 Enquadramento geográfico da área de estudo.....	48
3.2 Descrição da rede pedonal.....	50
3.3. Teste da rede.....	59
3.4. Acessibilidade da rede a pontos de interesse	67
Propostas de alteração	74
Conclusão.....	79

Referências bibliográficas	82
Sitografia	86
Anexos.....	87

Agradecimentos

A realização do presente trabalho só foi possível graças a muitas pessoas que ao longo do projeto me ajudaram e me incentivaram.

Em primeiro lugar, agradeço ao Professor Doutor Miguel Saraiva e à Professora Doutora Teresa Sá Marques por me terem aceitado como orientando, bem como pela orientação e motivação que me deram para desenvolver a tese.

Em segundo lugar, agradeço a oportunidade que me foi dada em estagiar na Câmara Municipal do Porto, onde pude desenvolver e aperfeiçoar conhecimentos. Também agradeço ao arquiteto João Pestana e a arquiteta Lia Ferreira pela disponibilidade em me receber e pela ajudada dada desde o início permitindo assim o meu estágio. Não posso deixar de destacar as inúmeras pessoas que na câmara Municipal do Porto me ajudaram e incentivaram no progresso do trabalho.

Quero também agradecer à Diana por se ter disponibilizado a testar a rede e por ser uma pessoa fantástica e disponível.

Por fim mas não menos importante, quero agradecer à Marta por me ter apoiado, motivado e incentivado ao longo do último ano, tendo sido essencial ao longo deste caminho.

Resumo

As deslocções pedonais numa cidade são de tal forma importantes que se tornam cruciais para os cidadãos usufruírem plenamente do direito de cidadania. Contudo essas deslocções não são tão simples e fáceis, especialmente para pessoas com limitações físicas, pois lhes retiram algumas valências inatas do ser humano. Neste sentido, o objetivo principal da presente investigação incide na construção de uma rede pedonal, na área central da cidade do Porto, acessível a todos os indivíduos cujas limitações físicas condicionam a sua mobilidade.

Para tal, realizou-se um levantamento exaustivo da área de estudo escolhida, de modo a compreender quais as ruas acessíveis e inacessíveis aos diferentes usuários da rede pedonal. O levantamento das diferentes variáveis utilizadas na rede segue as diretrizes propostas pela lei em vigor, mais concretamente o DL 163/2006.

A rede foi construída no decorrer do estágio académico realizado na Câmara Municipal do Porto. Todo o trabalho foi realizado com recurso ao software ArcGIS, sendo feita a introdução dos dados, o desenho, a modelação da rede e as análises à mesma através das ferramentas disponibilizadas pelo programa.

Os resultados obtidos demonstram que para os indivíduos com mobilidade reduzida, as rotas que ligam dois pontos são significativamente maiores do que para os indivíduos sem quaisquer limitações. Verificaram-se diferenças dentro do grupo de indivíduos com mobilidade condicionada, sendo os utilizadores de cadeira de rodas manuais aqueles que mais dificuldades encontram nas suas deslocções pedonais. A análise efetuada permitiu ainda evidenciar os pontos críticos da rede.

O presente estudo contribui para uma melhor integração das pessoas com mobilidade reduzida, uma vez que expõe os obstáculos e limitações que estes indivíduos encontram na área estudada. Os resultados obtidos podem ser mobilizados para um melhor planeamento da cidade do Porto, ilustrando a utilidade dos SIG neste processo.

Palavras-chave: acessibilidade pedonal, mobilidade reduzida, rede, rotas, sig

Abstract

Pedestrian movements are so important that they become crucial for the citizens to fully take benefit from the citizenship right. However these movements aren't simple and easy, especially for people with physical disabilities, as they withdraw inborn valences. This way, the main goal of the current investigation focuses on the building of a pedestrian system, in the central area of Oporto city, accessible to those individuals whose physical limitations restrain their mobility.

For this, a thorough research was conducted in the chosen study area, in order to understand the accessible and the inaccessible streets to different users of the pedestrian system. The mapping of the different variables used in the system follows the guidelines proposed by the current legislation, specifically DL 163/2006.

The system was built during the academic internship in Oporto city council. All the work was done relying on the software ArcGIS. The data input, the design, the modeling of the system and the reviews were done through tools of the same software.

The results show that for the individuals with limited mobility, the routes that connect two points are significantly bigger than for those individuals without limitations. Differences inside the group of individuals with limited mobility were found, as the users of manual wheelchairs are the ones who find more difficulties in their pedestrian movements. The analysis also allowed to emphasize the critical points of the system.

The current research foments a better inclusion of people with limited mobility, as it shows the obstacles and limitations these individuals find in the explored area. The outcomes can be channeled to a better Oporto city planning, illustrating the value of SIG in this process.

Keywords: pedestrian accessibility, reduced mobility, network, routes, GIS

Índice de ilustrações

Figura 1: Medidas necessárias para o cruzamento de pessoas	25
Figura 2: Esboço da largura livre e da localização do mobiliário urbano.....	34
Figura 3: Rede do SIA	36
Figura 4: Exemplo do cálculo de um Itinerário do SIA	38
Figura 5: Exemplo de um percurso com os obstáculos do mesmo.....	39
Figura 6: Exemplo de levantamento da rede do SIA.....	39
Figura 7: Esquema da rede.....	45
Figura 8: Enquadramento Geográfico da área de estudo	49
Figura 9: Variáveis da rede	50
Figura 10: Largura dos passeios (superior ou inferior a 1.20 metros)	51
Figura 11: Estados de conservação dos passeios.....	52
Figura 12:Equipamentos públicos e estações de metro da área de estudo	53
Figura 13:Inclinação dos passeios em percentagem.....	54
Figura 14: Largura e estado dos passeios da Travessa do Carregal	55
Figura 15: Passadeiras sem rebaixamentos	56
Figura 16: Passadeira com rebaixamento de um lado e sem rebaixamento do outro	57
Figura 17:Troços de passeios acessíveis para usuários de cadeiras de rodas manual.....	58
Figura 18: Rota da Estação ferroviária de São Bento até à junta de freguesia	60
Figura 19: Rota da Estação ferroviária São Bento ao Hospital Santo António.....	61
Figura 20: Rota da estação de metro Trindade à Reitoria da Universidade do Porto	63
Figura 21: Rota dos aliados à Reitoria da Universidade do Porto.....	65
Figura 22: Rota do Sia dos Aliados à Reitoria da Universidade do Porto.....	66
Figura 23: Mapas de acessibilidade do Hospital Santo António a todos os passeios	69
Figura 24: Mapas de acessibilidade da estação de metro Trindade a todos os passeios.....	71
Figura 25: Mapas de acessibilidade do mercado do Bolhão a todos os passeios.....	73
Figura 26:Propostas para intervenção	75
Figura 27: Ganhos das alterações propostas para os usuários de cadeiras de rodas manuais ..	76
Figura 28: Ganhos das alterações propostas para os usuários de cadeiras de rodas elétricas ..	77
Figura 29: Troços de passeio acessíveis para pessoas sem limitações	87
Figura 30: Troços de passeios acessíveis para usuários de cadeiras de rodas elétricas	88
Figura 31: Troços acessíveis para idosos, pessoas de andarilhos ou moletas	88

Índice de tabelas

Tabela 1: Variáveis da rede pedonal	42
Tabela 2: Ganhos em quilómetros (KM) com as alterações propostas	78

Lista de abreviaturas e siglas

ADA –Americans with Disabilities Act (Lei dos americanos portadores de deficiência)

AMP – Área Metropolitana do Porto

APPLA – Associação Portuguesa de Planeadores do Território

ARU – Área de Reabilitação Urbana

CEA – Conceito Europeu de Acessibilidade

CEFA – Centro de Estudos e Formação Autárquica

DL – Decreto-Lei

ESRI – Environmental Systems Research Institute (Instituto de Pesquisa de Sistemas Ambientais)

INE – Instituto Nacional de Estatística

INH – Instituto Nacional da Habitação

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

MAGUS – Modelling access with GIS in urban systems (Modelando acesso com SIG em sistemas urbanos)

PAM - Personalized Accessibility Map (mapa de acessibilidade personalizado)

PDM – Plano Diretor Municipal

PMC – Pessoas com Mobilidade Condicionada

PNPA – Plano Nacional de Promoção da Acessibilidade

PPAT –Plano de Promoção de Acessibilidade para Todos

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

SNRIPD – Secretariado Nacional para a Reabilitação e Integração das Pessoas com Deficiência

STCP – Sociedade de Transportes Colectivos do Porto

TIG – Tecnologia de informação geográfica

UE –União Europeia

Introdução

De acordo com as estatísticas de deficiências e incapacidades do Gabinete de Estratégia e Planeamento do Ministério do Trabalho, Solidariedade e Segurança Social (GEP/MTSSS) (publicado em dezembro de 2016) e com os dados dos censos 2011, 103.103 pessoas em Portugal não conseguem andar ou subir degraus, sendo 84.593 dos quais reformados, aposentados ou na reserva, e 27.659 indivíduos não conseguem ver. Para além disso, as *“pessoas com mais de 65 anos representam 56% da população com pelo menos uma dificuldade”* (Gabinete de Estratégia e Planeamento, 2016). De acordo com os censos 2011, entre as 6 dificuldades questionadas (ver, ouvir, andar, memória, banho/vestir e compreender), andar é a dificuldade mais proeminente, havendo 1% de indivíduos que não conseguem andar ou subir degraus.

Na cidade do Porto, segundo os censos de 2001 (não havendo dados comparativos de 2011 para os concelhos), registam-se 19.827 pessoas com deficiência, dos quais 4.174 com deficiência motora, 2.975 com deficiência auditiva, 5.161 com deficiência visual, 2.404 com deficiência mental, 401 com paralisia cerebral e 4.712 com outro tipo de deficiência. A par destes números, nos censos de 2011, na cidade do Porto, o número de pessoas que não conseguem andar ou subir degraus ou tem muitas dificuldades é de 23.584.

Estes números levam-nos a pensar que o planeamento das cidades deve ser um projeto pensado para todos, exigindo uma preocupação extra com a população com maior dificuldade motora e/ou cognitiva. Percorrer ruas em ambientes desconhecidos torna-se uma tarefa árdua e cheia de contratempos para as pessoas com mobilidade reduzida, visto que têm de superar inúmeros desafios e barreiras interpessoais e ambientais (Kasemsuppakorn & Karimi, 2009) como a falta de rebaixamentos, mobiliário urbano mal colocado e a inclinação das ruas, que as obriga a optar por outros percursos mais morosos e cuja distância ao local pretendido é muito superior.

Deste modo, o presente trabalho pretende explorar se os indivíduos com mobilidade reduzida têm o mesmo acesso pedonal a todo o espaço público que os indivíduos que não apresentam qualquer limitação, recorrendo à análise das condições de circulação pedonal

existentes na cidade do Porto e das possíveis dificuldades que estes indivíduos encontram nas suas deslocações diárias. Para tal, como objetivo principal, foi criada uma rede pedonal, através de dados recolhidos no terreno, bem como fornecidos pela Câmara Municipal do Porto, que permitiu verificar os troços do espaço público que são acessíveis aos diferentes utilizadores e os obstáculos que alguns destes encontram na sua deslocação pedonal. A rede destina-se, desta forma, a indivíduos com mobilidade reduzida.

Na presente dissertação, são considerados indivíduos com mobilidade condicionada os cadeirantes (utilizadores de cadeira de rodas, manual ou elétrica), idosos e outros que possam, temporariamente ou não, ver a sua mobilidade reduzida (e.g., utilização de moletas fruto de uma fratura). Metz (2000) indica que as incapacidades que uma pessoa possa ter, por si só, limitam a sua deslocação, e com o aumento da idade verifica-se um declínio gradual da capacidade de deslocação, o que se traduz numa perda da qualidade de vida.

Na presente rede não foram incluídas as necessidades de outro tipo de deficiências, como as visuais, auditivas ou cognitivas, visto que os critérios de avaliação do espaço construído são diferentes (Machado e Lima, 2015).

A presente dissertação foi feita em ambiente estágio, na Câmara Municipal do Porto, no departamento da Provedoria dos Cidadãos com Deficiência da Câmara Municipal do Porto, sob a orientação do arquiteto João Pestana. Tal estágio tem como principais objetivos poder usufruir dos dados existentes e colaborar no projeto SIA, um modelo de mobilidade pedonal desenvolvido pela CMP, tendo em vista uma atualização e alteração do mesmo, bem como perceber os pontos críticos da área de estudo. O SIA nasceu no âmbito do Plano de Promoção de Acessibilidade para Todos na cidade do Porto (SIA, 2015). O foco do estágio incidiu no melhoramento deste modelo, mais especificamente, na atualização dos dados existentes e no aumento da área abrangida pelo projeto. O período de estágio foi entre 30 de janeiro e 31 de maio de 2017, tendo sido feita a recolha dos dados, a análise dos mesmos e a criação da rede pedonal. O estágio contribui em muito para a presente dissertação pois pude analisar e perceber como foi criado o SIA, sendo assim mais fácil de compreender algumas opções do projeto, bem como poder partilhar pensamentos com profissionais que lidam com o planeamento e

ordenamento do território, tendo em vista uma futura atualização do SIA com base no presente projeto.

Deste modo, a presente investigação contará com as seguintes secções: enquadramento teórico, onde será feita uma revisão da literatura acerca da mobilidade reduzida, percorrendo diversos estudos internacionais e nacionais, com vista a uma melhor interpretação dos conceitos, bem como das metodologias e conclusões obtidas; o método, onde serão apresentadas as estratégias metodológicas adotadas para a criação da rede pedonal, como as variáveis utilizadas na rede e o procedimento de recolha e análise dos dados; a apresentação e discussão dos resultados obtidos, onde se apresenta a rede pedonal construída e as análises feitas a partir desta; e, por último, a conclusão, que consiste numa reflexão final acerca dos resultados obtidos e possíveis implicações práticas que a rede pedonal criada poderá ter na gestão do território.

Capítulo 1 - Enquadramento Teórico

O peão, elemento principal do presente trabalho e da cidade, com ou sem limitações, confronta-se no seu quotidiano com inúmeras barreiras físicas que tornam a sua deslocação pedonal desagradável e, em alguns casos, impossível (Lopes, 2010).

Para uma melhor compreensão acerca das dificuldades que o peão encontra na mobilidade pedonal, torna-se necessário, primariamente, esclarecer conceitos como mobilidade, acessibilidade e planeamento urbano, bem como evidenciar a forma como se encontram intimamente associados.

Sendo o objetivo principal da presente investigação construir uma rede pedonal para pessoas com mobilidade reduzida, são identificados os principais obstáculos na deslocação e definidos os grupos da população que, no confronto com tais dificuldades, veem a sua mobilidade condicionada. São exploradas as medidas criadas para assegurar a acessibilidade para os cadeirantes e outras pessoas com mobilidade reduzida, como o guia da mobilidade e o decreto de lei 163/2006, bem como outras medidas aplicadas a nível internacional. Exploram-se ainda os principais estudos realizados acerca da temática, tanto no panorama nacional como internacional.

1.1. Problemática

1.1.1. Mobilidade, acessibilidade e planeamento da cidade acessível

A mobilidade representa um comportamento essencial para as pessoas alcançarem um destino, ou simplesmente passearem pelo espaço público, indispensável na sua independência (Yairi & Igi, 2006). Deste modo, a mobilidade refere-se ao movimento/transporte de pessoas ou bens (Litman, 2003), podendo ser feita de várias formas, através de transportes públicos ou privados (e.g., carro, autocarro, metro, comboio ou bicicleta).

A mobilidade pedonal, apesar de muitas vezes não ser a forma principal utilizada, é sempre o complemento aos outros meios nas deslocações diárias (Fontes, Ribeiro, Oliveira, & Mendes, 2012). Nos últimos tempos tem sido notada uma maior preocupação com a mobilidade pedonal pensada para todos (Neiva, Rodrigues & Ramos, 2013),

atendendo a todas as limitações que uma pessoa possa ter. Segundo Machado e Lima (2015), a mobilidade pedonal é afetada pelo trânsito, obstáculos arquitetônicos, pelo sexo, idade, condição física e salário. Na deslocação pedonal não existem certas restrições nem condicionantes como noutras formas de deslocação, visto não ser preciso um caminho-de-ferro para circular como no caso do comboio ou de uma estrada como no caso do carro (Neiva et al., 2013). Sendo o ser humano o mais frágil no que toca à mobilidade nas vias (Apolo, 2010), é necessário promover uma maior segurança nas deslocações a pé. Para isso têm sido criadas medidas mínimas padrão para os passeios, passagens de nível e passadeiras, através dos decretos de lei em vigor.

Sendo a mobilidade sempre associada à acessibilidade, este é outro dos conceitos fundamentais a definir. Apesar de ser vagamente utilizado em diferentes ocasiões, o significado de *acessibilidade* no meio urbano é se dado espaço é alcançável pela população, incluído as pessoas com mobilidade reduzida (Brandão, 2002). O CEA (2003) define acessibilidade como “uma característica do ambiente ou de um objeto que permite a qualquer pessoa estabelecer um relacionamento com esse ambiente ou objeto, e utilizá-los de uma forma amigável, cuidada e segura”.

A acessibilidade de um local depende de fatores como os condicionamentos físicos do espaço (tipografia da cidade), do mobiliário urbano e do tipo de material utilizado nos passeios (Brandão, 2002). A acessibilidade é medida com base no tempo, dinheiro e desconforto e, no caso dos peões, é afetada pela qualidade das condições pedestres (Litman, 2003).

Numa cidade considerada acessível, qualquer ser humano com limitações motoras pode deslocar-se facilmente sem quaisquer restrições, não se excluindo nem impedindo ninguém de participar na vivência da cidade (Simões, 2011). Karimi, Zhang e Benner (2014) afirmam que a acessibilidade no meio urbano está fortemente associada à mobilidade independente, sendo essencial para a qualidade de vida, sobretudo para os indivíduos com deficiência.

Para minimizar a segregação, torna-se necessário o planeamento de uma rede pedonal pensada como um conjunto integrado com os sistemas de transportes, analisando as relações que os diferentes meios estabelecem entre si (Fontes et al., 2012). O espaço

público de uma cidade pode ser compreendido como um sistema integrado, formando uma “rede de redes” (Pinto & Remesar, 2012).

Assim, no desenvolvimento de um projeto de planeamento de uma cidade, a mobilidade e acessibilidade não só não podem ser negligenciadas, como devem ser priorizadas. Neste sentido, surge o *universal design* (design universal) cujo objetivo é tornar os produtos e espaços acessíveis para o maior número possível de indivíduos, focando-se na mudança das atitudes de quem desenvolve o urbanismo ou espaços dedicados a serem utilizados por todos (Costa, 2012).

Em 1997, foram desenvolvidos 7 princípios do *universal design*, sendo eles o uso equitativo, uso flexível, uso simples e intuitivo, uso com informação perceptível, uso com tolerância ao erro, uso com baixo esforço físico e uso com espaços ergonómicos (Centro de Excelência em Design Universal, 2017). Estes princípios foram desenvolvidos por equipas multidisciplinares, constituídas por arquitetos, engenheiros, designers de produto e investigadores e são fundamentais para que, na criação de novos objetos ou espaços, ou na requalificação dos já existentes, se possam saber as características a utilizar em dado produto, bem como analisar e avaliar os projetos já existentes (Centro de Excelência em Design Universal, 2017).

Para que o *universal design* seja exequível, o mobiliário urbano também tem de ser pensado. De acordo com Brandão (2002), este diz respeito a “artefactos de equipamento urbanos (não imobiliário) de suporte a várias funcionalidades, integrados no espaço público, proporcionando conforto, utilidade, informação, segurança, proteção e apoio a outras necessidades do cidadão” (p.68). O autor define como mobiliário urbano:

“Consideram-se elementos do mobiliário urbano: floreiras, bancos, mesas, papeleiras, cinzeiros, bebedouros, elementos de proteção e separação, relógios, parquímetros, suportes informativos e publicitários, expositores, corrimãos, gradeamentos de proteção, suportes de estacionamentos para bicicletas, quiosques, bancas, pavilhões, cabines telefónicas, marcos de correios, contentores de lixo, paragens de autocarro, armários para instalações (elétricas, telefones, etc.), abrigos, toldos, palas, sanefas, guarda-ventos,

coberturas de terminais, estrados, vitrines, equipamentos W.C para caninos, sanitários amovíveis e outros elementos congêneres.” (Brandão, 2002, p.68/69)

Por norma, é colocado nos passeios, cuja função principal se destina ao tráfego pedonal (Lopes, 2010).

O mobiliário urbano tem diferentes objetivos. Segundo Brandão (2002) pode destinar-se à segurança dos peões (e.g., mecos e barreiras de proteção), à iluminação da via pública (e.g., candeeiros públicos), ao lazer (e.g., suportes para bicicletas, bancos e mesas), à valorização do espaço (e.g., floreiras e obras de arte) e à saúde pública/ limpeza (e.g., cinzeiros, ecopontos e caixotes do lixo).

Contudo, em algumas situações, o mobiliário urbano, devido à sua má colocação, pode constituir uma barreira à circulação pedonal para algumas pessoas. Em seguida, abordar-se-ão as principais dificuldades na mobilidade pedonal.

1.1.2. Condicionantes à mobilidade pedonal e grupo de estudo

O espaço pedonal nas cidades é constituído por estruturas construídas tais como passeios, escadas, encostas íngremes que podem dificultar a mobilidade de certas pessoas, prejudicando assim a sua participação social, educacional e económica (Sobek & Miller, 2006). Em alguns casos as barreiras ou obstáculos condicionam a realização plena dos direitos de cidadania (Fontes et al., 2012), constituindo um mecanismo de segregação social (Costa, 2012).

As barreiras na mobilidade pedonal numa cidade não são apenas físicas (e.g., o estado do piso, a falta de rebaixamentos, passadeiras, o mobiliário urbano mal colocado), existindo outro tipo de características que podem constituir obstáculos, como a falta de iluminação, a falta de zona de descanso ou a falta de casas de banho públicas (Lopes, 2010), que não serão abordadas na presente dissertação.

Outro dos principais problemas é a inclinação (Costa, 2012), que deverá ser um fator-chave para se considerar se determinado troço do percurso é acessível. Havendo forte declive (algo que é morfológico e de difícil melhoramento) torna-se, desde logo,

uma limitação a pessoas com mobilidade reduzida ou condicionada. Nestes casos, as pequenas alterações estruturais são difíceis, implicando que as pessoas façam desvios por outros troços da rede, que se adequam para chegarem onde pretendem, tornando assim o seu trajeto mais moroso e distante.

Para além destas, um elemento mal posicionado (e.g., carro estacionado num passeio) pode ser um obstáculo à circulação de um indivíduo (CEA, 2003). No entanto, estas características nem sempre constituem limitações para todos os indivíduos.

Neste sentido, Vale, Ascensão, Raposo e Figueiredo (2017) referem que o planeamento urbano desenvolvido nos últimos anos tem sido feito por pessoas sem qualquer limitação motora, o que se traduz numa ausência de consciência das prioridades e necessidades das pessoas portadoras de deficiências físicas, bem como dos idosos, cegos e surdos.

A mobilidade reduzida não se restringe às pessoas com deficiências, abrangendo também as crianças e grávidas (Machado & Lima, 2015) e, além destas, qualquer cidadão, em qualquer circunstância de vida, pode ter limitações físicas, podendo estas ser momentâneas ou duradouras. Segundo Machado e Lima (2015), a acessibilidade de um local para as pessoas varia de acordo com a sua dificuldade de locomoção. Também Yairi e Igi (2006) defendem que as barreiras variam de acordo com a condição física das pessoas e a deficiência ou não das mesmas.

Kasemsuppakorn e Karimi (2009) alertam ainda para se considerar a aptidão e condição física, bem como a idade, uma vez que os idosos utilizadores de cadeiras de roda têm, geralmente, uma condição física inferior aos demais e um estado de saúde mais debilitado. A mobilidade pedonal é mais condicionada nos extremos dos grupos etários, sendo as crianças e os idosos os que revelam menor mobilidade (Brandão, 2002). Metz (2000) indica que as incapacidades que uma pessoa possa ter, por si só, limitam a sua deslocação, e com o aumento da idade verifica-se um declínio gradual da capacidade de deslocação, o que se traduz numa perda da qualidade de vida.

Conforme supracitado, o foco do estudo incide nos indivíduos utilizadores de cadeiras de rodas manuais e elétricas, idosos (com limitações motoras) e outros que possam, temporariamente ou não, ver a sua mobilidade reduzida (e.g., utilização de

moletas fruto de uma fratura).

1.2. Legislação e Medidas para assegurar a acessibilidade de pessoas com mobilidade reduzida

O espaço urbano existente deve-se a múltiplas circunstâncias históricas e morfológicas (Fontes et al., 2012). A acessibilidade e mobilidade de uma cidade sofrem com estes fatores, o que torna o espaço construído e edificado algo de difícil mudança. No entanto, as pequenas mudanças são possíveis e necessárias, de modo a se verificarem menos disparidades na acessibilidade das pessoas com mobilidade reduzida. Essas mudanças frequentemente implicam apenas uma intervenção simples como uma rampa numa passadeira ou a alteração de mobiliário urbano. Contudo, uma pequena mudança pode não representar uma alteração de acessibilidades para as pessoas de mobilidade reduzida, porque em muitos casos existem passadeiras com rampas, mas os passeios não estão adaptados para este tipo de pessoas, quer pela largura insuficiente, quer pelo mobiliário urbano mal colocado ou pelo piso degradado ou impróprio. Estas barreiras físicas limitam a maneira como as pessoas se movem numa cidade, dificultando o acesso a espaços e atividades da mesma (Pinto & Remesar, 2012).

Desta forma, o processo de planeamento deverá contemplar diversas preocupações como evitar barreiras arquitetónicas, a promoção da separação dos espaços para peões, a segurança na circulação e atravessamento de ruas, e a previsão da boa circulação não só de peões e carros, mas também dos veículos de emergência e de transportes públicos (Brandão, 2002). A acessibilidade de um local beneficia todos os envolvidos, pois engloba e inclui todas as pessoas com deficiência numa participação plena e ativa na vida económica e social (CEA, 2003), minimizando assim a sua dependência de outros.

1.2.1. Decreto Lei 163/2006 e Guia da acessibilidade e mobilidade para todos

“Promover a acessibilidade dos edifícios e dos espaços públicos com ganhos de funcionalidade, é garantia de melhor qualidade de vida para todos os cidadãos. Garantindo autonomia, derrubam-se preconceitos e favorecem-se práticas inclusivas para todos, mas principalmente para as pessoas com deficiência, incapacidades e dificuldades na mobilidade.” (Guia da Acessibilidade e Mobilidade para todos, 2009, p.7)

Para promover a acessibilidade para todos, no caso nacional encontra-se em vigor o DL 163/2006, a partir do qual foi, posteriormente, elaborado o guia Acessibilidade e Mobilidade para todos - apontamentos para uma interpretação melhor do DL 163/2006 de 8 de agosto. Este veio substituir e melhorar falhas no Decreto-Lei 123/97, de 2 de maio. Este documento foi construído com os esforços de várias entidades, sendo elas SNRIPD, da APPLA, do LNEC, do INH e do CEF.

O decreto-lei em vigor tem maior eficácia sancionatória, algo que é positivo visto que penaliza as infrações registadas (Guia da Acessibilidade e Mobilidade para todos, 2009). O guia foi elaborado de modo a alcançar o melhor grau de compreensão possível, onde se pode identificar a evolução dos decretos de lei sobre mobilidade e onde é explicado o que deve ser aplicado em futuras mudanças no espaço público e privado. O guia pretende ser uma “ajuda técnica que auxilie, quotidianamente, os profissionais responsáveis pela conceção de desenho do espaço público, de habitações, equipamentos coletivos e demais edificado na gestão urbanística municipal” (Guia Acessibilidade e Mobilidade para todos, 2009, p. 16).

Hoje em dia qualquer alteração ou melhoria em dado espaço da cidade deve, pelo menos, respeitar as medidas e regras exigidas, salvo se a própria cidade ou município tenha regras mais exigentes (artigo nº4 do Decreto-Lei 123/97). Havendo normas técnicas já há algum tempo estipuladas, no decreto de lei estas não são apenas para o espaço de circulação público, mas também são para os equipamentos coletivos como hospitais ou qualquer organismo público, para edifícios habitacionais e espaços que, embora privados, sejam destinados a comércio e serviços como os centros comerciais.

A rede de percursos, para além de acessível, deve ser contínua e coerente, abrangendo toda a área urbanizada e estar articulada com as diferentes atividades e funções, quer estas estejam em solo público ou privado. Tal como considerada neste decreto, a rede de percursos pedonais inclui, para além dos passeios e caminhos para peões, passadeiras, passagens de peões, quer sejam elas ao nível do terreno, quer sejam viadutos ou pontes pedonais, escadarias, rampas, bem como outros espaços de circulação ou permanência de peões.

Nos termos do presente decreto de lei, qualquer passeio deve ter pelo menos 1.20 metros de largura para a passagem de peões, devendo o mobiliário urbano existente não estar nessa faixa de passagem. O mobiliário urbano deverá estar colocado na “faixa de infraestruturas” e não junto aos edifícios, pois os cegos utilizam as paredes e muros para se poderem orientar nas suas deslocações. Caso não seja possível, o mobiliário urbano tem de deixar um espaço livre de 90 centímetros, desde que seja pontual (e.g., postes de iluminação). Contudo, para os “passeios adjacentes a vias principais e vias distribuidoras devem ter uma largura livre não inferior a 1,5 m.” (Guia Acessibilidade e Mobilidade para todos, 2009, p. 74). A inclinação dos passeios não deve ser superior a 6%.

Para além das normas técnicas dos passeios, existem também as normas técnicas para as passadeiras. Nestas é referido que o lancil não deve ser superior a 2 centímetros, e que a largura do rebaixamento deve ser em todo o comprimento da passadeira. A sua inclinação não deve ser superior a 8%.

Nas passadeiras que tenham semáforos, o dispositivo de acionamento manual deve estar localizado a mais de 80 centímetros do solo e a menos de 120 centímetros, para permitir uma fácil ativação a todos. Os semáforos devem ter mecanismos que emitam sinal sonoro e o sinal de travessia de peões deve estar aberto o tempo suficiente para que uma pessoa consiga atravessar a uma velocidade de, pelo menos, 0,4 s/m. Apesar de não serem avaliadas, no presente trabalho, as dificuldades dos cegos, no decreto de lei é referido que quando se façam obras ou alterações, seja implementado piso de alteração de textura ou cores contrastantes nos limites do passeio com a passadeira, para uma pessoa cega ou com cegueira parcial conseguir saber.

De acordo com Moniz (citado em Guia Acessibilidade e Mobilidade para Todos, 2009), o decreto-lei 163/2006, apesar de ter levado a algumas alterações, em termos práticos, no que diz respeito ao edificado, não se traduziu em mudanças expressivas. Esta lei visa definir regras e condições para os edifícios, arruamentos, passeios, passadeiras e rampas. As alterações são mais evidentes ao nível dos arruamentos, pois quando se faz uma melhoria ou uma alteração na via, é necessário obedecer aos critérios da lei vigente. É obrigatório respeitar as normas referentes à mobilidade pedonal, aumentando a acessibilidade para um maior número de pessoas. Contudo, ao nível dos arruamentos, essas normas são difíceis de aplicar em alguns casos, quer pela configuração do terreno, quer pela configuração das ruas existentes.

Abordando brevemente o panorama internacional, foram criadas leis e diretrizes como a lei de *Aids* (*Americans with Disabilities Act*) e *Architectural Barriers Act*, que desenvolveram orientações para os edifícios em construção ou que estejam a ser renovados (Kasemsuppakorn & Karimi, 2009). A nível europeu existe o Conceito Europeu de Acessibilidade (CEA), que visa promover uma melhoria da acessibilidade, facultando medidas padrão para facilitar o planeamento da cidade. Conforme o número de afluência de um passeio, devem existir medidas diferentes (figura 1).

Atualmente, o CEA e o decreto número 163/2006 têm focado a sua atenção em transformar o espaço público acessível a todos, levando a algumas melhorias e redução das disparidades em relação ao resto da população.

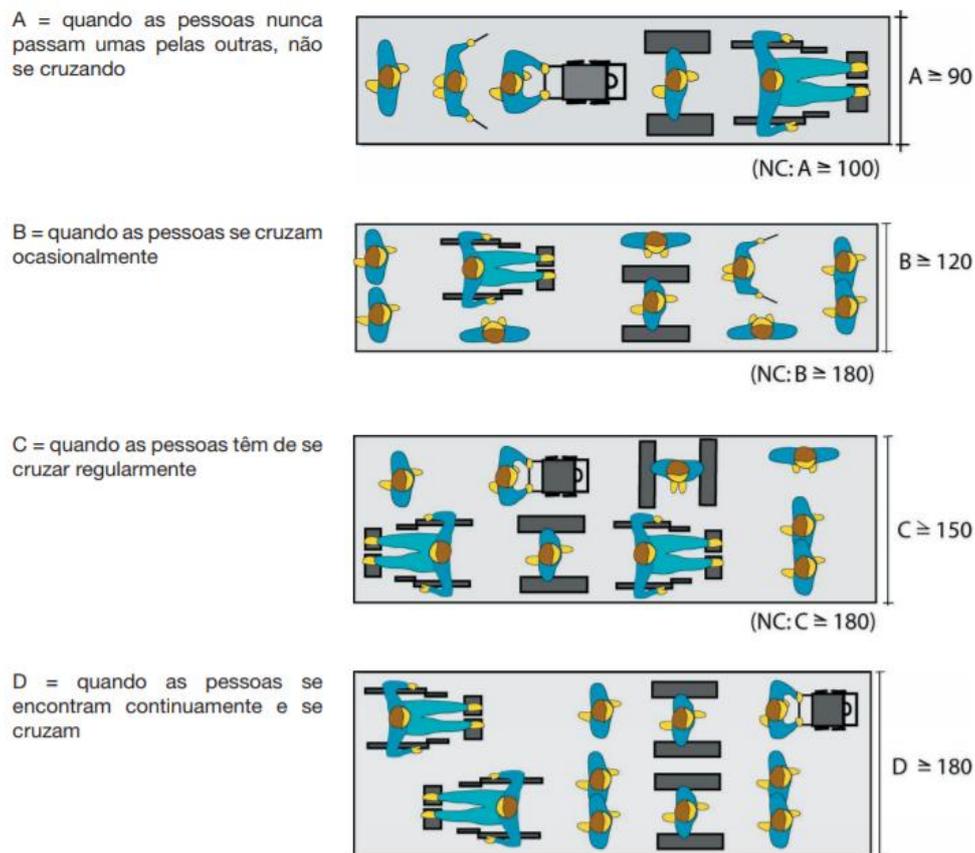


Figura 1: Medidas necessárias para o cruzamento de pessoas

Fonte: Conceito Europeu da Acessibilidade,

1.3. Revisão dos modelos e estudos realizados acerca da mobilidade reduzida

Esta secção consiste numa revisão acerca dos principais estudos realizados, a nível nacional e internacional, no âmbito da mobilidade reduzida. Apresenta-se uma revisão metodológica de tais estudos, focada nas principais estratégias metodológicas adotadas pelos autores na construção de redes pedonais para pessoas com mobilidade condicionada. Tais estudos serviram de inspiração para a presente investigação, como será explicado adiante, no capítulo 2, dedicado à metodologia.

São ainda abordados os vários sistemas criados, nacional e internacionalmente, para promover a acessibilidade dos indivíduos com mobilidade reduzida. Dentro deste

grupo, o projeto SIA é explorado em maior detalhe, uma vez que se trata de um sistema criado a nível nacional, onde o investigador do presente estudo teve oportunidade de trabalhar e se destina à cidade do Porto, que é a cidade estudada na presente investigação.

1.3.1. Revisão Metodológica

Atualmente, a informação e a tecnologia estão ao nosso alcance todos os dias, e devem ser utilizadas para nosso proveito, constituindo uma valiosa ferramenta de manipulação, análise e gestão do território (Milheiro & Lima, 2006). A utilização conjunta dos SIG com o GPS pode trazer benefícios significativos para as pessoas, visto que nos SIG se pode mapear o terreno, e com o GPS pode-se medir em tempo real as distâncias e obter a localização atual (Sedlak et al., 2010).

Milheiro e Lima (2006) sugerem a utilização dos TIG (Tecnologias de Informação Geográfica) para fazer a inventariação e criação de base de dados para um mapeamento mais eficaz dos dados recolhidos. Desta forma, todas as informações recolhidas no terreno são armazenadas em bancos de dados (Karimi & Kasemsuppakorn, 2013). Estes têm de ser constantemente atualizados e a informação deve ser cuidadosamente mantida (Sedlak, Komarkova & Piverkova, 2010), pois só assim essa informação é útil.

Os modelos que serão posteriormente analisados são sobretudo feitos em redes (*networks*), para se obter uma melhor perceção gráfica dos problemas existentes e poder criar alternativas. Uma rede é um conjunto de linhas (eixos) e de pontos (nós). Em ambiente GIS, as redes podem representar rios, estradas, linhas de telecomunicação (ESRI, 2017), gasodutos, redes elétricas, rede de metro ou autocarros, ou seja, todas as redes físicas ou que circulem no espaço físico. Os eixos de uma rede são ligados a partir dos nós e é nos eixos que os bens/pessoas/informação circulam. Os nós, para além da ligação entre eixos, podem ser também pontos de origem/destino, pontos de interesse ou barreiras na circulação nos eixos. Nas redes é possível modelar as direções, as restrições, a velocidade de deslocação, bem como o tipo de deslocação (carro, a pé ou de outro meio de transporte), elevações, hierarquias, conectividade entre eixos ou as impedâncias.

Nas redes também é possível planejar rotas, áreas de influência, bem como aumentar a eficiência, diminuindo o tempo para percorrer dada rota (ESRI, 2017).

Karimi e Kasemsuppakorn (2013) consideram que a criação de uma rede pedonal é necessária para a obtenção de um mapa topológico que contenha as relações geométricas do espaço, que, por sua vez, são úteis para o planejamento, análise da conectividade dos espaços e acessibilidade da cidade. Os autores sugerem que contrariamente às redes rodoviárias, que estão amplamente divulgadas e disponíveis publicamente, as redes pedonais não o estão. Enquanto as primeiras contêm essencialmente o eixo da via, as redes pedonais têm de ser levantadas de forma precisa no território, com dados reais, e os detalhes tem de ser mais pormenorizados, pois um simples pormenor pode tornar um troço da rede inacessível.

Matthews, Beale, Picton e Briggs (2003) consideram que os sistemas de informação geográfica e as redes servem para solucionar problemas do quotidiano, sendo uma ferramenta essencial para a vida real, visto que em situações de emergência é muito útil para fornecer a melhor rota. Para além de situações de emergência, resolve problemas simples como atribuir a melhor rota, sendo possível construir essa rota para várias pessoas, com ou sem limitações físicas, o que é uma grande ajuda para o planejamento, pois permite detetar as principais limitações que existem no território.

As rotas são caminhos que ligam dois ou mais pontos de origem e destino onde podem ser criadas redes pedonais e determinados os percursos acessíveis. Estes são percursos da rede pedonal que devem ser seguros, confortáveis e com o mínimo de conflito com tráfego automóvel (Apolo, 2010). São ainda percursos contínuos, livres de barreiras, que ligam diferentes tipos de espaços e têm de obedecer às normas em vigor (Gil, 2009).

As rotas para pedestres têm funções semelhantes às rotas para veículos, mas são implementadas de forma diferente e têm características únicas caso sejam direcionadas a todas as pessoas. No entanto, mesmo assim, as rotas pedestres normalmente criadas não são vocacionadas para os indivíduos com mobilidade reduzida (Kasemsuppakorn & Karimi, 2009).

Também no caso da deslocação pedonal a melhor rota pode não ser a mais curta

ou mesmo a mais rápida, uma vez que essa rota sofre interferências dos semáforos e da quantidade de pessoas que utiliza esse espaço público. As redes pedonais devem capturar as condições existentes e da viagem o mais real possível (Sobek & Miller, 2006). Costa (2012) reforça que, no caso das pessoas com mobilidade reduzida, a melhor rota para percorrer dois pontos da cidade implica analisar não só a distância, mas também fatores como o mobiliário urbano, a largura do passeio, o estado do passeio, as passarelas existentes, os rebaixamentos e a inclinação das vias. Nesta condição, é feita uma análise multicritério do grau da conformidade do espaço público destinado à circulação pedonal (Neiva et al., 2013).

O levantamento de dados para o mapeamento da acessibilidade da rede pode ser feito de várias formas. Karimi e Kasemsuppakorn (2013) sugerem métodos como o *geo-crowdsourced*, conversão de imagens satélite e *buffer*. O *geo-crowdsourced* é um mapeamento colaborativo, ou seja, os utilizadores fazem anotações usando critérios específicos fornecidos pelo programa, compartilhando e mapeando as suas experiências pessoais de um local (Karimi et al., 2014). Esta forma é emergente e tem sido potenciada, uma vez que os telemóveis e outros aparelhos eletrónicos têm GPS, coletando dados de uma maneira simples, através de *sites* como o *OpenStreetMap* (Karimi & Kasemsuppakorn, 2013). Como vantagem destaca-se o facto de o levantamento dos dados ser mais rápido e poder ser distribuído por mais gente. Em contrapartida, a informação, ao ser introduzida por muitas pessoas, pode ser mal inserida, tornando o seu levantamento pouco preciso. Uma rede só pode ser considerada válida quando a informação que a compõe é corretamente levantada (Neis & Zielstra, 2014).

A obtenção de dados por conversão de imagens de satélite ou *raster* em formato vetorial, de forma manual, incorpora pesquisas de campo ou conhecimentos pessoais sobre o local (Karimi & Kasemsuppakorn, 2013). Segundo os autores, esta maneira geralmente é adequada para uma área pequena, visto necessitar de uma pesquisa de campo para concluir e validar a rede criada, tendo como vantagem a criação de redes pedestres personalizadas. Esta forma de obtenção de dados é a abordagem mais comum. A de *buffer* é a mais simples e rápida, capaz de gerar linhas a partir dos eixos de via (Karimi & Kasemsuppakorn, 2013).

Por sua vez, a obtenção de dados a partir do levantamento de terreno consiste numa pesquisa de campo detalhada de todo o espaço público (Vale et al., 2016). Trata-se de uma técnica bastante morosa, mas bastante fiel à realidade existente. Esta foi a estratégia adotada no projeto SIA, bem como no estudo desenvolvido por Neiva et al. (2013) para a cidade de Braga.

Para além do tipo de recolha, do tratamento e análise dos dados, terá de ser escolhido o modo de planeamento das viagens. Kasemsuppakorn e Karimi (2009) propõem que as rotas de navegação dos usuários de cadeiras de rodas podem ser em modo de planeamento pré-viagem e em modo de tempo real. Os autores definem o modo de planeamento pré-viagem como uma rota que é dada através de pontos de origem e destino, fornecendo a melhor rota de acordo com os requisitos existentes. A rota é obtida antes da viagem, dando as direções e percursos aos utilizadores. Por sua vez, o planeamento em tempo real é semelhante ao GPS utilizado nos carros, que nos fornece uma rota otimizada em tempo real, entre o ponto de origem e o de destino. Para esta última forma de planeamento é necessário equipamento com sistemas de navegação global e *software* capaz de criar rotas (Kasemsuppakorn & Karimi, 2009).

As rotas também podem ser personalizadas em função da condição física e idade dos utilizadores, como acontece no projeto MAGUS (Matthews et al., 2003). Assim, no projeto MAGUS (Matthews et al., 2013) são dadas diferentes impedâncias e segmentos da calçada, de acordo com as características pessoais de cada utilizador. Estes e outros modelos serão abordados em maior profundidade seguidamente. Por sua vez, no projeto U-Access (Sobek & Miller, 2006) as rotas são dadas em apenas três níveis (Kasemsuppakorn & Karimi, 2009).

1.3.2. Modelos focados na mobilidade pedonal para indivíduos com mobilidade reduzida

Na literatura encontram-se vários modelos que foram criados para facilitar a mobilidade pedonal de indivíduos com deficiência. Embora possuam características que

os distinguem, estes sistemas partilham a premissa de constituírem uma ferramenta útil, capaz de empoderar as pessoas que, fruto das suas limitações físicas, veem a sua mobilidade condicionada.

Deste modo, no cenário internacional, surgem sistemas como o MAGUS de Matthews et al. (2003), o U-Access de Sobek e Miller (2006) e o PAM de Karimi et al. (2014), enquanto a nível nacional se destaca o projeto SIA criado pela Câmara Municipal do Porto. Em seguida, apresenta-se, detalhadamente, cada um destes projetos, dando maior relevo ao projeto SIA pelos motivos supracitados.

Matthews et al. (2003) procuraram compreender, através do olhar dos utilizadores de cadeiras de rodas, as principais dificuldades encontradas no exercício da mobilidade diária. Os autores concluíram que as rampas escorregadias, os passeios estreitos, o piso degradado, o mobiliário urbano mal colocado, as grades de drenagem de água e os degraus constituem os principais obstáculos identificados pelos usuários de cadeiras de rodas. Esta informação levou à criação do modelo MAGUS (Modelling Access with GIS in Urban Systems), uma ferramenta capaz de fornecer rotas pré-viagem acessíveis aos usuários de cadeiras de rodas em áreas urbanas.

O projeto MAGUS distingue três níveis de usuários de cadeiras de rodas, com base na energia/força impressa ao movimento: os que manejam a cadeira manualmente e, portanto, suportam o seu peso e o da respetiva cadeira; os que são auxiliados por outra pessoa e, por último, os que utilizam cadeiras de rodas elétricas. Este torna-se um fator importante quando se trata de desenhar a melhor rota, assim como o tipo de piso, uma vez que diferentes tipos de piso representam diferentes resistências na deslocação de cadeira de rodas (Matthews et al, 2003). O modelo MAGUS permite ainda, caso a opção selecionada seja a cadeira de rodas manual, selecionar o nível de aptidão ou capacidade de viajar, numa escala de 10 (baixa capacidade) a 100 (alta capacidade). É um modelo que se adapta aos usuários de cadeiras de rodas, visto ser facilmente ajustado a cada tipo e à sua condição física e é uma ferramenta útil para as pessoas que fazem o planeamento do território. O modelo foi testado e validado na área de Northampton do Reino Unido.

Na elaboração deste modelo de mobilidade, Matthews et al. (2003) introduziram diversos fatores com diferentes impedâncias, como os degraus, o lancil do passeio alto,

calhas profundas, largura (superior ou inferior a 1 metro), inclinação, inclinação lateral, tipo de superfície e rebaixamentos, sendo a impedância de cada fator diferente para as cadeiras de rodas manuais e automáticas. Estes atributos estão representados em cada segmento de linha, para que, no caso de existência de alterações, seja possível adaptar esse trecho. Assim sendo, permite que cada segmento de linha tenha as variáveis do modelo, estando separadas em diversas colunas de uma tabela, o que possibilita uma análise independente. Para a inclinação, um dos fatores determinantes no trabalho, foi feito um MDT com curvas de 10 metros para facilitar o seu levantamento, sendo assumido pelos autores que o levantamento de campo da inclinação demoraria muito tempo. O declive dos eixos tem sentidos, e a acessibilidade varia de acordo com as direções, pois é considerado mais fácil descer do que subir, podendo alterar a acessibilidade de um trecho conforme a direção que seja percorrido. Matthews et al. (2003) consideram o valor 4% como valor limite, valor mais restritivo que os 6 % do DL 163/2006.

Por sua vez, o U-Access é um sistema web que permite aos estudantes com deficiência da Universidade de Utah, Estados Unidos da América, criar rotas viáveis para se deslocarem no campus universitário, de acordo com as suas habilidades físicas. Ajuda os estudantes a encontrar rotas entre pontos de origem e destino dentro do campus. Consiste numa ferramenta de roteamento para três níveis de utilizadores, sendo eles: 1) mobilidade sem ajuda (pessoa que ande a pé sem qualquer limitação), 2) mobilidade auxiliada por bengala, andador ou moletas, e 3) utilizadores de cadeiras de rodas.

É também uma ferramenta de identificação dos obstáculos que criam discrepâncias no roteamento de pessoas com limitações ou sem quaisquer limitações físicas. O U-Access permite ao utilizador visualizar caminhos para identificar áreas problemáticas, apoiando a tomada de decisão face à rota mais viável a percorrer (Sobek & Miller, 2006). Para os estudantes com mobilidade auxiliada e utilizadores de cadeiras de rodas, a aplicação elimina rotas intransitáveis (Kasemsuppakorn & Karimi, 2009).

Especialistas da Universidade de Utah e usuários de cadeiras de rodas testaram o U-Access e concluíram que as rotas obtidas eram precisas e claras, avaliando o sistema como uma ferramenta com elevada utilidade. Concluíram que a distância das rotas entre dois lugares para pessoas com limitações físicas é sempre igual ou superior à das pessoas

sem limitações, porque as primeiras têm de evitar determinados obstáculos no seu percurso (Kasemsuppakorn & Karimi, 2009). Trata-se de um aplicativo que define diferentes graus de habilidade física (e conseqüentemente diferentes graus de acessibilidade), não classificando as pessoas simplesmente como deficientes e não deficientes. Além disso, ao ser um sistema web, economiza tempo e recursos, sendo mais eficiente e fácil de usar do que os mapas de papel.

O PAM (*Personalized Accessibility Map*), em português designado por mapa de acessibilidade personalizado, trata-se de um serviço de orientação que procura auxiliar pessoas com deficiência motora, visual e auditiva na direção e navegação dentro de uma área geográfica (Karimi et al., 2014). Os autores procuraram compreender quais são os requisitos e componentes que um serviço necessita de ter de forma a ajudar indivíduos com deficiência no planeamento de percursos, recorrendo a três fontes: 1) investigações publicadas, acerca desta temática, na literatura; 2) critérios usados nos serviços existentes de *geo-crowdsourcing*; 3) e dados utilizados nos mapas de acessibilidade dos campus universitários, que são baseados nos padrões da ADA (Americans with Disabilities Act). Deste modo, o PAM é um mapa baseado nos recursos (e.g., edifícios com acessos acessíveis) e funções de acessibilidade (e.g., rotas adequadas para pessoas com deficiência), que tem em consideração as necessidades gerais dos utilizadores de cadeira de rodas e as suas preferências específicas na obtenção de rotas adequadas.

Na criação de tais rotas, Karimi et al. (2014) usaram como base o trabalho desenvolvido por Kasemsuppakorn e Karimi (2009) relativamente ao roteamento de cadeiras de rodas, adotando os seguintes critérios, propostos pelos autores, como requisitos essenciais: o declive, a largura, o estado da superfície, o trânsito, o comprimento e o número de degraus da calçada.

Para demonstrar os recursos e capacidades do PAM, bem como a sua utilidade para pessoas com mobilidade condicionada, foi criado um protótipo, aplicado no campus principal da Universidade de Pittsburgh, apelidado de PAM-Pitt. Consiste num sistema web, através do qual o utilizador pode obter rotas otimizadas a partir da seleção de pontos de origem e destino. A capacidade de calcular rotas com base nas necessidades e preferências individuais dos usuários de cadeiras de rodas, considerando os critérios de

roteamento específicos para estes indivíduos (e.g., grau de inclinação, estado do piso) ilustra a utilidade do sistema (Karimi et al., 2014).

Em suma, estes modelos partilham algumas características como o estudo da mobilidade pedonal em contexto universitário, no caso do U-Access e o PAM-Pitt, e o formato que, nos três modelos, é via web, permitindo poupar tempo e recursos ao utilizador. O modelo MAGUS destaca-se pela capacidade de calcular rotas acessíveis numa área mais abrangente, não se limitando a um contexto restrito.

1.3.3. Estudos nacionais acerca da mobilidade reduzida

Segue-se uma breve abordagem de alguns estudos realizados a nível nacional, no âmbito das redes pedonais destinadas a indivíduos com mobilidade reduzida.

O projeto “acessibilidade para todos”, realizado na cidade de Pinhel, teve como principais objetivos avaliar os graus de acessibilidade do espaço público e desenvolver uma ferramenta capaz de elaborar percursos acessíveis adaptáveis às necessidades e/ou preferências dos utilizadores (Costa, 2012). O autor considera o projeto fiável e inovador pela metodologia adotada, uma vez que, na construção da rede pedonal, foram representados ambos os lados dos passeios. Como principal limitação, Costa (2012) indica a ausência de passeadeiras e respetivos rebaixamentos, justificando que a área urbana estudada tem pouca consolidação, não estando definidos os pontos de atravessamento. Assim, é utilizada qualquer área do passeio para fazer o atravessamento entre passeios, optando-se por simular passagens de peões nos locais onde foram assinaladas as inexistências. O autor sugere a aplicação do modelo para uma cidade de maior dimensão e mais consolidada (Costa, 2012).

Num estudo realizado na baixa da cidade de Lisboa, Vale et al. (2017) procuraram medir e representar a acessibilidade de indivíduos com deficiência física em comparação com outros sem quaisquer limitações. Os autores concluíram que existe uma disparidade significativa na acessibilidade entre um utilizador de cadeira de rodas e uma pessoa sem limitações no centro da cidade de Lisboa. Esta diferença provoca, em várias situações, o

isolamento de alguns edifícios, não permitindo aos utilizadores de cadeiras de rodas deslocarem-se para outro local.

Neiva et al. (2013) realizaram um estudo semelhante na cidade de Braga. O objetivo principal deste estudo foi conhecer as qualidades e defeitos do espaço urbano e compreender como é que tais características encorajavam ou dificultavam a deslocação pedonal da população com mobilidade reduzida. Tendo como quadro teórico as diretrizes propostas pelo DL 163/2006, os autores optaram por recolher os dados através de medições no terreno (e.g., largura dos passeios, altura dos obstáculos, inclinação das rampas) e examinar o posicionamento do mobiliário urbano (e.g., caixotes do lixo, bancos, postes). Neiva et al. (2013) concluíram que alguns troços não cumprem os critérios estabelecidos pelo DL 163/2006, como a largura e inclinação dos passeios, constituindo obstáculos à deslocação pedonal. Estas medidas necessitam de ser respeitadas, para que haja uma livre circulação das pessoas (figura 10). Costa (2012) defende que a cidade tem espaço disponível para tudo, desde que seja capaz de organizar as coisas nos locais certos.

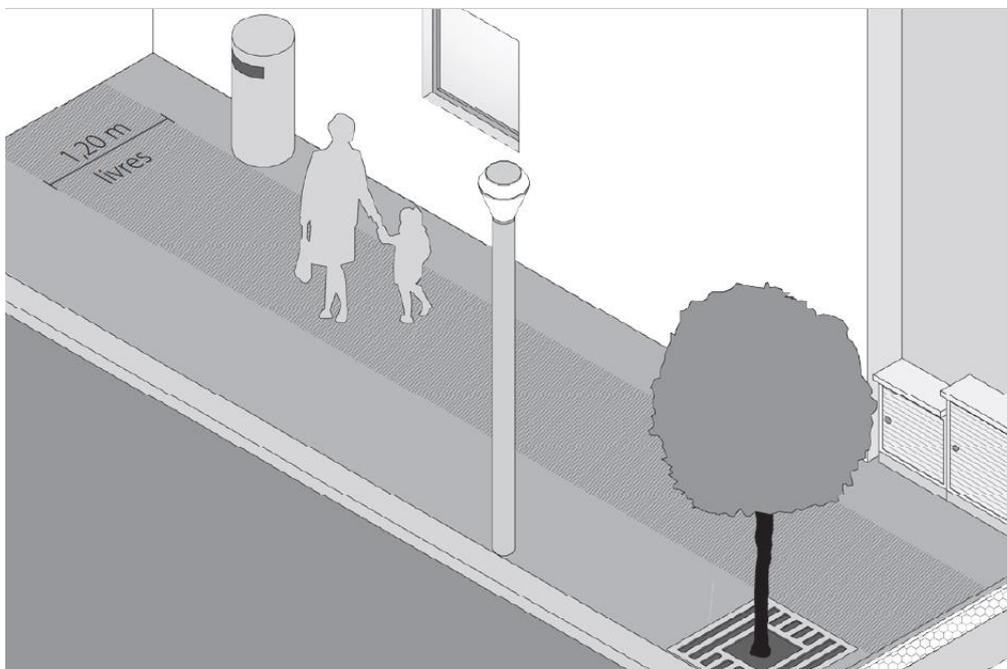


Figura 2: Esboço da largura livre e da localização do mobiliário urbano

Fonte: Guia da Acessibilidade e Mobilidade para Todos

1.3.3.1. SIA- Sistema de Itinerários Acessíveis

Sendo o presente estudo na cidade do Porto e tendo estagiado na Câmara Municipal do Porto, colaborando no projeto SIA, dedicar-se-á este subcapítulo a este projeto.

O Sistema de Itinerários Acessíveis, construído para a cidade do Porto, é um marco na tentativa de promover a acessibilidade no panorama nacional, visto estar público e acessível para todos os cidadãos. Este sistema pertence à Câmara do Porto, foi desenvolvido na Provedoria Municipal dos Cidadãos com Deficiência, cuja provedora é a arquiteta Lia Ferreira, sendo o responsável do projeto o arquiteto João Pestana. O projeto ganhou, em 2015, o Prémio Internacional Svayam Accessibility Awards. Nasceu no âmbito do Plano de Promoção de Acessibilidade para Todos na cidade do Porto (SIA, 2015).

Trata-se de um projeto que nasceu para ajudar as pessoas com mobilidade reduzida através da criação de rotas a ligar dois pontos de origem/destino. O site (www.sia.cm-porto.pt) pode ser consultado por todos os indivíduos, com ou sem limitações físicas (incluindo cegos).

O projeto cingiu-se ao levantamento de 500 metros do espaço público em redor das estações do metro, que vão desde a Casa da Musica (local mais a oeste da rede do SIA) até Campanhã (local mais a este da rede do SIA), sendo duas estações de referência e de chegada de passageiros à cidade, e do Hospital São João (local mais a norte da referida rede) até São Bento (estação mais a sul da rede SIA), tratando-se assim de um esquema “metroconcêntrico” (SIA, 2015) (figura 2).

por exemplo, o estado do piso ou a largura mínima exigida pelo decreto de lei 163/2006 foi insuficiente, mas que seja possível passar) ou escassamente acessível (quando a sua passagem for muito difícil). Este último grau foi chamado de escasso e não de inacessível, pois existem sempre casos excepcionais de pessoas que conseguem suprir dificuldades teoricamente impossíveis.

Para além do levantamento do espaço pedonal em redor das estações de metro, foi feito o levantamento dos edifícios públicos (e.g., museus, serviços públicos e escolas) para identificar se as entradas dos edifícios são acessíveis ou não. Os edifícios públicos, as entradas do metro e as duas estações de comboio presentes na área de influência do SIA servem como pontos de origem /destino para a criação de rotas.

O roteamento entre os pontos de origem e destino pode ser feito ora na rede pedonal, ora utilizando a rede de metro, visto tratar-se de uma rede multimodal. Sendo assim, como exemplo demonstrativo, a melhor rota dos Aliados para a Casa da Música é feita quase exclusivamente de metro (figura 3), visto as entradas do metro e as próprias carruagens serem acessíveis por pessoas com mobilidade condicionada.

calcular itinerário

Origem
Casa da Música - Entrada Acessível

Destino
Avenida dos Aliados-Paços do Conselho

Calcular

Descrição do caminho

- Iniciar em Casa da Música - Entrada Acessível
- Siga para Este na Avenida da Boavista para Praça de Mouzinho de Albuquerque
- Vire à esquerda na Praça de Mouzinho de Albuquerque
- Vire à esquerda na Rua de Cinco de Outubro
- Vire à direita na passeadeira na Rua de Cinco de Outubro
- Vire à direita na Rua de Cinco de Outubro
- Vire à esquerda na Praça de Mouzinho de Albuquerque
- Vire à esquerda na Avenida da França
- Faça a curva apertada à esquerda na Entrada Acessível no Acesso à estação de Metro Casa da Música
- Vire à esquerda e tome o Metro, linha A
- Sala na estação Trindade e faça a curva apertada à direita na saída da estação
- Vire à esquerda e tome o Metro, linha D
- Sala na estação Aliados e faça a curva apertada à direita na saída da estação
- Vire à direita na Entrada Acessível na Avenida dos Aliados [1 obstáculo]
- Vire à direita na Avenida dos Aliados para ficar na Avenida dos Aliados

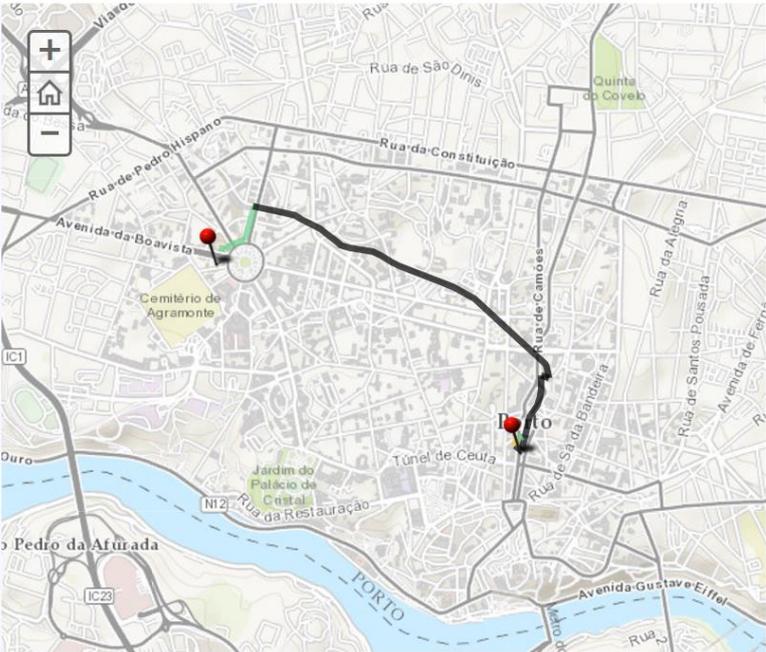


Figura 4: Exemplo do cálculo de um Itinerário do SIA

Ao selecionar um ponto de origem e um de destino, o SIA oferece a rota mais curta, mas não necessariamente a rota mais acessível. Significa que poderá indicar uma rota com partes escassamente acessível, parcialmente acessível e totalmente acessível, dando uma informação gráfica e alfanumérica com as condições do percurso (Figura 4). Sendo assim, cabe ao utilizador escolher utilizar essa rota ou não, pois o SIA funciona como um roteamento pré-viagem e não como um GPS. Uma outra particularidade reside na inexistência de um rebaixamento ser assinalado como um obstáculo, de forma semelhante a um poste ou qualquer outro mobiliário urbano, estando assim assinalado no mapa. Como se pode analisar na figura 4, existe uma descrição do percurso, com as direções e os obstáculos, ao mesmo tempo que aparece uma componente visual (mapa com o percurso assinalado).

calcular itinerário

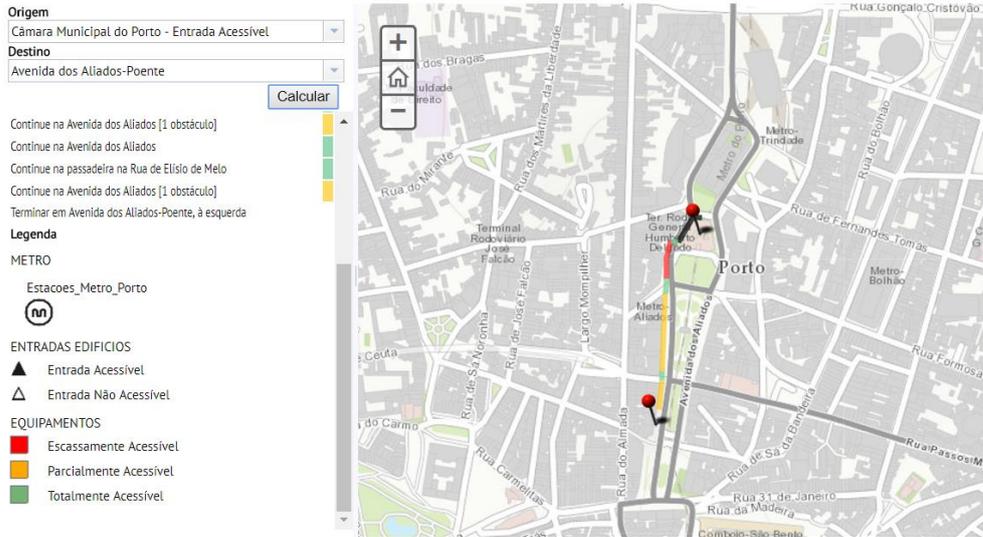


Figura 5: Exemplo de um percurso com os obstáculos do mesmo

Uma condicionante do projeto SIA é que o levantamento dos passeios não foi feito na totalidade, pois o objetivo foi criar rotas simplificadas a ligar todos os pontos de origem e destino (figura 5). Significa que em muitos casos numa rua só existe o levantamento de um lado do passeio, e não dos dois lados da rua.

consultar mapa



Figura 6: Exemplo de levantamento da rede do SIA

Deste modo, o SIA é uma ferramenta importante para o planeamento de viagens para pessoas com mobilidade reduzida e também para os responsáveis pelo ordenamento e planeamento da cidade do Porto, pois é uma ferramenta importante para catalogar e mapear o espaço urbano da cidade.

Em suma, todos estes modelos e estudos concluem que existem diferenças significativas na mobilidade e acessibilidade de uma pessoa com limitações físicas e que estas condicionam e, em algumas situações, impedem a sua deslocação pedonal. Neste sentido, diversos autores (Sobek & Miller, 2006; Costa, 2012; Neiva et al., 2013; Karimi et al., 2014; Vale et al., 2016) consideram a largura dos passeios, a inclinação, os rebaixamentos e as passadeiras como atributos essenciais para a atribuição de acessibilidade de um dado troço de passeio, devendo ser incluídas na elaboração de uma rede pedonal pensada para todos.

No caso português, estudos de vários autores (Costa, 2012; Neiva et al., 2013; Vale et al., 2016) orientam-se de acordo com as diretrizes do decreto de lei 163/2006 de 8 de agosto.

Deste modo, o presente estudo pretende complementar o projeto SIA ao introduzir a variável inclinação na rede pedonal criada, aumentando a área abrangida do centro da cidade.

Capítulo 2. – Objetivos e Método

A concepção da rede pedonal para pessoas com mobilidade reduzida é diferente da rede pedonal que normalmente é utilizada (Kasemsuppakorn & Karimi, 2009). Uma vez que é utilizado o centro da via e se pressupõe que as pessoas seguem por um dos passeios, normalmente apenas a distância é utilizada como variável. Verificam-se poucas restrições, sendo estas o facto de um pedestre só circular em vias destinadas a movimentos mistos de carros e pessoas ou a ruas pedonais. Por sua vez, as redes pedonais destinadas a toda população, incluindo a que apresenta mobilidade reduzida, está sujeita a outras preocupações e limitações, como a largura das vias, os obstáculos, a inclinação, a existência de rebaixamentos, entre outros.

2.1. Questões de Investigação e Objetivos

As questões de investigação que constituem o ponto de partida do presente trabalho são as seguintes:

- 1) as pessoas com mobilidade reduzida utilizam as mesmas rotas que as pessoas sem quaisquer limitações?
- 2) quais são as diferenças, em termos de distância, entre as rotas percorridas pelos indivíduos com mobilidade reduzida e as pessoas sem limitações físicas?
- 3) que alterações podem ser feitas para minimizar as barreiras na cidade?

Neste sentido, o objetivo principal da presente investigação é construir, em ambiente SIG, uma rede pedonal destinada a pessoas com mobilidade reduzida, que incorpore elementos considerados determinantes na acessibilidade (e.g., inclinação, rebaixamentos, posicionamento do mobiliário urbano). Como objetivos específicos pretende-se: a) verificar as rotas acessíveis para pessoas com mobilidade condicionada; b) comparar tais rotas com as das pessoas sem limitações físicas, demonstrando as diferenças existentes; e c) propor medidas e alterações para tornar as rotas mais eficazes, traduzindo-se na diminuição da distância.

Todas as variáveis incluídas na rede construída foram recolhidas e avaliadas de acordo com as diretrizes estipuladas no DL 163/2006, elaborado pelo Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social.

Em seguida, são apresentadas as estratégias metodológicas adotadas para a concretização dos objetivos definidos.

2.2. Variáveis e medidas em estudo

Pela análise da revisão da literatura, considerou-se fundamental, de forma a construir uma rede pedonal em ambiente SIG eficaz e eficiente, incluir as seguintes variáveis: a inclinação, largura livre dos passeios, obstáculos, rebaixamentos e passadeiras (Costa, 2012; Neiva et al., 2013; Karimi et al., 2014; Vale et al., 2016). O mobiliário urbano também deve ser tido em consideração, uma vez que, quando mal colocado, representa uma barreira impeditiva da circulação para as pessoas com mobilidade reduzida (Lopes, 2010).

Na tabela 1 cada uma das variáveis é apresentada em maior detalhe. A variável mobiliário urbano só foi utilizada na rede para as pessoas com mobilidade condicionada utilizadoras de cadeira de rodas manual e elétrica, uma vez que a largura do passeio, quando este se encontra mal posicionado, reduz significativamente, não sendo possível a sua passagem.

Passadeiras	Rebaixamentos	Mobiliário Urbano	Passeios
ID	ID	ID	ID
Nome da rua	Nome da rua	Nome da rua	Nome da rua
Largura (metros)	Largura (metros)	Tipo de colocação (bom/mau)	Largura (metros)
Comprimento (metros)	Inclinação (%)		Comprimento (metros)
Inclinação (%)	Possibilidade de utilização		Inclinação (%)
Estado do piso (bom/mau)			Estado do piso (bom/mau)

Tabela 1: Variáveis da rede

A escolha destas variáveis resulta da revisão da literatura, bem como da ligação ao projeto SIA. O projeto SIA engloba todas estas variáveis, com exceção da variável inclinação, que, por sua vez, é utilizada em todos os projetos anteriormente mencionados.

Sabendo que a análise da rede tem como objeto de estudo as pessoas com mobilidade reduzida, a tabela de atributos das linhas (passeios) tem um campo com a distância métrica (metros) e um campo com o grau de acessibilidade, que é definido a partir dos atributos inclinação, largura, espaço livre e estado do piso.

Para construir a rede pedonal, recorreu-se ao software ArcGIS versão 10.3.1. Toda a informação foi trabalhada através deste sistema de informação geográfica, recorrendo-se às várias valências permitidas pelos comandos do ArcGIS.

2.3. Procedimento de recolha de dados

Como ponto de partida, utilizou-se a rede levantada pela Câmara Municipal do Porto (CMP) de 500 metros em redor da linha do metro. Da rede SIA utilizou-se assim 13 km de passeios. No entanto, como os dados referentes à área central que se propõe estudar não foram totalmente recolhidos pela CMP, recorreu-se ao levantamento de terreno das áreas complementares da área central da cidade do Porto, nomeadamente a área de reabilitação urbana dos Aliados e de Cedofeita.

Ainda que seja uma técnica de recolha de dados exaustiva, o levantamento de terreno permite realizar uma pesquisa de campo detalhada, elevando a fidelidade dos dados obtidos (Vale et al., 2016). Na presente investigação, foram levantadas no terreno as variáveis presentes na tabela 1.

Uma vez que se trata de um elemento associado aos obstáculos encontrados na deslocação pedonal dos indivíduos com mobilidade reduzida (Costa, 2012) e integrado nos estudos de diversos autores (Neiva et al., 2013; Vale, 2016), a inclinação foi um fator essencial na elaboração do mapa de acessibilidade da área estudada no presente trabalho.

O levantamento da inclinação foi feito, numa primeira fase, a partir da altimetria extraída dos pontos cotados fornecidos pela CMP e, posteriormente, confirmados no terreno. Por sua vez, o levantamento da largura dos passeios foi efetuado no ArcGIS a partir da carta planimétrica fornecida pela CMP, e as distâncias de alguns troços foram

confirmadas no terreno, com recurso a medições. Os obstáculos, rebaixamentos e estado dos passeios foram todos recolhidos no terreno. Todos os dados foram recolhidos entre 1 de fevereiro de 2017 e 30 de abril de 2017.

Para se obter a percentagem de inclinação foi feita uma eliminação de todos os pontos cotados, que não estavam na via pública. Posteriormente subtraiu-se o ponto mais alto pelo mais baixo de dado troço da via, obtendo-se a percentagem da inclinação, dividindo pelo número de metros do troço em questão.

Para validar e confirmar a informação obtida a partir deste método, procedeu-se à medição da percentagem de inclinação a partir das soleiras das casas através do método acima referido, fazendo essa medição em três soleiras diferentes do mesmo troço de passeio, para se obter uma média. Confirmou-se que estes valores eram iguais aos obtidos pelo primeiro método, o que significa que a escala de valores em percentagem atribuída a cada troço do passeio é, neste caso, fidedigna. Na variável rebaixamentos classificou-se se tem ou não rebaixamento e a sua localização geográfica. Na variável passadeiras foi levantado se existem e a sua localização geográfica, não sendo medidas a inclinação, largura ou estado das mesmas.

A avaliação realizada no terreno guiou-se pelas medidas impostas no decreto-lei 163/2006, focando-se apenas no espaço pedonal público, como os passeios, passadeiras e praças.

A recolha das variáveis supracitadas foi feita com o máximo rigor possível. Com exceção do campo *estado dos passeios*, o único campo de análise pessoal no terreno, todos os outros foram feitos com recurso a medições feitas no terreno e na carta planimétrica cedida pela CMP, no âmbito do estágio académico, para ser possível a comparação dos dados levantados quer no ArcGIS, quer no terreno.

2.4. Procedimento de análise de dados

Não estando a rede do SIA criada de acordo com os propósitos definidos, optou-se por criar uma rede nova utilizando os parâmetros do projeto SIA e adicionado a variável inclinação. Como havia informação já levantada na rede do SIA, e esta se encontrava numa só dimensão, foi feita uma separação dos diversos dados, separando-se

a rede em quatro grupos: dois deles em pontos (rebaixamento e mobiliário urbano) e os outros dois em linhas (passeios e passadeiras). Sendo assim, com esta informação do SIA e a que foi levantada foram criadas as ligações das variáveis da rede. A circulação é feita a partir das linhas de passeios e passadeiras e está dividida em dois níveis diferentes, sendo a ligação realizada apenas a partir dos rebaixamentos como ilustra a figura 7.

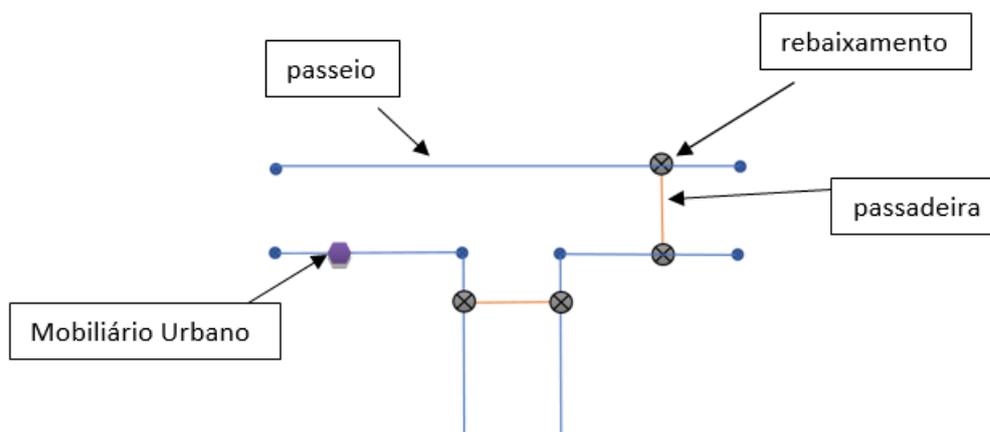


Figura 7: Esquema da rede

No decorrer do levantamento dos dados procedeu-se à elaboração de uma base de dados no ArcGIS, constituída pelas quatro variáveis, formando cada uma delas uma tabela diferente. Através desta estratégia, torna-se possível ter a informação devidamente guardada, bem como aceder facilmente à base de dados e obter resposta às diversas questões colocadas.

Para facilitar o processo de cálculo da acessibilidade do troço, foi adicionada uma coluna onde foram introduzidos dois valores, em que um corresponde a apto e outro a inapto para a circulação. Essa normalização dos valores do decreto-lei 163/20026 foi feita na tabela de dados das passadeiras, passeios, mobiliário urbano e rebaixamentos. Assim, como define Neiva et al. (2013), os valores de 1 correspondem a espaços em conformidade e os valores de 0 referem-se a espaços que não estejam em conformidade com o decreto-lei 163/2006. A normalização de todos os valores é importante, numa fase

posterior, para o cálculo das rotas, visto que só espaços com valores de 1 são possíveis de percorrer por toda a população. Cada atributo foi avaliado separadamente para cada uma das tabelas.

Posteriormente realizou-se, no programa ArcGIS, a modelação da rede, onde foram introduzidos os valores levantados nas tabelas de atributos dos passeios, passadeiras e rampas. A criação da rede foi feita com o uso da ferramenta network analyst.

O presente trabalho não aborda o tempo que cada pessoa leva a percorrer dado percurso, visto que este é altamente variável de indivíduo para indivíduo. Para além desta variabilidade entre diferentes tipos de pessoas com mobilidade reduzida, acresce que nas subidas essa velocidade pode ser muito condicionada, constituindo um cálculo difícil de efetuar, devido aos graus de inclinação existentes no terreno. Portanto como alternativa apenas aborda a distancia, calculada em metros.

Para uma melhor análise foram criadas 4 redes diferentes, tendo elas diferentes parâmetros. A rede para pessoas sem limitações pode percorrer qualquer troço e atravessar passadeiras que não tenham rebaixamento. A rede para pessoas idosas/ de andarilhos ou moletas é igual à das pessoas sem limitações, mas não podem percorrer troços com inclinação igual ou superior a 6%. A rede para usuários de cadeiras de rodas normais não pode percorrer troços com largura inferior a 1,20 metros, em mau estado e com inclinação superior a 6%, e o atravessamento entre passeios só pode ser feito em passadeiras com rebaixamentos. A rede para cadeiras de rodas elétricas é igual à rede para cadeiras de rodas manuais, mas não é influenciada pela inclinação.

Após a modelação da rede, foi feita uma análise, com o intuito de compreender quais são os trechos mais críticos. Foram ainda realizados testes à rede para comparar o aumento da distância percorrida que uma pessoa com limitação física faz a mais do que uma pessoa sem qualquer limitação. Deste modo, de acordo com Vale et al. (2016), é possível evidenciar a disparidade da acessibilidade entre pessoas sem qualquer limitação e as pessoas com limitações motoras. Para a análise de rotas possíveis, foram utilizados como pontos de origem e de destino os edifícios públicos, bem como as estações de metro localizadas na ARU dos Aliados e de Cedofeita. As rotas criadas no presente trabalho são feitas em planeamento pré-viagem, criando assim rotas entre diferentes pontos de

origem/destino. Para além das estações de metro, estação de comboio e edifícios da área de estudo foram utilizados os números de polícia para criar os mapas de acessibilidade a partir de dados pontos de origem.

Efetuiu-se ainda a validação de um percurso da rede com o auxílio de uma pessoa utilizadora de cadeira de rodas manual. Neste sentido, o participante percorreu uma rota para se verificar se a rota sugerida pela rede era, de facto, acessível.

Os graus de acessibilidade são apenas dois: total, quando não existe nenhuma condicionante; ou escasso, quando a passagem é difícil, com uma elevação superior a 6%, largura mínima insuficiente ou piso degradado. Nomeou-se o grau de escasso e não de inacessível (como no SIA), uma vez que se verificam sempre casos excecionais de pessoas que conseguem suprir dificuldades teoricamente impossíveis, como a falta de rebaixamento ou subir passeios com inclinação superior a 6%. Optou-se por definir dicotomicamente apenas dois campos, considerando-se se é ou não possível percorrer dado troço, não havendo espaço para meio acessível.

A inclinação foi dividida em cinco classes: 1) 0-4%; 2) 4-5%; 3) 5-6%; 4) 6-9% e 5) 9% ou superior. Esta divisão em grupos foi feita para que, caso no futuro a lei seja modificada ou se pretenda alterar estes valores, seja mais fácil proceder às alterações necessárias.

Capítulo 3. – Caso de Estudo

Com base na revisão da literatura acerca do tema e tendo em conta o estágio académico desenvolvido, o caso de estudo foca-se na área mais central da cidade. Neste capítulo, apresentam-se os dados recolhidos de acordo com a metodologia apresentada, e uma análise aos diversos componentes da rede pedonal criada. Por último, apresentam-se testes efetuados à rede, com o objetivo de demonstrar as diferenças existentes entre as redes criadas.

3.1 Enquadramento geográfico da área de estudo

A área de estudo do presente trabalho enquadra-se na cidade do Porto, segunda maior cidade do país, e sede da área metropolitana do Porto, que é constituída por 17 municípios. A cidade do Porto está inserida na Região Norte (NUTT II) e é sede de distrito do Porto, sendo constituída atualmente por 7 freguesias.

A nível territorial está localizada na parte noroeste do território nacional e ocupa uma área de 41.42 km². A área de estudo corresponde a uma zona central da cidade, na União de freguesias Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória mais precisamente a ARU dos Aliados e a ARU de Cedofeita (com 1,4 Km²), área de grande movimento populacional e onde convergem todos os meios de transportes terrestres existentes na cidade do Porto (carro, autocarro, metro e comboios), que muitas vezes são o ponto de partida das deslocações a pé na área do estudo. A escolha desta área deve-se também ao facto de ser uma área morfológica acidentada, formando um vale no centro. A nível populacional, de acordo com os censos de 2011, o Porto tem uma população de 237 591 habitantes, em que mais de 55 mil têm 65 ou mais anos (censos 2011, INE).

Nesta área da cidade do Porto, encontram-se alguns dos edifícios e espaços mais notáveis da cidade como, por exemplo, a estação de comboios São Bento, a avenida dos Aliados, a igreja dos Clérigos, a igreja do Carmo, o mercado do Bolhão, o teatro Rivoli, o teatro Sá da Bandeira, a livraria Lello, a Câmara Municipal do Porto, entre outros.

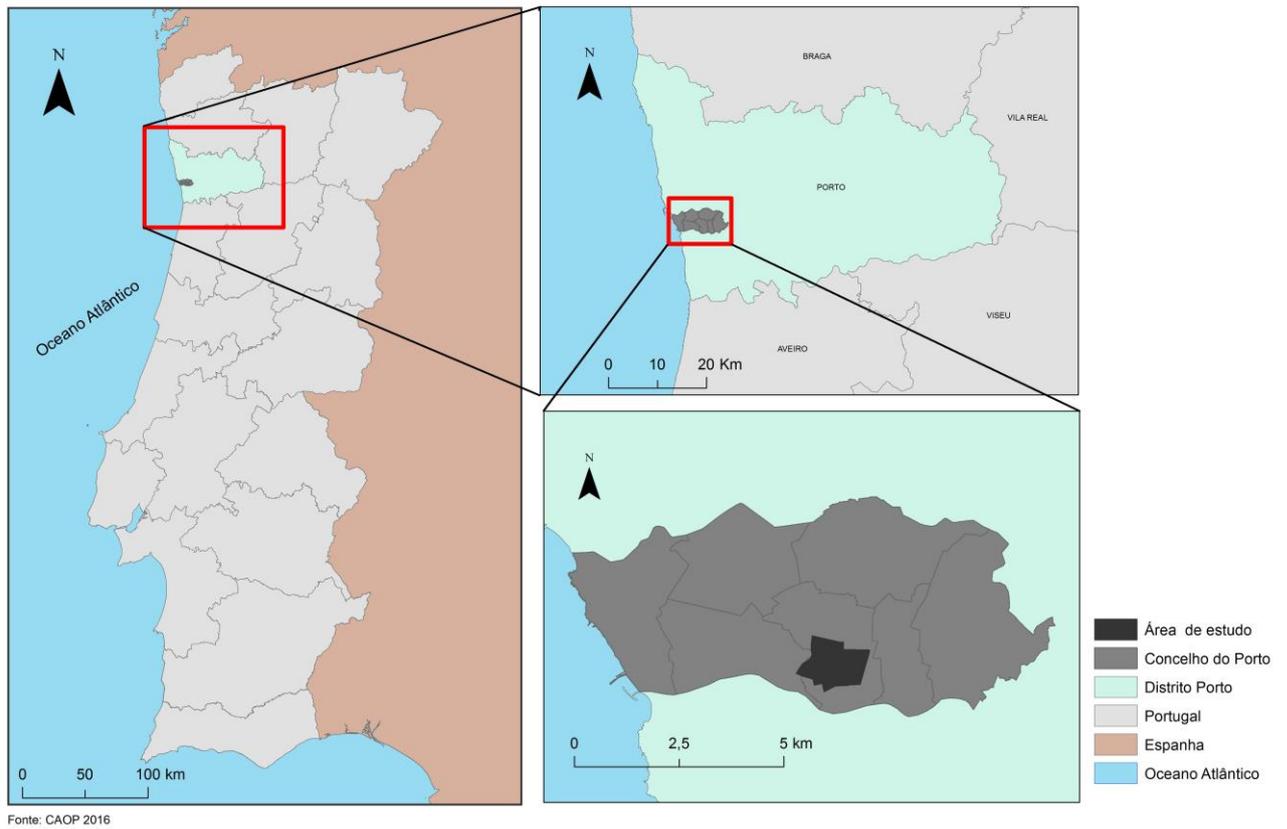


Figura 8: Enquadramento Geográfico da área de estudo

3.2 Descrição da rede pedonal

A rede pedonal criada, como referido anteriormente, é composta por rebaixamentos, passeios e passadeiras. Os obstáculos (i.e., mobiliário urbano mal colocado) e os pontos de origem/ destino são utilizados na rede, mas não foram utilizados na sua criação. Apenas foram usados na análise para as diferentes rotas.

A rede é composta por 507 entradas na tabela dos rebaixamentos, em que 392 entradas têm rebaixamento e as restantes 115 não tem rebaixamento. Em alguns casos, verificou-se que existe rebaixamento num dos lados da passadeira e do outro lado não, como ilustra a figura 8. Este facto deve-se a um dos lados do passeio ter sido intervencionado recentemente e o outro não. Quanto ao número de obstáculos, registaram-se 15 (figura 9), sendo a grande maioria postes de iluminação que têm menos de 0.90cm, considerado pela lei como limite mínimo.

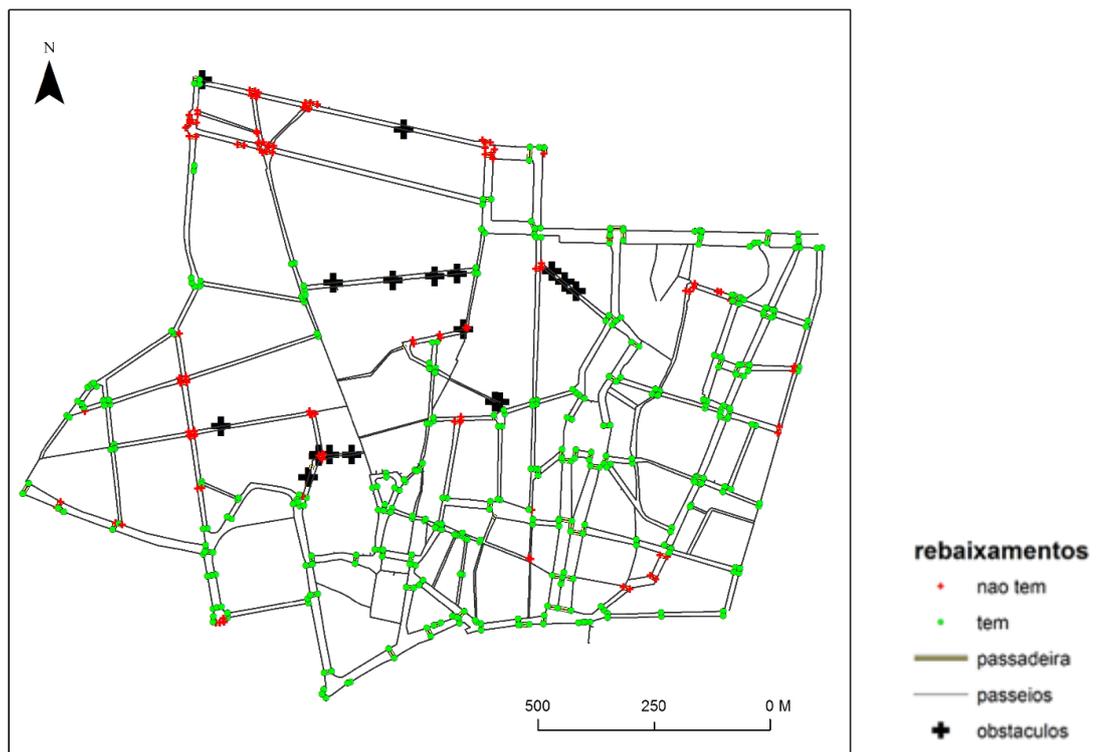


Figura 9: Variáveis da rede

Foram levantadas 273 passareiras da área de estudo. Foram levantados 41.230 km de passeios. Da totalidade do levantamento feito só 30.314 km são totalmente acessíveis a qualquer pessoa, independentemente das limitações avaliadas, correspondendo a 73.5% dos passeios. Este valor é fortemente influenciado pela inclinação, visto que se este campo não for considerado, obtém-se 37,401km de passeios acessíveis, ou seja, 90.3%.

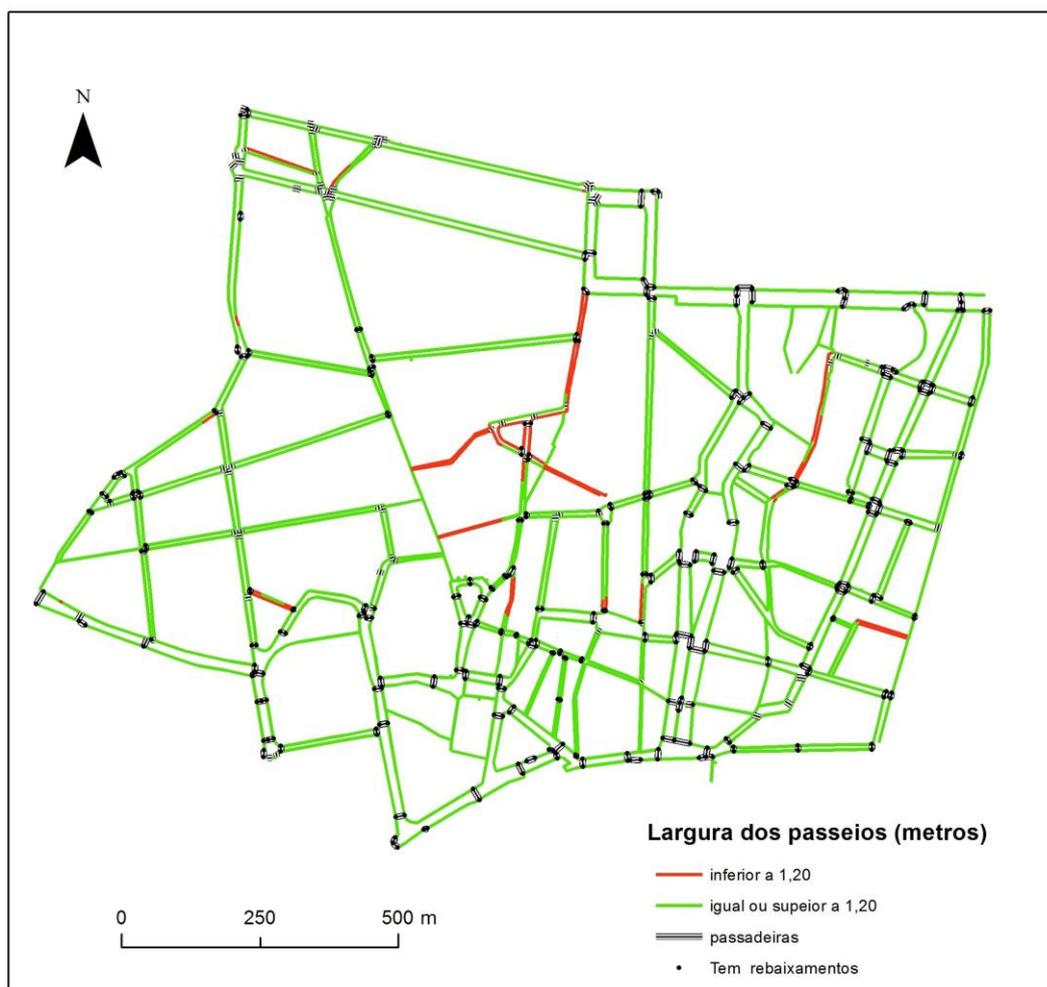


Figura 10: Largura dos passeios (superior ou inferior a 1.20 metros)

Dos passeios levantados, 2,766 km têm largura inferior a 1,20 metros (largura mínima exigida por lei). Para além destes, 0,264 km não têm passeio na rua (i.e., rua do Mirante) em nenhum dos lados (figura 9). Ou seja, 3,031km não cumprem as medidas exigidas pela lei no que diz respeito à largura dos passeios, o que representa 7.35% da área levantada de passeios.

Quanto ao estado dos passeios, como se pode verificar na figura 11, 95.4% apresenta-se em bom estado representando 39,4 km. Mesmo assim, existem alguns troços com estado de piso razoável, representando na totalidade de 0,752 km. Por sua vez, 791 metros dos passeios apresentam um piso em mau estado e 339.6 metros a inexistência do passeio. Como se pode ver, em praticamente todas as ruas onde existem passeios degradados é de ambos os lados dos passeios.

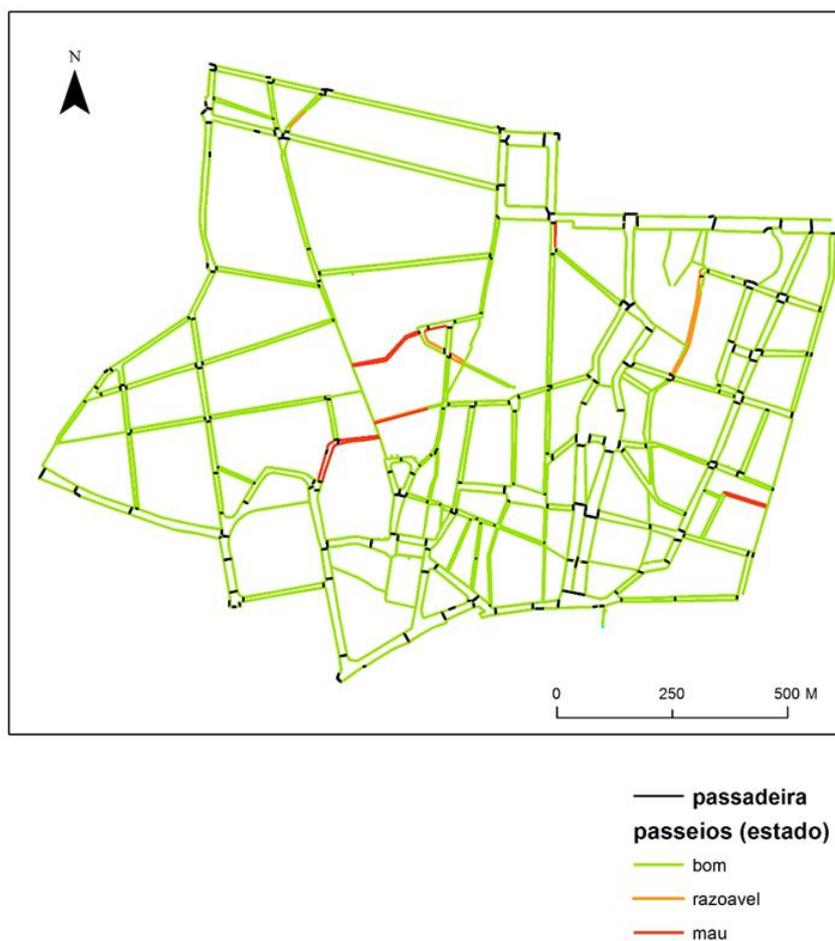


Figura 11: Estados de conservação dos passeios

Quanto aos edifícios assinalados, bem como as estações de metro e de comboio da área de estudo, estes servem para a criação de rotas de origem e destino (figura 12). No entanto, sabe-se, de antemão, que as pessoas fazem o seu percurso de outros locais como, por exemplo, a deslocação da sua casa ao supermercado. A opção tomada de estes pontos serem os de origem e destino das rotas deve-se a serem edifícios e equipamento públicos já utilizados no projeto SIA.

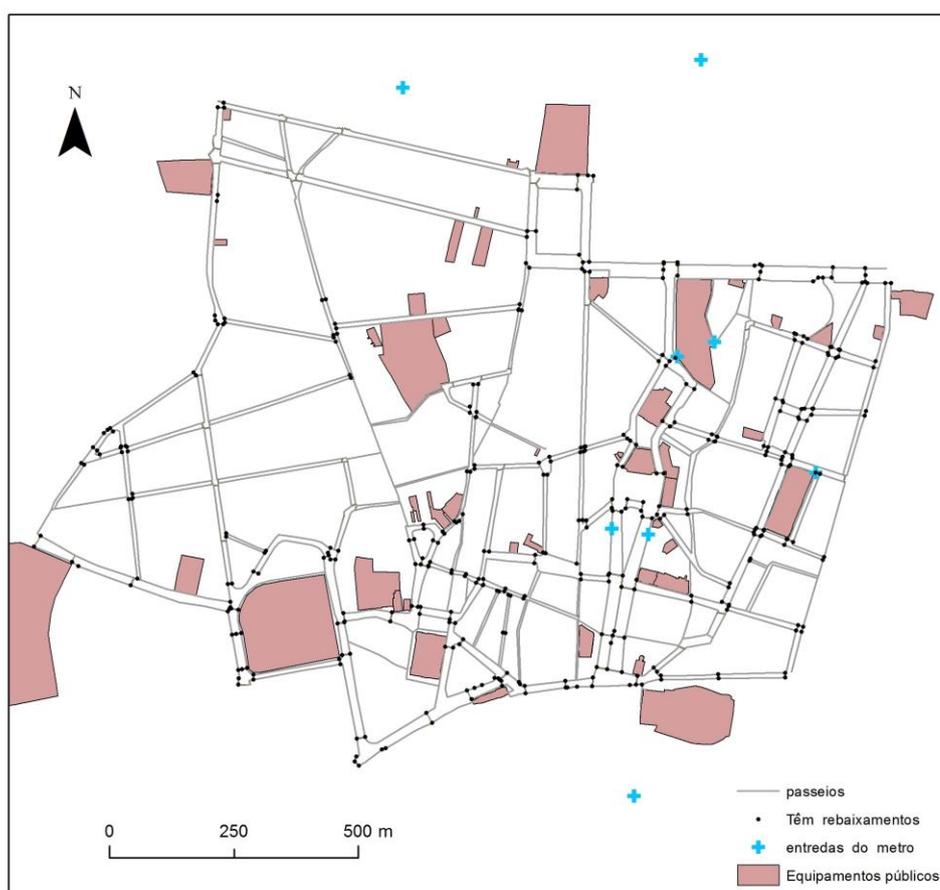


Figura 12: Equipamentos públicos e estações de metro da área de estudo

A nível de inclinação dos passeios, 11,2 km tem 6% ou mais de inclinação, o que representa 27% da área levantada. 30,2 km tem uma inclinação inferior a 6%. Estando a inclinação dividida em 5 grupos (figura 13), o maior grupo é o de 0-4% com 20,5 km; o

grupo seguinte, de 4-5 %, tem 5,4 km, seguindo-se por fim o grupo de 5-6% com 6,8 km como o último grupo considerado acessível para a população com limitações físicas do estudo. Nos dois grupos dados como inacessíveis surge o de 6-9% com 4,6 km e o de 9% ou mais com 4 km.



Figura 13: Inclinação dos passeios em percentagem

Na figura 8 é possível ver que a maior parte dos obstáculos se situam perto uns dos outros e em áreas em que, pelo estado do piso ou pela largura do passeio, se compreende que não foram ainda intervencionadas.

Como ilustra a figuras 14, na Travessa do Carregal existem obstáculos (sendo eles postes de iluminação), o estado dos passeios é mau e as passadeiras não têm rebaixamentos. Em contrapartida, verifica-se que as ruas principais já foram em grande parte intervencionadas, logo o piso é bom, a largura é superior a 1,20 metros e não existem obstáculos para os cadeirantes.



Figura 14: Largura e estado dos passeios da Travessa do Carregal

Como se pode constatar na figura 8, a falta de rebaixamentos está também concentrada nos mesmos locais, o que demonstra que não houve ainda uma requalificação destas áreas. A falta de rebaixamentos (figura 15) está presente em locais que poderiam ser totalmente acessíveis, visto que as áreas envolventes são acessíveis, onde se encontra um bom piso, a largura cumpre as medidas exigidas por lei e não se verificam obstáculos na circulação pedonal.



Figura 15: Passadeiras sem rebaixamentos

A alteração do estado dos passeios ou o seu melhoramento para os utentes, no caso da área de estudo, não provoca grandes alterações de acessibilidade, visto que esses troços de passeios não têm a largura mínima exigida (1,20 metros) e/ou apresentam uma inclinação superior a 6%. Ainda assim estas alterações devem ser feitas. O caso mais significativo são os passeios da rua de António Pedro, onde ambos os passeios da rua estão em mau estado, tem menos de 1,20 metros e tem uma inclinação superior a 9%.

Para a elaboração da acessibilidade de cada trecho, teve-se em conta o espaço livre do passeio, o estado do mesmo e a inclinação. Estes três parâmetros não afetam todos os utilizadores, uma vez que apenas para as cadeiras de rodas manuais são utilizados os três campos para definir a acessibilidade de um trecho. Por sua vez, para os utilizadores de cadeiras de rodas elétricas, a capacidade de o percorrer um trecho já não é influenciada pela inclinação, uma vez que uma cadeira de rodas automática sobe elevados pendentes. Já na rede para pessoas sem limitações e na rede para pessoas idosas/com andarilhos/com moletas, a largura das vias não tem influência, uma vez que todos os trechos têm largura suficiente para uma pessoa passar, o que já não acontece com as pessoas com cadeiras de rodas. Sendo assim na rede para pessoas idosas/com andarilhos/com moletas, a acessibilidade dos trechos é apenas influenciada pela inclinação, enquanto que para as pessoas sem qualquer limitação não sofre influência de nenhuma variável, sendo totalmente acessível em todos os trechos.

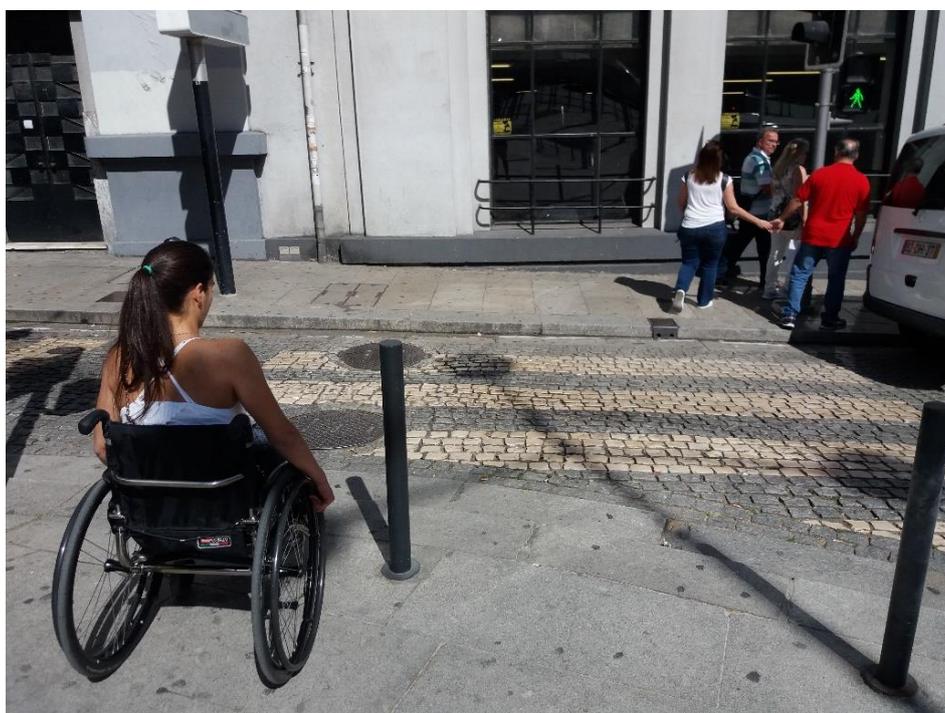


Figura 16: Passadeira com rebaixamento de um lado e sem rebaixamento do outro

Conforme referido anteriormente, o atravessamento só pode ser feito entre passeios pelas passadeiras e, no caso dos cadeirantes, terá de existir rebaixamento em ambos os lados da passadeira para ser possível atravessar (figura 14). Para as pessoas que se deslocam a pé, não é necessário existir rebaixamento nas passadeiras para ser possível atravessar as mesmas.

Deste modo, como ilustra a figura 30, a rede para pessoas sem quaisquer limitações é totalmente acessível. Por sua vez, a figura 17 demonstra que só 73.12% dos passeios são acessíveis para utilizadores de cadeiras de rodas manuais, ou seja, 30,2 km dos passeios são acessíveis, significativamente menos que os 90.3% de passeios acessíveis a usuários de cadeiras de rodas elétricas (figura 31). Já a rede para idosos/pessoas de andarilhos/moletas (figura 32) tem 32.7 km de passeios acessíveis, representando 79.3% da área total.

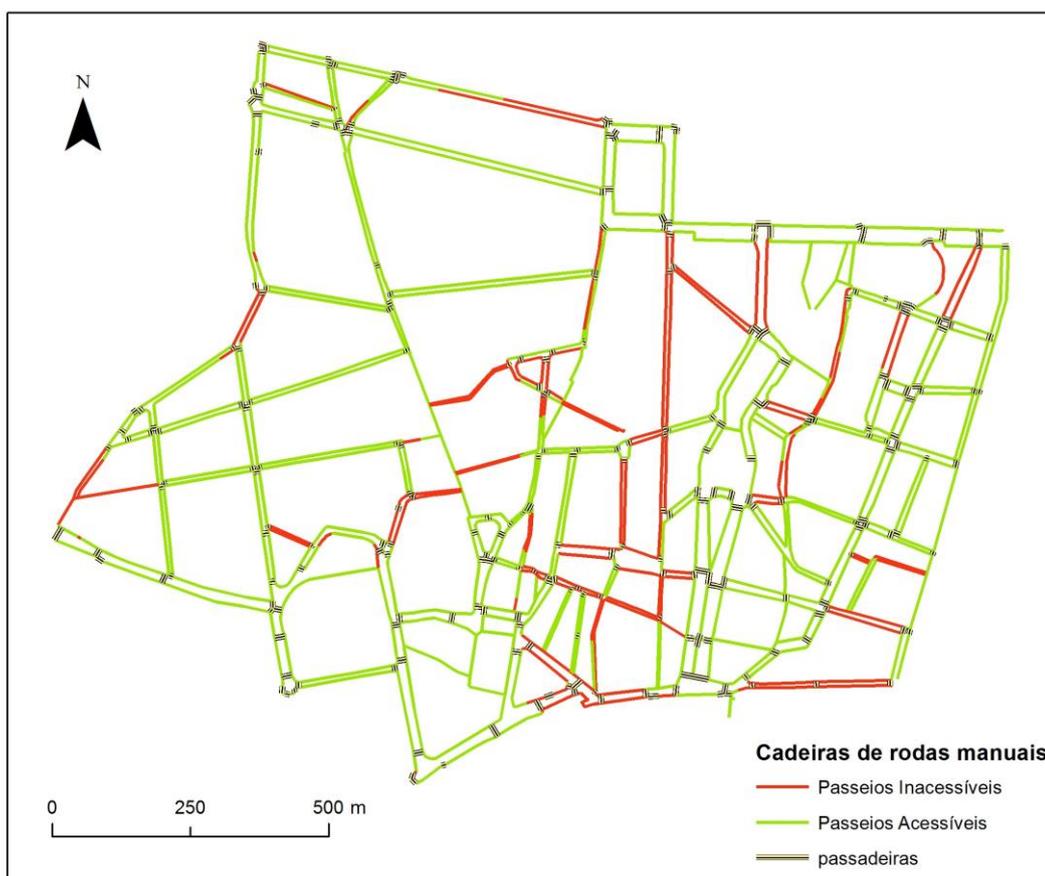


Figura 17: Troços de passeios acessíveis para usuários de cadeiras de rodas manual

3.3. Teste da rede

Teste São Bento-> Bolhão-> Junta de Cedofeita

Para testar a rede, elaborou-se uma rota entre a única estação de comboio da área de estudo, uma vez que é a porta de entrada na cidade para muitas pessoas, e a junta de freguesia União de freguesias Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória, passando pelo mercado do Bolhão. A escolha desta rota deve-se ao facto de percorrer uma distância considerável, onde existe inclinação entre os pontos de origem e destino. O ponto de origem localiza-se num dos locais mais baixos da área de estudo e o de destino, por sua vez, localiza-se num dos mais altos (origem: estação de comboios São Bento; destino: junta de freguesia União de freguesias Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória).

No teste foi feita uma comparação, numa primeira fase, entre a rede para pessoas sem quaisquer limitações físicas e a rede para utilizadores de cadeiras de rodas manuais. A rota dada para uma pessoa sem limitações desde a estação de comboio São Bento, passando pelo mercado do Bolhão e terminando na junta de freguesia de Cedofeita totaliza 1177,8 metros. Esta distância apresenta pontos de inclinação superiores a 9%. Sendo esta a rota mais curta possível na rede, é bastante inferior à rota obtida para um utilizador de cadeira de rodas manual que, para percorrer os três pontos do percurso, é forçado a andar 1487,5 metros, o que representa 309,5 metros a mais do que uma pessoa sem limitações. Analisando o mapa abaixo representado (figura 18) verifica-se que esta diferença se justifica pelo facto de os utilizadores de cadeiras de rodas manuais serem obrigados a evitar os troços com grande inclinação, alterando assim a rota. Já para os utilizadores de cadeiras de rodas eléctrica têm de percorrer 1342 metros para fazer o percurso, sendo este aumento de distância (comparado com a rota para pessoas sem limitações) justificado à falta de rebaixamentos numa passadeira.

No teste realizado com um utilizador de cadeira de rodas manual, verificou-se uma maior dificuldade para ir da Estação de São Bento até à junta de freguesia União de freguesias Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória, do que no

sentido inverso. Isto deve-se unicamente à inclinação do percurso que, em alguns casos, era de quase 6%, logo exigia mais esforço e maior tempo de deslocação a subir do que a descer. No teste efetuado, a pessoa em causa conseguiu concluir a rota destinada a indivíduos utilizadores de cadeira de rodas manual com sucesso.

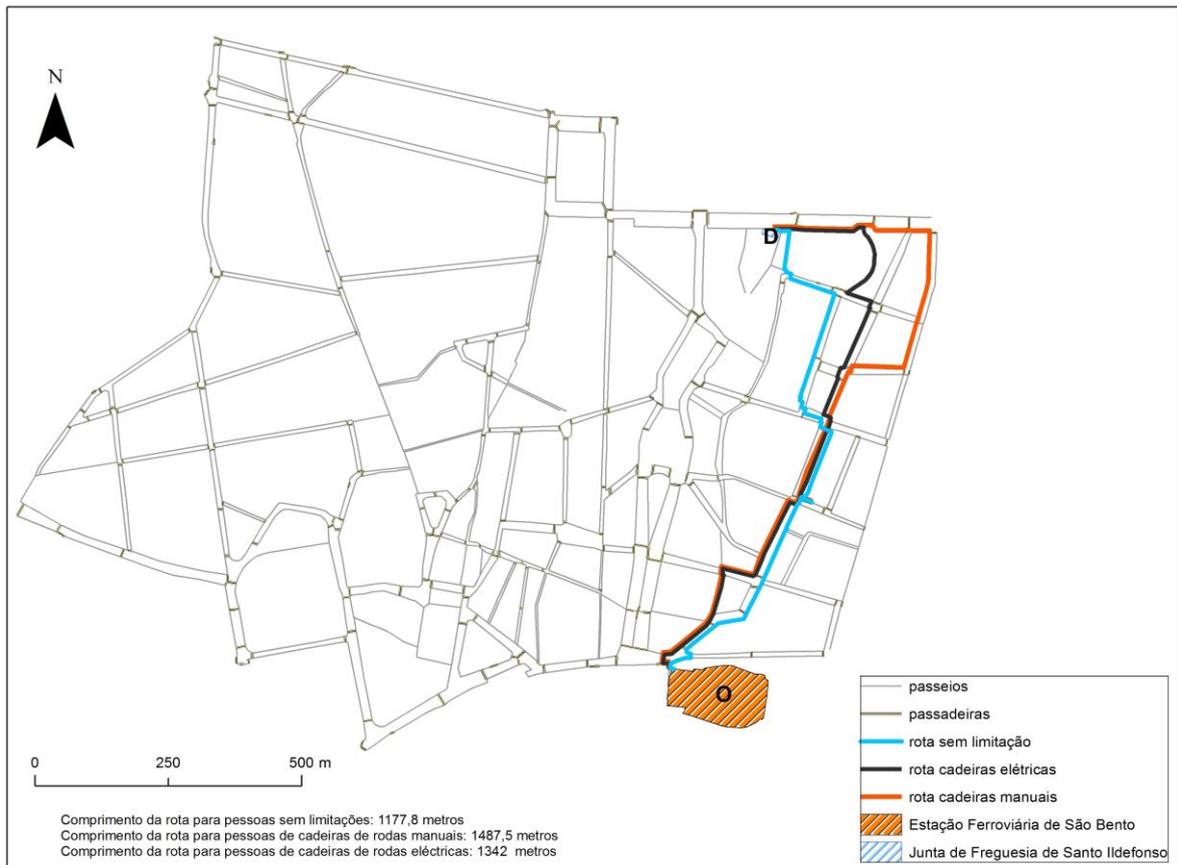


Figura 18: Rota da Estação ferroviária de São Bento até à junta de freguesia

Teste São Bento-> Hospital Santo António

Uma outra rota testada foi novamente entre a única estação de comboios (ponto de origem) presente na área de estudo até ao hospital Santo António (ponto de destino), único existente também na área de estudo. Estes dois pontos foram escolhidos para o teste da

rede, pois o primeiro, como anteriormente referido, é um ponto de chegada de pessoas ao Porto, e o segundo é a única grande unidade de saúde presente na área de estudo, logo de grande interesse para quem tenha de se deslocar a um hospital.

A rota para as pessoas sem quaisquer limitações e para pessoas de cadeiras de rodas elétricas é exatamente a mesma, tendo 1026,7 metros (figura 19). Por sua vez, a rota para pessoas utilizadoras de cadeiras de rodas manuais é de 3818,2 metros, pois têm de evitar todos os troços com mais de 6% de inclinação. Nesta análise conclui-se que existe uma enorme discrepância entre uma e outra rota, totalmente influenciada pela inclinação e largura dos passeios. A inclinação é o único fator que diferencia os parâmetros das rotas de cadeiras de rodas manuais e as rotas de cadeiras elétricas, obrigando a fazer um percurso quatro vezes superior ao mínimo existente. Qualquer alteração que se possa fazer é de difícil mudança, pois alguns troços têm inclinação superior a 9%, tornando praticamente impossível a um utilizador de cadeira de rodas. Já se os passeios tivessem as medidas exigidas pelo decreto-lei 163/2006 a distância passava para 2905,6 metros, a mesma rota das pessoas idosas / andarilhos / moletas.

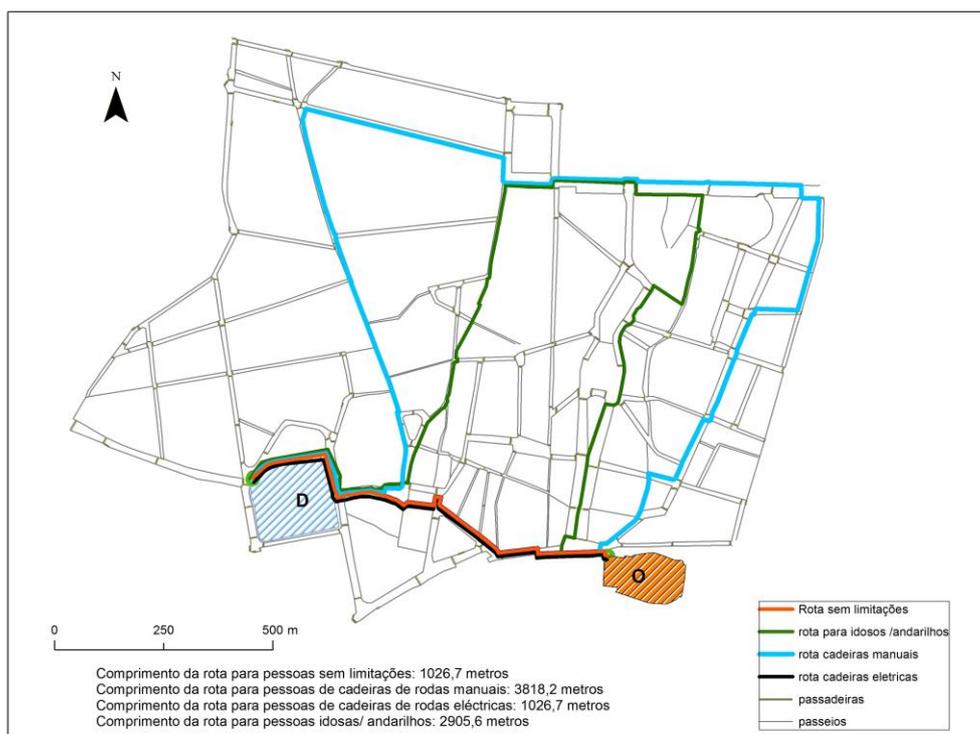


Figura 19: Rota da Estação ferroviária São Bento ao Hospital Santo António

Comparação da rede SIA com a rede construída na presente investigação

Numa análise comparativa das duas redes em que fosse possível testar as suas diferenças, foi escolhida a rota que faz a ligação entre a entrada/saída da estação de metro da Trindade (ponto 1) e a reitoria da Universidade do Porto (ponto 2). A escolha da estação de metro da Trindade deve-se ao facto de ser a principal estação do Porto e a ligação das diferentes linhas de metro, e a escolha da reitoria deve-se ao facto de ser um ponto de referência para os estudantes universitários à Universidade do Porto.

Na rede criada, a rota para pessoas sem limitações físicas tem uma distância de 904.5 metros, distância muito inferior à que um utilizador de cadeira de rodas manual tem de percorrer, que totaliza 3650.2 metros (figura 20). Por sua vez, um utilizador de cadeira de rodas eléctrica percorre 964.6 metros para fazer a ligação dos dois pontos. Por último um idoso/pessoa de andarilho/pessoa de moletas tem de fazer 1735.9 metros para percorrer a rota.

A análise demonstra que a falta de rebaixamentos numa passadeira faz com que um utilizador de cadeira de rodas eléctrica tenha de andar mais 59.9 metros, sendo este o único fator para a diferença da distância entre uma pessoa sem qualquer limitação. Quanto aos indivíduos de cadeiras de rodas normais, o grande fator influenciador do aumento da distância deve-se à inclinação, particularmente acentuada nesta área de análise. Além da inclinação, esta rota é influenciada também pela largura insuficiente dos passeios da rua dos Mártires da Liberdade, que obriga a um desvio de 600 metros.

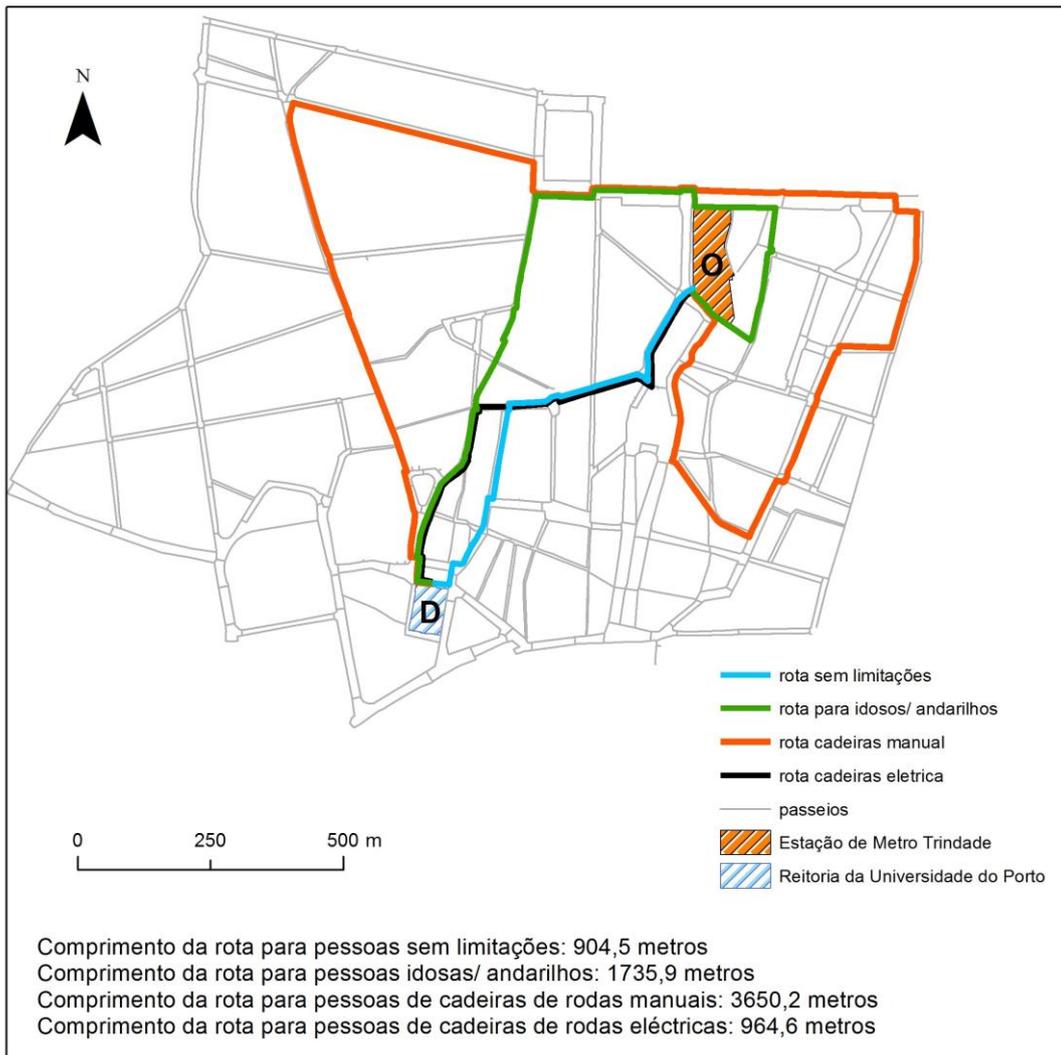


Figura 20: Rota da estação de metro Trindade à Reitoria da Universidade do Porto

Na análise feita no SIA, a rota proposta (figura 21) é completamente diferente das anteriormente analisadas, uma vez que o SIA sugere ir de metro da estação da Trindade até à estação de metro dos Aliados, para depois subir uma das ruas com maior inclinação, com valores superiores a 9%. Ou seja, não é uma rota acessível, mas sim uma rota sugerida em que são dados os obstáculos que se encontram no percurso. Na prática, em condições normais um utilizador de cadeira de rodas manual não consegue percorrer a rota proposta.

calcular itinerário

Origem
Rua de Alferes Malheiro-Ordem da Trindade

Destino
Reitoria da Universidade do Porto - Entrada Não Acessível

Calcular

Descrição do caminho

- Iniciar em Rua de Alferes Malheiro-Ordem da Trindade
- Siga para Noroeste na Rua de Alferes Malheiro [3 obstáculos] para Rua dos Heróis e dos Mártires de Angola [1 obstáculo] / Rua de Alferes Malheiro
- Vire à direita na Rua de Alferes Malheiro
- Continue na passadeira na Rua de Alferes Malheiro
- Continue na Rua de Camões
- Continue na passadeira na Rua de Camões
- Continue na Rua de Camões
- Destoque-se pela esquerda na Entrada Acessível no Acesso à estação de Metro Trindade
- Faça a curva apertada à direita e tome o Metro, linha D
- Sala na estação Aliados e faça a curva apertada à direita na saída da estação
- Faça a curva apertada à esquerda na Entrada Acessível na Avenida dos Aliados [1 obstáculo]
- Destoque-se pela direita na Avenida dos Aliados
- Vire à direita na Rua de Elísio de Melo
- Vire à direita na Rua do Almada
- Vire à esquerda na passadeira na Rua do Almada

O SIA, ao utilizar duas redes diferentes, permite poupar distância na deslocação, uma vez que a pessoa se desloca dentro do metro. Neste caso, a diferença é pouca, mas em situações em que exista metro perto dos pontos escolhidos e a uma distância seja grande, torna-se uma excelente ajuda, principalmente para quem não conhece a cidade e tem dificuldades em se deslocar.

Numa outra análise comparativa com o SIA, que apenas fosse possível utilizar a deslocação pedonal entre dois pontos, esquecendo assim a rede de metro que existe no SIA, foi escolhida a rota que faz a ligação entre a entrada/saída da estação de metro Aliados e a reitoria da Universidade do Porto. Na rede criada, a rota para pessoas sem limitações físicas tem uma distancia de 595.8 metros (figura 22), distancia esta muito inferior a um cadeirante de cadeira de rodas manual, ao qual tem de percorrer 3420 metros. Já um cadeirante de cadeira de rodas elétrica percorre 656.9 metros para fazer a ligação dos dois pontos. Fazendo uma análise, a falta de rebaixamento de um dos lados da passadeira faz com que um usuário de cadeira de rodas elétrica tenha de andar mais 61 metros, sendo este o único fator para a diferença da distancia para uma pessoa sem

qualquer limitação. Quanto aos usuários de cadeiras manuais, para além do aspeto já referido acima, a falta de rebaixamento, o grande fator que influencia o aumento da distancia o uma rota totalmente diferente das outras duas testadas deve-se a inclinação, particularmente acentuada nesta área de análise.



Figura 21: Rota dos aliados à Reitoria da Universidade do Porto

Já na análise feita no SIA (figura 23), a rota proposta é semelhante a criada pela rede que foi feita para pessoas sem limitações, com 689 metros. Não é igual pois não existe levantamento feito na rua Ramalho Ortigão (1) e na rua do Almada (2). Ou seja, não é uma rota acessível, mas sim uma rota sugerida em que são dados os obstáculos que se encontram no percurso. Na pratica um usuário de cadeiras manuais não consegue fazer esta rota proposta, mas um cego pode fazer, visto que a inclinação e a falta de rebaixamentos não influenciam este grupo de pessoa.

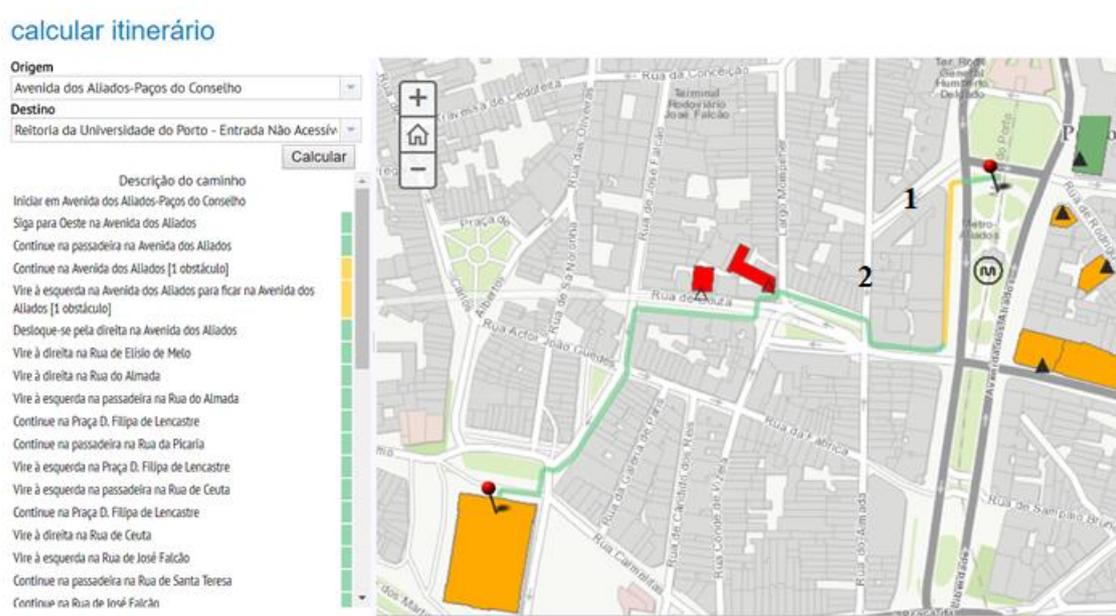


Figura 22: Rota do Sia dos Aliados à Reitoria da Universidade do Porto

3.4. Acessibilidade da rede a pontos de interesse

Neste subcapítulo foi feita uma análise a partir dos números de polícia da área de estudo. Foram medidas as distâncias de cada número de polícia aos 3 diferentes pontos escolhidos, sendo eles o Hospital Santo António, estação de metro da Trindade e mercado do Bolhão

Na análise às distâncias de cada número de polícia aos referidos pontos escolhidos foram extraídos os valores a que cada número de polícia se encontra do referido ponto de interesse. Posteriormente esses valores foram extraídos para as linhas dos passeios mais próximos, sendo feita uma média dos valores para cada troço. Em alguns casos, não havendo número de polícia junto a esses troços, como por exemplo nos jardins da Cordoaria, e centros de algumas praças esses valores não foram apurados.

Para as análises abaixo demonstradas utilizou-se uma escala de valores dividida em 6 classes, sendo elas de 0 a 1000, de 1001 a 1500, de 1501 a 2000, de 2001 a 2500, de 2501 a 3000 e de 3000 ou mais. Esta escala foi assim escolhida pois verifica-se em alguns casos com o valor máximo inferior a 2000 e noutros casos o valor máximo ser superior a 4000. Para ser possível fazer uma comparação entre mapas teve por isso de haver uma homogeneização de escalas.

Acessibilidade ao Hospital São António

Na figura 24, no canto superior esquerdo está a rede para as pessoas sem limitações, no canto superior direito a rede para idosos, pessoas de andarilhos e pessoas de moletas, no canto inferior esquerdo a rede para utilizadores de cadeiras de rodas manuais e no canto inferior direito a rede para utilizadores de cadeiras de rodas elétricas

Tal como ilustra a figura 24, na rede para pessoas sem limitação física grande parte da área situa-se na primeira classe de valores (0 a 1000 metros), enquanto os passeios mais distantes do hospital se situam na terceira classe de valores (1500 a 2000 metros). A quarta, quinta e sexta classe de valores não tem quaisquer passeios.

Por sua vez, na rede para pessoas idosas/utilizadores de andarilhos/utilizadores de moletas, tem passeios na última classe de valores (3001 ou mais metros). Significa que uma pessoa que se encontre nestes passeios terá de percorrer mais de 3000 metros para conseguir chegar ao hospital. Existe uma parte da rede em que se os utilizadores possuírem casa nesse local, não conseguem aceder ao hospital (tal acontece nas ruas onde a inclinação é superior a 6% ou que tenham a largura inferior a 1,20 metros).

Os utilizadores de cadeira de rodas são os que enfrentam distâncias maiores, uma vez que uma parte substancial da rede se situa nas últimas três classes de valores (2001 a 2500; 2501 a 3000; 3001 ou mais metros). Uma parte significativa da rede não tem acesso ao hospital. Comparando ambas as redes (utilizadores de cadeira de rodas manual vs. Utilizadores de cadeira de rodas elétrica), verifica-se uma diferença grande, visto que a rede para utilizadores de cadeiras de rodas elétricas não apresenta as últimas classes de valores. Além disso, o número de passeios que conseguem alcançar o hospital é bastante superior.

Existe assim um aumento gradual de distâncias sendo o que tem menor distancias a rede para indivíduos sem limitações abrangendo apenas três escalas de valores, seguindo-se a dos indivíduos de cadeiras de rodas elétricas que abrange quatro escalas, uma a menos que os idosos/ pessoas de moletas/andarilhos que conta com 5 escalas, e por fim os utilizadores de cadeiras de rodas manuais que abrangem as seis escalas percorrendo uma distância bem superior em alguns casos em relação às demais pessoas.

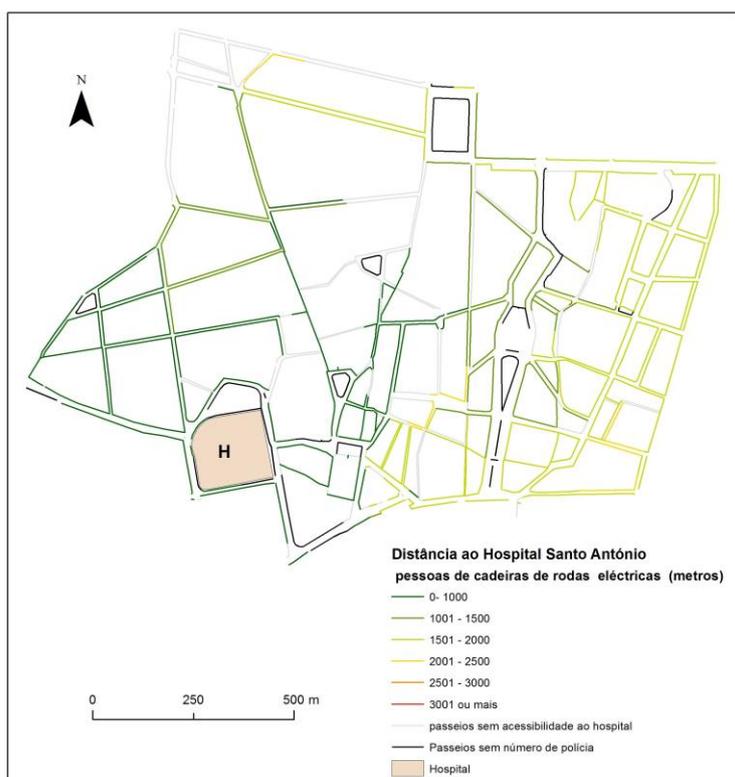
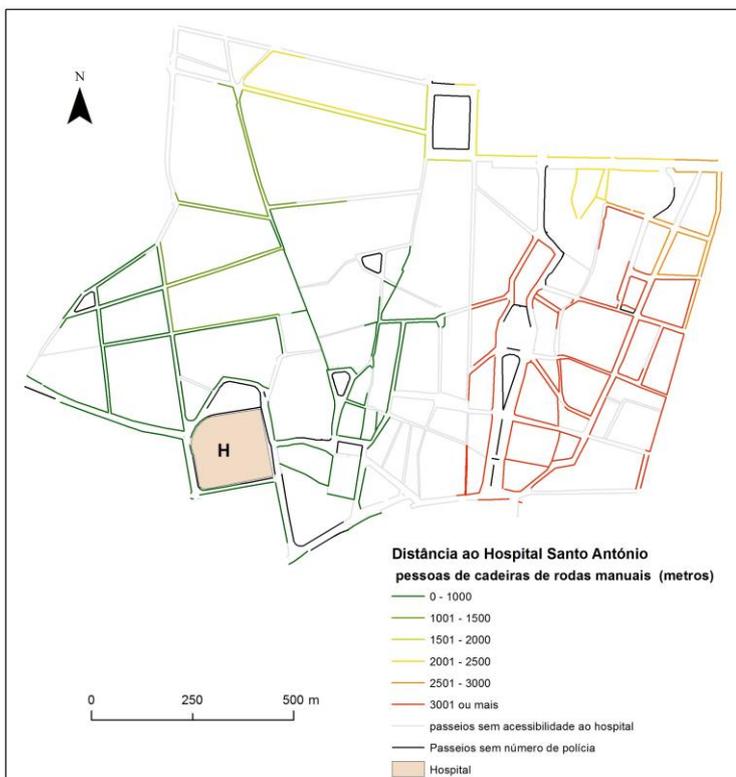
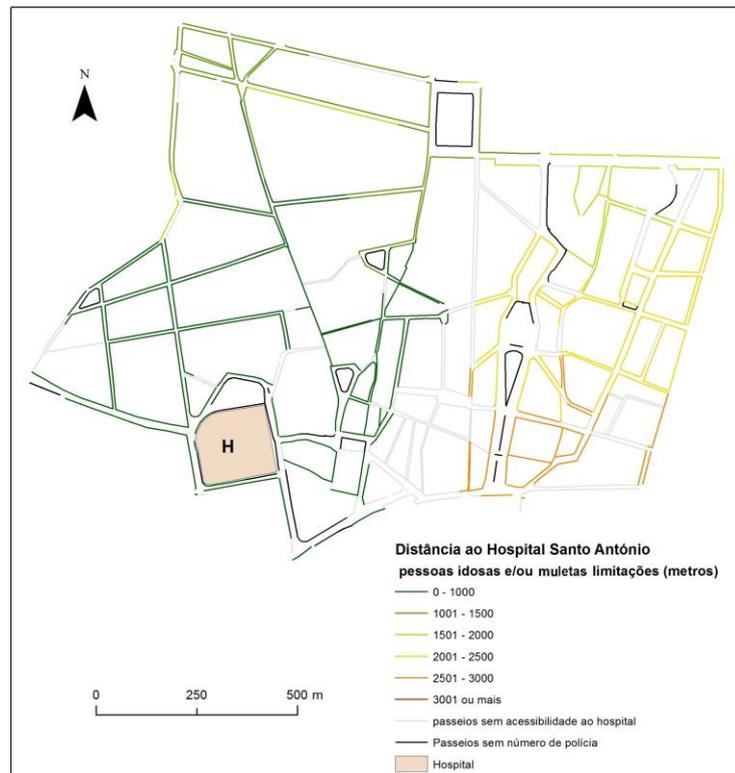
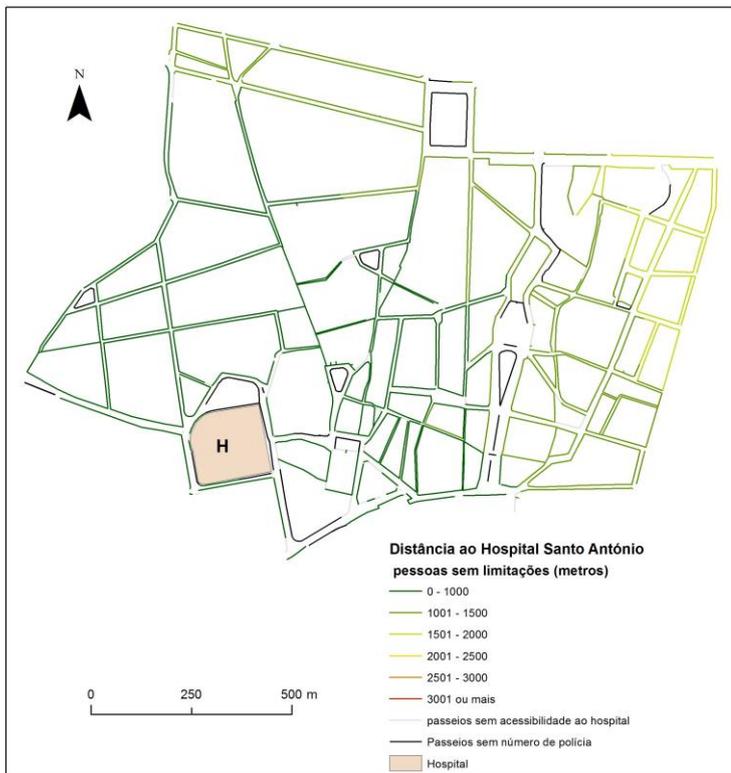


Figura 23: Mapas de acessibilidade do Hospital Santo António a todos os passeios

Acessibilidade à estação de metro Trindade

Na rede para as pessoas sem limitações físicas, mais de metade da área está a menos de 1000 metros da estação de metro Trindade (primeira classe de valores). Tal como ilustra a mesma imagem, a segunda classe que abrange mais passeios é dos 1001 aos 1500 metros, abrangendo quase por completo o resto da rede acessível à estação de metro. Por fim, a última classe existente na rede é a terceira (1501 a 2000), abrangendo um pequeno número de passeios. Conclui-se que os passeios mais distantes ao metro estão a menos de 2000 metros (figura 25).

Na rede destinada para os idosos e/ou utilizadores de andarilhos e moletas uma grande parte dos passeios encontra-se na primeira e segunda classe de valores. Por sua vez, não existem troços cuja distância se encontre na quinta e sexta classe. Significa que a maior distância a ser percorrida é inferior a 2500 metros.

Comparando a rede para utilizadores de cadeira de rodas elétrica com a rede para utilizadores de cadeira de rodas manual, verifica-se que na segunda uma grande parte da rede acessível à estação de metro encontra-se a mais de 3000 metros, estando um elevado número de passeios inacessível a partir do metro. Na rede destinada aos utilizadores de cadeira de rodas elétrica, por sua vez, o passeio mais distante encontra-se a menos de 2500 metros e grande parte da rede acessível encontra-se nas duas primeiras classes de valores.

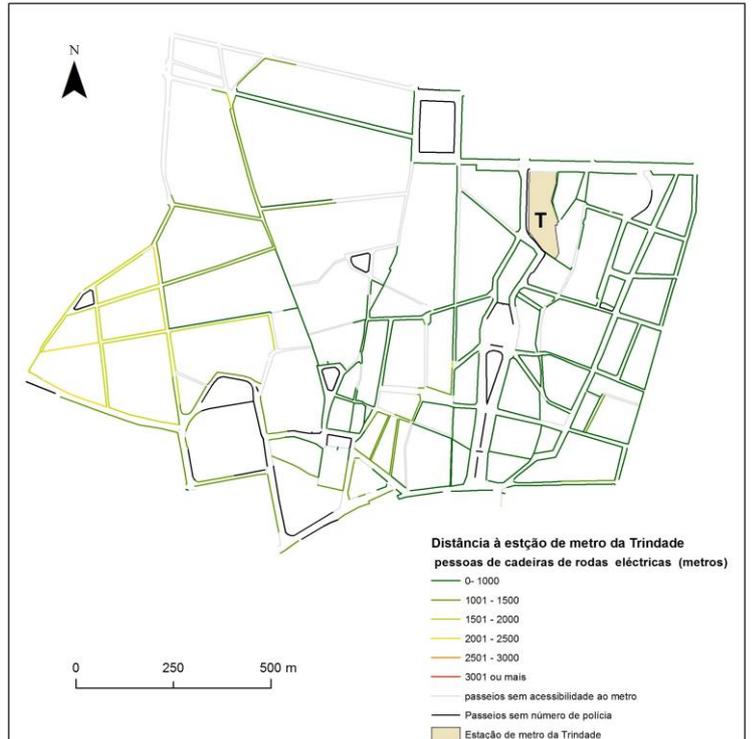
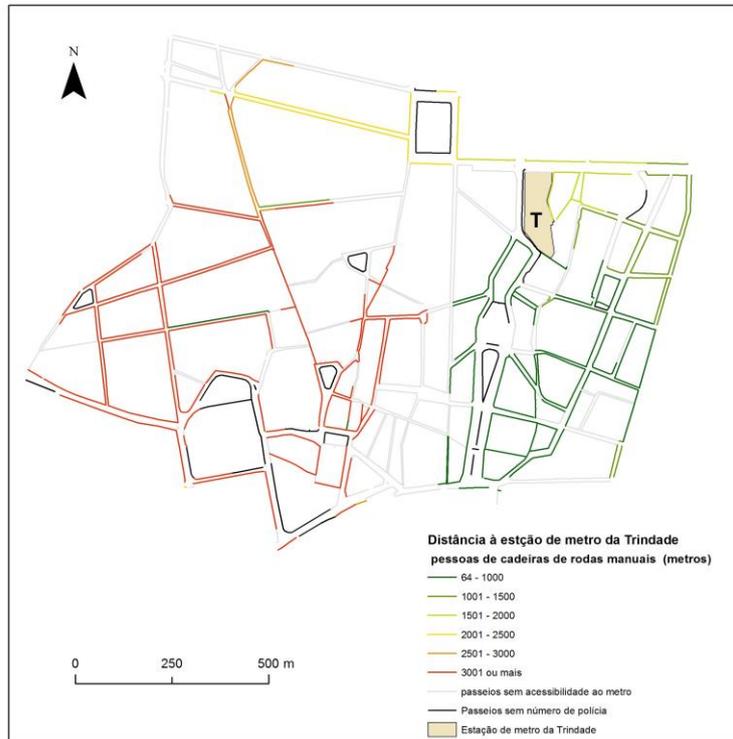
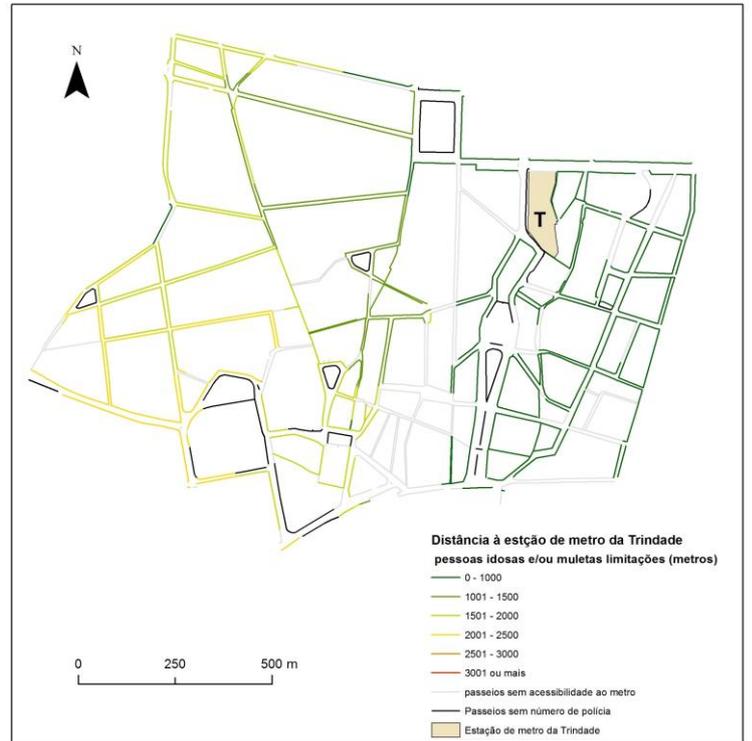
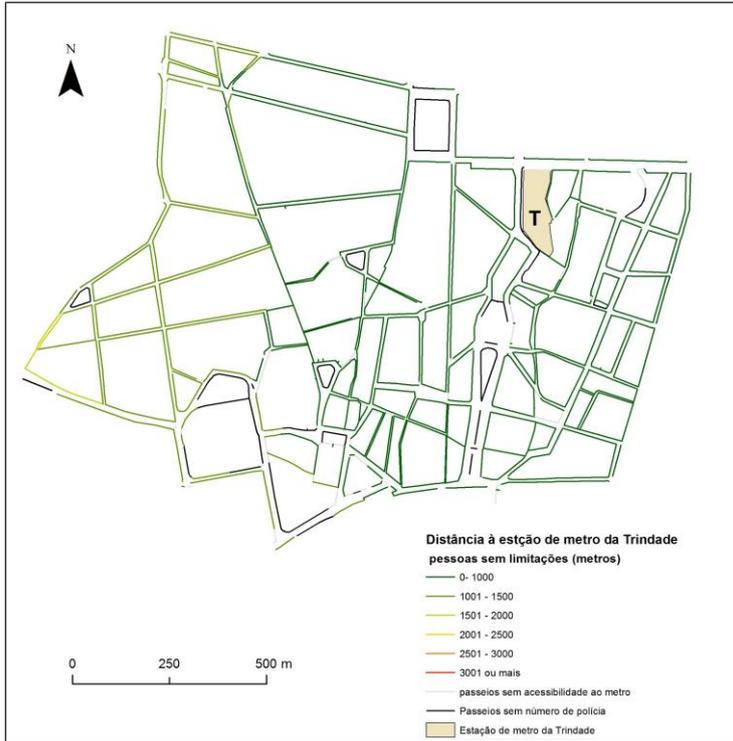


Figura 24: Mapas de acessibilidade da estação de metro Trindade a todos os passeios

Acessibilidade ao mercado do Bolhão

Na rede destinada a indivíduos sem limitações físicas, o passeio mais distante ao mercado do Bolhão fica a uma distância inferior a 2000 metros (terceira classe de valores). Dos passeios que ficam a menos de 1000 metros de distância do mercado do Bolhão representam 61.8% do total da área levantada (figura 26). Comparando esta rede com a rede destinada aos idosos e/ou utilizadores de andarilhos/moletas, regista-se uma diferença significativa, uma vez que alguns passeios se situam na quarta e quinta classe de valores (2001 a 2500; 2051 a 3000 metros). Na primeira classe apenas estão representados 27.8% dos passeios. Significa que para os idosos e/ou utilizadores de andarilhos/moletas chegarem ao mercado do Bolhão, em alguns passeios, é necessário percorrerem entre 2500 a 3000 metros, ou seja, 1000 metros a mais do que uma pessoa sem quaisquer limitações físicas. Além disso, alguns dos passeios deixam de ser acessíveis ao mercado do Bolhão.

Na rede destinada a indivíduos utilizadores de cadeira de rodas elétrica, não se registam as últimas duas classes de valores. A classe com mais passeios é a primeira, abrangendo uma parte substancial da rede.

A parte da rede inacessível ao mercado é bastante inferior à das pessoas que utilizam cadeira de rodas manuais. Ou seja, o máximo que os utilizadores de cadeira de rodas elétrica poderão ter de percorrer é a classe de valores compreendidos entre os 2001 e 2500 metros.

Analisando a rede destinada aos utilizadores de cadeira de rodas manual, as áreas acessíveis ao mercado do Bolhão são inferiores às restantes três redes e uma parte significativa da rede está a mais de 2000 metros de distância. As duas últimas classes de valores são bastante significativas. Por sua vez, a primeira classe de valores é a que abrange menos passeios, comparando com as restantes redes. Tal significa que a partir de alguns passeios, os utilizadores de cadeira de rodas manual podem ter de percorrer mais de 3000 metros para conseguirem chegar ao mercado do Bolhão.

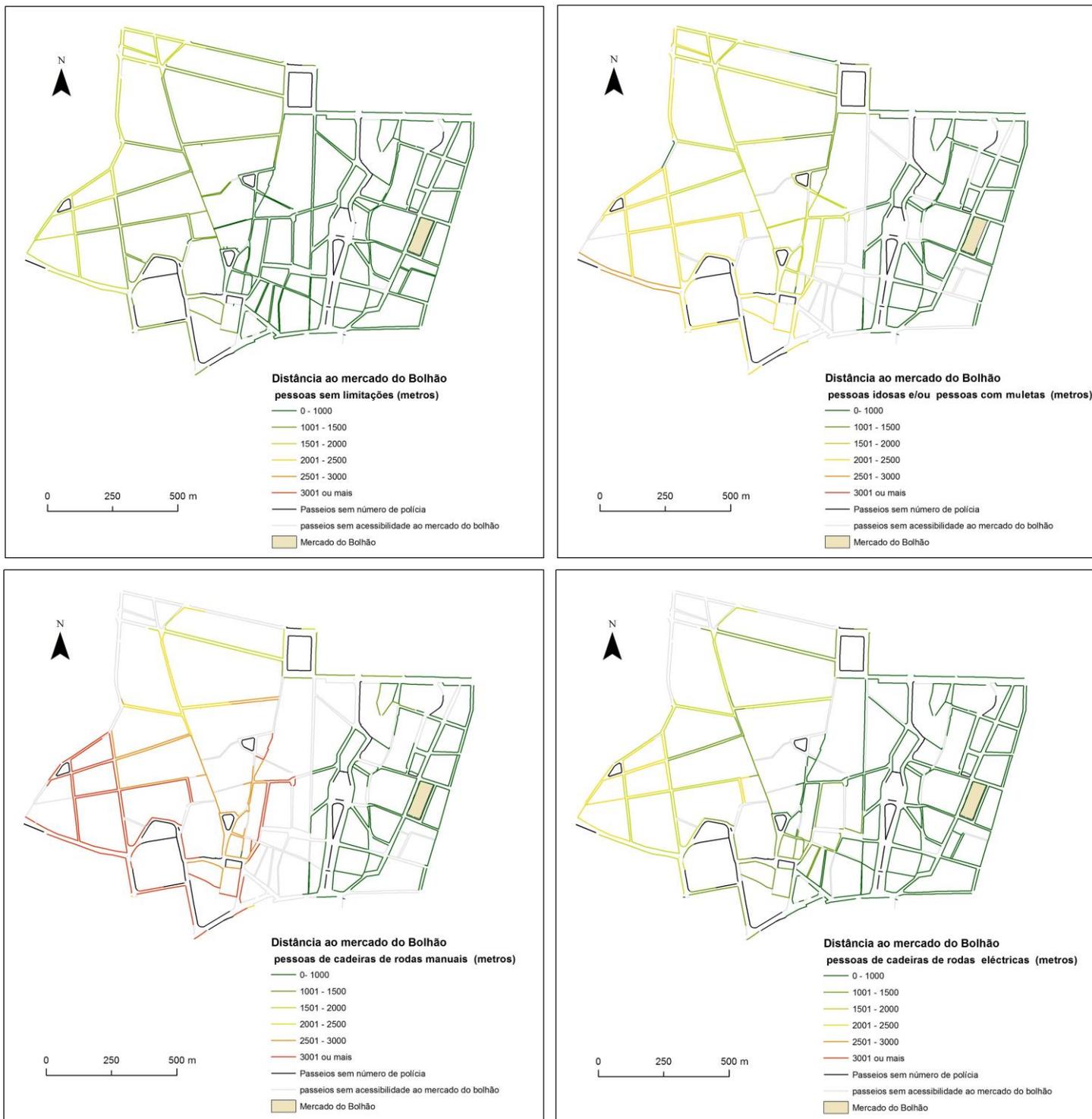


Figura 25: Mapas de acessibilidade do mercado do Bolhão a todos os passeios

Propostas de alteração

Como alterações sugere-se a alteração do mobiliário urbano mal colocado nas ruas, a repavimentação dos troços degradados, a criação de rebaixamentos em todas as passeadeiras, bem como o aumento da largura dos passeios inferiores a 1,20 metros. Quanto à inclinação, uma vez que é praticamente impossível alterar, propõe-se a criação de um elevador/elétrico acessível, capaz de ligar as cotas mais baixas às mais altas, se possível ligando pontos de grande movimento de pessoas, ligando a parte mais baixa da avenida dos aliados à reitoria da Universidade do Porto, facilitando e muito diversas rotas, sendo a mais expressiva a rota que liga a estação de metro São Bento e o Hospital Santo António (figura 19).

Caso estas alterações fossem realizadas, a acessibilidade dos utilizadores de cadeiras de rodas elétricas seria a mesma das pessoas sem limitações. No caso dos utilizadores de cadeiras de rodas manuais seria a mesma da dos idosos/ utilizadores de andarilhos/moletas, traduzindo um aumento da acessibilidade para este grupo e conseguinte uma diminuição da distância que têm de percorrer entre dois ou mais sítios. Estas mudanças apesar de não serem muitas são dispendiosas, sugerindo por isso a curto prazo a implementação de rebaixamentos, visto que as faltas de rebaixamentos nas passeadeiras se encontram em áreas onde os troços em redor são acessíveis (figura 25). Para além desta alteração poderiam ser alargados os passeios que tenham medidas inferiores a 1,20 metros e tenham uma inclinação inferior a 6%.

Não havendo possibilidade de fazer todas as alterações no espaço público pedonal de uma só vez, após análises realizadas sugere-se a implementação de 49 rebaixamentos nas áreas assinaladas na figura 27. Para além dos rebaixamentos sugere-se o alargamento do passeio assinalado na figura 27.

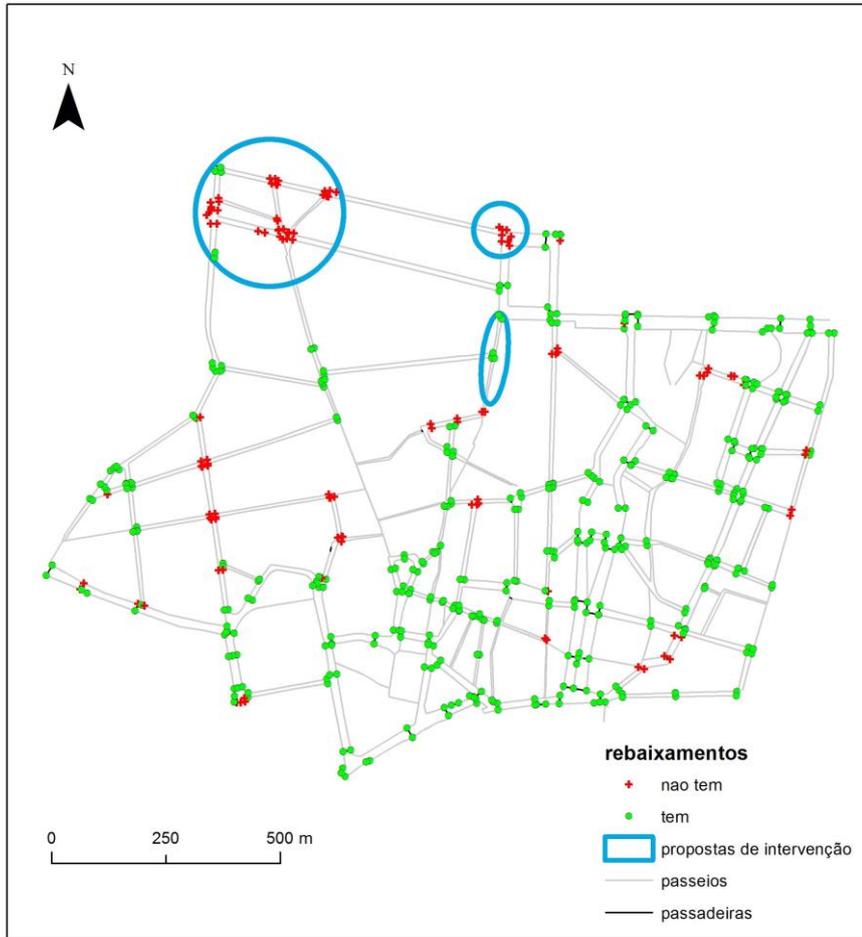


Figura 26:Propostas para intervenção

Com estas alterações verifica-se um aumento dos troços acessíveis a partir da estação da Trindade. No caso dos utilizadores de cadeiras de rodas manuais (figura 28) a partir da Trindade passam a ter 24.7 Km alcançáveis em vez dos 22.1 Km, passando assim a ter mais 2.6 Km de área alcançável a partir da estação de metro da Trindade.

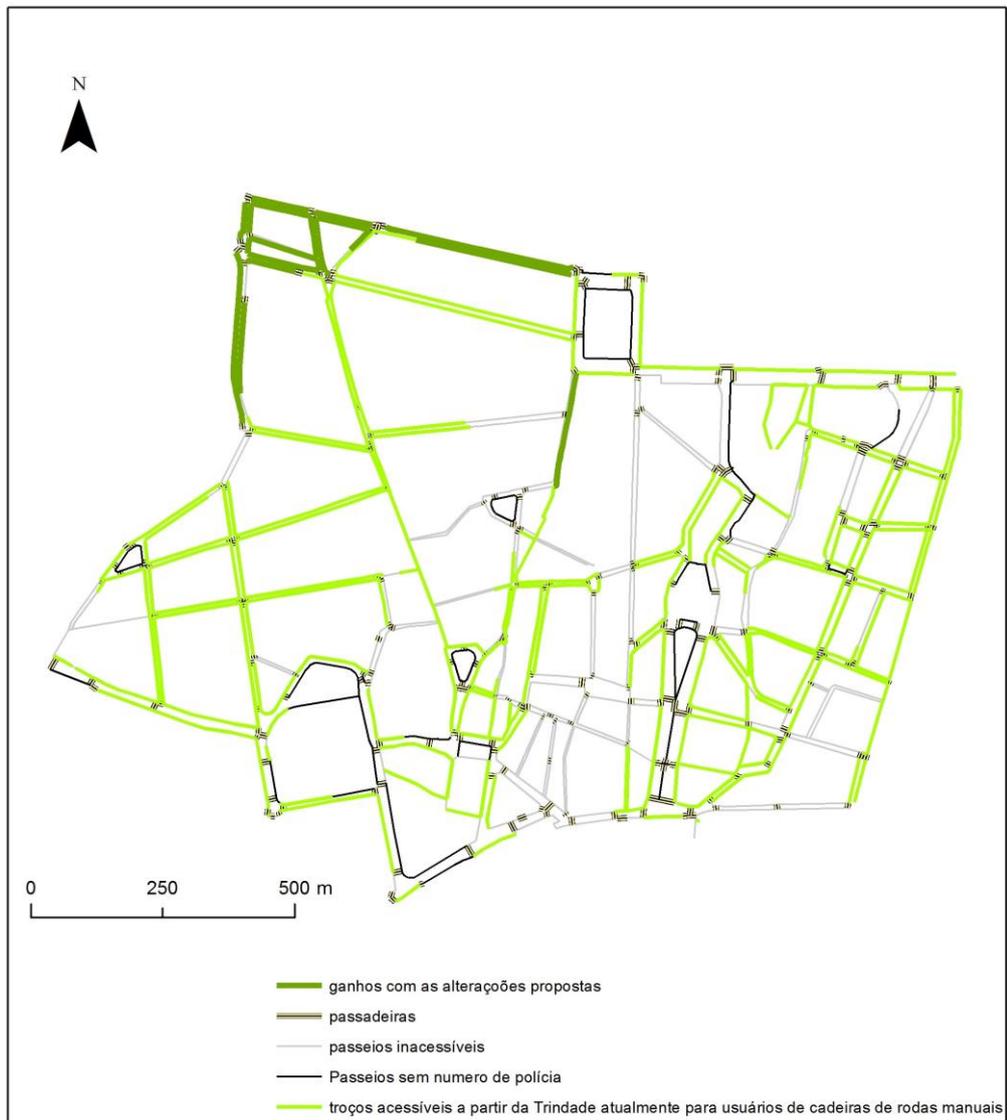


Figura 27: Ganhos das alterações propostas para os usuários de cadeiras de rodas manuais

Quanto aos utilizadores de cadeiras de rodas elétricas (figura 29) passam a ter 30.7 Km ao invés dos 28.1 Km atuais. No caso dos idosos, pessoas de moletas e de andarilhos a alteração de valores é nula uma vez que, como acima referido, são apenas influenciados pela inclinação.



Figura 28: Ganhos das alterações propostas para os usuários de cadeiras de rodas elétricas

Foram feitas as mesmas análises para o mercado do Bolhão e para o Hospital Santo António. Como se pode ver na Tabela 2 os ganhos de aumento de distancia são iguais à do exemplo da estação de metro da Trindade. Os ganhos são iguais para os usuários de cadeiras de rodas manuais e automáticas, uma vez que estas áreas a inclinação são inferiores a 6%.

A partir	Total de troços acessíveis (KM)	Novos troços acessíveis (KM)	Total com as alterações propostas (KM)
Estação de metro Trindade cadeira manual	22,065	2,62	24,7
Estação de metro Trindade cadeira eléctrica	28,163	2,62	30,8
Hospital Santo António cadeira manual	22,065	2,62	24,7
Hospital Santo António cadeira eléctrica	28,163	2,62	30,8
Mercado do Bolhão cadeira manual	22,82	2,62	25,4
Mercado do Bolhão cadeira eléctrica	28,819	2,62	31,4

Tabela 2: Ganhos em quilómetros (KM) com as alterações propostas

Conclusão

Na atualidade, o espaço público tem sido alvo de uma preocupação crescente, procurando-se investir em medidas que assegurem que todos os cidadãos possam usufruir em pleno da cidade. Os resultados obtidos no presente trabalho demonstram que, na área central da cidade do Porto, ainda é necessário efetuar muitas alterações para melhorar a acessibilidade, nomeadamente para os indivíduos com mobilidade reduzida.

Uma vez que estes indivíduos já veem a sua mobilidade condicionada devido às suas limitações físicas, deverá ser uma responsabilidade da cidade assegurar que a mobilidade destes não é ainda mais dificultada por barreiras arquitetónicas. Embora nem tudo possa ser melhorado, visto que alguns fatores são de difícil mudança como a morfologia da cidade (e.g., inclinação), existe uma série de alterações simples, de custos reduzidos, que podem ser facilmente aplicadas.

Analisando todas as rotas, verifica-se que a rota mais curta é sempre a rota para pessoas sem limitações, e a rota mais longa é a rota para utilizadores de cadeira de rodas manual. Este facto deve-se ao facto de ser a rota que está sujeita a mais restrições, enquanto que a rota para pessoas sem limitações não apresenta qualquer restrição. No entanto, a rota para usuários de cadeiras de rodas manual tem melhor qualidade do que as restantes rotas (Kasemsuppakorn, Karimi, Ding, & Ojeda, 2014), uma vez que não passa por troços com inclinação superior a 6%, por passeios em mau estado e a largura é sempre superior a 1.2 metros.

Quer na análise de rotas como das áreas acessíveis dos 3 locais escolhidos, os idosos, pessoas utilizadoras de moletas ou andarilhos têm de andar mais e têm menos áreas acessíveis disponíveis do que um utilizador de cadeiras de rodas elétrica. Isto deve-se ao facto de a área de estudo ser muito acidentada, com 11.2 km com 6% ou mais de inclinação, representando assim 27% da área levantada, sendo este o principal fator para a diminuição de acessibilidade de alguns grupos, e sendo o fator mais difícil de melhorar. No presente estudo verificou-se que existem grandes diferenças na deslocação na cidade das pessoas sem limitações físicas para as pessoas com limitações físicas, tendo estas que percorrer rotas completamente diferentes, sendo em alguns casos superior a 2.8 km.

No entanto apesar da inclinação ser o principal fator de limitação quer dos usuários de cadeiras de rodas manuais quer das pessoas idos, de moletas ou andarilhos vale apenas intervir no espaço público como se pode verificar nas propostas de alteração. Estas intervenções têm de ser pensadas como um todo, para aumentar a acessibilidade das pessoas, visto que pequenas alterações cirúrgicas trazem ganhos significativos para os usuários.

As rotas criadas em alguns casos tornam-se apenas teóricas visto que uma pessoa de cadeiras de rodas não vai percorrer quase 4km quando a distância para percorrer os mesmos dois locais é feita por outra pessoa em pouco mais de 1 Km, por isso mesmo tem de ser feitas alterações.

Um dos pontos positivos do projeto é o facto de ter sido feito um levantamento exaustivo da área de estudo e tal levantamento será utilizado para atualizar o levantamento existente do projeto SIA, sendo demonstrados os principais obstáculos à circulação, bem como a sua localização para futuras intervenções na via pública. Sendo assim será um projeto que terá utilidade e poderá alterar questões existentes, sendo útil quer para quem está no planeamento quer para as pessoas com mobilidade reduzida. Já a variável inclinação numa cidade bastante acidentada como o Porto, é um fator que tem de se ter em conta, e que futuramente será de grande importância para o SAI, pois torna muitos troços da rede pedonal inacessível a certas pessoas, que atualmente pelo SIA são considerados acessíveis. As escolhas das medidas e da metodologia adotada no presente projeto tem como principal orientação poderem ser compatíveis com as já existentes, permitindo de uma forma fácil e sistemática uma alteração das existentes no SIA, optando-se, por exemplo, não incluir impedâncias nas variáveis para o cálculo de acessibilidade dos troços ou a introdução do tempo que os indivíduos levam a percorrer dois ou mais locais.

Como primeiro teste das potencialidades da rede criada podemos ver a possibilidade de criar rotas entre dois ou mais locais, bem como passeios acessíveis a partir de um determinado local, vendo assim as diferenças significativas entre os diferentes usuários. Poderão também ser feitas análises de ligação de todos os equipamentos públicos para todos os equipamentos públicos, bem como análises de ganhos ou de áreas de influências

por exemplo das estações de metros.

Para projetos futuros, seria pertinente construir uma rede pedonal para pessoas cegas, para assim abranger um maior grupo de pessoas. Para além disso, seria interessante desenvolver uma rede conjunta com os diferentes meios de transporte da cidade do Porto, criando assim uma rede multimodal, com 5 redes pedonais distintas (as 4 já criadas e a rede para os cegos) mais a rede de autocarros e de metros (sendo assim uma atualização/evolução do SIA). Assim com a introdução da rede de autocarros e da rede de metro consegue-se vencer o problema topográfico que limita alguns utilizadores, minimizando as distancias a percorrer e consequentemente facilitando as deslocações pedonais. Por último, uma vez que as rotas criadas são pré-viagem, seria útil a utilização do GPS, combinando com uma aplicação para criar rotas em tempo real, sendo uma ferramenta mais útil para os utilizadores.

Referências bibliográficas

- Apolo, A. P. V. V. (2010). Análise da mobilidade de pessoas com deficiência: estudo de caso. Tese de Doutoramento, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa – Portugal.
- Brandão, P. (Coord.). (2002). O chão da cidade. Guia de Avaliação do Design de Espaço Público. Portugal: Centro Português de Design.
- Costa, P. D. (2012). Acessibilidade para todos – Universal Design com Sig Open-Source. Tese de Mestrado, Faculdade de Letras – Universidade do Porto, Portugal.
- Diário da República, 1ª série - Nº 152 - 8 de Agosto de 2006 Decreto de Lei nº163/2006
- Fontes, A. C., Ribeiro, P., Oliveira, M. M., & Mendes, J. F. (2012). Acessibilidade pedonal em espaço público exterior: requalificação do centro urbano de Guimarães. In *PLURIS 2012-5º Congresso Luso-Brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável* (pp. 1-12). Universidade de Brasília. Faculdade de Arquitetura e Urbana.
- Forkuo, E. K., & Quaye-Ballard, J. A. (2013). GIS based fire emergency response system. *International Journal of Remote Sensing and GIS*, 2(1), 32-40.
- Gabinete de Estratégia e Planeamento do Ministério do Trabalho, Solidariedade e Segurança Social (5 de dezembro de 2016). *Estatísticas sobre Deficiências ou Incapacidades*. Obtido de Gabinete de Estratégia e Planeamento: <http://www.gep.msess.gov.pt>
- Gil, B. (2009). Mobilidade pedonal no espaço público. Caso de estudo e aplicação ao projeto em Sete Rios. *Lisboa: Instituto Superior Técnico*.
- Guia Acessibilidade e Mobilidade para todos, Apontamentos para uma melhor interpretação do DL 163/2006 de 8 de Agosto* (2009, Paula Teles. Edição Secretariado.

- Karimi, H. A., & Kasemsuppakorn, P. (2013). Pedestrian network map generation approaches and recommendation. *International Journal of Geographical Information Science*, 27(5), 947-962.
- Karimi, H. A., Zhang, L., & Benner, J. G. (2014). Personalized accessibility map (PAM): A novel assisted wayfinding approach for people with disabilities. *Annals of GIS*, 20(2), 99-108.
- Kasemsuppakorn, P., Karimi, H. A., Ding, D., & Ojeda, M. A. (2014). Understanding route choices for wheelchair navigation. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 10(3), 198-210.
- Kasemsuppakorn, P., & Karimi, H. A. (2009, November). Pedestrian network data collection through location-based social networks. In *Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing, 2009. CollaborateCom 2009. 5th International Conference on* (pp. 1-9). IEEE.
- Litman, T. (2003). Measuring transportation: traffic, mobility and accessibility. *Institute of Transportation Engineers. ITE Journal*, 73(10), 28.
- Lopes, M. N. (2010). Plano de promoção de acessibilidade para todos. Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia – Universidade do Porto, Portugal.
- Machado, M. H., & Lima, J. P. (2015). Avaliação multicritério da acessibilidade de pessoas com mobilidade reduzida: um estudo na região central de Itajubá (MG). *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 7, 368-382.
- Matthews, H., Beale, L., Picton, P., & Briggs, D. (2003). Modelling Access with GIS in Urban Systems (MAGUS): capturing the experiences of wheelchair users. *Area* 35, 1: 34–45. *CrossRef Google Scholar*.
- Metz, D. H. (2000). Mobility of older people and their quality of life. *Transport policy*, 7(2), 149-152.
- Milheiro, E., & Lima, V. (2006). O Ordenamento Turístico em Áreas Protegidas e os Sistemas de Informação Geográfica. *Comunicação apresentada*, (12º), 15-17.

- Neis, P., & Zielstra, D. (2014). Generation of a tailored routing network for disabled people based on collaboratively collected geodata. *Applied Geography*, 47, 70-77.
- Neiva, C., Rodrigues, D. S., & Ramos, R. A. (2013). Redes pedonais para pessoas com mobilidade reduzida: exercício de avaliação multicritério em Braga, Portugal. In *XXVII ANPET-Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes* (pp. 1-12). Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (ANPET).
- Pinto, A. J., & Remesar, A. (2012). PUBLIC SPACE NETWORKS AS A SUPPORT FOR URBAN DIVERSITY. *Open House International*, 37(2).
- Sedlak, P., Komarkova, J., & Piverkova, A. (2010). Spatial analyses help to find movement barriers for physically impaired people in the city environment: case study of Pardubice, Czech Republic. *WSEAS Transactions on Information Science and Applications*, 7(1), 122-131.
- Simões, F. D. P. (2011). *Mobilidade pedonal. O caso de estudo da Baixa de Lisboa e suas colinas* (Doctoral dissertation, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa).
- Sobek, A. D., & Miller, H. J. (2006). U-Access: a web-based system for routing pedestrians of differing abilities. *Journal of Geographical Systems*, 8(3), 269-287.
- Teles, M. F., Ferreira, L., Oliveira, M., Pais, A., & Martins, B. (2006) *Acessibilidade e Mobilidade para todos*, Secretariado Nacional de Reabilitação e Integração das Pessoas com Deficiência, Inova, Porto.
- Vale, D. S., Ascensão, F., Raposo, N., & Figueiredo, A. P. (2017). Comparing access for all: disability-induced accessibility disparity in Lisbon. *Journal of Geographical Systems*, 19(1), 43-64.

Yairi, I. E., & Igi, S. (2006, October). Mobility support GIS with universal-designed data of barrier/barrier-free terrains and facilities for all pedestrians including the elderly and the disabled. In *Systems, Man and Cybernetics, 2006. SMC'06. IEEE International Conference on* (Vol. 4, pp. 2909-2914). IEEE.

Sitografia

Centre for Excellence in Universal Design. (2017). Disponível em:

<http://universaldesign.ie/What-is-Universal-Design/The-7-Principles/>

Censos 2011. (2014). Disponível em:

http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=censos2011_apresentacao&xpid=CENSOS

ESRI Portugal. (2017). Disponível em: <http://www.esriportugal.pt/#>

Instituto Geográfico Português. (2016). *Carta Administrativa Oficial de Portugal*.

Disponível em:

http://www.dgterritorio.pt/cartografia_e_geodesia/cartografia/carta_administrativa_oficial_de_portugal_caop/caop_download/carta_administrativa_oficial_de_portugal_versao_2016/

Instituto Nacional de Estatística. (s.d). Disponível em:

[https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_base_dados&bdpagenu mber=8&bdind_por_pagina=15&bdfreetext=Palavra\(s\)%20a%20encontrar&bdtemas=1115&bdnivelgeo=5&contexto=bd&atributoordenar=desc&atributoordem=ind_dsg&bdsbtemas=00](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_base_dados&bdpagenu mber=8&bdind_por_pagina=15&bdfreetext=Palavra(s)%20a%20encontrar&bdtemas=1115&bdnivelgeo=5&contexto=bd&atributoordenar=desc&atributoordem=ind_dsg&bdsbtemas=00)

Instituto Nacional para a Reabilitação. (2012). *INE publica resultados definitivos do*

Censos 2011. Disponível em: <http://www.inr.pt/content/1/2841/ine-publica-resultados-definitivos-do-censos>

Instituto Nacional para a Reabilitação. (2014). *Desenho Universal*. Disponível em:

<http://www.inr.pt/content/1/5/desenho-universal>

Porto Vivo, Sociedade de Reabilitação Urbana. (2014). Disponível em:

<http://www.portovivosru.pt/pt/area-de-atuacao/enquadramento>

SIA. (2015). *Svayam Accessibilities Award 2015*. Disponível em: [http://sia.cm-](http://sia.cm-porto.pt/pt/Comunicacao/Noticias/Paginas/Svayam-Accessibilities-Award-2015.aspx)

[porto.pt/pt/Comunicacao/Noticias/Paginas/Svayam-Accessibilities-Award-2015.aspx](http://sia.cm-porto.pt/pt/Comunicacao/Noticias/Paginas/Svayam-Accessibilities-Award-2015.aspx)

Anexos

Anexo 1



Figura 29: Troços de passeio acessíveis para pessoas sem limitações

Anexo 2

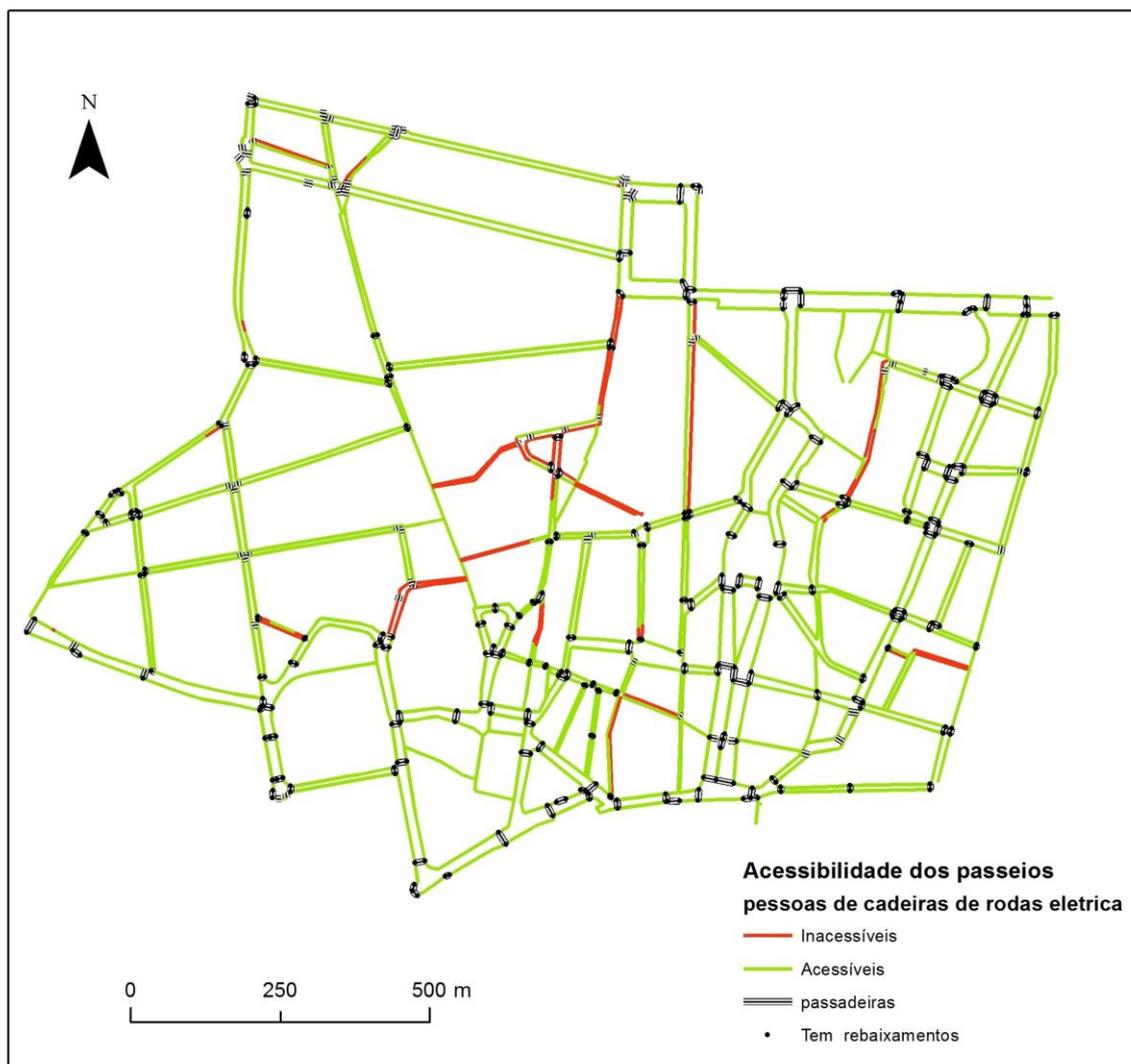


Figura 30: Troços de passeios acessíveis para usuários de cadeiras de rodas elétricas

Anexo 3

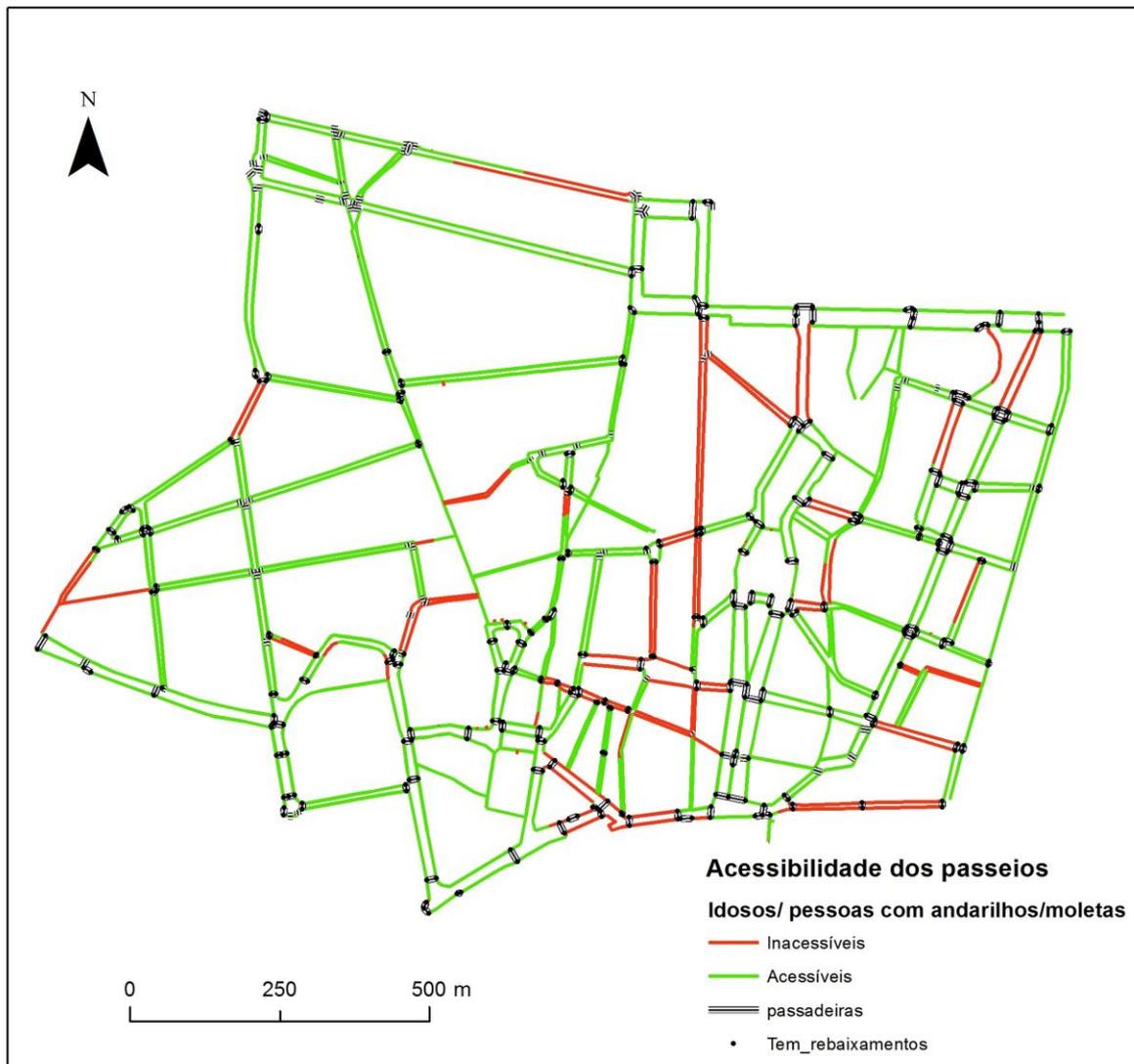


Figura 31: Troços acessíveis para idosos, pessoas de andarilhos ou moletas