

FACULDADE MERIDIONAL - IMED
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E
URBANISMO

MESTRADO EM ARQUITETURA E URBANISMO

CIDADES CICLOINCLUSIVAS:
DIRETRIZES PARA PROJETO URBANO COM
BASE NA EXPERIÊNCIA DE CURITIBA,
NANTES E COPENHAGEN

MAURÍCIO KUNZ

ORIENTADOR: PROF. DR. ALCINDO NECKEL

COORIENTADOR: PROF. DR. LAURO ANDRÉ RIBEIRO

PASSO FUNDO, SETEMBRO DE 2018

FACULDADE MERIDIONAL - IMED
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E
URBANISMO

MESTRADO EM ARQUITETURA E URBANISMO

**CIDADES CICLOINCLUSIVAS:
DIRETRIZES PARA PROJETO URBANO COM
BASE NA EXPERIÊNCIA DE CURITIBA,
NANTES E COPENHAGEN**

MAURÍCIO KUNZ

ORIENTADOR: PROF. DR. ALCINDO NECKEL

COORIENTADOR: PROF. DR. LAURO ANDRÉ RIBEIRO

**Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-graduação Arquitetura e
Urbanismo como requisito para
obtenção do grau de Mestre em
Arquitetura e Urbanismo.**

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Geisa Zanini Rorato (UFRGS)
Prof. Dr. Henrique Aniceto Kujawa (IMED)
Prof^a. Dr. Richard Thomas Lermen (IMED)
Prof. Dr. Alcindo Neckel (IMED)

PASSO FUNDO, SETEMBRO DE 2018.

CIP – Catalogação na Publicação

K96c Kunz, Maurício
Cidades cicloinclusivas : diretrizes para projeto urbano com base na
experiência de Curitiba, Nantes e Copenhague / Maurício Kunz. – 2018.
106 f.: il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade IMED,
Passo Fundo, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Alcindo Neckel.

Coorientador: Prof. Dr. Lauro André Ribeiro

1. Mobilidade urbana. 2. Bicicletas – Meios de transporte compartilhado. 3.
Meios de transporte compartilhado – Passo Fundo/RS. I. NECKEL, Alcindo,
orientador. II. RIBEIRO, Lauro André, orientador. III. Título.

CDU: 72

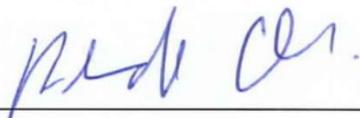
Catalogação: Bibliotecária Angela Saadi Machado - CRB 10/1857

Autor/a: MAURÍCIO KUNZ

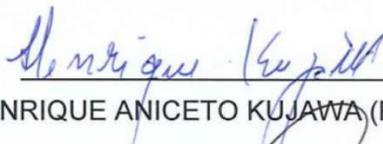
Título: CIDADES CICLOINCLUSIVAS: DIRETRIZES PARA PROJETO URBANO
COM BASE NAS EXPERIÊNCIAS DE CURITIBA , NANTES, COPENHAGEN

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação *Stricto Sensu* –
Mestrado em Arquitetura – da IMED,
como requisito para a obtenção do grau
de Mestre em Arquitetura.

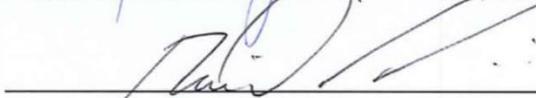
Passo Fundo, RS, 02 de agosto de 2018.



PROF. DR. ALCINDO NECKEL (PPGARQ/IMED) – Presidente



PROF. DR. HENRIQUE ANICETO KUJAWA (PPGARQ/IMED) – Membro



PROF.DR. RICHARD THOMAS LERMEN (PPGEC/IMED) – Membro



PROF. DRA. GEISA ZANINI RORATO (UFRGS) – Membro

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de duas bolsas de estudos, uma delas no mestrado (PROSUP), que teve esta dissertação como produto, e a outra no programa Ciência Sem Fronteiras em 2013, que me permitiram ter contato com o tema da ciclomobilidade.

Sinceros agradecimentos a Bert Aberg, Fernando Nicolosi, Jacob Hansen, Felipe João e Solveig Christina Nielsen que, mesmo sem me conhecerem, depositaram confiança em mim e abriram as portas de suas casas para me hospedar durante a estadia em Copenhagen.

Da mesma forma, agradecer meus velhos colegas, Robinson Girandier, Guillaume Clech e Léo Mazurek, da *École Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes* pela calorosa acolhida durante as duas semanas que passei em Nantes para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos colegas Juliano Lima Silva, Bruna Dal Agnol e Paola Pol Saraiva, pela amizade criada durante o período do mestrado, pelos auxílios e pelos momentos descontraídos que tornaram esta trajetória de dois anos ainda mais prazerosa.

A Daniel Doulas, vice-presidente da associação de ciclistas de Nantes (Place au Vélo) pelo auxílio na divulgação do formulário em Nantes. Da mesma forma, ao Fernando Rosenbaum e ao João Pedro Bazzo, membros da Cicloiguaçu.

Ao orientador, Alcindo, ao co-orientador Lauro e a todos aqueles que, direta ou indiretamente contribuíram para a elaboração deste trabalho.

À Faculdade Meridional, instituição que faz parte da minha trajetória desde o ano de 2011.

RESUMO

Esta pesquisa de mestrado objetiva compreender o papel da infraestrutura cicloviária na construção de cidades cicloinclusivas, com base na experiência de Curitiba (Brasil), Nantes (França) e Copenhague (Dinamarca). A mesma enquadra-se na linha de pesquisa Tecnologia, Projeto e Gestão do Ambiente Construído do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade Meridional, pela adoção de ferramentas computacionais baseadas na utilização de diagramas Voronoi, na teoria dos grafos e na teoria da sintaxe espacial, para análises espaciais das malhas cicloviárias das cidades tomadas como estudo de caso. Para o desenvolvimento do estudo, foram realizados levantamentos sobre a evolução da infraestrutura cicloviária, a qualidade do atendimento do território pela infraestrutura cicloviária e a opinião dos ciclistas. Metodologicamente, optou-se pela utilização de metodologias qualitativas para análise da evolução da infraestrutura cicloviária e das políticas públicas para promoção da ciclomobilidade em Curitiba, Nantes e Copenhague, bem como o uso de metodologias quantitativas para quantificar a densidade e continuidade das malhas cicloviárias implantadas e na aplicação de um formulário para levantamento da opinião dos ciclistas. Os resultados das análises de densidade e continuidade demonstram a uniformidade na abrangência do território e coesão da malha cicloviária em Copenhague, enquanto em Nantes, apesar da densa e coesa malha implantada na região central, há lacunas na distribuição da malha nas regiões periféricas. No caso de Curitiba, a exiguidade de pistas cicláveis constitui uma deficiência no atendimento do território pela malha cicloviária e problemas de coesão pelo grande número de interrupções. Os resultados provenientes do formulário aplicado aos 1.200 ciclistas, sendo 400 em cada cidade, corroborou os resultados das análises das malhas cicloviárias e permitiu estipular o quão cicloinclusiva é cada uma das cidades estudadas.

Palavras-chave: Mobilidade urbana; projeto cicloviário; bicicletas; políticas públicas.

ABSTRACT

This master's research aims to understand the role of cycling infrastructure in the construction of bike-friendly cities, based on the experience of Curitiba (Brazil), Nantes (France) and Copenhagen (Denmark). It is part of the Technology, Design and Management of the Environment research line of the Post-Graduate Program in Architecture and Urbanism of the Faculdade Meridional, for the adoption of computational tools based on the use of Voronoi diagrams, graph theory and spatial syntax theory for spatial analyzes of the cities' cycling networks. For the development of the study, surveys were carried out on the evolution of cycling infrastructure, the quality of the service of the territory by the cycling infrastructure and the opinion of the cyclists. Methodologically, qualitative methods were used to analyze the evolution of cycling infrastructure and public policies to promote cycling in Curitiba, Nantes and Copenhagen, as well as the use of quantitative methods to quantify the density and continuity of the cycling networks and a survey to investigate the cyclists perception. The results of the density and continuity analyzes demonstrate the high uniformity of the territory's coverage and the cohesion of the cycling network in Copenhagen, while in Nantes, despite the dense and cohesive mesh installed in the central region, there are gaps in the distribution of the mesh in the peripheral regions. In the case of Curitiba, the scarcity of cycling trails constitutes a deficiency in the service of the territory by the cycling network and problems of cohesion due to the great number of interruptions. The results of the form applied to the 1,200 cyclists, being 400 in each city, corroborated the results of the analysis of the bicycle routes and allowed to stipulate how bike friendly is each one of the studied cities.

Keywords: Urban mobility; cycling network; bicycles; public policy.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
1. A BUSCA PELA MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL	6
1.1. A IMPORTÂNCIA DA MOBILIDADE ATIVA NO CONTEXTO URBANO ATUAL.....	9
1.2. A BICICLETA COMO MEIO DE TRANSPORTE.....	11
1.3. INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA	14
1.4. CIDADES CICLOINCLUSIVAS.....	20
CAPÍTULO II.....	22
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	22
2.1. CARACTERIZAÇÃO DAS CIDADES EM ESTUDO	22
2.1.1. CURITIBA (BRASIL)	22
2.1. A CIDADE DE NANTES (FRANÇA).....	24
2.2. A CIDADE DE COPENHAGEN (DINAMARCA)	27
2.2. LEVANTAMENTO DA EVOLUÇÃO DA INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA NAS CIDADES DE CURITIBA, NANTES E COPENHAGEN	29
2.3. LEVANTAMENTO E ANÁLISE ESPACIAL DAS MALHAS CICLOVIÁRIAS DE CURITIBA, NANTES E COPENHAGEN	30
2.3.1. ANÁLISE DA DENSIDADE DAS MALHAS CICLOVIÁRIAS	31
2.3.2. CONTINUIDADE DAS MALHAS CICLOVIÁRIAS.....	31
2.3.3. APLICAÇÃO DA SINTAXE ESPACIAL NA ANÁLISE DE MALHAS CICLOVIÁRIAS	33
2.4. LEVANTAMENTO DA PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS EM RELAÇÃO AO SISTEMA CICLOVIÁRIO E ÀS POLÍTICAS DE PROMOÇÃO DA CICLOMOBILIDADE.....	35
CAPÍTULO III	38
3. A EVOLUÇÃO DA INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA NAS CIDADES DE CURITIBA, NANTES E COPENHAGEN.....	38
3.1. A CICLOMOBILIDADE EM CURITIBA.....	39
3.2. NANTES	45
3.3. COPENHAGEN	53
3.4. DIFERENTES ESTRATÉGIAS E CONTEXTOS: DIFERENTES RESULTADOS	58
CAPÍTULO IV.....	60
4. LEVANTAMENTO E ANÁLISE QUANTITATIVA DAS MALHAS CICLOVIÁRIAS	60
4.1. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TIPOLOGIAS DAS PISTAS CICLÁVEIS	60
4.1.1. CURITIBA	60
4.1.2. NANTES.....	64
4.1.3. COPENHAGEN.....	66
4.2. DENSIDADE DA MALHA CICLOVIÁRIA	70
4.3. ÍNDICE DE CONTINUIDADE DAS MALHAS CICLOVIÁRIAS	72
4.4. ANÁLISE ANGULAR DE SEGMENTOS.....	75
CAPÍTULO V	78

5. PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS EM RELAÇÃO À INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA E INCENTIVOS À CICLOMOBILIDADE.....	78
5.1. PERFIL DOS ENTREVISTADOS	78
5.2. RESULTADOS DO FORMULÁRIO BASEADO NOS PRINCÍPIOS COERÊNCIA, DIRECIONALIDADE, CONFORTO, ATRATIVIDADE E SEGURANÇA	82
6. CONCLUSÕES.....	95
REFERÊNCIAS	98
APÊNDICES.....	104
1. MODELO DE FORMULÁRIO	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação entre a densidade urbana e o consumo de energia relacionado a transporte.	8
Figura 2 - Divisão modal em 29 grandes cidades do Mundo.	9
Figura 3 - Tempo de viagem em relação à distância por diferentes modais.	12
Figura 4 - Porcentagem de deslocamentos utilizando bicicletas, no ano de 2015.	13
Figura 5 - Tipologias de vias cicláveis possibilitam diferentes níveis de segregação ou coexistência com o tráfego motorizado.	14
Figura 6 - Estratégias de segregação do fluxo de ciclistas em função da velocidade e quantidade de veículos automotores.	15
Figura 7 - Nível de estresse para o tráfego de ciclistas de acordo com a tipologia de pista ciclável.	16
Figura 8 - A largura da malha cicloviária é um dos parâmetros utilizados no planejamento de uma rede cicloviária.	18
Figura 9 - Exemplo de hierarquização de uma rede cicloviária.	19
Figura 10 - Localização da cidade de Curitiba.	23
Figura 11 - Mapa planialtimétrico (a) e de declividade (b) da cidade de Curitiba.	24
Figura 12 - Localização da cidade de Nantes.	25
Figura 13 - Mapa planialtimétrico (a) e de declividade (b) da cidade de Nantes.	26
Figura 14 - Densidade demográfica (hab./ha) da cidade de Nantes.	27
Figura 15 - Localização da cidade Copenhagen.	28
Figura 16 - Mapa planialtimétrico (a) e de declividade (b) da cidade de Copenhagen e Frederiksberg.	29
Figura 17 – As configurações espaciais de traçados urbanos determinam padrões diferenciados de fluxos.	34
Figura 18 - Aplicação dos formulários aos ciclistas de Copenhagen, na Norreport Station.	37
Figura 19 - Projeto para ampliação da malha cicloviária de Curitiba realizado pelo IPPUC na década de 1990.	41
Figura 20 - Malha cicloviária de Curitiba no ano de 1994.	42

Figura 21 - Proposta de Diretrizes para implantação do Sistema de transporte Alternativo de Curitiba, elaborado pelo IPPUC em 1995.	43
Figura 22 - Plano Estratégico cicloviário de Curitiba, aprovado em 2013.	44
Figura 23 - Mapa da infraestrutura cicloviária (existente e planejada) na aglomeração urbana de Nantes, na década de 1980.....	47
Figura 24 - Malha cicloviária (existente e planejada) na área central de Nantes na década de 1980.	48
Figura 25 - Esquema intermunicipal de Continuidades para Ciclos, elaborado em 1997 pela AURAN.	49
Figura 26 - Transformações no Largo de 50 Otages, no centro de Nantes. A) 1985 e B) 2013.	50
Figura 27 - Eixos cicláveis estruturantes implantados em Nantes, no ano de 2013.....	51
Figura 28 - Evolução da malha cicloviária de Copenhague.	56
Figura 29 - Esplanada da estação Norreport, em Copenhague.....	57
Figura 30 – Malha cicloviária atual de Curitiba, categorizada conforme a tipologia de pista ciclável.....	61
Figura 31 - Principais tipologias de pistas cicláveis em Curitiba. A e F= Ciclovia bidirecional; B e D= Via Calma; C= Passeio compartilhado; D= Ciclorrota.....	63
Figura 32 - Malha cicloviária da cidade de Nantes.	64
Figura 33 - Principais tipologias de pistas cicláveis de Nantes. A e B= ciclovias; C, D e E= ciclofaixas; F= faixa compartilhada com ônibus.....	66
Figura 34 - Malha cicloviária de Copenhague.....	67
Figura 35 - Principais tipologias de pistas cicláveis de Copenhague.....	68
Figura 36 - Tipologia de interseção comum em Copenhague.....	69
Figura 37 - Na interseção da rua Søtorvet, a linha de parada dos automóveis é recuada cerca de 5 metros em relação à dos ciclistas.....	70
Figura 38 - Diagrama Voronoi das interseções da malha cicloviária de Curitiba, Nantes e Copenhague.....	71
Figura 39 - Interseções e descontinuidades nas malhas cicloviárias de Curitiba, Nantes e Copenhague.....	74
Figura 40 - Análise angular de segmentos das malhas cicloviárias de Curitiba, Nantes e Copenhague.....	76

Figura 41 - Sexo e faixa etária dos entrevistados.	79
Figura 42 – Frequência de utilização da bicicleta como meio de transporte pelos entrevistados.	80
Figura 43 - Distância da moradia dos entrevistados até a pista ciclável mais próxima.	80
Figura 44 - Extensão máxima do deslocamento que os entrevistados se dispõem a realizar com bicicleta.....	81
Figura 45 - Porcentagem dos entrevistados que possui automóvel.	81
Figura 46 - Síntese das médias da escala Likert obtidas nas categorias Coerência, Direcionalidade, Conforto, Atratividade e Segurança.....	93

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Benefícios da implementação de estratégias de promoção de modos de deslocamento ativo, como o caminhar e o uso da bicicleta.....	10
Quadro 2 - Oito princípios do Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS).....	10
Quadro 3 - Princípios a serem atendidos no projeto de infraestruturas cicloviárias.	17
Quadro 4 – Estratégias de incentivo ao uso da bicicleta que podem complementar a instalação de infraestrutura cicloviária.	21
Quadro 5 - Variáveis analisadas na aplicação do formulário.	36
Quadro 6 - Interseções, descontinuidades e Índice de Continuidade das malhas cicloviárias de Curitiba, Nantes e Copenhagen.	73
Quadro 7 - Média das respostas obtidas na escala Likert (1-5) referentes à coerência das malhas cicloviárias de Curitiba, Nantes e Copenhagen.....	84
Quadro 8 – Média das respostas obtidas na escala Likert (1-5) referentes à direcionalidade das malhas cicloviárias de Curitiba, Nantes e Copenhagen.....	86
Quadro 9 - Média das respostas obtidas na escala Likert (1-5) referentes ao conforto no uso da bicicleta em Curitiba, Nantes e Copenhagen.....	88
Quadro 10 - Média das respostas obtidas na escala Likert (1-5) referentes à atratividade no uso da bicicleta em Curitiba, Nantes e Copenhagen.	90
Quadro 11 - Média das respostas obtidas na escala Likert (1-5) referentes à segurança no uso da bicicleta em Curitiba, Nantes e Copenhagen.	92

INTRODUÇÃO

“O ciclismo apresenta uma série de vantagens, tanto para o indivíduo como para a sociedade, sobre os outros modais de transporte. Benefícios individuais por ser o modal de transporte mais saudável e barato. Além disso, em áreas urbanas, o ciclismo pode se provar mais rápido que outros modos de transporte e ainda permitir aos ciclistas a evitarem congestionamentos. Para a sociedade, as vantagens do uso da bicicleta incluem ganhos ambientais, baixo custo na implantação de infraestrutura e melhorias na saúde pública” (HEINEN; WEE, VAN; MAAT, 2010, p. 1).

A crescente demanda por mobilidade urbana em escala mundial tornou-se um grande desafio para uma estruturação adequada do ambiente construído que viabilize a implementação de sistemas alternativos de locomoção (CERVERO; KOCKELMAN, 1997; GORI; NIGRO; PETRELLI, 2012; ONU, 2013; CAVALCANTI *et al.*, 2017).

De acordo com Steg (2005) e Buehler e Dill (2016), atualmente a massiva utilização de automóveis, modal altamente consumidor de combustíveis fósseis, é responsável por graves problemas como poluição do ar e sonora, congestionamentos, alta demanda de espaços públicos destinados à circulação de automotores, além de criar um ambiente pouco atrativo para os deslocamentos ativos.

Diante deste contexto, diversos estudos apontam para a promoção do uso de transportes e de deslocamentos ativos em detrimento ao uso do automóvel como estratégias importantes na busca pela mobilidade urbana sustentável (BUEHLER; PUCHER, 2011; HICKMAN; HALL; BANISTER, 2013; ONU, 2013). Essa busca por meios alternativos para deslocar-se tem evidenciado a efetividade do uso da bicicleta como modal de transporte (FREUDENDAL-PEDERSEN, 2015; GÖSSLING, 2013; LANZENDORF; BUSCH-GEERTSEMA, 2014).

O ciclismo está ressurgindo como um meio de transporte promissor na maioria das grandes cidades do mundo (GÖSSLING *et al.* 2018). Este aumento na sua utilização é impulsionada por um contexto onde se busca a diminuição do consumo de combustíveis fósseis relacionados ao transporte em contextos urbanos (ONU, 2013), a otimização do espaço viário (BUEHLER *et al.*, 2016; STEFÁNSDÓTTIR, 2016), bem como a humanização das cidades (PUCHER; DIJKSTRA, 2000; GEHL, 2015). Diversos estudos apontam que a

promoção do ciclismo como meio de transporte apresenta-se como uma estratégia com potencial de melhoria no aspectos sociais, econômicos e ambientais de contextos urbanos, contribuindo para a sustentabilidade das cidades (DA SILVA; DA SILVA COSTA; MACEDO, 2008; LARSEN, 2017; PISTOLL; GOODMAN, 2014)

Ao combinar as dimensões reduzidas da bicicleta com o potencial de prover deslocamentos rápidos, o baixo custo, a otimização do espaço viário (em comparação com a infraestrutura dedicada ao transporte individual motorizado) e a prática de exercícios físicos inerentes ao ato de pedalar, o ciclismo urbano é apontada por Steinbach et al (2011) e Oosterhuis, (2016) como uma importante estratégia para melhoria das condições da mobilidade no contexto atual das cidades.

Assim, percebe-se os potenciais benefícios as cidades que o aumento da participação da bicicleta como modal de deslocamento pode prover, é crescente o número de municipalidades que formulam e implementam políticas públicas visando tornar este modal mais atrativo. Conforme Nielsen, Skov-Petersen e Carstensen (2013) e Rietveld e Daniel (2004), a atuação dos poderes públicos por meio de programas de incentivo, implantação de infraestrutura e a inclusão desse modal nas requalificações viárias, tem grande potencial de aumentar a sua adoção como meio de transporte.

Nas últimas duas décadas, observou um significativo aumento do número de ciclistas na em grandes cidades da América do Norte, Austrália, América do Sul e Europa, onde predominavam as ruas projetadas para carros e com exíguas infraestruturas para bicicletas (PUCHER; BUEHLER, 2008; PUCHER; DILL; HANDY, 2010). O caso dessas cidades deve-se à atuação das autoridades na implementação de uma ampla gama de estratégias pró-bicicleta, dentre as quais destaca-se a implantação de redes de pistas cicláveis no sistema viário. À estas cidades que integraram efetivamente o modal bicicleta no seu sistema de mobilidade urbana, atribui-se o título de cidade cicloinclusiva.

A relação entre a oferta de infraestrutura cicloviária e segurança é relatada pelos estudos de Goodman, Green e Woodcock (2014), que indicam a necessidade de separação da infraestrutura cicloviária das faixas destinadas a automóveis com tráfego intenso, o que vem a aumentar a percepção de segurança dos ciclistas e, conseqüentemente, incentivando esse meio de transporte. Nesse sentido, a abrangência e a conectividade das malhas cicloviárias, que são definidas como o conjunto de pistas cicláveis de uma cidade, constitui-se em importantes fatores para estabelecerem bons índices de acessibilidade ao território das cidades.

No intuito de quantificar aspectos espaciais e morfológicos que influenciam na qualidade de malhas cicloviárias, diversos estudos baseiam-se na teoria dos grafos, como Mekuria, Furth e Nixon (2012); Schoner e Levinson (2014) e Tischer (2017). Também podem ser encontrados estudos baseados na teoria da sintaxe espacial com algumas adaptações para relacioná-la ao comportamento dos ciclistas (DALTON, 2015; MCCAHL; GARRICK, 2008; SONG et al., 2016).

Assim como a coesão, conectividade e continuidade das malhas, apontadas como fatores importantes para a qualidade das malhas (HULL; O'HOLLERAN, 2014), estudos baseados na teoria dos grafos permitem identificar fragilidades destas, tais como as descontinuidades, representada pela súbita interrupção da pista ciclável, criando fragmentações (KRIZEK; ROLAND, 2005).

De acordo com Pildes (2014), quantificar aspectos relacionados a acessibilidade e conectividade de uma rede viária permite a compreensão de sua estrutura, a identificação de fragilidades e dar subsídio ao planejamento de melhorias. Esta perspectiva também pode ser aplicada no caso de malhas cicloviárias, ressaltando a importância da realização de tais estudos.

No entanto, conforme Tironi (2012), para uma compreensão precisa da qualidade das infraestruturas viárias dedicadas ao tráfego de ciclistas, as pesquisas não deve limitar-se somente à análises espaciais, mas devem também integrar a opinião dos ciclistas que a utilizam.

Esta pesquisa de dissertação insere-se nesse contexto, com o objetivo geral de compreender o papel da infraestrutura cicloviária na construção de cidades inclusivas com base na experiência de Curitiba (Brasil), Nantes (França) e Copenhague (Dinamarca). Ao analisar esses aspectos referentes à mobilidade no ambiente construído, pretende-se correlacionar fatores ligados ao projeto de arquitetura e urbanismo, inserindo-se na área de estudos do Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Arquitetura e Urbanismo IMED.

Assim, destaca-se para o estudo os seguintes objetivos específicos:

- diagnosticar a evolução da infraestrutura cicloviária e da ciclomobilidade nas cidades de Copenhague (Dinamarca); Nantes (França) e Curitiba (Brasil);
- analisar espacialmente as malhas cicloviárias destas cidades;

- diagnosticar a opinião dos ciclistas em relação à infraestrutura cicloviária e às facilidades providas para o uso da bicicleta nestas cidades;

Dentre as cidades tomadas como estudo de caso, Copenhague e Nantes foram laureadas com o prêmio Capital Verde Européia, que reconhece e premia esforços para aprimorar o meio ambiente, a economia e a qualidade de vida nas cidades (COMISSÃO EUROPEIA, 2016), nos anos de 2013 e 2014, respectivamente. Em relação ao ciclismo urbano, ambas encontram-se entre as vinte cidades amigas da bicicleta, sendo Copenhague a 1ª e Nantes a 16ª (COPENHAGENIZE, 2017). Enquanto a cidade de Curitiba foi laureada, no ano de 2010, com o prêmio Globe Award Sustainable City e, apresenta atualmente cerca de 217 km de malha cicloviária (CURITIBA, 2016).

De acordo com Pucher e Buehler (2008), o êxito na promoção do uso da bicicleta como meio de transporte de um conjunto de ações que se complementam, abrangendo desde a criação de infraestrutura à medidas restritivas do transporte individual motorizado. Dessa forma, a compreensão e análise do ciclo completo da implementação de ações pró-bicicleta, abrangendo também os processos que levaram à implantação de infraestrutura cicloviária, a infraestrutura resultante destas e a percepção dos usuários é fundamental para o aperfeiçoamento de projetos em escala urbana voltados à esse modal de transporte ativo.

Assim, destaca-se a relevância desta pesquisa, que pretende contribuir para o estabelecimento de parâmetros de qualidade para a correta implantação de infraestrutura cicloviária nas cidades, que possibilitem tornar a ciclomobilidade atrativa e, a partir disso, integram o modal bicicleta nos sistemas de mobilidade urbana.

Para atender o objetivo geral e específicos desta pesquisa de mestrado, a dissertação será estruturada em cinco capítulos:

No primeiro, faz-se uma revisão bibliográfica referente à mobilidade urbana no seu contexto geral, que, posteriormente, desdobra-se nos seus contextos mais específicos, como a mobilidade ativa. Em seguida, são apresentados os potenciais para uso da bicicleta como modal de transporte, bem como as possibilidades de infraestrutura urbana dedicada à utilização deste modal. Por fim, apresenta-se o conceito de cidades cicloinclusivas e seus benefícios para o contexto atual das cidades.

O segundo capítulo é dedicado à descrição dos procedimentos metodológicos que serão utilizados para o desenvolvimento da pesquisa. Na sequência, o terceiro capítulo

apresenta a evolução da ciclomobilidade e da infraestrutura dedicada ao trânsito de bicicletas nas cidades de Curitiba, Nantes e Copenhagen. Esta etapa permite identificar consonâncias ou distinções entre a atuação dos poderes públicos locais na promoção da ciclomobilidade e aquelas propostas pela literatura pertinente.

No quarto capítulo, são apresentadas as análises espaciais das redes cicloviárias das cidades estudadas, de acordo com critérios estabelecidos na metodologia. Já, o quinto capítulo traz a análise da percepção dos usuários, obtido por meio da aplicação de formulários aos ciclistas de Curitiba, Nantes e Copenhagen.

Por fim, na conclusão, faz-se uma compilação dos resultados das análises qualitativas e quantitativas obtidos no desenvolvimento da pesquisa, viabilizando a elaboração de estratégias de implantação de infraestrutura e implementação de políticas públicas que, atuando conjuntamente, sejam efetivas na construção de cidades cicloinclusivas.

CAPÍTULO I

“[...] O contexto de mobilidade não se reduz à compreensão e ao atendimento das necessidades de deslocamento das pessoas e das coisas, mas insere-se e impacta em ambiente muito mais complexo, o da própria organização das cidades e das atividades nelas executadas” (NUNES; ROSA; MORAES, 2012, p. 12).

1. A BUSCA PELA MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL

A mobilidade urbana, entendida como a capacidade de deslocamento de pessoas e cargas no espaço construído, é objeto de grande importância na sustentabilidade e resiliência das cidades (VASCONCELLOS, 1995; CERVERO e KOCKELMAN, 1997; BANISTER e BERECHMAN, 2001; PUCHER e BUEHLER, 2008; PUCHER et al. 2010; BUEHLER et al., 2016).

O intenso aumento nos índices de urbanização observado nas últimas décadas, sobretudo nos países emergentes, tem acarretado dificuldades no âmbito da mobilidade urbana e dos transportes (NUNES; ROSA; MORAES, 2015). O rápido crescimento das cidades, quando ocorrido sem o devido planejamento, pode contribuir para o espraiamento urbano, aumentando as distâncias dos deslocamentos diários da população e, muitas vezes, estimulando o uso de automóveis em detrimento dos transportes coletivos e os deslocamentos ativos, como a caminhada e o ciclismo (HICKMAN; HALL; BANISTER, 2013; GEHL, 2015).

Conforme a ONU-Habitat (2013), o espraiamento urbano predomina, sobretudo, em cidades localizadas nos países em desenvolvimento, resultando em externalidades como o maior custo às municipalidades para a implantação de infraestrutura e realização de serviços urbanos básicos (MASCARÓ, 2004). Além dos supracitados problemas relacionados à mobilidade.

No mesmo contexto, de acordo com a ONU-Habitat (2013), o estímulo ao uso do automóvel no século XX, acarretou na ocupação dos interstícios entre as grandes vias radiais

(normalmente eixos de transporte público) e os limites da zona metropolitana. A extensão dos limites das cidades teve como resultado a criação de espaços urbanos com baixa densidade construída e baixa diversidade de usos do solo e, sobretudo, distantes dos polos atratores com comércio e serviços, aumentando a necessidade e distância das viagens (GORI; NIGRO; PETRELLI, 2012).

As correlações entre a forma e densidade urbanas com a escolha dos modais de transporte tem sido largamente analisada, no intuito de auxiliar nas estratégias de configuração urbana que, de acordo com Nunes, Rosa e Moraes (2015), viabilizem a implementação de sistemas de mobilidade urbana que tornem os modais coletivos e os deslocamentos ativos mais atrativos que o transporte particular motorizado.

Neste contexto, os estudos de Cervero, Kockelman (1997) e Ewing e Cervero (2001), enfatizam a relação inversa entre densidades urbanas e distâncias percorridas diariamente, bem como, a influência positiva da diversidade de usos do solo na utilização de transporte coletivo e os deslocamentos ativos.

Knewman e Kenworth (1989) relatam, à partir de uma análise comparativa transversal de 32 cidades em diferentes regiões do Mundo, o maior consumo de energia advindo dos transportes nas cidades baixas densidades urbanas (Figura 1), o que fica evidenciado, principalmente, com as cidades norte-americanas. Nestas cidades, as baixas densidades inviabilizam a instalação de linhas de transporte público de alta capacidade, estimulando o uso massivo do automóvel para responder a necessidade de deslocamentos. Nesse mesmo contexto, o aumento das distâncias das viagens, dado o espraiamento urbano, desencoraja as viagens à pé e de bicicleta nestes trajetos (BERTAUD, 2002).

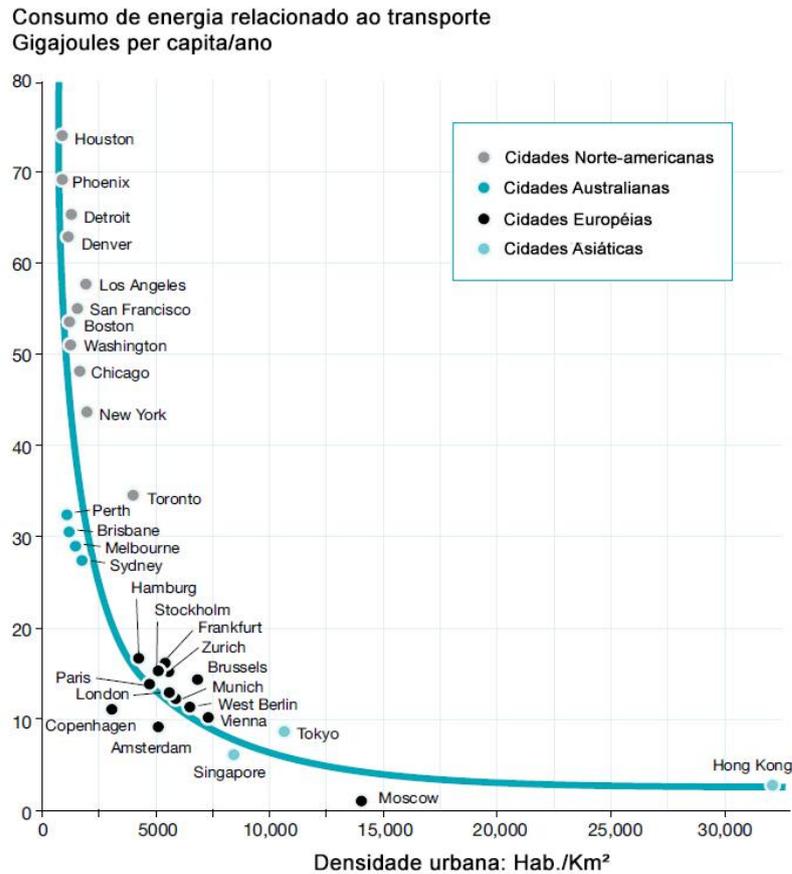


Figura 1 - Relação entre a densidade urbana e o consumo de energia relacionado a transporte.

Fonte: Adaptado de Knewman e Kenworth (1989).

No entanto, as cidades europeias, como Amsterdam, Copenhague e Viena, mesmo não possuindo os altos índices de densidade das cidades asiáticas como Hong Kong e Singapura, ainda apresentam baixos índices de consumo de energia proveniente dos transportes.

Os baixos índices de consumo energético advindos do transporte, percebido principalmente nas cidades europeias, também podem ser relacionados à divisão modal dos deslocamentos, conforme apresentado na Figura 2. No caso das cidades de Paris, Londres e Roma, é notória a grande porcentagem dos deslocamentos realizados com transporte público e transporte não-motorizado, podendo ser correlacionados com o baixo consumo de energia proveniente do transporte apresentado na Figura 1.

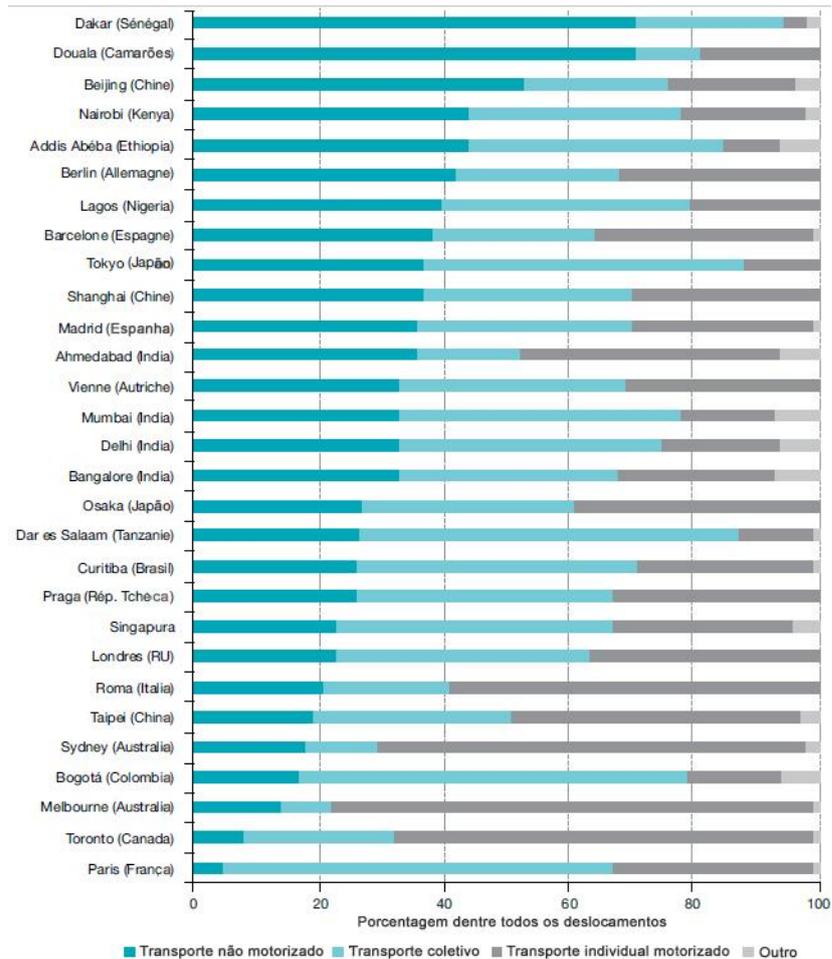


Figura 2 - Divisão modal em 29 grandes cidades do Mundo.

Fonte: Adaptado de ONU-Habitat (2013).

1.1. A importância da mobilidade ativa no contexto urbano atual

O estímulo aos deslocamentos realizados a pé e de bicicleta integra, atualmente, grande parte das agendas urbanas (ONU, 2017). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (2015), a falta de atividades físicas é um dos principais fatores de risco à saúde em nível mundial, ultrapassado somente pelo consumo de tabaco. Diante deste contexto, é notória a necessidade de incentivo aos deslocamentos ativos que, conforme os estudos de Pucher *et al.*, 2010, Christiansen *et al.*, (2016) e Fishman (2016), promovem a saúde individual e resultam em benefícios ao contexto da mobilidade urbana. Littman (2013) categoriza os benefícios, tanto individuais como coletivos, dos modos de deslocamento ativo (Quadro 1).

Quadro 1 - Benefícios da implementação de estratégias de promoção de modos de deslocamento ativo, como o caminhar e o uso da bicicleta.

Categoria	Benefícios
Vantagens ao usuário	Mais cômodo e econômico, além de seguro e de fácil acesso
Equidade	Vantajoso às pessoas desfavorecidas econômica e socialmente
Redução de congestionamentos	Menor número de veículos em circulação
Ruas e estacionamentos	Redução da necessidade de faixas de circulação e estacionamentos, bem como os menores custos de manutenção
Redução de gasto de energia	Vantagens para a economia e o meio ambiente devido à menor poluição sonora e atmosférica
Efeito sobre o uso e ocupação do solo	Estimula configurações urbanas com maior acessibilidade, compactas e com mistura de usos
Incremento na produtividade	A facilidade de acesso a comércios, serviços e locais de trabalho reduz os custos e melhora a produtividade.

Fonte: Concepções adaptadas das pesquisas de Litman (2013).

Em consonância com a necessidade de priorizar tais modos de deslocamento no ambiente construído, baseados em uma atuação global sobre a mobilidade sustentável, o Institute for Transport Development Policy (ITDP) elaborou oito princípios para o Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável nos espaços urbanos (Quadro 2).

Quadro 2 - Oito princípios do Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS).

Princípios	Descrição
1. Compactar	Cidades compactas resultam em maior proximidade entre as atividades, diminuindo a necessidade e o tempo dedicado a deslocamentos.
2. Adensar	A ocupação intensiva do solo permite às cidades crescerem de forma mais compacta, melhorando a capacidade dos transportes públicos.
3. Transportar	O adensamento urbano deve ser priorizado nos corredores de transporte público, viabilizando sistemas de alta e média capacidade.
4. Conectar	Redes coesas de vias facilitam a acessibilidade a diferentes destinações. Locais altamente permeáveis encurtam distâncias e proporcionam maior variedade na escolha de modais.
5. Misturar	Uso misto do solo promove diversidade social e de atividades, estimulando viagens mais curtas.

6. Pedalar	Facilidades para o uso da bicicleta proporcionam à população uma opção eficiente e barata para deslocamentos à curtas e médias distâncias. A presença de uma rede cicloviária também pode incrementar a cobertura dos transportes públicos.
7. Promover mudanças	Implementar políticas que desencorajem o uso de veículo particular, como controles de estacionamento e tráfego.
8. Caminhar	A conjuntura proporcionado por um contexto urbano com mistura de usos, diversidade social e redes coesas de vias possibilita que grande parte dos deslocamentos quotidianos sejam realizados por caminhadas.

Fonte: Adaptado de ITDP (2017).

A implementação dos supramencionados princípios voltados a mobilidade urbana proporciona uma conjuntura atrativa para viagens a pé, de bicicleta e por transportes coletivos e, conseqüentemente, tornando as viagens com veículos individuais gradativamente obsoletas (ITDP, 2017). Estas estratégias acarretam, de acordo com Gehl (2015), a retomada da escala humana pelo fato de proporcionar aos projetos urbanos possíveis melhorias voltadas as condições para as interações sociais e lazer nos espaços públicos.

Ainda de acordo com os princípios do DOTS, a promoção do “pedalar” constitui-se um importante aspecto. Visto que, ainda sendo um deslocamento proveniente de propulsão humana, a utilização da bicicleta proporciona viagens tão rápidas quanto aquelas realizadas com veículos individuais em distâncias de até três quilômetros (FISHMAN, 2016), tornando-se uma opção efetiva ao uso de automóveis para deslocamentos porta-a-porta. Neste sentido, o ITDP (2017, p. 30) enfatiza que:

“A promoção do ciclismo pode ajudar na mudança do paradigma de um planejamento do transporte orientado aos veículos para um orientado às pessoas e desse modo, reintroduzir a escala humana no contexto urbano. E como uma rede coerente de rotas de ciclismo é uma das condições para a promoção de ciclismo bem sucedida, ela pode ajudar a superar o efeito de despedimento das rodovias urbanas por uma mudança de prioridades. Como consequência do aumento do ciclismo, o domínio do tráfego motorizado na paisagem urbana será moderado” (ITDP, 2017, p. 30).

1.2. A bicicleta como meio de transporte

Bicicletas são leves, pequenos e silenciosos veículos. Sendo acessível a toda a população com uma condição normal de saúde e, economicamente, acessível à praticamente todos os cidadãos, é um modal de transporte urbano altamente eficiente (CERVERO;

CALDWELL; CUELLAR, 2013; DILL; CARR, 2003; DUFOUR, 2010; WINTERS et al., 2013).

A flexibilidade resultante do seu tamanho reduzido facilita manobras de mudança de direção, retornos e paradas, ao mesmo tempo em que demanda pouco espaço para estacionar e, assim, permitem viagens porta-a-porta tão rápidos quanto automóveis em curtas distâncias. De acordo com Dufour (2010), a velocidade obtida nos deslocamentos em ciclos é comparável àquela de modais de transporte público rodoviário em distâncias de até 5 km. Wittink (2010), em estudo comparativo do tempo de deslocamento porta-a-porta por diferentes modais, demonstra a maior eficiência do ciclismo, em relação aos demais, para distâncias de até quatro quilômetros (Figura 3).

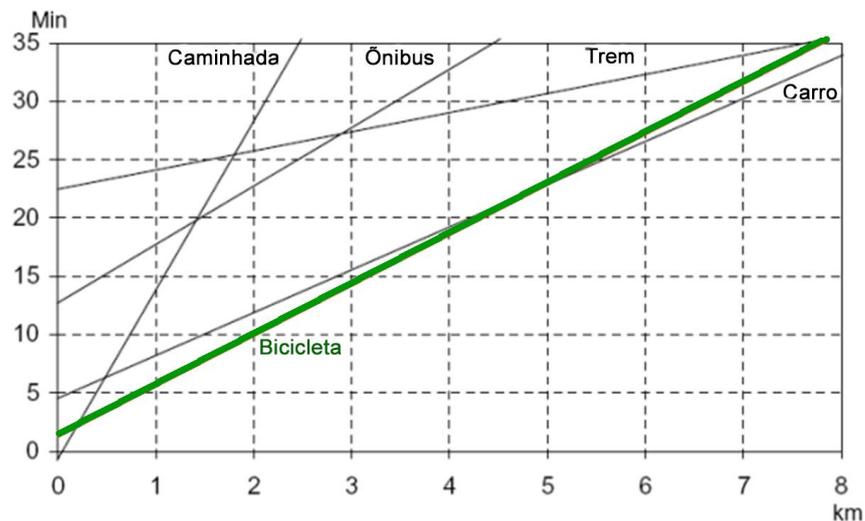


Figura 3 - Tempo de viagem em relação à distância por diferentes modais.

Fonte: Adaptado de Wittink (2001).

Entretanto, ao considerar viagens mais longas, onde o tempo dedicado ao deslocamento via transporte público torna-se superior ao da bicicleta, esta pode ser considerada como um modal alimentador das redes de transporte. Nesse contexto, a promoção do ciclismo, segundo Nunes, Rosa e Moraes (2015), constitui-se numa estratégia eficiente de melhorar a microacessibilidade, definida como a acessibilidade referente ao trajeto entre a estação de transporte público e o destino final ou ponto de origem do deslocamento.

Dufour (2010) também relata fatores que podem ser considerados desvantagens do ciclismo e fazem com que uma parte da população evite-o. O clima chuvoso, as ruas com aclives acentuados e a capacidade limitada para transporte de materiais, apesar de desencorajar o uso de bicicletas por muitas pessoas podem ser manejados com soluções que

demandam baixo investimento: adaptações para cargas (alforges, caixas), capas de chuva e *tandems* (bicicletas de dois lugares).

Apesar dos benefícios, tanto individuais como ao contexto urbano, do uso da bicicleta como modal de transporte, o ciclismo urbano é, segundo Pucher e Buehler (2008), um modo de transporte marginalizado na maior parte do mundo industrializado. Nesse cenário, o ciclismo é considerado majoritariamente pelo seu caráter recreativo e raramente pelo seu uso utilitário, como em deslocamentos cotidianos. No entanto, Heinen, Wee e Maat (2010), apontam o notório desenvolvimento de campanhas e estratégias de promoção do ciclismo urbano como meio de transporte, observado pelas recentes campanhas e implantação de infraestrutura ciclovária, principalmente em cidades europeias.

Os altos índices de viagens realizadas com bicicletas em algumas cidades europeias também é discutido por Pucher e Buehler (2007). Os autores relatam como casos de sucesso as cidades de Amsterdam e Groningen na Holanda, Berlim e Munique na Alemanha e, por fim, Copenhague e Odense na Dinamarca. No contexto mundial, apresentado na Figura 4, a Dinamarca e Holanda ainda estabelecem-se como os países com as maiores porcentagens de viagens realizadas com bicicletas.

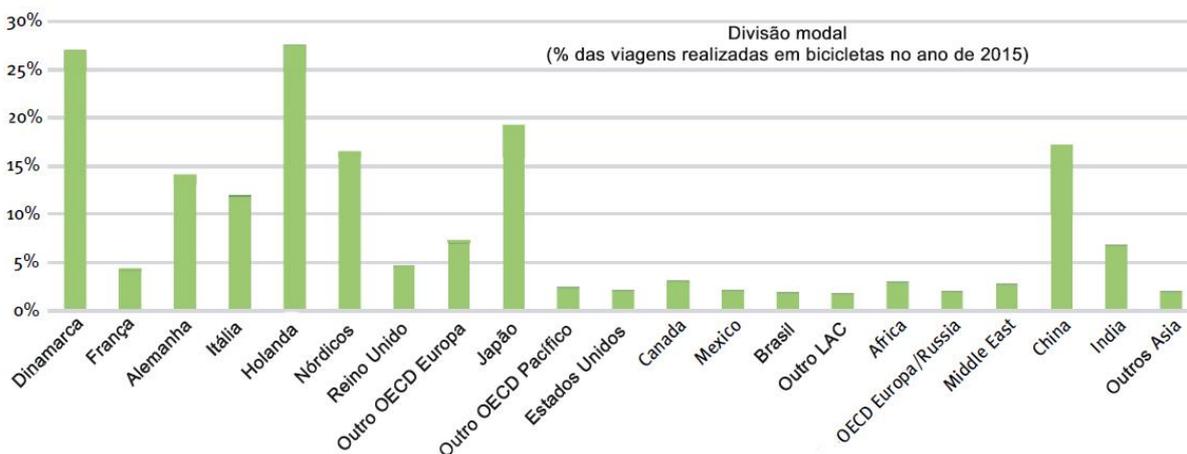


Figura 4 - Porcentagem de deslocamentos utilizando bicicletas, no ano de 2015.

Fonte: Adaptado de ITDP (2017).

1.3. Infraestrutura cicloviária

A oferta de infraestrutura cicloviária constitui-se um dos principais fatores de atratividade ao uso da bicicleta como modal de transporte (PUCHER; BUEHLER, 2008; CERVERO; CALDWELL; CUELLAR, 2013; HULL; O'HOLLERAN, 2014; FISHMAN, 2016). Dentre as possíveis intervenções na infraestrutura viária para a adequação ao tráfego de bicicletas, Pucher, Dill e Handy (2010) relatam que aquelas que determinam a separação dos ciclistas do tráfego motorizado são as mais comumente implantadas.

Dentre as tipologias de pistas dedicadas ao uso da bicicleta, pode-se categorizá-las pela segregação em relação às faixas destinadas aos veículos, sendo as mais comuns as ciclorrotas, as ciclofaixas e as ciclovias. Conforme a classificação do ITDP (2011), as ciclorrotas são constituídas como vias compartilhadas dotadas de sinalização indicando a prioridade das bicicletas em relação aos veículos, enquanto por ciclofaixas entende-se como a parte da pista destinada exclusivamente à circulação de ciclos e delimitada somente por sinalização e, por fim, as ciclovias que apresentam-se como infraestrutura com separação física do tráfego motorizado (Figura 5). Tais nomenclaturas podem apresentar variações, segundo ITDP (2017), devido à regulamentações específicas de cada municipalidades.

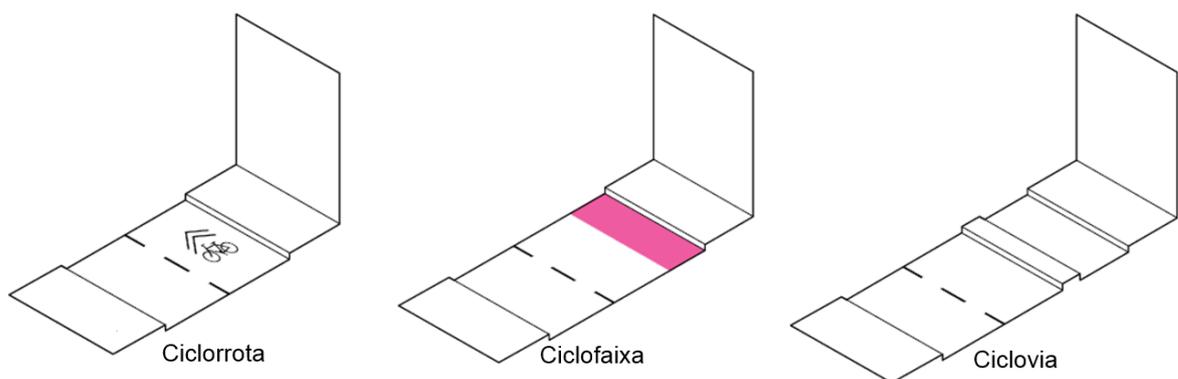


Figura 5 - Tipologias de vias cicláveis possibilitam diferentes níveis de segregação ou coexistência com o tráfego motorizado.

Fonte: Adaptado de ITDP (2017).

No entanto, os deslocamentos por bicicletas não podem limitar-se às vias com pistas cicláveis segregadas do tráfego motorizado, posto que a implantação de tal infraestrutura em todas as ruas de uma cidade pode acarretar custos elevados. As condições do tráfego motorizado em determinadas vias possibilitam a adoção de outras estratégias para facilitar a

circulação dos ciclistas. Neste aspecto, Dufour (2010) aponta a importância de considerar as ruas na malha cicloviária também as ruas com baixo volume de tráfego motorizado. Em ruas locais, a ausência da necessidade de pistas cicláveis segregadas permite outras estratégias mais fáceis de implantar para prover o conforto e segurança adequados aos ciclistas, como a limitação da velocidade à 30 km/h, as chamadas Zonas 30. Nelas, os carros ainda são permitidos, porém, pedestres e ciclistas podem trafegar com segurança.

No entanto, ruas com intenso tráfego motorizado demandam a instalação de infraestrutura específicas para os ciclistas. Na Figura 6 são ilustradas as tipologias de segregação da infraestrutura cicloviária necessários dependendo do fluxo e velocidade dos veículos motorizados na via.

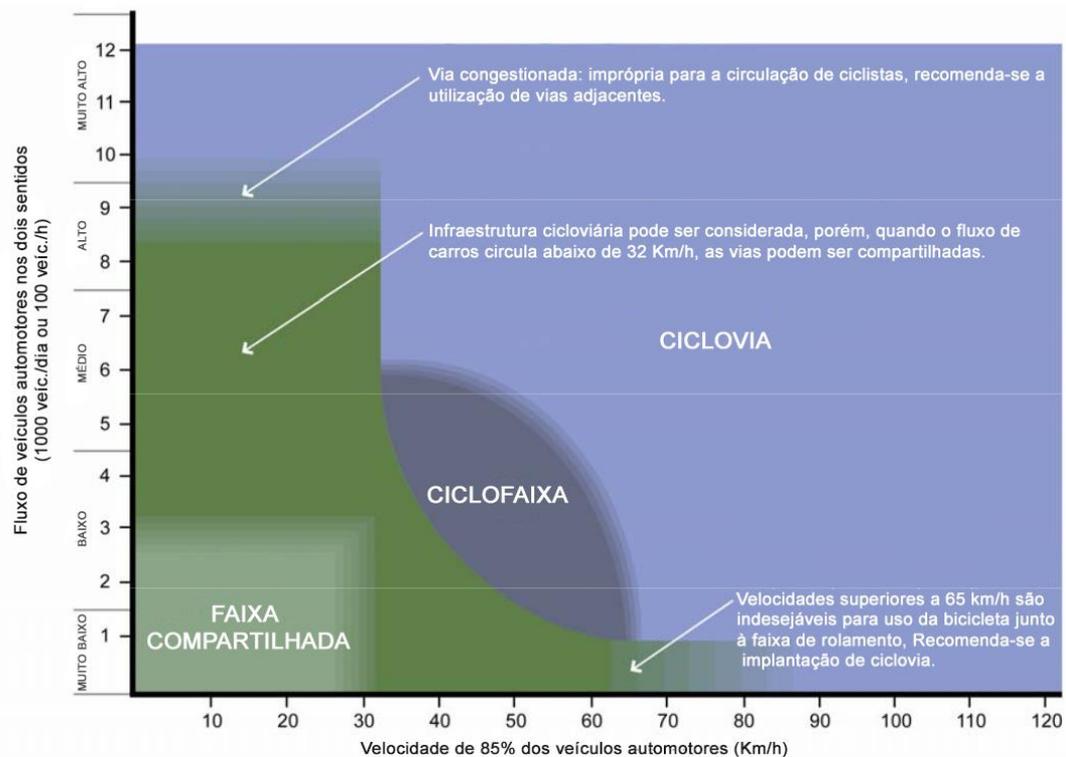


Figura 6 - Estratégias de segregação do fluxo de ciclistas em função da velocidade e quantidade de veículos automotores.

Fonte: Adaptado de Transport Scotland (2010).

As diferentes tipologias de pista ciclável, além de determinar a segurança dos ciclistas, também influenciam no nível de estresse relacionado ao deslocamento. O estudo conduzido por Mekuria, Furth e Nixon (2016) demonstra que o nível de estresse do ciclista é inversamente proporcional ao grau de separação do tráfego motorizado intenso. Além disso, conforme o grau de estresse gerado pelo deslocamento diminui, maior é a diversidade dos ciclistas. De acordo com Alta Planning (2017), em ciclovias com clara separação do tráfego

motorizado (Nível 1 de estresse no tráfego), até mês(o crianças e idosos são encorajados a pedalar, enquanto no tráfego misto (Nível 4 de estresse no tráfego), predominam os ciclistas jovens e com porte atlético (Figura 7).

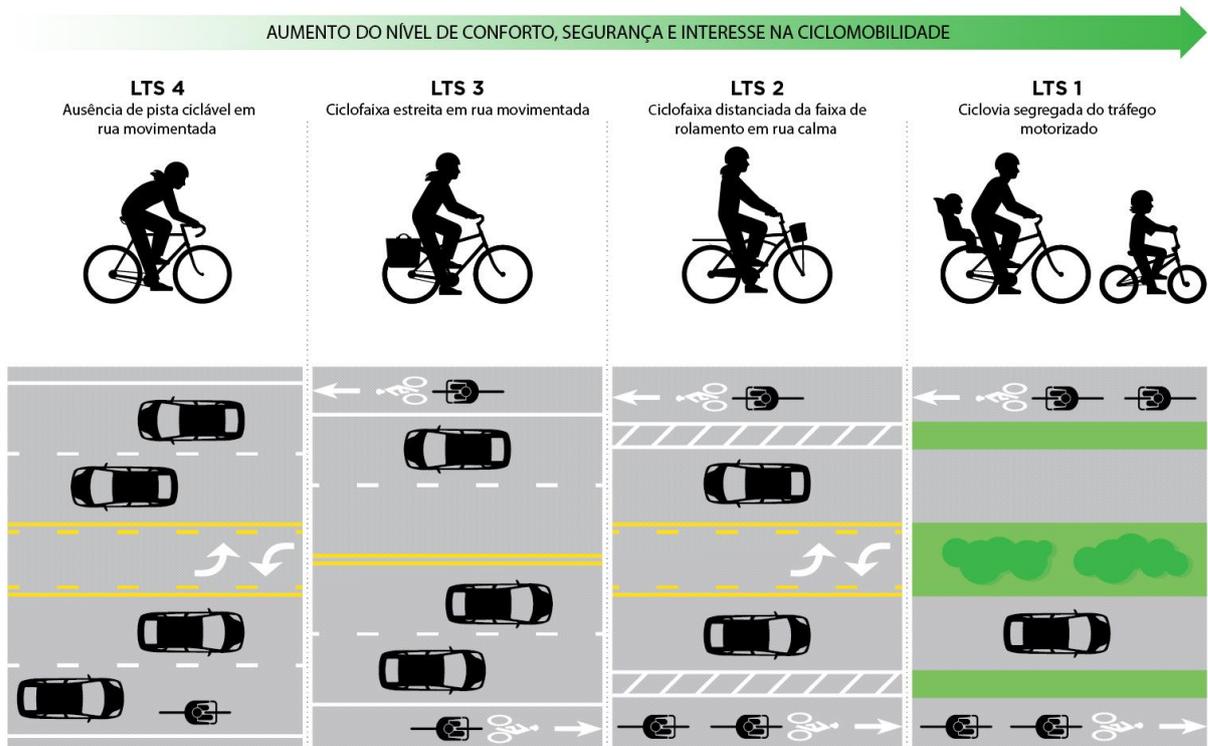


Figura 7 - Nível de estresse para o tráfego de ciclistas de acordo com a tipologia de pista ciclável.

Fonte: Adaptado de Alta Planning (2017).

Ao considerar os níveis de segregação das vias cicláveis em função dos fluxos de veículos motorizados, a implantação de uma rede destas vias deve, segundo Crow (2007), atender os princípios de coerência, direcionalidade e segurança. Além destes, também são considerados os critérios de conforto e atratividade, no entanto, estes são menos relevantes ao nível da rede como um todo e dependem, sobretudo, de aspectos pontuais.

No Quadro 3 são apresentadas as definições dos cinco critérios utilizados como parâmetros de qualidade de infraestruturas cicloviárias.

Quadro 3 - Princípios a serem atendidos no projeto de infraestruturas cicloviárias.

Critério	Descrição
Coesão	A infraestrutura cicloviária deve formar uma rede coerente, promovendo conectividade entre os diferentes atratores e usos do solo, integrando a bicicleta a outros modais de transporte e proporcionando acessibilidade via bicicleta aos diferentes contextos espaciais urbanos (centro, periferias, áreas históricas, desenvolvimento recente). Nesse mesmo aspecto, devem ser evitadas descontinuidades na malha de pistas cicláveis.
Direcionalidade	A direcionalidade deve ser entendida tanto no seu aspecto espacial como temporal. Dessa forma, a infraestrutura deve prover as rotas mais rápidas aos ciclistas, considerando todos os custos de tempo de viagem, minimizando desvios e esperas. Neste aspecto, a possibilidade de escolha de rotas e as facilidades providas aos ciclistas ao cruzarem interseções melhoram a fluidez dos trajetos.
Segurança	A infraestrutura cicloviária deve minimizar o potencial, real e percebido, de risco de acidentes. Dessa forma, além de prover a segurança aos ciclistas, deve fazer com que estes sintam-se seguros. O risco percebido é uma das barreira chave para o uso da bicicleta e, portanto, deve ser minimizado para incentivar novos aderentes ao ciclismo.
Conforto	A infraestrutura deve minimizar o estresse físico e psicológico aos ciclistas, proporcionando fluidez no deslocamento e evitando a necessidade de manobras complexas. Durante os deslocamentos, os ciclistas preferem rotas ininterruptas, planas e com superfícies regulares.
Atratividade	O sistema de vias cicláveis deve ser elaborado em consonância com o seu entorno e, onde for possível, valorizar aspectos das áreas onde se insere. Neste aspecto, o tratamento das propriedades sensoriais proporcionadas pela via, como a iluminação, a segurança pessoal, a qualidade visual e ambiental devem ser considerados.

Fonte: Adaptado de Crow (2007) e Dufour (2010).

Dentre os requisitos acima apresentados como imprescindíveis à uma rede cicloviária, de Crow (2007) e Dufour (2010) elencam a coesão da malha como o principal. A coesão é proporcional à quantidade de rotas interconectadas que, dessa forma, possibilitam aos ciclistas chegar ao destino desejado escolhendo o seu itinerário.

Outro fator que constitui a coesão de uma rede cicloviária é a largura da malha de pistas cicláveis (Figura 8), sendo medido pela distância entre rotas paralelas (DUFOUR, 2010), é inversamente proporcional à densidade da rede (extensão de vias por unidade de área) e à coesão. As recomendações para a largura da malha variam de 250 metros, conforme Dufour (2010) e 500 metros, de acordo com ITDP (2017).

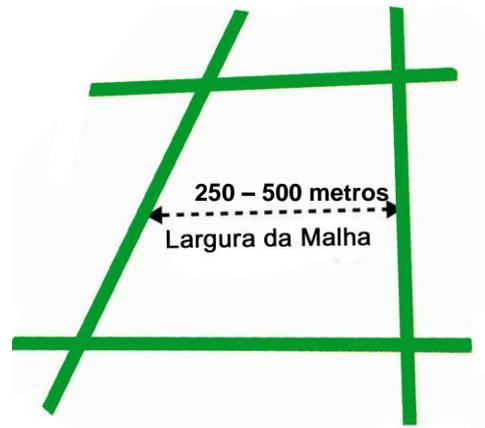


Figura 8 - A largura da malha cicloviária é um dos parâmetros utilizados no planejamento de uma rede cicloviária.

Fonte: Adaptado de Rupprecht, Urbanczyk e Laubenheimer (2010)

No que concerne a direcionalidade, determinada pela distância ou tempo necessário para pedalar entre o ponto de origem e de destino, esta pode ser calculada pelo fator de desvio. O cálculo deste fator considera a relação entre a menor distância possível percorrida na rede cicloviária e uma linha reta entre os pontos de origem e destino (CROW, 2007). Em um rede densa, de acordo com Rupprecht, Urbanczyk e Laubenheimer (2010), este coeficiente deve ser de até 1.4 e, de modo geral, menor que o fator de desvio dos carros. Assim, na implantação da rede, deve-se aproveitar a flexibilidade da bicicleta, criando atalhos pelo meio de parques, praças e locais onde carros não tem a passagem permitida.

Dufour (2010) também ressalta os possíveis conflitos entre os requisitos recomendados e, de modo geral, recomenda considerar a opção que proporcione mais segurança. Exemplos destes conflitos podem ocorrer quando:

- O trajeto mais direto constitui-se numa via com congestionamentos de veículos, o que a torna menos segura e atrativa. Nesse caso, outra via longe do tráfego intenso pode ser mais segura e atrativa, mesmo sendo mais longa.
- Por razões de segurança, desvios via túneis e pontes, bem como paradas nos cruzamentos podem ser requeridos, reduzindo assim, a direcionalidade e o conforto.

Além dos princípios listados anteriormente, no, a hierarquização das vias que constituem a rede cicloviária possibilita diferenciar as prioridades de uso, de acordo com a

distância das viagens e a fluidez a ser proporcionada. Conforme ECF (2017) e ITDP (2017), esta hierarquização deve apresentar duas categorias:

- vias estruturantes: tem função conectora dentro da cidade e com as áreas peri-urbanas. Conectam centros, bairros, vilas e cidades entre si.
- vias alimentadoras: tem função distribuidora dentro da malha urbana, traçando itinerários locais que fornecem conectividade à rede estruturante.

Dufour (2010), ao ressaltar a relevância das vias locais para a estruturação da rede cicloviária, também relata que estas frequentemente não necessitam de infraestrutura dedicada exclusivamente ao tráfego de bicicletas. Nestas vias, o ciclismo pode ser facilitado por medidas de moderação de tráfego e redução de velocidades, também conhecidas como infraestrutura invisível.

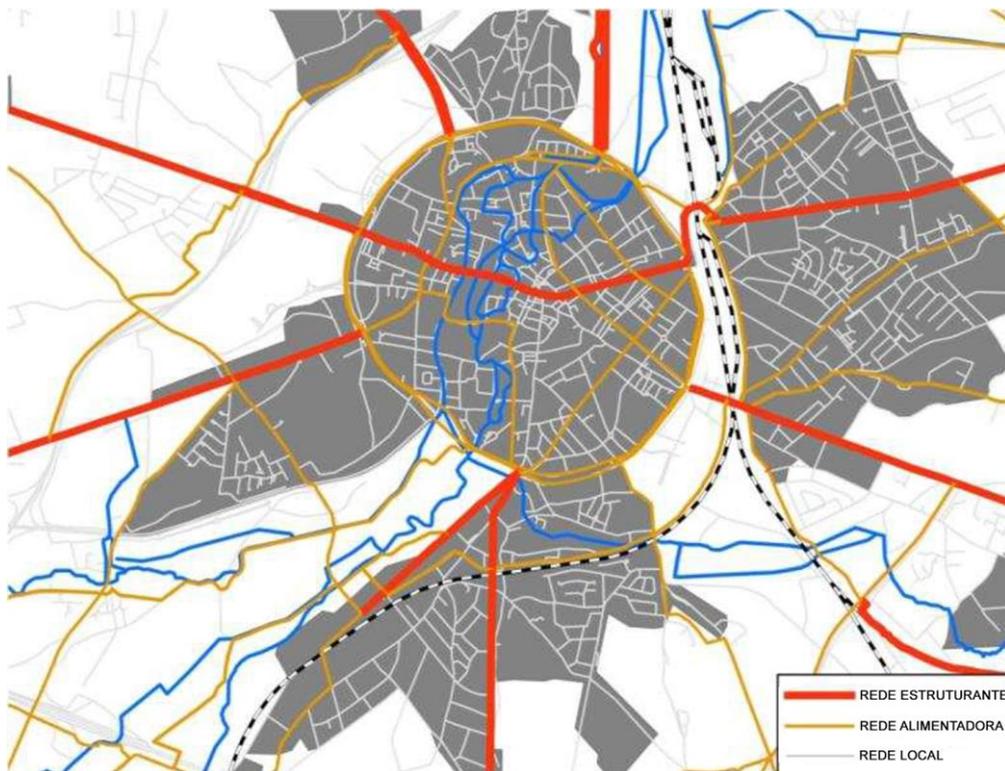


Figura 9 - Exemplo de hierarquização de uma rede cicloviária.

Fonte: Adaptado de Dufour (2010).

Apesar de ainda pouco estudadas, as discontinuidades na malha cicloviária são um grave problema enfrentado pelos ciclistas. Além de prejudicar a conectividade da malha, forçam os ciclistas a voltar para o tráfego misto. Segundo Krizek e Roland (2005), a interrupção da pista ciclável localizada no lado esquerdo da pista, perto de um canteiro

central, que representa mais risco aos ciclistas, visto que eles são obrigados a atravessar todas as faixas de tráfego motorizado para chegar no bordo direito da pista, onde devem trafegar na ausência de pista ciclável.

No caso de uma malha hierarquizada, as interrupções na malha devem ser evitadas principalmente na rede estruturante, que geralmente conecta regiões distantes e é implantada em vias principais. A coesão da rede estruturante é fator fundamental para garantir a segurança dos ciclistas em longos deslocamentos.

1.4. Cidades cicloinclusivas

O termo “cidades cicloinclusivas” consiste em uma adaptação para o português daquele utilizado em inglês “bike friendly”, referindo-se a uma abordagem holística que engloba a promoção do uso da bicicleta como modal de transporte integrado ao sistema de mobilidade urbana (ITDP, 2017). Como cidades cicloinclusivas são apontadas, particularmente, algumas cidades dinamarquesas como Copenhague e Odense, cidades holandesas como Amsterdam e Groningen, além de Berlim e Munique na Alemanha (PUCHER; BUEHLER, 2008; ZHAO et al., 2018).

Conforme Buehler et al. (2016), é crescente o número de municipalidades que implementam estratégias voltadas à promoção da ciclomobilidade. Os autores também relatam que, para que as cidades tornem-se cicloinclusivas, é necessário que as estratégias não se resumam à implantação de infraestrutura adequada, mas que combinem um conjunto coordenado de regulação do uso do solo, do transporte e a aplicação de taxas que induzam uma mudança no modal, do carro para a caminhada ou no uso da bicicleta.

No mesmo contexto, Mertens et al., (2017) e Nielsen, Skov-Petersen e Carstensen, (2013) recomendam a implantação de infraestruturas dedicadas à circulação de bicicletas combinando os diferentes tipos de pistas cicláveis, de acordo com as características locais. O ITDP (2017) acrescenta que o uso das infraestruturas cicloviárias pode ser otimizado pela adoção de “um conjunto de estratégias: medidas de desestímulo ao uso do automóvel, redistribuição do espaço viário, moderação de tráfego, criação de sistemas de bicicletas compartilhadas e integração da bicicleta com outros modos”. O Quadro 4 sintetiza as

possibilidades de estratégias que podem funcionar, em complemento à infraestrutura cicloviária, na promoção do uso da bicicleta como meio de transporte.

Quadro 4 – Estratégias de incentivo ao uso da bicicleta que podem complementar a instalação de infraestrutura cicloviária.

Categoria	Descrição
Integração com o transporte público	Possibilidade de transportar bicicletas nos transportes públicos de alta e média capacidade, permitindo a realização dos trajetos complementares com a bicicleta
Moderação de tráfego	Combinação de regulamentações e medidas “físicas” para reduzir o uso e as velocidades dos transportes motorizados individuais
Zonas sem-carro	Restrição ao acesso de veículos em determinadas vias da cidade, normalmente em ruas comerciais na área central
Sistemas de bicicletas compartilhadas	Oferta de aluguel de bicicletas a curto prazo, passíveis de serem usadas com taxa referente à uma viagem ou uma inscrição anual.
Campanhas educativas e de incentivo ao uso	Promoção de campanhas e cursos voltados à conscientização sobre o ciclismo como meio de transporte, bem como cursos e oficinas de aprendizagem sobre legislações de trânsito e manutenção de bicicletas.

Fonte: Elaboração própria com base em Rietveld e Daniel (2004), Pucher, Dill e Handy (2010) e Hull e O’holleran, (2014).

Em relação aos benefícios da adoção de estratégias que promovam a cicloinclusão nas cidades, o ITDP enfatiza:

[...] Cidades amigáveis ao uso da bicicleta são também melhores para os pedestres, democráticas quanto ao uso do espaço público e mais acessíveis, garantindo a todos os cidadãos o direito à cidade. A bicicleta ajuda a fortalecer laços de solidariedade e a sensação de pertencimento local, facilitando os encontros, estimulando a cidadania e possibilitando trocas e interações entre as pessoas (ITDP, 2017, p. 6).

Essa afirmação enfatiza, sobretudo, a melhora vitalidade urbana provida pelo contato mais próximo com o ambiente urbano dos usuários da bicicleta em comparação com os usuários de transporte motorizado. Essa proximidade também reduz o caráter utilitário das ruas, devolvendo a escala humana ao espaço urbano.

CAPÍTULO II

O desafio metodológico é não se limitar a identificar a lista de razões pelas quais as pessoas sobem em uma bicicleta, mas também compreender o que se sucede durante esse deslocamento” (TIRONI, 2012, p.1).

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A partir dos objetivos específicos desta pesquisa, foram adotados procedimentos metodológicos específicos para as variáveis estudadas, sendo estas divididas em três blocos: análise espacial da malha cicloviária, o levantamento da evolução da infraestrutura cicloviária e da ciclomobilidade, e por fim, a percepção dos usuários. Para tanto, a pesquisa utiliza, conjuntamente, aspectos metodológicos qualitativos e quantitativos.

Para a escolha das cidades de Copenhagen (Dinamarca); Nantes (França) e Curitiba (Brasil), foram considerados como critérios: a proatividade dos poderes públicos na implementação de ações pró-bicicleta; importante oferta de infraestrutura cicloviária e de utilização da bicicleta, no contexto nacional em que estão inseridas; bem como o reconhecimento das municipalidades pelas suas ações voltadas à sustentabilidade urbana, de modo geral, formalizados como prêmios reconhecidos internacionalmente.

2.1. Caracterização das cidades em estudo

2.1.1. Curitiba (Brasil)

A cidade de Curitiba localiza-se na região Sul do Brasil, sendo a capital do Estado do Paraná (Figura 10). De acordo com o IBGE (2017) ela abrigando cerca de 1.893.997 habitantes e abrange uma área de aproximadamente 435,03 km², dividida em nove regiões administrativas que englobam setenta e cinco bairros. A cidade também é o centro de uma

região metropolitana composta por 26 municipalidades, contando com uma população total de cerca de 3,2 milhões de habitantes.

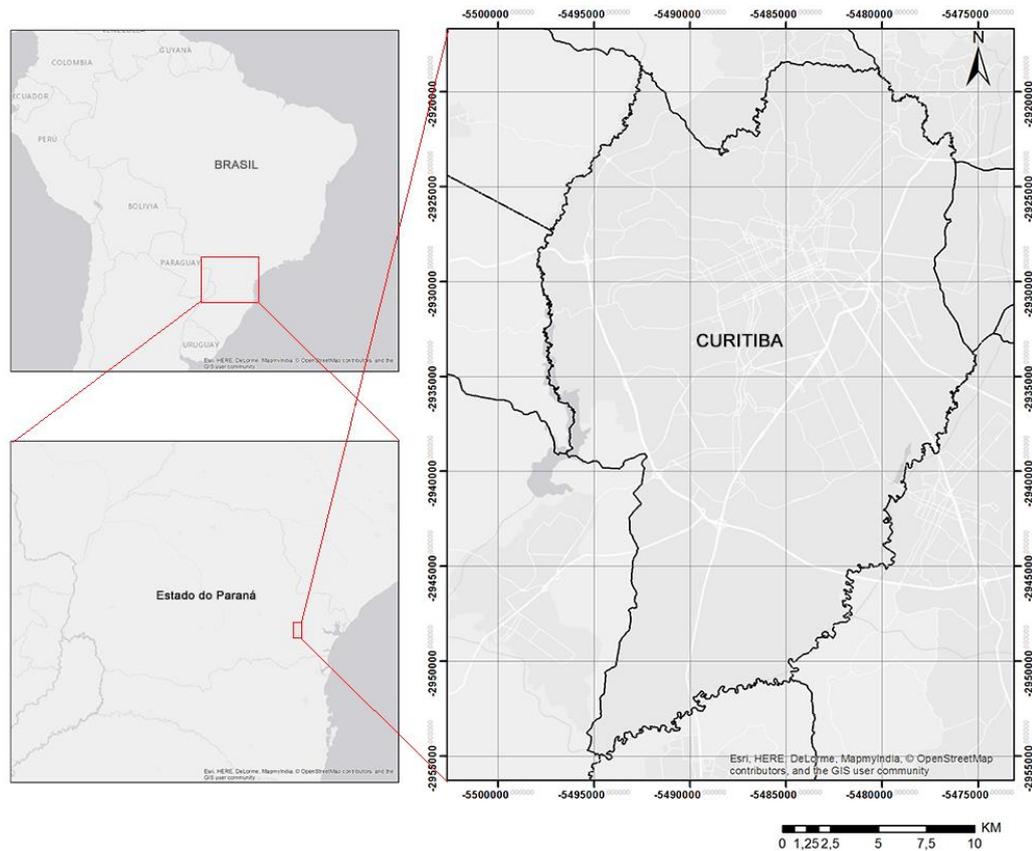


Figura 10 - Localização da cidade de Curitiba.

Fonte: Elaboração própria. Base cartográfica: ESRI (2017).

O relevo da cidade de Curitiba é constituído majoritariamente por trechos planos. As características topográficas da cidade são frequentemente apontadas ao evidenciar o potencial de promoção do uso da bicicleta na cidade (GOURA, 2016). A Figura 11 (b) apresenta as declividades do relevo de Curitiba. Nota-se que, à exceção das regiões de vales, a maioria do território apresenta declividades inferiores à 8%.

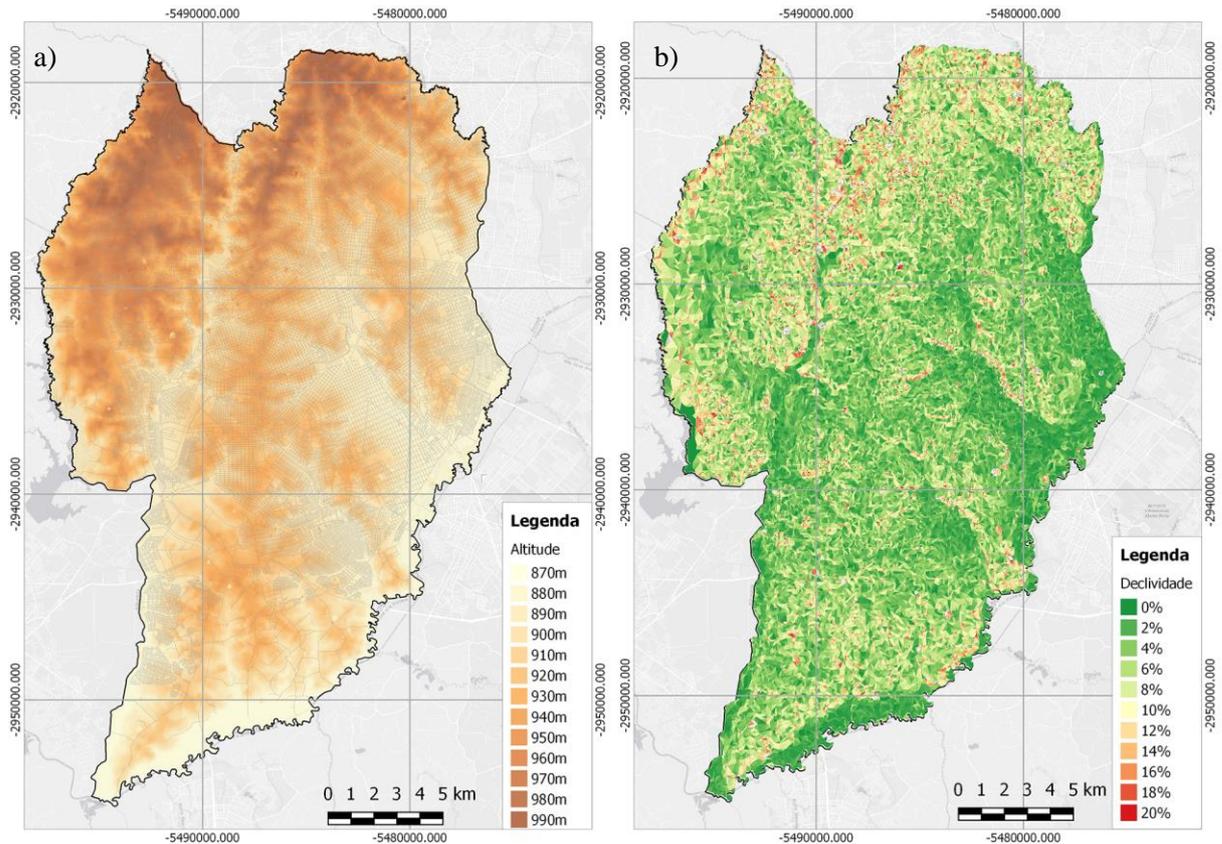


Figura 11 - Mapa planialtimétrico (a) e de declividade (b) da cidade de Curitiba.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de GOOGLE EARTH (2017).

2.1. A cidade de Nantes (França)

Nantes é uma cidade situada na região oeste da França (Figura 12), distante 385 km da capital Paris, e 50 km da costa do Oceano Atlântico. Sendo a sexta maior cidade do país, com 299.682 habitantes (NANTES METROPOLE, 2016). A cidade é centro da conurbação Nantes *Métropole*, reunindo 24 municipalidades das cidades e vilarejos sob uma administração regional que gerencia transporte e planejamento urbano. De acordo com AURAN (2017) a conurbação compreende 630.370 habitantes.

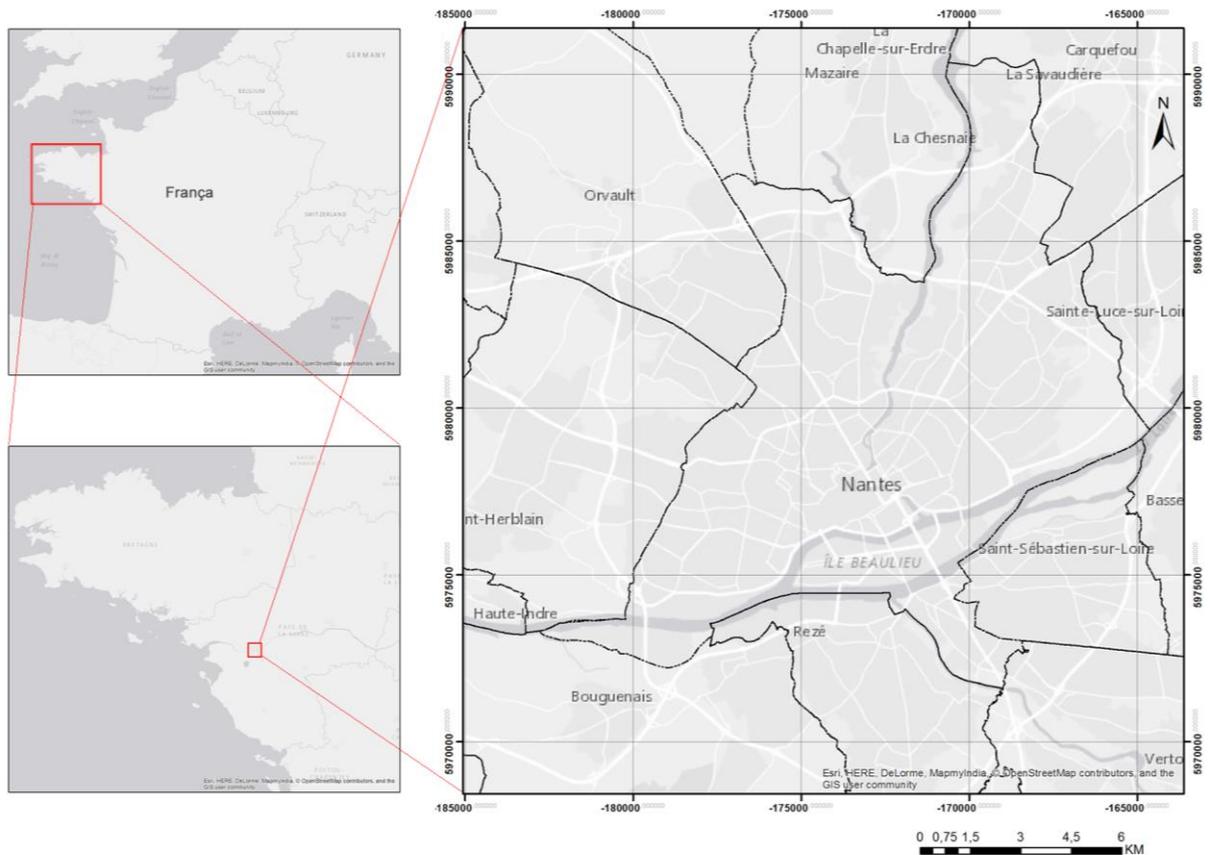


Figura 12 - Localização da cidade de Nantes.

Fonte: Elaboração própria. Base cartográfica: ESRI (2017).

O relevo de Nantes é composto majoritariamente por trechos planos (Figura 13), sobretudo ao longo do rio Loire, que corta a cidade no sentido Leste-Oeste. A Figura 13 (b) apresenta as declividades médias da topografia da cidade. Verificam-se declividades superiores a 6% em alguns trechos, que corresponde com as proximidades de cursos d'água que afluem no Loire.

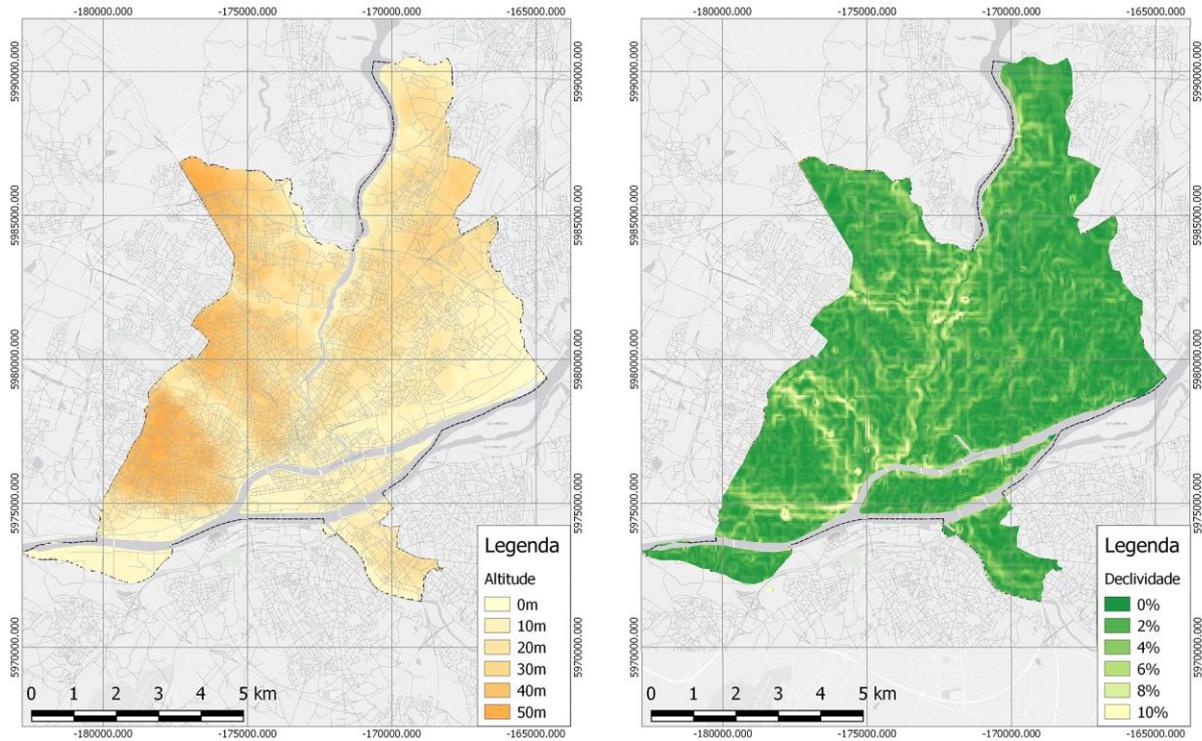


Figura 13 - Mapa planialtimétrico (a) e de declividade (b) da cidade de Nantes.

Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 14 é apresentada a densidade demográfica da cidade de Nantes. Observa-se uma concentração maior de população na parte leste da região central, com densidades de aproximadamente 130 habitantes/ha, considerada alta. Este contexto de alta densidade, de acordo com Cervero (2009), induz a diversificação de atividades, podendo concentrar comércio e serviços nas proximidades, reduzindo, a necessidade de grandes deslocamentos. No entanto, a zona central é exceção, uma vez que a maioria do território da cidade é composto por baixas densidades, formando uma cidade dispersa.

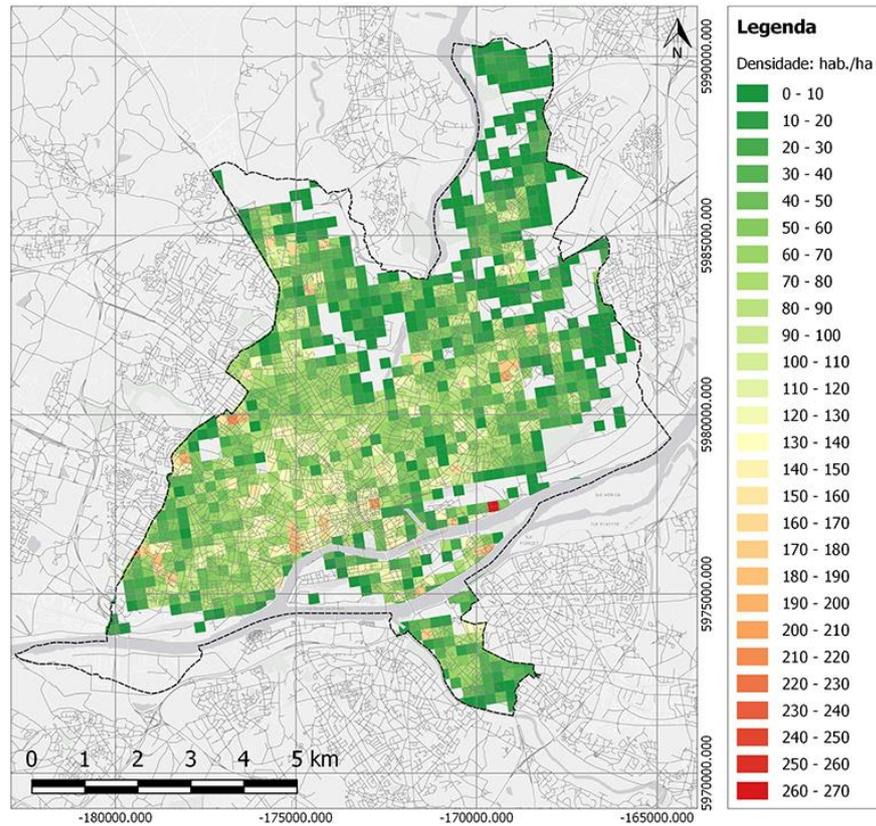


Figura 14 - Densidade demográfica (hab./ha) da cidade de Nantes.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de INSEE (2010).

2.2. A cidade de Copenhague (Dinamarca)

Copenhague é a capital e maior cidade da Dinamarca (Figura 15), abrindo uma população urbana de 591.481 habitantes em sua municipalidade, e de 1.280.371 habitantes na região metropolitana (STADBANK, 2016). Situa-se na costa oriental da Ilha de Seeland, próxima do estreito de Oresund que separa a Dinamarca da Suécia. No interior do perímetro urbanos de Copenhague, localiza-se também a cidade de Frederiksberg, que constitui uma municipalidade com 103.192 habitantes. Essa peculiaridade faz com que os estudos que envolvam sistemas de transporte de Copenhague, como é o caso deste trabalho, considerem também o território de Frederiksberg.

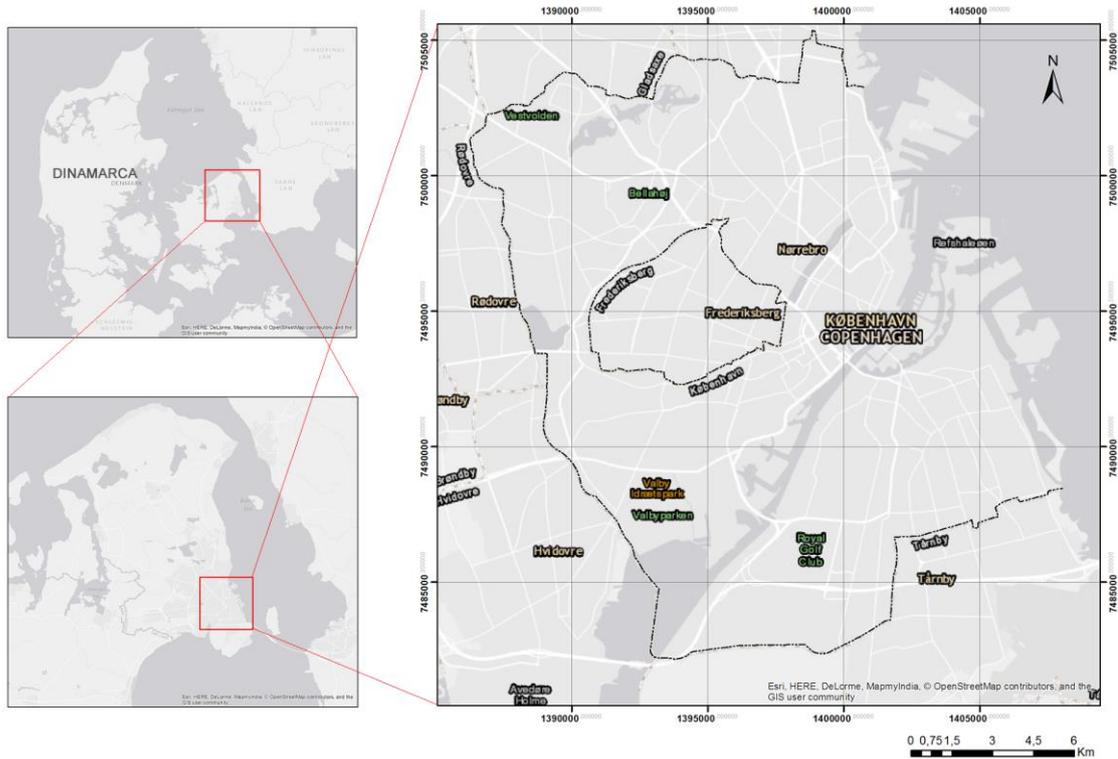


Figura 15 - Localização da cidade Copenhagen.

Fonte: Elaboração própria. Base cartográfica: ESRI (2017).

Conforme apresentado na Figura 16, o relevo de Copenhagen é plano em sua totalidade e localiza-se majoritariamente a menos de 40 metros de altitude. No caso das declividades, são exíguas as regiões onde ela depassa 6%. Assim, segundo Colville (2015) o relevo de Copenhagen é ideal para o uso da bicicleta.

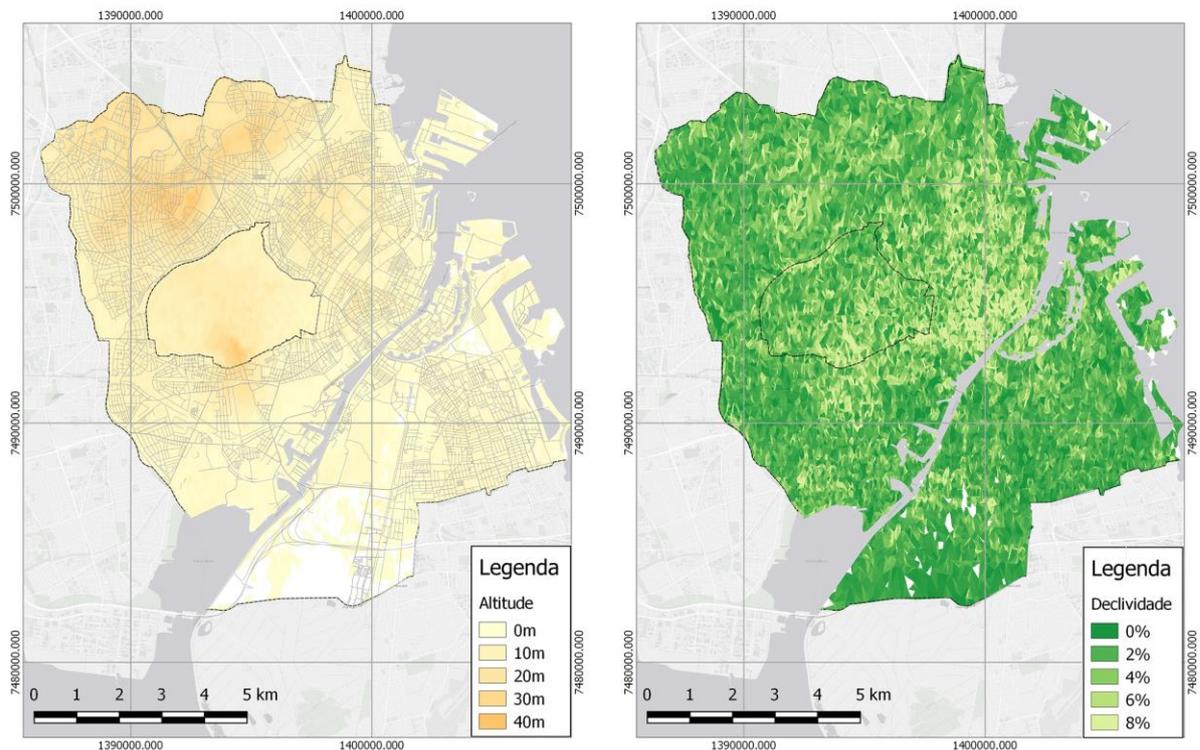


Figura 16 - Mapa planialtimétrico (a) e de declividade (b) da cidade de Copenhagen e Frederiksberg.

Fonte: Elaboração própria. Base cartográfica: ESRI (2017).

2.2. Levantamento da evolução da infraestrutura cicloviária nas cidades de Curitiba, Nantes e Copenhagen

Para o levantamento da evolução da infraestrutura cicloviária nas cidades de Curitiba, Nantes e Copenhagen, optou pela utilização do paradigma qualitativo, conforme descrito por Bardin (2009). Para a fase de coleta de dados, inerente ao método qualitativo, optou-se pelo levantamento documental que, conforme Siena (2007, p. 66-67), “possui características semelhantes às referidas para pesquisa bibliográfica, diferindo desta em relação às fontes dos dados. A pesquisa documental é elaborada utilizando materiais (documentos, banco de dados, etc.)”.

Nesta etapa da pesquisa, na etapa de “escolha de documentos”, como definida por Bardin (2009), foram selecionados em publicações históricas oficiais da Prefeitura Municipal de Curitiba e do Instituto de Planejamento Urbano de Curitiba, Mairie de Nantes, Nantes Métropole, Agence d’urbanisme de la Région Nantaise, Prefeitura de Copenhagen

(Kobenshavn) referentes à mobilidade e planejamento urbano, como planos de mobilidade urbana, planos diretores e setoriais, obtidos nas plataformas virtuais das cidades estudadas.

Na análise dos documentos, foram buscados diagnósticos oficiais referentes à mobilidade urbana que apresentassem dados e relatos referentes a participação da bicicleta na mobilidade urbana da cidade, bem como os processos que desencadearam a implantação de infraestrutura cicloviária e outras estratégias que tinham como objetivo a promoção da ciclomobilidade.

2.3. Levantamento e análise espacial das malhas cicloviárias de Curitiba, Nantes e Copenhagen

O levantamento iconográfico das malhas cicloviárias em estudo foi realizado por meio das plataformas de dados abertos das cidades. Os mapas com os traçados de pistas cicláveis de das três cidades foram obtidos em formato GIS (Sistema de Informações Geográficas). As tipologias de facilidades viárias destinadas ao tráfego de ciclistas foram então categorizadas para apresentar o cenário da malha cicloviária de cada cidade.

As análises espaciais baseiam-se em duas metodologias desenvolvidas pelo autor para quantificar aspectos relevantes para a qualidade da abrangência das malhas cicloviárias, sendo elas a análise da densidade da malha (por meio das interseções) e da continuidade.

Posteriormente, foram contabilizadas as interseções entre pistas cicláveis e as ramificações descontinuadas de cada cidade. As ramificações descontinuadas constituem-se em pontos onde a pista ciclável termina, criando segmentações na malha. A identificação e localização das interseções subsidia a representação da dimensão da malha, possibilitando, a análise da sua densidade, conforme a metodologia proposta. Enquanto, a quantificação das interseções e das descontinuidades foram utilizadas a análise da continuidade.

Além disso, uma terceira análise espacial foi realizada, baseada na análise angular de segmentos, uma das vertentes da Teoria da Sintaxe Espacial. Esta análise busca representar aspectos referentes à direcionalidade das malhas cicloviárias, que apresenta correlações com o a escolha de trajetos pelos ciclistas.

2.3.1. Análise da densidade das malhas cicloviárias

Largamente utilizada na mensura de conectividade de sistemas viários, a densidade de interseções é uma variável que refere-se ao número de interseções em determinada área, sendo calculada pela divisão do seu número pela área total (TRESIDER, 2005; BERRIGAN; PICKLE; DILL, 2010). De acordo com Schoner e Levinson (2014), valores altos indicam maior conectividade da malha. Matematicamente, a densidade de interseções é inversamente proporcional ao tamanho das quadras.

No entanto, quantificar esta variável em malhas complexas e heterogêneas gerando um único índice pode mascarar as nuances entre diferentes regiões. Diante disso, foi escolhida a criação de um diagrama Voronoi sobre os pontos correspondentes às interseções para representar a densidade da malha cicloviária.

O Diagrama Voronoi consiste num método de interpolação baseado na distância euclidiana (BERG et al., 2008). É resultado da união dos pontos entre si, traçando as mediatrizes dos segmentos de união. A interseção destas mediatrizes determina uma série de polígonos no entorno de pontos de controle (as interseções, neste caso). O perímetro dos polígonos gerado é equidistante aos pontos vizinhos e, assim, designa a área de influência de cada ponto.

A elaboração do diagrama Voronoi das interseções foi realizado no software QGIS 2.18. Cada polígono do diagrama gerado corresponde a uma interseção da malha cicloviária. No entanto, para considerar somente os trechos urbanizados, as células do diagrama que abrangiam áreas não urbanizadas tiveram seu contorno modificado.

Posteriormente, estes polígonos foram categorizados conforme sua área. A classificação da área das células teve como parâmetro a área equivalente a malhas de 200 metros a 1500 metros de distância.

2.3.2. Continuidade das malhas cicloviárias

A análise da continuidade de malhas cicloviárias proposta neste trabalho é baseado no índice *Connected node ratio*, utilizado para analisar a conectividade de sistemas viários e aplicado, principalmente, para o tráfego pedonal (ONU, 2013). O índice *Connected node ratio*

é calculado pela razão do número de interseções de vias e o número de interseções mais as ramificações descontinuadas (*culs-de-sacs*).

Para utilizá-lo em malhas cicloviária, foram consideradas somente as pistas cicláveis (em suas diversas tipologias). Diferentemente de quando aplicado ao sistema viário completo que, obrigatoriamente, necessita de conexões para ser acessível, na análise da malha cicloviária as ramificações descontinuadas não representam, necessariamente, o término da via como um todo, mas a interrupção da pista ciclável (descontinuidade). O principal resultado desta análise quando aplicada somente em malhas cicloviárias é o nível de continuidade.

Assim, justifica-se que no caso de malhas cicloviárias, esta variável seja tratada como o Índice de Continuidade (*IC*), calculado pela razão entre o número de interseções (*i*) da malha cicloviária (*i*) e a soma do número de interseções (*i*) com as descontinuidades (*d*). A expressão é mostrada abaixo:

$$IC = \frac{i}{i + d}$$

A análise proposta representa com maior precisão a continuidade da malha do que o índice de fragmentação, proposto por Tischer (2017), uma vez que o Índice de Continuidade não contabiliza positivamente (mas negativamente) a existência de trechos isolados. Além disso, o índice de continuidade possui um valor máximo de 1, que corresponde a uma malha perfeita (sem descontinuidades), facilitando a interpretação do índice.

A identificação das interseções e descontinuidades da malha cicloviária de Curitiba, Nantes e Copenhague foram realizadas no software QGIS 2.18. Segmentos de rua interrompidas por barreiras naturais ou divisas e que, porventura, possuem alguma infraestrutura cicloviária não foram contabilizadas como descontinuidades, por tratarem-se de interrupções no sistema viário e não uma interrupção exclusiva de uma pista ciclável. No caso de Nantes, os segmentos de ruas com velocidade limitada 30 Km/h (Zone 30) que tornam-se ruas pedonais também não foram contabilizados como descontinuidades, pois apesar de não serem diretamente concebidas como infraestrutura cicloviária, apresentam características que permitem o trânsito seguro e conveniente dos ciclistas.

2.3.3. Aplicação da Sintaxe Espacial na análise de malhas ciclovíarias

A teoria da Sintaxe espacial, criada por Bill Hillier e Hanson na University College London na década de 1970, foi concebida como uma ferramenta para estudos de configuração espacial em espaços construídos (HILLIER; HANSON, 1984). Conforme Hillier et al. (2007), esta teoria constitui a base para uma série de técnicas para analisar cidades como uma rede de espaços constituída pelo agrupamento, pela disposição e pela orientação dos edifícios e quadras. Suas aplicações, segundo Van Knes (2013), possibilitam a simulação da relação entre a configuração espacial urbana com os padrões de deslocamento e fluxos (principalmente de pedestres), o uso e ocupação do solo.

Ao considerar a relação dos segmentos de ruas com a totalidade dos demais componentes do sistema, a Sintaxe Espacial quantifica o potencial de acessibilidade de cada segmento de rua em relação aos demais, identificando as potencialidades de fluxos de pessoas determinadas pela configuração espacial (KNES, 2013).

A correlação entre a configuração espacial urbana e o movimento de pedestre, demonstrada pelas análises sintáticas, deu origem a chamada Teoria do Movimento Natural, conforme definição:

Movimento natural em uma malha urbana é a proporção do movimento de pedestres que é determinada apenas pela própria malha. O movimento natural, apesar de não ser quantitativamente o maior componente do movimento em espaços urbanos, é o mais presente deles, de tal forma que sem ele muitos espaços ficarão vazios pela maior parte do tempo (HILLIER, et al., 1993, p. 32).

Nesse contexto, ruas com menores necessidades de mudança de direção para atingir todas as demais tendem a concentrar maiores índices de fluxo de pedestres (Figura 17), tornando-se atrativas para a instalação de áreas comerciais que, por sua vez, se tornam multiplicadores destes fluxos (HILLIER et al., 1993; SABOYA, 2014).

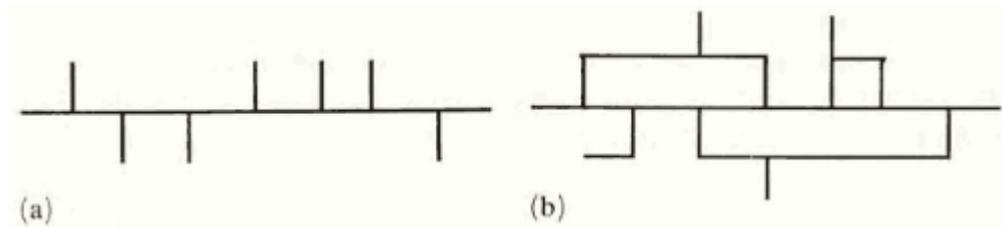


Figura 17 – As configurações espaciais de traçados urbanos determinam padrões diferenciados de fluxos.

Fonte: Hillier (1993).

Em relação às análises obtidas com a aplicação da sintaxe espacial, são utilizadas três unidades de distância: a métrica, a topológica e a geométrica (KNES, 2013). A distância métrica mede a rede de ruas e estradas de uma cidade como um sistema de caminhos mais curtos, enquanto a distância topológica, por sua vez, considera as mudanças de direção (passos topológicos) e, por fim, a distância geométrica ou angular analisa as mudanças de ângulo dos trajetos simulados (HILLIER; IIDA, 2005).

Para as simulações feitas pelas ferramentas da Sintaxe Espacial, os mapas de configuração urbana devem ser transformados em mapas axiais. Os mapas axiais constituem-se no modo de representação do espaço urbano que pode ser analisado pelas ferramentas de análise espacial. Para a elaboração de tais mapas, são consideradas as isovistas (maiores linhas de visão) possíveis dentro dos espaços abertos, e nesse é traçada uma linha reta. Uma linha axial representa a maior linha de visão possível num espaço aberto ou rua, condizendo com o movimento linear das pessoas nas ruas.

Durante as duas últimas décadas, os mapas axiais tem sido o elemento espacial básico para as análises sintáticas nos estudos urbanos, possibilitando o cálculo de quão espacialmente integrada determinada rua ou espaço urbano é, em relação à todo o sistema ou ao seu entorno próximo. Esta variável, denominada *integration analysis*, considera o número total de mudanças de direção (passos topológicos) necessários para alcançar todas os demais segmentos de ruas de determinada cidade (KNES, 2013; SABOYA, 2014).

No entanto, por tratar cada mudança de linha axial como uma nova direção, a despeito da angulação, este método de representação da sintaxe espacial tem apresentado imprecisões. McCahill e Garrind (2008) exemplificam esse contexto, relatando que mudanças de direção muito suaves (próximas a 0°) e mudanças bruscas (próximas de 90°) eram tratados igualmente na Sintaxe Espacial tradicional, causando imprecisões.

A introdução da análise angular de segmentos, criada por Turner (2005), possibilitou a definição de pesos para os passos topológicos de acordo com o ângulo entre dois segmentos. Esta nova análise aprimorou a precisão das simulações, visto que o cálculo de um trajeto que, na sintaxe espacial tradicional, considerava unicamente a quantidade de passos topológicos, passou a ponderá-los em função da angulação. Assim, segmentos que se encontrem a 90° representam um passo topológico, enquanto angulações de 45° representam 0,5 passo. De acordo com McCahill e Garrind (2008), a posterior categorização destes ângulos, permitiu a simplificação dos cálculos e a representação dos fluxos de pedestres.

De acordo com Berkeley e Raford (2007) e Nordström (2015), a análise angular de segmentos apresenta uma alta correlação com o comportamento dos ciclistas na escolha das rotas. Visto que a intensidade da mudança de direção influencia diretamente na desaceleração necessária para realiza-la, os ciclistas tendem a preferir rotas que determinem a menor mudança de direção possível e conseqüentemente, diminua a necessidade de retomadas que exigiriam maior esforço físico.

Diante deste contexto, que evidencia a aplicabilidade da análise angular de segmentos nos estudos de malhas cicloviárias, foram elaborados os mapas axiais dos traçados cicloviários das cidades estudadas, e posteriormente, analisadas no software DephtmapX 0. Os resultados da análise angular de segmentos foram utilizadas para avaliar a direcionalidade das malhas cicloviárias, para melhor compreensão da estrutura espacial destas.

2.4. Levantamento da percepção dos usuários em relação ao sistema cicloviário e às políticas de promoção da ciclomobilidade

Para a etapa de levantamento da percepção dos usuários sobre a infraestrutura cicloviária e o uso da bicicleta, foi elaborado um formulário (Apêndice 1), que contempla questões relacionadas à dados socioeconômicos, motivações para o uso da bicicleta percepções sobre a infraestrutura cicloviária e demais estratégias adotadas pelas municipalidade para incentivo à ciclomobilidade.

A elaboração do formulário foi embasada nos cinco critérios de qualidade para a infraestrutura cicloviária (Quadro 5) citados por Crow (2007) e Dufour (2010), bem como o modelo de estrutura o formulário elaborado por Hull e O'holleran (2014).

Quadro 5 - Variáveis analisadas na aplicação do formulário.

Categoria	Descrição
Coerência	Continuidade, conectividade entre atratores. Integração provida pela infraestrutura cicloviária no contexto espacial urbano (centro, periferias, áreas históricas, desenvolvimento recente)
Direcionalidade	A rede cicloviária proporciona as rotas mais rápidas aos ciclistas, considerando todos os custos de tempo de viagem
Segurança	O projeto da infraestrutura cicloviária assegura a segurança de todos os usuários
Conforto	A rede cicloviária proporciona trajetos que exigem pouco esforço físico, evitando aclives acentuados e manobras complexas
Atratividade	A infraestrutura cicloviária é planejada, equipada e iluminada prezando a segurança individual, tornando o ciclismo seguro a todos os usuários

Fonte: Elaboração própria com base em CROW (2007) e Hull e O'holleran (2014).

No diagnóstico das percepções foi utilizada a escala de Likert (1-5) onde 1 corresponde à total discordância com a afirmação e 5 à total concordância.

A ausência de dados precisos referentes ao número de ciclistas nas três cidades, posto que as pesquisas de divisão modal realizadas em cada uma delas apresenta metodologias diferentes, dificulta o cálculo de amostragens específicas para cada cidade. Diante desse contexto, foi considerada uma população infinita, com um índice de confiabilidade de 95% e erro amostral de 4,9%, correspondendo a uma amostra de 400 ciclistas em cada cidade, totalizando 1.200 entrevistas.

A aplicação do formulário ocorreu entre os horários das 8:00 às 18:00 horas de dias úteis, de forma a favorecer a presença de usuários de bicicleta no cotidiano. Em Copenhague a aplicação do formulário ocorreu entre os dias 12 a 24 de outubro de 2017, enquanto em Nantes ocorreu entre os dias 26 de outubro e 8 de novembro. Já, na cidade de Curitiba, a aplicação do formulário foi efetuada entre os dias 13 a 25 de março de 2018

Foram abordados ciclistas que estavam pedalando, estacionando ou empurrando suas bicicletas nas pistas cicláveis e paraciclos das regiões centrais e periféricas de Curitiba, Nantes e Copenhague. Após breve comentário sobre o objetivo da pesquisa, o formulário foi entregue ao entrevistado para ser preenchido (Figura 18). No caso de Curitiba e Nantes, ao

autor foi auxiliado pela Associação de Ciclistas Cicloiguaçu (Curitiba) e Place au Vélo (Nantes), que enviaram o formulário a seus associados.



Figura 18 - Aplicação dos formulários aos ciclistas de Copenhaga, na Norreport Station.
Fonte: Autor (2017).

Posteriormente, os dados foram compilados e tabulados com auxílio de planilha eletrônica. As estatísticas descritivas foram realizadas no software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), onde foram calculadas as médias e desvio-padrão, para permitir análises comparativas entre as cidades.

CAPÍTULO III

3. A EVOLUÇÃO DA INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA NAS CIDADES DE CURITIBA, NANTES E COPENHAGEN

No contexto da mobilidade urbana, a implantação de infraestruturas e estratégias que favoreçam ou restrinjam a utilização de determinado modal é resultado da atuação das autoridades governamentais, via políticas públicas. As políticas públicas podem ser definidas como uma série de ações realizadas pelos poderes públicos que visem atingir metas e objetivos preestabelecidos e o cumprimento de programas, tratando-se, assim, do “governo em ação” (SOUZA, 2006, p. 26). No caso de políticas públicas voltadas à ciclomobilidade, Rietveld e Daniel (2004, p. 540) consideram que estas “referem-se às ações e aos resultados das ações tomadas pelas autoridades locais que objetivem incrementar as facilidades para o ciclismo, bem como encorajar o uso da bicicleta como meio de transporte”.

Segundo Pucher, Dill e Handy (2010), as atuações das municipalidades na promoção da ciclomobilidade podem materializar-se por meio de estratégias que podem envolver a criação de infraestrutura viária específica; a oferta de estacionamento para bicicletas e outras facilidades para o término do trajeto; facilitar a integração do uso da bicicleta com o transporte coletivo; estabelecer programas e campanhas de incentivo ao ciclismo; aplicar medidas de moderação do tráfego de veículos automotores e restringir o acesso de tráfego motorizado individual em determinadas áreas.

Neste capítulo é apresentada a evolução da infraestrutura cicloviária, bem como a adoção de outras estratégias relacionadas com a promoção da ciclomobilidade, na cidades de Curitiba, Nantes e Copenhagen.

3.1. A CICLOMOBILIDADE EM CURITIBA

Sendo referência nacional na implementação de estratégias de planejamento voltadas à sustentabilidade urbana, a cidade conta com um longo histórico de intervenções urbanas voltadas à mobilidade. Em 1964, o arquiteto Jaime Lerner liderou um grupo da Universidade Federal do Paraná objetivando o planejamento da capital e, especificamente, um alto controle do espraiamento urbano, a preservação das áreas históricas da cidade e a construção de um sistema de transporte público eficiente (MOORE, 2007).

De acordo com Miranda e Silva (2012), a criação do Instituto de Planejamento e Pesquisa Urbano de Curitiba (IPPUC), em 1965, visava a implementação do plano diretor que, posteriormente, tornou-se um plano de transportes. O sistema criado conta com uma série de três ruas paralelas, onde as ruas externas são destinadas a dar acessibilidade da área central às periféricas, enquanto as ruas centrais são dedicadas a vias expressas de transporte público (internas) e ao tráfego local (externas).

Em relação às atribuições referentes ao trânsito na cidade, estas competiam ao Estado por meio do DETRAN-PR (CURITIBA, 2008). No período de 1971 a 1974, época em que foi iniciada a execução dos procedimentos de planejamento urbano, o IPPUC passou a integrar o Planejamento de Trânsito, porém, algumas ações ainda continuavam com o DETRAN-PR. Somente a partir de 1974 as atribuições referentes ao trânsito e mobilidade foram transferidas ao município de Curitiba, via Decreto Estadual (CURITIBA, 2008), atribuindo ao IPPUC o planejamento da mobilidade da capital paranaense.

No final da década de 1970, foram iniciadas, no seio do IPPUC, as primeiras discussões sobre a necessidade de implantação de infraestrutura cicloviária na cidade (IPPUC, 1978). As altas no preço dos combustíveis, a aceleração da deterioração do meio ambiente e a crise dos grandes centros urbanos formaram um contexto que estimulou a reavaliação dos sistemas de transporte, dando ênfase ao transporte coletivo e ao não-motorizado. Foi neste contexto que o IPPUC iniciou a elaboração de um plano para a implantação de uma rede de ciclovias visando a interligação de equipamentos urbanos e, assim, apresentar a ciclomobilidade como uma alternativa para o transporte individual tanto para fins de lazer como de trabalho.

A partir de um levantamento realizado junto aos trabalhadores do comércio da Zona Central, foi constatado que 51% destes realizavam deslocamentos com um percurso total de aproximadamente 6 quilômetros diários (IPPUC, 1983), que representa uma distância

facilmente praticável com bicicleta. O levantamento ainda indica que somente 10% destes eram efetuados a pé e que a bicicleta era utilizada apenas por uma minoria. Outro levantamento, relacionado ao número de bicicletas comercializadas, indicou a tendência de crescimento da frota (IPPUC, 1978).

No mesmo documento (IPPUC, 1978) é apontado ainda que, o relevo da cidade, plano na maior parte, apresenta-se como adequado ao uso da bicicleta como meio de transporte. A indicação do relevo favorável para o uso da bicicleta é confirmada pelo mapa planialtimétrico e de declividade (Figura 13), apresentado anteriormente. Observa-se que na vasta maioria da superfície de Curitiba prevalecem declividades inferiores à 4%, que, conforme o ITDP (2017) são favoráveis aos deslocamentos de bicicleta. No entanto, algumas regiões de vales como observada no norte da cidade podem apresentar declividades maiores que 10% e, portanto, exigirem maior esforço para os ciclistas.

No plano desenvolvido pelo IPPUC em 1978, a primeira fase de implantação da malha cicloviária de Curitiba visava conectar a nova Cidade Industrial de Curitiba com a Estrutural Sul, principal fornecedora de mão-de-obra. Para tanto, planejou-se a construção de uma ciclovia que atravessaria a cidade no sentido nordeste/sudoeste, percorrendo os bairros do Sudoeste que também proviam mão de obra à Cidade Industrial (IPPUC, 1978). Além das conexões à cidade Industrial, o projeto que contemplava a construção de 174 km de ciclovias, também previa trechos que margeavam a Ferrovia, córregos e vias de acesso importantes (IPPUC, 1993).

De acordo com IPPUC (1993), a implantação do primeiro trecho iniciou por volta de 1980, com 34 km de ciclovias ligando o Parque da Barreirinha à Cidade Industrial. No ano de 1983, a extensão da malha cicloviária de Curitiba atingia 45,5 km, dentre os quais 26 km margeavam a ferrovia que corta a cidade no sentido Norte-Sudoeste, fazendo a conexão entre os municípios de Almirante Tamandaré e Araucária. Conforme IPPUC (1983), um trecho de 8 km de ciclovias também foi implantado na região leste, juntamente ao sistema de transporte coletivo, proporcionando uma nova opção de transporte a uma região em processo de densificação e conectando-a ao município de Piraquara. Outro trecho com objetivo de atender deslocamentos moradia-trabalho foi implantado ao longo das margens dos rios, no trecho sul do Canal do Belém, com cerca de 4,5 km.

Já, durante o início da década de 1990, foi elaborado um plano de expansão da rede de ciclovias, sendo parte do planejamento intersetorial da cidade baseado no trinômio: uso do

solo, circulação e transporte urbano (IPPUC, 1995). Da mesma forma que este trinômio possibilitou um sistema de circulação ordenado, a criação de grande áreas de lazer e serviu como base para conectar equipamentos urbanos e centralidades pela rede de ciclovias. A Figura 19 apresenta os pontos de interesse conectados pela malha ciclovária existente à época, bem como aqueles a serem conectados com a expansão desta.

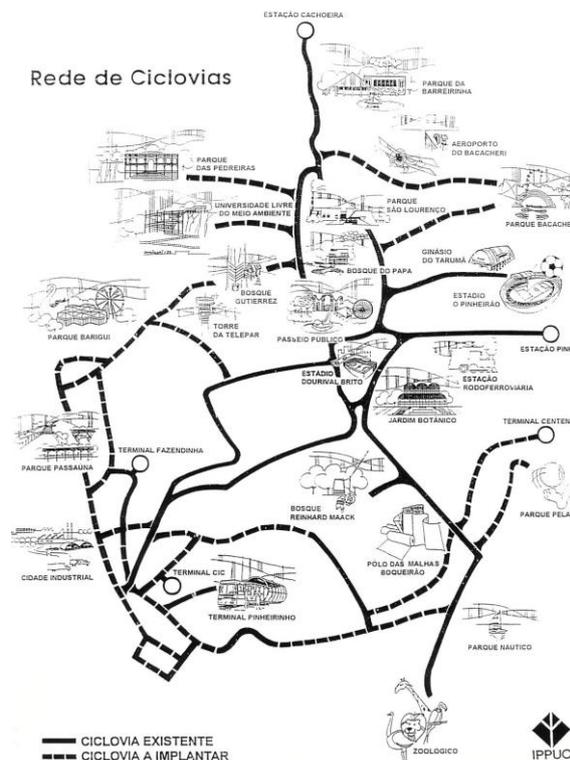


Figura 19 - Projeto para ampliação da malha ciclovária de Curitiba realizado pelo IPPUC na década de 1990.

Fonte: IPPUC (1995).

O projeto de expansão da malha ciclovária, que em 1993 contava com 69 km, previa a execução de mais 101 km de pistas cicláveis, dos quais 33 km seriam instalados na Cidade Industrial, conectando-a à rede existente e, assim, estimular o uso da bicicleta entre os trabalhadores. Porém, no ano de 1995, o montante de pistas destinadas ao trânsito de bicicletas em Curitiba era estimado em 85,70 km (IPPUC, 1995), evidenciando que somente uma parte do plano de ampliação havia efetivamente sido executado. A distribuição da malha ciclovária existente no ano de 1994 é apresentada na Figura 20.

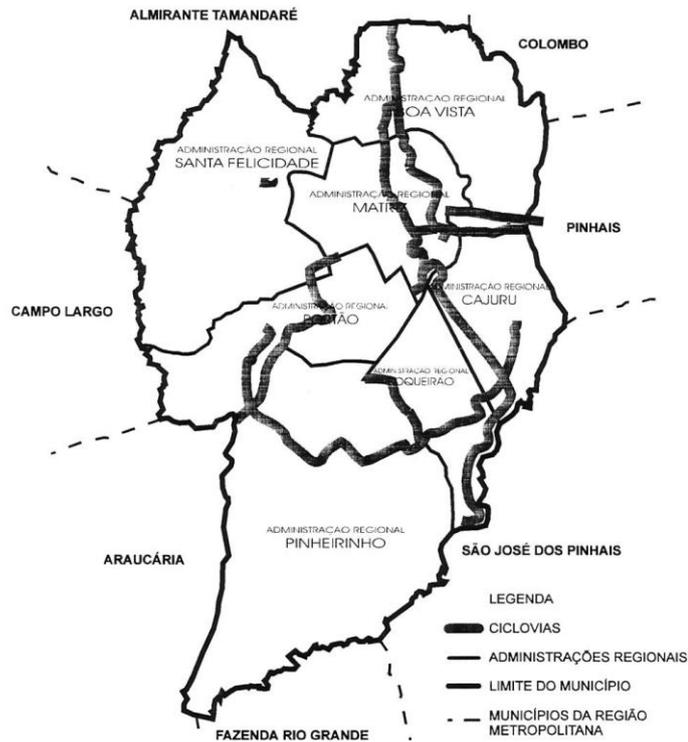


Figura 20 - Malha cicloviária de Curitiba no ano de 1994.

Fonte: IPPUC (1995).

Na metade da década de 1990, é observado um crescimento mais lento de Curitiba em relação às cidades da região metropolitana. A intensificação da relação da capital com estes municípios estimula um tratamento diferenciado do planejamento urbano, que passa a considerar a região na sua totalidade (IPPUC, 1995). Frente à esta necessidade de maior integração, o IPPUC elabora um plano para estender o sistema cicloviário ao longo de importantes vias de ligação com os municípios vizinhos, formando elos de ligação nos sentidos Norte/Sul e Leste Oeste (Figura 21) integrados com as linhas de transporte coletivo que atendiam a região metropolitana. O plano também incluía a implantação de ciclofaixas na área central da cidade que, à época, já encontrava-se degradada pelo intenso tráfego motorizado.

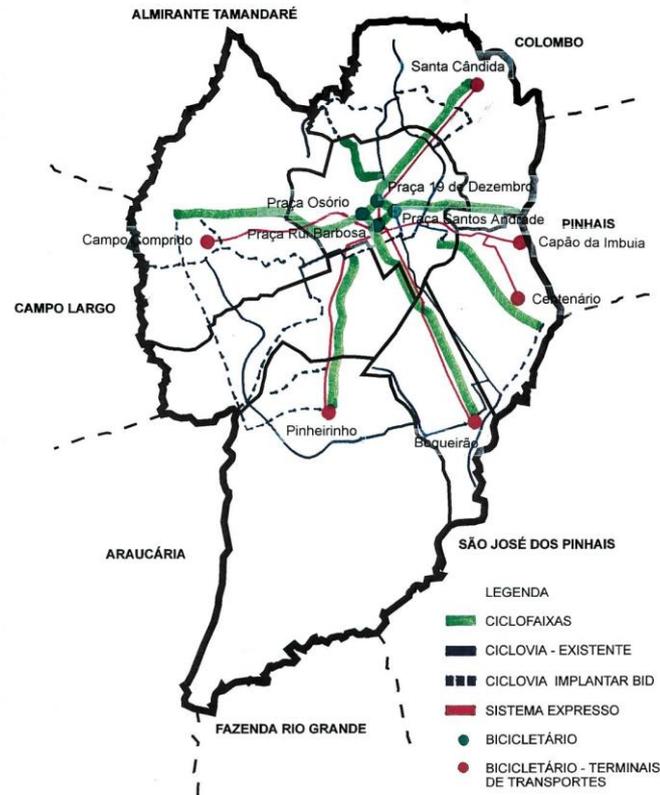


Figura 21 - Proposta de Diretrizes para implantação do Sistema de transporte Alternativo de Curitiba, elaborado pelo IPPUC em 1995.

Fonte: IPPUC (1995).

Apesar dos avanços em relação à infraestrutura mobilidade ocorridos entre o final da década de 1970 e a metade da década de 1990, após esse período houve uma estagnação da criação de infraestrutura, e também não foram localizados mais registros de pesquisas do perfil dos ciclistas e de demanda. Esta estagnação, segundo Cezar (2013), durou até 2004, ano da revisão do Plano Diretor.

Na ocasião, juntamente com a revisão do Plano Diretor, foram elaborados planos setoriais, dentre os quais o Plano Municipal de Mobilidade Urbana e Transporte Integrado, aprovado pelo Concitiba (Conselho da Cidade de Curitiba) em 2008 (CURITIBA, 2008). Na época, a cidade contava com uma malha de 81 km de pistas cicláveis em calçadas compartilhadas e 35 km de ciclovias, evidenciando a estagnação da construção de infraestrutura dedicada a bicicleta por um período de 13 anos. Com a elaboração de um Plano Diretor de Ciclovias, decorrente do plano de mobilidade urbana, que previa a construção de mais 22 Km de ciclovias, a ciclomobilidade voltou à pauta, mesmo que timidamente.

Contudo, os principais avanços em relação à inserção do modal bicicleta na mobilidade urbana de Curitiba aconteceram após a aprovação da Lei Nacional de Mobilidade

Urbana, (Lei nº 12.587/2012). A referida lei instituiu a Política Nacional de Mobilidade Urbana constitui um instrumento de desenvolvimento urbano que visa integração dos diferentes meios de transporte urbano e a melhoria nas condições de acessibilidade de pessoas e cargas. Além disso, a referida lei determina a priorização do transporte coletivo em detrimento do individual motorizado, bem como dos transportes não motorizados sobre o motorizado (BRASIL, 2012). Este contexto, segundo a UCB (2016), estimulou a inclusão da ciclomobilidade no planejamento da mobilidade urbana nas cidades brasileiras.

No ano de 2013 o Plano Estratégico Ciclovitário de Curitiba, elaborado conjuntamente pela Prefeitura de Curitiba, o IPPUC e a Cicloiguaçu (Associação de Ciclistas do Alto Iguaçu), foi aprovado (CURITIBA, 2013). Convém destacar a participação da sociedade civil organizada, representada nesse caso pela Cicloiguaçu, como uma maneira de aproximar o poder público municipal da realidade dos ciclistas e, assim, melhor compreender suas solicitações. O plano propôs a adoção de outros instrumentos para ampliação da infraestrutura ciclovitária da cidade, como a implantação de paraciclos e bicicletários em locais estratégicos, além da extensão da malha de pistas cicláveis em 300 Km, dos quais 90 seriam compostos por ciclorrotas, 80 Km de vias calmas e 130 km entre ciclovias, ciclofaixas e passeios compartilhados (Figura 22).

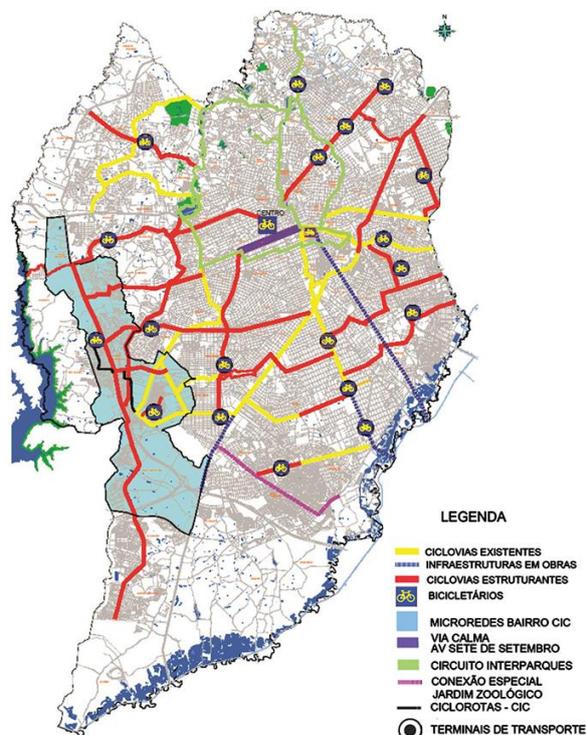


Figura 22 - Plano Estratégico ciclovitário de Curitiba, aprovado em 2013.
Fonte: IPPUC (2013).

No entanto, conforme Miranda e Moreira (2017), os administradores da gestão municipal à época consideraram a impossibilidade de executar os 300km de novas pistas cicláveis, devido à escassez de recursos e baixo apoio político e popular para medidas como a supressão de estacionamentos para implantar ciclofaixas. Este contexto, ainda segundo Miranda e Moreira (2017), estimulou a adoção duas principais tipologias de pistas cicláveis: a) a ciclorrota, utilizada como uma infraestrutura complementar e de baixo custo, onde há o compartilhamento de faixa entre ciclistas e motoristas em via com velocidade máxima de 30km/h e b) a via Calma, com características semelhantes a uma ciclofaixa, implantada nas vias laterais da canaleta de circulação dos BRTs, onde a existência de uma faixa de rolamento com 5 metros de largura permitiu, sem prejuízo aos motoristas, a demarcação de uma faixa com 1,5 metros para os ciclistas.

Apesar dos entraves, entre os anos de 2013 e 2016, a malha cicloviária da cidade teve sua extensão ampliada em 71,4% (CURITIBA, 2016). No período, que compreendeu a duração de uma gestão, foram implantados 90,76 km de novas pistas cicláveis, totalizando 217,76 km. Além da implantação desta infraestrutura, também foram realizadas outras iniciativas em prol da ciclomobilidade, como a promoção de campanhas de orientação para a utilização adequada das pistas cicláveis e a implantação da Praça de Bolso do Ciclista.

Segundo Brand (2018), desde o final de 2016 não foram realizadas obras envolvendo infraestrutura cicloviária. A distribuição atual da malha cicloviária de Curitiba é apresentada e analisada no capítulo seguinte.

3.2. Nantes

Sendo o centro de uma aglomeração urbana que abriga atualmente cerca de 630.370 habitantes, a cidade de Nantes tem um longo histórico de participação em sistemas de organização territorial com as cidades da aglomeração.

De acordo com Grit (1996), o primeiro agrupamento intermunicipal foi criado em 1967 sob o formato de Associação Comunitário da Região de Nantes (*Association Communautaire de la Région Nantaise*) contando com 37 municípios. A partir dos anos 1970, são instituídos os Sindicatos Intermunicipais de Vocação Única (*Syndicats Intercommunaux À Vocation Unique*), que possibilitam o planejamento intermunicipal de aspectos relacionados

ao urbanismo e transportes. Estas atribuições resultaram na criação, em 1978, da Agência de Estudos Urbanos da Aglomeração de Nantes (AURAN), encarregada de projetos relacionados ao planejamento urbano e de transportes em escala intermunicipal, que, conseqüentemente, integra também a infraestrutura cicloviária.

No entanto, Grit (1996) ressalta que desde a Segunda Guerra Mundial, a bicicleta era estigmatizada socialmente na França, e seu uso como meio de transporte era geralmente relacionado à trabalhadores de fábricas ou a estudantes. Segundo Grit (1996), entre as décadas de 1960 e 1980, técnicos e governantes franceses prezavam sobretudo o planejamento das cidades para o tráfego de automóveis, enquanto julgavam retrógrados os meios de transporte como o *tramway* e a bicicleta, considerados ultrapassados.

Neste contexto, a bicicleta, que costumava ser um meio de transporte importante nas cidades francesas, teve sua participação na divisão modal bastante reduzida à partir da década de 1960. Em Nantes, de acordo com Minvielle (1995), a bicicleta era utilizada em 6,1% dos deslocamentos cotidianos no ano de 1980. Quanto à presença de infraestrutura para o uso deste modal em Nantes na mesma época, Blondeel (2015) cita a existência de pistas cicláveis, embora sua distribuição no espaço urbano não tenha sido detalhada.

Minvielle (1995) também ressalta tanto o crescimento da motorização observado em Nantes na década de 1980, como o espraiamento urbano encorajado pelo uso massivo de automóveis. O grande número de veículos circulando na cidade torna o uso da bicicleta perigoso, o que reduz a sua participação na divisão modal para cerca de 2,1% em 1989.

Frente à insegurança a que os ciclistas estavam expostos, juntamente com a elaboração do *Plan de Déplacements*, (equivalente de um plano de mobilidade urbana) em 1991, a AURAN desenvolve também um Plano Diretor de Continuidades Pedonais e Cicláveis (*Schème Directeur des continuités Piétonnes et Vélos*) (GRIT, 1996). O referido plano diretor visava consolidar uma malha de vias cicláveis, conectando os trechos existentes ao longo dos cursos d'água e parques com a área central da aglomeração urbana, que coincide com o centro de Nantes (GRIT, 1996), visando aumentar a segurança dos ciclistas.

A malha planejada no Plan de Déplacements de 1991 compreendia 385 km de vias cicláveis para a aglomeração, dos quais aproximadamente 100 km eram localizadas dentro do perímetro urbano de Nantes (WOLFF, 1999). A Figura 23 apresenta a distribuição das vias cicláveis previstas para a aglomeração. Percebe-se a predominância de anéis concêntricos na malha de pistas cicláveis já existente, porém, a exiguidade de transversais (radiais) dificulta o

trajeto centro-periferia. Na tentativa de facilitar estes trajetos aos ciclistas que foi planejada a criação de vias cicláveis distribuídas de forma radial.

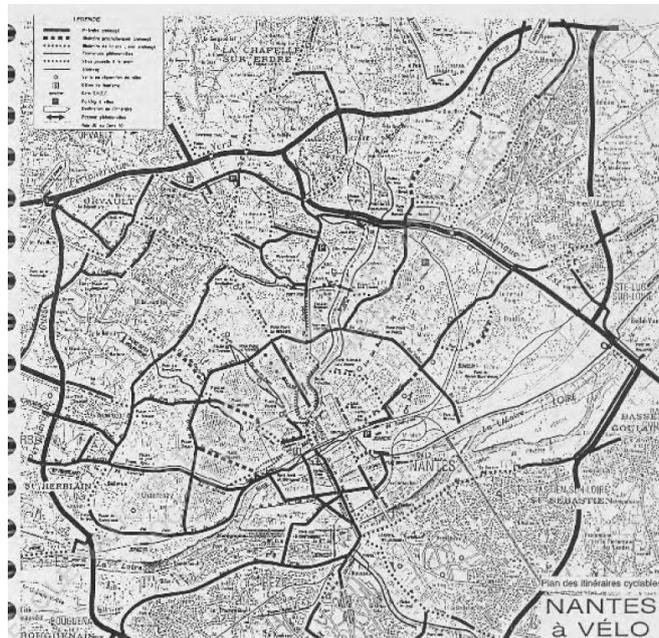


Figura 23 - Mapa da infraestrutura ciclovária (existente e planejada) na aglomeração urbana de Nantes, na década de 1980.

Fonte: Grit (1996).

No caso da área central, destacada na Figura 24, que concentra uma alta densidade de atividades comerciais, observa-se que as pistas cicláveis implantadas até a elaboração do plano contemplavam essencialmente o eixo Norte-Sul, ao longo do Largo de 50 *Otages*, bem como o Eixo Leste-Oeste margeando a Ilha *Feydeau*. Por outro lado, o traçado da malha projetada demonstra a iniciativa de dotar a área central com uma densa malha de pistas cicláveis, abrangendo também as ruas locais.

densidade da malha ao criar eixos radiais para conectar as vias cicláveis concêntricas já implantadas, melhorando significativamente a acessibilidade do território via pistas cicláveis. Até o ano de 2009, os objetivos traçados em 1997 ainda não tinham sido atingidos.

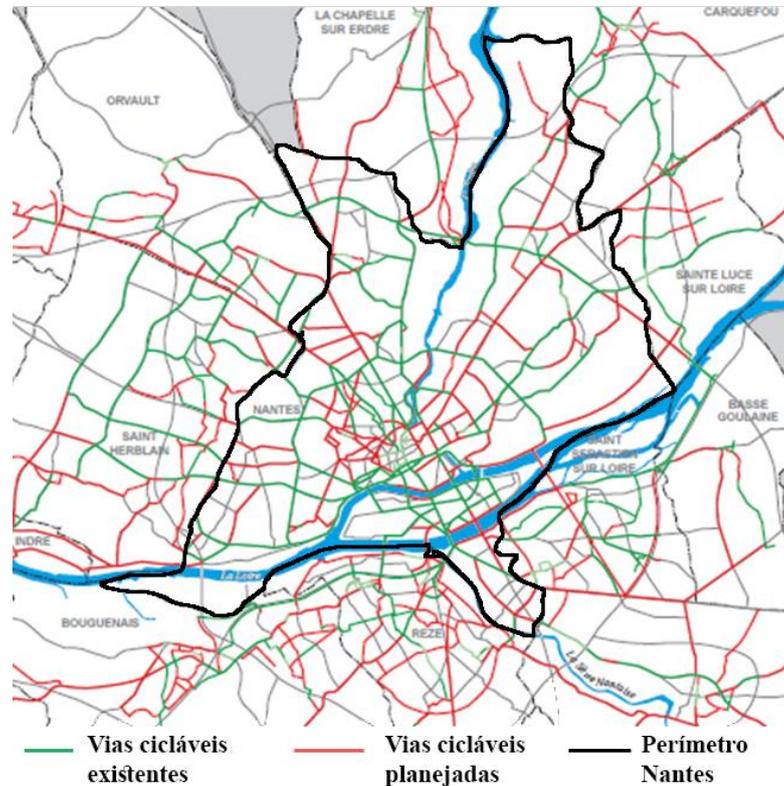


Figura 25 - Esquema intermunicipal de Continuidades para Ciclos, elaborado em 1997 pela AURAN.

Fonte: AURAN (2000).

A malha cicloviária da aglomeração de Nantes atingiu a extensão de 388 km em 2009 (NANTES MÉTROPOLE, 2011). No período de 2006 a 2009, além da infraestrutura viária dedicada ao trânsito de bicicletas, outras iniciativas foram implementadas para promover a ciclomobilidade, como a criação de um sistema de bicicletas compartilhadas (*Bicloo*), em 2008, contando com 790 bicicletas distribuídas em 89 estações. Outro sistema de aluguel de bicicletas também foi implementando por meio do programa *Ville à Vélo*, contando com 200 bicicletas disponíveis para aluguel de média e longa duração. Paralelamente, também foram instalados mais 3.600 paraciclos, com 80% destes instalados na região periférica da cidade, visando que o uso da bicicleta não fosse restrito à área central. Ainda de acordo com Nantes Métropole (2011), o conjunto de ações voltadas à ciclomobilidade no período 2006-2008 resultou num aumento de 11% no fluxo de ciclistas em alguns eixos principais.

Nem todas as intervenções urbanas realizadas em Nantes que facilitavam o uso de bicicletas restringiram-se, unicamente, à implantação de vias cicláveis. O caso da primeira experiência francesa de implantação de uma Zona de Tráfego Limitado (*Zone à trafic limité*) na área central, inspirado em cidades italianas e suíças, é um dos exemplos. As zonas de tráfego limitado são compostas por ruas dedicadas aos pedestres, ciclistas e transportes coletivos, com restrições de velocidade e circulação de automóveis (são permitidos somente veículos de entregas e moradores).

Dentro desta zona de tráfego limitado, está o Largo de 50 Otages, um grande eixo de circulação no sentido Norte/Sul e chegou a abrigar um fluxo de 44.000 veículos por dia (NANTES MÉTROPOLE, 2016), distribuídos em nove faixas dedicadas aos automóveis (Figura 26). Após uma série de intervenções, sendo a última no ano de 2013, percebe-se a mudança nas prioridades, que passaram a atender as necessidades dos usuários de transporte coletivo, pedestres e ciclistas (Figura 26).



Figura 26 - Transformações no Largo de 50 Otages, no centro de Nantes. A) 1985 e B) 2013.

Fonte: A) AURAN (2000); B) Acervo pessoal.

O efeito positivo das intervenções na área central, tanto na Cours de 50 Otages e como a criação da zona de tráfego limitado, sobre a ciclomobilidade foi contabilizado, em 2013, pelos 9 pontos de contagem de ciclistas. Foi diagnosticado o aumento de 28% no fluxo médio de ciclistas, em relação a 2012, chegando a até 32% nas horas de pico (NANTES MÉTROPOLE, 2016). No Largo de 50 Otages, foram registrados até 2.850 ciclistas em média, por dia.

No ano de 2013, a região metropolitana de Nantes concentrava cerca de 470 km de pistas cicláveis, sendo 114 km de ciclovias, 244 km de ciclofaixas, 15 km de faixas compartilhadas com ônibus, 8 km de *chaucidou*, 29 km de ciclofaixas bidirecionais e 59 km de ciclovias em corredores verdes (AURAN, 2014).

Ainda em 2013, foi finalizado o primeiro eixo ciclável estruturante, ligando a cidade de Rezé ao sul com a região norte de Nantes, com um total de 6 km. Um outro eixo estruturante, transversal ao anterior, e localizado na direção leste-oeste, tem 5 km de extensão e foi concluído no ano de 2014 (Figura 27). A criação destes eixos estruturantes da malha cicloviária atende às recomendações de hierarquização, definidas por Crow (2007), ao criar itinerários onde os ciclistas podem circular rapidamente, com o mínimo de restrições em cruzamentos e, sobretudo, em segurança.



Figura 27 - Eixos cicláveis estruturantes implantados em Nantes, no ano de 2013.

Fonte: Nantes Métropole (2017).

Em 2015, o uso da bicicleta correspondia a cerca de 3% da totalidade dos deslocamentos realizados na escala metropolitana de Nantes (NANTES MÉTROPOLE, 2015). Esse valor aumentava para 4,5% quando considerados somente os percursos domicílio/trabalho e, no caso dos deslocamentos efetuados na área central de Nantes. Apesar destes índices não terem alcançado o objetivo traçado no Plano Bicicleta 2009-2014, Nantes Métropole (2015) diagnosticou a existência de um potencial latente de aumentar a participação da ciclomobilidade, visto que 54% dos deslocamentos efetuados na escala da região metropolitana tinham extensão inferior a 3 km (facilmente praticáveis com a bicicleta). As estratégias adotadas visavam aumentar o uso da bicicleta em detrimento do uso do automóvel, que era utilizado em 47% destes deslocamentos.

No Plano de Ações para a Bicicleta 2015-2020 (NANTES MÉTROPOLE, 2015), que também considerava como horizonte o ano de 2030, foi traçado como principais objetivos: a ampliação dos eixos cicláveis estruturantes na escala metropolitana, que facilitariam os trajetos longos; reduzir as decontinuidades da malha cicloviária, conectando trechos isolados ou interrompidos. Estes objetivos integram uma estratégia maior, que compreende a hierarquização da malha cicloviária em três níveis: a) os eixos cicláveis estruturantes: pistas cicláveis com largura suficiente para permitir ultrapassagens e acolher entre 5.000 a 10.000 ciclistas/dia, proporcionam trajetos diretos entre as principais destinações e, assim, permitem uma maior velocidade de deslocamento aos ciclistas nas áreas densificadas próximas ao centro da aglomeração. b) os eixos cicláveis intercomunais: permitem deslocamentos sobre longas distâncias (acima de 5 km) e forma uma malha intermunicipal, sem interrupções, principalmente sob a forma de ciclovias. c) a malha cicloviária interbairros: materializada principalmente sob a forma de ciclofaixas, zonas de tráfego limitado ou limitações na velocidade (Zonas 30Km/h), permitem o trânsito seguro de ciclistas em deslocamentos curtos, sobretudo nas regiões periféricas.

Os objetivos relacionados à infraestrutura servem como subsídio para atingir a participação da bicicleta em 15% dos deslocamentos dentro do anel viário de Nantes e 12% na escala metropolitana para o ano de 2030. Assim, o conjunto de facilidades providas pela municipalidade a quem se deslocar de bicicleta, constitui-se num indutor do seu uso.

3.3. Copenhagen

Na Dinamarca, o uso utilitário de bicicletas faz parte do cotidiano da maioria da população. De acordo com CED (2017), atualmente, cerca de 16 % de todos os deslocamentos no país são realizados com bicicletas. Esse número aumenta para 26% quando são contabilizados somente aqueles com extensão menor que 5 km.

A capital dinamarquesa, Copenhagen, tem uma longa relação este modal. De acordo com CED (2017), em 1890 haviam aproximadamente 3.000 bicicletas em Copenhagen. Já no ano de 1907, esse número aumentou para cerca de 80.000 e, no ano de 1934 já haviam mais de 400.000 bicicletas na cidade.

Antes da existência de pistas cicláveis, os ciclistas circulavam nas estradas existentes, cobertas com cascalho para o trânsito de carroças e carruagens. De acordo com Jensen e Larsen (1989), uma das motivações para a implantação dos primeiros equivalentes a pistas cicláveis, deve-se a conflitos causados pelos ciclistas que utilizavam uma faixa da via destinada a passagem de cavalos e cavaleiros. Esta pequena porção da via apresentava cascalho mais fino que aquela destinada ao tráfego de carruagens e, portanto, era mais confortável para os ciclistas.

A criação da Federação Dinamarquesa de Ciclistas (DCF) em 1905, que objetivou demandar melhores condições para o uso da bicicleta frente às autoridades, teve um papel importante na implantação da primeira pista ciclável na cidade, no mesmo ano (JENSEN; LARSEN, 1989). Na época, a atuação da DCF teve foco na melhoria do conforto dos ciclistas, propondo a transformação das faixas utilizadas pelos cavaleiros em faixas pavimentadas para os ciclistas. Estas demandas foram atendidas, resultando na criação das primeiras pistas cicláveis, implantadas ao longo de importantes estradas radiais.

Segundo Kastrup (2007), por volta de 1915, a pequena frota de automóveis já causava distúrbios na cidade e, principalmente, para os ciclistas. Frente à crescente motorização, a DCF apresentou, entre os anos de 1922 a 1928, demandas para a separação das faixas destinadas à veículos daquelas destinadas à ciclistas por meio de canteiros ou árvores. Esta tipologia de pistas cicláveis segregadas é, atualmente, conhecida como *Copenhagen style*.

Durante a década de 1930, não somente a DFC incentivava a construção de infraestrutura cicloviária. De acordo com Carstensen et al. (2015), frente à crise dos anos 30, o parlamento dinamarquês aprovou duas leis, em 1935 e 1938, que instruíam as municipalidades a construir estradas, pistas cicláveis e calçadas para mitigar o desemprego resultante da crise. Este contexto permitiu à cidade de Copenhague continuar a expansão da malha cicloviária durante o período da década de 1930 e da Segunda Guerra Mundial.

De acordo com CED (2017), durante a ocupação alemã na Dinamarca, de 1940 a 1945, o racionamento de combustíveis derivados do petróleo fez da bicicleta o principal modal de transporte no período. A participação da bicicleta na divisão modal continuou aumentando até a metade da década de 1950, quando o trânsito de automóveis começou a crescer em ritmo acelerado. Na década de 1960, a bicicleta era considerada um modo de transporte ultrapassado, reduzindo o interesse na expansão da infraestrutura cicloviária por parte das autoridades. A crescente motorização também estimulou o espraiamento urbano, que ultrapassou os limites territoriais de Copenhague.

O começo da década de 1970 foi marcado pelos altos índices de acidentes fatais envolvendo ciclistas em Copenhague (CARSTENSEN et al., 2015). Frente aos protestos de ciclistas, ativistas e planejadores que opunham-se ao contínuo aumento da infraestrutura dedicada ao tráfego automotor, as autoridades locais iniciaram um processo de reorganização das ruas e espaços públicos para otimizar o espaço viário e devolver a prioridade aos modos não motorizados. Para tanto, foram adotadas restrições ao uso de automóveis, como o fechamento de finais de ruas (criando *culs-de-sacs* para carros), restrições de velocidade, generalização de vias de mão única e a retomada de praças que eram usadas como estacionamentos.

Também na década de 1970, a crise do petróleo causou uma interrupção no crescimento econômico que seguia por duas décadas. As restrições quanto ao consumo de combustíveis reduziram significativamente o uso de automóveis e, de acordo com Martens (2004), levantaram questionamentos sobre a confiabilidade da matriz energética baseada no petróleo. Este contexto, conforme Marcussen e Ronit (2011) e Carstensen et al. (2015), deu início a um movimento de conscientização ambiental em que a bicicleta assumiu um papel importante.

Knudsen e Krag (2005) apontam a importância da advocacia pró-infraestrutura cicloviária realizada pela DCF no período que sucedeu a crise do petróleo. Juntamente com a

inclusão de novos atores, incluindo políticos, que passaram a apontar a bicicleta como um modo de transporte para um futuro sustentável, a DCF intensificou as demandas sobretudo em aspectos relacionados à segurança dos ciclistas.

Colville-Andersen (2014) relata que este cenário influenciou a retomada a implantação de pistas cicláveis separadas do tráfego motorizado no início da década de 1980. Segundo o autor, uma tentativa de implantar uma ciclovia numa rua pouco movimentada, paralela a uma rua arterial, não teve sucesso. Os ciclistas mantiveram-se usando a rua arterial, por ser o trajeto mais direto. Assim, a direcionalidade dos trajetos passou a ser um fator de grande importância nos processos de planejamento da infraestrutura cicloviária de Copenhague.

Conforme o levantamento do desenvolvimento espaço-temporal da malha de pistas cicláveis de Copenhague, realizado por Carstensen et al. (2015), apresentado na Figura 28, percebe-se que a maior parte desta já havia sido instalada até o ano de 1985.

De acordo com Carstensen et al. (2015), a partir dos 1990, as estratégias usadas para dar mais espaço aos ciclistas na cidade envolveram, além da ampliação da extensão da malha cicloviária, o alargamento de grande parte das pistas cicláveis já existentes, para comportar o contínuo aumento do número de ciclistas. Estas ações foram complementadas pela priorização dos ciclistas nas interseções (frente aos automóveis). Já nos anos 2000, com uma densa malha cicloviária consolidada conforme apresentado na Figura 28, além de continuar expandindo esta malha, os esforços da municipalidade também focaram em estratégias para melhorar a fluidez e o conforto dos ciclistas.

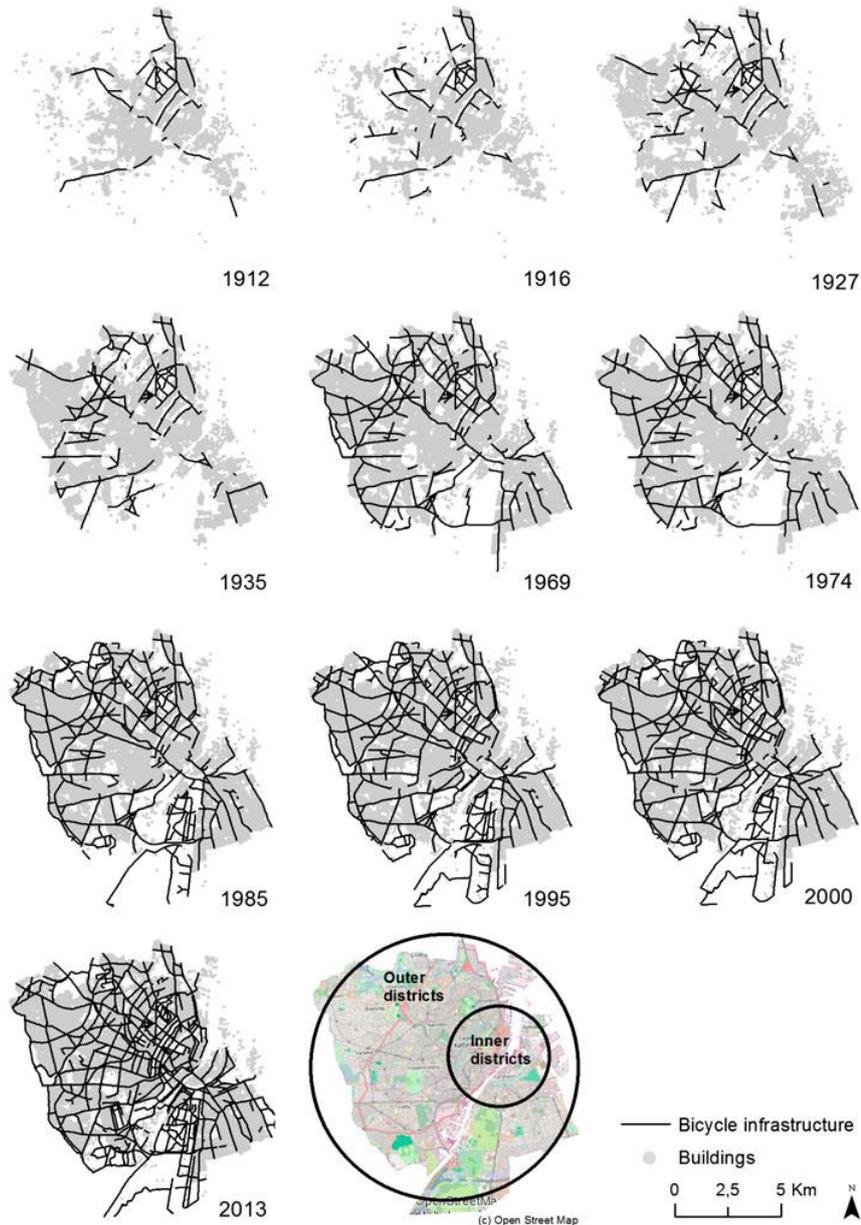


Figura 28 - Evolução da malha cicloviária de Copenhague.

Fonte: Carstensen et al. (2015, p. 6).

No plano de Estratégias para a Bicicleta para o período 2011-2015, elaborado pela municipalidade de Copenhague em 2010 (COPENHAGEN, 2010), o congestionamento de certas pistas cicláveis em vias arteriais, principalmente em algumas pontes, já era considerado um problema. Diante disso, a municipalidade planejou o alargamento de pistas cicláveis que tinham fluxo maior que 10.000 ciclistas/dia e a construção de pontes (limitadas ao trânsito de pedestres e ciclistas) para reduzir a necessidade de desvios resultantes dos canais e lagos.

Outro aspecto importante para o uso da bicicleta na cidade, que complementa a infraestrutura dedicada a este modal é a integração com o transporte público, principalmente no modal ferroviário, composto por sete linhas de trem que atendem a região metropolitana e duas linhas de metrô (DSB, 2018). No caso dos trens, operados pela empresa DSB, há vagões dedicados ao transporte de bicicletas, sem custo adicional aos usuários. Já no caso do metrô, há uma tarifa para o transporte de bicicleta. No entanto, em ambos os casos, há restrições em horários de pico.

No ano de 2015, a estação Intermodal Norreport, localizada na área central da cidade e com fluxo diário de aproximadamente 250.000 pessoas, foi remodelada para facilitar a integração entre trens, metrô, ônibus, pedestres e ciclistas. Na esplanada criada na parte superior, que corresponde ao nível da rua, foram criadas 2.500 vagas de estacionamento de bicicletas (COBE, 2016).



Figura 29 - Esplanada da estação Norreport, em Copenhague.

Fonte: Autor (2018).

Para o ano de 2025, a municipalidade estipulou como metas aumentar a porcentagem de habitantes que use a bicicleta para ir ao trabalho ou estudo para 50% e também reduzir em 15% o tempo médio de percurso, fazendo com que o ciclismo utilitário seja ainda mais atrativo. O conjunto de estratégias de promoção da ciclomobilidade também fazem parte de dois objetivos maiores lançados pela municipalidade: tornar-se a melhor cidade para o uso da bicicleta no Mundo e tornar-se neutra na emissão de CO₂ até o ano de 2025.

3.4. Diferentes estratégias e contextos: diferentes resultados

A grande disparidade na experiência de planejamento e implementação de estratégias e infraestrutura voltadas a ciclomobilidade entre as três cidades estudadas, conforme observado no diagnóstico da evolução da infraestrutura cicloviária, traduz-se no cenário presente pela índice de participação da bicicleta na divisão modal. Enquanto em Copenhague, atualmente, cerca de 36% do total dos deslocamentos é efetuada de bicicleta, esse número é de 4,5% em Nantes e inferior a 3% em Curitiba.

Os diferentes contextos geopolíticos, espaciais e demográficos em que estas cidades estão inseridas inviabiliza a comparação direta da evolução dos processos que se materializaram na implantação da infraestrutura voltada à ciclomobilidade. No entanto, convém apontar como as estratégias adotadas atualmente evidenciam a diferença na efetividade da promoção de uso do modal cicloviário.

Nas cidades de Nantes e Copenhague, as estratégias pró-bicicleta contidas no planos de mobilidade urbana são elaboradas à partir de objetivos principais que fazem referência à porcentagem da participação da bicicleta na divisão modal, estipulando metas a curto e longo prazo. Nessa estratégia, os objetivos quantitativos referentes à implantação de infraestrutura constituem-se em um meio para atingir os índices de ciclomobilidade desejados. Uma vez que o objetivo principal (atingir determinada porcentagem de uso da bicicleta no total de deslocamentos) depende da eficiência e atratividade da infraestrutura construída para tal, mais ênfase é dada no processo de planejamento. Consequentemente, há uma maior probabilidade de melhor alocação nos recursos e qualidade da infraestrutura resultante.

Já em Curitiba, apesar da evidente vontade política de promoção da ciclomobilidade, principalmente no período de 2013 a 2016, percebe-se que a maioria dos objetivos focavam especificamente em extensão da malha cicloviária, não havendo metas relacionadas à participação da bicicleta na divisão modal. Esta condição é corroborada por Miranda e Moreira (2015), ao relatarem que a municipalidade de Curitiba visava, no ano de 2013, estar entre as três cidades brasileiras com maior malha cicloviária.

Outro aspecto percebido como relevante, nas três cidades, foi a participação de entidades da sociedade civil organizada nas demandas, no planejamento e no acompanhamento da evolução da infraestrutura e de estratégias ligadas à ciclomobilidade.

Sendo a ECF em Copenhague, bem como as associações de ciclistas, Place au Vélo em Nantes e Cicloiguaçu em Curitiba. Neste aspecto, segundo Oldenziel e Bruhèze (2011), a diversidade de atores afetados por mudanças na mobilidade, faz da implantação de infraestrutura cicloviária uma questão dificilmente neutra, tornando primordial a participação da sociedade civil organizada no seu apoio.

CAPÍTULO IV

“A prática de prover facilidades para o ciclismo está atualmente evoluindo do foco em projetos de pistas cicláveis individuais para um planejamento de redes cicloviárias integradas” (BUEHLER; DILL, 2015, p. 1)

4. LEVANTAMENTO E ANÁLISE QUANTITATIVA DAS MALHAS CICLOVIÁRIAS

A compreensão da estrutura espacial das malhas cicloviárias permite a identificação de potencialidades e fragilidades na abrangência do território e, conseqüentemente, na acessibilidade provida aos ciclistas pelo conjunto de pistas cicláveis. A quantificação de fatores que auxiliem nesta compreensão pode subsidiar o planejamento de melhorias, de ampliações e também o início do processo de implantação de pistas cicláveis, possibilitando a criação de cenários mais atrativos ao uso da bicicleta pela qualidade da infraestrutura implantada.

Neste capítulo apresenta-se, primeiramente, a atual distribuição espacial das malhas cicloviárias em estudo, categorizadas conforme a tipologia de separação do tráfego motorizado. De modo concomitante, são exibidas as principais tipologias das pistas cicláveis presentes em cada cidade. Posteriormente, são apresentados os resultados das análises espaciais propostas, sendo estas a densidade de interseções, o Índice de Continuidade (IC) e a análise angular de segmentos.

4.1. Distribuição espacial e tipologias das pistas cicláveis

4.1.1. Curitiba

A cidade de Curitiba conta, atualmente, com cerca de 220 Km de pistas dedicadas ao trânsito de bicicletas (CURITIBA, 2018). As tipologias de pistas cicláveis que integram a

malha cicloviária curitibana variam entre ciclovias, ciclofaixas, ciclorrotas, a Via Calma e passeios compartilhados.

Na Figura 30 é apresentado o atual traçado da malha cicloviária de Curitiba. Percebe-se a predominância de longos eixos retilíneos, distribuídos de forma radial, que coincidem com os principais eixos de transporte coletivo da cidade, aproveitando a direcionalidade destes trechos. Pela sua disposição, tais eixos assumiriam a condição de estruturantes, contudo, a exiguidade de conexões entre estes eixos é um fator limitante da acessibilidade provida aos ciclistas. Neste contexto, a baixa densidade de pistas cicláveis reduz significativamente as destinações acessíveis por meio desta infraestrutura.

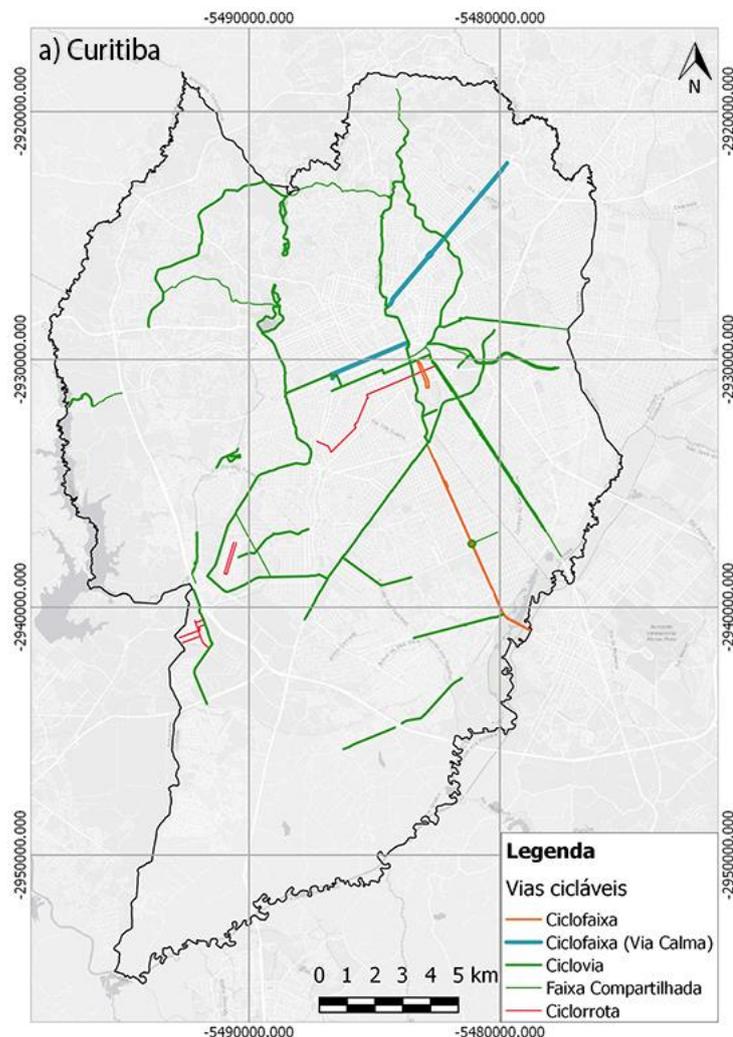


Figura 30 – Malha cicloviária atual de Curitiba, categorizada conforme a tipologia de pista ciclável.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de IPPUC (2016).

Em relação às tipologias de vias cicláveis implantadas, a Via Calma (Figura 31 A,E) constitui-se numa tipologia bem aceita pelos ciclistas curitibanos (FERRAZ; KOBS, 2016).

Apesar de tratar-se, oficialmente, de uma faixa compartilhada, possui características semelhantes à ciclofaixa. Outro aspecto positivo da via Calma é a presença de bicicaixas, um avanço de parada dos ciclistas localizado entre a faixa de pedestres e os automóveis, que reduz significativamente os conflitos nas interseções, que geralmente acontecem entre ciclistas que seguem reto e motoristas que manobram à direita. Além disso, a faixa de tráfego automotor adjacente tem velocidade limitada a 30 km/h,

Contudo, as pistas cicláveis sob a forma de passeio compartilhado (Figura 31 C) e ciclorrota (Figura 31 D) que deveriam, em tese, estimular o compartilhamento do espaço ciclistas, pedestres e motoristas, acabam gerando transtornos para ambos. Segundo a Prefeitura de Curitiba (2016), no caso dos passeios compartilhados, a diferença de velocidade entre pedestres e ciclistas tem gerado conflitos e reclamações de ambos os usuários. Este conflito pode ser atribuído ao local de implantação dos passeios compartilhados, que ocorrem em vias onde não há escassa interação entre espaço público e privado, dada pela exiguidade de comércios instalados ao longo de das vias com essa tipologia de pista ciclável, resultando num local apenas passagem.

No caso da ciclorrota, onde predomina o compartilhamento da via entre automóveis e bicicletas, a velocidade dos automóveis é limitada a 30 km/h. No entanto, a configuração física da via não condiz com essa limitação e, assim, essa velocidade não é respeitada, gerando queixas por parte dos ciclistas. Nesses casos, o ITDP (2017) recomenda a intervenções de desenho viário para estimular a redução da velocidade dos automóveis.

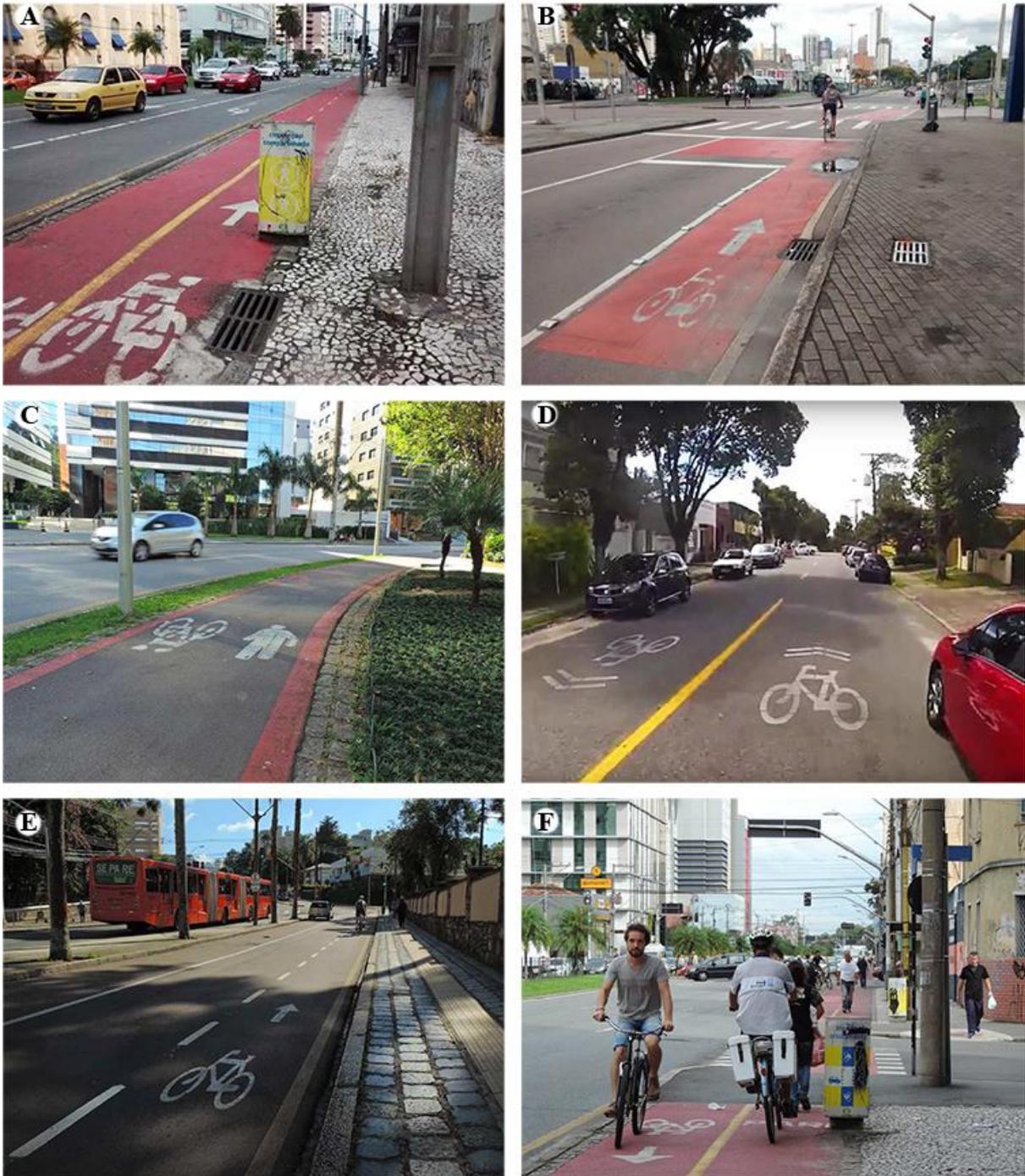


Figura 31 - Principais tipologias de pistas cicláveis em Curitiba. A e F= Ciclovias bidirecionais; B e D= Via Calma; C= Passeio compartilhado; D= Ciclorrota.

Fonte: Autor (2018).

4.1.2. Nantes

O traçado da malha cicloviária de Nantes, conforme a Figura 32, acompanha a morfologia viária da cidade, forma por uma malha irregular, característica da herança medieval do traçado urbano. Somado a este aspecto, a diversidade de tipologias de pistas cicláveis, bem como suas interrupções, dificultam a legibilidade dos trajetos. De acordo com Fraser & Lock (2011) e Danton (2015), este contexto dificulta a atratividade dos deslocamentos de bicicleta, uma vez que inflige aos ciclistas uma alta necessidade de trocas de direção durante o deslocamento, que são acompanhadas, muitas vezes, de reduções na velocidade e retomadas que demandam grande esforço físico.

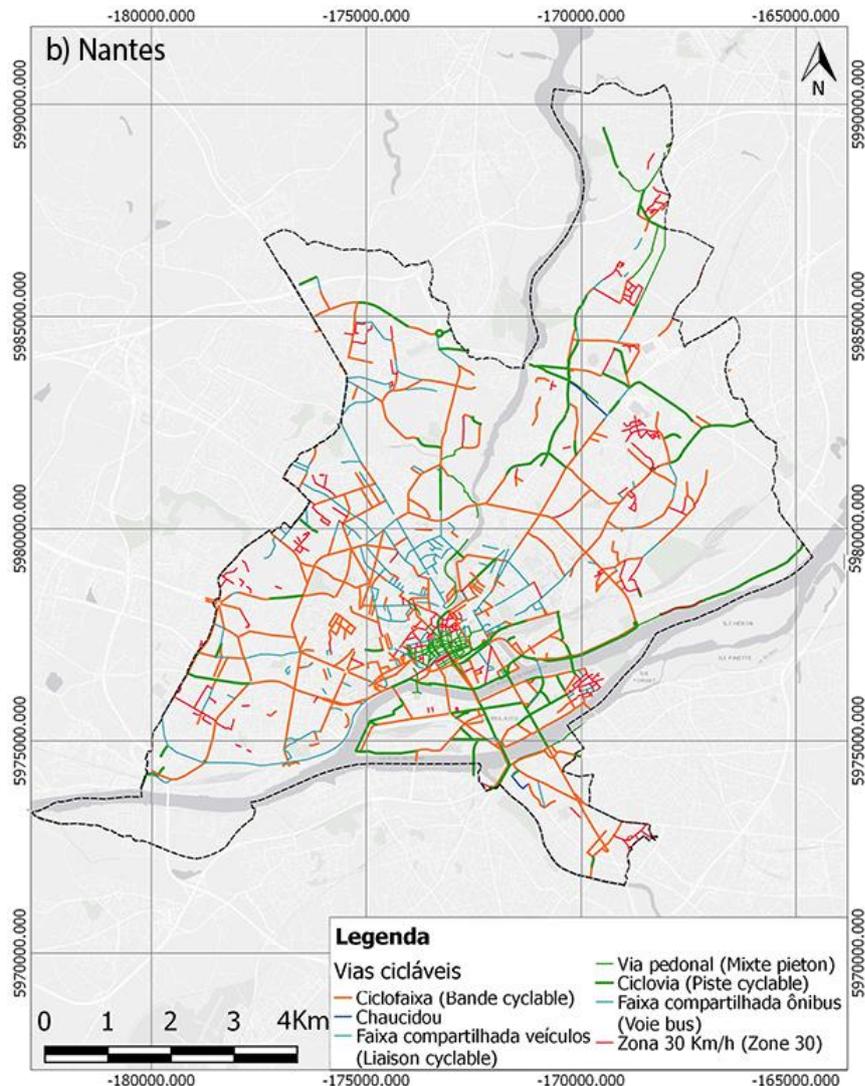


Figura 32 - Malha cicloviária da cidade de Nantes.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de AURAN (2017).

Colville (2014) relata que no caso de Nantes, a falta de homogeneidade na implantação das pistas cicláveis, aliada à irregularidade no traçado, também limita a velocidade média dos deslocamentos realizados de bicicleta. Em Nantes a velocidade média dos ciclistas é próxima de 12 km/h, enquanto em Copenhagen a média fica em torno de 15,5 km/h.

Em relação às tipologias de pistas cicláveis, observa-se a predominância de ciclofaixas. Embora alguns exemplos de ciclofaixas apresentem largura suficiente, como na Figura 33 D, existem ciclofaixas estreitas demais como é o caso da ciclofaixa instalada no Boulevard de Strasbourg (Figura 33 E).

As ciclofaixas instaladas em ruas providas de estacionamento para automóveis, encontram-se entre a faixa de estacionamento e a de rolamento (Figura 33 C). Esta configuração causa frequentes transtornos aos ciclistas em duas situações: durante o estacionamento dos automóveis que devem invadir a ciclofaixa para isto e no caso da abertura da porta do motorista de carros estacionados. Segundo CROW (2007), a ciclofaixa é mais segura quando implantada entre o estacionamento e a calçada, pois exclui a necessidade de invasão da ciclofaixa pelos veículos que estão sendo estacionados. Nesse caso, a faixa de veículos estacionados também serve como uma proteção à pista ciclável, por afastá-la do tráfego motorizado.

Já as ciclovias, sobretudo aquela que compõem os eixos cicláveis estruturantes (Figura 33 A e B), possuem clara separação do tráfego motorizado (diferença de nível) e largura suficiente para permitir ultrapassagens e o chamado ciclismo social, quanto dois ou mais ciclistas pedalam lado a lado. A ciclovia bidirecional, com largura superior a 3 metros, implantada no centro do Largo de 50 Otages (Figura 33 A), conforme apontado por Colville-Andersen (2015), também expressa um valor simbólico de valorização da bicicleta.

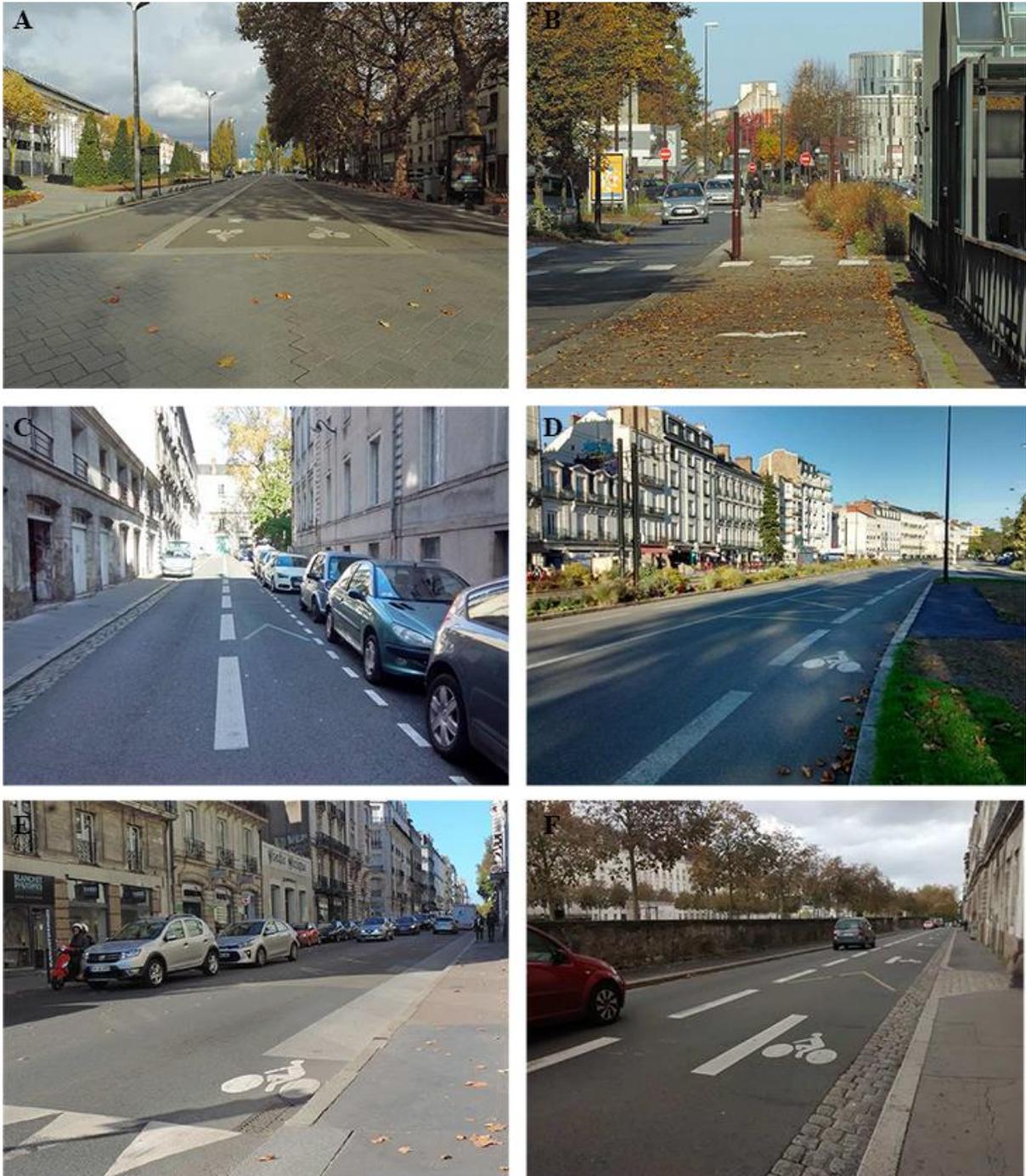


Figura 33 - Principais tipologias de pistas cicláveis de Nantes. A e B= cicloviarias; C, D e E= ciclofaixas; F= faixa compartilhada com ônibus.

Fonte: Autor (2017).

4.1.3. Copenhague

No caso de Copenhague (Figura 34), a distribuição densa e uniforme das pistas cicláveis no território forma uma malha coesa, proporciona altos índices de acessibilidade dos ciclistas ao espaço urbano como um todo. O grande número de eixos contínuos em sua rede

ciclovária facilita a legibilidade dos trajetos, além de proporcionar deslocamentos mais confortáveis.

Outro aspecto de grande importância na malha ciclovária de Copenhague é a clara hierarquização das vias. A tipologia de ciclovía denominada *Supercykelsti*, apresentada na cor magenta na Figura 34, constitui-se numa rede de vias expressas para bicicletas com função estruturante, destinada a conectar regiões distantes da cidade. Essa rede estruturante é alimentada pelas demais tipologias, dedicadas a prover acesso direto às destinações.

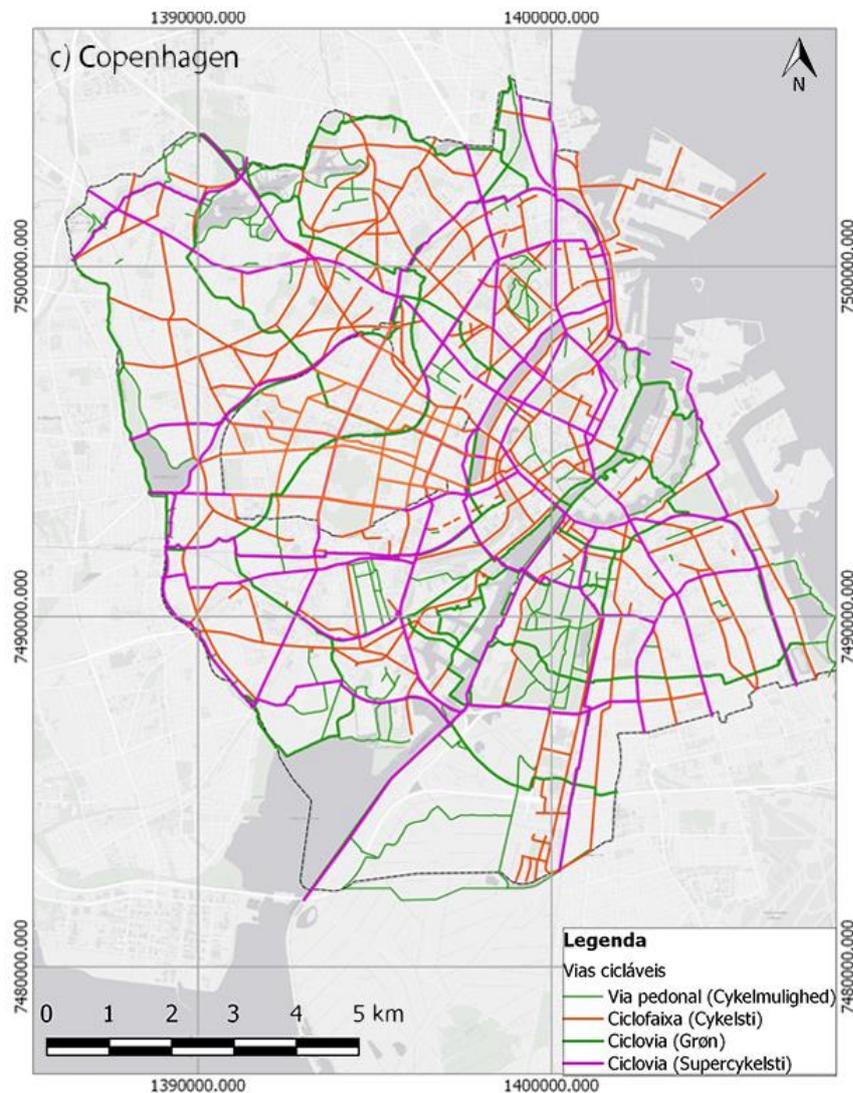


Figura 34 - Malha ciclovária de Copenhague.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Cidade de Copenhague (2017).

A padronização das tipologias de pistas cicláveis também é um fator que facilita os deslocamentos dos ciclistas, bem como reduz os conflitos com o tráfego motorizado nas interseções. Conforme exibido na Figura 35, as pistas cicláveis são implantadas na borda do

passaio público, somente no lado direito no caso de vias de mão única, ou em ambos os lados da pista em ruas com mão-dupla. Dessa forma, ciclistas e usuários de tráfego motorizado circulam no mesmo sentido, facilitando a padronização de manobras nas interseções.

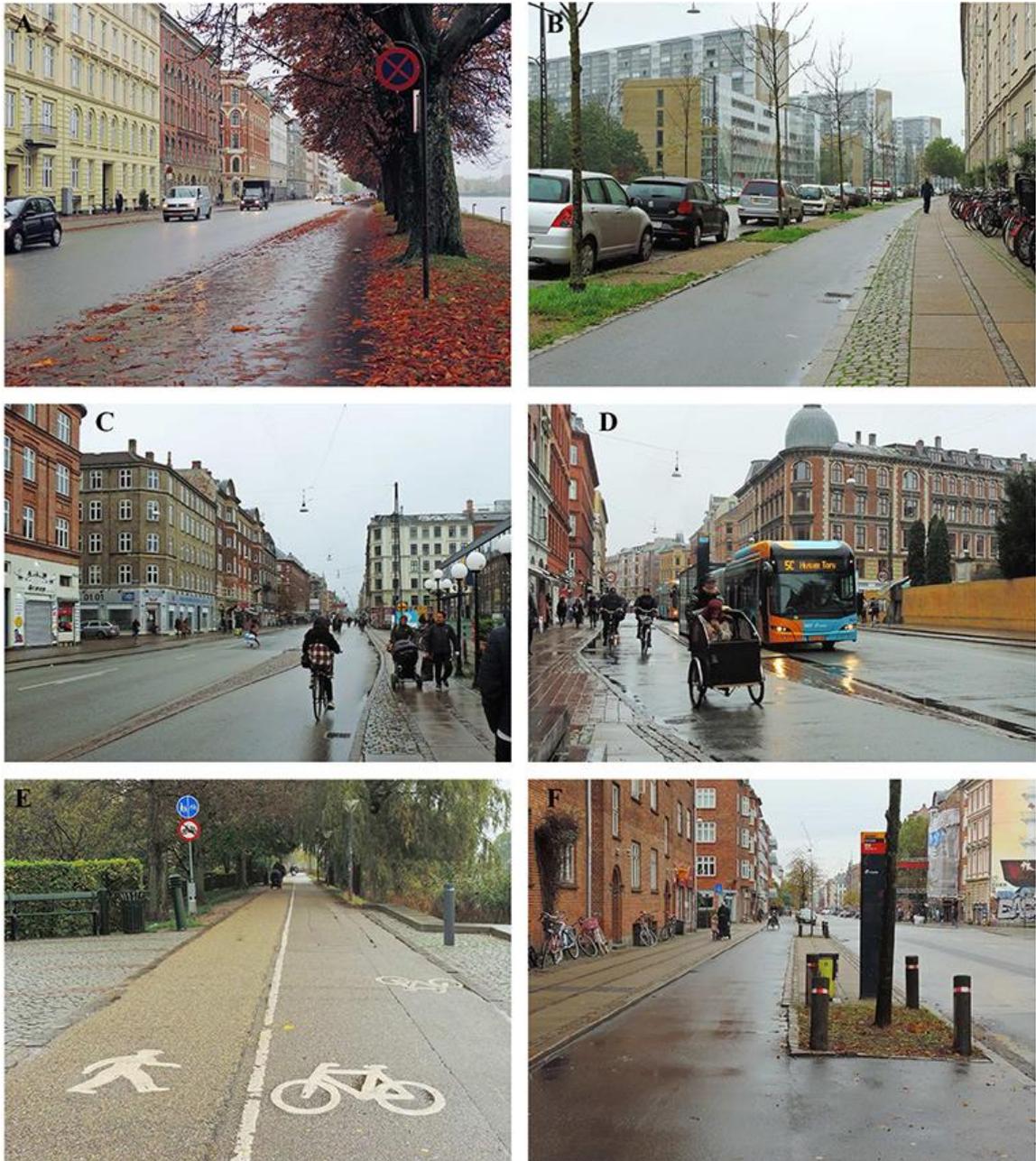


Figura 35 - Principais tipologias de pistas cicláveis de Copenhague.

Fonte: Autor (2018).

A Figura 35 mostra as principais tipologias de pistas cicláveis de Copenhague. Percebe-se que a separação do tráfego motorizado, por meio de canteiros, faixas de estacionamento ou desnível em relação à faixa de rolamento é presente na maioria das tipologias. As Figura 35 (a) e (b) demonstram a ciclovia do tipo *supercykelstier*, que constituem-se nos eixos cicláveis estruturantes da cidade.

Ao padronizar a localização das pistas cicláveis no lado direito da rua, facilita-se o tratamento das interseções, para que estas tornem-se instintivas para todos os usuários. A Figura 36 mostra uma destas interseções padrão. Nela, tanto motoristas como ciclistas tem o direito de seguir reto ou manobrar à direita, no caso das manobras à direita, os ciclistas devem aguardar os pedestres atravessarem a faixa (as sinaleiras dividem-se basicamente em dois tempos para todos os usuários que estão na mesma via), e só então podem fazer a conversão. No caso dos motoristas, estes devem aguardar a passagem de todos ciclistas que seguem na mesma direção, para só então poder realizar a conversão à direita. E no caso dos ciclistas que desejam fazer uma conversão à esquerda, estes seguem reto até a pista ciclável da rua perpendicular e aguardam a abertura do sinal.



Figura 36 - Tipologia de interseção comum em Copenhagen.
Fonte: Autor (2018).

A interseção com maior fluxo de ciclistas do mundo também está localizada em Copenhagen, na rua Søtorvet, onde o fluxo diário de ciclistas pode ultrapassar 42.000/dia (COPENHAGENIZE, 2016). Embora o funcionamento geral desta interseção seja semelhante ao apresentado anteriormente, os ciclistas desfrutam de uma sinaleira específica que garante um adiantamento de 6 segundos na abertura do sinal em relação aos motoristas. Além disso, a linha de parada para os automóveis é recuada cerca de 5 metros (Figura 37), o que proporciona maior visibilidade aos ciclistas e aumenta sua segurança.



Figura 37 - Na interseção da rua Søtorvet, a linha de parada dos automóveis é recuada cerca de 5 metros em relação à dos ciclistas.

Fonte: COPENHAGENIZE (2016).

4.2. Densidade da malha cicloviária

A análise da densidade da malha cicloviária permite diagnosticar a distribuição das pistas cicláveis no território, e pode representar também, mesmo que indiretamente, a distância entre estas. Neste aspecto, as recomendações para a distância entre as pistas cicláveis variam de 250 metros (ITDP, 2017) e 500 metros (DUFOUR, 2010), o que permitiria que 70% dos deslocamentos dos ciclistas possam ser realizados sobre estas, e somente os deslocamentos em ruas locais fossem realizados em tráfego misto. Outro aspecto importante da estrutura das malhas cicloviárias é sua conectividade. Segundo Crow (2007) a conectividade é proporcional à quantidade de rotas interconectadas que, dessa forma, proporcionam aos ciclistas a possibilidade de escolha de trajetos e consequente melhoria da acessibilidade.

A aplicação do diagrama Voronoi considerando as interseções das pistas cicláveis como sítios, permitiu representar as nuances da densidade das malhas cicloviárias e, consequentemente, os contrastes de distribuição entre a parte central e periférica das cidades. Ao representar a distribuição das interseções de pistas cicláveis no espaço urbano, esta análise também apresenta informações sobre a conectividade da malha.

A Figura 38 apresenta o diagrama Voronoi formado pelas interseções entre pistas cicláveis de Curitiba, Nantes e Copenhague. Os polígonos que compõe o diagrama foram classificados de acordo com a área, permitindo a obtenção de um parâmetro aproximado da dimensão da malha.

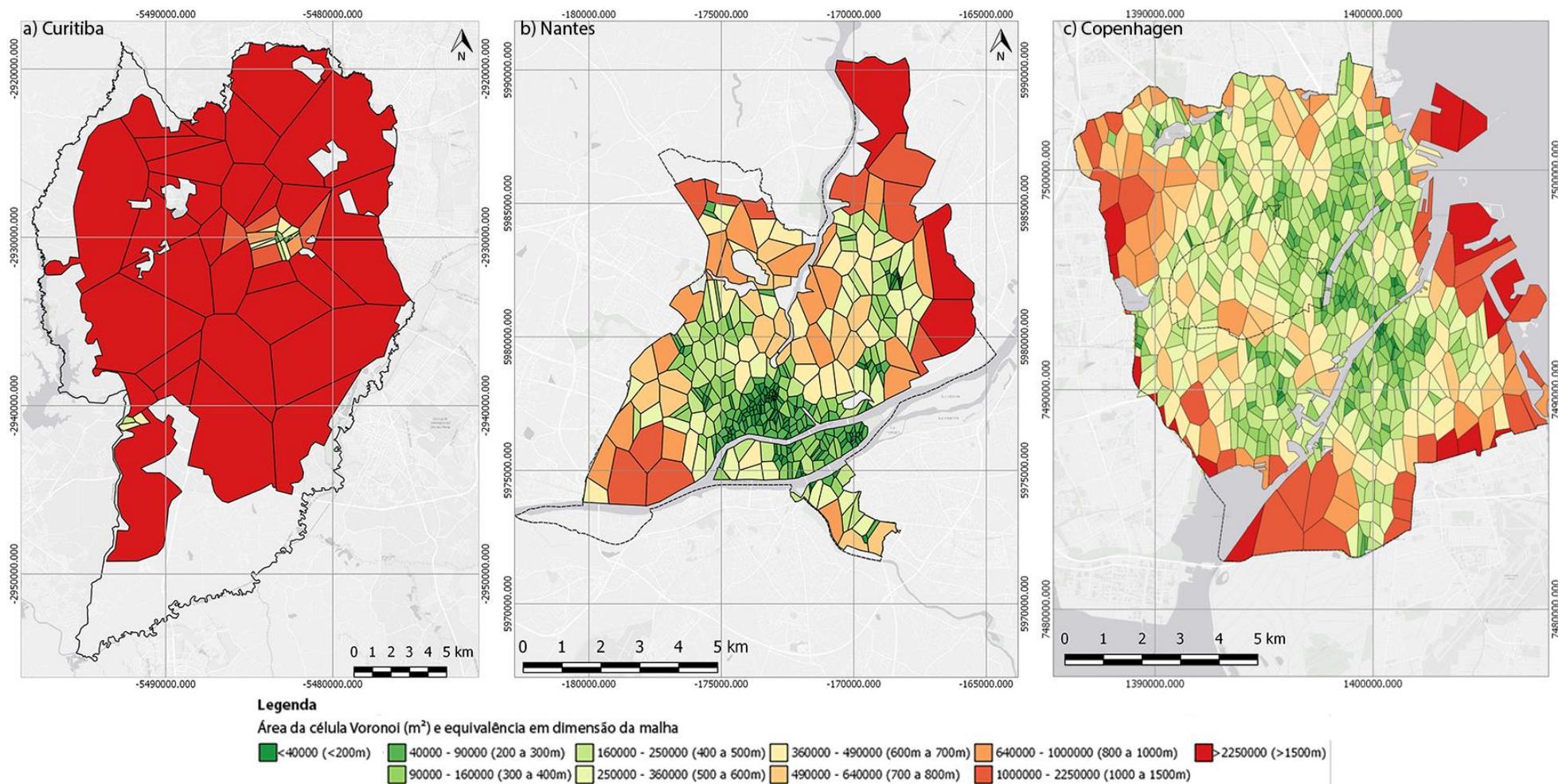


Figura 38 - Diagrama Voronoi das interseções da malha cicloviária de Curitiba, Nantes e Copenhagen.

Fonte: Elaboração própria. Base cartográfica: QGIS (2018)

Conforme apresentado na Figura 38, a densidade da malha cicloviária na cidade de Curitiba só atende as recomendações citadas exclusivamente na parte central da cidade. De modo geral, a maior parte da área urbana da cidade possui baixa densidade da malha cicloviária, com distâncias entre as pistas que multiplicam os níveis mínimos recomendados, ficando acima de 1500 metros. O cenário é piorado, com raras exceções, à medida que a distância até o centro da cidade aumenta, devido a característica radial do traçado da cidade. Nestes casos, Nunes, Rosa e Moraes (2015) indicam a necessidade de criação de conexões entre os bairros periféricos, que, no caso de Curitiba se constituiria por anéis de ligação entre os principais eixos radiais.

Já, considerando a cidade de Nantes, a dimensão da malha de uma vasta área na região central varia entre 200 metros e 400 metros, atendendo assim as recomendações citadas anteriormente. No entanto, a maior parte do perímetro urbano é coberta por uma malha significativamente menos densa, havendo um grande contraste na densidade de distribuição da malha entre a parte central e seu entorno. No caso de Copenhague, apesar de a malha na sua parte central não ser tão densa quanto no centro de Nantes, a dimensão da malha difere pouco entre a parte central e o entorno, demonstrando uma maior padronização e uniformidade na distribuição da malha. A vasta maioria do território é coberta por uma malha com dimensão inferior à 500 metros.

Tanto no caso de Nantes como em Copenhague, valores correspondentes à malha superior a 1.000 metros caracterizam-se, pela proximidade com os limites do perímetro urbano, bem como pela presença de barreiras geográficas.

4.3. Índice de continuidade das malhas cicloviárias

A ausência de interrupções em pistas cicláveis proporciona maior fluidez e segurança para os trajetos realizados de bicicleta. Apesar disso, a existência de malhas cicloviárias descontínuas é um problema comum em diversas cidades (KRIZEK; ROLAND, 2005; OSAMA; SAYED, 2016). As descontinuidades na malha têm como principais consequências: a mudança do nível de separação dos ciclistas com o tráfego motorizado, forçando-os para o tráfego misto; a alternância entre trechos dotados pista ciclável e trechos com ausência desta

dificulta a padronização de manobras em interseções; diminui a segurança dos ciclistas, desencorajando-os a utilizar este modal.

A análise da continuidade das malhas cicloviárias proposta neste trabalho, por meio do cálculo do Índice de Continuidade (IC), permite quantificá-la, criando um índice com grandeza máxima de “1”, que representa uma malha perfeita (sem discontinuidades).

A partir da identificação e quantificação das interseções e discontinuidades (Figura 39), procedeu-se ao cálculo do Índice de Continuidade (IC) para as cidades estudadas. Conforme o Quadro 6, em Curitiba foram identificadas 50 interseções e 33 discontinuidades. Em Nantes, foram identificadas 418 e 155, respectivamente. Enquanto em Copenhague foram identificadas 688 interseções e somente 79 discontinuidades.

Quadro 6 - Interseções, discontinuidades e Índice de Continuidade das malhas cicloviárias de Curitiba, Nantes e Copenhague.

Critério	Interseções (i)	Descontinuidades (d)	Índice de Continuidade (IC)
Curitiba	50	33	0,568
Nantes	418	155	0,729
Copenhague	688	79	0,897

Fonte: Autor (2018).

No caso de Curitiba, o grande número de discontinuidades, presentes principalmente nos eixos cicláveis radiais (Figura 39a), resultou num IC = 0,568. Esse valor, considerado baixo frente à grandeza máxima possível (1), representa grave deficiência na coesão de sua malha cicloviária.

No caso de Nantes, ocorrem numerosas discontinuidades na mesma rua (Figura 39b), podendo ser atribuídas a dificuldades de implantação de pistas cicláveis devido à desuniformidade das caixas viárias de certas ruas que tiveram como base o traçado medieval da cidade. Apesar disso, o IC obtido para a cidade de Nantes foi de 0,729, já considerado alto.

A coesão e uniformidade da rede cicloviária de Copenhague são frequentemente apontada como um dos principais fatores para a massiva adoção da bicicleta como meio de transporte na cidade. Este contexto é confirmado pelo alto IC atingido: 0,897. Tal valor representa o baixo número de interrupções na malha, o que possibilita aos ciclistas deslocamentos mais confortáveis e facilita na previsão de rotas e legibilidade dos trajetos.

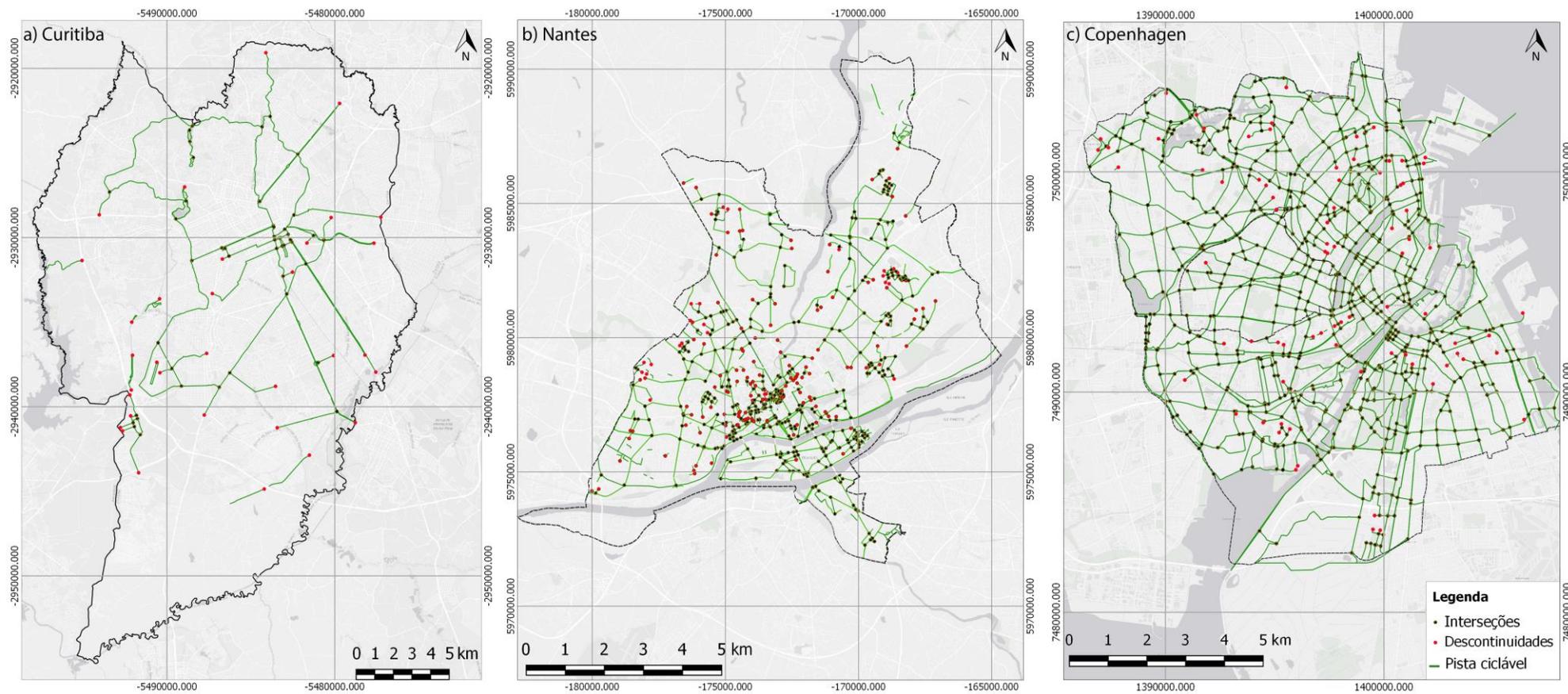


Figura 39 - Interseções e descontinuidades nas malhas ciclovárias de Curitiba, Nantes e Copenhagen.

Fonte: Autor (2018). Base cartográfica: QGIS (2018), IPPUC (2016); AURAN (2017) e Cidade de Copenhagen (2017).

4.4. Análise angular de segmentos.

De acordo com Crow (2007) e Presto (2010), a direcionalidade constitui um aspecto importante a ser considerado no planejamento de malhas cicloviárias. Ao proporcionar os trajetos mais diretos entre as destinações, reduzindo ao máximo os desvios, incentiva-se a adoção do ciclismo como meio de transporte. Esse incentivo pode ser ainda maior quanto mais direto é o caminho provido pelas pistas cicláveis em relação aos trajetos disponíveis para o tráfego motorizado.

A análise angular de segmentos, uma das análises decorrentes da teoria da sintaxe espacial, possibilita representar a direcionalidade dos trajetos, uma vez que pondera as mudanças de direção em função da angulação entre os segmentos. De acordo com Nordström (2015), isso permite correlações com o comportamento dos ciclistas, que tendem a evitar mudanças bruscas de direção.

A Figura 40 apresenta a análise angular de segmentos referente às malhas cicloviárias das cidades estudadas. Optou-se pela variável integração global, por considerar o traçado com um todo. Apesar de não serem diretamente comparáveis entre si, devido à diferença de número de segmentos componentes do traçado, as análises demonstram os efeitos de cada um dos traçados na direcionalidade.

Na análise realizada, percebe-se que a linearidade dos eixos radiais da malha cicloviária de Curitiba contribuem significativamente na direcionalidade. Contudo, a exiguidade de conexões entre essas radiais dificulta o acesso até elas.

No traçado cicloviário de Nantes, a análise demonstra que apesar de possuir uma alta densidade de pistas cicláveis no centro da cidade, o traçado irregular destas ocasiona problemas de direcionalidade, representados pelo baixo índice de integração. Além disso, ao verificar o traçado como um todo, há poucos eixos contínuos destacados pelo níveis de integração que poderiam encorajar o deslocamento por longos trechos. Essa exiguidade de trechos contínuos também dificulta a hierarquização da malha de pistas cicláveis.

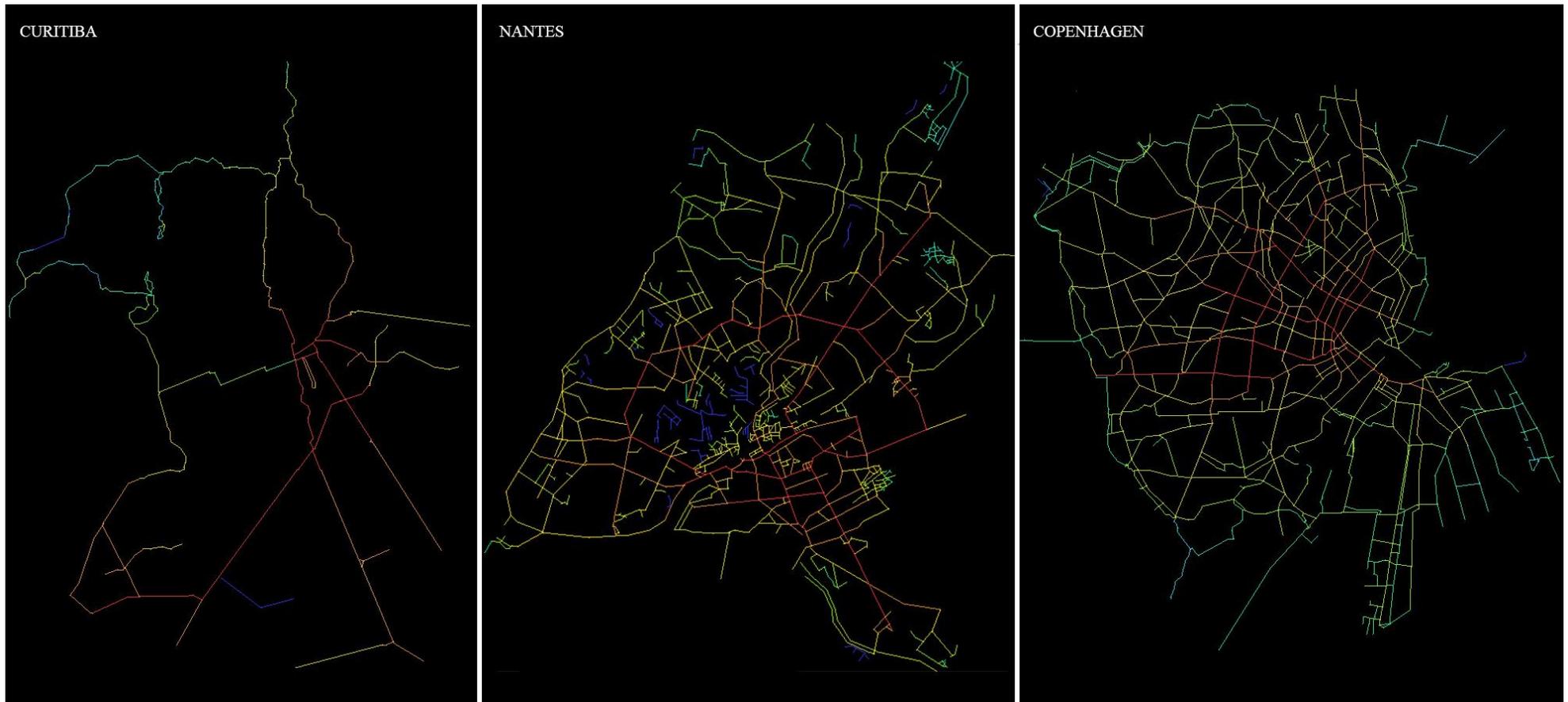


Figura 40 - Análise angular de segmentos das malhas cicloviárias de Curitiba, Nantes e Copenhagen.

Fonte: Autor (2018). Base cartográfica: DEPHTMAP X (2018), IPPUC (2016); AURAN (2017) e Cidade de Copenhagen (2017).

Na análise referente à Copenhague, percebe-se o grande número de eixos contínuos em sua rede cicloviária que permite aos ciclistas deslocar-se por várias regiões da cidade necessitando poucas mudanças de direção. Essa linearidade do traçado possibilita deslocamentos com maior fluidez e conforto, melhorando a atratividade deste meio de transporte. A uniformidade na distribuição do traçado cicloviário de Copenhague também é percebida na análise angular de segmentos, que demonstra o baixo contraste nos níveis de integração da rede cicloviária entre as regiões centrais e as periféricas, resultado de uma distribuição espacialmente equilibrada da malha no contexto urbano.

CAPÍTULO V

5. PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS EM RELAÇÃO À INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA E INCENTIVOS À CICLOMOBILIDADE

Este capítulo é dedicado a apresentar os resultados provenientes da aplicação dos formulários aos ciclistas de Curitiba, Nantes e Copenhague. O formulário (APÊNDICE 1) foi baseado nos princípios para a promoção da ciclomobilidade definidos por CROW. Tais princípios constituem-se em Coerência, Direcionalidade, Conforto, Atratividade e Segurança.

5.1. Perfil dos entrevistados

A Figura 41 apresenta o perfil etário e o sexo dos entrevistados. É notória a diferença na porcentagem de ciclistas do sexo feminino entre as três cidades. Enquanto em Curitiba somente 32,5% dos ciclistas entrevistados eram do sexo feminino, esse número aumenta para 45,75% no caso de Nantes e atinge 49,87% em Copenhague. Este contraste pode ser atribuído às facilidades providas aos usuários de bicicleta na cidade. Estudos apontam que em cidades onde há escassa infraestrutura cicloviária, resultando na percepção de insegurança aos ciclistas, a presença de ciclistas do sexo feminino é significativamente menor (ALDRED; WOODCOCK; GOODMAN, 2016; GARRARD; ROSE; KAI, 2008). Contudo, em relação à faixa etária dos entrevistados, não há diferenças significativas entre as cidades. De modo geral, acima de 75% destes tem menos de 40 anos.

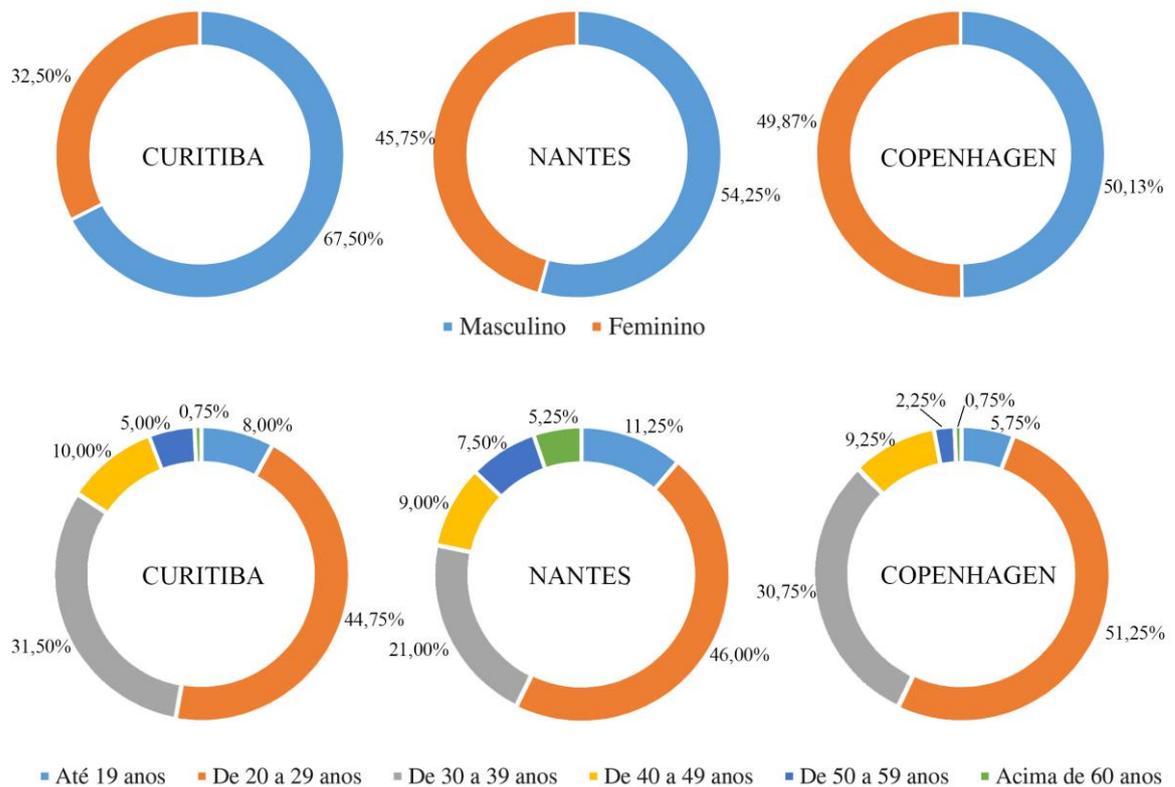


Figura 41 - Sexo e faixa etária dos entrevistados.

Fonte: Autor (2018).

Os entrevistados também foram questionados quanto à frequência de utilização da bicicleta. Neste aspecto, foram diagnosticados grandes contrastes entre os entrevistados de cada cidade (Figura 42). No caso de Curitiba, os entrevistados declararam-se menos assíduos no uso da bicicleta como modal de transporte, com 40,25% que utilizam-na 3 a 4 dias por semana e 27% que o fazem todos os dias. Em Nantes predominam os ciclistas que declaram utilizar a bicicleta todos os dias, correspondendo a 37,19% do total. Já, em Copenhague, 53,38% dos entrevistados pedalam todos os dias.

De acordo com Passafaro et al. (2014), à medida que as cidades vão tornando-se cicloinclusivas, o uso da bicicleta passa a ser tão cômodo que a frequência e regularidade de uso deste modal aumenta significativamente. Neste caso, as facilidades providas aos ciclistas, conforme os diagnósticos apresentados anteriormente, justificam a frequência de uso declarada pelos entrevistados.

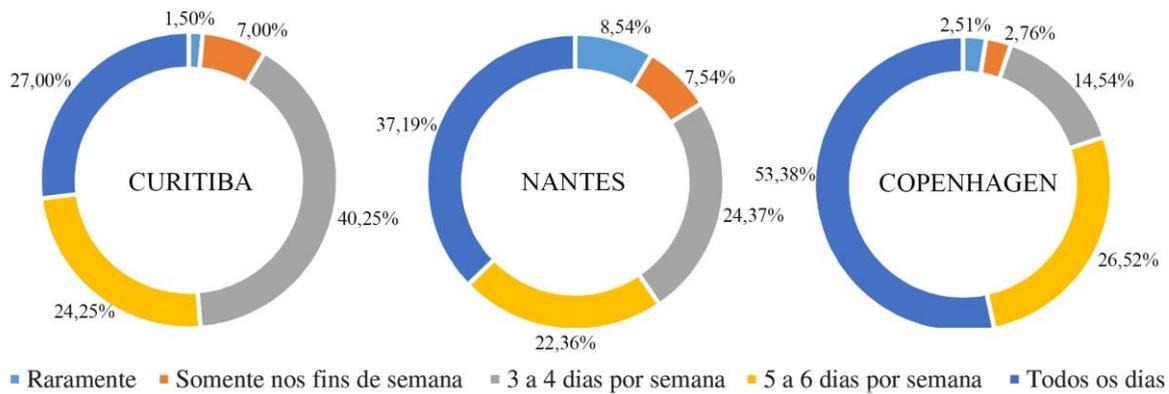


Figura 42 – Frequência de utilização da bicicleta como meio de transporte pelos entrevistados.

Fonte: Autor (2018).

Para diagnosticar a presença de facilidades aos deslocamentos de bicicleta nas proximidades do local onde moram, os entrevistados também foram questionados sobre a distância da pista ciclável mais próxima. Os resultados da Figura 43 evidenciam os cenários diagnosticados na análise da densidade da malha cicloviária, apresentada anteriormente neste trabalho. Enquanto em Curitiba somente 16,75% dos entrevistados declaram moram a menos de 100 metros de uma pista ciclável, esse número é de 56% em Nantes e de 80,25% em Copenhague. Quanto aos entrevistados que declararam morar a uma distância maior do que 1 km de uma pista ciclável, eles contemplam 35% no caso de Curitiba, seguidos por irrisórios 2,75% e 1,7% em Nantes e Copenhague, respectivamente.

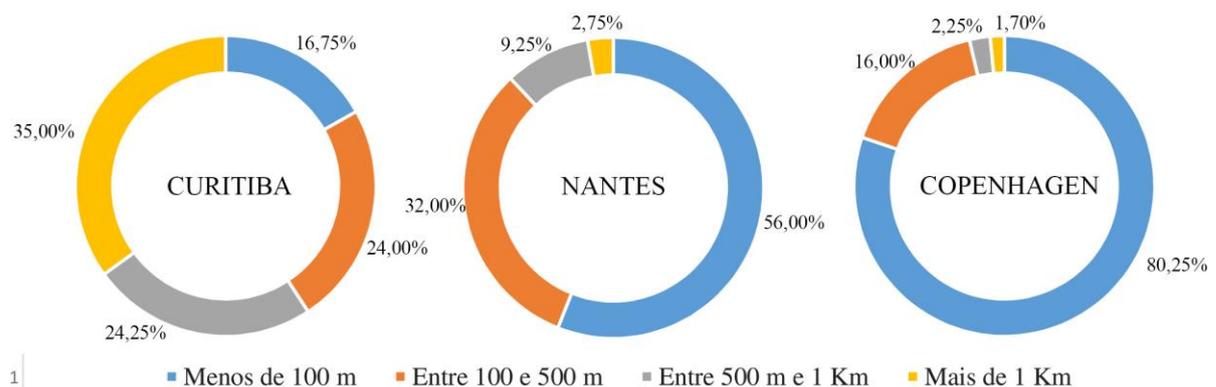


Figura 43 - Distância da moradia dos entrevistados até a pista ciclável mais próxima.

Fonte: Autor (2018).

Em relação à distância máxima que os entrevistados se dispõem a percorrer, de bicicleta, em um deslocamento cotidiano antes de optar por outro modal, os resultados apresentados na Figura 44 mostram que uma porcentagem maior dos ciclistas de Curitiba se dispõem a percorrer deslocamentos maiores do que 7,5 km do que nas outras cidades. Neste

caso, pode-se correlacionar com a direcionalidade dos grandes eixos radiais. Em Nantes, os 24,75% que dispõem-se a fazer somente deslocamentos menores do que 5 Km pode ser relacionado à irregularidade do traçado cicloviário, conforme mostrados nas análises espaciais apresentadas anteriormente.

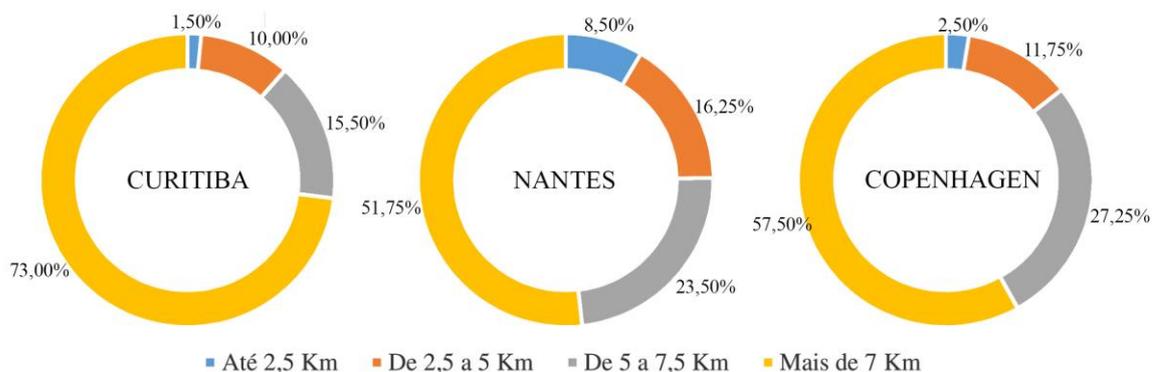


Figura 44 - Extensão máxima do deslocamento que os entrevistados se dispõem a realizar com bicicleta.

Fonte: Autor (2018).

Para identificar se os entrevistados possuíam algum meio de transporte individual motorizado, foram questionados quanto a posse de automóvel. Conforme demonstra a Figura 45, 43,5% dos ciclistas curitibanos entrevistados possui automóvel. Enquanto esse número chega a 50,38% no caso dos ciclistas de Nantes e reduz-se para 9,35% entre os ciclistas de Copenhagen.

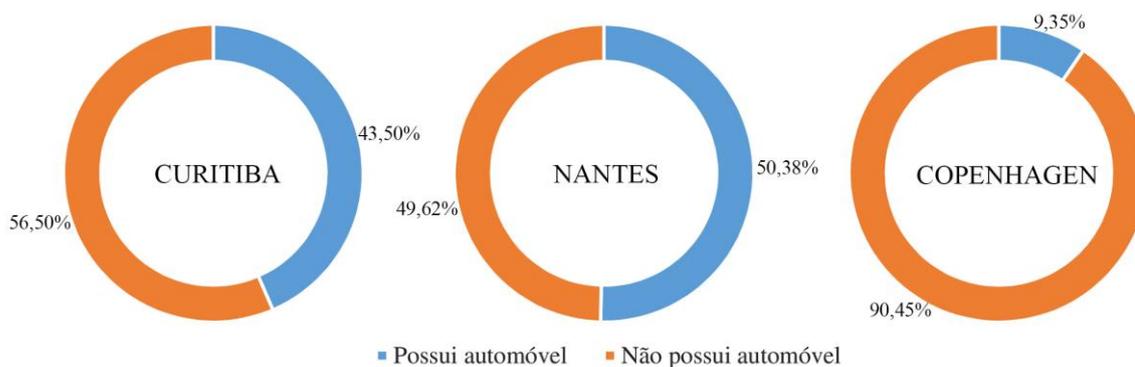


Figura 45 - Porcentagem dos entrevistados que possui automóvel.

Fonte: Autor (2018).

5.2. Resultados do formulário baseado nos princípios Coerência, Direcionalidade, Conforto, Atratividade e Segurança

Os cinco princípios de qualidade para a infraestrutura cicloviária definidas por CROW (2007), constituídos pela coerência, direcionalidade, conforto, atratividade e segurança, são considerados a principal referência para o planejamento de infraestruturas e estratégias destinadas à promoção da ciclomobilidade. De acordo com Hull e O'Holleran (2014), eles também podem ser considerados como parâmetros para identificar potenciais e fragilidades em infraestruturas já implantadas.

No formulário aplicado aos ciclistas das cidades de Curitiba, Nantes e Copenhaga, estes princípios foram utilizados como parâmetros. A coerência da malha cicloviária corresponde, segundo Crow (2007), a aspectos relacionados com sua abrangência do território e conectividade, influenciando diretamente na acessibilidade proporcionada aos ciclistas. Já, a direcionalidade corresponde às estratégias para tornar os trajetos para os ciclistas o mais direto possível, reduzindo desvios e conseqüentemente, o tempo de trajeto. No caso do conforto, este é relacionado à medidas que reduzam o esforço físico de quem usa a bicicleta. Enquanto a atratividade corresponde ao conjuntura geral que torna o ciclismo mais atraente que outros modais. Por fim, a segurança consiste em minimizar os riscos de conflitos e acidentes, sobretudo com o tráfego motorizado.

As médias da escala Likert (1-5) obtidas nas respostas dos ciclistas de Curitiba, Nantes e Copenhaga relacionados à cada um dos princípios são apresentados nos respectivos quadros: Coerência (Quadro 7); Direcionalidade (Quadro 8); Conforto (Quadro 9); Atratividade (Quadro 10) e Segurança (Quadro 11).

As médias da escala Likert representam o grau de concordância com as afirmações relacionadas à cada princípio, no qual o valor 1 corresponde à “Discordo Totalmente” e no outro extremo, o valor 5 corresponde à “Concordo Totalmente”. Os resultados são acompanhados de uma explanação do autor baseado nas análises anteriormente realizadas neste trabalho.

O Quadro 7 demonstra os valores médios obtidos nos aspectos relacionados à coerência da malha cicloviária. Ao considerar que este aspecto apresenta grande relação com a abrangência da malha, podem ser feitas correlações com as análises espaciais da malha, principalmente referente à densidade.

Dentre os valores obtidos em Curitiba, observa-se que o menor deles é relacionado à uniformidade na distribuição da malha. A análise da densidade por meio dos diagramas Voronoi, apresentada anteriormente na Figura 38, apresentou um contexto de desuniformidade na concentração da malha cicloviária no território de Curitiba que condiz com o resultado da opinião dos ciclistas. O maior valor aparece quando são perguntados sobre a possibilidade de escolher diferentes opções de trajetos (2,2), mas que também é baixo.

No caso de Nantes, o valor mais baixo se refere à continuidade das pistas cicláveis, podendo ser explicado pela análise de continuidade apresentada na Figura 39. Porém, outro fator que pode ser atribuído a este aspecto, é a grande variabilidade de tipologias de pistas cicláveis na cidade, que decorre, em alguns trechos, na interrupção de uma tipologia numa interseção e a continuidade da pista ciclável sob outro formato após o cruzamento. Esse cenário pode ser percebido pelos ciclistas como uma interrupção. Outro fator que apresentou baixa concordância dos ciclistas de Nantes foi a quanto à uniformidade da distribuição da malha, resultado também ressaltado na análise da densidade da Figura 38.

Já, os ciclistas de Copenhaga consideram que todos os fatores relacionados à coerência da malha na cidade apresentam qualidade. Todos os valores encontram-se acima de 4, o que representa uma alta concordância. Demonstrando o adequado atendimento do território da cidade pela sua malha cicloviária.

Quadro 7 - Média das respostas obtidas na escala Likert (1-5) referentes à coerência das malhas cicloviárias de Curitiba, Nantes e Copenhagen.

COERÊNCIA DA MALHA CICLOVIÁRIA			
	Curitiba	Nantes	Copenhagen
A rede de pistas cicláveis conecta todos os bairros.	Média: 1,71 Desvio padrão: 0,91 	Média: 2,99 Desvio padrão: 1,06 	Média: 4,43 Desvio padrão: 0,71 
A baixa densidade de pistas cicláveis da cidade reduz a acessibilidade provido pelas pistas cicláveis. Diversos bairros, periféricos não são abrangidos pela malha		Apesar de conectar todas as regiões de Nantes, a malha cicloviária é pouco densa nas regiões periféricas, criando lacunas na abrangência da malha.	A densa e coesa malha cicloviária atende toda a extensão do território, conectando todas as regiões da cidade.
É possível escolher diferentes opções de trajeto.	Média: 2,2 Desvio padrão: 1,13 	Média: 3,63 Desvio padrão: 0,97 	Média: 4,47 Desvio padrão: 0,65 
A exiguidade de pistas cicláveis inviabiliza optar exclusivamente os trajetos dotados de pistas cicláveis.		Apesar de haverem diversas opções, os trajetos diretos restringem-se aos principais eixos.	A boa conectividade da malha proporciona diversas opções de trajeto.
As pistas cicláveis são contínuas (sem interrupção)	Média: 1,6 Desvio padrão: 0,82 	Média: 2,36 Desvio padrão: 1,01 	Média: 4,17 Desvio padrão: 0,81 
Conforme a análise realizada, o Índice de Continuidade de 0,568 representa uma malha fragmentada.		Conforme a análise realizada, o Índice de Continuidade de 0,729 representa uma boa coesão da malha.	Conforme a análise realizada, o Índice de Continuidade de 0,897 representa uma alta coesão da malha.
A rede de pistas cicláveis é distribuída uniformemente.	Média: 1,41 Desvio padrão: 0,76 	Média: 2,38 Desvio padrão: 1,06 	Média: 4,08 Desvio padrão: 0,83 
Conforme a análise da densidade da malha, há um grande contraste entre a área central e as regiões periféricas da cidade		Conforme a análise da densidade da malha, ela é densa na área central e dispersa em algumas zonas periféricas.	Conforme a análise da densidade da malha, ela distribui-se uniformemente no território.
A rede de pistas cicláveis integra as paradas de transporte coletivo.	Média: 1,81 Desvio padrão: 0,89 	Média: 3,43 Desvio padrão: 0,98 	Média: 4,22 Desvio padrão: 0,8 
Somente nos eixos do sistema BRT, não se aplicando.		A malha cicloviária acompanha o traçado dos modais de transporte coletivo, como o tramway, o busway e os ônibus.	A malha cicloviária integra as estações dos modais ferroviários, assim como acompanha as linhas de ônibus

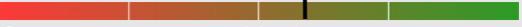
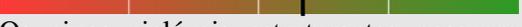
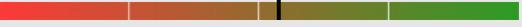
O Quadro 8 demonstra os valores médios obtidos nos aspectos relacionados à direcionalidade. Neste aspecto são consideradas as estratégias para proporcionar aos ciclistas os trajetos mais diretos, curtos e rápidos.

No caso de Curitiba, percebe-se uma melhora em relação aos valores da coerência. No caso da direcionalidade, os ciclistas curitibanos apresentaram maior concordância no que se refere à possibilidade de ultrapassar outros ciclistas. Fato que pode ser atribuído preferencialmente à existência de longos trechos retilíneos do que à largura das pistas, conforme constatado anteriormente. Quanto à existência de sinaleiras específicas para os ciclistas, há a maior discordância (menor valor). Essa estratégia que possibilitaria maior fluidez nos deslocamentos e maior segurança nos cruzamentos, não foi implementada em Curitiba.

Os ciclistas de Nantes apontam maior concordância com os trajetos diretos criados pela malha cicloviária entre as principais destinações, com a fluidez constante nos deslocamentos e com a existência de sinaleiras específicas para os ciclistas. Estes aspectos tem estreita relação com a presença dos eixos cicláveis estruturantes Norte/Sul e Leste Oeste, que atende a estes objetivos. Esse contexto demonstra a importância da hierarquização da malha cicloviária, que viabiliza a implantação de conjuntos de facilidades principalmente nas vias estruturantes, que recebem maior fluxo de ciclistas.

Em Copenhague, a menor concordância refere-se a presença de pistas cicláveis que desviam de cruzamentos. No caso específico da cidade, onde a maior parte do tráfego é composta por bicicletas, essa estratégia não foi adotada. Nesse caso, a padronização das interseções correspondeu à melhor alternativa para os cruzamentos.

Quadro 8 – Média das respostas obtidas na escala Likert (1-5) referentes à direcionalidade das malhas ciclovárias de Curitiba, Nantes e Copenhague.

	DIRECIONALIDADE		
	Curitiba	Nantes	Copenhague
A rede de pistas cicláveis criam trajetos diretos entre as principais destinações	Média: 2,32 Desvio padrão: 1,02 	Média: 3,37 Desvio padrão: 0,93 	Média: 4,38 Desvio padrão: 0,68 
	Apesar da alta direcionalidade de alguns trechos, a exiguidade de pistas cicláveis deixa importantes centralidades sem conexão ciclovária.	Os eixos cicláveis estruturantes proporcionam conexões diretas entre as principais destinações.	A malha de ciclovias do tipo <i>Supercykelstier</i> cria conexões diretas entre as diferentes regiões da cidade
A velocidade e a fluidez dos deslocamentos são constantes.	Média: 2,55 Desvio padrão: 1,09 	Média: 3,34 Desvio padrão: 1,10 	Média: 3,83 Desvio padrão: 0,88 
	Conflitos com automóveis e ausência de facilidades nas interseções prejudicam a fluidez	No eixos cicláveis estruturantes, a fluidez é mantida. Porém, ela é reduzida nas vias com traçado irregular.	Deve-se à direcionalidade da malha e das facilidades nas interseções.
Há sinaléticas que dão prioridade aos ciclistas nos cruzamentos.	Média: 1,5 Desvio padrão: 0,81 	Média: 3,34 Desvio padrão: 1,21 	Média: 3,88 Desvio padrão: 0,97 
	Não há semáforos com sinalização específica para ciclistas	Os eixos cicláveis estruturantes possuem sinaléticas que permitem aos ciclistas fazerem conversões à direita	Nos principais eixos, os ciclistas desfrutam de um avanço de 6 segundos na abertura da sinalética, em relação aos automóveis.
Há pistas cicláveis que desviam os cruzamentos	Média: 1,88 Desvio padrão: 0,93 	Média: 3,06 Desvio padrão: 1,07 	Média: 3,67 Desvio padrão: 0,96 
	Este cenário não foi diagnosticado na cidade.	Algumas interseções dotadas de rotatórias facilitam que os ciclistas manobrem à direita. A esplanada em frente ao Castelo de Duques permite desviar cruzamentos	No entorno dos lagos, algumas ciclovias passam em túneis sob as pontes, evitando as interseções.
É possível ultrapassar outros ciclistas.	Média: 2,82 Desvio padrão: 1,12 	Média: 3,21 Desvio padrão: 1,07 	Média: 4,27 Desvio padrão: 0,74 
	As maioria das pistas cicláveis apresenta largura insuficiente para que dois ciclistas trafeguem lado a lado.	A largura das ciclovias é suficiente para tal. No entanto, algumas ciclofaixas não são suficientemente largas para isso.	As pistas cicláveis tem largura suficiente para permitir ultrapassagens, mesmo com o uso de bicicletas de carga.

Em relação aos aspectos relacionados ao conforto, os resultados são apresentados no Quadro 9. Este aspecto compreende fatores que buscam reduzir o esforço físico para realizar os deslocamentos com a bicicleta e evitar interrupções no trajeto.

Dentre as respostas dos ciclistas de Curitiba, a maior concordância é relacionada à topografia plana da cidade, mesmo que o valor da média seja baixo (2,2). Nos outros aspectos, as médias de concordância também apresentam valor baixo, sobretudo no que se refere ao tratamento das interseções. A hegemonia da ausência de marcações viárias que tornem clara a preferência dos ciclistas sobre os automóveis nos cruzamentos, à exceção da Via Calma, é o principal fator para este contexto.

No caso de Nantes, os ciclistas constataam problemas relacionados à presença de carros estacionados sobre as pistas cicláveis, o que é estreitamente relacionado com a instalação de ciclofaixas entre a faixa de estacionamentos e a faixa de rolamento. O valor médio de 3,07 atribuído ao que se refere à largura das pistas cicláveis também mostra que estas ainda não apresentam largura suficiente.

Os ciclistas de Copenhague consideram que o uso da bicicleta na cidade é, de modo geral, confortável. Apresentando valores que variam entre 3,83 e 4,3, percebe-se que o conjunto de estratégias adotadas em Copenhague atende os objetivos estabelecidos pelo princípio Conforto, definido por CROW (2007), de minimizar o esforço físico e psicológico durante os trajetos realizados de bicicleta.

Quadro 9 - Média das respostas obtidas na escala Likert (1-5) referentes ao conforto no uso da bicicleta em Curitiba, Nantes e Copenhague.

	CONFORTO					
	Curitiba		Nantes		Copenhague	
As pistas cicláveis são suficientemente largas.	Média: 2,09 Desvio padrão: 1,02	Média: 3,07 Desvio padrão: 1,05	Média: 3,99 Desvio padrão: 0,91	De modo geral, são estreitas. No caso das pistas cicláveis bidirecionais, a largura é inferior a 1,00 metro em cada sentido.	No caso dos eixos cicláveis estruturantes, a largura é de cerca de 2 metros. Porém, há ciclofaixas com menos de 1,20 m de largura.	A padronização da largura de 3,00 metros nas pistas cicláveis estruturantes permite que dois ciclistas trafeguem lado a lado e sejam ultrapassados.
As pistas cicláveis são feitas com materiais de boa qualidade.	Média: 2,17 Desvio padrão: 1,01	Média: 3,36 Desvio padrão: 0,97	Média: 4,09 Desvio padrão: 0,86	Apesar de terem revestimento asfáltico, há irregularidades nas pistas causadas por rachaduras ou por raízes de árvores.	Os eixos cicláveis estruturantes tem revestimento de resina ocre. As demais pistas cicláveis são asfaltadas.	As pistas cicláveis são asfaltadas, com superfície regular
As rotas são planas.	Média: 2,44 Desvio padrão: 1,02	Média: 3,46 Desvio padrão: 1,0	Média: 4,3 Desvio padrão: 0,87	A exceção de algumas regiões de vales, o relevo de Curitiba é plano.	Algumas áreas na região leste da cidade apresentam leve declividade. No entanto, a maior parte da cidade é plana.	O relevo da cidade é plano na sua totalidade
O tratamento das interseções facilita a fluidez dos deslocamentos.	Média: 1,96 Desvio padrão: 0,88	Média: 2,85 Desvio padrão: 1,01	Média: 3,83 Desvio padrão: 0,85	Somente no caso da Via Calma, onde existem as bicicaixas, Nas demais tipologias, a preferência dos ciclistas que seguem reto sobre os motoristas que viram à direita não fica clara, obrigando os ciclistas a parar.	Nos eixos cicláveis estruturantes, as interseções são dotadas de bicicaixas, dando maior visibilidade aos ciclistas. Porém, nos trechos com ciclofaixas, algumas interseções exigem manobras não intuitivas.	A padronização das interseções, que induzem a manobras intuitivas, assim como a clara preferência dos ciclistas sobre o tráfego motorizado permite a fluidez e segurança nas interseções.
As pistas cicláveis são livres de carros estacionados.	Média: 2,11 Desvio padrão: 1,14	Média: 2,54 Desvio padrão: 1,18	Média: 3,95 Desvio padrão: 0,96	Carros estacionados sobre pistas cicláveis ocorrem principalmente em locais onde ela foi instalada onde haviam estacionamentos A intensa presença de entradas de garagem acarreta obstruções das pistas cicláveis.	A instalação das ciclofaixas entre o estacionamento e a faixa de rolamento induz a invasão da ciclofaixa por motoristas que estejam estacionando.	O desnível em relação à faixa de rolamento e a localização da pista ciclável em vias com estacionamento, além do baixo volume de tráfego motorizado na cidade reduzem significativamente este problema.

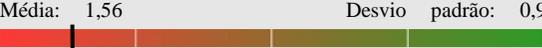
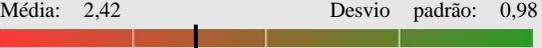
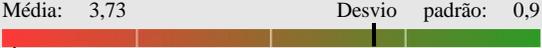
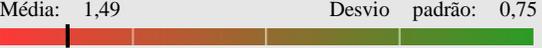
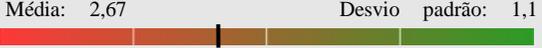
Os aspectos relacionados à atratividade do uso da bicicleta, são apresentados no Quadro 10. Este aspecto compreende estratégias que buscam aumentar a conveniência do uso da bicicleta como meio de transporte, tornando-a mais atrativa que outros modais.

Neste aspecto, convém destacar uma unanimidade entre as três cidades, relacionada a problemas com roubos de bicicletas, apresentado pela baixa concordância em relação à proteção das bicicletas quanto à roubos.

Nos demais aspectos, há consideráveis diferenças entre as cidades. No caso de Curitiba, constata-se que a bicicleta não é um meio de transporte atrativo. A impossibilidade de levar a bicicleta consigo no transporte público, a insuficiência do número de paraciclos na cidade e a exiguidade de restrições do tráfego de automóveis na cidade, demonstram um cenário de poucos incentivos à transição do uso de outros modais para a bicicleta.

Por outro lado, nas cidades de Nantes e Copenhague percebe-se que a bicicleta tem maior atratividade como meio de transporte, principalmente pelas restrições ao uso de automóveis em determinadas áreas. Assim, as duas cidades se mostram engajadas em reduzir as facilidades dadas aos automóveis, para induzir a utilização de outros modais. No caso da ciclomobilidade, esta indução é complementada pelas facilidades providas por meio de uma infraestrutura adequada.

Quadro 10 - Média das respostas obtidas na escala Likert (1-5) referentes à atratividade no uso da bicicleta em Curitiba, Nantes e Copenhagen.

	ATRATIVIDADE		
	Curitiba	Nantes	Copenhagen
É permitido levar a bicicleta consigo no transporte coletivo.	Média: 1,56 Desvio padrão: 0,9 	Média: 2,42 Desvio padrão: 0,98 	Média: 3,73 Desvio padrão: 0,9 
Um projeto teste foi realizado em algumas linhas do BRT, fora do horário comercial.		Somente permitidas no tramway, fora do horário comercial. Antes das 7:00 e após as 19:00 horas.	É permitido levar a bicicleta tanto no trem como no metrô. No entanto, há restrições nos horários de pico.
As bicicletas estão protegidas de roubos.	Média: 1,18 Desvio padrão: 0,47 	Média: 2,18 Desvio padrão: 1,01 	Média: 2,34 Desvio padrão: 1,1 
A insegurança quanto ao roubo de bicicletas é tamanha que os ciclistas preferem guardar suas bicicletas em locais fechados, dificilmente deixando-as em paraciclos na via pública.		Os paraciclos existentes na cidade permitem a fixação do quadro, que proporciona mais segurança que a fixação na roda. No entanto, faz necessária a fixação com cadeados U, mais resistentes.	A quantidade de bicicletas na cidade obriga a soluções otimizadoras de espaço para estacionamento. Os paraciclos permitem somente a fixação da roda, o que facilita roubos.
Há um número suficiente de paraciclos distribuídos na cidade.	Média: 1,49 Desvio padrão: 0,75 	Média: 2,67 Desvio padrão: 1,1 	Média: 3,37 Desvio padrão: 1,09 
De modo geral, restritos às proximidades das pistas cicláveis, que são poucas. Há paraciclos próximos a trechos de tráfego intenso e sem pistas cicláveis.		Os paraciclos concentram-se, sobretudo, na área central. Há poucos paraciclos nas regiões periféricas.	Apesar do grande número de paraciclos na cidade, eles não são suficientes para o número de ciclistas que circula nas horas de pico.
Há paraciclos nas paradas de transporte coletivo.	Média: 1,65 Desvio padrão: 0,9 	Média: 3,05 Desvio padrão: 1,02 	Média: 3,89 Desvio padrão: 0,95 
Ao longo das linhas do BRT margeadas pela Via Calma.		Nas principais estações do tramway	As estações de trem e metrô são dotadas de paraciclos.
Há restrições no uso de automóveis que tornam a bicicleta mais atrativa.	Média: 1,58 Desvio padrão: 0,87 	Média: 3,04 Desvio padrão: 1,19 	Média: 3,74 Desvio padrão: 1,06 
A restrição à circulação de veículos no Calçadão da XV estende-se também às bicicletas.		Grande parte da área central é contida na zona de tráfego limitado, onde o acesso de automóveis é restrito.	O tempo dos trajetos no interior de Copenhagen é inferior para quem usa bicicleta do que para quem usa automóveis.

O Quadro 11 apresenta o cenário obtido pelas respostas referentes ao princípio da segurança, que consiste em minimizar, aos ciclistas, os riscos e situações de conflito com outros usuários do espaço viário.

Observa-se que no caso de Curitiba e Nantes, os ciclistas apresentaram baixa concordância com as afirmações que faziam referência a segurança. Em ambas as cidades, os menores valores referem-se à segurança nas interseções e quanto à abertura de portas de carros estacionados. Neste aspecto, certas tipologias de pistas cicláveis instaladas nas cidades são fatores que influenciam na criação deste cenário, sendo as pistas bidirecionais no caso de Curitiba, e as ciclofaixas no lado direito de estacionamentos no caso de Nantes.

Em Copenhague, dentre os aspectos relacionados à segurança demonstrados no Quadro 11, o único que apresenta valor significativamente abaixo dos demais (3,37) refere-se à abertura de portas de carros estacionados. Apesar disso, de modo geral a conjuntura favorável ao uso da bicicleta na cidade, composta pela infraestrutura cicloviária e outras estratégias que tornam a ciclomobilidade atrativa, é complementada pela percepção de segurança dos ciclistas ao pedalar.

Quadro 11 - Média das respostas obtidas na escala Likert (1-5) referentes à segurança no uso da bicicleta em Curitiba, Nantes e Copenhagen.

SEGURANÇA			
	Curitiba	Nantes	Copenhagen
Os demais usuários das ruas respeitam os ciclistas.	Média: 2,06 Desvio padrão: 0,9 	Média: 2,54 Desvio padrão: 0,99 	Média: 4,09 Desvio padrão: 0,9
A baixa participação da bicicleta na divisão modal, somada à exígua infraestrutura cicloviária e a grande número de automóveis circulando na cidade, faz com que os ciclistas sejam desrespeitados no trânsito.		A recente reintrodução da bicicleta na mobilidade urbana de Nantes ainda gera conflitos entre motoristas e ciclistas. Em algumas interseções, problemas de desenho viário	A bicicleta é o principal meio de transporte na cidade. Os outros usuários das ruas compreendem os benefícios decorrentes da massiva utilização desse modal e o respeitam.
Os ciclistas estão protegidos da abertura de portas de carros estacionados.	Média: 1,48 Desvio padrão: 0,77 	Média: 1,88 Desvio padrão: 0,85 	Média: 3,37 Desvio padrão: 1,07
Como existem poucos trechos dotados com infraestrutura cicloviária, os ciclistas que trafegam no bordo direito da pista ficam expostos ao risco da abertura de portas.		Deve-se sobretudo à localização das ciclofaixas, entre a faixa de estacionamento e a faixa de rolamento.	A localização das pistas cicláveis na caixa da rua minimiza a possibilidade este conflito.
As pistas cicláveis são separadas do tráfego motorizado onde este é intenso.	Média: 1,93 Desvio padrão: 0,93 	Média: 2,72 Desvio padrão: 1,11 	Média: 3,97 Desvio padrão: 0,95
Em alguns casos, a pista ciclável foi integrada no passeio. Porém, é grande o número de vias com tráfego intenso sem pista ciclável.		Na área central, algumas ruas com intenso tráfego e largura reduzida tem ciclofaixas estreitas.	Na maioria delas, são separadas do tráfego intenso por canteiros ou árvores, formando ciclovias.
A velocidade dos automóveis é segura aos ciclistas.	Média: 1,68 Desvio padrão: 0,85 	Média: 2,43 Desvio padrão: 1,02 	Média: 3,66 Desvio padrão: 0,96
Com exceção da Área Calma, onde a velocidade é limitada a 40Km/h, na grande maioria das ruas a velocidade não é segura.		A zona de tráfego limitado e as ruas estreitas limitam a velocidade dos automóveis.	Restrições de velocidade e desenho viário desencorajam altas velocidades no tráfego motorizado
O tráfego nas interseções é seguro aos ciclistas.	Média: 1,62 Desvio padrão: 0,77 	Média: 2,17 Desvio padrão: 0,9 	Média: 3,72 Desvio padrão: 0,89
Somente as interseções da Via Calma, dotadas de bicicaixas, garantem boa visibilidade dos ciclistas. Nas demais, as interseções apresentam risco aos ciclistas.		A diversidade de interseções, resultante do traçado irregular da cidade e das diversas tipologias de pista ciclável, dificulta a padronização do comportamento de ciclistas e motoristas, gerando risco de acidentes.	A padronização das interseções e a conscientização dos motoristas torna-as seguras

As médias das respostas obtidas em cada bloco do formulário correspondente à cada um dos princípios (Coerência, Direcionalidade, Conforto, Atratividade e Segurança) foi calculada para permitir a representação da síntese da percepção dos ciclistas nas três cidades. Assim, a Figura 46 apresenta sob a forma de gráficos radiais, as médias relacionadas à cada princípio, de acordo com os resultados do formulário.

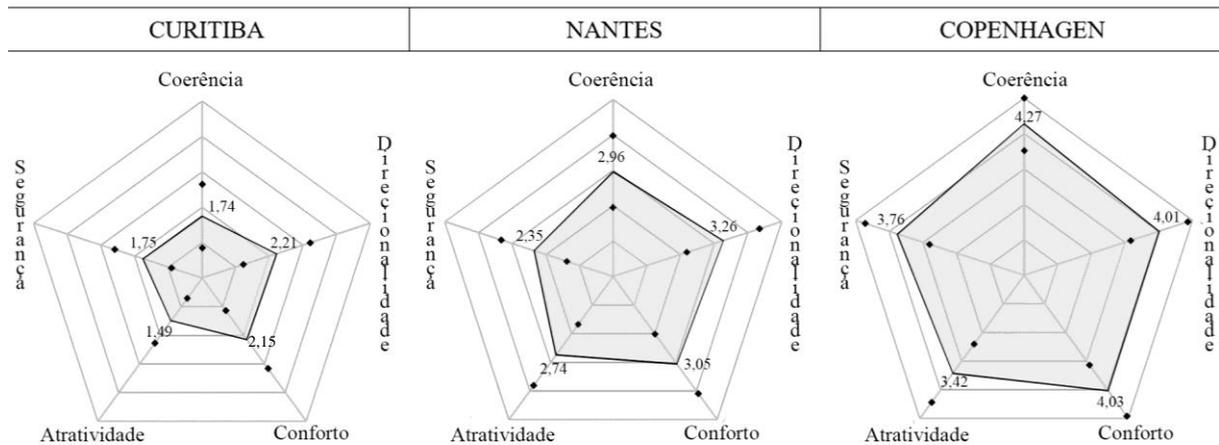


Figura 46 - Síntese das médias da escala Likert obtidas nas categorias Coerência, Direcionalidade, Conforto, Atratividade e Segurança.

Os resultados apresentados na Figura 46 evidenciam a consonância entre a percepção dos ciclistas das cidades estudadas com as análises realizadas neste trabalho. Esta afirmação aplica-se tanto nas médias, que refletem a concordância com as afirmações correspondentes aos princípios de qualidade, como nos valores do desvio padrão, que representa a variabilidade entre os dados.

Ao observar os valores médios obtidos para a cidade de Curitiba, constata-se um cenário incoerente com uma cidade cicloinclusiva. A atratividade aparece como o principal problema na capital paranaense, com uma média de 1,49, seguida da coerência da malha (1,74). No caso da Coerência e Direcionalidade, podem ser apontadas correlações com as análises espaciais realizadas anteriormente, onde foram constatadas a baixa densidade e baixo Índice de Continuidade da malha cicloviária. Considerando a que a Direcionalidade (2,21) obteve um valor maior do que a Coerência (1,74), é possível relacioná-la à estruturação da malha cicloviária ao longo dos eixos radiais que, conforme as análises anteriores, proporcionam bons índices de direcionalidade. No entanto, para melhorar a coerência da malha, é necessário densificá-la e reduzir suas descontinuidades. Quanto à segurança, o baixo valor obtido (1,75) pode ser atribuído tanto à exiguidade de pistas cicláveis como às

tipologias daquelas existentes. Nesse caso, a ampliação da malha cicloviária por meio da implantação de pistas cicláveis seguras é primordial. A partir destas intervenções, alguns aspectos relacionados ao conforto e atratividade, que também obtiveram valores baixos, também podem ser melhorados.

No caso de Nantes, tem-se um cenário relativamente melhor do que em Curitiba. Constatam-se valores superiores a 3 na Direcionalidade (3,26) e no Conforto (3,05), que podem ser atribuídos à presença dos eixos cicláveis estruturantes, destacados nas análises espaciais anteriormente realizadas. Em relação à coerência da malha, na qual o valor obtido é de 2,96, a distribuição desuniforme da malha no território, com grande contraste entre área central e a periferia indicado na análise de densidade, pode ser relacionada com este resultado. Quanto à segurança, é o princípio que apresenta a maior fragilidade, tendo o valor de 2,35. A este cenário, podem ser vinculadas algumas situações apontadas anteriormente como problemáticas, como a largura de algumas ciclofaixas, a localização entre estacionamento e faixa de rolamento e o tratamento das interseções. Quanto à atratividade, é sobretudo ligada ao ainda insuficiente número de paraciclos na cidade.

Em Copenhague, os valores refletem um cenário favorável ao uso da bicicleta. Os valores superiores a 4 na coerência (4,27), direcionalidade (4,01) e conforto (4,03) reforçam os resultados das análises espaciais realizadas neste trabalho. Os valores inferiores a 4, referentes à segurança (3,76) e atratividade (3,42), ainda são considerados altos em comparação às outras cidades, demonstrando a prevalência de cenários favoráveis ao uso da bicicleta.

Complementando as análises anteriormente realizadas neste trabalho, os resultados da percepção dos ciclistas afirmam que Copenhague constitui uma cidade cicloinclusiva. Observando a baixa variabilidade das respostas dos ciclistas da cidade, representada pelo desvio-padrão, também é possível afirmar que as facilidades estendem-se de maneira uniforme no território da cidade. Este contexto não é observado em Curitiba e Nantes, onde o desvio padrão é maior, representando maior desuniformidade. No entanto, no caso de Nantes, pode-se afirmar que os ciclistas a percebem como uma cidade cicloinclusiva, embora ainda sejam necessárias algumas melhorias. Por outro lado, a cidade de Curitiba não é percebida como cicloinclusiva pelos seus ciclistas, o que demanda uma série de intervenções, principalmente sob a forma de infraestrutura cicloviária, para que a bicicleta seja efetivamente integrada ao seu sistema de mobilidade.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSÕES

A construção de um contexto urbano cicloinclusivo depende de um conjunto de estratégias que abrangem não somente a oferta de infraestrutura adequada, mas também de um conjunto de estratégias complementares que tenham como objetivo tornar o modal bicicleta mais atrativo, enquanto simultaneamente são implementadas restrições ao transporte individual motorizado.

A análise da opinião dos ciclistas de Curitiba, Nantes e Copenhagen forneceu subsídios para o diagnóstico da efetividade das estratégias empregadas nestas cidades para a promoção da ciclomobilidade. O notório contraste entre as facilidades proporcionadas aos ciclistas, bem como constatado à partir da aplicação do formulário, fornece um panorama de etapas para a construção de cidades cicloinclusivas.

Neste sentido, os resultados referentes à Curitiba mostram que a cidade ainda está iniciando o caminho para tornar-se uma cidade amiga da bicicleta, enquanto Nantes está consolidando um contexto cicloinclusivo que, aos poucos, induz o aumento do modal cicloviário e, por fim, Copenhagen afirma-se como uma cidade cicloinclusiva, e ao mesmo tempo, ciente dos benefícios decorrentes, trabalha para proporcionar constantes melhorias da infraestrutura e estratégias para a ciclomobilidade.

Em relação às análises das malhas cicloviárias, constata-se que na cidade de Curitiba, apesar de contar com longos eixos retilíneos de pistas cicláveis (estruturantes), apresenta, de modo geral, baixa densidade devido à exiguidade de pistas cicláveis coletoras. Assim, por mais que as ciclovias estruturantes conectem diferentes pontos da cidade, o acesso até elas permanece dificultado. No caso de Nantes, apesar de estruturar sua malha cicloviária a partir de eixos estruturantes e ter uma densa malha na área central, ainda há lacunas na distribuição das pistas cicláveis que deixam regiões da cidade desprovidas de infraestrutura cicloviária.

Já, no contexto de Copenhagen, os resultados demonstraram que a uniformidade na distribuição da malha cicloviária é um dos principais fatores para a massiva adoção da bicicleta como meio de transporte na cidade.

De modo geral, sabendo que as características morfológicas dos traçados urbanos e das malhas cicloviárias influenciam diretamente na atratividade dos deslocamentos por bicicleta, o planejamento das facilidades a serem implementadas/implantadas para a promoção do ciclismo deve considerar estes aspectos, visando uma abordagem holística. Dessa forma, a atratividade do uso da bicicleta pode ser incrementado pelo conjunto formado pela infraestrutura implantada e as facilidades providas por estratégias complementares.

Ao confrontar as análises espaciais com a opinião dos ciclistas, constata-se que, mais importante do que a extensão, a uniformidade na distribuição espacial, a hierarquização e a conectividade das malhas cicloviárias constituem-se nos principais aspectos a serem considerados no planejamento da infraestrutura dedicada ao trânsito de bicicletas, substituindo assim a mera estipulação de metas relacionadas à extensão de pistas cicláveis a ser construída.

A elaboração das duas metodologias de análises espaciais das malhas cicloviárias realizadas no desenvolvimento deste trabalho preenchem duas lacunas referentes à quantificação da abrangência e coesão destas malhas, por meio do Diagrama Voronoi das interseções e a criação do Índice de Continuidade (IC).

A análise da densidade da malha, por meio do diagrama Voronoi das interseções entre pistas cicláveis, permitiu evidenciar a importância da homogeneidade de distribuição da malha cicloviária, como acontece em Copenhagen. Partindo desta abordagem, sugere-se que no caso de uma cidade que encontra-se no início da implantação da malha cicloviária, deve-se priorizar primeiramente a implantação de uma rede uniforme e coesa de pistas cicláveis estruturantes que serão, posteriormente, complementadas por uma rede mais densa de pistas cicláveis coletoras.

Em relação ao Índice de Continuidade, o exemplo de Copenhagen também pode ser utilizado como parâmetro, por ter obtido um IC 0,897 de um valor máximo de 1. Diante disso, pode-se estipular que um IC superior a 0,8 é altamente desejável e exequível e, portanto, pode tornar-se um parâmetro de Índice de Continuidade a ser atingido. Para tanto, no caso de malhas cicloviárias que possuam $IC < 0,8$, a atenção deve ser voltada à consolidação das conexões da malha, tornando-a mais coesa ao reduzir as discontinuidades.

A quantificação da densidade e da continuidade das malhas cicloviárias, por meio dos métodos propostos neste trabalho, pode tornar-se um aliado para o correto desenvolvimento da infraestrutura cicloviária, ao possibilitar a identificação de problemas de conectividade, continuidade e abrangência. Portanto, as análises propostas podem subsidiar a tomada de decisão no planejamento da implantação e de melhorias nas malhas cicloviárias existentes e, a partir disso, melhorar as condições de trafegabilidade dos ciclistas, incrementando a atratividade deste modal de transporte.

Convém ressaltar a replicabilidade das metodologias propostas e utilizadas nesse trabalho, tanto em estudos de contextos individuais, como em análises comparativas. Ao considerar que a bicicleta pode ser usada em deslocamentos que transpassam os limites municipais, sobretudo em aglomerações urbanas e regiões metropolitanas, estas metodologias também podem ser aplicadas em escalas que ultrapassam os limites territoriais de uma única cidade.

REFERÊNCIAS

- ALTA PLANNING + DESIGN. Level of Traffic Stress—What it Means for Building Better Bike Networks. Disponível em <<https://blog.altaplanning.com/level-of-traffic-stress-what-it-means-for-building-better-bike-networks-c4af9800b4ee>>, Acesso em dezembro de 2017.
- ALDRED, Rachel; WOODCOCK, James; GOODMAN, Anna. Does More Cycling Mean More Diversity in Cycling? **Transport Reviews**, v. 36, n. 1, p. 28–44, 2016. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01441647.2015.1014451>>
- AURAN – AGENCE D’URBANISME DE LA RÉGION NANTAISE. Nantes Métropole: Chiffres et repères. Nantes, 2012. (Relatório de Censo demográfico).
- BANISTER, D.; BERECHMAN, Y. Transport investment and the promotion of economic growth. **Journal of Transport Geography**, v. 9, n. 3, p. 209–218, 2001.
- BERKELEY, U. C.; RAFORD, Noah. Space Syntax : The Role of Urban Form in Cyclist Route Choice in Central London Authors : Alain Chiaradia, 2007.
- BERRIGAN, David; PICKLE, Linda W.; DILL, Jennifer. Associations between street connectivity and active transportation. **International journal of health geographics**, [s. l.], v. 9, p. 20, 2010. Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-77951124856&partnerID=tZOtx3y1>>
- BRASIL. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Política Nacional de Mobilidade Urbana. Planalto. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm. Acesso em: 08/02/2018
- BRAND, Jorge. Os bons agouros da bicicleta em Curitiba. **Gazeta do Povo**. Curitiba, p. 01-02. 08 abr. 2018. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/opiniao/artigos/os-bons-agouros-da-bicicleta-em-curitiba-0led7o23gbwus0befuwoo138v>>. Acesso em: 13 maio 2018.
- BUEHLER, Ralph et al. Reducing car dependence in the heart of Europe : lessons from Germany , Austria , and Switzerland. [s. l.], v. 1647, n. May, 2016.
- BUEHLER, Ralph; DILL, Jennifer. Bikeway Networks: A Review of Effects on Cycling. **Transport Reviews**, v. 36, n. 1, p. 9–27, 2016. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01441647.2015.1069908>>
- BUEHLER, Ralph; PUCHER, John. Making public transport financially sustainable. **Transport Policy**, v. 18, n. 1, p. 126–138, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.07.002>>
- CARSTENSEN, Trine Agervig et al. The spatio-temporal development of Copenhagen’s bicycle infrastructure 1912–2013. **Geografisk Tidsskrift-Danish Journal of Geography**, [s. l.], v. 115, n. 2, p. 142–156, 2015. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00167223.2015.1034151>>
- CDC – COPENHAGENIZE DESIGN COMPANY; Copenhagenize Index bike-friendly cities. Disponível em: <<http://copenhagenize.eu/index/>>. Acesso em: 2 abril 2016.
- CAVALCANTI, Clarissa de Oliveira et al. Sustainability assessment methodology of urban mobility projects. **Land Use Policy**, v. 60, p. 334–342, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.11.005>>
- CERVERO, Robert; CALDWELL, Benjamin; CUELLAR, Jesus. Bike-and-Ride : Build It

and They Will Come. **Journal of Public Transportation**, v. 16, n. 4, p. 83–105, 2013.

CERVERO, Robert; KOCKELMAN, Kara. Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 2, n. 3, p. 199–219, 1997. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1361920997000096>>

CEZAR, Therbio Felipe Moraes. **Ciclovias de Curitiba -**: Desafios de uma metrópole. 2013. Disponível em: <http://www.revistabicicleta.com.br/bicicleta.php?ciclovias_de_curitiba__desafios_de_uma_metropole&id=3421>. Acesso em: 15 abr. 2018.

CIDADE DE COPENHAGEN. City of cyclists. Technical and Environment Administration Traffic Department. Copenhagen, 2013.

CHRISTIANSEN, Lars B. et al. International comparisons of the associations between objective measures of the built environment and transport-related walking and cycling : IPEN adult study. **Journal of Transport & Health**, 2016.

COLVILLE, Michael-Andersen. Nantes – A city getting it right. Disponível em: <http://www.copenhagenize.com/2014/10/nantes-city-getting-it-right.html>. Acesso 12 março 2017.

COMISSÃO EUROPEIA. European Green Capital: Green cities fit for life. 2012. Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/about-the-award/index.html#Background%20to%20the%20European%20Green%20Capital%20Award>. Acesso em: 5 abril 2016.

COOPER, D. R; SCHINDLER, P. S. Métodos de Pesquisa em Administração. (10ª ed.). Porto Alegre: Bookman. (2011).

DILL, Jennifer; CARR, Theresa. Bicycle Commuting and Facilities in Major U . S . Cities : If You Build Them , Commuters Will Use Them – Another Look. p. 1–9, 2003.

DUFOUR, Dick. PRESTO Cycling Policy Guide - General Framework. **Intelligent Energy - Europe**, 2010.

ECF. **EU Cycling Strategy**. [s.l: s.n.].

EWING, Reid; CERVERO, Robert. Travel and the built environment: A Meta-Analysis. **Journal of the American Planning Association**, n. 76, p. 265–294, 2010. Disponível em: <<http://mrc.cap.utah.edu/wp-content/uploads/sites/8/2015/04/fulltext.pdf>>

FAGHIH-IMANI, Ahmadreza et al. Hail a cab or ride a bike? A travel time comparison of taxi and bicycle-sharing systems in New York City. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 101, p. 11–21, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2017.05.006>>

FERRAZ, Ingrid Steil; KOBBS, Fabio Fernando. Avaliação do uso da primeira Via Calma em Curitiba / PR para ciclomobilidade. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**

FISHMAN, Elliot. Cycling as transport. **Transport Reviews**, [s. l.], v. 36, n. 1, p. 1–8, 2016. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01441647.2015.1114271>>

FREUDENDAL-PEDERSEN, Malene. Cyclists as Part of the City’s Organism: Structural Stories on Cycling in Copenhagen. [s. l.], v. 27, n. 1, p. 30–50, 2015.

FUB, Fédération Française des Usagers de Bicyclette. Retour sur l'application de la loi LAURE : des difficultés d'interprétation éclairées par la jurisprudence. 2010. Disponível em: <<https://www.fub.fr/sites/fub/files/fub/Juridique/vc110retoursurlaloilaure.pdf>>. Acesso em 23 de abril de 2018

GARRARD, Jan; ROSE, Geoffrey; KAI, Sing Kai. Promoting transportation cycling for women : The role of bicycle infrastructure. **Preventive Medicine**, [s. l.], v. 46, p. 55–59, 2008.

GORI, Stefano; NIGRO, Marialisa; PETRELLI, Marco. The impact of land use characteristics for sustainable mobility: The case study of Rome. **European Transport Research Review**, [s. l.], v. 4, n. 3, p. 153–166, 2012.

GÖSSLING, Stefan. Urban transport transitions : Copenhagen , City of Cyclists. **Journal of Transport Geography**, [s. l.], v. 33, p. 196–206, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.10.013>>

GRIT, Pascal. Ville et Vélo. École d'Architecture de Nantes, Nantes. 1996

HEINEN, Eva; VAN WEE, Bert; MAAT, Kees. Commuting by Bicycle: An Overview of the Literature. **Transport Reviews**, v. 30, n. 1, p. 59–96, 2010. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01441640903187001>>

HICKMAN, Robin; HALL, Peter; BANISTER, David. Planning more for sustainable mobility. **Journal of Transport Geography**, v. 33, p. 210–219, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.07.004>>

HILLIER, Bill; HANSON, Julienne. **The social logic of space**. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

HULL, Angela; O'HOLLERAN, Craig. Bicycle infrastructure: can good design encourage cycling? **Urban, Planning and Transport Research**, v. 2, n. 1, p. 369–406, 2014. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21650020.2014.955210>>

IBGE. Censo Demográfico 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: /[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/ default.shtm.S](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm.S). Acesso em agosto de 2017.

IPPUC, 2008. Mobilidade Urbana Integrada e Plano de Transporte de Curitiba. Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba.

IPPUC - INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E PESQUISA DE CURITIBA. Ciclovias em Curitiba. Curitiba: IPPUC, 1993. 32 p.

IPPUC - INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E PESQUISA DE CURITIBA. Cidade de Curitiba. Inventário 1971/1983. Curitiba: IPPUC, 1983.

ITDP. Guia de Planejamento Cicloinclusivo. [s. l.], p. 190, 2017. Disponível em: <<http://2rps5v3y8o843iokettbxnya.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2017/08/guia-cicloinclusivo-ITDP-Brasil-agosto-2017.pdf>>

KRIZEK, Kevin J.; ROLAND, Rio W. What is at the end of the road? Understanding discontinuities of on-street bicycle lanes in urban settings. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 10, n. 1, p. 55–68, 2005.

LANZENDORF, Martin; BUSCH-GEERTSEMA, Annika. The cycling boom in large German cities — Empirical evidence for successful cycling campaigns. **Transport Policy**, [s.

- l.], v. 36, p. 26–33, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.07.003>>
- MARTENS, Karel. The bicycle as a feeding mode: Experiences from three European countries. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 9, n. 4, p. 281–294, 2004.
- MERTENS, Lieze et al. Built environmental correlates of cycling for transport across Europe. **Health and Place**, [s. l.], v. 44, n. January, p. 35–42, 2017.
- MINVIELLE, Erwann. En ville, le vélo, c'est pas idiot. **TRANSPORTS URBAINS**. Paris, 4 p., 1995
- MIRANDA, Antonio Carlos De Mattos; MOREIRA, Henrique Jakobi. **Ciclorrota, alternativa para uso da bicicleta em vias calmas nas metrópoles**. Curitiba.
- MIRANDA, Hellem de Freitas; RODRIGUES DA SILVA, Antônio Néelson. Benchmarking sustainable urban mobility: The case of Curitiba, Brazil. **Transport Policy**, [s. l.], v. 21, p. 141–151, 2012.
- MOORE, S. A. *Alternative Routes to the Sustainable City: Austin, Curitiba, and Frankfurt*. Lanham, MD: Lexington Books. 2007.
- NANTES MÉTROPOLE. Plan de déplacements urbains 2010-2015 Perspectives 2030. Nantes. 2011.
- NANTES MÉTROPOLE. Zone 30 et zones à trafic limité. Disponível em <<https://www.nantesmetropole.fr/decouverte/les-grands-projets/zone-30-et-zones-a-traffic-limite-37980.kjsp>>.
- NANTES METROPOLE. Institution métropolitaine: Les 24 communes. Disponível em: <http://www.nantesmetropole.fr/institution-metropolitaine/24-communes/>>. Acesso em 12 abril 2016.
- NORDSTRÖM, Tobias. Measuring bikeability: Space syntax based methods applied in planning for improved conditions for bicycling in Oslo. **10th International Space Syntax Symposium**, [s. l.], p. 1–14, 2015.
- ONU. **Planifier et configurer une mobilité urbaine plus durable: pistes pour les politiques publiques**. New York.
- OSAMA, Ahmed; SAYED, Tarek. Evaluating the impact of bike network indicators on cyclist safety using macro-level collision prediction models. **Accident Analysis and Prevention**, [s. l.], v. 97, p. 28–37, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2016.08.010>>
- PASSAFARO, Paola et al. The bicycle and the city: Desires and emotions versus attitudes, habits and norms. **Journal of Environmental Psychology**, [s. l.], v. 38, p. 76–83, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvp.2013.12.011>>
- PREFEITURA DE CURITIBA. Plano Diretor Cicloviário prevê obras e incentivo à bicicleta. Disponível em: <http://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/plano-diretor-cicloviario-preve-obras-e-incentivo-a-bicicleta/17453>. Acesso em abril de 2018.
- PREFEITURA DE CURITIBA. Curitiba amplia estrutura cicloviária em 71% e estimula mais gente a pedalar. 2016. Disponível em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/curitiba-amplia-estrutura-cicloviaria-em-71-e-estimula-mais-gente-a-pedalar/40089>>. Acesso em abril de 2018.

PREFEITURA DE CURITIBA. Plano Municipal de Mobilidade Urbana e Transporte Integrado. CURITIBA. 2008

PONT, M. B.; HAUPT, P. Spacematrix: space, density and urban form, 2010.

PUCHER, J. et al. Walking and cycling for healthy cities. **Built Environment**, [s. l.], v. 36, n. 4, p. 391–414, 2010. a.

PUCHER, John et al. Walking and cycling to health: A comparative analysis of city, state, and international data. **American Journal of Public Health**, [s. l.], v. 100, n. 10, p. 1986–1992, 2010. b.

PUCHER, John; BUEHLER, Ralph. At the Frontiers of Cycling : Policy Innovations in the Netherlands , At the Frontiers of Cycling : Policy Innovations in the Netherlands , Denmark ,. [s. l.], n. December 2007, [s.d.].

PUCHER, John; BUEHLER, Ralph. Making Cycling Irresistible: Lessons from The Netherlands, Denmark and Germany. **Transport Reviews**, [s. l.], v. 28, n. 4, p. 495–528, 2008.

PUCHER, John; DILL, Jennifer; HANDY, Susan. Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: An international review. **Preventive Medicine**, [s. l.], v. 50, n. SUPPL., p. S106–S125, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.yjmed.2009.07.028>>

RIETVELD, Piet; DANIEL, Vanessa. Determinants of bicycle use : do municipal policies matter ? v. 38, p. 531–550, 2004.

RUPPRECHT, Siegfried; URBANCZYK, Rafael; LAUBENHEIMER, Michael. Promoting Cycling for Everyone as a Daily Transport Mode GIVE CYCLING A PUSH PRESTO Cycling Policy Guide. 2010.

SABOYA, Renato. **Sintaxe Espacial**. Disponível em www.urbanidades.arq.br. Acesso em 20/11/2016.

SCHONER, Jessica E.; LEVINSON, David M. The missing link: bicycle infrastructure networks and ridership in 74 US cities. **Transportation**, v. 41, n. 6, p. 1187–1204, 2014.

SICK NIELSEN, T. A.; SKOV-PETERSEN, Hans; AGERVIG CARSTENSEN, Trine. Urban planning practices for bikeable cities – the case of Copenhagen. **Urban Research & Practice**, v. 6, n. 1, p. 110–115, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/17535069.2013.765108>>

SIENA, O. **Metodologia da Pesquisa Científica**: Elementos para Elaboração e Apresentação de Trabalhos Acadêmicos. Gepes. Ppgmad. Departamento de Administração, Porto Velho: Unir, 2007. 201 p.

STADBANK – STATISTICS DENMARK. Population at the first day of the quarter by municipality, sex, age, marital status, ancestry, country of origin and citizenship. Disponível em: <http://www.statbank.dk/statbank5a/default.asp?w=1600>. Acesso em: 17 abril 2016.

TIRONI, M. Algumas contribuições metodológicas sobre a mobilidade em bicicleta. Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/49561/algumas-contribuicoes-metodologicas-sobre-a-mobilidade-em-bicicleta>>. Acesso em: 15 abril 2016

TISCHER, Vinicius. Validação de sistema de parâmetros técnicos de mobilidade urbana aplicados para sistema cicloviário. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 587–604, 2017.

TRANSPORT SCOTLAND. Cycling by design 2010. Disponível em: https://www.transport.gov.scot/media/33803/cycling_by_design_2010__rev_1__june_2011_.pdf. Acesso em 13 julho 2017.

VASCONCELLOS, Eduardo. A crise do planejamento de transportes nos países em desenvolvimento: Reavaliando pressupostos e Alternativas. **Revista Transportes**, [s. l.], n. April 2010, p. 7–26, 1995.

WINTERS, Meghan et al. Mapping bikeability: A spatial tool to support sustainable travel. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 40, n. 5, p. 865–883, 2013.

WITTINK, R. Final Report of the Promising Project. Promotion of measures for vulnerable road users. SWOV – Institute for Road Safety Research. Julho de 2001.

WOLFF, Jean-Pierre. Pratiques et politiques du vélo à Angers. **NOROIS**. Poitiers, v. 46, n. 182, p 319-329. 1999

ZHAO, Chunli et al. Bicycle-friendly infrastructure planning in Beijing and Copenhagen - between adapting design solutions and learning local planning cultures. **Journal of Transport Geography**, v. 68, n. September 2017, p. 149–159, 2018. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966692317306099>>

APÊNDICES

1. Modelo de formulário em Português

Questionário referente à percepção dos ciclistas em relação à infraestrutura cicloviária

1 - Você usa a bicicleta como meio de transporte em Curitiba?

- 1{ } Sim
2{ } Não

2 - Você utiliza sua própria bicicleta, uma bicicleta compartilhada ou uma alugada?

- 1{ } Minha própria bicicleta
2{ } Bicicleta compartilhada (Bike-Sharing)
3{ } Bicicleta alugada

3 - Qual estilo de bicicleta?



4 - Qual a distância máxima que você se dispõe a fazer em um deslocamento de bicicleta?

- 1{ } < 1 km
2{ } 1 – 2,5 Km
3{ } 2,5 – 5 Km
4{ } 5 – 7,5 Km
5{ } > 7,5 Km

Por que você utiliza a bicicleta como meio de transporte?	Discordo totalmente	Discordo em parte	Nem concordo nem discordo	Concordo em parte	Concordo totalmente
5. Porque é o meio de transporte mais rápido para meus deslocamentos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Porque é mais barato que outros meios de transporte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Porque é benéfico para a saúde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Porque é benéfico para o meio ambiente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Complemento os deslocamentos realizados com transporte coletivo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Porque é meu único meio de transporte individual.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Porque faz parte do meu estilo de vida.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Com que frequência você utiliza esses meios de transporte?

	Nunca	Raramente	Somente nos fins de semana	3 a 4 dias/semana	5 a 6 dias/semana	Todos os dias
13. Caminhar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Bicicleta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Carro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Transporte público	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Motocicleta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Coerência da rede de pistas cicláveis	Discordo totalmente	Discordo em parte	Nem concordo nem discordo	Concordo em parte	Concordo totalmente
18. A rede de ciclovias/ciclofaixas conecta todos os bairros.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Você pode escolher diferentes opções de trajeto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. As ciclovias/ciclofaixas são contínuas (sem interrupções/descontinuidades)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. A rede de ciclovias/ciclofaixas é uniformemente distribuída (centro/periferia)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. A rede de ciclovias/ciclofaixas integra as paradas de transporte público.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Direcionalidade	Discordo totalmente	Discordo em parte	Nem concordo nem discordo	Concordo em parte	Concordo totalmente
23. A rede de ciclovias e ciclofaixas cria trajetos diretos entre as principais destinações..	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24. A velocidade e fluidez dos deslocamentos são constantes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25. Há sinalizas que dão prioridades ao ciclistas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26. Há ciclovias e ciclofaixas que contornam ou desviam os cruzamentos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27. É possível ultrapassar outros ciclistas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Conforto	Discordo totalmente	Discordo em parte	Nem concordo nem discordo	Concordo em parte	Concordo totalmente
28. As ciclovias e ciclofaixas são suficientemente largas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29. As ciclovias e ciclofaixas são feitas com materiais de boa qualidade.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30. As rotas são planas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31. O tratamento das interseções/cruzamentos facilita a fluidez dos deslocamentos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32. As ciclovias e ciclofaixas são livres de carros estacionados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Atratividade	Discordo totalmente	Discordo em parte	Nem concordo nem discordo	Concordo em parte	Concordo totalmente
33. É permitido levar a bicicleta consigo no transporte coletivo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34. As bicicletas estão protegidas de roubos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35. Há estacionamentos para bicicletas em quantidade suficiente distribuídos na cidade.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

36. Há estacionamentos para bicicletas nas paradas do transporte coletivo.	<input type="checkbox"/>				
37. A iluminação das ciclovias e ciclofaixas é boa.	<input type="checkbox"/>				
38. Há estações de bicicletas compartilhadas em quantidade suficiente.	<input type="checkbox"/>				
40. As autoridades locais realizam campanhas de promoção do uso da bicicleta.	<input type="checkbox"/>				
41. Há restrições locais no uso de carros que tornam a bicicleta mais atrativa.	<input type="checkbox"/>				

Segurança	Discordo totalmente	Discordo em parte	Nem concordo nem discordo	Concordo em parte	Concordo totalmente
42. Os outros usuários das ruas respeitam os ciclistas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
43. Os ciclistas estão protegidos da abertura de portas de carros estacionados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
44. As pistas cicláveis são separadas do tráfego motorizado onde este é intenso.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
45. A velocidade dos carros é segura aos ciclistas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
46. O tráfego nas interseções (cruzamentos) é seguro aos ciclistas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
47. O tráfego nas rótulas é seguro aos ciclistas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

48. Gênero:

1[] Masculino

2[] Feminino

49. Idade: _____

50. Bairro onde mora:

51. Personal income (monthly):

1[] até R\$ 788,00

2[] entre R\$ 789,00 e R\$ 2.364,00

3[] entre R\$ 2.365,00 e R\$ 3.940,00

4[] entre R\$ 3.941,00 e R\$ 8.668,00

5[] acima de R\$ 8.668,00

52. Estado Civil:

1[] Casado(a)/ união estável

2[] Solteiro

3[] Divorciado(a)

53. Você tem filhos?

1[] Sim

2[] Não

54. Você tem filhos?

1[] Sim

2[] Não

55. Escolaridade:

1[] Ensino Fundamental Completo

2[] Ensino Médio Completo

3[] Graduação incompleto

4[] Graduação

5[] Pós-Graduação

56. Como você se desloca ao trabalho ou estudos?:

1[] ônibus

2[] Carro

3[] Bicicleta

4[] Caminhada

5[] Outro: _____

57. Como você se deslocaria ao trabalho ou estudos, se pudesse escolher?:

1[] Bus

2[] car

3[] bike

4[] walk

5[] another: _____

58. A que distância fica a ciclovia ou ciclofaixa mais próxima de onde você mora?

1[] < 100m

2[] 100m - 500m

3[] 500m - 1 Km

4[] > 1 Km

Obrigado!