



Instituto Superior de Engenharia

Politécnico de Coimbra

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Redesenhando Barcelona: A Cidade de 15 Minutos entre Análises e Propostas

Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Cidades
Sustentáveis e Inteligentes

Autor

Brenda Rayra Cavalcante de Sousa

Orientadores

Eduardo Manuel Ferreira Almeida da Natividade Jesus

João Pedro Medina Monteiro

Coimbra, Maio 2025



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA DE
COIMBRA

RESUMO

A necessidade de repensar as cidades diante dos desafios ambientais, sociais e sanitários, como as mudanças climáticas e a pandemia da COVID-19, impulsionou o interesse pelo conceito de crono-urbanismo, sendo o de maior destaque a Cidade de 15 minutos. Este é um conceito no qual os residentes de uma cidade podem ter acesso a serviços básicos como saúde, estudo e lazer, a uma distância igual ou inferior a 15 minutos, a pé ou de bicicleta, o que resulta na melhoria na qualidade de vida e no ganho no tempo de deslocamentos na vida cotidiana. Neste contexto, a presente investigação reconhece a importância desse conceito e analisa sua aplicabilidade na cidade de Barcelona, com o uso de softwares como ArcGIS Pro, que permite realizar uma análise espacial detalhada do estado atual da cidade e das suas funções sociais urbanas. O estudo mapeia 18 categorias de serviços, avaliando o tempo necessário para acessá-los a pé ou de bicicleta a partir de pontos residenciais. Os resultados revelam que as áreas centrais da cidade já se aproximam do ideal da cidade de 15 minutos, enquanto regiões periféricas apresentam déficits, especialmente na mobilidade a pé. Com base nessa análise, propõem-se intervenções urbanísticas para reorganizar o espaço urbano de forma mais equitativa e funcional. Entre as sugestões estão a redistribuição de serviços essenciais, a ampliação da rede de ciclovias, a valorização de espaços públicos de convivência e a adoção de políticas que desincentivem o uso do automóvel, como a restrição de estacionamento e a priorização da mobilidade ativa. A pesquisa conclui que Barcelona possui grande potencial para se transformar em uma cidade de 15 minutos. O uso de SIG mostrou-se uma ferramenta para embasar decisões de planejamento urbano e propor soluções que aproximem os moradores dos serviços no cotidiano, tornando a cidade mais sustentável.

Palavras-Chave: Cidade de 15 minutos, Barcelona, Análise Espacial (SIG), Propostas Urbanísticas.

ABSTRACT

The need to rethink cities in the face of environmental, social, and health challenges, such as climate change and the COVID-19 pandemic, has fueled interest in the concept of chrono-urbanism, with the 15-minute city being the most prominent example. This concept envisions city residents accessing basic services, such as healthcare, education, and leisure, within a 15-minute or shorter distance, either on foot or by bicycle, resulting in an improved quality of life and reduced commuting time. In this context, this research acknowledges the importance of this concept and examines its applicability in the city of Barcelona, utilizing software such as ArcGIS Pro, which enables a detailed spatial analysis of the city's current state and its urban social functions. The study maps 18 service categories, evaluating the time required to access them on foot or by bicycle from residential points. The results reveal that the city's central areas are already approaching the ideal of the 15-minute city, while peripheral regions show deficits, especially in pedestrian mobility. Based on this analysis, urban interventions are proposed to reorganize the urban space in a more equitable and functional way. Among the suggestions are the redistribution of essential services, the expansion of the cycle path network, the enhancement of public spaces for social interaction, and the adoption of policies that discourage car use, such as parking restrictions and prioritization of active mobility. The research concludes that Barcelona has great potential to transform itself into a 15-minute city. The use of GIS proved to be a valuable tool in supporting urban planning decisions and proposing solutions that bring residents closer to essential services in their daily lives, thereby making the city more sustainable.

Keywords: 15-Minute City, Barcelona, Spatial Analysis (GIS), Urban Proposals.

À Maezinha e ao Paizinho [*in memoriam*],
sinto saudade de vocês.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por todas as pessoas e oportunidades que colocou no meu caminho, para que eu chegasse até aqui. Seu propósito guiou cada etapa, mesmo quando os caminhos pareciam incertos e os desafios, maiores que eu.

À minha família, principalmente para minha mãe Patrícia e meu pai Adriano, por todo amor e amparo que me sustentaram durante os momentos mais difíceis. Às minhas avós, Maria Cavalcante e Maria das Graças, e ao meu avô Francisco, por tudo que me ensinaram, com dedicação e carinho que atravessa gerações.

Aos meus orientadores, Eduardo Natividade e João Monteiro, por todo o suporte e contribuições ao longo do desenvolvimento desta pesquisa. Seus ensinamentos contribuíram para o crescimento deste trabalho e para a minha formação acadêmica.

Agradeço profundamente aos meus colegas, amigos e a todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa trajetória. Cada passo dado só foi possível graças ao apoio daqueles que estiveram ao meu lado, acompanhando e incentivando minha caminhada.

Também agradeço a Portugal por ter me acolhido, especialmente à cidade de Coimbra, que proporcionou a experiência da vida acadêmica. Levo comigo não apenas o conhecimento adquirido, mas também os encontros e as memórias que fizeram parte dessa jornada.

Aos meus companheiros, que, apesar da distância, não esqueço nem por um dia: Nick (*in memoriam*), Kirk e Tomás, por todos os bons momentos e lembranças que proporcionaram ao longo da minha vida.

Expresso minha gratidão ao programa Erasmus, que me possibilitou vivenciar Barcelona, contribuindo diretamente para a escolha do tema e da investigação. Por fim, meu muito obrigada à cidade de Barcelona, que foi mais do que objeto de estudo: foi inspiração.

ÍNDICE

Resumo.....	i
Abstract	ii
Dedicatória.....	iii
Agradecimentos.....	iv
Índice.....	v
Índice de Figuras	vii
Índice de Tabelas	ix
Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos	x
1 Introdução.....	1
2 Revisão Bibliográfica	4
2.1 Estado da Arte	4
2.1.1 Conceito de Cidade de 15 Minutos	4
2.1.2 Planejamento Urbano Sustentável.....	6
2.1.3 Mobilidade Urbana e Acessibilidade	9
2.2 Estado do Mundo.....	11
2.2.1 Paris	12
2.2.2 Melbourne	14
2.2.3 Barcelona.....	15
2.3 Aplicações do Conceito de Cidade de 15 Minutos em Algumas Cidades	17
3 Contextualização da Cidade de Barcelona.....	20
3.1 Características Gerais e Estrutura Urbana.....	20
3.2 Desafios na Implementação do Conceito de Cidade de 15 Minutos.....	22
4 Análise de Dados com SIG – Metodologia	24
4.1 Ferramentas SIG no Planejamento Urbano	24
4.2 Uso do SIG no Planejamento Urbano: Coleta de Dados em Barcelona.....	25
4.3 Mapeamento de Serviços Essenciais	30
4.4 Aplicação da Ferramenta: <i>Analysis of Closest Facilities</i>	32
5 Resultados.	33

5.1	Mobilidade a Pé e de Bicicleta.....	33
5.2	Análise por Tipos de Serviços e Equipamentos.....	38
5.3	Comparação entre Estudos	44
6	Identificação de Pontos Críticos.....	45
6.1	Áreas com Déficit de Serviços Essenciais	45
6.2	Identificação da Acessibilidade aos Serviços de Bicicleta.....	46
6.3	Identificação da Acessibilidade aos Serviços a Pé	50
7	Propostas de Soluções e Medidas de Intervenção	55
7.1	Soluções para uma Cidade de 15 Minutos.....	55
7.2	Expansão e Melhoria dos Serviços Essenciais	57
7.3	Estudo de Caso – Sarriá-Sant Gervasi	60
8	Conclusões	63
	Referências Bibliográficas	65
	Anexo	79
	Anexo 1 - Mapa Após a Intervenção.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Contribuições de uma Cidade de 15 minutos.....	5
Figura 2 – Diferentes abordagens do conceito de unidade de vizinhança.....	7
Figura 3 – Paris e o conceito de cidade de 15 minutos.....	12
Figura 4 – Características de um bairro de 20 minutos.....	14
Figura 5 – Mapa da Cidade de 15 Minutos em Barcelona.....	19
Figura 6 – Mapa da Região Metropolitana de Barcelona	20
Figura 7 – Quarteirão da Lei de Ensanche.....	21
Figura 8 – Mapa da Área de Estudo.....	26
Figura 9 – Localização dos serviços essenciais da cidade de Barcelona.....	27
Figura 10 – Localização da rede clicável e caminhável da cidade de Barcelona.....	29
Figura 11 – Localização dos pontos de origem da cidade de Barcelona.....	31
Figura 12 – Barcelona como cidade de X minutos: modo ciclável.....	34
Figura 13 – Barcelona como cidade de X minutos: modo pedonal.....	36
Figura 14 – Mapa diferencial entre os modos pedonais e cicláveis.....	38
Figura 15 – Barcelona como cidade de X minutos para equipamentos do Tipo 2 e 3: modo ciclável.....	40
Figura 16 – Barcelona como cidade de X minutos para equipamentos do Tipo 3: modo ciclável.....	41
Figura 17 – Barcelona como cidade de X minutos para equipamentos do Tipo 2 e 3: modo pedonal.....	42
Figura 18 – Barcelona como cidade de X minutos para equipamentos do Tipo 3: modo pedonal.....	43
Figura 19 – Número de equipamentos a mais de 15 minutos em cada centroide para a mobilidade de bicicleta.....	47
Figura 20 – Número de centroides com (n) equipamentos a mais de 15 minutos (bicicleta)	49
Figura 21 – Percentagem do número de centroides com (n) equipamentos em falta em relação ao total de centroides (bicicleta)	49
Figura 22 – Números de centroides com tempos de percurso de bicicleta \leq a 5, 10 e 15 minutos.....	50

Figura 23 – Número de equipamentos a mais de 15 minutos em cada centroide para a mobilidade pedonal.....	51
Figura 24 – Número de centroides com (n) equipamentos a mais de 15 minutos (a pé).....	53
Figura 25 – Percentagem do número de centroides com (n) equipamentos em falta em relação ao total de centroides (a pé)	53
Figura 26 – Números de centroides com tempos de percurso a pé \leq a 5, 10 e 15 minutos.....	54
Figura 27 – Área do estudo	60
Figura 28 – Área antes da Intervenção.....	61
Figura 29 – Área depois da Intervenção.....	61
Figura 30 – Resultado da Área de Intervenção	61
Figura 31 – Mapa da Cidade de 15 Minutos em Barcelona a Pé (Após Intervenção).....	80

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Equipamentos Urbanos.....	25
Tabela 2 – Tipos de serviços com pesos	28
Tabela 3 – Centroides com o equipamento X a mais de 15 minutos (bicicleta).....	48
Tabela 4 – Centroides com o equipamento X a mais de 15 minutos (a pé).....	52

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

AMB	Área Metropolitana de Barcelona
CartoBCN	Cartografia de Barcelona
CO	Monóxido de Carbono
CO ²	Dioxido de Carbono
COVID-19	<i>Coronavirus Disease 19</i>
EUA	Estados Unidos da América
HC	Hidrocarbonetos
IERMB	Instituto de Estudos Regionais e Metropolitanos de Barcelona
NO _x	Óxidos de Nitrogênio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PI	Partículas Inaláveis
PMU	Plano de Mobilidade Urbana
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SO ²	Dióxido de enxofre
SUV	<i>Sport Utility Vehicle</i>
TOD	<i>Transit Oriented Development</i>

1 INTRODUÇÃO

O conceito de Cidade de 15 Minutos surgiu em 2016, proposto pelo urbanista Carlos Moreno [1]. A proposta busca enfrentar desafios das áreas urbanas, como o crescimento baseado no uso do automóvel, as alterações climáticas [2], as mudanças na dinâmica urbana em relação aos veículos [3] e a necessidade de melhorar a qualidade de vida dos habitantes [1].

A Cidade de 15 Minutos se baseia no conceito de crono-urbanismo que tem como fundamento a relação proporcional entre a quantidade de tempo gasto com deslocamentos e a qualidade de vida nas cidades, ou seja, a qualidade de vida tende a diminuir à medida que aumenta o tempo gasto em deslocamentos diários. O princípio da Cidade de 15 Minutos é garantir que todos os serviços e equipamentos urbanos essenciais, como educação, saúde, comércio e lazer, estejam acessíveis em, no máximo, 15 minutos a pé ou de bicicleta, promovendo assim a mobilidade ativa [1,4]. Pesquisas demonstram que o acúmulo espacial de empregos, serviços e comércio influencia nos padrões de mobilidade nas cidades, criando polos de atração [5, 6].

Também, ao sugerir uma reestruturação do ambiente construído, se transforma em um instrumento para repensar a cidade, reduzindo os efeitos das mudanças climáticas, as disparidades e aprimorando o bem-estar nas cidades [1]. De acordo com Moreno, o conceito de Cidade de 15 Minutos relaciona três princípios: o "crono-urbanismo" (como já mencionado acima), o "cronotopo", ou seja, a conexão entre espaço e tempo [1]; e a "topofilia", a ligação afetiva com o lugar [4, 7].

A importância deste tema reside na crítica à busca de soluções de forma imediata, sem considerar os impactos futuros. Como o planejamento é um processo longo e depende dos intervenientes (Estado, representantes eleitos, classes dominantes, etc.), pode tornar o processo de decisão e execução de projetos mais demorado e complexo [8].

Outra relevância sobre o assunto é a popularização dos automóveis que ao mesmo tempo que trouxe avanços na mobilidade e na expansão do comércio, facilitando o deslocamento de pessoas e o transporte de mercadorias, também resultou em impactos socioeconômicos negativos, como congestionamento de trânsito, poluição do ar, aumentando a demanda por combustíveis fósseis e expansão urbana desordenada. A dependência excessiva de automóveis tem gerado problemas relacionados com saúde, custos econômicos, ambientais, além de aprofundar as desigualdades sociais [9, 2].

A poluição do ar que está associada às partículas dos poluentes como as emitidas por automóveis o monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), óxidos de nitrogênio (NO_x), dióxido de enxofre (SO₂), partículas inaláveis (PI) [10], que contribuem para o aquecimento global. A alta velocidade dos carros e riscos de

colisões trazem inseguranças, principalmente para os usuários mais vulneráveis, como peões e ciclistas [11]. Por outro lado, os espaços verdes promovem a caminhabilidade que contribui para o bem-estar social e psicológico [12, 13], melhoram a qualidade do ar e a redução da poluição sonora [14].

A expansão urbana e a dependência do automóvel promovida pelo arquiteto Le Corbusier, tornaram-se um problema para o funcionamento, a diversidade e a própria estrutura das cidades, tendo sido criticadas por Jane Jacobs [15]. A expansão urbana tem um impacto na cidade por caracterizar a forma urbana de baixa densidade, na qual predominam as habitações unifamiliares, a dependência do automóvel e usos de solo separados, em contraste com as áreas mais compactas onde predomina a alta densidade, a utilização de transportes públicos e usos do solo mistos [16], o que vai ao encontro do que é proposto pela Cidade de 15 Minutos.

Ademais, a pandemia da COVID-19, iniciada em 2020, trouxe uma necessidade urgente de repensar as cidades, buscando soluções mais sustentáveis para garantir proximidade com serviços essenciais e reduzir a dependência do transporte privado, com a promoção do ciclismo [17, 18], a criação de parques verdes, passeios e praças públicas nas cidades para tornar as cidades mais seguras [19, 20]. Uma pesquisa observou mudanças no comportamento relacionadas à proximidade, com o aumento de pessoas caminhando para pequenos jardins urbanos próximos (como na Itália) ou ruas arborizadas (como na Espanha e em Israel). Verificou-se ainda uma tendência, especialmente na Espanha, para visitar espaços verdes a distâncias mais curtas (< 200 m) [21]. A pandemia ofereceu uma oportunidade para integrar critérios de segurança e saúde no planejamento urbano [19], como a ampliação e qualificação de espaços verdes [22].

A Covid-19 exerceu pressão sobre cidades com alta densidade populacional e levantou questões acerca da mobilidade urbana, bem como sobre novas formas de repensá-la. Situações como a densidade extrema e a gentrificação das megacidades não são cenários vantajosos para a população das cidades [23]. As restrições no deslocamento, a adesão ao teletrabalho e o distanciamento social mudaram a dinâmica da estrutura e configuração das cidades, trazendo mais atenção e procura da satisfação dos serviços essenciais para os moradores [23]. Os espaços verdes e parques urbanos também podem ser favoráveis ao bem-estar [24] e proporcionar benefícios mentais e físicos [25, 26].

A proposta da Cidade de 15 Minutos busca resolver desafios urbanos relacionados ao espaço, visto que há alguns distritos urbanos periféricos com grande densidade de pessoas e serviços, mas sem uma mobilidade adequada para esta situação [27]. A Cidade de 15 Minutos tem por objetivo mover equipamentos urbanos e não as pessoas, assim criando um ambiente com diferentes instalações e uma infraestrutura de transportes para a promoção dos modos ativos como a bicicleta e o pedonal com adequada segurança de modo a incentivar a percepção de que caminhar ou pedalar é mais rápido e vantajoso [28].

Simultaneamente é necessário dificultar o uso do automóvel, através da redução de

espaços de estacionamento ou da aplicação de taxas ao estacionamento [2]. Ao incentivar soluções de micromobilidade e melhorar o acesso ao transporte público, pode-se reduzir as emissões de carbono, promover bairros sustentáveis, melhorando a qualidade ambiental. Ao repensar um sistema de transporte focado no incentivo ao uso de bicicletas, transporte público e caminhadas, diminuindo assim a dependência de veículos particulares, pode-se gerar um espaço mais igualitário e agradável para os residentes [28], ajudando em questões como Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) [29].

Em grandes cidades como Barcelona, é comum a existência de diferenças no acesso a serviços e equipamentos urbanos com base na infraestrutura existente, o que contribui para a exclusão de determinados grupos devido à distribuição desigual destes serviços e equipamentos. Nas áreas periféricas e alguns bairros costeiros, os residentes muitas vezes necessitam de maiores deslocamentos para ter acesso a esses serviços, o que agrava a segregação espacial [30].

O objetivo desta investigação é avaliar a área Metropolitana de Barcelona mais o município de L'Hospitalet de Llobregat com base no conceito de Cidade de 15 Minutos, utilizando Sistemas de Informação Geográfica (SIG), para identificar regiões de baixa acessibilidade e por fim desenvolver estratégias de intervenções urbanísticas alinhadas com a Cidade de 15 Minutos.

Esta pesquisa está estruturada em nove capítulos. No presente capítulo contém a introdução que apresenta o contexto, justificativa e os objetivos; no capítulo 2 há a revisão bibliográfica dividida em estado da arte e estado do mundo, no qual fornece as bases teóricas sobre a Cidade de 15 Minutos; no capítulo 3 tem a contextualização de Barcelona com ênfase no espaço urbano atual; o capítulo 4 é sobre a metodologia para análise da cidade de acordo com o SIG; no capítulo 5 estão os resultados da pesquisa; no capítulo 6 há identificação dos pontos críticos; o capítulo 7 serão apresentados as propostas com medidas de intervenção; no capítulo 8 tem as conclusões e no capítulo 9 estão as referências bibliográficas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo está dividido em duas partes: Estado da Arte e Estado do Mundo, sendo que a primeira parte está relacionada ao conceito de Cidade de 15 Minutos e suas contribuições para o urbanismo; planejamento urbano sustentável; mobilidade urbana e acessibilidade. Na segunda parte analisa a aplicação deste conceito em cidades como Paris e Melbourne, salientando as propostas aplicadas.

2.1 ESTADO DA ARTE

Nos últimos anos, o campo científico do urbanismo tem visto uma crescente produção acadêmica voltada para o desenvolvimento de conceitos e modelos de cidades mais sustentáveis. Questões como a acessibilidade urbana, passaram a integrar a agenda urbana global, impulsionadas por desafios ambientais, sociais e sanitários, como as mudanças climáticas e a pandemia da COVID-19 [31]. Nesse contexto, diversos estudos propõem abordagens integradas que visam os princípios de proximidade, eficiência e qualidade de vida, como são exemplo os artigos que analisam, avaliam e otimizam a estrutura urbana para favorecer a mobilidade ativa e o acesso a serviços em 15 minutos [31] ou os que revisam os mecanismos pelo quais a proximidade de equipamentos e transporte ativo afetam o bem-estar [32]. Entre essas propostas, destaca-se o conceito de Cidade dos 15 minutos, que sintetiza muitas dessas preocupações, valorizando a acessibilidade local e a multifuncionalidade urbana. A seguir, serão apresentados os principais fundamentos teóricos e práticos relacionados a este conceito, bem como a sua articulação com o planejamento urbano sustentável, a mobilidade e a acessibilidade.

2.1.1 CONCEITO DE CIDADES DE 15 MINUTOS

O conceito de Cidade de 15 Minutos oferece uma nova perspectiva sobre os ritmos urbanos com ênfase na qualidade de vida, aliada ao espaço e ao tempo nas cidades, acrescentando à temática existente das Cidades Inteligentes, para a construção de cidades mais seguras, resilientes, sustentáveis e inclusivas, alinhadas com o objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 das Nações Unidas [1].

O surgimento do automóvel trouxe várias vantagens com relação à mobilidade, mas também contribuiu para a massificação do uso do transporte individual motorizado, trazendo impactos negativos como a mudança no funcionamento das cidades, aumentando os congestionamentos, o que piora a qualidade do ar, aumenta o ruído e emissões dos gases de efeito estufa, além de incrementar a já crescente demanda energética para alimentar os veículos em circulação. Estes efeitos têm custos diretos

ao nível sociais e psicológico, além de perdas econômicas e de tempo [2].

O conceito de Cidades de 15 Minutos prioriza a descentralização urbana, incentivando a criação de bairros multifuncionais. Isso permite que os cidadãos reduzam o tempo de deslocamento, melhorando a qualidade de vida e reduzindo impactos ambientais [33]. O legado de um planejamento urbano centrado nos automóveis tem perpetuado desigualdades sociais e econômicas, ao priorizar investimento em estradas, o transporte individual e habitações de baixo custo nas periferias. Este modelo favorece o *urban sprawl*, resultando em cidades fragmentadas e com pouca continuidade espacial [34, 35].

O *urban sprawl* tem vários impactos negativos, como as longas distâncias de viagem, aumento da poluição e o uso excessivo de carros particulares, com a conseqüentemente baixa utilização do transporte público [34, 36]. Para combater este cenário, algumas cidades têm adotado medidas para promover o transporte público e a mobilidade ativa, visando reduzir a dependência de carros e as emissões de gases de efeito estufa [37]. A essência desta nova abordagem é a promoção do acesso, a pé ou de bicicleta, a diferentes tipos de equipamentos e serviços essenciais até 15 minutos da residência [27, 38].

Existe também a necessidade de atingir uma equidade social, na qual a Cidade de 15 Minutos descentraliza os serviços urbanos, prevendo moradias acessíveis, empregos e serviços sociais para todas as pessoas [39]. Outra vertente que deve ser trabalhada é a sustentabilidade econômica. Assim, precisará haver uma distribuição de negócios em nível local com a proximidade do local de trabalho e moradia, mantendo assim a viabilidade econômica destes bairros, evitando as emissões relacionadas ao transporte [39]. Estas contribuições estão representadas na Figura 1.

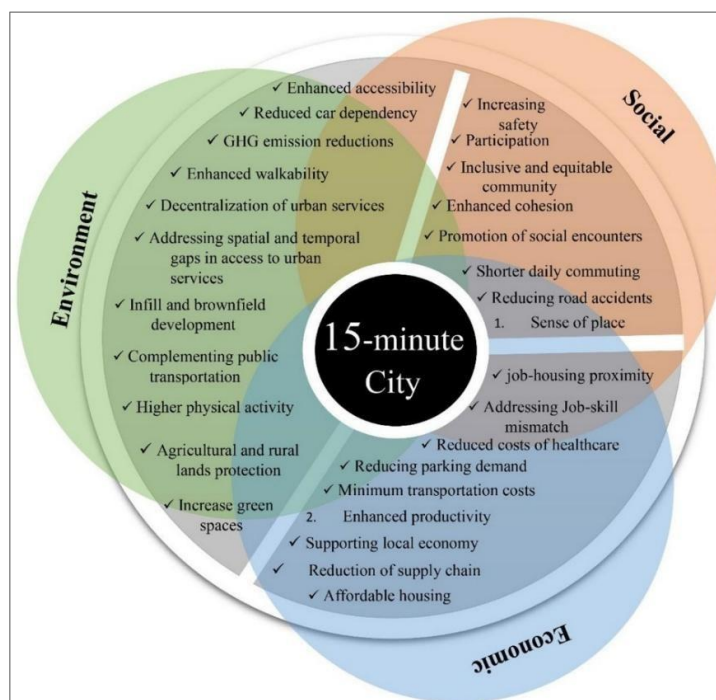


Figura 1 – Contribuições de uma Cidade de 15 Minutos [39].

Os custos com transporte das famílias de bairros caminháveis são metade daqueles que vivem em áreas que dependem de carro. A alta densidade permite que os custos de manutenção das infraestruturas urbanas sejam inferiores aos de zonas caracterizadas pela baixa densidade, segregação espacial e dependência do automóvel [40]. Apresentam também uma redução das viagens de carro, a criação de infraestruturas para a bicicleta e caminhada, o que desencoraja o uso de automóveis e diminui as emissões de gases poluentes [41].

Apesar do crescente interesse pela Cidade dos 15 minutos, sua implementação tem, também, sido alvo de críticas. Há preocupações de que a abordagem seja excessivamente centrada em soluções físicas ou tecnológicas e possa negligenciar dimensões sociais e econômicas fundamentais, como desigualdade territorial, gentrificação e exclusão de populações vulneráveis [39, 42].

Outra questão levantada pelos críticos é que os problemas das cidades não são universais, cada uma delas tem uma identidade e ao utilizar um conceito padronizado como a Cidade de 15 Minutos, pode não servir para todas as cidades, ou seja, cada uma deve ser analisada de acordo com sua forma urbana e social [39, 28] e levar em consideração os vários grupos sociais e demográficos, pois os comportamentos em relação a caminhada e ao ciclismo variam com a idade [39]. Há também um conflito em relação ao nome do conceito, como se trata de Cidade de 15 Minutos, pode-se ter a noção que não se aplicará em escalas menores como os bairros. As cidades são sistemas complexos, e às vezes a localização prevista de certos equipamentos e serviços pode não ser operacionada devido à dimensão da população ou alguma outra limitação [39].

Além disso, aplicar esse conceito na prática pode apresentar dificuldades ao ser replicado em algumas cidades, como será o caso de Melbourne, que enfrentam problemas de congestionamento, possuem um modelo urbano voltado para o uso de automóveis e estão sujeitas a um planejamento territorial rígido e a regulamentos de zoneamento restritivos [39]. Outra questão é que, embora Moreno destaque a importância da moradia acessível, da diversidade étnica e da proximidade entre moradia e trabalho, não está inteligível a forma esses objetivos serão realizados [39].

2.1.2 PLANEJAMENTO URBANO SUSTENTÁVEL

A busca por novas soluções de desenho urbano trouxe para o urbanismo a ideia de uma Cidade de 15 Minutos, a qual é baseada no Novo Urbanismo e está fundamentada em “unidade de vizinhança” do planejador Clarence Perry, criada no início dos anos 1900 [23, 43]. Perry, modelou o bairro Forest Hill Gardens projetado por Olmsted, e definiu em 1929 seis princípios para a "unidade de bairro": dimensões, limites, espaços abertos, equipamentos institucionais, comércio local e sistema viário interno [23].

Ele propôs um bairro de cerca de 60 hectares, com raio de 400 metros, abrigando 6.000 pessoas. A área deveria incluir escola primária para 1.000 – 1.600 alunos,

biblioteca, centro comunitário, igreja e uma loja para cada 100 moradores. Perry também estabeleceu um padrão verde de 16 m² por habitante, distribuído entre playgrounds, áreas esportivas, jardins e pequenos espaços verdes. Apresenta-se na Figura 2, o esboço publicado por Perry em 1929 que foi pensado para facilitar o acesso a pé aos principais serviços e espaços [23].

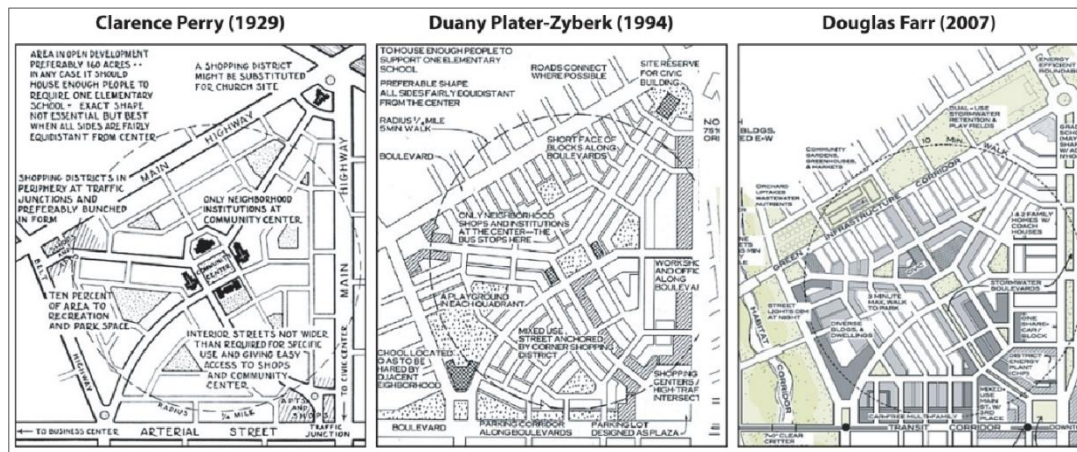


Figura 2 – Diferentes abordagens do conceito de unidade de vizinhança [23, 43, 44].

Depois do estudo de Perry, surgiram, principalmente nos Estados Unidos, esforços para desenvolver um planejamento neo-tradicional liderados por nomes como Duany e Plater-Zyberk [42], desenvolvedores do Novo Urbanismo [23], que defendem que os bairros devem ter uma variedade de atividades, ser compactos, amigo dos pedestres e de uso misto [45].

Eles buscavam reproduzir os bairros tradicionais norte-americanos de antes da popularização dos automóveis e da expansão suburbana, que se destacavam por serem caminháveis, de escala humana e com identidade própria. Os principais componentes dessa abordagem são o bairro, o distrito e o corredor [46]. Duany defende que é essencial existir uma continuidade entre os bairros e as áreas rurais, de forma a criar uma paisagem coesa, onde todos os elementos se complementam mutuamente [42, 47].

Com o surgimento de novos movimentos e a mudança nas demandas sociais, o conceito de unidade de bairro foi sendo adaptado para responder às novas realidades. Embora os termos "sustentabilidade" e "desenvolvimento sustentável" aplicados ao contexto dos bairros sejam relativamente recentes, o planejamento de bairros já é uma prática consolidada, exercida desde o início do século XX [42, 44]. As iniciativas voltadas à sustentabilidade nos bairros podem ser vistas como uma evolução das práticas de planejamento e desenho urbano, que desde os tempos do movimento Cidade-Jardim de Ebenezer Howard, buscaram criar ambientes urbanos mais habitáveis e ecologicamente responsáveis [42, 44].

O conceito de bairro sustentável apresentado Douglas Farr [23], integra cinco atributos essenciais: definição, compacidade, completude, conexão e biofilia. Estes atributos aumentam o apelo pessoal e os benefícios sociais de viver no bairro,

permitindo satisfazer as necessidades diárias a pé. Um protótipo de um bairro sustentável foi construído em Glenwood Park, Atlanta, EUA, em que uma comunidade novo-urbanista está situada em um terreno reabilitado, focado na caminhabilidade, uso misto e redução da dependência dos automóveis [44].

Outro teórico, Leon Krier, critica o desenvolvimento urbano moderno e sua proposta, a qual ele se refere como uma forma de expansão ilimitada, caracterizada por zonas monofuncionais que segregam atividades (habitação, comércio, indústria etc.), exigindo alta mobilidade, consumo significativo de tempo, energia e infraestruturas. Krier considera a "metrópole" como uma ameaça, preferindo focar-se em teorias para a "pequena cidade" e como prevenir a metropolização [48].

Uma unidade fundamental na visão de Krier para o crescimento da cidade é o "bairro urbano". Este é como uma "cidade dentro de uma cidade", que tem como características a multifuncionalidade, a autossuficiência e contém as qualidades do todo. A ideia é que estes bairros forneçam as funções locais diárias e semanais (educação, comércio, emprego, lazer, etc.) a uma distância que pode ser percorrida a pé [48].

A exemplo disso, Krier atuou como *masterplanner* para o projeto *Poundbury* em West Dorset, Grã-Bretanha, que representa a sua primeira tentativa pessoal de colocar a sua teoria em prática. *Poundbury* é uma extensão urbana projetada para cinco mil pessoas, na qual o plano divide o desenvolvimento em quatro bairros urbanos, cada um pretendendo integrar usos urbanos e atender às necessidades essenciais da comunidade a uma caminhada de 10 minutos [48].

Jane Jacobs, na sua obra "Morte e Vida de Grandes Cidades", destacou a importância de ruas vivas e diversificadas nas cidades. Para Jacobs, ruas dinâmicas, com usos mistos e atividades constantes, são importantes para garantir segurança, interação social e vitalidade econômica, propondo uma visão centrada nas pessoas e na convivência em espaços públicos [15].

Também defende que as cidades precisam de uma mistura complexa e interconectada de utilizações, que inclui habitação, trabalho, comércios e espaços públicos. O argumento utilizado pela autora é que a diversidade e a mistura de usos são importantes para a vitalidade da cidade, em contrapartida, faz crítica à tendência de segregar usos (por exemplo, separar zonas residenciais de zonas comerciais) que pode levar a áreas sem vida e inseguras [15].

Jacobs identifica quatro condições essenciais para gerar diversidade urbana: a necessidade de usos primários mistos, blocos pequenos, mistura de edifícios de idades variadas e concentração de pessoas. Estas condições, quando combinadas, criam "*pools*" econômicos eficazes, que fomentam a vitalidade da cidade. Em contraponto, o planejamento urbano modernista, defendido por Ebenezer Howard e Le Corbusier, tem como proposta as cidades segregadas, com grandes blocos e espaços verdes isolados, ignorando a complexidade da vida urbana e da diversidade das cidades [15].

Outra ferramenta de um urbanismo mais sustentável é o urbanismo tático que é uma prática ágil para implementar o conceito de Cidade de 15 Minutos. Ela se baseia em intervenções temporárias e de pequena escala, como a criação de espaços compartilhados, extensões temporárias das calçadas para criar áreas de lazer e convívio para as pessoas, faixas exclusivas para ciclistas e áreas para pedestres, para testar novas configurações urbanas antes de sua implementação definitiva [49].

Em Barcelona, o projeto das *superblocks* transformou a mobilidade urbana com base nos conceitos do urbanismo sustentável, tendo como objetivos principais: enfrentar a escassez de espaços públicos e a contaminação do ar, reduzindo o uso de veículos e ampliando espaços para pedestres e ciclistas. As ruas internas são pacificadas com tráfego reduzido e prioridade para modos não motorizados, e os cruzamentos internos são potencializados como novas áreas de lazer e praças, buscando incrementar a área verde. Ao pacificar as ruas e criar espaços públicos internos, o projeto procurou tornar as atividades de lazer, a convivência e o acesso a serviços mais acessíveis a pé ou de bicicleta dentro da superquadra ou nas suas imediações [50].

O conceito de Cidade de 15 Minutos está alinhado às práticas de urbanismo tático e ao planejamento centrado nas pessoas, que busca criar cidades mais habitáveis e equitativas, priorizando o acesso a serviços essenciais e oportunidades de lazer a uma distância que possa ser percorrida a pé ou de bicicleta em poucos minutos [1]. Em vez de projetar cidades para veículos, a abordagem coloca os habitantes no centro do planejamento urbano, promovendo a diversidade de funções e a proximidade.

2.1.3 MOBILIDADE URBANA E ACESSIBILIDADE

A mobilidade urbana tem um papel importante na organização e no funcionamento das cidades, influenciando diretamente a qualidade de vida da população, o acesso a oportunidades e a sustentabilidade ambiental. Com os desafios associados ao uso excessivo do automóvel, torna-se cada vez mais necessário repensar os modelos de deslocamento. Nesse contexto, estratégias que priorizam o transporte sustentável e a proximidade entre habitação, trabalho e serviços ganham destaque nas agendas urbanas contemporâneas [51].

Autores como Gehl ressaltam a relevância da mobilidade ativa, que inclui deslocamento a pé e de bicicleta, como um dos pilares para a construção de cidades mais sustentáveis. A promoção de modos de transporte ativos não reduz apenas a poluição atmosférica e o consumo de energia, mas também melhora a saúde física e mental dos moradores, ao estimular o uso de espaços públicos mais dinâmicos e inclusivos. Neste contexto, a integração modal e o fortalecimento do transporte coletivo são importantes no desenvolvimento de sistemas de mobilidade equitativos [51, 52].

Para alcançar esses objetivos, é necessário que o planejamento crie melhores condições para pedestres e ciclistas. Ambientes urbanos bem projetados, com

infraestrutura segura, incentivam mais pessoas a adotar esses modos de deslocamento. A interligação entre a mobilidade ativa e a rede de transportes coletivos é importante para promover um sistema urbano funcional [52].

Nesse contexto, para compreender como o desenho urbano influencia o comportamento dos cidadãos, é necessário entender os conceitos de acessibilidade e mobilidade. A diferença entre acessibilidade e mobilidade, é que a acessibilidade se relaciona com o potencial ou a facilidade de aceder a oportunidades e destinos num determinado local, influenciada pelas características do ambiente construído, já a mobilidade refere-se aos padrões de deslocação reais dos indivíduos (por exemplo, distância percorrida a pé, número de viagens de automóvel). [53]

Assim, acessibilidade não é sinónimo de mobilidade. A acessibilidade pode ser entendida como um dos fatores (determinado pelo ambiente construído) que explicam a mobilidade, sendo "3Ds + A" (Densidade, Diversidade, Design + Acessibilidade), onde a acessibilidade média é a relação entre o ambiente construído e a mobilidade [53].

Existem várias metodologias para medir a acessibilidade do ambiente construído, como por exemplo: as baseadas na distância, que medem a acessibilidade em função da distância a oportunidades; as topológicas, que focam exclusivamente nas características da rede pedonal; as compostas, que utilizam algoritmos próprios como o índice de caminhabilidade (*walkability index*) ou o *Walkscore*; as híbridas, que combinam técnicas das tipologias anteriores e as gravitacionais ou potenciais que pesam as oportunidades de acordo com uma função de impedância que reflete a separação espacial [53], conforme a equação 1:

$$A_i = \sum O_j \times f(C_{ij}) \quad (1)$$

Onde:

- A_i é a acessibilidade no local i ;
- O_j são as oportunidades nos locais j ;
- C_{ij} são os custos da deslocação entre i e j ;
- $f(C_{ij})$ é a função de impedância.

A importância da acessibilidade está relacionada à capacidade de alcance a diferentes funções urbanas, o que permite a análise e a identificação dos padrões de mobilidade. Isso favorece a promoção a acessibilidade multimodal, contribuindo para a implementação de políticas integradas de ordenamento do território e de transportes. A acessibilidade do local de trabalho, em particular, mostrou-se significativa na influência da mobilidade pedonal, ou seja, quanto maior for a acessibilidade até o local de trabalho, maior a probabilidade de deslocamento a pé. Garantir boas condições de acessibilidade pedonal, mantendo curtas distâncias entre origens e destinos, é uma prioridade para promover a mobilidade urbana sustentável,

especialmente em cidades de média dimensão [53].

A mobilidade ativa, por meio do caminhar e do uso da bicicleta, é uma estratégia para fomentar a saúde e evitar o surgimento de doenças [54]. Pesquisas epidemiológicas mostram que indivíduos que adotam essas formas de deslocamento apresentam menor probabilidade de desenvolver enfermidades crônicas não transmissíveis [55]. Outros estudos mostram que pedalar para o trabalho está associado a taxas de mortalidade mais baixas [56].

Caminhar e andar de bicicleta ajudam a reduzir a poluição atmosférica, a dependência de automóveis, os congestionamentos, as emissões de gases poluentes e a dependência de combustíveis fósseis [57], promovem a integração social e contribuem para combater a inatividade física e o sedentarismo [56]. Pode ainda gerar poupanças significativas para o sistema de saúde, ao reduzir os custos diretos e indiretos associados à inatividade física e à obesidade [58].

Além disso, a mobilidade ativa pode ser um catalisador para o desenvolvimento econômico local, uma vez que ruas acessíveis incentivam o comércio [15]. Em contrapartida, há alguns problemas relacionados à mobilidade ativa, por exemplo, na Nova Zelândia, houve custos adicionais associados a lesões e fatalidade no ciclismo, o que sugere que são uma desvantagem que deve ser considerada [59].

O uso do carro traz o aumento no congestionamento, que está relacionado à poluição do ar, emitindo mais gases de efeito de estufa por passageiro - quilômetro do que outros modos de locomoção [56, 60]. Com isso, aumenta o risco de doenças respiratórias, custos para o sistema de saúde pela obesidade e inatividade física, sendo que esta última é um fator de risco para doenças crônicas (como doenças cardiovasculares, diabetes, câncer do cólon e mama, saúde mental), contribuindo para milhões de mortes anuais [61]. Para mitigar estes múltiplos problemas, é necessário buscar outras soluções e investir em alternativas como o transporte ativo.

Antes desse conceito, diversas abordagens já promoviam a mobilidade ativa e a acessibilidade, como o urbanismo sustentável, o desenho urbano orientado ao transporte público (TOD - *Transit Oriented Development*), que envolve caminhadas, ciclismo, conectividade, serviços de trânsito, uso misto do solo, densidade, compactação e, principalmente, as unidades de bairro [62]. Todas essas estratégias tinham como objetivo reduzir a dependência do automóvel, aproximar as pessoas dos serviços e priorizar modos de transporte saudáveis, como caminhar e pedalar. O que a Cidade dos 15 minutos faz é sintetizar esses princípios em uma proposta centrada no tempo e no deslocamento como recurso urbano.

2.2 ESTADO DO MUNDO

Como visto, o conceito de Cidade de 15 Minutos tem servido para transformar os centros urbanos ao redor do mundo. Cidades como Paris, Melbourne e Barcelona têm implementado estratégias baseadas nesse conceito com foco na mobilidade ativa

e acessibilidade aos serviços essenciais.

2.2.1 PARIS

Sob a liderança da Perfeita Anne Hidalgo, Paris tem sido pioneira na adoção da Cidade de 15 Minutos (Figura 3), sendo também responsável por uma abordagem mais ecológica com o "Programa Plano de ação pelo clima", que tem como objetivo tornar Paris neutra em carbono, utilizar apenas energias renováveis e reduzir as emissões de gases de efeito estufa, promovendo a mobilidade ativa (a pé e de bicicleta). Neste plano, estabeleceu-se a meta de reduzir as emissões em 75% até 2050 [63]. Em algumas de suas propostas para a reeleição à Câmara Municipal de Paris, foi destacado o objetivo de atender às necessidades dos quase 21 mil habitantes por quilômetro quadrado, de forma que possam trabalhar e acessar o comércio, serviços de saúde e lazer a uma curta distância de suas residências. *Paris en Commun*, como é chamado este plano, visa desconstruir a cidade para que haja "Habitação com dignidade, em condições adequadas, (conseguir ganhar) provisões, bem-estar, educação e lazer" [64].

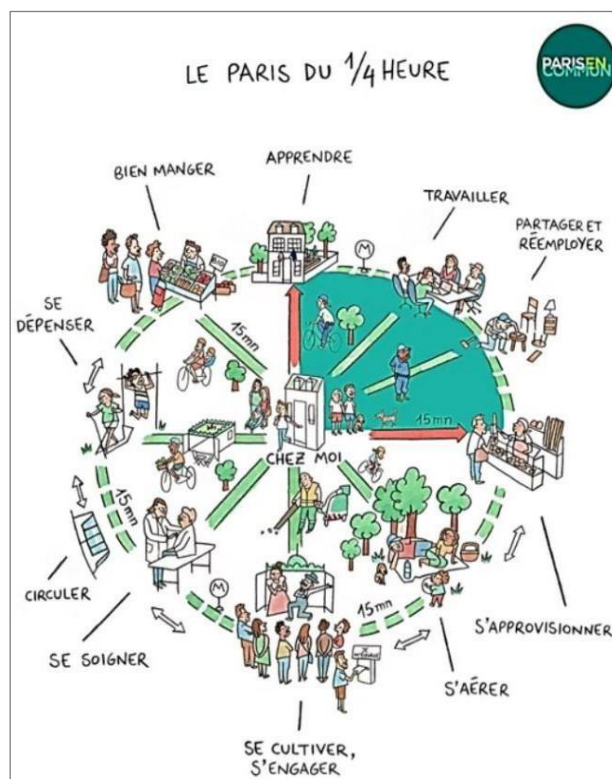


Figura 3 – Paris e o conceito de Cidade de 15 Minutos [63].

Existe o compromisso para que cada bairro possa ter esta integração, na qual as habitações irão se mesclar com hospitais, áreas de entretenimento, de educação. Nesse modelo, os deslocamentos ocorrem preferencialmente por modos ativos (a pé ou de bicicleta), reduzindo ou removendo as áreas para carros nos espaços públicos e semipúblicos utilizados por maior tempo, mudando sua função de acordo

com o horário [63].

Para as reduções das emissões de transporte, a Câmara Municipal de Paris adotou planos de mobilidade com o objetivo de diminuir em mais de 30% as emissões de gases de efeito estufa e os poluentes atmosféricos [38]. Isso é devido a propostas como a recuperação de estradas para áreas verdes e peões, a proibição dos veículos mais poluentes e a eliminação de veículos no cais do Sena [63].

Em Paris, existem um cargo de Tenência de Alcaldia responsável pela "Cidade dos 15 Minutos" e uma estrutura municipal para a sua gestão, com o objetivo de redistribuir os usos para reduzir as necessidades de mobilidade. Em alguns bairros as propostas da Cidade de 15 Minutos são concretizadas, ou seja, são coordenadas e supervisionadas, garantindo que os serviços essenciais estejam acessíveis dentro de um raio de 15 minutos a pé ou de bicicleta [63].

Além disso, há um foco na promoção de oportunidades de emprego local, incluindo a facilitação do trabalho remoto. Prioriza ainda a distribuição equilibrada de funções pela cidade, limitando o uso de carros e estabelecendo exceções para grupos específicos, como idosos, lojistas, pessoas com deficiência e taxistas [65].

A redução do tráfego e a mudança de hábitos de mobilidade são incentivadas, com destaque para a ampliação de ciclovias e a melhoria do transporte público, como ônibus e metrô. Em paralelo, o padrão de cidade verde se baseia na redução da poluição, preservação da biodiversidade e adoção de práticas sustentáveis [65]. Visando os cidadãos e não apenas o comércio, alguns prédios adquiridos pelo Estado estão destinados a aluguéis sociais, o que aumenta a densidade populacional. Outra solução para ampliar os espaços de convivência dentro dos bairros foi abrir as escolas públicas aos finais de semana para receber exposições e concertos [66].

Os antigos pátios cimentados estão sendo transformados em áreas verdes conhecidas como "jardins-oásis", que funcionam tanto como espaços de convivência quanto como ambientes educativos, onde os alunos podem cultivar hortas e aprender na prática sobre sustentabilidade. Paralelamente, a famosa avenida Champs-Élysées passará por uma requalificação urbana: suas doze faixas destinadas a veículos serão reduzidas para quatro, ampliando os espaços destinados aos pedestres [66].

A meta é que em 2025, grande parte do centro histórico de Paris esteja livre da circulação de automóveis [66], sendo que em torno do Museu do Louvre foi criada uma zona com restrição de tráfego, permitindo o acesso apenas a veículos de moradores, prestadores de serviço, táxis e transporte público [67]. Atualmente foi aprovada mais uma iniciativa para desencorajar o uso de carros na cidade: triplicar a cobrança de estacionamento para veículos do tipo SUV [67].

Em uma pesquisa que avalia a cidade de Paris como uma Cidade de 15 Minutos com base nos três pilares, ou seja, inclusão, saúde e segurança, tem como classificação forte: a proximidade de serviços, densidade de construção, mistura de uso do solo, multimodalidade, acessibilidade à saúde e alimentos frescos a preços acessíveis,

proximidade cuidados básicos de saúde, mobilidade ativa, proximidade de oportunidades culturais e recreativas, características urbanas que aumentam a sensação de segurança, utilização segura de espaços públicos, práticas participativas, proximidade geral de comodidades urbanas, entre outros [65].

Na classificação média está proximidade do trabalho, processos de co-design, conectividade e multifuncionalidade de espaços verdes e abertos e na classificação fraca está a moradia. Isso demonstra que Paris tem boas condições para a implantação de uma Cidade de 15 Minutos [65].

2.2.2 MELBOURNE

O Plano de Melbourne (2017–2050), orientado pelo conceito da cidade de 20 minutos (Figura 4), tem como base a Cidade de 15 Minutos, que visa criar vizinhanças caminháveis. Em 2018, o projeto foi inicialmente lançado como um programa piloto em Croydon South, Strathmore e Sunshine West. Foram idealizados 5 passos para realização deste programa: Passo 1 – Identificar a necessidade; Passo 2 – Ideias para oferecer um bairro mais inclusivo; Passo 3 – Desenvolver recomendações em 3 temas: Política, Lugar e Parceria; Passo 4 – Avaliação das recomendações do passo 3 pelo governo, abordando a implementação; e Passo 5 – Agir de acordo com as recomendações que são viáveis [68].

Os benefícios identificados são o aumento da consciência coletiva; a melhoria da saúde e da economia ambiental; a redução para metade a renda das famílias com custo com transporte; o incentivo às caminhadas; o aumento da vigilância passiva e da segurança; o abrandamento do transporte de Melbourne; a diminuição da poluição e das emissões de CO², reduzindo também o consumo de energia relacionado ao transporte; a melhoria do bem-estar e da saúde da população; e o incremento no comércio varejista em até 40% [68].

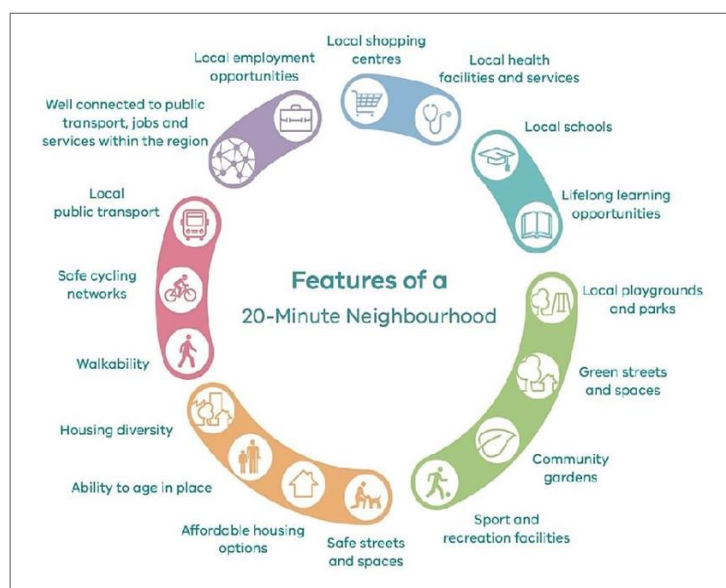


Figura 4 – Características de um bairro de 20 minutos [68].

A população de Melbourne aumentará até 2056 para 9 milhões de pessoas, serão então necessárias 1,9 milhões de novas residências até esta data. Com relação aos serviços e infraestruturas, é necessário criar acessibilidade a uma curta distância para atender às novas moradias [68]. De acordo com pesquisas, para que os lugares sejam caminháveis é preciso haver uma densidade mínima de 25 habitações por hectare, em alguns bairros de Melbourne a densidade é menos de metade deste valor [69].

Uma pesquisa realizada pelo *Australian Bureau of Statistics* revelou que pessoas que moram próximas a supermercados têm maior tendência a ir até eles caminhando, o que contribui para a melhora da saúde e do bem-estar [70]. Bairros que não têm uma boa conectividade e sem espaços de convívio têm maiores índices de isolamento social, o que torna isso um problema de saúde pública [71].

Para o sucesso de uma cidade de 20 minutos, deve-se planejar baseado no perfil demográfico, e nas necessidades das comunidades. Também é importante uma abordagem em várias vertentes como o planejamento estratégico, design urbano, desenvolvimento econômico, programas comunitários, bem como transporte, serviços e gestão do meio ambiente [68].

Com base em uma pesquisa que analisa Melbourne como uma Cidade de 15 Minutos com base nos três pilares: inclusão, saúde e segurança, tem como classificação forte a moradia, mistura de uso do solo, processo de co-design, mobilidade ativa, proximidade de oportunidades culturais e recreativas, cooperação das partes interessadas e da comunidade, interação entre a cidade, bairro vivaz, características urbanas que aumentam a sensação de segurança, práticas participativas, entre outros [65].

Na classificação média estão proximidade de serviço, multimodalidade, segurança nos espaços públicos, acessibilidade à saúde e alimentos frescos a preços acessíveis, proximidade cuidados básicos de saúde conectividade e multifuncionalidade de espaços verdes e abertos, e na classificação fraca está a densidade de construção, acessibilidade, proximidade geral de comodidades urbanas, proximidade do trabalho. Isso demonstra que Melbourne reúne boas condições para a implantação de uma Cidade de 15 Minutos, mas precisa melhorar em alguns aspectos de inclusão [65].

2.2.3 BARCELONA

Barcelona apresenta uma proposta para o novo Plano de Mobilidade Urbana (PMU) 2025-2030, visando alcançar 85% de viagens em transporte sustentável. O plano prioriza desenvolver a atratividade do transporte público, diminuir a dependência dos carros particulares e aumentar as formas sustentáveis de mobilidade. Prevê uma redução na utilização de automóveis particulares de 19,9% para 15%, um aumento do uso de transporte público para 37,1% e um crescimento de 3,8% para 5,7% em viagens feitas por bicicletas e patinetes elétricos [72].

O Plano de Mobilidade Urbana 2025-2030 tem como estratégia três áreas:

Área 1: Mobilidade segura, eficiente e sustentável, que tem como objetivo aumentar

as viagens de bicicletas em mais de 65%, a pé mais de 12% e reduzir pela metade o número acidentes de trânsito. Para isso irá alargar os passeios não acessíveis, melhorar e ampliar a infraestrutura para bicicleta do Bicing (sistema de compartilhamento de bicicletas), adotar ‘*street-calming*’ em uma extensão de 20 quilômetros, que abrange áreas de escolas e centros médicos [72].

Na Área 2: Sistema de transporte público coletivo para atrair mais passageiros, a ligação da rede *Trambaix* e *Trambesòs*, suplemento na rede de autocarros urbanos, ampliação da rede de metrô e criação da infraestrutura para a ligação de autocarros interurbanos [72].

Área 3: Redução da dependência de veículos particulares; mitigação de fatores externos que propõem empreender medidas de redução do impacto dos carros particulares, nas emissões de CO₂ e na descarbonização. Para isso haverá restrições e regulamentações no tráfego com o objetivo de melhorar o controle do fluxo de trânsito, estimulando o uso de dados. Também pretende associar o uso de automóveis particulares a impostos, política de estacionamento e o apoio de empresas para aperfeiçoar planos de mobilidade sustentável [72].

A estratégia de revitalização de Barcelona com o lançamento do programa *Superblocks* em 2016 tornou os espaços mais verdes e mais prioritários para peões. O bloqueio das ruas para a criação de espaços de convivência destinados ao lazer para os moradores, fez com que as áreas para os pedestres aumentassem em 80% e os espaços verdes em 91%, desenvolvendo assim áreas para parques infantis [73].

No bairro de *Poblenou*, a redução das áreas acessíveis a carros, que passou a ocupar apenas 48% do território, teve um impacto direto na diminuição do uso do automóvel, com uma queda de 58% no número de veículos circulando nessa zona. Essa transformação permitiu a ampliação do espaço público dedicado às pessoas, incentivando a mobilidade ativa e promovendo um aumento na presença de pedestres [73]. O aumento do espaço público e da circulação de pessoas beneficiou o comércio local, sendo que o número de empresas nos andares térreos subiu de 65 para 85, fortalecendo a economia do bairro [73].

O Plano de Bairro 2025- 2028 é uma iniciativa que pretende ir a 27 bairros da cidade, que irá impactar mais de 440 mil pessoas destes locais. Contando com contribuição de moradores, investigadores e profissionais de diversas áreas para a elaboração, este plano tem como eixos a educação, saúde, espaço público, habitação, reabilitação, sustentabilidade e desenvolvimento econômico, sendo pensado prioritariamente para idosos, mulheres, adolescentes e migrantes [74].

Com o objetivo de redistribuir e superar as desigualdades, visa na questão da educação, melhorar os espaços educativos como parques infantis, campos desportivos, bibliotecas. Nos espaços públicos, tornar as ruas, praças, parques e esquinas mais agradáveis, acessíveis e seguras, e adaptadas às necessidades das pessoas. A reabilitação de edifícios públicos e habitações, renovação de espaços e adaptação destes bairros a inundações vão de encontro com os objetivos de uma Cidade de 15 Minutos [74].

2.3 APLICAÇÕES DO CONCEITO DE CIDADE DE 15 MINUTOS EM ALGUMAS CIDADES

No âmbito acadêmico, há muitos estudos que exploram o conceito de Cidade de 15 Minutos: seus princípios, contribuições e desafios [39], revisões bibliográficas sobre a sua evolução e importância para a mobilidade urbana sustentável, examinando as estratégias de implementação em cidades europeias como Paris, Barcelona e várias cidades italianas [75] ou que identificam as principais lacunas metodológicas do conceito de Cidade de 15 Minutos [76].

Outros comparam estudos de casos europeus como o a *ville du quart d'heure* de Paris, o plano *Superilla* de Barcelona e o programa *Piazze Aperte* de Milão, sob o ponto de vista da Cidade de 15 Minutos [77]. Também há uma dissertação de mestrado que avalia o nível de acessibilidade em três conjuntos habitacionais da Área Metropolitana de Barcelona (Can Ros, Sud-Oest del Besòs e Canaletes) sob a ótica do conceito de 15 minutos [78]. Adicionalmente, um estudo analisa a acessibilidade pedonal em 585 cidades europeias, utilizando a proximidade de serviços essenciais como métrica de referência [79].

Outra abordagem relevante é apresentada em um artigo que examina o impacto do uso do Airbnb na estrutura urbana de Barcelona; os autores propõem um novo modelo de governança que utiliza a metodologia dos 15 minutos para descentralizar o turismo rumo aos bairros periféricos [80]. Uma pesquisa analisa a viabilidade do conceito na Sicília, considerando as mudanças nos padrões de deslocamento provocadas pela pandemia de COVID-19 [81].

Discussões sobre o conceito de Cidade de 15 Minutos para alcançar um futuro urbano com emissão zero, maior sustentabilidade e descarbonização [82], pesquisa que analisa a cidade de Valência, usando 21 equipamentos urbanos para medir a acessibilidade a recursos essenciais em 70 bairros da cidade, e a análise geoespacial, dados abertos para avaliar quatro dimensões como Educação, Saúde e Bem-Estar Social, Lazer e Cultura e Abastecimento [83].

Artigo que analisa o desempenho da caminhada em 121 áreas metropolitanas europeias e sete serviços urbanos com base na Cidade de 15 Minutos [84], pesquisa que mostra evidências de Paris, Barcelona e Lisboa que a Cidade de 15 Minutos reduzem a dependência do carro, promovem caminhadas e ciclismo, e reduzem as emissões [85], artigo que se refere as controvérsias da Cidade de 15 Minutos em relação a teorias da conspiração e preocupações sobre a divisão de classes e a acessibilidade para pessoas com deficiência [86], ou seja, o conceito de 15 minutos se correlaciona com vários temas e cidades.

Em relação a metodologia semelhante utilizada nesta tese, há vários artigos acadêmicos que usam o conceito de cidades de 15 minutos e o ArcGIS para análise como em Baoding, na China, que calcula a distância que os moradores poderiam alcançar em 15 minutos até as áreas de serviços [87]; em um estudo da cidade de

Cambé, no Paraná, no Brasil que analisa as rotas realizadas a pé em até 15 minutos com este software [88] e uma avaliação das quatro funções urbanas a pé usando SIG em Cáceres, Espanha [89].

Existe também pesquisa sobre a Cidade de 15 Minutos em Itália (Ferrara e Bolonha), na mobilidade a pé usando SIG [90]; artigo que tenta determinar se Oslo, é uma Cidade de 15 Minutos em termos de mobilidade a pé, com a ajuda de SIG [91], se a cidade de Roma se qualifica como uma Cidade de 15 Minutos em termos de mobilidade a pé e de bicicleta de acordo com mapas gerados por SIG [92], ou que analisar a percentagem de acesso a serviços a pé em Turim, na Itália, usando SIG [93].

Sobre Barcelona, há estudos semelhantes a esta investigação, no entanto abordam critérios distintos, como por exemplo, um estudo que mede a Cidade de 15 Minutos a partir de 3 metodologias diferentes, no qual o primeiro método irá dividir a área em uma grade de 100×100 m, usando o OpenStreetMaps para determinar as distâncias de caminhada em minutos para vários destinos diários. O segundo método usa o cadastro residencial, a localização dos serviços e os destinos para calcular o tempo mínimo de viagem e o terceiro método considera o comportamento real das viagens para identificar as áreas que concentram o maior número de deslocamentos realizados a pé e em menos de 15 minutos [94].

Em outra pesquisa, apresenta uma análise da acessibilidade a pé na cidade de Barcelona, focando no conceito da Cidade de 15 Minutos, considerando como as restrições de mobilidade de pedestres vulneráveis (como idosos e jovens) afetam o acesso aos serviços essenciais e a conectividade da rede [95]. O artigo [96] foca no modelo de "*supermanzana*" e sua relação com a Cidade de 15 Minutos no que se trata de limitar o tráfego de veículos dentro dos bairros, transformando as ruas internas em áreas de prioridade para pedestres e ciclistas.

Já [97] foca na avaliação da acessibilidade ativa e inclusiva na área metropolitana de Barcelona de acordo com o conceito de Cidade de 15 Minutos na mobilidade a pé para quatro grupos etários distintos (crianças, jovens, adultos e idosos). A relação entre a acessibilidade e os padrões de mobilidade humana na cidade de Barcelona foi analisada em [98], utilizando censos e informações geográficas (OpenStreetMap) para modelar os fluxos de origem-destino baseado na Cidade de 15 Minutos.

Em Barcelona, há um estudo que utiliza o conceito da Cidade de 15 Minutos e mobilidade ativa. Como principais resultados, apresentam que mais de um terço das viagens na cidade duram menos de 10 minutos e 76% destas são realizadas utilizando modos de transporte não motorizados. Os resultados do estudo indicam um nível muito elevado de acessibilidade a serviços básicos na maior parte das parcelas estudadas [30].

Em média, uma parcela tem 21 dos 24 serviços analisados (serviços sociais, pré-escolas, educação primária, educação secundária, supermercados, mercados, bibliotecas, centros cívicos, locais de esportes, estações de compartilhamento de

bicicleta, transporte rápido coletivo, bibliotecas, praças/parques, entre outros) estão dentro do alcance da Cidade de 15 Minutos, demonstrando alta acessibilidade e ótima distribuição de serviços [30], como mostra a Figura 7.

Já o acesso à infraestrutura cicloviária é ótimo apenas em 71% das parcelas. São, ainda, detectadas deficiências na infraestrutura cicloviária e em algumas variáveis de abastecimento em áreas periféricas. O fato de 76% dos bairros analisados terem acesso a pé a mais de 20 destinos cotidianos em menos de 15 minutos demonstra os níveis elevados de "walkability" (capacidade de ser percorrido a pé) na maior parte de Barcelona e o sucesso das estratégias de alocação de serviços. O mapa gerado com as áreas de alta cobertura de serviços e as áreas críticas está apresentado na Figura 5 [30].

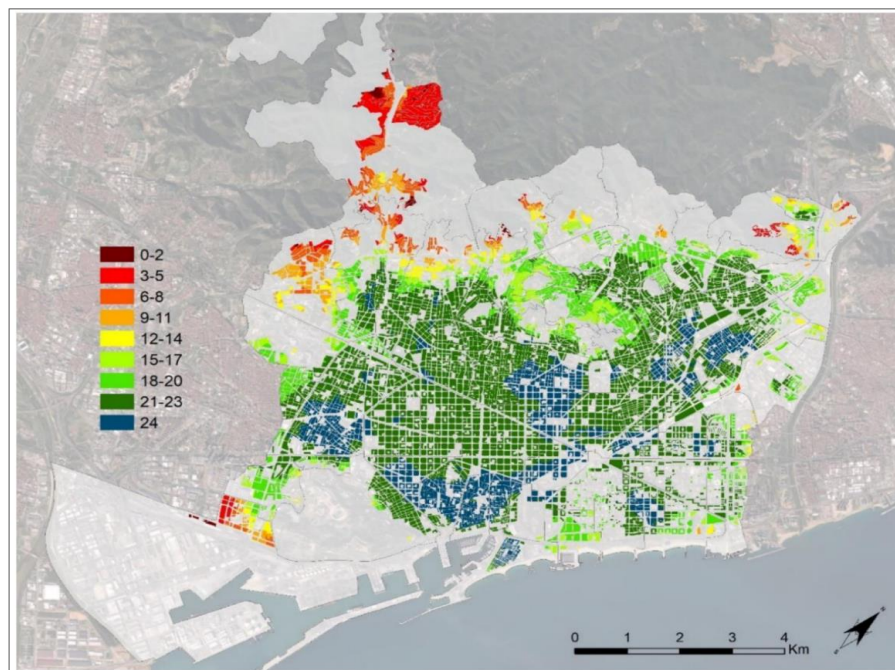


Figura 5 – Mapa da Cidade de 15 Minutos em Barcelona [30].

Diante deste mapa, fica evidente que Barcelona precisa melhorar o acesso dos cidadãos a serviços essenciais nas áreas periféricas, reduzindo a dependência de veículos automotores e promovendo centros urbanos nestas áreas. A análise realizada demonstrou que a cidade já possui uma estrutura favorável à implementação do conceito de Cidade de 15 Minutos, especialmente em suas áreas centrais, onde há uma distribuição mais equilibrada de serviços.

No entanto, existem desafios em regiões periféricas, onde o acesso a serviços básicos, como escolas, mercados e áreas de lazer, ainda é deficiente. A articulação entre planejamento estratégico, participação comunitária e tecnologias de informação, como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), pode superar os desafios existentes e garantir que os benefícios dessas transformações urbanas alcancem toda a população barcelonesa.

3 CONTEXTUALIZAÇÃO DA CIDADE DE BARCELONA

Esta investigação tem como estudo de caso a cidade de Barcelona, a qual se destaca como um dos principais centros urbanos europeus e possui uma estrutura da cidade direcionada para o transporte público e a caminhabilidade. Embora Barcelona tenha avançado em políticas públicas voltadas à sustentabilidade e à mobilidade, ainda enfrenta dificuldades para implementação da Cidade de 15 Minutos.

3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS E ESTRUTURA URBANA

Barcelona é a capital da região autônoma da Catalunha e tem uma população de aproximadamente 1,6 milhões de habitantes [99]. Localizada às margens do Mar Mediterrâneo, Barcelona ocupa uma superfície de 101,35 km², caracterizada por uma densa rede urbana, resultado de um processo de urbanização planejado ao longo de muitos anos [30, 99]. A área de Barcelona é dividida em 10 distritos administrativos, com 73 bairros [30], como demonstrado na Figura 6:

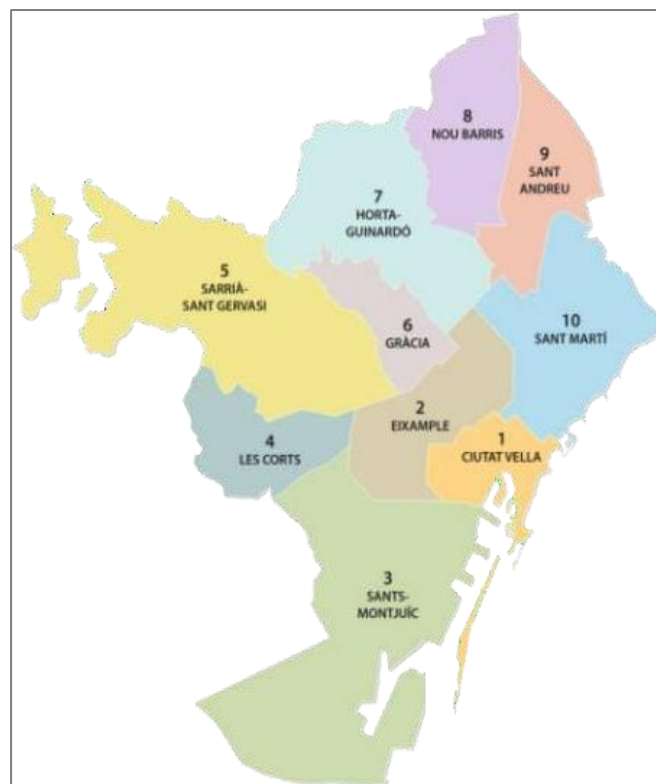


Figura 6 – Mapa da Região Metropolitana de Barcelona [100].

O uso da terra desta região corresponde a 48% de território urbanizado (sendo este 20% residencial, 7% industrial, 6% para equipamentos, 6% para infraestruturas e serviços, 4% para locais com sinais de urbanização, 3% para parques, 1% para o setor terciário e 1% para outros usos) e os 52% restantes são ocupados por áreas naturais e florestas [101].

A reputação internacional de Barcelona está ligada a um modelo urbano transformador, denominado "modelo Barcelona", que começou a ser desenvolvido na década de 1980 [102], que vai além das políticas públicas e estratégias econômicas, incorporando também aspectos como a vida cultural, a inclusão social e a participação dos cidadãos nos processos urbanos. A cidade é vista como um exemplo de metrópole europeia mediterrânea, destacando-se por sua alta densidade e estrutura compacta [102]. Com uma história que remonta a mais de dois mil anos, Barcelona integrou seu passado ao seu espaço urbano, o que contribuiu para o amplo reconhecimento internacional conquistado nas décadas de 1980 e 1990 graças à sua organização espacial e características geográficas [102].

A estrutura urbana de Barcelona é também marcada pelo famoso plano de Cerdà, implementado no século XIX, que tinha uma dedicação ao movimento de hierarquia de ruas e cruzamentos. O plano topográfico introduzido em 1855 definiu a configuração em grade com quarteirões ortogonais e espaços abertos em cada interseção [103]. Essa abordagem visava constituir um traçado que estabelecessem vários serviços, com quarteirões estruturados em eixos de 113,3 metros intercalados com ruas de 20 metros de largura. O tecido urbano foi estabelecido por vias (espaços de circulação difundidos por todas as direções) e intervias (local dos equipamentos e edificações) [103].

A Lei de Ensanche de 1892 (ou *Eixample*, em catalão) foi um projeto de expansão urbana para além das muralhas da cidade antiga de Barcelona. A proposta incluía ruas largas, quarteirões com cantos chanfrados e pátios verdes internos, visando melhor qualidade de vida, mobilidade e higiene, como apresentado na Figura 7. O crescimento populacional e industrial exigiu adaptações ao plano original. Em 1934, o Plano Macià, de Josep Lluís Sert e Le Corbusier, reinterpretou os quarteirões do Plano Ensanche, criando “macro-quarteirões” e aplicando princípios modernistas para melhorar a funcionalidade urbana [103]

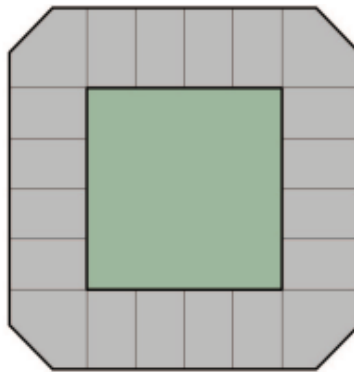


Figura 7 – Quarteirão da Lei de Ensanche [103].

As ruas são classificadas conforme a largura, por exemplo, as ruas de 20 metros são as mais comuns, com espaço equilibrado para pedestres e veículos [50]. As ruas de 30 e 50 metros são mais largas, geralmente usadas como avenidas principais. O alinhamento das ruas segue os pontos cardeais, criando uma malha viária organizada e uma continuidade visual nos quarteirões [103].

Após o período Pós-Franquismo, antes da criação do Serviço de Projetos Urbanos, em 1981, a cidade estava desarticulada, com muitos espaços sendo apenas vazios, (*buits* em catalão) urbanos resultantes de processos especulativos. Havia uma divisão excessiva do espaço público e a ausência de um instrumento de planejamento urbano integrador. Os projetos eram por vezes avaliados apenas pela presença de certos elementos (por exemplo: áreas verdes) e não pela coerência com o seu papel urbanístico. Isso demonstra a dificuldade em coordenar e integrar as diversas intervenções para criar uma cidade coesa e funcional em todos os seus níveis [104].

Após os Jogos Olímpicos de 1992, a escala de intervenção mudou para grandes projetos, impulsionados pela lógica da cidade capitalista. Embora a política urbana dos anos 80 priorizasse a melhoria dos espaços públicos em toda a cidade, especialmente nas periferias, por meio de microintervenções, a transição para projetos de grande escala acabou por despriorizar a qualidade de vida local e a acessibilidade cotidiana em favor de marcos e atrações de grande escala [104].

3.2 DESAFIOS NA IMPLEMENTAÇÃO DO CONCEITO DE CIDADE DE 15 MINUTOS

Apesar dos avanços de Barcelona em termos de mobilidade urbana e sustentabilidade, a aplicação prática do conceito de Cidade de 15 Minutos ainda enfrenta obstáculos. Historicamente, o desenho proposto pelo Plano Cerdà estabeleceu as bases para este conceito, ao distribuir as funções urbanas de forma equilibrada e promover maior densidade e qualidade de vida, de modo que os cidadãos pudessem acessar serviços essenciais sem a necessidade de grandes deslocamentos [104].

Nas décadas de 1980 e 1990, Barcelona foi apresentada como referência de cidade compacta. No entanto, sua expansão metropolitana revelou uma urbanização dispersa, um padrão cada vez mais semelhante ao do *urban sprawl*. Essa forma de crescimento segue lógicas de baixa densidade e zonamento monofuncional [102].

As periferias evidenciam uma escassez de diversidade de usos, o que reflete a ineficiência das políticas públicas em reproduzir modelos urbanos mais sustentáveis [102]. A mobilidade continua sendo uma questão crítica e as desigualdades nesse aspecto intensificam a segregação social [102]. A política de transformar a periferia em espaço monumental através da inserção de qualidade arquitetônica e da requalificação urbana teve como objetivo tornar essas áreas em espaços mais agradáveis para quem vive nelas [105].

Nesse contexto, intervenções como a recuperação de pátios internos dos quarteirões, convertendo-os em áreas públicas, assim como a criação de novos parques urbanos, também ajudam a aproximar os moradores de espaços de lazer e socialização [104]. A concepção de que a cidade se organiza a partir do espaço público, é entendido como um elemento com funções práticas, culturais e políticas, o que reforça a necessidade de garantir uma rede acessível e bem distribuída com espaços de qualidade, capazes de atender tanto os bairros quanto a cidade como um todo [104].

Contudo, os espaços públicos de Barcelona enfrentam atualmente uma capacidade desproporcional entre diferentes usuários, hábitos e formas de uso. Isso gera constantes negociações e dificuldades de governação [104]. Além disso, há falhas no desenho urbano e incertezas quanto à definição e afirmação dos espaços públicos, o que evidencia o desafio de equilibrar múltiplas necessidades e assegurar que esses espaços sirvam de fato à coletividade, promovendo qualidade de vida e proximidade [104].

Do mesmo modo, a pressão imobiliária e a gentrificação podem agravar as desigualdades; o acesso a moradias em áreas mais centrais e economicamente viáveis é para alguns grupos sociais mais difícil de se concretizar. Há também críticas à ausência de diálogo com a sociedade civil e à falta de transparência nas intervenções recentes. Tais ações, muitas vezes, não resultam de processos participativos e carecem da percepção social por parte da administração pública, o que compromete o desenvolvimento urbano [102].

Também devem-se considerar a participação já existente do governo, da população e do uso de ferramentas, como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), para avaliar a viabilidade da instalação de novas propostas [106]. Dessa forma, o modelo de desenvolvimento urbano de Barcelona necessita ser repensado. O grande desafio está em integrar o território metropolitano, promovendo uma combinação entre densidade, diversidade social e complexidade urbana [102]. Como afirma Horácio Capel, é preciso adotar novas posturas políticas e atualizar os referenciais teóricos para uma ação territorial mais eficaz [107].

4 ANÁLISE DE DADOS COM SIG - METODOLOGIA

A metodologia desta investigação foi baseada na utilização de dados da Câmara Municipal de Barcelona e analisados por uma ferramenta SIG (Sistemas de Informação Geográfica), o ArcGIS Pro. Este software foi escolhido para assegurar uma análise espacial da acessibilidade dos serviços essenciais. Neste capítulo, serão descritas as etapas dos procedimentos para a realização desta avaliação.

4.1 FERRAMENTAS SIG NO PLANEJAMENTO URBANO

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) oferecem ferramentas avançadas para a coleta, análise e visualização de dados espaciais, principalmente no planejamento urbano. Sua aplicação permite a melhor compreensão das dinâmicas urbanas, facilitando a tomada de decisões pelos planejadores da cidade [108].

A aplicação dos SIG no planejamento urbano visa o levantamento e monitoramento ambiental, bem como o mapeamento de espaços urbanos e atividades humanas, criando bancos de dados georreferenciados, sendo uma abordagem utilizada no monitoramento de transformações do ambiente e no planejamento do uso e ocupação do território [109].

Em uma análise socioespacial, as ferramentas de geoprocessamento permitem identificar áreas vulneráveis e segregadas, auxiliando na elaboração de políticas públicas direcionadas à promoção de saúde e bem-estar urbano [110]. Com relação à gestão de infraestrutura urbana, através da integração de dados espaciais, os SIG facilitam o planejamento, a gestão de sistemas de transporte e os serviços urbanos essenciais [111].

Os benefícios dos SIGs no contexto urbano são: o auxílio na tomada de decisão, ou seja, a capacidade de integrar e analisar grandes volumes de dados espaciais permitindo que os gestores tomem decisões baseadas em evidências, melhorando as intervenções urbanísticas; a eficiência operacional, a automatização dos processos de análise espacial reduz o tempo e os recursos necessários para o planejamento; e a implementação de projetos urbanos, os SIG contribuem para o desenvolvimento de cidades mais sustentáveis e resilientes [112].

A análise de dados com SIG nos permite examinar os pontos críticos da cidade de Barcelona que abrangem os pontos referentes aos serviços, habitações e acesso a pé e de bicicleta, compreendendo a região metropolitana de Barcelona mais o município de L'Hospitalet de Llobregat.

4.2 USO DO SIG NO PLANEJAMENTO URBANO: COLETA DE DADOS EM BARCELONA

Com a base de dados (OpenData), encontradas no site da Câmara Municipal de Barcelona e no CartoBCN, foram reunidas informações referentes aos Equipamentos Urbanos, que engloba os 18 serviços apresentados na Tabela 1:

Correios	Jardins de Infância
Equipamentos Esportivos	EB 1
Equipamentos Culturais (cinema, teatros, museus)	EB 2,3
Hospitais e Clínicas	Ensino Secundário
Lares de Idosos	Universidade/ Institutos
Igrejas	Mercados Públicos/ Mercadinhos
Farmácias	Supermercados
Shoppings	Padarias e Pastelarias
Parques e Áreas Verdes	Restaurantes

Tabela 1 – Equipamentos Urbanos.

A delimitação espacial da área de estudo abrange os 10 distritos de Barcelona e o município de L' Hospitalet de Llobregat, conforme definido na Figura 8. Os serviços estão apresentados na Figura 9, enquanto a rede ciclável e pedonal está referenciada na Figura 10:

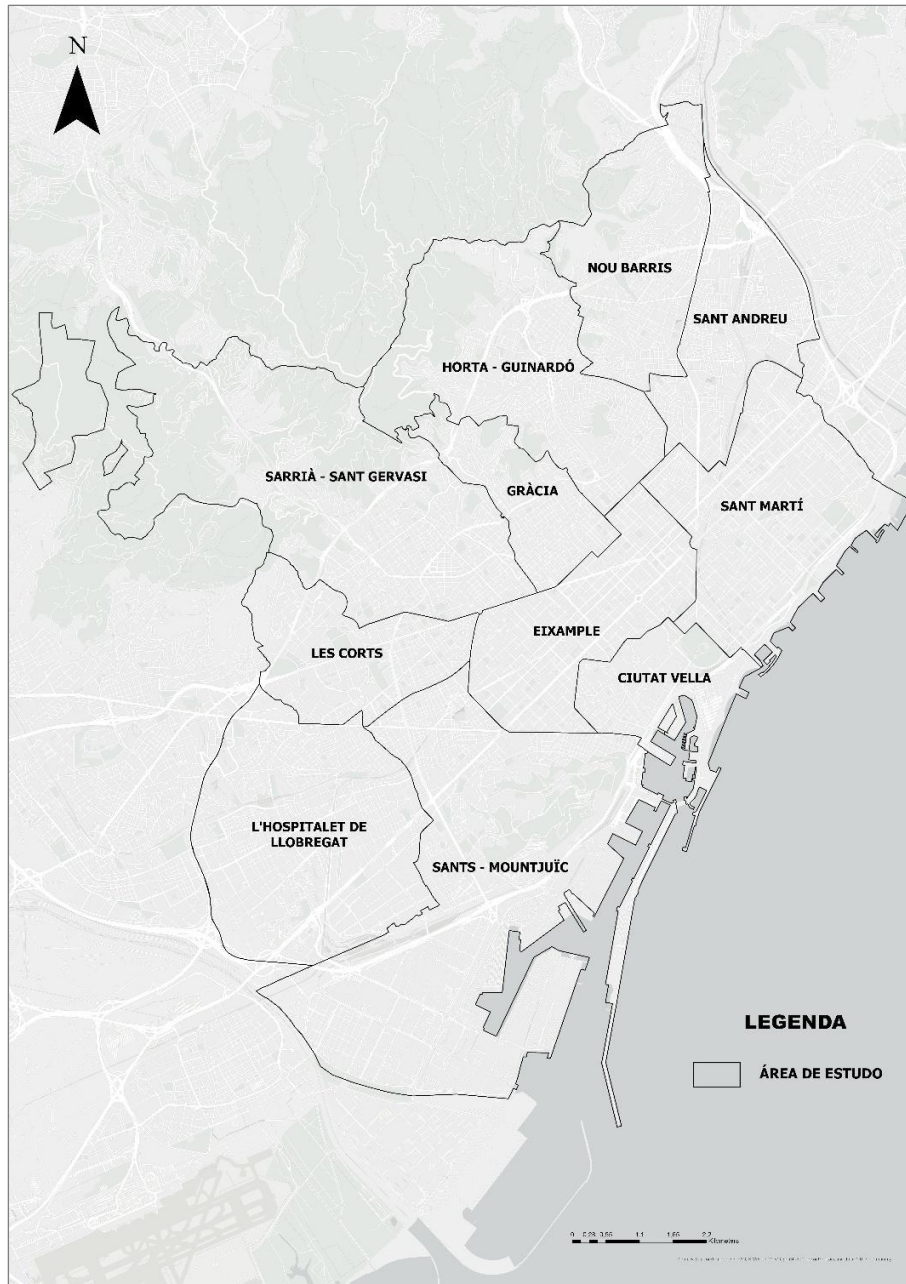


Figura 8 – Mapa da Área de Estudo.

Os equipamentos são os destinos dentro da área de estudo, atuando como pontos de interesse para os quais as viagens são direcionadas. Isso inclui serviços e equipamentos essenciais, como centros de saúde, escolas, áreas comerciais e espaços de lazer, que são determinantes na configuração dos padrões de mobilidade e acessibilidade urbana.

Para uma melhor organização e compreensão da distribuição dos serviços urbanos, a Área de Desenvolvimento de Políticas Urbanas da AMB (Área Metropolitana de Barcelona), a Área de Desenvolvimento Socioeconômico da AMB e o Instituto de Estudos Regionais Metropolitanos de Barcelona (IERMB), desenvolveram um banco de dados online com informações sobre os equipamentos urbanos da região metropolitana de Barcelona [113].

Este banco permitiu reunir dados dos serviços essenciais necessários à presente investigação. Juntamente o Guia de Ruas da AMB, da Generalitat de Catalunya [113], os equipamentos não encontrados foram pesquisados no Google Maps e inseridos no ArcGIS Pro. Os dados da localização de restaurantes, farmácias, hospitais, clínicas e mercados, foram obtidos por meio do GeoPortal da Câmara Municipal de Barcelona [114].

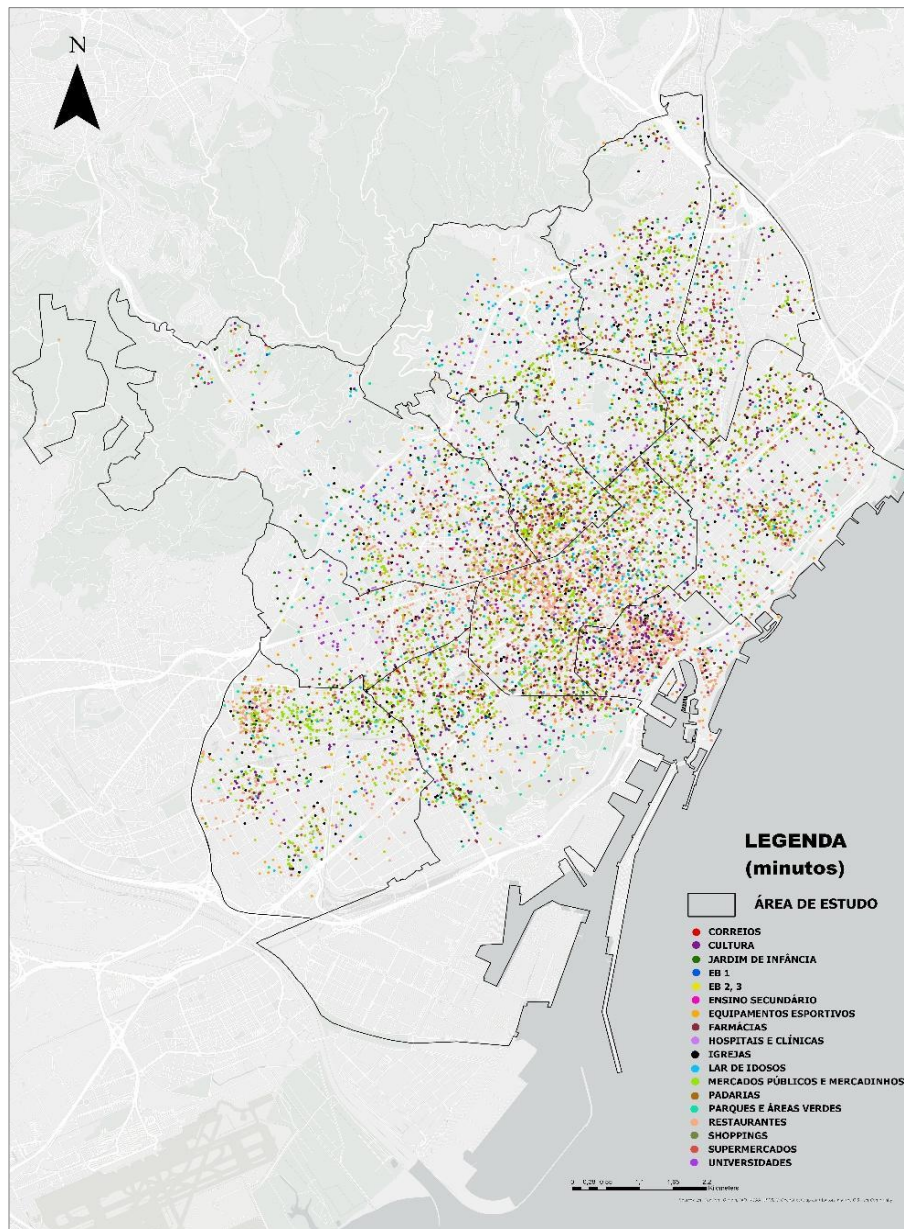


Figura 9 – Localização dos serviços essenciais da cidade de Barcelona.

A Tabela 2 apresenta todos os dezoito tipos de equipamentos incluídos neste estudo, organizados por pesos (importâncias) que reflectem a frequência com que esses serviços são utilizados no dia a dia dos moradores

Serviços 1	Serviços 2	Serviços 3
Correios	Hospitais e Clínicas	Jardins de Infância
Equipamentos Esportivos	Equipamentos Culturais (cinema, teatros, museus)	EB 1
Universidade/ Institutos	Ensino Secundário	EB 2,3
Lares de Idosos	Farmácias	Mercados Públicos/ Mercadinhos
Igrejas	Shoppings	Supermercados
	Parques e Áreas Verdes	Padarias e Pastelarias
	Restaurantes	

Tabela 2 – Tipos de serviços com pesos.

As redes cicláveis e pedonais de Barcelona foram adquiridas pelo OpenStreetMap, tendo os erros sido corrigidos posteriormente. Após esta etapa, as redes pedonais e cicláveis foram integradas numa malha única, integrando os modos de transporte ativo para a analisar a acessibilidade e a mobilidade.

Essa abordagem representa uma simplificação e limitação deste estudo ao assumir que toda a cidade dispõe de passeios contínuos, ciclovias acessíveis e condições seguras e confortáveis para caminhar ou pedalar, desconsidera-se a realidade de muitos trechos urbanos onde essas infraestruturas estão ausentes ou são inadequadas.

Portanto, este não é um retrato completamente fiel da experiência cotidiana dos habitantes de Barcelona, já que há áreas onde caminhar ou pedalar simplesmente não é uma opção viável ou sequer considerada pela população. No fundo, ao fazer esta simplificação pode-se afirmar que se está a calcular o potencial máximo da Cidade de 15 Minutos da área em estudo.

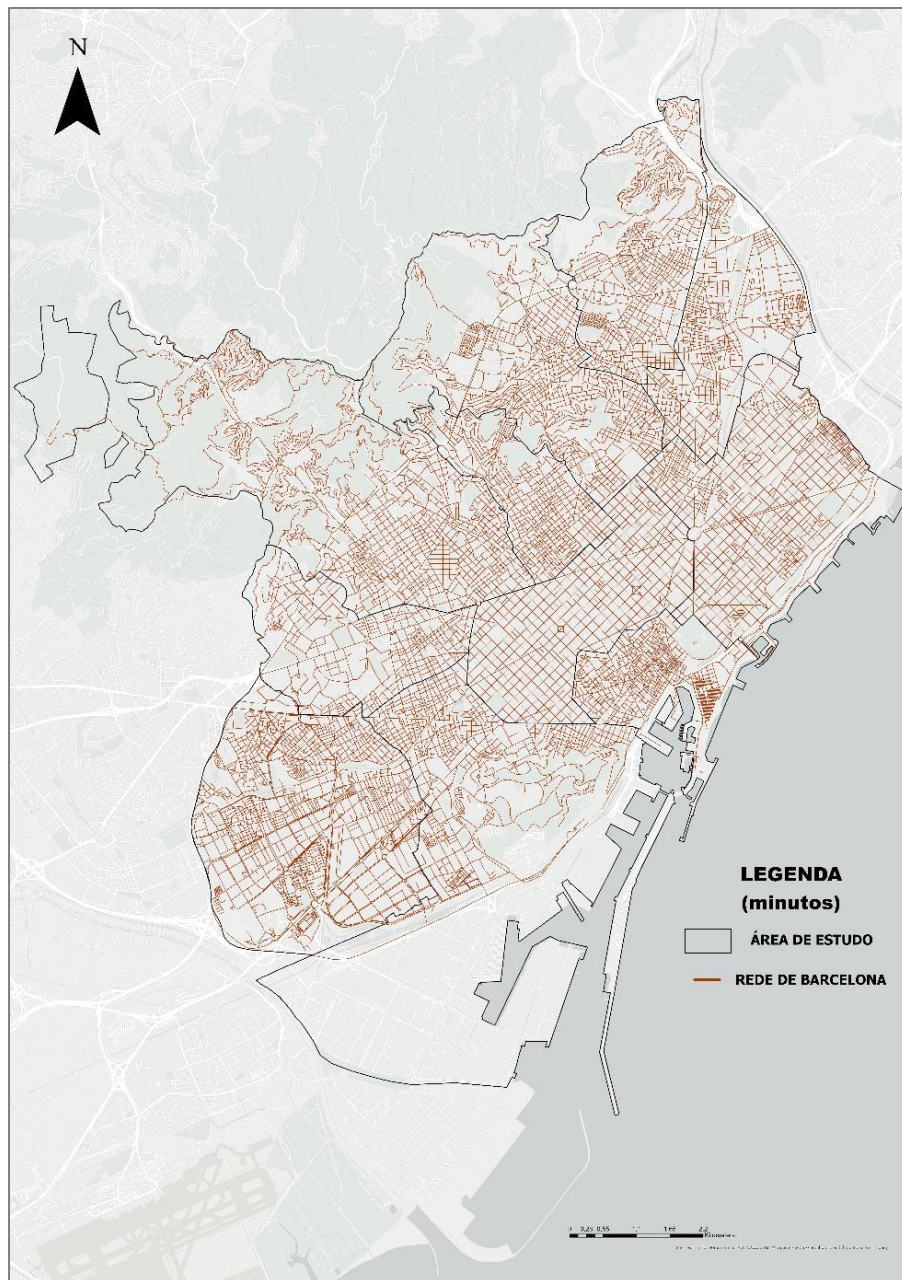


Figura 10 – Localização da rede clicável e caminhável da cidade de Barcelona.

Assim, sendo a rede única, a diferença, em termos de análise, entre estes dois modos de transporte são as velocidades atribuídas. Na rede pedonal, considera-se uma velocidade média de 1,4 m/s, sendo este um ritmo pedestre típico em ambiente urbano, e na rede ciclável foi assumida uma velocidade média de 4,85 m/s, representando a velocidade típica de um ciclista a circular pela infraestrutura urbana com as variações motivadas pelas condições das vias e pelas interações do tráfego [115].

4.3 MAPEAMENTO DE SERVIÇOS ESSENCIAIS

Para analisar Barcelona, enquanto uma Cidade de 15 Minutos, é necessário criar um banco de dados geográficos com camadas compatíveis e bem referenciadas, a partir de mapas digitalizados e dados em formato *shapefile*. Os dados referentes aos equipamentos urbanos fornecidos pelas plataformas foram identificados e categorizados para definir os destinos.

A disposição das residências em Barcelona foi outra limitação encontrada, pois não se sabe exatamente onde as pessoas vivem e como estão distribuídas no território. Para ultrapassar este constrangimento, optou-se por criar uma malha regular de polígonos com células de 50 por 50 metros, representada pela Figura 11. Esta dimensão foi escolhida, pois uma mais fina aumentaria significativamente o tempo de processamento e a complexidade dos cálculos, enquanto a resolução de 50 metros já é suficiente para refletir com fidelidade a ocupação do solo urbano.

Estes pontos de origem utilizados na análise de acessibilidade foram definidos por centroides residenciais, com base em dados oficiais do SIG da Espanha, garantindo uma representação considerada aceitável da distribuição da população em Barcelona. Centroides localizados em áreas não residenciais, como rios, parques e zonas agrícolas, foram excluídos manualmente, assegurando a relevância dos dados e dos resultados. Esta abordagem permite criar mapas temáticos retratados por cores, facilitando a visualização e interpretação dos níveis de acesso aos serviços urbanos.

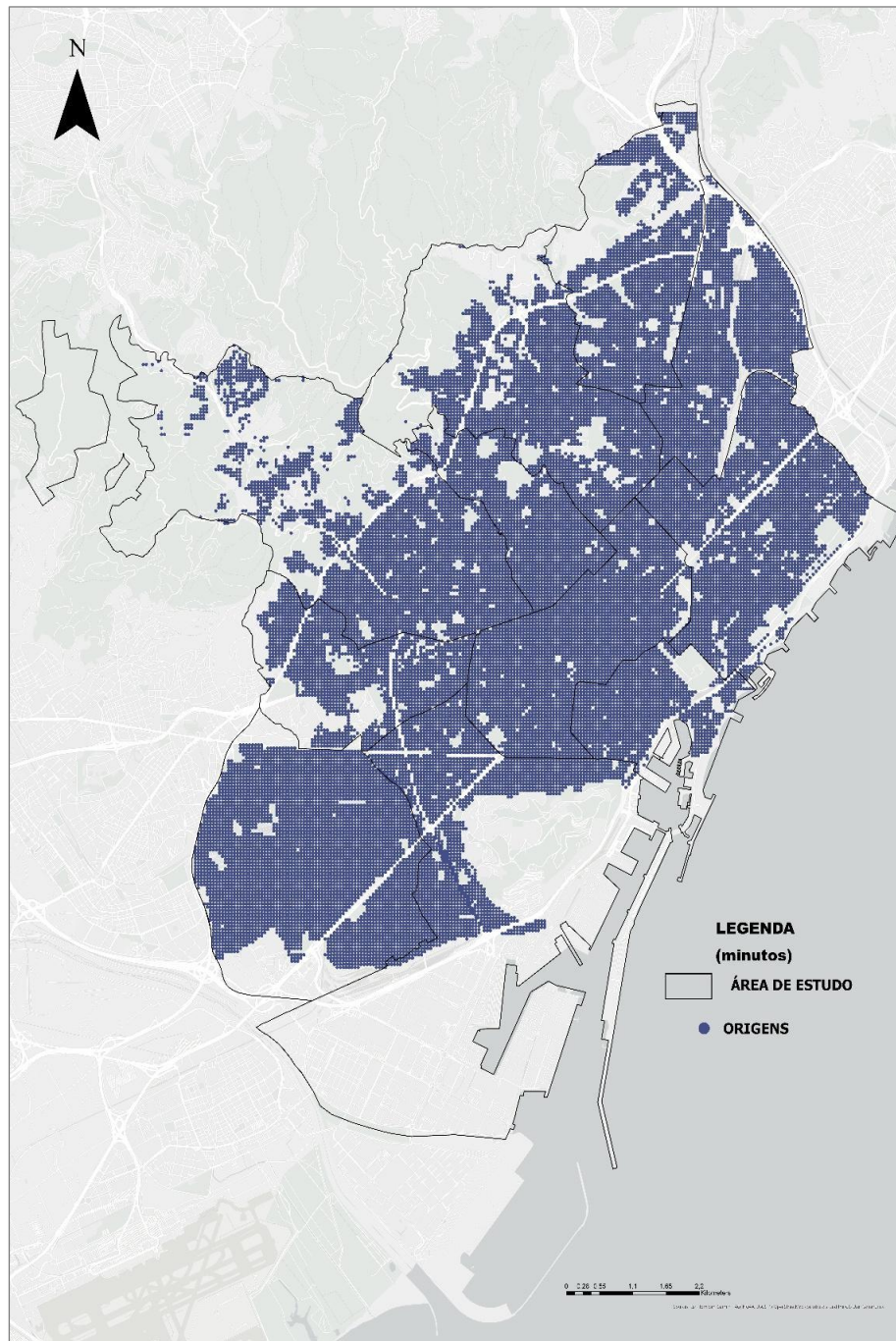


Figura 11 – Localização dos pontos de origem da cidade de Barcelona.

Após organizar todos os dados das origens, das redes e dos destinos, foi garantido que todas as camadas estivessem conectadas com as ferramentas disponíveis no ArcGIS. Essa conectividade entre redes é importante para representar com precisão as interações dos modos de transporte com os serviços e permitir a correta análise da acessibilidade.

4.4 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA: ANALYSIS OF CLOSEST FACILITIES

A funcionalidade *Network Analyst* do ArcGIS Pro funciona como uma ferramenta capaz de analisar as redes de transporte, permitindo simular deslocamentos a pé ou de bicicleta, de acordo com velocidades médias. A ferramenta opera por meio da construção de um *network dataset*, que organiza o sistema viário composto por nós (interseções ou pontos de conexão), possibilitando a execução de análises de menor tempo ou distância [116].

Assim, ao utilizar o *Analysis of Closest Facilities*, é possível identificar a rota mais curta entre a origem (residências) e o destino (serviços essenciais) [117], considerando o tempo de deslocamento, o que fornece dados para avaliar a acessibilidade urbana e orientar estratégias de planejamento segundo os princípios da Cidade de 15 Minutos. A adoção da fórmula de impedância baseada no tempo, parâmetro utilizado para medir o custo de percurso em uma rede, e sua conversão temporal foram definidas com o intuito de alinhar os resultados da análise de rede ao limite de 15 minutos proposto pelo crono-urbanismo. Para isso, utilizou-se o tempo de deslocamento da origem até o equipamento mais distante, dividido por 60, conforme demonstrado a seguir:

$$T_{max} = \frac{D_{max}}{60} \quad (2)$$

Onde:

- T_{max} = Tempo Máximo (em minutos)
- D_{max} = Maior custo de deslocamento (em segundos) até os serviços essenciais
- O divisor 60 serve para converter segundos em minutos

Esta fórmula busca estimar o tempo máximo de cada trajeto para que um cidadão acesse os principais equipamentos e serviços urbanos (como saúde, educação, comércio, lazer, etc.). Com isso, foram encontrados os resultados que serão apresentados no próximo capítulo.

5 RESULTADOS

Com os dados retirados do portal OpenData BCN [118] e inseridos no software ArcGIS, foram realizadas análises sobre as zonas de Barcelona que atendem aos princípios do conceito de Cidade de 15 Minutos.

5.1 MOBILIDADE A PÉ E DE BICICLETA

Na Figura 12 apresenta-se o mapa (gerado em ArcGIS) da acessibilidade ciclável aos serviços essenciais. Percebe-se que as áreas mais problemáticas são as zonas mais periféricas, representadas pelas cores amarela e rosa, ou seja, são zonas que requerem mais tempo de deslocamento até os pontos de interesse, estando este compreendido entre 30 e 40 minutos. Estas zonas estão concentradas principalmente no perímetro da área urbana, especialmente nos limites norte do distrito de Nou Barris, sudoeste do Horta- Guinardó, na região leste e norte de Sarrià-Sant Gervasi e ao sul do L'Hospitalet de Llobregat.

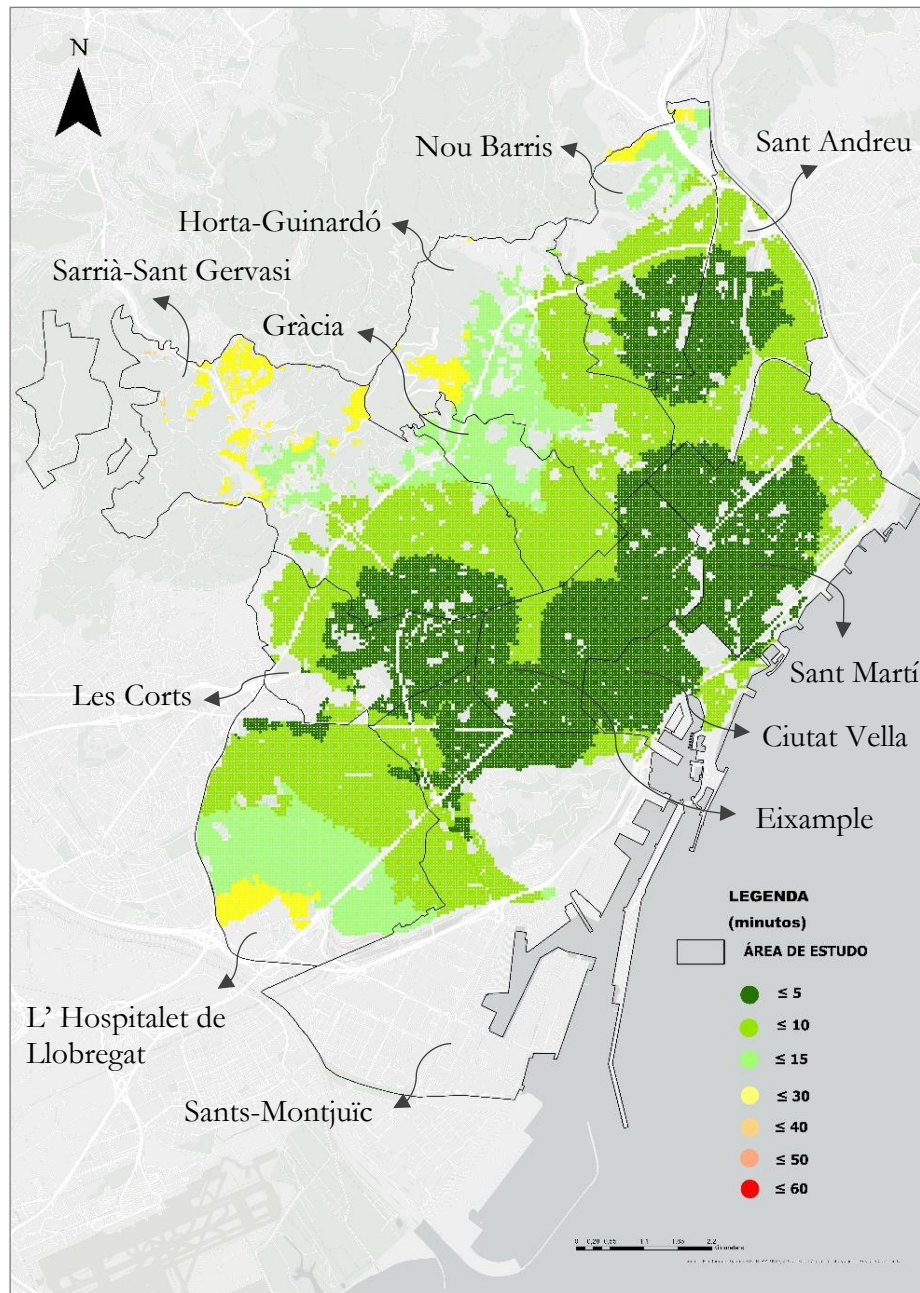


Figura 12 – Barcelona como cidade de X minutos: modo ciclável.

As duas áreas em verde-claro estão em uma região intermediária entre as zonas amarelas e as zonas verdes-escuro, indicando uma acessibilidade moderada, sendo que o tempo de deslocamento está compreendido entre 10 e 15 minutos. As áreas em verdes-escuro possuem o menor tempo de deslocamento, ou seja, inferior a 5 minutos, compreendendo em sua maior parte os distritos Eixample, Ciutat Vella, Sant Martí, Sant Andreu e Les Corts, estas áreas podem ser identificadas como os centros (de uma Barcelona policêntrica), ou seja, locais com uma densidade de serviços ou emprego significativamente maior do que as áreas vizinhas [119, 120]. Este resultado mostra, assim, uma estrutura urbana policêntrica, cujas zonas centrais (centros) estão de acordo com o conceito de Cidade de 15 Minutos.

No mapa da cidade de Barcelona que apresenta os resultados apenas do modo pedonal, Figura 13, percebemos níveis de acessibilidade mais diversos do que o mapa da acessibilidade de bicicleta e onde a estrutura urbana policêntrica é ainda mais evidente. As áreas mais críticas continuam a ser as zonas mais periféricas, nas quais o tempo do deslocamento está entre 45 e 130 minutos. (áreas em rosa e vermelho) e estão concentradas principalmente nas extremidades norte do distrito de Nou Barris; norte, leste e sudoeste de Horta-Guinardó; na região leste, norte e centro de Sarrià-Sant Gervasi; norte e centro da Gràcia; no centro e sul do L'Hospitalet de Llobregat; no centro de Sants-Montjuïc.

As áreas em amarelo estão em zona intermédia, indicando uma acessibilidade moderada presente em todos os distritos, com o tempo de deslocamento está entre 15 e 30 minutos. As áreas a verde-escuro e verde-claro possuem o menor tempo de deslocação, ou seja, menos de 5 e 15 minutos de deslocamento, respectivamente, compreendendo os distritos Eixample, Ciutat Vella.

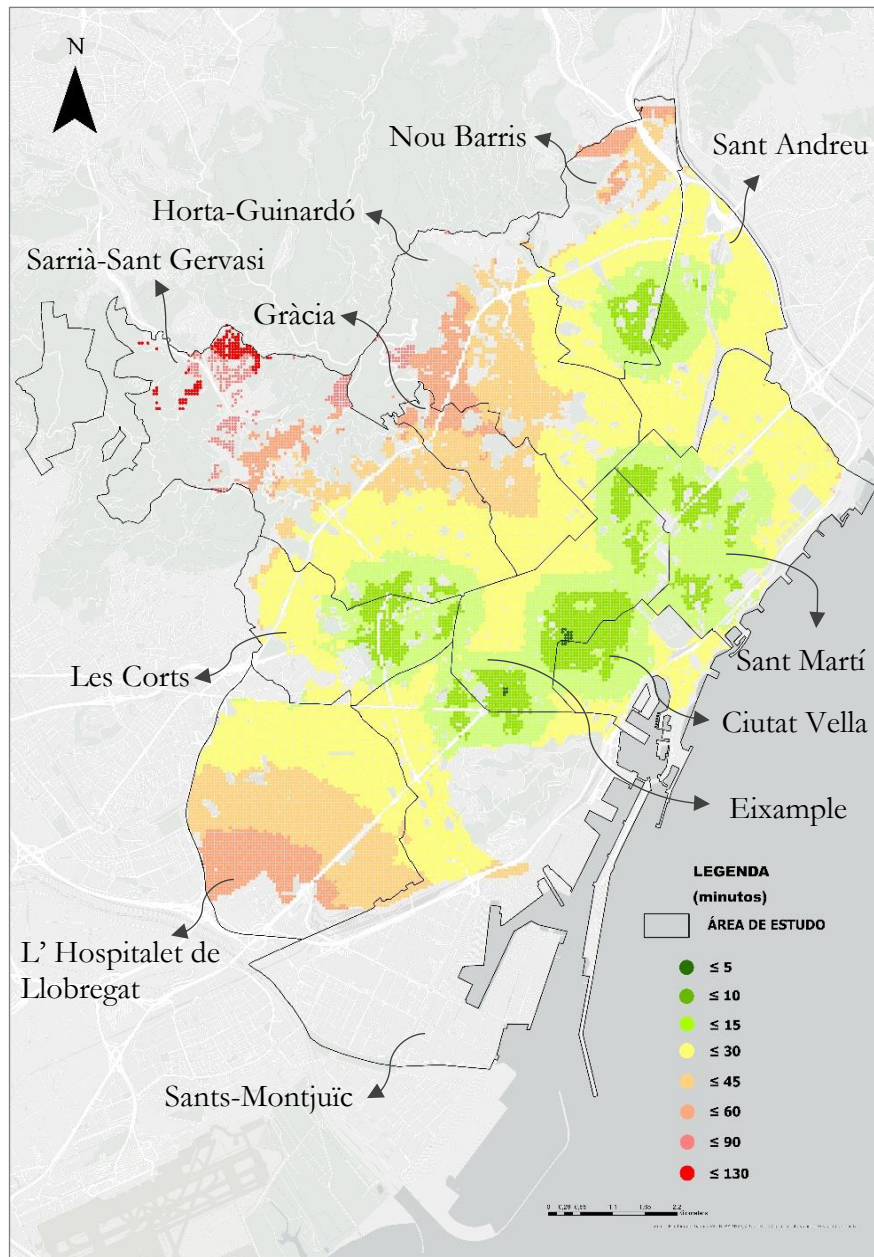


Figura 13 – Barcelona como cidade de X minutos: modo pedonal.

As manchas de cor verde permitem evidenciar o potencial policêntrico de Barcelona, isto é, a existência de múltiplos centros onde se concentram serviços e equipamentos urbanos [119, 120]. Estes centros são polos de influência e referência para o território ao seu redor, o que reflete fluxos intensos de deslocamento nestas áreas [119]. O policentrismo caracteriza-se pela descentralização das atividades econômicas, pelo aumento da mobilidade, pelo deslocamento cruzado e por uma distribuição espacial fragmentada de atividades [121].

Estes resultados evidenciam uma desigualdade na acessibilidade a pé dentro da cidade, os vários centros urbanos oferecem melhores condições de acessibilidade pedonal, enquanto as periferias enfrentam maiores barreiras de tempo e distância.

Essa distribuição espacial reforça a importância de políticas urbanas que promovam

a equidade territorial, investindo em infraestrutura e serviços nas áreas mais críticas para reduzir o tempo de deslocamento e melhorar a qualidade de vida da população que vive fora dos centros [122].

A Figura 14 representa a diferença entre o tempo máximo a pé e o tempo máximo de bicicleta para acessar os serviços essenciais na cidade de Barcelona, o que revela de forma clara as vantagens da mobilidade ciclável em comparação com a mobilidade pedonal nas áreas periféricas, destacando estas áreas com maiores ganhos de tempo quando a bicicleta é utilizada.

As áreas em branco (0 a 5 minutos) representam locais onde a vantagem da bicicleta no tempo de deslocamento é relativamente pequena em comparação com o modo pedonal. Estas áreas estão distribuídas pelos distritos da cidade e concentram-se principalmente no centro: Les Corts, Sarrià-Sant Gervasi, Eixample, Sants-Montjuïc, Ciutat Vella, Sant Martí, Nou Barris e Sant Andreu. As zonas em azul-claro (5 a 40 minutos) indicam áreas onde a bicicleta já oferece uma vantagem considerável, sugerindo que, mesmo com o uso de modos ativos de transporte, a proximidade dos serviços continua limitada, o que pode sugerir a necessidade de intervenções urbanísticas.

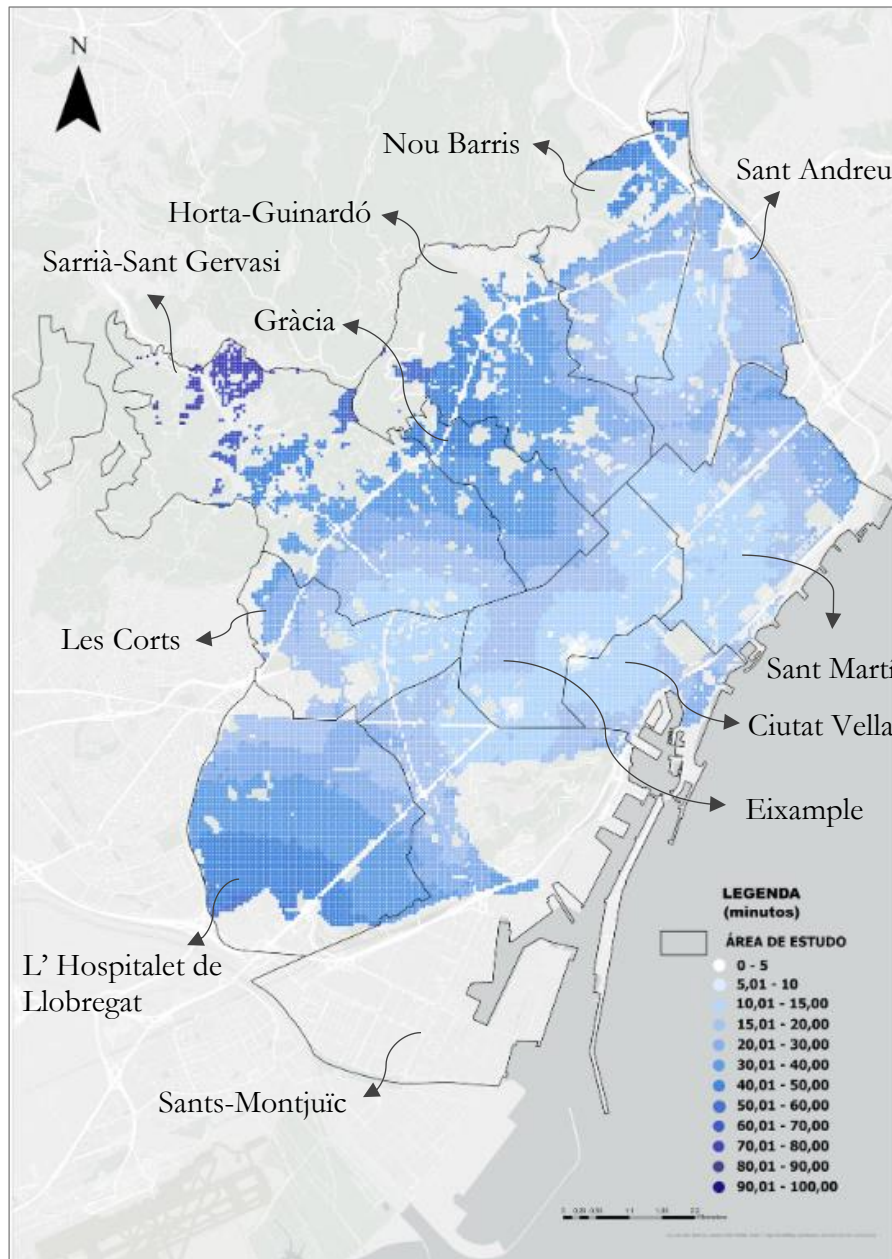


Figura 14 – Mapa diferencial entre os modos pedonais e cicláveis.

O mapa evidencia que a bicicleta é uma ferramenta para ampliar o acesso urbano, principalmente em zonas acima dos 40 minutos, reduzindo as disparidades territoriais de acessibilidade, especialmente nas zonas periféricas e de transição.

5.2 ANÁLISE POR TIPOS DE SERVIÇOS E EQUIPAMENTOS

Como se apresentou na Tabela 2, os serviços urbanos foram agrupados em três conjuntos de acordo com a maior ou menor frequência do uso desses na vida cotidiana dos habitantes. Nessa lógica, os serviços foram organizados em três tipos:

- Serviços 1 (peso 1), com menor frequência de uso, como Correios, Igrejas, Instalações Esportivas, Universidades/Institutos e Lares de Idosos;
- Serviços 2 (peso 2), de uso moderado, como Escolas de Ensino Secundário, Shoppings, Hospitais/Clínicas, Farmácias, Restaurantes, Locais de Cultura/Entretenimento e Parques Verdes; e
- Serviços 3 (peso 3), de alta frequência diária, como escolas de Jardins de Infância, EB1, EB2, 3; além de Mercados Públicos/Mercadinhos, Supermercados e Padarias/Pastelarias.

Assim, pareceu pertinente efectuar o cálculo da acessibilidade considerando apenas os Serviços do Tipo 2 e 3 e outra apenas para os Serviços do Tipo 3, tanto para o modo ciclável quanto para o pedonal. Esta análise permite perceber se, nos equipamentos onde a frequência de acesso é maior, a cidade consegue aproximar-se do conceito da Cidade de 15 Minutos.

Dessa forma, distritos que apresentam ausência de serviços do Tipo 3, por exemplo, demonstram uma carência mais crítica em relação ao acesso essencial e cotidiano da população, influenciando diretamente na viabilidade de implementação do conceito de Cidade de 15 Minutos.

O mapa dos Serviços de Tipo 2 e 3 (Figura 15), que abrange serviços com frequência intermediária e maior frequência de uso do dia a dia, mostra uma distribuição dos equipamentos de forma mais dispersa, com a maior parte da área em verde-claro (valores entre 5 e 15 minutos). Isso sugere que esses serviços são menos numerosos ou mais distribuídos, em comparação com as manchas em verde-escuro (valores menores que 5 minutos), que estão mais concentradas na região central formando policentros. Para a região periférica no bairro Sarrià-Sant Gervasi verifica-se um déficit de equipamentos do tipo 2 e 3, resultado que indica a necessidade de uma intervenção com a distribuição de mais equipamentos.

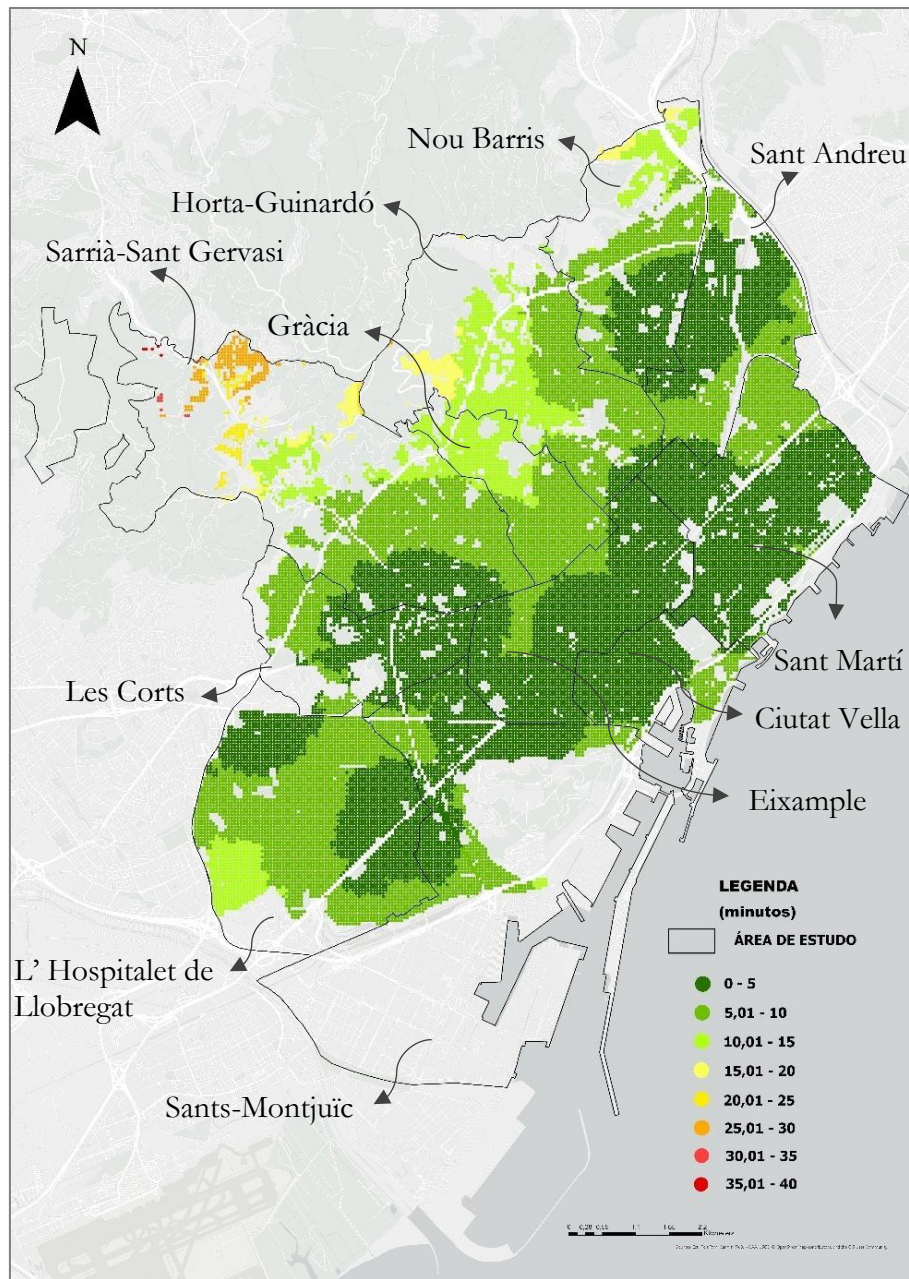


Figura 15 – Barcelona como cidade de X minutos para equipamentos do Tipo 2 e 3: modo ciclável.

O mapa dos Serviços de Tipo 3 (Figura 16), apresenta uma densidade mais elevada e homogênea de acessibilidade (valores até 5 minutos, indicados em verde-escuro) em quase toda a área de estudo. Denotando que os equipamentos com maior frequência no uso, apresentam uma maior distribuição espacial do que os Serviços de Tipo 1 (e mesmo do Tipo 2). Alguns pontos têm áreas com mais de 15 minutos (representado pela cor em amarelo) e áreas até de 40 minutos de deslocamento (na cor vermelha) mostrando a carência de serviços Tipo 3 nestas regiões.

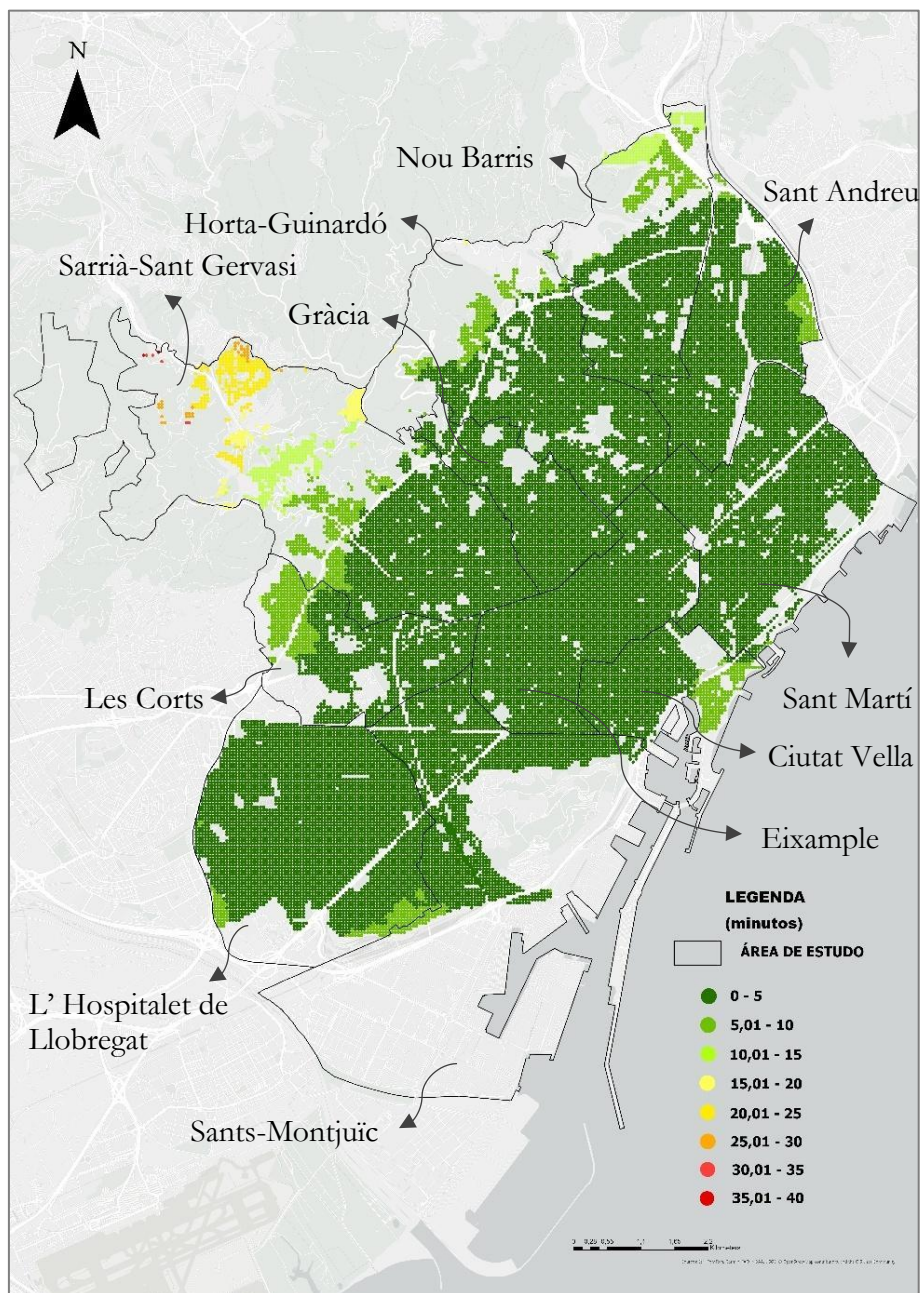


Figura 16 – Barcelona como cidade de X minutos para equipamentos do Tipo 3: modo ciclável.

Esta análise evidencia como a presença e a proximidade dos serviços mais utilizados no dia a dia (Peso 3) contribuem para a composição de bairros com maior grau de acessibilidade urbana, o que reforça a importância de uma estrutura urbana capaz de atender aos princípios da Cidade de 15 Minutos.

Na análise da mobilidade a pé, o mapa da Figura 17, apresenta os resultados considerando apenas os Serviços do Tipo 2 e 3, e permite constatar que as zonas mais periféricas apresentam pior nível de acessibilidade, com tempos de deslocamento que atingem os 150 minutos.

Os pontos em laranja e rosa da zona de estudo, evidenciam que existe déficit de

serviços do Tipo 2 e 3. Nestas áreas os tempos de deslocamento estão compreendidos entres os 30 e 100 minutos, muito longe do que se pretende numa Cidade de 15 Minutos:

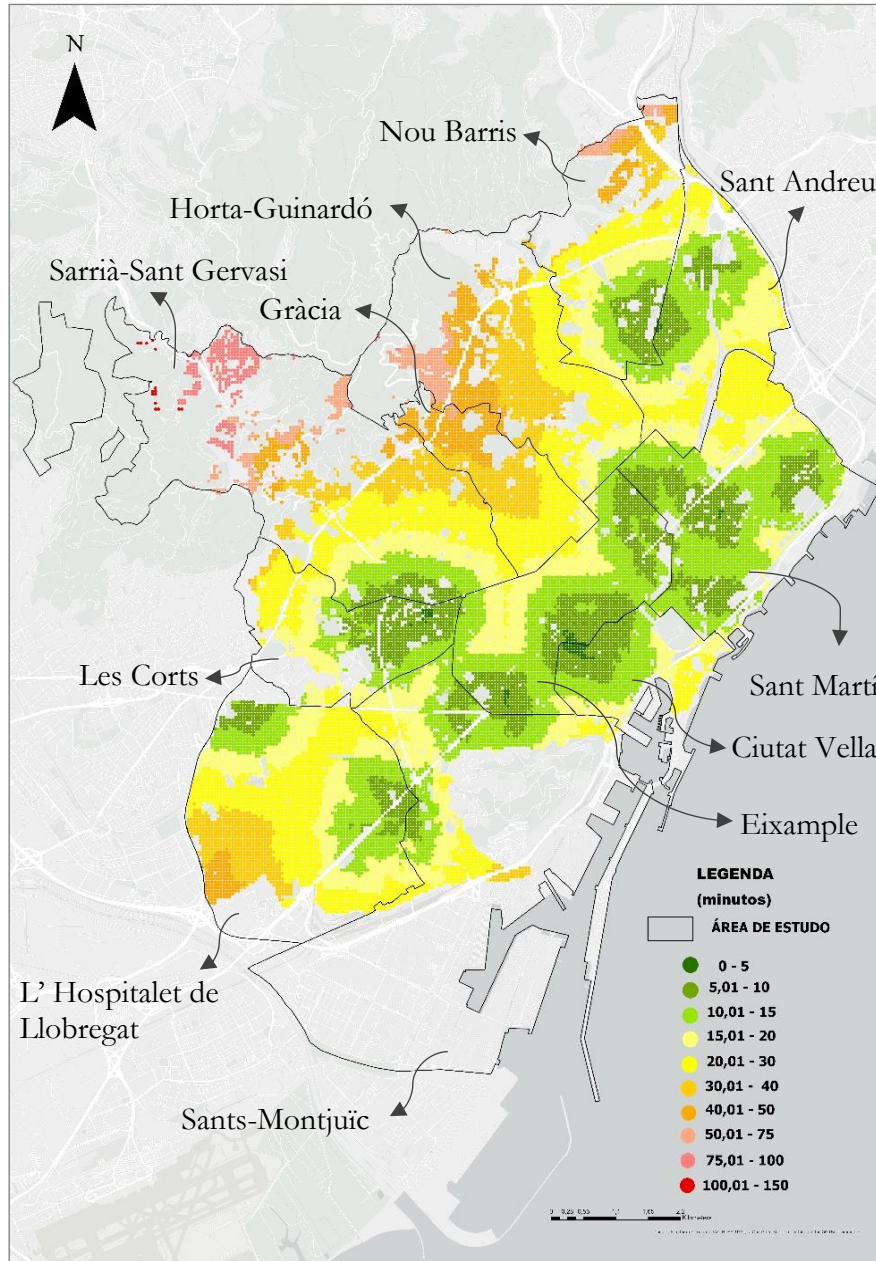


Figura 17 – Barcelona como cidade de X minutos para equipamentos do Tipo 2 e 3: modo pedonal.

A Figura 18 apresenta a mesma análise, mas considerando apenas os serviços do Tipo 3 para mobilidade a pé. Em comparação com o mapa Tipo 2 e 3, o mapa Tipo 3 apresentam um maior número de áreas verde (até de 15 minutos), mostrando que os serviços Tipo 3 estão mais presentes. O mapa mostra que em relação aos serviços Tipo 3, a área de estudo possui uma boa cobertura com predominância da cor verde,

mas é preciso melhorar as áreas em amarelo (15 a 30 minutos), laranja (30 a 50 minutos) e na área que corresponde as cores rosa e vermelho (mais de 50 minutos) na periferia de Sarrià-Sant Gervasi.

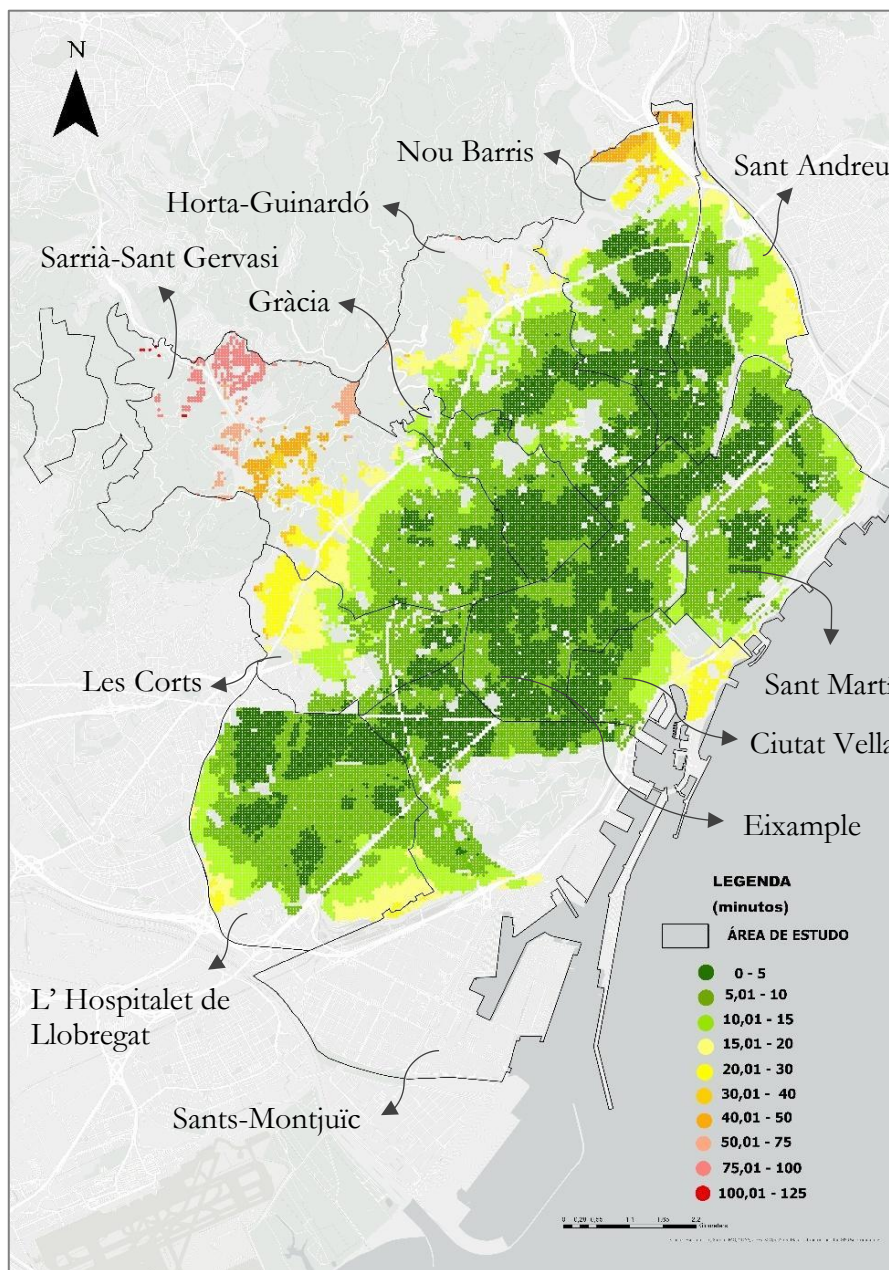


Figura 18 – Barcelona como cidade de X minutos para equipamentos do Tipo 3: modo pedonal.

A comparação entre os dois mapas da mobilidade a pé mostra que a proximidade dos serviços mais utilizados na vida cotidiana no Peso 3 corrobora com a tendência de que bairros mais densos em quantidade de serviços podem contribuir para a composição de locais com maior grau de acessibilidade urbana.

5.3 COMPARAÇÃO ENTRE ESTUDOS

O artigo de Ferrer-Ortiz [30] sobre a cidade de Barcelona, como já citado no subcapítulo 3.3, apresenta uma metodologia quantitativa e padronizada de avaliação da acessibilidade urbana, baseada em 24 equipamentos urbanos e serviços aplicados ao nível das parcelas, o que permite um diagnóstico preciso das desigualdades espaciais existentes entre centro e periferia. Esta presente investigação embora também utilize ferramentas SIG e 18 serviços urbanos, amplia a análise ao propor soluções práticas para superar os déficits identificados, com foco na redistribuição de serviços, no fortalecimento da mobilidade ativa e em políticas de desincentivo ao automóvel.

Enquanto a pesquisa de Ferrer-Ortiz [30] consolida a viabilidade do conceito como instrumento de análise espacial e de identificação de disparidades socioespaciais, esta investigação visa transformar o espaço ao orientar intervenções urbanísticas alinhadas à sustentabilidade e equidade territorial. Em conjunto, ambos os estudos reforçam que Barcelona reúne condições favoráveis à implementação do conceito da Cidade de 15 Minutos, mas que sua consolidação depende de estratégias integradas que articulem técnica e planejamento.

No artigo de Ferrer-Ortiz [30], o mapa da Cidade de 15 Minutos mostra que a maior parte das parcelas de Barcelona possui acessibilidade elevada, com média de 21 dos 24 serviços analisados disponíveis em até 15 minutos a pé. A cartografia evidencia uma clara lógica centro-periferia: regiões como Ciutat Vella, Eixample, Gràcia, Sant Andreu e Poblenou apresentam cobertura quase total de serviços, enquanto as áreas periféricas de Nou Barris, Horta-Guinardó e bairros costeiros revelam lacunas.

Nesta tese, os mapas trazem uma abordagem mais aplicada, diferenciando acessibilidade a pé e de bicicleta. Os resultados indicam que a mobilidade ciclável amplia a cobertura dos serviços, permitindo que um maior número de áreas tenha mais acesso em comparação com a mobilidade pedonal.

Entretanto, quando observada apenas a pé, a desigualdade entre centro e a periferia é ainda mais evidente: regiões como L'Hospitalet de Llobregat (sul), Nou Barris (norte), Horta-Guinardó (norte) e Sarrià-Sant Gervasi (noroeste) aparecem com déficit acentuado de equipamentos essenciais. Além disso, esta investigação destaca de forma visual os tipos de serviços em falta em cada localidade, fornecendo ferramentas para a formulação de propostas específicas, como inserção de shoppings, universidades/institutos ou correios.

Em síntese, os mapas de Ferrer-Ortiz [30] oferecem um panorama geral e uniforme da acessibilidade urbana, enquanto os mapas desta dissertação se concentram em diagnósticos comparativos (a pé x bicicleta) e na identificação de carências específicas. Assim, enquanto o primeiro evidencia a metodologia do conceito de Cidade de 15 Minutos no espaço, a presente investigação traduz essa análise em informações para o planejamento urbano, apontando onde e como intervir para reduzir as desigualdades.

6 IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS

Para uma correta avaliação das possíveis mudanças nas áreas críticas de Barcelona, é necessário realizar um diagnóstico preciso das condições urbanas existentes. Isso implica em identificar os pontos mais problemáticos da cidade, o que requer uma análise detalhada da carência de serviços essenciais, como saúde, educação, comércio, cultura e lazer. A identificação de áreas com baixa acessibilidade, seja pela distância, pela infraestrutura deficiente ou pela ausência de conexões de mobilidade ativa, servirá para entender onde as intervenções são mais urgentes. Ao mesmo tempo que mapear as zonas que apresentam uma alta concentração de serviços, podem servir como referência de boas práticas, ou até mesmo indicar situações de sobrecarga [123].

6.1 ÁREAS COM DÉFICIT DE SERVIÇOS ESSENCIAIS

As sete dimensões abrangidas pela Cidade de 15 Minutos são: a proximidade (1), densidade (2), diversidade (3), digitalização (4), design urbano em escala humana (5), flexibilidade (6), conectividade (7). Estes aspectos podem ajudar nos âmbitos social, econômico e da sustentabilidade para uma melhor implementação de uma Cidade de 15 Minutos [1, 39].

A proximidade refere-se à redistribuição e realocação dos recursos urbanos dentro dos espaços com o objetivo de garantir o acesso dos moradores às seis funções principais: trabalho, saúde, educação, comércio, lazer e vida em apenas 15 minutos [124]. A densidade pode criar uma ‘massa crítica’ suficiente para sustentar negócios, serviços e empregos locais. Isso significa que, com mais pessoas vivendo em uma mesma região, há demanda suficiente para manter supermercados, restaurantes, escolas e outros serviços funcionando a curta distância das residências. Como consequência, as pessoas não precisam se deslocar por grandes distâncias para acessar esses serviços, o que reduz o uso de veículos motorizados [39].

Em uma Cidade de 15 Minutos, a diversidade abrange duas dimensões principais: a criação de bairros de uso misto e a valorização da diversidade cultural e populacional. Bairros de uso misto são importantes para garantir tecidos urbanos economicamente dinâmicos e promover inclusão social e a sustentabilidade. A diversidade cultural contribui para a coesão social, o dinamismo econômico, o aumento do capital social (com produtos e patrimônio cultural) e a atratividade urbana [1].

A digitalização trata-se dos avanços das tecnologias como Big Data e Internet das Coisas (IoT), para que sejam acessadas pelos planejadores em tempo real e para que os cidadãos possam participar das tomadas de decisões [125]. O design urbano em

escala humana é definido segundo as necessidades e características do indivíduo; por isso é necessário o redesenho de espaços públicos como trilhas para caminhadas e ciclismo [1].

A conectividade garante a ligação entre bairros via transporte público, combinado ao uso da bicicleta e à caminhada [28, 126]. Quanto à flexibilidade para um melhor aproveitamento dos espaços públicos, a Cidade de 15 Minutos visa transformar locais de função única em áreas multiuso, a fim de maximizar a utilidade desses espaços [127]. Em Paris, por exemplo, os pátios escolares têm sua finalidade modificada nos fins de semana, tornando-se parques para a população em geral enquanto a escola está fechada [126]. Com esses parâmetros, é possível identificar as áreas com maior déficit de serviços e projetar zonas mais conexas e densas.

6.2 IDENTIFICAÇÃO DA ACESSIBILIDADE AOS SERVIÇOS DE BICICLETA

A análise realizada em relação ao percurso a pé e ao uso da bicicleta foram feitas de forma separada, assim cada uma delas oferece uma perspectiva sobre a acessibilidade de Barcelona para o respectivo modo.

Na Figura 19 apresenta-se o número de equipamentos que estão a mais de 15 minutos em cada centroide na mobilidade de bicicleta e demonstra que quase toda a área analisada está na cor verde-escura, o que indica que praticamente todos os centroides (96,12%) tem todos os 18 equipamentos a menos de 15 minutos.

Apenas alguns pontos, que se destacam em vermelho, apresentam 16 a 18 equipamentos a mais de 15 minutos, ou seja, têm uma grande carência de serviços localizadas em Sarrià-Sant Gervasi. Os pontos a amarelo e laranja revelam um déficit intermédio de equipamentos e estão concentradas nas periferias Nou Barris, Horta-Guinardó e L'Hospitalet de Llobregat.

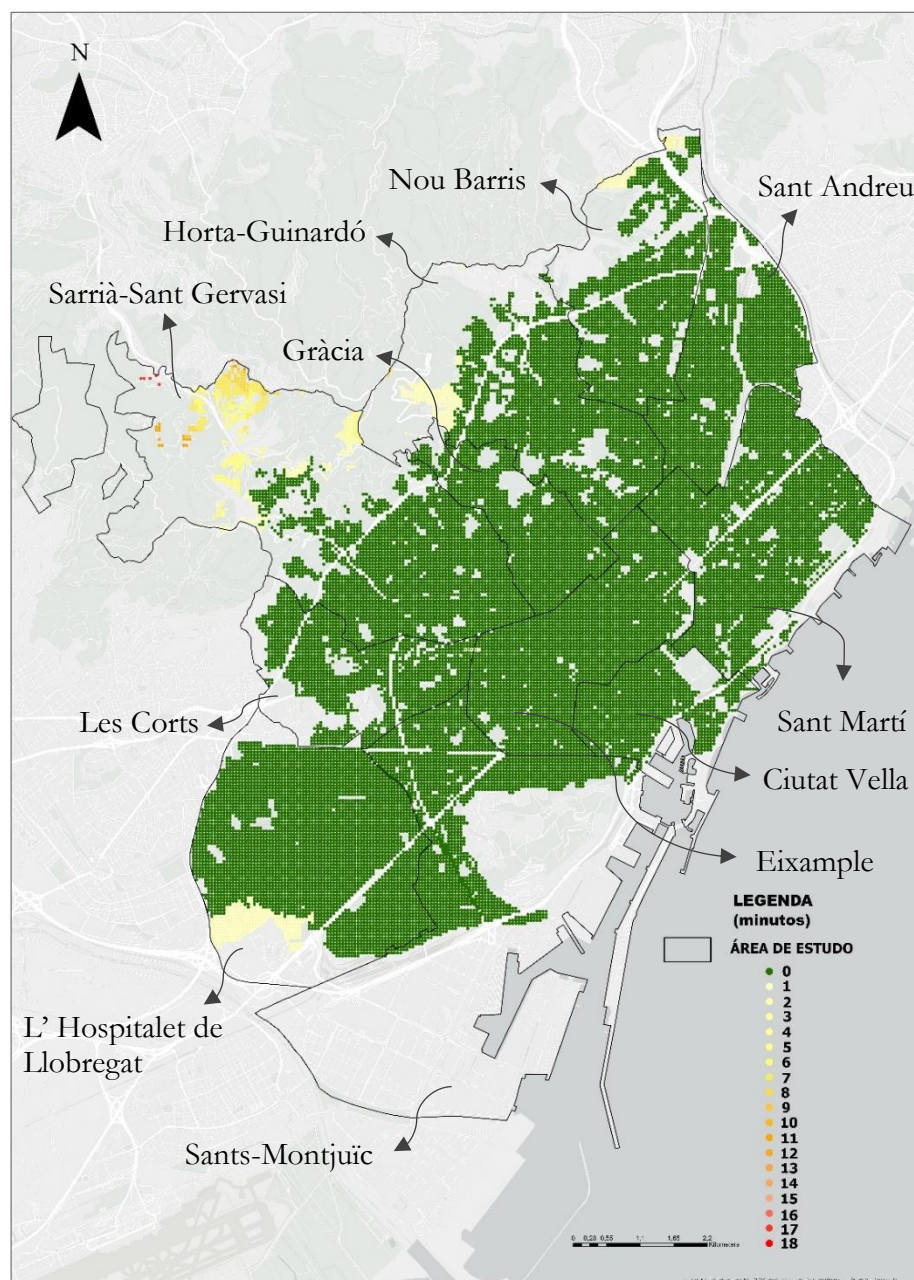


Figura 19 – Número de equipamentos a mais de 15 minutos em cada centroide para a mobilidade de bicicleta.

A análise da Tabela 3 demonstra quais os equipamentos que representam os maiores desafios para a implementação do conceito de Cidade de 15 Minutos em Barcelona, com base no tempo de percurso de bicicleta.

Pode assim, concluir-se que as maiores lacunas de acessibilidade referem-se às universidades/institutos e aos shoppings, que se destacam como os serviços mais inacessíveis, com 2,21% e 2,78% dos centroides (origens), respetivamente, a exigir um tempo de percurso superior a 15 minutos de bicicleta. Os equipamentos culturais, igrejas e parques e jardins apresentam taxas de inacessibilidade extremamente baixas (0,018%).

Destaca-se, ainda que o máximo de tempo de um centroide (residências) até aos

correios é de 34,98 minutos, para a hospitais e clínicas é de 17,05 minutos, e a parques e espaços verdes é de 17,30 minutos. Isso demonstra que, apesar de esses equipamentos exigirem um tempo de percurso superior a 15 minutos para alguns centroides, os valores situam-se dentro de uma margem aceitável de proximidade, com exceção dos serviços de correios.

Equipamentos	Número de centroides com equipamentos X a mais de 15 minutos de bicicleta	Porcentagem do número de centroides com equipamentos X a mais de 15 minutos de bicicleta
Equipamentos Culturais	5	0,01890%
Igrejas	5	0,01890%
Parques e Áreas Verdes	5	0,01890%
Jardins de Infância	6	0,02267%
EB 1	6	0,02267%
EB 2,3	6	0,02267%
Hospitais e Clínicas	12	0,04535%
Restaurantes	22	0,08314%
Farmácias	24	0,09070%
Lares de Idosos	28	0,10581%
Equipamentos Esportivos	68	0,25697%
Ensino Secundário	169	0,63865%
Mercados Públicos/ Mercadinhos	348	1,31509%
Supermercados	372	1,40579%
Padarias/ Pastelarias	416	1,57207%
Correios	421	1,59096%
Universidade/ Institutos	585	2,21072%
Shoppings	738	2,78890%

Tabela 3 – Centroides com o equipamento X a mais de 15 minutos (bicicleta).

No gráfico da Figura 20, confirma-se que Barcelona revela uma boa acessibilidade para o modo ciclável, já que existem 25.413 centroides onde não falta nenhum equipamento (ou seja, 100% dos serviços estão acessíveis dentro do limite temporal de 15 minutos de bicicleta), indicando áreas que já funcionam segundo o conceito da Cidade de 15 Minutos. Existem ainda, 542 centroides que apenas têm 1 equipamento a mais de 15 minutos de bicicleta. De facto, é de destacar que apenas 2.05 % têm um equipamento a mais de 15 minutos de bicicleta (Figura 21).

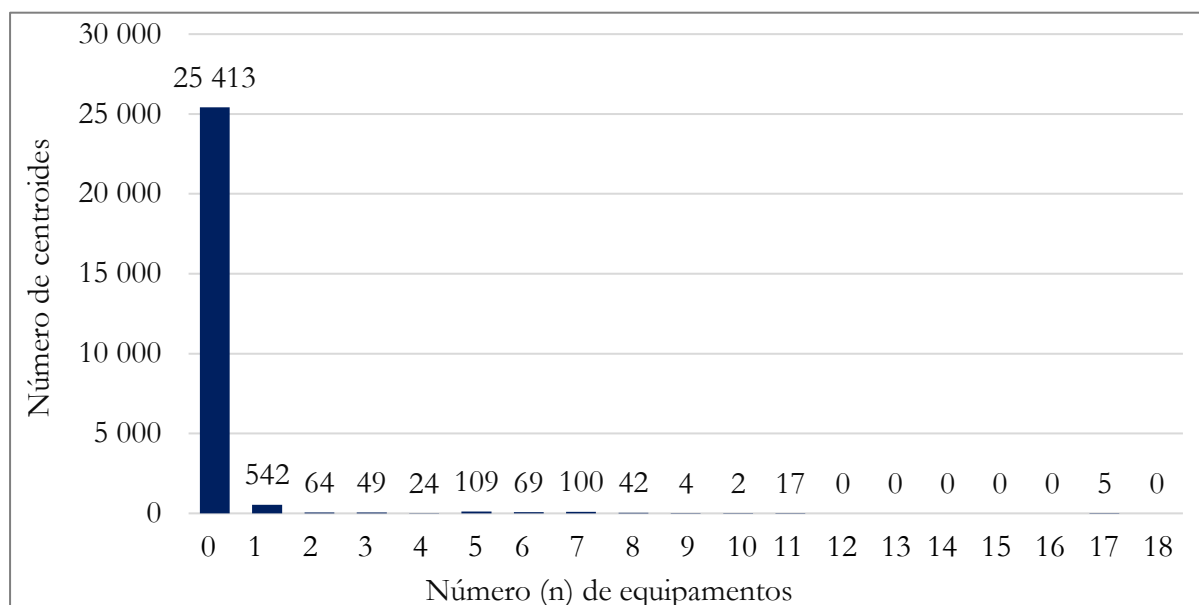


Figura 20 – Número de centroides com (n) equipamentos a mais de 15 minutos (bicicleta).

A Figura 21 apresenta a percentagem do número de centroides com n equipamentos a mais de 15 minutos para o modo ciclável.

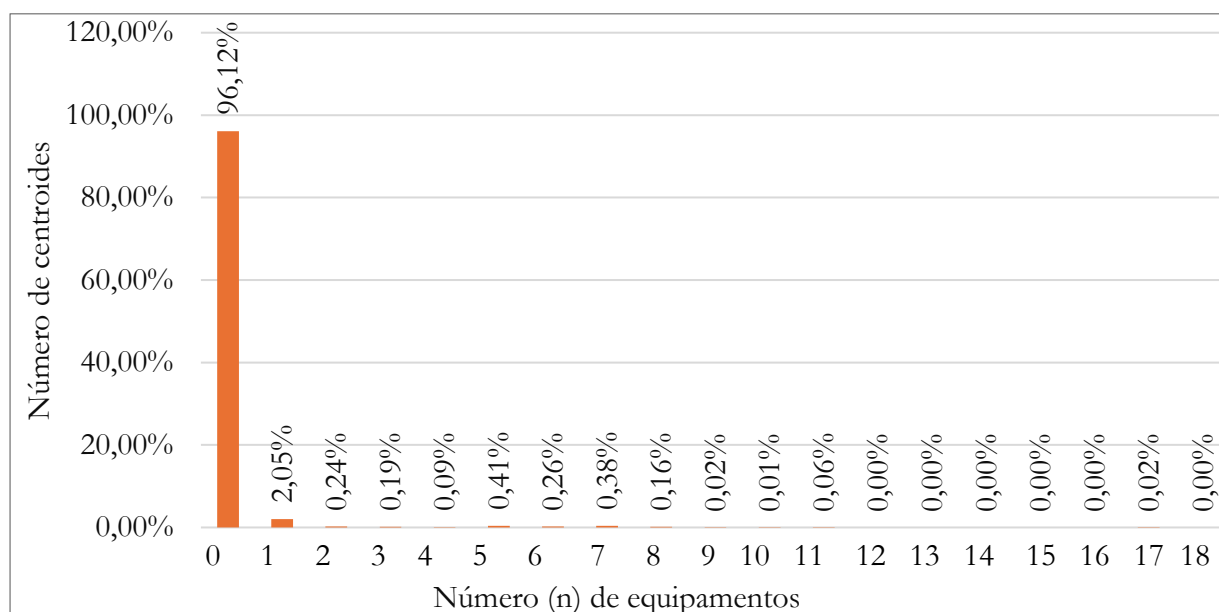


Figura 21 – Percentagem do número de centroides com (n) equipamentos em falta em relação ao total de centroides (bicicleta).

O gráfico da figura 22, apresenta o número de centroides (origens) cujos 18 equipamentos se encontram até 5, 10 e 15 minutos de viagem. São assim, respectivamente, 10.268; corresponde a 38,80%; 21.485, corresponde a 81,19%; e 25.435, ou seja, 96,1%.

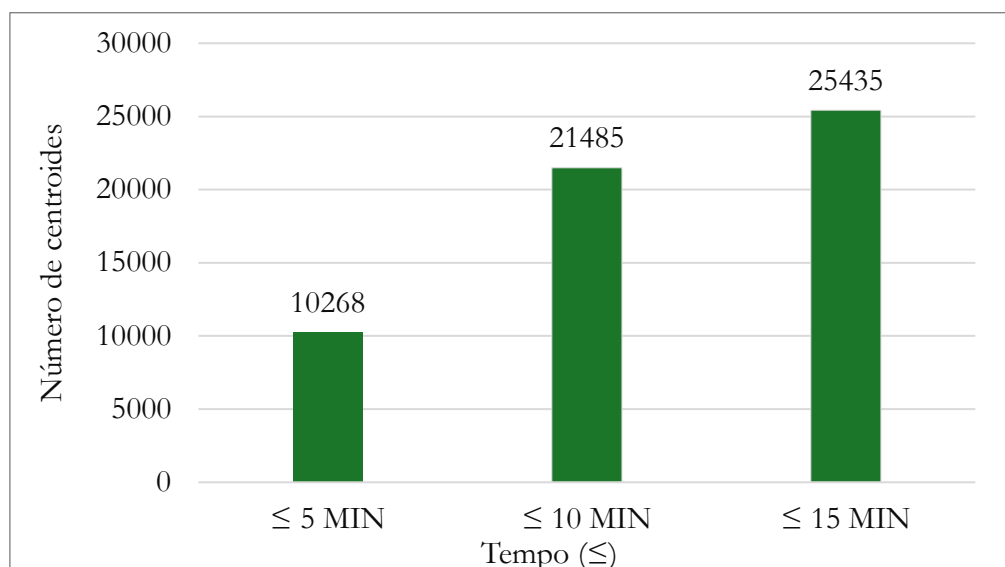


Figura 22 – Números de centroides com tempos de percurso de bicicleta \leq a 5, 10 e 15 minutos.

Este gráfico evidencia que embora a maioria da população esteja bem servida, o próximo desafio está em reduzir as desigualdades espaciais e ampliar a cobertura de serviços básicos nos bairros mais distantes, de forma a promover maior equidade territorial.

6.3 IDENTIFICAÇÃO DA ACESSIBILIDADE AOS SERVIÇOS A PÉ

Na Figura 23 apresenta-se o número de equipamentos que estão a mais de 15 minutos em cada centroide. Como seria de esperar, há um número muito maior centroides com equipamentos em falta em comparação com mesmo mapa da bicicleta (Figura 19).

A predominância da cor verde-escuro na região central, mostra que esta área possui mais acesso aos serviços, indicando a falta de nenhum serviço essencial, o que não acontece nas áreas periféricas.

No entanto, há uma maior presença de tons amarelos, alaranjados e vermelhos em comparação ao mapa da mobilidade de bicicleta, em especial nos distritos de Sant Andreu, Nou Barris, Horta–Guinardó, Gràcia, Sarrià–Sant Gervasi e no município de L'Hospitalet de Llobregat.

Já a região central de Barcelona continua sendo bem atendida, com destaque para a cor verde-escuro em Nou Barris, Sant Andreu, Sant Martí, Eixample, Ciutat Vella, Sants-Montjuïc, Les Corts e Sarrià-Sant Gervasi.

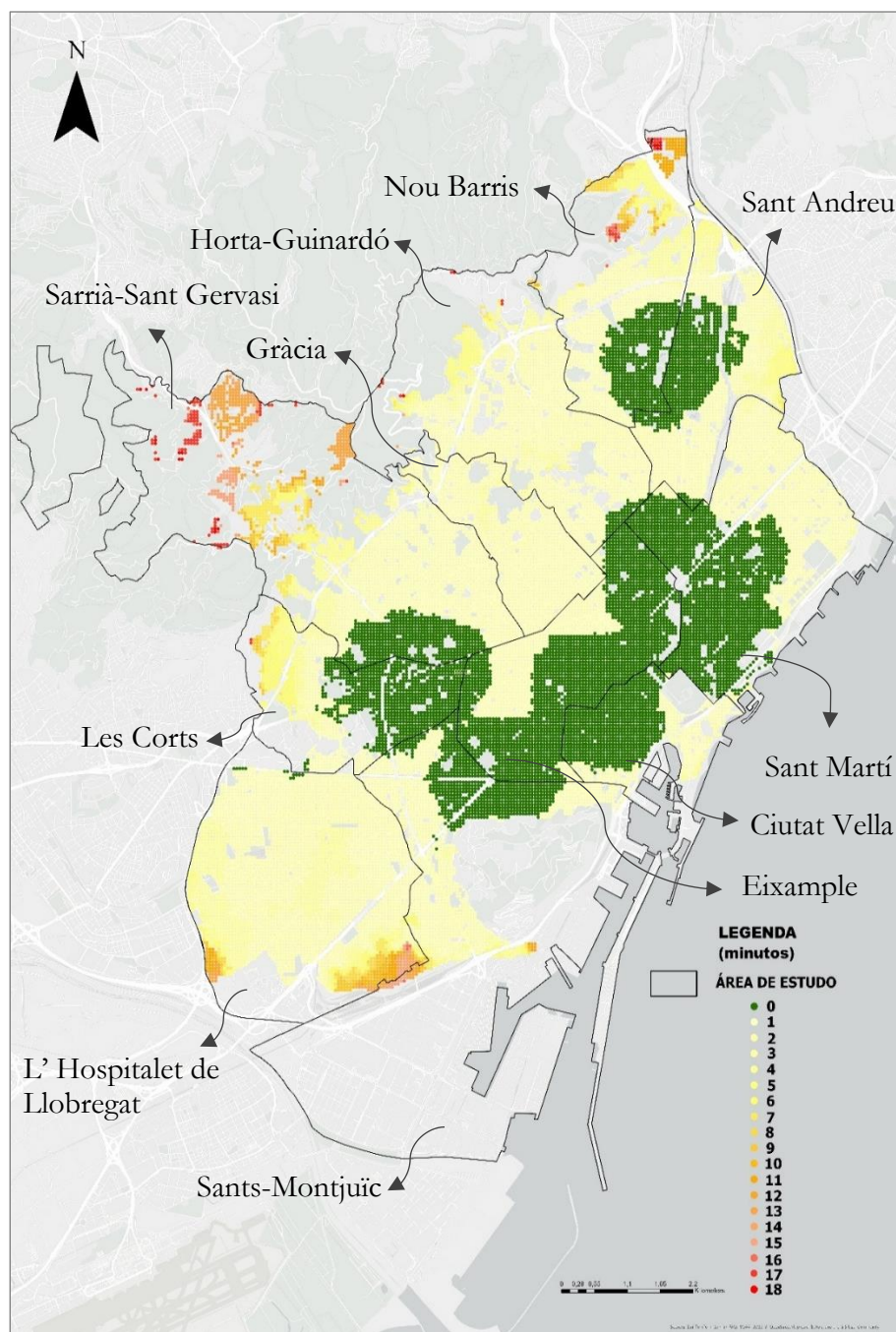


Figura 23 – Número de equipamentos a mais de 15 minutos em cada centroide para a mobilidade pedonal.

A análise da Tabela 4 evidencia os equipamentos a mais de 15 minutos com base no tempo de percurso a pé. Os dados revelam que as maiores lacunas de acessibilidade são as universidades/institutos e os shoppings, representando 34% e 59% dos centroides, respectivamente. Os equipamentos culturais, igrejas e jardins de infância apresentam taxas de inacessibilidade baixas: 1,4%, 1,6%, e 1,9%, respectivamente. Isto demonstra que, embora o tempo de percurso ideal de 15 minutos seja excedido em algumas áreas, a distribuição espacial destes equipamentos é comparativamente mais eficiente, resultando em tempos de viagem menores do que aqueles observados

para os demais serviços.

Equipamentos	Número de centroides com equipamentos X a mais de 15 minutos a pé	Porcentagem do número de centroides com equipamentos X a mais de 15 minutos a pé
Equipamentos Culturais	392	1,481%
Igrejas	428	1,617%
EB 1	434	1,640%
Jardins de Infância	505	1,908%
Restaurantes	572	2,161%
EB 2,3	656	2,479%
Parques e Áreas Verdes	869	3,228%
Farmácias	941	3,556%
Equipamentos Esportivos	1139	4,304%
Ensino Secundário	1187	4,485%
Lares de Idosos	1199	4,531%
Mercados Públicos/ Mercadinhos	1291	4,878%
Hospitais e Clínicas	1776	6,711%
Supermercados	2198	8,306%
Padarias e Pastelarias	3197	12,081%
Correios	5170	19,537%
Universidade/ Institutos	9021	34,090%
Shoppings	15648	59,133%

Tabela 4 – Centroides com o equipamento X a mais de 15 minutos (a pé).

Como descrito na Figura 24, a distribuição dos equipamentos essenciais por Barcelona revela uma desigualdade na acessibilidade. Existem 8.894 centroides onde falta apenas um equipamento e 7.934 centroides têm acesso a todos os equipamentos dentro do limite de 15 minutos de percurso a pé. Se comparado com o resultado da Figura 20, isto mostra que a Cidade de 15 Minutos está longe de ser uma realidade para muitos, o que reforça a prioridade de se implementar medidas localizadas que visem a distribuição dos 18 serviços essenciais igualmente pela cidade.

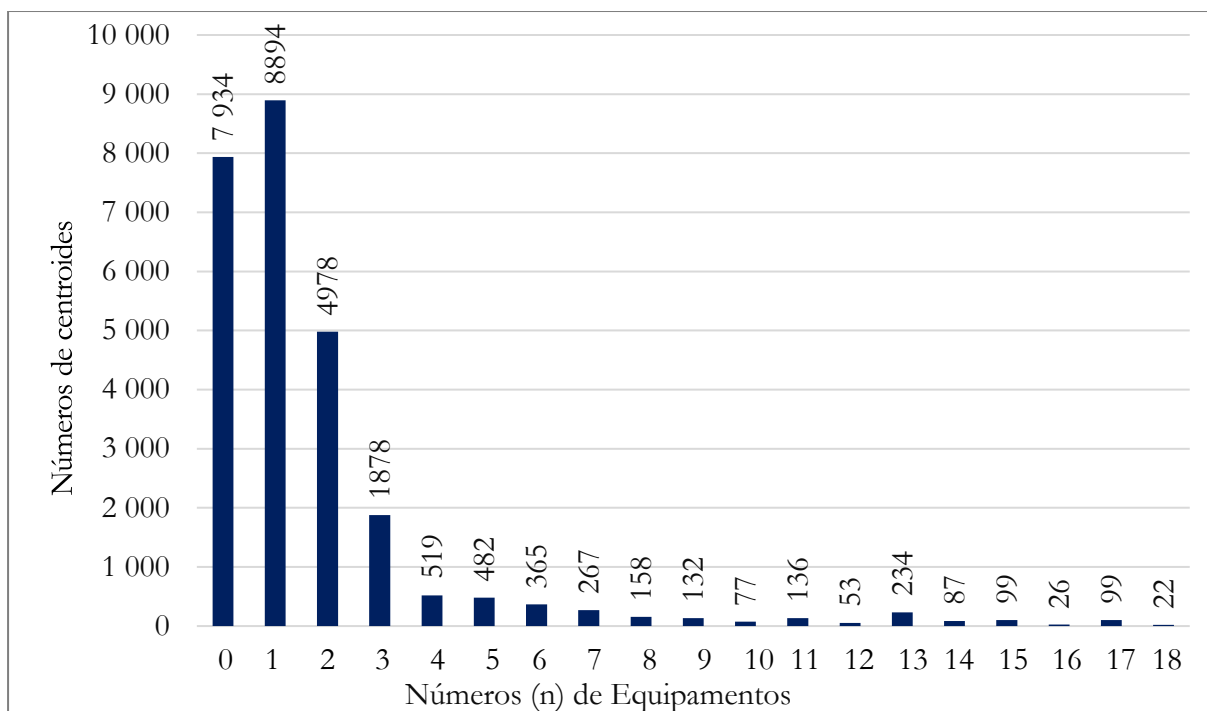


Figura 24 – Número de centroides com (n) equipamentos a mais de 15 minutos (a pé).

A análise da Figura 25, percebe-se que 30,07% dos centroides respeitam o conceito da Cidade de 15 Minutos e que 7,10% dos centroides têm mais de 3 equipamentos em falta.

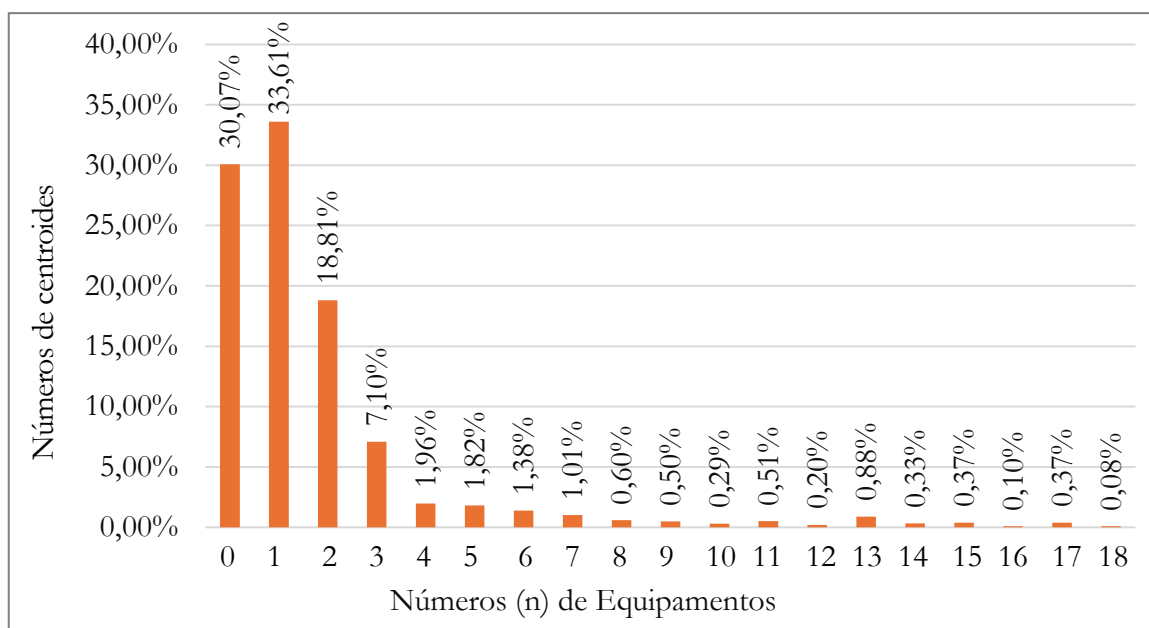


Figura 25 – Percentagem do número de centroides com (n) equipamentos em falta em relação ao total de centroides (a pé).

Na Figura 26, podemos verificar que o número de centroides (origens) com tempo de percurso aos equipamentos menor ou igual a 5 minutos é de somente 21, correspondendo a 0,08%; o número de centroides com acessibilidade menor ou igual

a 10 minutos é de 2.410, o que corresponde a 9,11%; e o número de centroides com todos os 18 equipamentos a um tempo máximo de 15 minutos é de 7.956, ou seja, 30,07%.

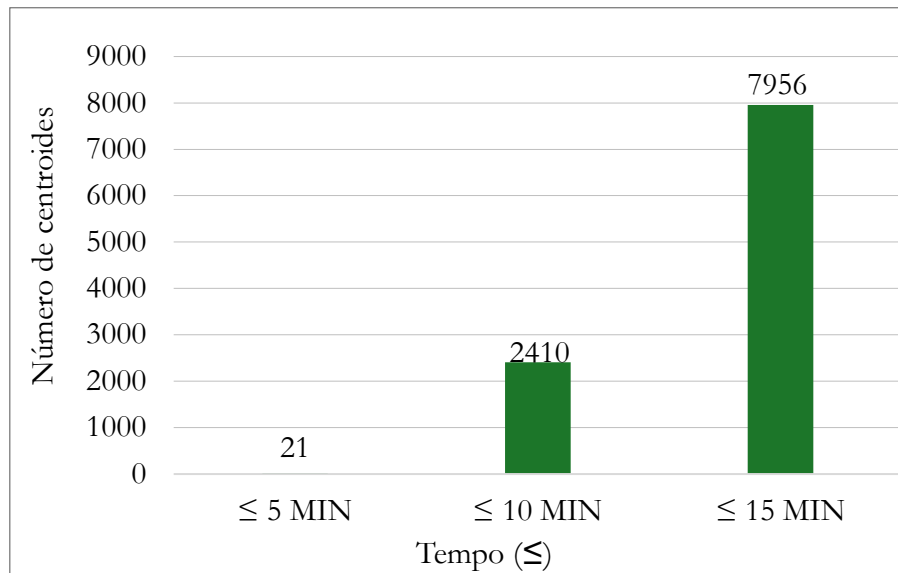


Figura 26 – Números de centroides com tempos de percurso a pé ≤ a 5, 10 e 15 minutos.

Este gráfico mostra que os tempos de percurso menores ou iguais a 5 minutos merecem mais atenção no planeamento urbano. Há apenas 21 centroides com equipamentos próximos às residências dentro desse intervalo de tempo, o que indica uma limitação na distribuição de serviços essenciais e compromete a ideia de uma cidade acessível para todos. Adicionalmente, o facto de apenas 7.956 centroides estarem cobertos pelo tempo máximo de 15 minutos evidencia que ainda é necessário conceber soluções estratégicas para que Barcelona se concretize como uma verdadeira Cidade de 15 Minutos.

7 PROPOSTAS DE SOLUÇÕES E MEDIDAS DE INTERVENÇÃO

Esta investigação se propõe a criar soluções que estejam alinhadas com os princípios da Cidade de 15 Minutos, a partir da identificação das áreas críticas e da análise da acessibilidade aos serviços essenciais em Barcelona. Este capítulo apresenta um conjunto de medidas de intervenção que visam reorganizar o espaço urbano, promovendo uma acessibilidade a pé e de bicicleta e um estudo de caso em Sarrià–Sant Gervasi. A proposta foi elaborada com base nos resultados obtidos por meio de ferramentas de análise espacial, considerando as particularidades da área avaliada.

7.1 SOLUÇÕES PARA UMA CIDADE DE 15 MINUTOS

Para criar uma proposta de melhoria da cidade de Barcelona, primeiramente devemos nos perguntar sobre as cidades na questão de implementação do conceito de uma Cidade de 15 Minutos [128]:

- Qual é o ponto de partida?
- Quais são as principais demandas sociais?
- Quais bairros enfrentam dificuldades de acesso a serviços, comércio e oportunidades de emprego?
- Quais áreas possuem boa infraestrutura e quais apresentam carência de recursos?

Após o mapeamento da área de Barcelona e do levantamento da atual situação da cidade, pode-se encontrar as áreas de maior déficit de serviços, áreas verdes, saúde e educação. Como já apresentado no capítulo 5, o ponto de partida foram os resultados referentes aos pontos críticos de acessibilidade de bicicleta na área periférica de Barcelona. Com isso, identificaram-se demandas por novos pontos de serviços: correios, shoppings, supermercados, universidades/institutos, mercadinhos/ mercados públicos, padarias e escolas de ensino secundário. Os distritos mais afetados são Nou Barris, Horta-Guinardó, Sarrià-Sant Gervasi e no município de L'Hospitalet de Llobregat.

Na análise para a acessibilidade a pé mostra, novamente, a área periférica de Barcelona e a zona intermédia entre o centro e a periferia com serviços em déficit: shoppings, universidades/institutos, correios, padarias, supermercados, hospitais/clínicas e mercadinhos/mercados públicos. Os distritos mais atingidos são Nou Barris, Horta-Guinardó, Gràcia, Sarrià-Sant Gervasi e no município de L'Hospitalet de Llobregat.

De acordo com o checklist para uma vizinhança de 20 minutos, que descreve

critérios para a sua implementação, mostra que a mesma deve ser segura, acessível e bem conectada para os pedestres e ciclistas, de modo a estimular o transporte ativo. Além disso, deve oferecer serviços que auxiliem a vida localmente, garantir espaços públicos e áreas abertas de qualidade, favorecer economias locais, fortalecer comunidades resilientes às mudanças climáticas e disponibilizar moradias, serviços e transportes viáveis [129].

As características da cidade de 20 minutos devem incluir: locais para estudar e trabalhar; creches; escolas; centros comunitários; serviços de saúde; comida local e produtos frescos; prédios com energia eficiente; ruas frescas e confortáveis; centros esportivos e instalações de recreação; natureza, parques e espaços abertos; locais para brincar, conhecer e se reunir; mistura de tipos e densidades de moradias; construções e ruas bem projetadas; moradias acessíveis e para todas as necessidades; transporte público conectado; ruas caminháveis; redes de ciclismo seguras; lojas e hospitalidade [129].

O guia mostra que as cidades devem ter calçadas em todas as ruas e travessias seguras para os pedestres (próximo a áreas comerciais, escolas, centros comunitários e espaços públicos); as pistas de caminhadas e as ciclovias devem se conectar, ser bem iluminadas e bem-sinalizadas; deve haver bicicletários com bebedouros, vestiários e armários para a população que utiliza bicicleta como meio de transporte; e a redução da velocidade de automóveis nos locais de alto tráfego de pessoas e ciclistas deve ser pensada [129].

Os centros comerciais devem ter uma grande variedade de lojas e serviços, acessíveis por meio de caminhada, uso de bicicleta ou de transporte público até 800 metros. Deve haver, também, oportunidades para o desenvolvimento e modernização dos edifícios comerciais, estes prédios comerciais devem possuir centro de *coworking* para os moradores trabalharem localmente. Deve ter oportunidade de emprego próximo e as instalações devem ser compatíveis com as necessidades da comunidade [129].

Deve haver um local para o fornecimento de alimentos frescos que atenda às necessidades diárias numa área de influência de 800 metros; devem existir serviços de varejo, correios, farmácias, cafés, restaurantes, bibliotecas, centros comunitários, centros esportivos, academias e centros de *coworking*; deve haver jardins de infância, EB 1 e EB 2,3 disponíveis em uma área de captação de até 800 metros; e deve-se ter fachadas ativas, locais de interação e convívio entre espaços internos e externos [129]. As áreas de Eixample, Sant Martí e Ciutat Vella têm, em sua grande parte, todos estes serviços abrangidos.

Tem que haver espaços verdes, árvores que sejam tolerantes à seca e arborização nas ruas para fornecer sombra aos pedestres. As vias, praças, espaços abertos e centros comerciais devem ser construídos com materiais de boa durabilidade, sustentáveis e de alta qualidade, incluindo também assentos, boa iluminação e pavimentação; além disso, deve existir um espaço cívico, como uma praça no centro de cada bairro ou parque, acessíveis a uma caminhada de 400 a 800 metros de cada casa [129]. As

regiões de Gràcia, Les Corts e Sants-Montjuïc possuem bastantes áreas verdes e jardins; no entanto, ainda é necessária uma diversificação dos equipamentos.

Deve-se oferecer uma variedade de equipamentos e serviços para o incentivo à atividade física e à interação com a comunidade. É importante garantir, também, uma diversificação nos tipos de moradia, atendendo às necessidades atuais e futuras, incluindo moradias disponíveis para idosos que gostariam de envelhecer no bairro ou casas de cuidado e acolhimento. O aumento da densidade habitacional deve estar próximo de centros de atividades, espaços públicos, estações de comboio e de autocarro [129].

De acordo as diretrizes acima, podem-se criar critérios de avaliação da cidade de Barcelona, para posteriormente elaborar propostas de soluções e medidas de intervenção na reorganização urbana. Isto implicará em interferências específicas, como a reorganização do uso do solo em distritos como Nou Barris, Horta-Guinardó, Gràcia, Sarrià-Sant Gervasi e no município de L'Hospitalet de Llobregat; a integração de novas instalações comerciais e de saúde; a expansão da rede de ciclovias seguras e calçadas bem iluminadas nas áreas periféricas; e a criação de novos espaços cívicos/parques para atingir a meta de 400-800 metros de acesso às áreas verdes.

Outros passos práticos serão detalhados no subcapítulo 7.2, que irá apresentar outros indicadores para a expansão dos serviços em Barcelona. No subcapítulo 7.3, com base nas análises dos défices e das recomendações, serão formuladas propostas e medidas de intervenção para a reorganização urbana de Sarrià-Sant Gervasi. Com isso, percebe-se que é possível modificar o espaço urbano de acordo com as orientações descritas neste capítulo e implementadas em Sarrià-Sant Gervasi para convergir com o conceito de Cidade de 15 Minutos.

7.2 EXPANSÃO E MELHORIA DOS SERVIÇOS ESSENCIAIS

O conceito de Cidade de 15 Minutos não pode ser considerado uma prática urbanística consolidada. Carlos Moreno o descreve como um guia de referência, seus fundamentos teóricos ainda não estão plenamente desenvolvidos, e os possíveis impactos negativos decorrentes de sua adoção não parecem ter sido amplamente avaliados e mitigados. Além disso, sua implementação tem variado significativamente entre as cidades [130].

Diante dessa incerteza, esta pesquisa busca identificar necessidades para que tal modelo seja viável. Nesta investigação, percebe-se que para melhoria nos serviços essenciais em relação a mobilidade de bicicleta, deve-se inserir de serviços como correios, shoppings e universidades/institutos no norte do Nou Barris; criação de shoppings e universidades/institutos na localidade sul do L'Hospitalet de Llobregat para contribuir para uma área de 15 minutos.

A região de Sarrià-Sant Gervasi, no extremo do distrito, deve ter todos os 18

serviços, com exceção de hospitais e clínicas. Em Horta–Guinardó, conforme a Figura 12, nos pontos rosa, é necessária a implementação dos serviços de correios, padarias, shopping e nos pontos amarelos, deve haver mais correios, jardins de infância, EB1, hospitais e clínicas, mercados públicos e mercadinhos, padarias, shopping, supermercados.

Para uma melhor mobilidade de bicicleta, de acordo com o princípio do modelo de mobilidade, pelo menos 75% do espaço viário deve ser destinado a pedestres e ciclistas, a infraestrutura urbana deve garantir autossuficiência, aproximando serviços e reduzindo a necessidade de deslocamentos longos. Também deve haver estacionamento de bicicletas, sendo permitido e regulamentado tanto em edifícios quanto em espaços públicos. Os benefícios são as reduções do tráfego e poluição; mais segurança e acessibilidade para todos; maior qualidade de vida nos espaços urbanos; e integração entre diferentes modos de transporte sustentáveis [131].

Outro indicador sobre a proximidade da população aos serviços básicos, da Rede de Desenvolvimento Local Sustentável para Cidades Grandes e Medianas, expõe que a população deve ter acesso a serviços urbanos essenciais (comércio, transporte e espaços verdes) num raio de 600 metros ou menos de 10 minutos a pé. A acessibilidade simultânea a quatro categorias de equipamentos é avaliada conforme apresentada abaixo [131]:

- Espaços verdes (< 200m): parques ou áreas verdes com mais de 1 ha (mínimo 1 serviço);
- Comércio local (< 300m): padarias, talhos, supermercados, farmácias, etc. (mínimo 6 de 8 serviços);
- Redes de mobilidade (< 300m): paragens de autocarro, rede de bicicletas e rede pedonal (mínimo 2 de 3 serviços);
- Instalações básicas (< 600m): educação, saúde, cultura, esporte e assistência social (mínimo 5 serviços), o que se percebe ser deficitário em áreas como o extremo de Horta–Guinardó [131].

A proximidade desses serviços melhora a qualidade de vida, reduz a dependência do automóvel, incentiva a mobilidade ativa e promove um ambiente urbano sustentável e acessível. Os parâmetros de avaliação são [131]:

- Mínimo aceitável: acesso a 13 serviços para pelo menos 75% da população (como na região de Gràcia);
- Ótimo: acesso a 17 serviços para 100% da população [131].

Em complemento a este indicador, tem-se a “Proximidade da população ao estacionamento de bicicletas”, que visa garantir infraestrutura adequada para incentivar o uso desse meio de transporte. O objetivo é oferecer espaços seguros e acessíveis para bicicletas, tanto para deslocamentos dentro do bairro quanto para conexões com outras áreas da cidade [131].

A falta de locais apropriados para estacionar bicicletas é um obstáculo para sua adoção em massa. Por isso, é essencial disponibilizar estacionamentos bem distribuídos ao longo das rotas cicloviárias e próximos a pontos estratégicos, como áreas residenciais, centros comerciais e estações de transporte público. Esses espaços devem ser protegidos contra intempéries e furtos, além de facilitar a integração da bicicleta com outros meios de transporte [131]. Em Barcelona, em 2007 teve a criação de 7000 estacionamentos, totalizando naquele ano 14.646 espaços para bicicletas [132].

O cálculo da proximidade considera a percentagem da população com acesso a um estacionamento de bicicletas a menos de 100 metros de distância. O mínimo aceitável é que 80% da população tenha essa cobertura, enquanto o ideal é que 100% da população tenha acesso a esses estacionamentos, garantindo a segurança e a eficiência da mobilidade urbana sustentável [131].

Quanto à mobilidade a pé, percebe-se um decréscimo na acessibilidade aos serviços essenciais em relação à mobilidade de bicicleta. Conforme apontado na Figura 23, deve-se inserir todos os serviços no norte do Nou Barris, assim como na região periférica de Horta–Guinardó e Sarrià-Sant Gervasi.

Na localidade sul do L’Hospitalet de Llobregat, a criação de espaços culturais; escolas de EB 2,3 e ensino secundário; farmácias; hospitais e clínicas; shoppings; universidades/institutos; correios; supermercados; igrejas; lares de idosos; padarias e parques/jardins contribuirá para o desenvolvimento da Cidade de 15 minutos. Na região de Gràcia, deve-se implementar mais correios, shoppings e universidades/institutos.

Deve haver um equilíbrio entre as áreas de atividade econômica e as residências dentro do espaço urbano. Esse equilíbrio é fundamental para reduzir deslocamentos desnecessários, promover a proximidade entre moradia e trabalho e dinamizar o uso do espaço público ao longo do dia. O cálculo deste indicador baseia-se na proporção entre a superfície construída para uso terciário e a superfície total construída dentro de uma área de referência (grade de 200m x 200m) [131].

Os parâmetros de avaliação são: o valor mínimo deve ser superior a 20% em pelo menos 50% da área urbana consolidada ou desenvolvível, enquanto o valor desejável deve ser superior a 25% em pelo menos 50% da área urbana consolidada ou desenvolvível. Esse indicador é importante no planejamento urbano para garantir bairros de uso misto [131].

Para garantir que a população tenha proximidade aos diferentes equipamentos públicos dentro de um raio adequado, permitindo cobrir necessidades básicas sem a necessidade de transporte motorizado, utiliza-se um indicador que mede a quantidade de população localizada perto de vários tipos de equipamentos simultaneamente. Isso indica o nível de compactação urbana e a mistura de usos do solo. Estes equipamentos básicos são aqueles de acesso cotidiano, com influência restrita ao bairro, cujas distâncias máximas recomendadas variam de 300m a 600m, dependendo do tipo de equipamento [131].

O indicador de Proximidade da População aos Equipamentos Públicos (%) é calculado a partir da proporção entre a população que possui acesso simultâneo a cinco tipos de equipamentos e a população total da área estudada. Considera-se como mínimo aceitável que pelo menos 75% da população esteja próxima a todos esses equipamentos, enquanto a meta desejável é alcançar 100% de cobertura [131].

Estes indicadores ajudam a identificar carências e a nortear o planejamento urbano, orientando-o para a sustentabilidade, visando reduzir as desigualdades territoriais, promover a mobilidade ativa, assegurar maior qualidade de vida à população, aproximando-se, assim, dos princípios defendidos pela Cidade de 15 Minutos.

7.3 ESTUDO DE CASO – SARRIÁ-SANT GERVASI

A área de Sarriá - Sant Gervasi é uma região no extremo de Norte de Barcelona que possui uma das áreas com maior deslocamento a pé (em torno de 130 minutos para um shopping), como demonstrado na Figura 27. Com isso, foi proposta uma intervenção nesta área que tem apenas uma igreja, uma escola de jardim de infância, dois locais para eventos culturais, um hospital/clínica, uma área verde.

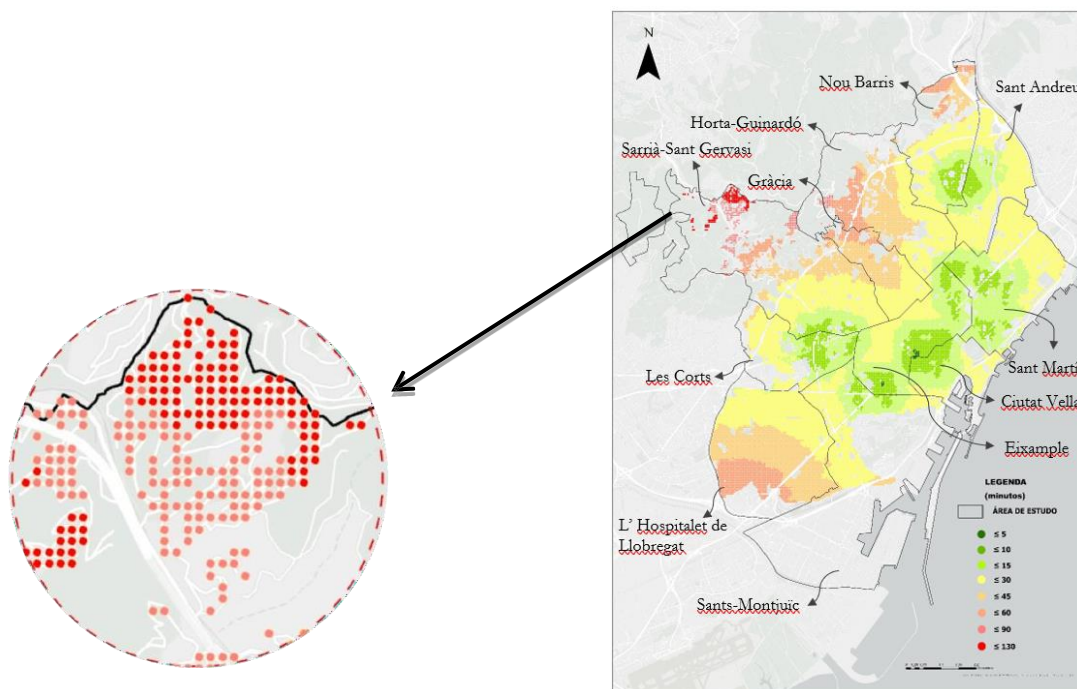


Figura 27 – Área do estudo. Figura 13 – Mapa da Cidade de 15 Minutos em Barcelona a Pé.

Com este diagnóstico, percebe-se a necessidade de implementação de equipamentos urbanos. Então esta área foi complementada com 4 parques verdes, 2 correios, 3 locais para eventos culturais e de entretenimento, 2 jardins de infância, 2 EB1, 2 EB 2,3, 2 escolas secundárias, 4 centros esportivos, 3 farmácias, 3 clínicas/hospitais, 1 igreja, 2 lares de idosos, 3 mercados públicos/mercadinhos, 3 padarias, 3

restaurantes, 2 shoppings, 1 universidade/institutos e 3 supermercados.

Para delimitar a área de 15 minutos (equivalente a 800 metros) [133], foram criados quatro *buffers*: em vermelho (800 m), em amarelo (600 m), em azul (300 m) e em verde (200 m), conforme a Figura 28. Esses valores foram selecionados com base nas recomendações dos subcapítulos 7.1 e 7.2, e com isso foram distribuídos os equipamentos em falta. Contudo, devido à presença de um eixo viário que limita a travessia pedonal ou ciclável, optou-se pela criação de dois centros (Figura 29) e por se tratar de uma região mais afastada de outros centros, decidiu-se pelo aumento do número de equipamentos.

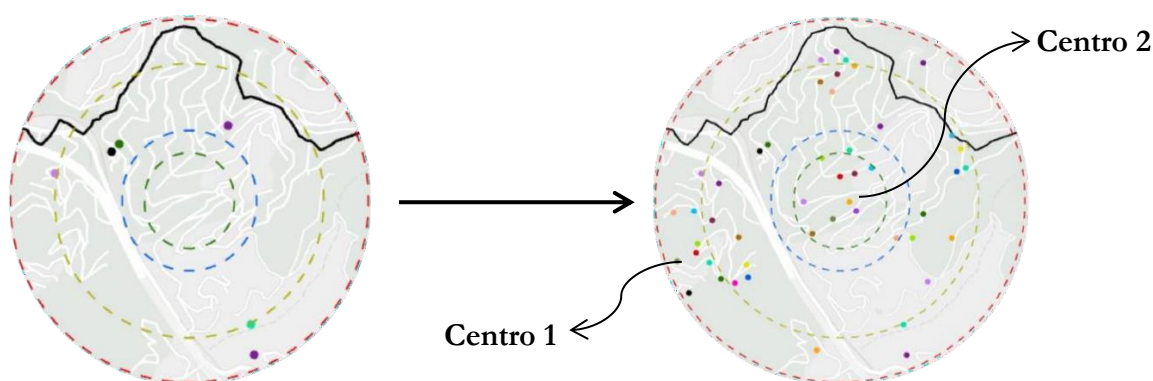


Figura 28 – Área antes da Intervenção.

Figura 29 – Área depois da Intervenção.

Depois da inserção de novos equipamentos, percebe-se que a área de estudo que possui no diâmetro de 200 metros tem equipamentos a 5 e 10 minutos; no diâmetro de 300 metros, há equipamentos a 10 minutos; no diâmetro de 600 metros, possui equipamentos entre 10 e 30 minutos e no diâmetro de 800 metros, equipamentos a 30 minutos (Figura 30). Isso não é só uma melhoria na qualidade de vida das pessoas desta região, mas também no entorno próximo a esta área como representado na Figura 31 (em anexo) se comparada a Figura 13, antes da intervenção.

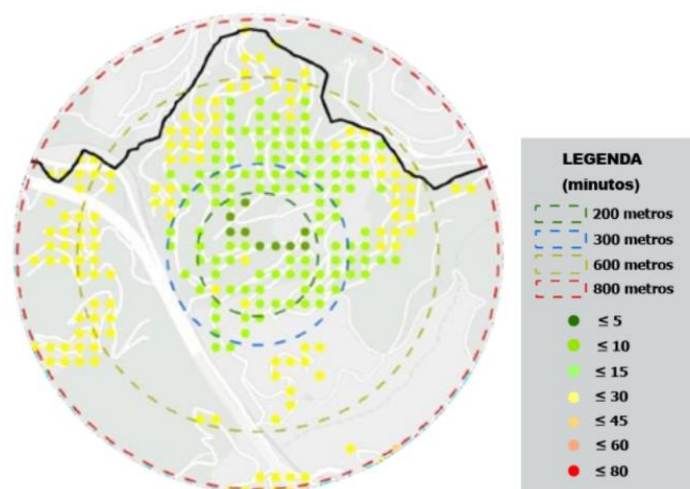


Figura 30 – Resultado da Área de Intervenção.

Mesmo com estas medidas, ainda é necessário melhorar as redes pedonais e cicláveis; criar estacionamentos/vestuários para bicicletas; ter uma boa infraestrutura como iluminação, pavimentos; e sinalização adequada a fim de tornar um espaço mais agradável para seus utilizadores.

8 CONCLUSÕES

A proposta da Cidade de 15 Minutos representa uma abordagem ao planejamento urbano que fornece soluções para questões de mobilidade, sustentabilidade e qualidade de vida. Ao focar na proximidade e na autossuficiência dos bairros, o conceito não apenas resolve problemas de congestionamento, mas também fortalece convívio social local. A criação de bairros com comércio, serviços e oportunidades de lazer a uma curta caminhada ou pedalada melhora a economia, tornando as comunidades mais sustentáveis.

Além disso, a ênfase na acessibilidade e na qualidade dos espaços públicos contribui diretamente para a saúde e o bem-estar dos habitantes. A implementação de calçadas, áreas verdes e ciclovias seguras incentivam o transporte ativo, combatendo o sedentarismo e melhorando a qualidade do ar.

No caso de Barcelona, esta estratégia demonstrou potencial para melhorar o acesso dos cidadãos a serviços essenciais, reduzindo a dependência de veículos automotores e promovendo a descentralização urbana, o que evita a segregação espacial e precarização das condições de vida.

A metodologia de análise utilizada neste estudo de caso, que pode ser utilizado independentemente do local, contribuindo para a evolução do conceito. Ao mapear os défices de serviços, saúde e espaços verdes na área em questão, a partir de dados levantados e com o uso de ferramentas de SIG, foi possível identificar os pontos críticos e propor intervenções urbanas que visam reduzir essas disparidades territoriais.

Esta abordagem permite que qualquer cidade identifique e quantifique lacunas de acessibilidade (a pé e de bicicleta), possibilitando transformações por meio de intervenções estratégicas. O foco em cinco âmbitos (Serviços, Habitação, Acessibilidade, Sustentabilidade e Transporte) ajuda a elaborar propostas de soluções que integrem as necessidades sociais com as infraestruturas físicas.

Como resultado, percebe-se que os tempos de percurso de bicicleta para os serviços essenciais variam entre um máximo de 37,60 minutos e um mínimo de 1,18 minutos. Para os percursos a pé, os valores variam entre um máximo de 130,25 minutos e um mínimo de 4,1 minutos para alcançar esses mesmos serviços. Tanto nos mapeamentos de bicicleta quanto nos de percurso a pé, os valores mais críticos de tempo de viagem estão concentrados nas áreas periféricas.

Os serviços que estão mais em falta são: correios, universidades/institutos, shoppings, padarias, supermercados, mercadinhos/mercados públicos, escola de ensino secundário, hospitais/clínicas. Para solucioná-los, foram descritas algumas orientações: fortalecer investimentos direcionados a bairros com baixa

acessibilidade, priorizando a instalação de serviços de saúde, educação, cultura e lazer, de forma descentralizada e conectada; ampliar as ciclovias e calçadas acessíveis; e garantir que as regiões sejam bem servidas por serviços públicos.

A análise realizada ao longo desta pesquisa evidenciou que Barcelona apresenta bons resultados, sobretudo em seus bairros centrais, que já contam com uma boa distribuição de serviços e infraestrutura voltada à mobilidade ativa. No entanto, os resultados obtidos também revelam desigualdades nas áreas periféricas, onde o acesso a serviços essenciais e opções de mobilidade ativa ainda é limitado.

A cidade de Barcelona pode ser considerada, atualmente, parcialmente policêntrica, pois possui áreas com vários subcentros urbanos que concentram serviços essenciais com o tempo menor ou igual a 15 minutos, o que evita deslocamentos desnecessários.

Por outro lado, Barcelona ainda mantém um componente monocêntrico relativamente alto, com variação de densidade de serviços, principalmente na região periférica. Isso está de acordo com outras grandes metrópoles, como Los Angeles que possui altas concentrações de empregos no seu centro e também subcentros no Condado de Orange [134], ou a área metropolitana de Paris com subcentros mais próximos ao centro e outros mais afastados, próximo das estradas [135].

Uma limitação importante nesta investigação foi a consideração das redes pedonal e ciclável como uma única infraestrutura de transporte ativo, assumindo condições ideais de acessibilidade, segurança e conforto que nem sempre refletem a realidade de Barcelona, onde muitos trechos carecem de calçadas contínuas ou ciclovias adequadas.

Outra limitação relevante foi a dificuldade em representar com precisão a distribuição da população no território, especialmente em áreas densas. Este problema foi solucionado com a criação de uma malha regular de células de 50x50 metros, escolhida por proporcionar um equilíbrio espacial e viabilidade computacional.

Para trabalhos futuros, recomenda-se diferenciar a rede de ciclismo e pedonal; também incluir as variações nos padrões de deslocamento entre os diferentes grupos (idosos, crianças, adolescentes); focar em mapear desigualdades com indicadores socioeconômicos (renda per capita, densidade habitacional e taxa de desemprego); quantificar benefícios ambientais e sociais. Além disso, sugere-se testar soluções piloto em bairros com diferentes características para verificar a viabilidade de Barcelona como uma Cidade de 15 Minutos.

O conceito de Cidade de 15 Minutos não é uma fórmula universal, mas uma diretriz que deve ser adaptada às especificidades de cada território. Muitas partes de Barcelona já são uma referência na aplicação, no entanto, é necessária maior atenção para as áreas mais longínquas do centro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] C. Moreno, Z. Allam, D. Chabaud, C. Gall and F. Pratlong, “Introducing the ‘15- Minute City’: Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post- Pandemic Cities,” *Smart Cities*, vol. 4, no. 1, pp. 93–111, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/smartcities4010006>. Accessed: Oct. 2, 2024.
- [2] L. R. Brown, “Redesigning Cities for People,” in *Eco-Economy: Building an Economy for the Earth*. New York, NY, USA: W. W. Norton & Co., 2001, ch.9, pp. 187-208. [Online]. Available: https://library.uniteddiversity.coop/Money_and_Economics/Eco-Economy.pdf
- [3] J. R. Brown, E. A. Morris and B. D. Taylor, “Planning for cars in cities: planners, engineers, and freeways in the 20th century,” *Journal of the American Planning Association.*, vol. 75, no. 2, pp. 161–177, 2009. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/01944360802640016>. Accessed: Oct. 12, 2024.
- [4] J. P. P. Taveira, “Urbanismo dos 15 minutos numa cidade de orografia complexa Coimbra: o atual e as perspectivas para o futuro,” M.S. thesis, Univ. Coimbra, Coimbra, Portugal, 2023. [Online]. Available: <https://eg-fr.uc.pt/handle/10316/111739?locale=pt>.
- [5] C. Roth, S. M. Kang, M. Batty and M. Barthélemy, “Structure of Urban Movements: Polycentric Activity and Entangled Hierarchical Flows,” *PLoS One*, vol. 6, no. 1, p. e15923, 2011. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0015923>. Accessed: Oct. 14, 2024.
- [6] A. Bassolas et al., “Hierarchical organization of urban mobility and its connection with city livability,” *Nature Communications.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–10, 2019. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12809-y>. Accessed: Oct. 20, 2024.
- [7] C. Moreno, “Urban proximity and the love for places: Chrono-urbanism, Chronotopia, Topophilia,” Carlos Moreno, Feb. 27, 2020. [Online]. Available: <https://www.morenoweb.net/urban-proximity-and-the-love-for-places-chrono-urbanism-chronotopiatophilia-by-carlos-moreno/> Accessed: Oct. 21, 2024.
- [8] C. M. G. Monteiro, “O Planejamento: algumas considerações,” *Etc, espaço, tempo e crítica: Revista Eletrônica de Ciências Sociais Aplicadas*, vol. 1, no. 2, pp. 40-54, 2007. [Online]. Available: https://www.faed.udesc.br/arquivos/id_submenu/1426/texto_complementar_n._2_planejamento_algumas_con

- sidera_oes__c._m._g._monteiro_.pdf. Accessed: Oct. 27, 2024.
- [9] S. Gössling, “Why cities need to take road space from cars – and how this could be done,” *Journal of Urban Design.*, vol. 25, no. 4, pp. 443–448, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/13574809.2020.1727318>. Accessed: Oct. 28, 2024.
- [10] J. V. P. Sales, “Planejamento urbano e qualidade de vida: uma proposta de mobilidade urbana sustentável para a cidade de Sobral – CE,” *Trabalho de Conclusão de Curso, Univ. Fed. do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil, 2009.* [Online]. Available: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/28560/1/2009_tcc_jvpsales.pdf.
- [11] World Health Organization (WHO), “Por que o foco na velocidade?,” in *Gestão da velocidade.* Geneva, Switzerland: WHO, 2017. ch.1, sec. 1.1, p.p 3. [Online]. Available: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/road-traffic-injuries/speed_manual_-portuguese.pdf.
- [12] C. J. Gidlow et al., “Where to put your best foot forward: Psycho-physiological responses to walking in natural and urban environments,” *Journal of Environmental Psychology.*, vol. 45, pp. 22–29, 2016. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2015.11.003>. Accessed: Oct. 30, 2024.
- [13] P. Aspinall, P. Mavros, R. Coyne and J. Roe, “The urban brain: Analysing outdoor physical activity with mobile EEG,” *British Journal of Sports Medicine.*, vol. 49, no. 4, pp. 272–276, 2015. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091877>. Accessed: Nov. 1, 2024.
- [14] A. I. Egorov, P. Mudu, M. Braubach and M. Martuzzi, “Urban Green Spaces and Health”. Copenhagen, Denmark: WHO Regional Office for Europe, 2016. [Online]. Available: <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/74006ead-650d-4fca-815a-f1ff53c1eea1/content>.
- [15] J. Jacobs, *The Death and Life of Great American Cities.* New York, NY, USA: Random House, 1961.
- [16] K. Mouratidis, “Is compact city livable? The impact of compact versus sprawled neighbourhoods on neighbourhood satisfaction,” *Urban Studies.*, vol. 55, no.11, pp. 2408–2430, 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1177/0042098017729109>. Accessed: Nov. 3, 2024.
- [17] J. Kwak et al., “Changes in shared bicycle use due to COVID-19,” *Chemical Engineering Transactions.*, vol. 89, pp. 169–174, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3303/CET2189029>. Accessed: Nov. 4, 2024.
- [18] J. Monteiro, N. Sousa, E. Natividade-Jesus and J. Coutinho-Rodrigues, “The potential impact of cycling on urban transport energy and modal share: A GIS-based methodology,” *ISPRS International Journal of Geo-*

- Information., vol. 12, no. 2, p. 48, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/ijgi12020048>. Accessed: Nov.6, 2024.
- [19] L. Martínez and J. Short, "The pandemic city: Urban issues in the time of COVID-19," *Sustainability*, vol. 13, no. 6, pp. 1–10, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/su13063295>. Accessed: Nov. 8, 2024.
- [20] J. Grant, "What cities can learn from lockdown about planning for life after the coronavirus pandemic," *The Conversation*, Apr. 15, 2020. [Online]. Available: <https://theconversation.com/what-cities-can-learn-from-lockdown-about-planning-for-life-after-the-coronavirus-pandemic-136699>. Accessed: Nov. 10, 2024.
- [21] F. Ugolini et al., "Effects of COVID-19 pandemic on the use and perceptions of urban green space: An international exploratory study," *Urban For Urban Green.*, vol. 56, p. 126888, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126888>. Accessed: Nov. 13, 2024.
- [22] D. S. Ximenes, I. Maglio and M. A. R. Franco, "A infraestrutura verde nos espaços públicos como elemento de resiliência socioambiental pós-pandemia," *Labor E Engenharia*, vol. 14, p. e020011, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.20396/labore.v14i0.8660779>, Accessed: Nov. 15, 2024.
- [23] P. Pinto and M. Akhavan, "Scenarios for a Post-Pandemic City: Urban Planning Strategies and Challenges of Making 'Milan 15-Minutes City'," *Transportation Research Procedia*, vol. 60, pp. 370–377, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.12.048>. Accessed: Nov. 17, 2024.
- [24] Y. Cheng, J. Zhang, W. Wei and B. Zhao, "Effects of Urban Parks on Residents' Expressed Happiness Before and During the COVID-19 Pandemic," *Landscape and Urban Planning.*, vol. 212, p. 104118, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104118>. Accessed: Nov. 21, 2024.
- [25] P. Marques et al., "Home gardens can be more important than other urban green infrastructure for mental well-being during COVID-19 pandemics," *Urban Forestry & Urban Greening.*, vol. 64, p. 127268, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127268>. Accessed: Nov. 24, 2024.
- [26] H. Liu, F. Li, J. Li and Y. Zhang, "The relationships between urban parks, residents' physical activity, and mental health benefits: A case study from Beijing, China," *Journal of Environmental Management.*, vol. 190, pp. 223–230, 2017. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2026.12.058>. Accessed: Nov. 26, 2024.
- [27] L. Abdelfattah, D. Deponte and G. Fossa, "The 15-Minute City: Interpreting the Model to Bring Out Urban Resiliencies," *Transportation Research Procedia*, vol. 60, pp. 330–337, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/>

- 10.1016/j.trpro.2021.12.043. Accessed: Nov. 29, 2024.
- [28] G. Pozoukidou and Z. Chatziyiannaki, "15-Minute City: Decomposing the New Urban Planning Eutopia," *Sustainability*, vol. 13, no. 2, pp. 1–25, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/su13020928>. Accessed: Dec. 01, 2024.
- [29] United Nations, "17 Sustainable Development Goals (SDGs)," 2015. [Online]. Available: <https://sdgs.un.org/goals>. Accessed: Dec. 03, 2024.
- [30] C. Ferrer-Ortiz, O. Marquet, L. Mojica and G. Vich, "Barcelona Under the 15-Minute City Lens: Mapping the Accessibility and Proximity Potential Based on Pedestrian Travel Times," *Smart Cities*, vol. 5, no. 1, pp. 146–161, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/smartcities5010010>. Accessed: Dec. 05, 2024.
- [31] F. T. Lima and F. Costa, "The Quest for Proximity: A Systematic Review of Computational Approaches towards 15-Minute Cities," *Architecture*, vol. 3, no. 3, pp. 393–409, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/architecture3030021>. Accessed: Dec. 08, 2024.
- [32] A. Mouratidis, "Urban planning and quality of life: A review of pathways linking the built environment to subjective well-being," *Cities*, vol. 115, pp. 103229, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103229>. Accessed: Dec. 12, 2024.
- [33] L. A. C. Pereira, "O conceito de 'cidade de 15 minutos' como possível norteador de políticas públicas e o plano diretor estratégico do município de São Paulo," M.S. thesis, Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis, Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2023.
- [34] J. Monteiro et al., "Filling in the Spaces: Compactifying Cities towards Accessibility and Active Transport," *ISPRS International Journal of Geo-Information.*, vol. 12, no. 3, p. 120, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/ijgi12030120>. Accessed: Dec. 13, 2024.
- [35] T. J. Nechyba and R. P. Walsh, "Urban Sprawl," *Journal of Economic Perspectives.*, vol. 18, no. 4, pp. 177–200, 2004. [Online]. Available: https://legacy.econ.tuwien.ac.at/hanappi/AgeSo/rp/Nechyba_2004.pdf. Accessed: Dec. 15, 2024.
- [36] H. Frumkin, "Urban Sprawl and Public Health," *Public Health Reports.*, vol. 117, no. 3, pp. 201–217, 2002. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1093/phr/117.3.201>. Accessed: Dec. 18, 2024.
- [37] P. Newman, T. Beatley and H. C. Boyer, *Resilient Cities: Overcoming Fossil Fuel Dependence*. Washington, DC, USA: Island Press, 2017.
- [38] C. Moreno, *Et après? Vie urbaine et proximité à l'heure du Covid-19*. Paris, France: Éditions de l'Observatoire/Humensis, 2020.

- [39] A. R. Khavarian-Garmsir, A. Sharifi and A. Sadeghi, "The 15-Minute City: Urban Planning and Design Efforts Toward Creating Sustainable Neighborhoods," *Cities.*, vol. 132, p. 104101, 2023. [Online] Available: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.104101>. Accessed: Dec. 22, 2024.
- [40] Y. Badawi, F. Maclean and B. Mason, "The Economic Case for Investment in Walking," Melbourne, Australia, 2018. [Online]. Available: <https://www.victoriawalks.org.au/Assets/Files/The-Economic-Case-for-Investment-in-Walking-FINAL.pdf>. Accessed: Jan. 05, 2025.
- [41] V. A. Chiodi, "Mobilidade sustentável integrada," *Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira*, 44 f., 2023. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/11449/252054>. Accessed: Jan. 07, 2025.
- [42] A. Sharifi, "From Garden City to Eco-urbanism: The quest for sustainable neighborhood development," *Sustainable Cities and Society.*, vol. 20, pp. 1–16, 2016. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.09.002>. Accessed: Jan. 11, 2025.
- [43] C. A. Perry, "The Neighborhood Unit" in *Regional Plan of New York and its Environs*, vol. VII, New York, NY, USA: Arno Press, 1974.
- [44] D. Farr, *Urbanismo Sustentável: Desenho Urbano com a Natureza*. Porto Alegre, Brazil: Bookman, 2013.
- [45] E. Plater-Zyberk, "Neighborhood, district, and corridor," in *The Charter of the New Urbanism*, Charleston, SC, USA: CNU IV, 1996, ch. 11, pp. 79 - 82. [Online]. Available: https://mredu.arc.miami.edu/_assets/pdf/charter_book.pdf. Accessed: Jan. 17, 2025.
- [46] A. Duany, E. Plater-Zyberk, and J. Speck. *Suburban Nation: The Rise of Sprawl and the Decline of the American Dream*. New York, NY, USA: North Point Press, 2000.
- [47] A. Duany, "Introduction to the special issue: The transect," *Journal of Urban Design.*, vol. 7, no. 3, pp. 251–260, 2002. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/1357480022000039321>. Accessed: Jan. 25, 2025.
- [48] L. Krier, "Leon Krier and the Organic Revival Within Urban Policy and Practice," *Planning Perspectives.*, vol. 13, no. 2, pp. 167–194, 1998. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/026654398364518>. Accessed: Jan. 30, 2025.
- [49] M. Lydon and A. Garcia, *Tactical Urbanism: Short-Term Action for Long-Term Change*. Washington, DC, USA: Island Press, 2015.
- [50] A. Sansão-Fontes, M. Pessoa, A. Araujo-Souza, J. Sabaté and L. Neves, "Urbanismo tático como teste do espaço público: o caso das superquadras de Barcelona," *EURE (Santiago)*, vol. 45, no. 136, pp. 209–232, 2019. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612019000300209>. Accessed: Feb. 03, 2025.

- [51] J. Gehl, *Cities for People*. Washington, DC, USA: Island Press, 2010.
- [52] E. G. Rodrigues, "Análise do planejamento e desenvolvimento urbano de Manaus das últimas décadas sob a perspectiva de mobilidade urbana sustentável da Agenda 2030 dos ODS," Ph.D. dissertation, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2024. [Online]. Available: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/10465>. Accessed: Feb. 10, 2025.
- [53] D. Vale, M. Pereira, M. Saraiva, and R. Alves, "Modelação das Relações entre o Ambiente Construído, a Acessibilidade e a Mobilidade em Cidades de Média Dimensão," in *Integração de Usos de Solo e Transportes em Cidades de Média Dimensão*, Lisboa, Portugal: Livros Horizonte, 2018, pp. 141–159. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/10216/126796>. Accessed: Feb. 13, 2025.
- [54] B. Giles-Corti et al., "Creating Healthy and Sustainable Cities: What Gets Measured, Gets Done," *The Lancet Global Health*, vol. 10, pp. e782–e785, 2022. [Online]. Available: [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(22\)00070-5](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(22)00070-5). Accessed: Feb. 16, 2025.
- [55] A. A. Florindo et al., "Em defesa da caminhada e do uso de bicicleta como deslocamento no Brasil," *Cadernos de Saúde Pública*, vol. 41, no. 2, e00099324, 2025. [Online]. Available: <https://doi:10.1590/0102-311XPT099324>. Accessed: Feb. 18, 2025.
- [56] B. Giles-Corti, S. Foster, T. Shilton and R. Falconer, "The Co-benefits for Health of Investing in Active Transportation," *New South Wales Public Health Bulletin*, vol. 21, no. 6, pp. 122–127, 2010. [Online]. Available: <https://dx.doi.org/10.1071/NB10027>. Accessed: Feb. 25, 2025.
- [57] R. Ewing et al., *Growing Cooler: The Evidence on Urban Development and Climate Change*. Chicago, USA: Urban Land Institute, 2007. [Online]. Available: https://www.nrdc.org/sites/default/files/cit_07092401a.pdf. Accessed: Feb. 26, 2025.
- [58] World Health Organization, "Global action plan on physical activity 2018–2030: more active people for a healthier world," Geneva, Switzerland, 2018. [Online]. Available: <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/33339c9c-3a9f-46d4-9f12-ae9ff0dfdc6a/content>. Accessed: Feb. 27, 2025.
- [59] A. Woodward and G. Lindsay, "Changing modes of travel in New Zealand cities," in *Sizing Up the City – Urban Form and Transport in New Zealand*, Wellington, New Zealand: New Zealand Centre for Sustainable Cities, Univ. of Otago, 2010.
- [60] S. Kahn Ribeiro et al., "Transport and its infrastructure," in *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, B.

- Metz, O. Davidson, P. Bosch, R. Dave, and L. Meyer, Eds. Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2007, pp.323–385. [Online]. Available: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg3-chapter5-1.pdf> Accessed: Feb. 28, 2025.
- [61] World Health Organization, "Obesity: Preventing and managing the global epidemic," World Health Organization, Geneva, Switzerland, WHO Tech. Rep. Ser. 894, 2000. [Online]. Available: http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_894.pdf. Accessed: Feb. 28, 2025.
- [62] R. Cervero and E. Guerra, *Beyond Mobility: Planning Cities for People and Places*. Washington, DC, USA: Island Press, 2020.
- [63] M. Mayorga, "Paris: la Ciudad de los 15 Minutos," in *A Pie o en Bici. Perspectivas y Experiencias en Torno a la Movilidad Activa*, Espanha: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), 2021. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/10578/28942>. Accessed: Mar. 15, 2025.
- [64] Engenho e Arte, "15-Minute City: A revolução urbana de Paris," [Online]. Available: <https://www.engenhoearte.info/post/15-minute-city-a-revolu%C3%A7%C3%A3o-urbana-de-paris>. Accessed: Mar. 18, 2025.
- [65] A. Kakar, "15-Minutes City," PIDE Knowledge Brief No. 202268, 2022. [Online]. Available: <https://file.pide.org.pk/uploads/kb-068-15-minutes-city.pdf>. Accessed: Mar. 20, 2025.
- [66] Umsoplaneta, "A cidade luz de quinze minutos," 2021. [Online]. Available: <https://umsoplaneta.globo.com/sociedade/noticia/2023/02/27/como-as-cidades-de-15-minutos-se-transformaram-em-uma-teoria-da-conspiracao-internacional.ghtml>. Accessed: Mar. 23, 2025.
- [67] Deutsche Welle, "Paris dá mais um passo para se tornar uma cidade sem carros," 2025. [Online]. Available: <https://www.dw.com/pt-br/paris-dá-mais-um-passo-para-se-tornar-uma-cidade-sem-carros/a-72018303>. Accessed: Mar. 27, 2025.
- [68] Dept. of Environment, Land, Water and Planning, "Creating a More Liveable Melbourne: 20-Minute Neighbourhoods," Melbourne, Australia, 2019. [Online]. Available: https://www.planning.vic.gov.au/data/assets/pdf_file/0022/653125/Creating-a-more-liveable-Melbourne.pdf. Accessed: Mar. 29, 2025.
- [69] L. D. Gunn et al., "Creating liveable cities in Australia: A scorecard and priority recommendations for Melbourne," (RMIT Univ) Centre for Urban Research, Melbourne, Australia, 2018. [Online]. Available: <https://preventioncentre.org.au/wpcontent/uploads/2021/10/melbourne-city-score-cards.pdf>. Accessed: Mar. 31, 2025.
- [70] Australian Bureau of Statistics, *National Health Survey: First Results*, ABS, Canberra, Australia, cat. no. 4364.0.55.001, 2018. [Online]. Available:

- <https://www.abs.gov.au/statistics/health/health-conditions-and-risks/national-health-survey/latest-release>. Accessed: Apr. 01, 2025.
- [71] J. Andrade et al., "Designed to Move: Active Cities," Nike, 2015. [Online]. Available: https://www.ipenproject.org/documents/conferences_docs/active-cities-full-report.pdf. Accessed: Apr. 03, 2025.
- [72] Ajuntament de Barcelona, "The new PMU 2025–2030 aims to achieve 85% of journeys on sustainable transport and cut the use of private vehicles," 2024. [Online]. Available: <https://www.barcelona.cat/mobilitat/ca/news-and-documents/news/the-new-pmu-20252030-aims-to-achieve-85-of-journeys-20252030-aims-to-achieve-85-of-journeys-on-sustainable-transport-and-cut-the-use-of-private-vehicles-1477245>. Accessed: Apr. 11, 2025.
- [73] C40 Cities, "Green News Digest: Building liveable cities with sustainable energy infrastructure," 2023. [Online]. Available: <https://www.c40.org/pt/news/green-news-digest-building-liveable-cities-energy-infrastructure/>. Accessed: Apr. 11, 2025.
- [74] Ajuntament de Barcelona, "Plan de Barrios 2025–2028: 315 actuaciones para combatir desigualdades en 27 barrios," 2025. [Online]. Available: <https://www.barcelona.cat/pladebarris/es/noticies/plan-de-barrios-2025-2028-315-actuaciones-para-combatir-desigualdades-en-27-barrios-1496842>. Accessed: Apr. 12, 2025.
- [75] T. Papas, S. Basbas and T. Campisi, "Urban mobility evolution and the 15-minute city model: from holistic to bottom-up approach," *Transportation Research Procedia*, vol. 69, pp. 544–551, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.02.206>. Accessed: Apr. 13, 2025.
- [76] E. Papadopoulos, A. Sdoukopoulos and I. Politis, "Measuring compliance with the 15-minute city concept: State-of-the-art, major components and further requirements," *Sustainable Cities and Society*, vol. 99, pp. 104875, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104875>. Accessed: Apr. 14, 2025.
- [77] F. Alberti and A. Radicchi, "La prossimità nei progetti urbani: una analisi comparativa fra Parigi, Barcellona e Milano," *Techne: Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 23, pp. 69–77, 2022, [Online]. Available: <https://doi.org/10.36253/techne-12151>. Accessed: Apr. 16, 2025.
- [78] L. B. Giménez, "Accessibility assessment of three housing states in Barcelona's Metropolitan Area tackling the 15-minute city concept," *Dissertação de Mestrado, Escola d'Arquitectura del Vallès, Univ. Politècnica de Catalunya, Barcelona, Espanha, 2022*.
- [79] D. Vale and A. S. Lopes, "Accessibility inequality across Europe: a

- comparison of 15-minute pedestrian accessibility in cities with 100,000 or more inhabitants," *npj Urban Sustainability*, vol. 3, no. 55, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1038/s42949-023-00133-w>. Accessed: Apr. 18, 2025.
- [80] M. C. Vallbona and S. G. Ortiz, "Sustainable governance versus airbnbification. The case of Barcelona," *Cogent Social Sciences.*, vol. 9, no. 2229112, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/23311886.2023.2229112>. Accessed: Apr. 19, 2025.
- [81] S. Basbas, T. Campisi, T. Papas, M. Trouva, and G. Tesoriere, "The 15-minute city model: The case of Sicily during and after COVID-19," *Communications - Scientific Letters of the University of Zilina*, vol. 25, no. 1, pp. A83-A92, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.26552/com.C.2023.021>. Accessed: Apr. 20, 2025.
- [82] Z. Allam, S. E. Bibri, D. Chabaud e C. Moreno, "The '15-Minute City' concept can shape a net-zero urban future," *Humanities and Social Sciences Communications*, vol. 9, pp. 126, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1057/s41599-022-01145-0>. Accessed: Apr. 21, 2025.
- [83] J. M. Carot Sierra and A. Villalba Ortiz, "A Quantitative Model of the City in 15 Minutes for Decision-making," *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, vol. 12, no. 2, p.p 1120502, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.13044/j.sdewes.d12.0502>. Accessed: Apr. 21, 2025.
- [84] A. Bartzokas-Tsiompras and E. Bakogiannis, "Quantifying and visualizing the 15-minute walkable city concept across Europe: a multicriteria approach," *Journal of Maps*, vol. 9, no. 3, pp. 1-9, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/17445647.2022.2141143>. Accessed: Apr. 22, 2025.
- [85] J. Omwamba, L. Rotaris, and G. Longo, "An Assessment of Proximity in the 15-Minute City: A Systematic Literature Review," *Urban Transitions*, vol. 3, p.p 100012, 2025. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.ubtr.2025.100012>. Accessed: Apr. 22, 2025.
- [86] University of the Built Environment. "A guide to 15-minute cities: why are they so controversial? ". University of the Built Environment: Articles. 2024. [Online]. Available: <https://www.ube.ac.uk/whats-happening/articles/15-minute-city>. Accessed: Apr. 23, 2025.
- [87] Z. Li, J. Zheng, and Y. Zhang, "Study on the layout of 15-minute community- life circle in third-tier cities based on POI: Baoding City of Hebei Province," *Engineering*, vol. 11, no. 9, pp. 592–603, 2019. [Online]. Available: <https://doi.org/10.4236/eng.2019.119041>. Accessed: Apr. 23, 2025.
- [88] M. L. G. da Costa, L. C. da Fontoura, A. L. F. Leão and M. Kanashiro, "A

- caminhada por diferentes propósitos: um estudo na cidade de Cambé-PR," *Revista de Morfologia Urbana*, vol. 10, no. 1, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.47235/rmu.v10i1.193>. Accessed: Apr. 24, 2025.
- [89] J. Cáceres-Merino, A. Nieto Masot and J. A. Gutiérrez Gallego, "Cronourbanismo y ciudades medianas: análisis SIG de los desplazamientos peatonales en Cáceres (España)," *Boletín De La Asociación De Geógrafos Españoles*, no. 102, pp. 1–38, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.21138/bage.3559>. Accessed: Apr. 24, 2025.
- [90] B. Olivari, P. Cipriano, M. Napolitano and L. Giovannini, "Are Italian cities already 15-minute? Presenting the Next Proximity Index: A novel and scalable way to measure it, based on open data," *Journal of Urban Mobility*, vol.4,p.100057,2023.[Online].Available: <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2023.100057>. Accessed: Apr. 25, 2025.
- [91] M. Akrami, M. W. Sliwa and M. K. Rynning, "Walk further and access more! Exploring the 15-minute city concept in Oslo, Norway," *Jornal of Urban Mobility*, vol. 5, p. 100077, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2024.100077>. Accessed: Apr. 25, 2025.
- [92] F. Chiaradia, K. Lelo, S. Monni and F. Tomassi, "The 15-Minute City: An Attempt to Measure Proximity to Urban Services in Rome," *Sustainability*, vol. 16, no. 21, p. 9432, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/su16219432>. Accessed: Apr. 26, 2025.
- [93] L. Staricco, "15-, 10- or 5-minute city? A focus on accessibility to services in Turin, Italy," *Journal of Urban Mobility*, vol. 2, p. 100030, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2022.100030>. Accessed: Apr. 26, 2025.
- [94] G. Vich, I. Gómez-Varo and O. Marquet, "Measuring the 15-Minute City in Barcelona: A geospatial three-method comparison, " in *Resilient and Sustainable Cities: Research, Policy and Practice*, 1st ed., Elsevier, 2023, ch. 3, pp. 39–60. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91718-6.00004-9>. Accessed: Apr. 27, 2025.
- [95] D. Rhoads, A. Solé-Ribalta e J. Borge-Holthoefer, "The inclusive 15-minute city: Walkability analysis with sidewalk networks," *Computers, Environment and Urban Systems*, vol. 100, p. 101936, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2022.101936>. Accessed: Apr. 27, 2025.
- [96] L. Staricco e E. V. Brovarone, "Livable neighborhoods for sustainable cities: Insights from Barcelona," *Transportation Research Procedia*, vol. 60, pp. 354-361, 2022, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.12.046>. Accessed: Apr. 28, 2025.
- [97] D. Plaza-Herrera and J. Mercadé-Aloy, "Inclusive 15-minute cities: An age-sensitive assessment of active accessibility in the metropolitan area of

- Barcelona," *Cities*, vol. 165, p.p 106091, 2025. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2025.106091>. Accessed: Apr. 29, 2025.
- [98] E. Graells-Garrido, F. Serra-Burriel, F. Rowe, F. M. Cucchietti and P. Reyes, "A city of cities: Measuring how 15-minutes urban accessibility shapes human mobility in Barcelona," *PLoS ONE*, vol. 16, no. 5, p. e0250080, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250080>. Accessed: Apr. 29, 2025.
- [99] Institut d'Estadística de Catalunya, "Indicadores municipales. Barcelona," [Online]. Available: <https://www.idescat.cat/emex/?id=080193&lang=es>. Accessed: Apr. 30, 2025.
- [100] iStock, "Mapa político e administrativo da capital catalã de Barcelona com bandeira," [Online]. Available: <https://www.istockphoto.com/br/vetor/mapa-político-e-administrativo-da-capital-catalã-de-barcelona-com-bandeira-gm889548642-246600312>. Accessed: Apr. 30, 2025.
- [101] Área Metropolitana de Barcelona (AMB), "Localització i usos del sòl," [Online]. Available: <https://www.amb.cat/s/web/areametropolitana/coneixer-l-area-metropolitana/localitzacio-i-usos-del-sol.html>. Accessed: May. 01, 2025.
- [102] M. Queirós, "Barcelona(s): Cidade dos projetos ou projetos da cidade?," *Finisterra – Revista Portuguesa de Geografia*, vol. 45, no. 90, pp. 7–32, 2010. [Online]. Available: <https://doi.org/10.18055/Finis1338>. Accessed: May. 01, 2025.
- [103] I. S. Lemos, "Os interiores dos quarteirões: de Cerdà ao 22@," M. S. Thesis, Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, Barcelona, Espanha, 2011. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/2445/20646>. Accessed: May. 02, 2025.
- [104] C. A. F. Narciso, *Espaço Público: Desenho, Organização e Poder. O caso de Barcelona*. London, United Kingdom: Novas Edições Acadêmicas, 2013.
- [105] M. P. Balibrea, "Memória e espaço público na Barcelona pós-industrial," *Revista Crítica de Ciências Sociais*, no. 67, p. 31 – 54, 2012. [Online]. Available: <https://doi.org/10.4000/rccs.1110>. Accessed: May. 02, 2025.
- [106] N. Sousa, "Preferências e políticas na implementação da cidade dos 15 minutos: uma análise preliminar," *Revista de Ciências da Computação*, vol. 19, pp.55-70, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.34627/rcc.v19i0.313>. Accessed: May. 03, 2025.
- [107] H. Capel, *El modelo Barcelona: un examen crítico*. Barcelona, Spain: Ediciones del Serbal, 2005.
- [108] G. Bugs, "Tecnologias da informação e comunicação, sistemas de informação geográfica e a participação pública no planeamento urbano," Ph.D. dissertation, Prog. de Pós-Graduação em Planeamento Urbano e

- Regional, Univ. Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil, 2014. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10183/112006>. Accessed: May. 04, 2025.
- [109] F. C. Farina, "Abordagem sobre as técnicas de geoprocessamento aplicadas ao planejamento e gestão urbana," *Cadernos EBAPE.BR*, vol. 4, no. 4, pp. 1–13, 2006. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1590/S1679-39512006000400007>. Accessed: May. 04, 2025.
- [110] P. Santana, C. Costa and A. Loureiro, "Os sistemas de informação geográfica e o planejamento urbano saudável na Amadora," *Revista do Departamento de Geografia – USP, Especial Cartogeo*, pp. 368–389, 2014. [Online]. Available: <https://doi.org/10.11606/rdg.v0i0.526>. Accessed: May. 04, 2025.
- [111] L. da Silva, Y. M. P. Barbosa, D. D. Ferreira and K. C. do Espírito Santo, "Um panorama da aplicabilidade do geoprocessamento no planejamento urbano brasileiro: análise dos últimos 10 anos a partir de publicações em periódicos nacionais," *Recital – Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG*, vol. 3, no. 3, pp. 65–84, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.46636/recital.v3i3.200>. Accessed: May. 05, 2025.
- [112] E. de S. Bias and V. A. Steinke, *Planejamento Ambiental Urbano: Alicerces de uma Cidade Inteligente e Sustentável*. Brasília, DF, Brasil: Univ. de Brasília, ICH, 2024.
- [113] Área Metropolitana de Barcelona (AMB), "Hipermapa," [Online]. Available: https://sig.gencat.cat/visors/hipermapa.html?param=param&color=vermell&background=orto_icc&bbox=144799.428571,4485000,649200.571429,4752000&layers=xt_viari_cataleg_carreteres. Accessed: May. 05, 2025.
- [114] Ajuntament de Barcelona, "Geoportal Barcelona," [Online]. Available: https://geoportal.barcelona.cat/planolbcn/es/planolbcn_web/zoom/1/position/429808,4584743/. Accessed: May. 05, 2025.
- [115] P. N. de M. Fonseca, "Expanding the 15-Minute City with Public Transportation," M.S. thesis, Dept. of Mechanical Engineering, Faculty of Science and Technology, Coimbra, Portugal, 2025.
- [116] Esri, "Introduction to the ArcGIS Network Analyst extension," *ArcGIS Pro Documentation*, 2024. [Online]. Available: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/analysis/networks/what-is-network-analyst-.htm>. Accessed: May. 05, 2025.
- [117] F. Pais, N. Sousa, J. Coutinho-Rodrigues and E. Natividade-Jesus, "Avaliação da acessibilidade aos parques urbanos de Coimbra para três modos de transporte", presented at 8º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável (PLURIS 2018) [Online]. Available: <https://www.dec.uc.pt/pluris2018/Paper1648.pdf>.

Accessed: May. 06, 2025.

- [118] Ajuntament de Barcelona, "Open Data BCN," [Online]. Available: <https://opendata-ajuntament.barcelona.cat/en>. Accessed: May. 06, 2025.
- [119] J. R. Cladera, C. R. Marmolejo Duarte and M. Moix, "Urban Structure and Polycentrism: Towards a Redefinition of the Sub-centre Concept," *Urban Studies*, vol. 46, no. 13, pp. 2841–2868, 2009. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1177/004209800934632>. Accessed: May. 06, 2025.
- [120] D. P. McMillen, "Non-parametric employment subcenter identification," *Journal of Urban Economics*, vol. 50, pp. 448–473, 2001. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1006/juec.2001.2228>. Accessed: May. 06, 2025.
- [121] R. P. P. Pessoa, "Em busca de uma definição de policentrismo urbano para as metrópoles brasileiras," *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, no. 120, pp. 297–318, 2011. [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3990190>. Accessed: May. 07, 2025.
- [122] A. P. A. de Alencar, "A expressão das desigualdades urbanas: análise espacial da distribuição da infra-estrutura na cidade de Maceió, Alagoas," M.S. thesis, Prog. de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Univ. Federal de Alagoas, Maceió, Brasil, 2007.
- [123] D. M. Cazumba, "Proposta de metodologia para o mapeamento virtual da caminhabilidade urbana associada à acessibilidade por imagens de nível de rua," M.S. thesis, Prog. de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica, Univ. Federal da Bahia, Salvador, Brasil, 2024.
- [124] G. Balletto, M. Ladu, A. Milesi and G. Borruso, "A methodological approach on disused public properties in the 15-Minute City perspective," *Sustainability*, vol. 13, no. 2, p. 593, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/su13020593>. Accessed: May. 07, 2025.
- [125] G. V. Pereira, M. A. Cunha, T. J. Lampoltshammer, P. Parycek and M. G. Testa, "Increasing collaboration and participation in smart city governance: A cross-case analysis of smart city initiatives," *Information Technology for Development*, vol. 23, no. 3, pp. 526–553, 2017. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/02681102.2017.1353946>. Accessed: May. 07, 2025.
- [126] A. Duany and R. Steuteville, "Defining the 15-minute city," *Public Square, a Congress for the New Urbanism Journal*, 2021. [Online]. Available: <https://www.cnu.org/publicsquare/2021/02/08/defining-15-minute-city>. Accessed: May. 07, 2025.
- [127] Z. Allam, M. Nieuwenhuijsen, D. Chabaud and C. Moreno, "The 15-minute city offers a new framework for sustainability, liveability, and health," *The Lancet Planetary Health*, vol. 6, no. 3, pp. e181–e183, 2022. [Online]. Available: [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00014-6](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00014-6). Accessed: May.

- 08, 2025.
- [128] D. A. Goldberg, "Implementing 15-Minute Cities: Where to Start?," On Common Ground, National Association of Realtors, 2021. [Online]. Available: <https://www.nar.realtor/on-common-ground/implementing-15-minute-cities-where-to-start>. Accessed: May. 08, 2025.
- [129] Victoria State Government, "20-Minute Neighbourhood Checklist Tool," Dept. of Environment, Land, Water and Planning, 2023. [Online]. Available: https://www.planning.vic.gov.au/__data/assets/pdf_file/0026/683045/Checklist-Tool-V2-4a130576-383f-4483-b72a-4644d3f30825.pdf. Accessed: May. 08, 2025.
- [130] C. Moreno, "Vivir en proximidad, la ciudad de los 15 minutos," Barcelona Metròpolis, 2020. [Online]. Available: <https://www.barcelona.cat/metropolis/es/contenidos/vivir-en-proximidad-la-ciudad-de-los-15-minutos>. Accessed: May. 09, 2025.
- [131] Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, "Sistema de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas," Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, Gobierno de España, Madrid, España, 2010. [Online]. Available: https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/pdf/3093a86a-128b-4f4d-8800-be9a76d1d264/111504/indi_ciu_g_y_m_tcm7177731.pdf. Accessed: May. 09, 2025.
- [132] M. O. da Silveira, "Mobilidade sustentável: a bicicleta como um meio de transporte integrado," M.S. thesis, Prog. de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, COPPE, Univ. Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 2010.
- [133] Z. Xu et al., "Evaluating 15-minute walkable life circles for the senior: a case study of Jiande, China," *Urban Planning and Design*, vol. 24, no. 4, pp. 3160–3176, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/13467581.2024.2367771>. Accessed: May. 09, 2025.
- [134] G. Giuliano and K. Small, "Subcenters in the Los Angeles region," *Regional Science and Urban Economics*, vol. 21, no. 2, pp. 163–182, 1991. [Online]. Available: [https://doi.org/10.1016/0166-0462\(91\)90032-I](https://doi.org/10.1016/0166-0462(91)90032-I). Accessed: May. 10, 2025.
- [135] A. Aguilera, "Growth in commuting distances in French polycentric metropolitan areas: Paris, Lyon and Marseille," *Urban Studies*, vol. 42, pp. 1537–1547, 2005. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/00420980500185389>. Accessed: May. 10, 2025.

ANEXO 1

Anexo 1 - Mapa Após a Intervenção

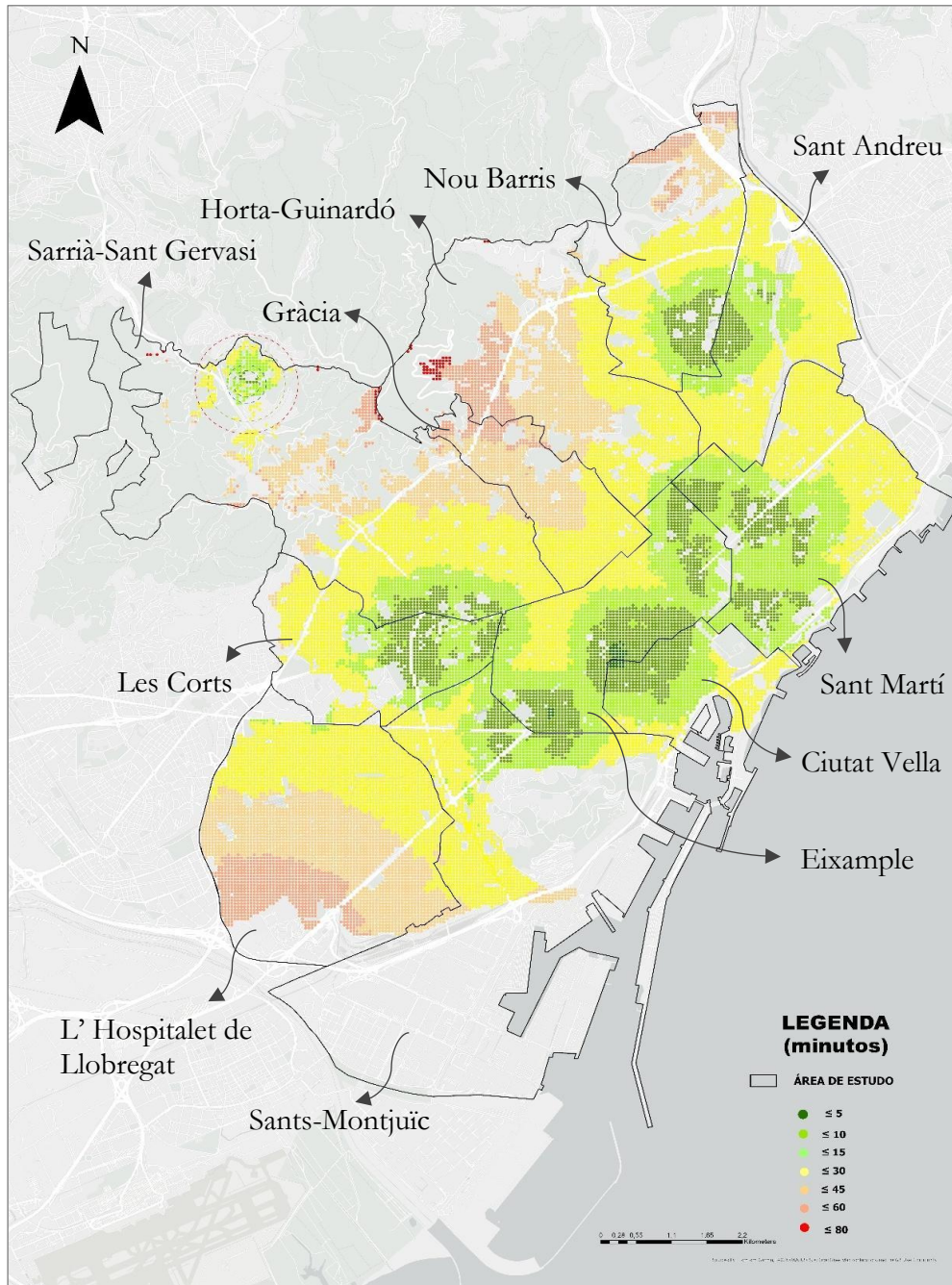


Figura 31 – Mapa da Cidade de 15 Minutos em Barcelona a Pé (Após Intervenção).



**Instituto Superior
de Engenharia**

Politécnico de Coimbra