

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**HELDER GONÇALVES DE ALENCAR FREIRE**

**ESTUDO SOBRE A VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO DE INFRAESTRUTURA  
CICLOVIÁRIA NO TRECHO UFPB – UNIPÊ NA CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB**

**JOÃO PESSOA**

**2017**

HELDER GONÇALVES DE ALENCAR FREIRE

**ESTUDO SOBRE A VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO DE INFRAESTRUTURA  
CICLOVIÁRIA NO TRECHO UFPB – UNIPÊ NA CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Brilhante de Sousa

JOÃO PESSOA

2017

F866e Freire, Helder Gonçalves de Alencar

Estudo sobre a viabilidade e implantação de infraestrutura cicloviária no trecho Ufpb – UNIPÊ na Cidade de João Pessoa-PB./Helder Gonçalves de Alencar Freire. – João Pessoa, 2017.

67f. il.:

Orientador: Prof. Dr. Pablo Brilhante De Sousa

Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Civil) Campus I - UFPB / Universidade Federal da Paraíba.

1. Ciclovia 2. Mobilidade Urbana 3. Transporte Cicloviário I.  
Título.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**HELDER GONÇALVES DE ALENCAR FREIRE**

### **ESTUDO SOBRE A VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO DE INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA NO TRECHO UFPB – UNIPÊ NA CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB**

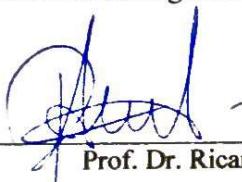
Trabalho de Conclusão de Curso em 08/06/2017 perante a seguinte Comissão Julgadora:

Pablo Brilhante de Sousa

Prof. Dr. Pablo Brilhante de Sousa

Aprovado

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB



Prof. Dr. Ricardo Almeida de Melo

APROVADO

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

Clóvis Dias

Prof. Dr. Clóvis Dias

APROVADO

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

Ana Braga

Prof.ª Dr.ª Ana Cláudia Fernandes Medeiros Braga

Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pois sem ele nada seria possível. Aos meus pais, família e amigos, pela paciência, carinho e por todo suporte que eles sempre me ofereceram. Ao professor Pablo, por acreditar e confiar em mim e por todo seu suporte e orientação que ele me proporcionou.

## **RESUMO**

O trabalho traz questões de mobilidade urbana, fazendo uma análise do uso e demanda de um determinado trecho compreendido entre a Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e o Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ), no município de João Pessoa/PB, de aproximadamente 2,1 quilômetros, através das condições da infraestrutura viária existente e a possibilidade de implantar uma via para ciclistas com o intuito de verificar sua potencialidade cicloviária. Alguns fatores também são relevantes para a utilização da via pelo ciclista como segurança, desniveis, entre outros. Além de realizar um levantamento geométrico da via, analisa qual a melhor infraestrutura viária que deveria ser implantada. Pela análise feita, a infraestrutura proposta foi uma ciclovia, definindo sua dimensão de 2,50 metros (largura mínima para uma ciclovia), de forma a garantir maior conforto e segurança ao usuário, de modo que ele possa optar por uma outra opção de locomoção mais saudável e sustentável.

Palavras-chave: Ciclovia. Mobilidade Urbana. Transporte Cicloviário.

## **ABSTRACT**

The work brings questions of urban mobility, analyzing the use and demand of a certain route between the Federal University of Paraíba (UFPB) and the University Center of João Pessoa (UNIPÊ), in the city of João Pessoa / PB, of approximately 2.1 kilometers, through the conditions of the existing road infrastructure and the possibility of implanting a lane for cyclists with the purpose of verifying their cycling potential. Some other factors are also relevant to the cyclist's use of the road, such as safety, gaps, etc. In addition to performing a geometric survey of the track, the work analyzes, through the volume of vehicles, the best road infrastructure that should be implemented. According to the analysis, the proposed infrastructure was a cycleway, defining its 2.50 meters dimension (minimum width for a bicycle lane), in order to guarantee greater comfort and safety to the user, so that he can choose another option of locomotion more healthy and supportable.

Keywords: Cycling lanes. Urban Mobility. Cycling Transportation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Bicicleta-padrão de transporte.....	17
Figura 2: Divisão Modal Belo Horizonte 2012 .....	18
Figura 3: Divisão modal em diferentes classes de cidades brasileiras .....	18
Figura 4: Vantagem das bicicletas sobre ônibus urbano na Europa.....	20
Figura 5: Modo de transporte x tempo de viagem.....	20
Figura 6: Comparaçao da ocupação do espaço público de cada modal.....	21
Figura 7: Espaço útil do ciclista .....	24
Figura 8: Passeio separado em Quioto, Japão, 2003.....	26
Figura 9: Tipos de implantação de ciclofaixas .....	27
Figura 10: Largura recomendada para ciclofaixas.....	27
Figura 11: Larguras mínimas de ciclovias unidirecionais .....	29
Figura 12: Largura mínima de ciclovia unidirecional com presença de arborização lateral ...	29
Figura 13: Largura mínima de ciclovia bidirecional com presença de arborização lateral .....	30
Figura 14: Relação entre a inclinação da via e sua distância máxima.....	33
Figura 15: Rampas normais e máximas admissíveis em função do desnível a vencer.....	35
Figura 16: Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (1).....	36
Figura 17: Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (2).....	37
Figura 18: Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (3).....	38
Figura 19: Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (4).....	39
Figura 20: Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (5).....	40
Figura 21: Fluxograma da metodologia utilizada.....	42
Figura 22: Malha cicloviária de João Pessoa/PB.....	44
Figura 23: Trecho a ser estudado.....	45
Figura 24: Via Expressa Padre Zé .....	46
Figura 25: Rua Estevão Gérson Carneiro da Cunha.....	47
Figura 26: Interseção Rua Estevão Gérson Carneiro da Cunha com Rua Isaura Silveira Lira	48
Figura 27: Rua Estevão Gérson Carneiro da Cunha (acesso UNIPÊ) .....	48

Figura 28: Perfil de elevação (1) .....	49
Figura 29: Rampas normais e máximas admissíveis em função do desnível a vencer verificação (1).....	51
Figura 30: Rampas normais e máximas admissíveis em função do desnível a vencer verificação (2).....	53
Figura 31: Pontos de contagem locados.....	54
Figura 32: Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (1) no ponto 1 .....	55
Figura 33: Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (3) no ponto 1 .....	56
Figura 34: Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (1) no ponto 2 .....	57
Figura 35: Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (3) no ponto 2 .....	57
Figura 36: Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (1) no ponto 3 .....	58
Figura 37: Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (3) no ponto 3 .....	59
Figura 38: Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (1) no ponto 4 .....	60
Figura 39: Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (3) no ponto 4. ....	60

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Largura efetiva da ciclovia unidirecional em função do tráfego horário .....	30
Quadro 2: Largura efetiva da ciclovia bidirecional em função do tráfego horário .....	30
Quadro 3: Relação entre a inclinação da via e sua distância máxima (1).....	34
Quadro 4: Relação entre a inclinação da via e sua distância máxima (2).....	34
Quadro 5: Inclinações e comprimentos (1) .....	50
Quadro 6: Inclinações e comprimentos (2) .....	52
Quadro 7: Contagem ponto 1 .....	55
Quadro 8: Contagem ponto 2 .....	56
Quadro 9: Contagem ponto 3 .....	58
Quadro 10: Contagem ponto 4 .....	59

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Apresentação do tema.....	12
1.2	Objetivos .....	13
1.3	Abordagem Metodológica.....	13
1.4	Estruturação do trabalho .....	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1	Mobilidade Urbana .....	15
2.2	Mobilidade Urbana Sustentável e as Bicicletas .....	16
2.2.1	Vantagens do uso da bicicleta .....	19
2.2.2	Desvantagens do uso da bicicleta .....	22
2.3	Infraestrutura cicloviária.....	23
2.3.1	Espaço útil do ciclista .....	24
2.3.2	Rotas cicláveis e ciclorotas .....	25
2.3.3	Vias compartilhadas.....	25
2.3.4	Ciclofaixas.....	26
2.3.5	Ciclovias.....	28
2.3.6	Outros aspectos da infraestrutura cicloviária .....	31
2.4	Critérios para implantação .....	32
2.4.1	Inclinação longitudinal da via .....	32
2.4.2	Volume e velocidade do tráfego.....	35
3	METODOLOGIA.....	41
3.1	Concepção do tema.....	41
3.2	Levantamento dos dados.....	41
3.3	Tratamento dos dados .....	42
3.4	Fluxograma.....	42
4	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA .....	44
4.1	A cidade de João Pessoa .....	44
4.2	O trecho em estudo .....	45
5	PROCESSAMENTO DE DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	49
5.1.1	Levantamento topográfico .....	49

5.1.2	Análise da velocidade e volume de tráfego.....	53
6	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES .....	62
7	REFERÊNCIAS .....	64

## **1 INTRODUÇÃO**

Desde o início de sua fabricação, o automóvel é visto como sinônimo de status, conforto, segurança e alta mobilidade, mas ainda era pouco difundido pela população em geral devido seu elevado custo. Com a criação de modelos de fabricação em larga escala como o fordismo, criado por Henry Ford em 1914, os preços dos veículos passaram a ser mais acessíveis, gerando consigo o crescimento da estrutura viária das grandes cidades (RAQUEL, 2010).

O grande desenvolvimento urbano das principais capitais brasileiras, como João Pessoa/PB, é nítido. Vasconcellos (2000) analisa que tal desenvolvimento ocorre em função de um amplo conjunto de fatores econômicos, políticos, sociais e culturais, além de ações do Estado, setor privado, indivíduos e sociedade organizada.

O aumento da distância entre moradia e trabalho, bem como a expansão desordenada das cidades, resultando no seu espraiamento e em estruturas urbanas cada vez mais complexas, vem fazendo com que a infraestrutura de transporte atual alcance rapidamente os seus limites de capacidade.

### **1.1 Apresentação do tema**

Na busca por um meio de transporte que burle o caos no trânsito gerado pelo crescimento desenfreado das grandes cidades, um dos mais antigos modais de transporte vem retomando seu lugar entre os veículos motorizados das zonas urbanas, trata-se do modal cicloviário. Se faz necessário, então, a criação de locais apropriados para a circulação de bicicletas, que dificilmente conseguem disputar seu espaço nas vias devido a saturação de veículos no trânsito dos centros urbanos, criando, assim, rotas clicáveis para que o usuário possa se deslocar com segurança e conforto. Essas rotas poderão possuir diferentes tipos de infraestruturas como ciclovias, ciclofaixas e vias compartilhadas com veículos ou pedestres, desde que os mesmos estejam sinalizados e tenham sido projetados corretamente (BRASIL, 2007).

Na Europa muitos países já possuem uma excelente infraestrutura cicloviária, além de desenvolverem diversas outras políticas públicas para estimular ainda mais o uso da bicicleta como meio de transporte. A cidade de Münster, na Alemanha, apresenta a melhor estrutura para ciclismo no país, onde 35% do transito local é composto por ciclistas (DW-WORLD, 2004). Amsterdã, na Holanda, tem mais de 400 quilômetros de ciclovias (VIDA SIMPLES, 2008). Em outros países no mundo como a China, que apresenta o maior mercado de bicicletas no mundo, cerca de 40% dos deslocamentos urbanos são feitos de bicicleta (ABRACICLO, 2010). Mais

próximo aos brasileiros, Bogotá, capital da Colômbia, ganhou mais de 300 quilômetros de ciclovias em menos de seis anos (VIDA SIMPLES, 2008). Já em João Pessoa, segundo o Plano cicloviário (SEMOB, 2013), existe cerca de 47 km de ciclovias e ciclofaixas, sendo que em quase 10 km se faz necessário sua requalificação.

## 1.2 Objetivos

O objetivo geral do trabalho foi verificar a viabilidade da implantação de uma infraestrutura adequada para a circulação de bicicletas no trecho entre a Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e o Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ), no município de João Pessoa/PB. Esse trecho englobará parte da Via Expressa Padre Zé e Rua Estevão Gérson Carneiro da Cunha.

Como objetivos específicos têm-se:

- Identificar os pontos críticos no trecho no que diz respeito ao fluxo de veículos e as características topográficas da via;
- Quantificar o fluxo de veículos no horário de pico;
- Analisar e definir qual infraestrutura melhor se adequa ao trecho e, para casos de rampas elevadas, sugerir possíveis correções.

## 1.3 Abordagem Metodológica

Para analisar e definir qual infraestrutura cicloviária a ser utilizada, pesquisou-se em artigos, livros e sites, sobre mobilidade urbana, transporte por bicicletas e critérios para sua implementação, fundamentando-se sobre o tema escolhido, até ter base suficiente para iniciar esse estudo.

Foram escolhidos os pontos críticos a serem observados, verificando seu volume de veículos e características topográficas até ser definida qual infraestrutura seria indicada para ser implantada no trecho em análise.

O tipo de infraestrutura escolhida foi feito através de uma contagem do tráfego em quatro pontos considerados críticos, e a análise topográfica através do auxílio do programa Google Earth, juntamente com documentos da Diretoria de Geoprocessamento e Cadastro da Prefeitura Municipal de João Pessoa.

#### **1.4 Estruturação do trabalho**

No capítulo 01 (um) introduziu-se o tema, a problemática a ser enfrentada, que objetivos o trabalho buscou atingir e sua forma de estruturação e execução.

No capítulo 02 (dois) fundamentou-se o conteúdo teórico do trabalho, abordando pesquisas realizadas sobre a temática da mobilidade urbana, o transporte cicloviário e os critérios de projeto e implantação. Baseando-se nelas é possível tomar conhecimento dos parâmetros a serem adotados, assim como as características do transporte cicloviário bem como do seu veículo de locomoção, a bicicleta.

O capítulo 03 (três) aborda o estudo de caso da cidade de João Pessoa, situando a rede cicloviária que a cidade dispõe, sua extensão e propostas já feitas. Após introduzir o estudo de caso, explica-se o estudo em si, como a mesma foi executado, o passo a passo dos procedimentos realizados, com seus respectivos dados, explicando como se chegou aos mesmos. Juntamente com as observações anotadas na realização do estudo e do tratamento dos dados.

No capítulo 04 (quatro) é feito a caracterização da área a ser estudada fazendo um levantamento da infraestrutura cicloviária atual da cidade de João Pessoa/PB, além de uma análise mais detalhada do trecho em estudo.

No capítulo 05 (cinco) faz-se a análise dos resultados do estudo, juntamente com a escolha da infraestrutura que melhor se adequa ao trecho e as possíveis correções topográficas a serem feitas na rota.

No capítulo 06 (seis) se encontra a conclusão do trabalho, indicando qual infraestrutura cicloviária será adotada, a viabilidade da sua implantação e as possíveis recomendações para trabalhos futuros.

No capítulo 07 (sete) está a bibliografia do trabalho, com todos os materiais e sites utilizados para a realização da pesquisa, indicando todos os artigos, sites, leis e livros que serviram de base para o estudo.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será apresentado o embasamento teórico para a pesquisa proposta. Apresentam-se os conceitos sobre mobilidade urbana, seu contexto brasileiro e sua relação com o transporte cicloviário. Também são apresentados alguns fatores relevantes desse modal, como a sua relação com a cidade, planejamento cicloviário, vantagens, desvantagens, caracterização de viagens por bicicletas, infraestrutura necessária e parâmetros a serem seguidos. Por fim serão apresentados os fatores que influenciam seu uso como modo de transporte.

### 2.1 Mobilidade Urbana

A mobilidade urbana está associada com o deslocamento de pessoas e bens dentro do espaço urbano, fazendo uso da infraestrutura de trânsito presente na cidade através de veículos motorizados (carros, motos, ônibus, etc.), não motorizados (bicicleta, tração animal, etc.) e também fazendo uso do seu próprio esforço (deslocamento a pé) seja qual for a motivação desse deslocamento (lazer, trabalho, etc.) usufruindo e proporcionando, assim, um acesso fácil e democrático ao espaço urbano como um todo (BRASIL, 2004).

No mundo todo é cada vez mais nítido o crescente aumento do uso de transportes motorizados, porém esse aumento tem sido um dos maiores responsáveis por muitos impactos ambientais como a poluição atmosférica, devido à queima de combustíveis fósseis, a poluição sonora, devido aos barulhos que o veículo produz seja oriundo do seu motor ou buzina, além do descarte de resíduos que prejudicam o meio ambiente como pneus, óleos, entre outros, que dificilmente serão degradados, gerando doenças. Fica evidente, aqui, que a continuidade dessa expansão atual é inviável, pois, a construção e ampliação de mais vias vai de encontro com a falta de espaço e de recursos dos municípios, além de causar danos a outras áreas de interesse público como questões ambientais e sociais (BRASIL, 2007, p. 17).

Em países emergentes, como o Brasil, o impacto causado por essa crise de mobilidade é maior, pois o espaço urbano está cada vez mais saturado, o governo conta com recursos limitados e a diversidade de modais de locomoção é ainda mais restrita. Essa escolha política centrada no automóvel, em nossa nação, começou no governo de Juscelino Kubistchek, com a implantação definitiva da indústria automobilística através da abertura e a vinda de fábricas automotivas para o país na década de 1950, naquela época o carro era visto como sinal de alta locomoção, segurança e status social. (SCHORR, 2000)

Alguns fatores podem influenciar positivamente ou negativamente a mobilidade das pessoas, como a renda familiar, a idade, o gênero, a ocupação e o nível educacional, fazendo com que cada usuário opte por um modal que mais lhe adeque (VASCONCELLOS, 2001). De acordo com Campos (2006), é necessário diminuir a escolha pelos transportes individuais implantando medidas para diminuir a demanda de viagens, assim como a melhoria dos sistemas de transporte coletivo, que em muitas cidades deveria funcionar como principal meio de locomoção de pessoas.

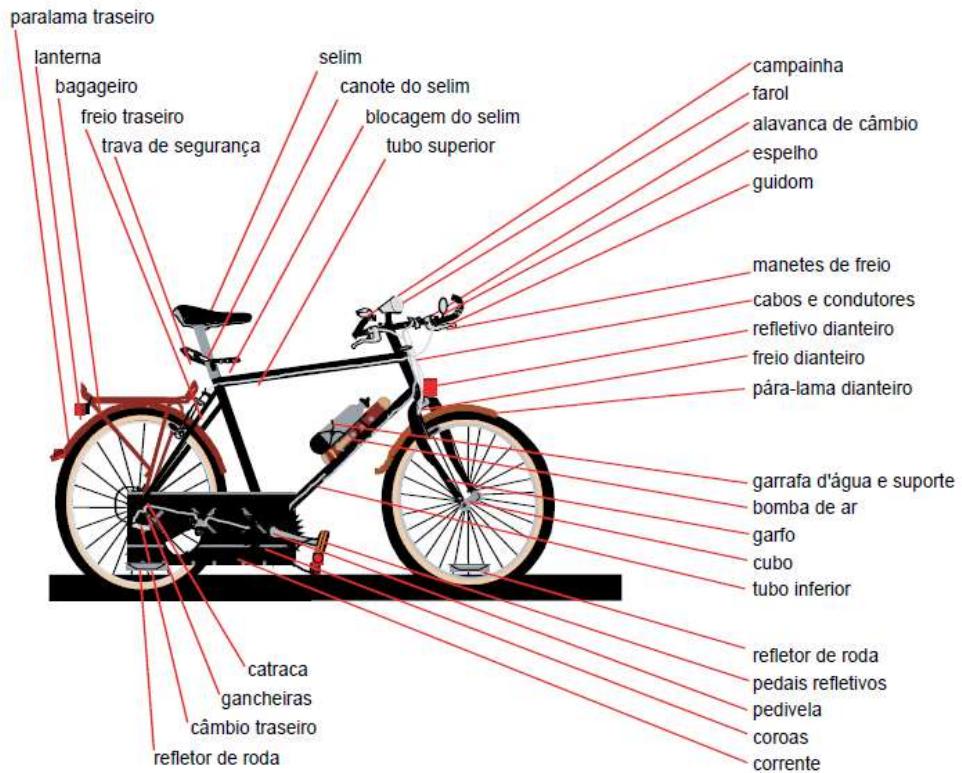
Outra alternativa encontrada é o uso do modal cicloviário, pois a bicicleta possui algumas vantagens em relação a outros modais como como o preço acessível, a melhoria na saúde dos usuários, não prejudica ao meio ambiente, não requer de combustível e o fato de possuir maior flexibilidade de uso (GEIPOT, 2001).

## **2.2 Mobilidade Urbana Sustentável e as Bicicletas**

A bicicleta é um meio de transporte altamente versátil, e de fácil acesso à população, podendo ser usada para fins de lazer, locomoção, trabalho, transporte de mercadoria e até mesmo transporte de passageiros (BRASIL, 2007, p. 75). De acordo com o Código Brasileiro de Trânsito a bicicleta pode ser definida como “- veículo de propulsão humana, dotado de duas rodas, [...], similar à motocicleta, motoneta e ciclomotor” (BRASIL, 1997).

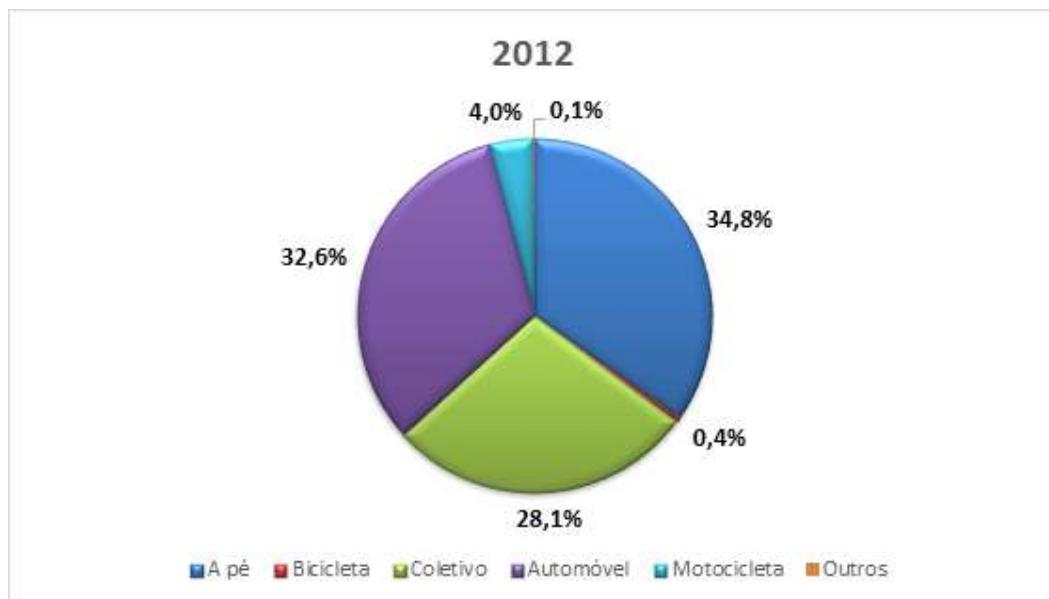
Teve sua origem por volta de 1790, passando por diversas transformações e adaptações para chegar nos modelos atuais presentes nos dias hoje. Foi introduzida por imigrantes europeus que vinham para o Brasil e foi bem vista pela classe trabalhadora da época. Porém, viu sua popularidade ser abalada com a chegada a indústria automobilística na década de 50, só voltando a ser vista como alternativa viável na década de 70 com a crise do petróleo. A partir daí muitas cidades brasileiras passaram a desenvolver planos diretores, estudos e projetos visando atender a necessidade de uma circulação segura e confortável desses ciclistas (BRASIL, 2001a, p. 14-16). A figura 1 mostra os componentes básicos de uma bicicleta padrão.

**Figura 1:** Bicicleta-padrão de transporte.

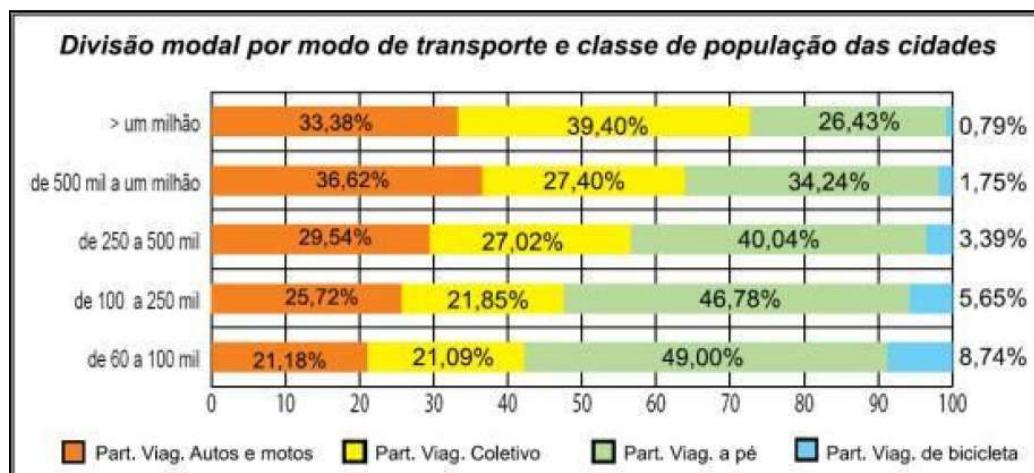


Fonte: BRASIL, 2001 (a).

Segundo o Plano Geral de Mobilidade por Bicicleta (2007), o número de usuários desse modal varia de acordo com tamanho das cidades, sendo bastante utilizadas nas cidades pequenas (até 50 mil habitantes) e médias, só diferenciando que essas terão um maior auxílio do transporte público coletivo, e nas cidades grandes (acima de 500 mil habitantes), onde se tem um maior uso do transporte coletivo, ficando o uso da bicicleta exclusivamente para as áreas periféricas sendo utilizada de maneira complementar. A figura 2 mostra um gráfico da divisão dos modais da cidade de Belo Horizonte, uma das grandes cidades do Brasil, onde o transporte público coletivo é mais acessível à população. Já a figura 3 faz essa divisão de acordo com o tamanho das cidades.

**Figura 2:** Divisão Modal Belo Horizonte 2012.

Fonte: BHTRANS (2014)

**Figura 3:** Divisão modal em diferentes classes de cidades brasileiras

Fonte: SEMOB (2007).

É possível observar que com o aumento da população há uma necessidade maior do investimento no transporte público, tendo em vista que nem toda a população pode ter acesso aos automóveis, além das dificuldades encontradas para o seu uso na zona urbana como a dificuldade de estacionar, o tempo para a locomoção, o congestionamento, entre outras.

### **2.2.1 Vantagens do uso da bicicleta**

São várias as vantagens que o uso desse modal vem a oferecer, tanto para sociedades quanto para o próprio usuário. No que diz respeito as vantagens para os usuários, é possível citar:

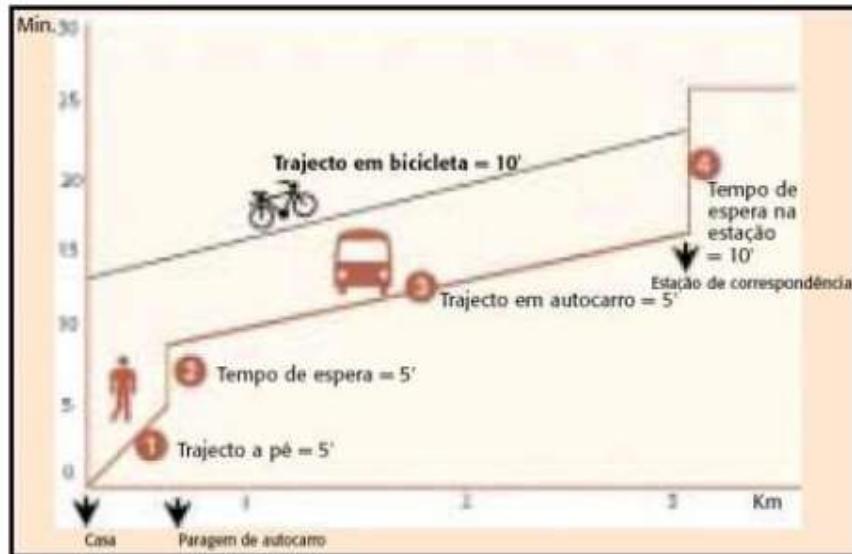
- a) Baixo custo de aquisição e manutenção;
- b) Benefícios à saúde do usuário;
- c) Flexibilidade;
- d) Rapidez;
- e) Eficiência energética.

Com um **custo relativamente inferior** aos outros modais, a bicicleta é um veículo que pode ser adquirido e utilizado por grande parte a população, independentemente da classe social a qual o usuário pertence (BRASIL, 2007b, p. 57). Trata-se de um veículo de pequeno porte, movido pelo esforço físico de seu usuário, ou seja, não há gastos com combustíveis fósseis e apresenta um baixo custo de manutenção, principalmente quando comparado com os veículos motorizados, além da economia gerada por evitar os gastos com o transporte motorizado privado ou público (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p. 22).

A utilização da bicicleta traz **benefícios à saúde do usuário**, por se tratar da prática de um exercício físico, reduzindo, por exemplo, o risco de problemas cardíacos e ajudando no combate a obesidade. Além dos benefícios ao corpo, é comprovado também que a prática desse exercício físico também traz benefícios psicológicos, reduzindo os níveis de estresse, o risco de doenças crônico-degenerativas e no combate a depressão (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p. 21-22).

Graças ao seu pequeno porte é possível circular por entre os veículos maiores, também podendo se locomover por locais inacessíveis pelos outros modais, bastando apenas o usuário descer do veículo e empurrá-lo durante o trajeto, e sem depender de qualquer horário, o que indica uma maior **flexibilidade** para o usuário (BRASIL, 2007b, p. 57). Segundo pesquisa da Comissão Europeia (2000), o uso da bicicleta pode oferecer um ganho de até 25 minutos em um deslocamento em relação ao ônibus como mostra a figura 4.

**Figura 4:** Vantagem das bicicletas sobre ônibus urbano na Europa.



Fonte: Comissão Europeia (2000)

O transporte cicloviário é considerado **rápido**, principalmente se tratando de distâncias curtas de até 5 quilômetros, tendo em vista que ele não gasta tempo com o acesso ao veículo e ainda não fica sujeito aos engarrafamentos nas horas de pico (BRASIL, 2007b, p. 59). A figura 5 mostra o resultado da pesquisa da Comissão Europeia (2000), que faz um comparativo entre o tempo gasto por determinado modal e a distância a ser percorrida por cada um deles.

**Figura 5:** Modo de transporte x tempo de viagem.



Fonte: Comissão Europeia (2000)

Já em relação as vantagens do transporte cicloviário para a sociedade é possível citar:

- a) Diminuição da poluição e das outras agressões ao meio ambiente;
- b) Menor necessidade do espaço público;
- c) Equidade social;
- d) Associação com o transporte público.

Por se tratar de um veículo movido ao esforço humano, não é necessário a queima de combustíveis fósseis, **reduzindo assim a emissão de poluentes para a atmosfera**, seu impacto se dá apenas na sua fabricação. Além disso é um meio de transporte silencioso, pois não faz uso de motor (BRASIL, 2007b, p. 59).

Quando comparado com carro e até mesmo ônibus, fica claro que a bicicleta **ocupa bem menos o espaço urbano**, seja no espaço que ele ocupa movimentando nas vias ou estacionados. No espaço que ocupa 1(um) carro estacionado, por exemplo, chega a caber o equivalente a 10 bicicletas estacionadas horizontalmente (BRASIL, 2007b, p. 59-60). A figura 6 faz uma comparação na ocupação de espaço de cada modal.

**Figura 6:** Comparação da ocupação do espaço público de cada modal.



Fonte: CPF - The Cycling Promotion Fund

A bicicleta é um meio de transporte bastante democrático, seus usuários vão desde a classe social mais rica até a mais pobre, independentemente de qual função ela seja usada (lazer, trabalho, simples deslocamentos, etc.), por pessoas jovens, mais velhas, de maneira **igual** (BRASIL, 2007b, p. 59).

O transporte público sozinho não atende de maneira completa a necessidade dos usuários, haja vista que o mesmo faz uso de rotas predefinidas fazendo com que o usuário tenha que se deslocar para determinado ponto a fim de fazer uso do serviço. Com o **auxílio do transporte cicloviário de maneira complementar** é possível reduzir esse tempo de deslocamento, acarretando em uma maior adesão de usuários ao transporte coletivo. Vale ressaltar que para isso ocorrer de maneira eficaz se faz necessário a construção de estacionamentos para essas bicicletas de maneira segura, esses estacionamentos especiais são conhecidos como bicicletários (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p.22-23).

### **2.2.2 Desvantagens do uso da bicicleta**

Apesar de apresentar diversas vantagens, o transporte cicloviário apresenta algumas desvantagens que podem ser decisivas no momento da escolha do meio de transporte de cada usuário. Dentre elas é possível citar:

- a) Raio de ação limitado;
- b) Insegurança;
- c) Alta sensibilidade ao clima e a topografia urbana;
- d) Exposição a poluição urbana.

Como dito anteriormente a bicicleta é um meio de transporte rápido e flexível, porém seu desempenho fica comprometido quando se trata de grandes distâncias, pois sua locomoção se dá através do esforço humano. Esse raio de ação varia para cada usuário pois depende do condicionamento físico de cada um. Por esse motivo que para grandes distâncias o transporte cicloviário deve agir de maneira complementar com outros modais (BRASIL, 2007b, p. 61).

Um dos maiores desmotivadores do transporte cicloviário, principalmente no Brasil, é a insegurança, seja ela da **integridade física do usuário ou até mesmo no que diz respeito sua vulnerabilidade ao furto**. Esses fatores são agravados pela falta de respeito dos usuários de veículos motorizados (principalmente quando não há a criação de uma via segregada para bicicletas) invadindo espaço de ciclofaixas, não respeitando as distâncias necessárias para o usuário da bicicleta, entre outras ações, colocando em risco a vida de quem faz uso desse transporte. Além disso, a falta de bicicletários e a própria precariedade na segurança pública, contribuem para que o usuário não faça uso desse transporte devido ao medo de sofrer um assalto ou ter seu veículo furtado (BRASIL, 2007b, p. 63).

O **clima** da região também pode influenciar no uso do transporte cicloviário, temperaturas muito elevadas ou um clima chuvoso desfavorecem a utilização da bicicleta. Outro fator que contribui para sua pouca utilização é sua **sensibilidade a rampas muito altas**, pois, por se tratar de um veículo de tração humana, vai exigir muito esforço do seu usuário (BRASIL, 2007b, p. 62).

O usuário da bicicleta também fica sujeito à poluição, tendo em vista que ele vai trafegar juntamente com os veículos motorizados no perímetro urbano, ficando exposto a fumaça emitida pelos escapamentos dos mesmos, comprometendo, assim, sua saúde (BRASIL, 2007b, p. 62-63).

### **2.3 Infraestrutura cicloviária**

Segundo o Código de Trânsito Brasileiro (1997), cabe ao poder executivo de cada esfera do governo (municipal, estadual e federal) planejar, projetar, regulamentar e operar o trânsito de veículos, pedestres e animais, e promover o desenvolvimento da circulação e segurança do ciclista. Porém, o que se observa nos dias de hoje é que as cidades vêm se desenvolvendo, cada vez mais, dando prioridade aos automóveis do que para outros modais, o que acarreta na circulação dos mesmos no perímetro urbano, gerando engarrafamentos, poluição, entre outros prejuízos.

No que diz respeito aos espaços destinados a bicicleta Miranda (2007) cita as três possíveis infraestruturas para o transporte cicloviário, são elas:

- a) Via compartilhada;
- b) Ciclofaixas (parcialmente segregada);
- c) Ciclovia (totalmente segregada).

A escolha de cada uma delas depende de uma série de fatores, como o espaço disponível, o custo de implantação, a velocidade da via adjacente, o fluxo de veículos na via, entre outros.

Na ausência de ciclofaixas e ciclovias, os locais para circulação de bicicletas passam a ser as linhas de bordo e os acostamentos da via, sempre no sentido de circulação da mesma. Além disso, é proibido a circulação de bicicletas no espaço destinado a pedestres, a não ser em locais com a sinalização para tal, ressaltando ainda que o usuário que desce da sua bicicleta e passa a empurrá-la deixa a categoria de ciclista e passa se contar como pedestre (BRASIL, 1997).

Segundo o Ministério das Cidades (2007), alguns fatores influenciam para mobilidade do ciclista, dentre eles vale destacar os principais que são:

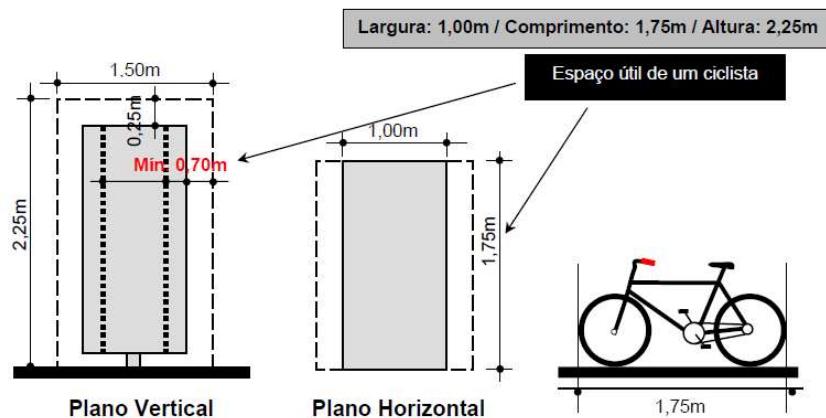
- *Qualidade da infraestrutura (proteção, dimensões, piso, etc.);*
- *Qualidade ambiental dos trajetos (tratamento paisagístico);*
- *Infraestrutura contínua (homogênea);*
- *Facilidade para guardar a bicicleta (paraciclos e bicicletários);*
- *Integração com outros modais.*

### 2.3.1 Espaço útil do ciclista

Desde a sua criação, a bicicleta sofreu várias alterações, até chegar aos padrões de hoje, como o aperfeiçoamento do sistema de marchas, uso de amortecedores dianteiros, diminuição do seu peso com o uso de materiais mais leves, entre outras melhorias, todas elas pensadas para se obter uma melhoria no desempenho, segurança e menor desgaste do ciclista (BRASIL, 2007b, p. 99).

No que diz respeito às suas dimensões, poucas alterações podem ser observadas. Contudo é possível dizer que suas dimensões seguem um modelo prismático com 1,75 metros de comprimento e 1 metro de largura que se trata da soma da largura do guidão de 60 centímetros acrescido do espaço necessário para movimentar braços e pernas que ocupam 20 centímetros de cada lado. Além dessas dimensões, por medida de segurança, é acrescido mais 25 centímetros de cada lado para manutenção do equilíbrio do ciclista. A figura 7 ilustra melhor o espaço que o ciclista ocupa na via urbana (BRASIL, 2007b, p. 99).

**Figura 7:** Espaço útil do ciclista



Fonte: BRASIL, 2001 (a).

### **2.3.2 Rotas cicláveis e ciclorotas**

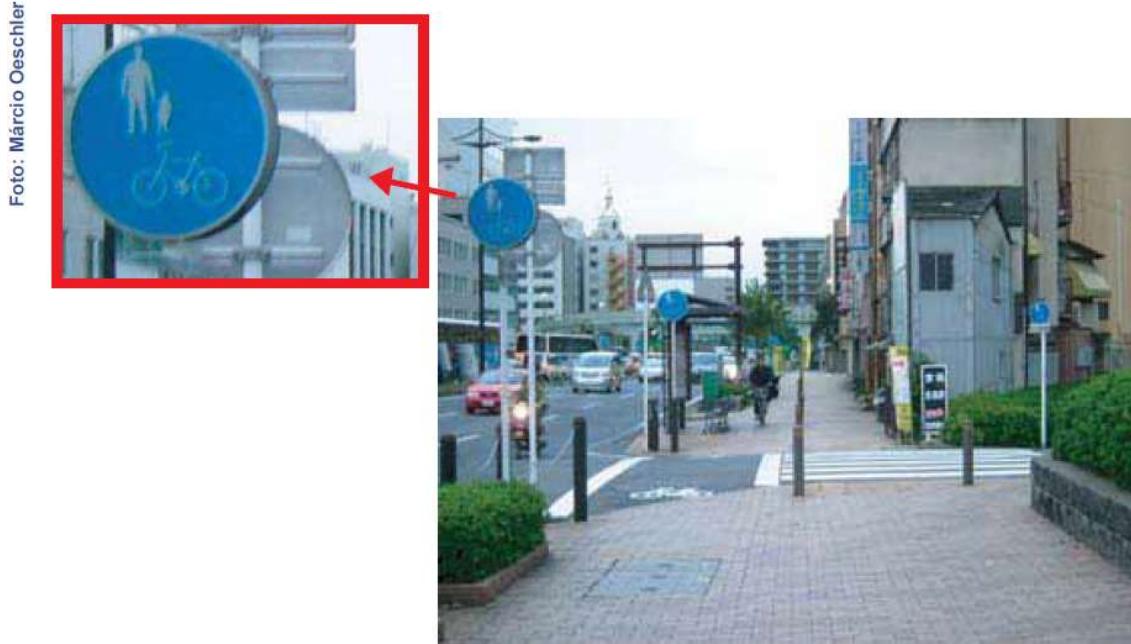
O conceito de rotas clicáveis, pode ser entendido como o conjunto de segmentos que formam um percurso que irá ser percorrido pelo ciclista para sair de um ponto de origem até seu destino final. Dentro desse percurso pode conter diferentes tipos de infraestruturas ciclovíárias, como vias compartilhadas, ciclofaixas e ciclovias, devidamente dimensionadas, proporcionando, assim, maior conforto, segurança e rapidez durante o trajeto (BRASIL, 2007b, p. 55-56).

A ciclorota pode ser definida como o uso de vias com baixo volume de tráfego juntamente com o auxílio de um mapeamento implantado na zona urbana, indicando os caminhos seguros que podem ser percorridos pelos ciclistas. Esse conceito surge devido ao grande excesso de vias criado pelo crescimento desordenado das cidades (BRASIL, 2007b, p. 56).

### **2.3.3 Vias compartilhadas**

As vias compartilhadas são vias onde ocorre o fluxo simultâneo de veículos motorizados e bicicletas ou também de bicicletas com pedestres, desde que devidamente sinalizada. Tratam-se de vias com baixo fluxo de veículos e baixa velocidade limite, de até 60 km/h (MIRANDA, 2007, p. 81). Também se faz necessário a implantação de sinalização vertical e horizontal correta, indicando que a via é de uso compartilhado. A figura 8 mostra um exemplo dessa via.

**Figura 8:** Passeio separado em Quioto, Japão, 2003



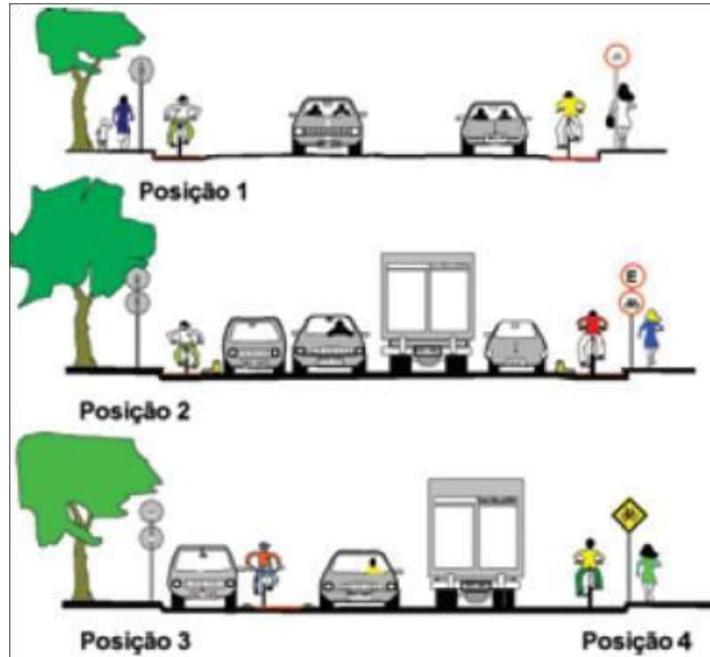
Fonte: Ministério das Cidades (2007).

#### 2.3.4 Ciclofaixas

As ciclofaixas são vias parcialmente segregadas, podendo ser delimitadas por faixas e/ou dispositivos delimitadores (tachões). É recomendado que essa infraestrutura seja unidirecional e implementada no mesmo sentido da via que em que se situam, porém em alguns casos pode ser adotado o uso de ciclofaixas bidacionais (BRASIL, 2007b, p. 87-89).

Segundo o Ministério das Cidades (2007), existem quatro posições diferentes para a implantação das ciclofaixas, porém a mais recomendada seria a que compartilha a infraestrutura da faixa de rolamento. As outras posições menos usadas são entre o estacionamento e o meio fio, entre a pista de rolamento e os estacionamentos, e no contra fluxo da via, para vias com velocidade bastante reduzidas. A figura 9 mostra essas possíveis posições na via.

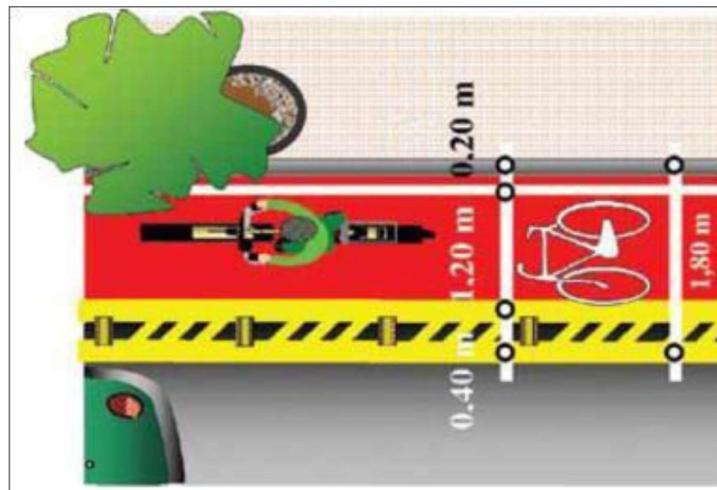
**Figura 9:** Tipos de implantação de ciclofaixas



Fonte: Ministério das Cidades (2007).

No que diz respeito as dimensões de uma ciclofaixa, o Ministério das Cidades (2007), indica que a largura mínima para uma ciclofaixa unidirecional deve ser de 1,20 metros e sua faixa separadora com no mínimo 40 centímetros. Vale ressaltar que em casos de ciclofaixas ao lado de estacionamentos, a largura mínima passa a ser 2 metros afim de evitar o conflito de ciclistas com a abertura das portas. A figura 10 ilustra melhor as dimensões a serem adotadas.

**Figura 10:** Largura recomendada para ciclofaixas



Fonte: Ministério das Cidades (2007).

Já para casos de ciclofaixas bidirecionais recomenda-se uma largura mínima de 2,40 metros. Como medida de segurança, recomenda-se a pintura diferenciada da via, afim de distinguir a mesma da via destinada a veículos motorizados (Gondim, 2010).

### **2.3.5 Ciclovias**

As ciclovias são vias exclusivas para o tráfego de bicicletas, sendo totalmente segregadas da via que trafegam os veículos motorizados. Trata-se da infraestrutura cicloviária que oferece maior segurança aos seus usuários, devido a seus dispositivos de segregação, porém exigem um investimento maior dos órgãos públicos para sua execução (GEIPOT, 2001).

Quanto ao seu posicionamento na via urbana, segundo o (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007), as ciclovias podem ser implantadas no canteiro central, junto as calçadas laterais ou até em trechos independentes da malha viária. Geralmente essas ciclovias se encontram em um nível mais elevado em relação a via para veículos motorizados e apresentam um desnível de cerca de 20 centímetros da via para canteiro.

As ciclovias implantadas no canteiro central são pouco comuns, sobre elas Miranda (2007, p. 85) afirma que:

[...] quando o tráfego na avenida é muito intenso, há dificuldade de acesso para os ciclistas. Por outro lado, ela permite viagens mais seguras e com menores interrupções do que aquelas ao lado da via, pois não há acesso às construções lindeiras. Também permite manutenção mais frequente pela baixa interferência com o tráfego geral da via. De uma maneira geral, poderia ser dito que este tipo de solução apresenta mais prós do que contras.

Segundo Miranda (2007), as ciclovias podem ser de dois tipos:

- a) Unidirecional
- b) Bidirecional

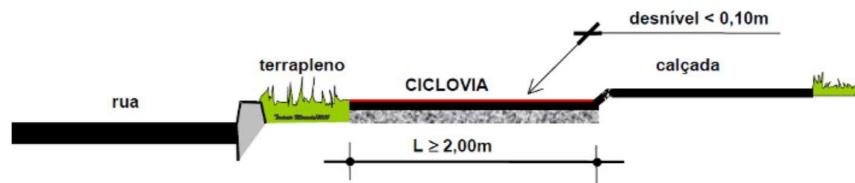
Segundo o Ministério das Cidades (2007), as **ciclovias unidireccionais** não são muito utilizadas no Brasil, pois sua implantação requer maiores recursos e maior espaço urbano. Já Gondim (2010) observa que essa infraestrutura é geralmente inserida ao longo das calçadas e no mesmo sentido do tráfego motorizado em vias de sentido duplo.

Quanto as dimensões, o Ministério das Cidades (2007), sugere que as ciclovias unidireccionais disponham de no mínimo 2 metros de largura com o desnível entre bordas inferior a 10 centímetros. No caso de desnível superior a 10 centímetros deve ocorrer um acréscimo de 50

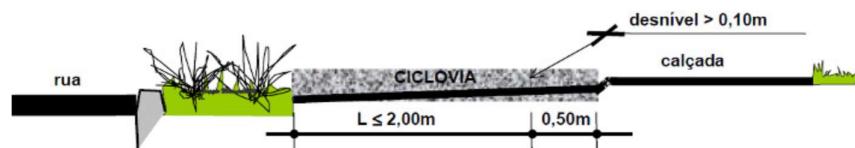
centímetros na sua largura. Além disso, se a área apresentar arborização lateral a ciclovia se faz necessário um acréscimo de 25 centímetros na sua largura. As figuras 11 e 12 ilustram as possíveis dimensões de uma ciclovia unidirecional.

**Figura 11:** Larguras mínimas de ciclovias unidirecionais

EXEMPLO N° 1 DE CICLOVIA UNIDIRECIONAL



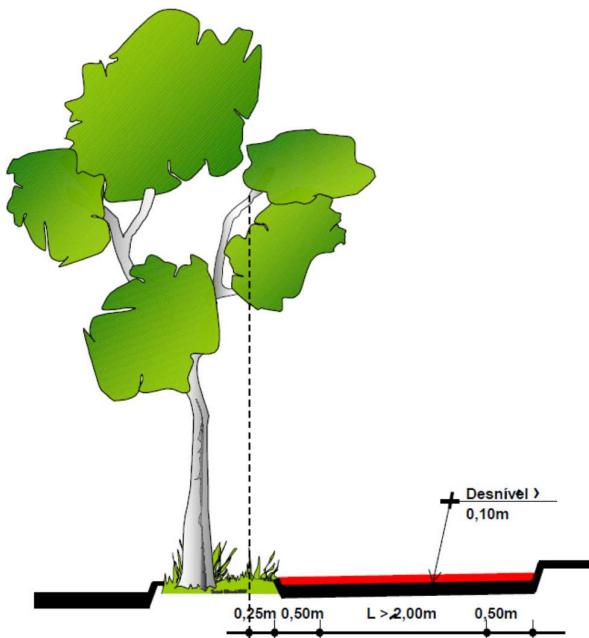
EXEMPLO N° 2 DE CICLOVIA UNIDIRECIONAL



Fonte: BRASIL, 2001 (a).

**Figura 12:** Largura mínima de ciclovia unidirecional com presença de arborização lateral

EXEMPLO N° 3 DE CICLOVIA UNIDIRECIONAL



Fonte: BRASIL, 2001 (a).

Segundo o Ministério das Cidades (2007), a largura efetiva de uma ciclovia unidirecional pode variar de acordo com o número de bicicletas que trafegam na via no horário de pico como é ilustrado no quadro 1.

**Quadro 1:** Largura efetiva da ciclovia unidirecional em função do tráfego horário

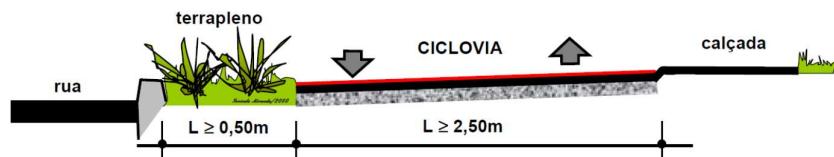
Tráfego horário (bicicletas/hora)	Largura efetiva
Até 1.000	de 2,00 a 2,50 m
De 1.000 a 2.500	de 2,50 a 3,00 m
De 2.500 a 5.000	de 3,00 a 4,00 m
Mais de 5.000	de 4,00 a 6,00 m

Fonte: BRASIL, 2001 (a).

As ciclovias bidacionais são mais difundidas em território brasileiro, sendo comumente utilizadas para lazer em grande parte das principais cidades do país, sendo utilizada a longo das vias junto as calçadas ou no canteiro central, nesse último ocorre geralmente quando se trata de vias de alta velocidades para veículos motorizados (BRASIL, 2007b, p. 113).

Quanto as suas dimensões, o Ministério das Cidades (2007) recomenda uma largura mínima de 3 metros, sendo aceitáveis até 2,50 metros. Assim como as unidireccionais, a largura das ciclovias bidacionais também varia de acordo com o fluxo de bicicletas que passam naquele trecho no horário de pico. A figura 13 ilustra bem as dimensões mínimas de uma ciclovia bidacional, já o quadro 2 mostra a variação da largura em relação ao fluxo de bicicletas que passam no local.

**Figura 13:** Largura mínima de ciclovia bidacional com presença de arborização lateral



Fonte: BRASIL, 2001 (a).

**Quadro 2:** Largura efetiva da ciclovia bidacional em função do tráfego horário

Tráfego horário (bicicletas/hora)	Largura efetiva
Até 1.000	de 2,50 a 3,00 m
De 1.000 a 2.500	de 3,00 a 4,00 m
De 2.500 a 5.000	de 4,00 a 6,00 m
Mais de 5.000	> 6,00 m

Fonte: BRASIL, 2001 (a).

### **2.3.6 Outros aspectos da infraestrutura cicloviária**

Outros fatores também devem ser levados em consideração quando se deseja implantar uma infraestrutura cicloviária como a sinalização, drenagem, pavimentação, paisagismo e estacionamento. Esses fatores em conjunto com a malha cicloviária irão proporcionar viagens mais seguras e atrativas para seus usuários.

No que diz respeito a sinalização horizontal, deve atentar-se para as linhas de separação de fluxo, linhas de bordo, marca da bicicleta no piso (indicando que o tráfego é exclusivo para bicicletas), marcas de “pare”, etc. Já para a sinalização vertical, a linha cicloviária deve conter placas de circulação exclusiva de bicicletas e de proibida circulação nos locais adequados, além de placas indicativas para atentar motoristas sobre tráfego de ciclistas (MIRANDA, 2007, p. 90-94).

Segundo o Manual de Planejamento Cicloviário do GEIPOT (2001), a drenagem deve ocorrer de maneira mais natural possível, a inclinação lateral da pista deve ser de 2 % ao lado das vias já existentes de maneira que aproveite sua rede de drenagem. Um cuidado especial deve ser tomado na implantação das grelhas da boca de lobo, pois elas devem ser colocadas perpendicularmente ao fluxo de bicicletas e o espaçamento da barra de ser inferior a largura dos pneus das mesmas.

Sobre a pavimentação de ciclovias o Manual de Planejamento Cicloviário do GEIPOT recomenda que (BRASIL, 2001b, p. 68):

Os requisitos básicos para uma ciclovia, no tocante ao pavimento, são os seguintes: a superfície de rolamento deverá ser regular, impermeável, antiderrapante e, se possível, de aspecto agradável. As ciclovias não são submetidas a grandes esforços, não necessitando de estrutura maior do que a utilizada para vias de pedestres. No entanto, ocorre de seus traçados cortarem áreas de acesso a garagens, estacionamentos fechados e outros locais destinados à guarda de veículos motorizados. Nesses casos, sugere-se a adoção de reforço de base, com armação em malha em ferro sob camada de concreto magro.

O paisagismo é um item pouco abordado, porém seu planejamento pode trazer diversos benefícios aos ciclistas, como a proteção da insolação, ofuscamento dos faróis dos veículos motorizados, entre outros, proporcionando maior conforto e segurança (MIRANDA, 2007, p. 110).

Segundo o Ministério das Cidades (2007), para que todo esse deslocamento de bicicletas seja possível, se faz necessário a criação de estacionamentos, para que o usuário possa deixar seu veículo guardado de maneira segura e até mesmo fazer integração com outros modais. Além disso, a criação de estacionamentos atrairia mais usuários ao transporte cicloviário, pois a sua inexistência está entre uma das principais reclamações dos ciclistas. Os estacionamentos para bicicletas mais conhecidos são os paraciclos (para curta duração) e os bicicletários (para longa duração).

## **2.4 Critérios para implantação**

De acordo com o Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades (BRASIL, 2007, p. 98):

Os arranjos e as dimensões dos espaços cicloviários sempre dependerão de cinco fatores, quais sejam:

- a) As dimensões mínimas necessárias à circulação segura das bicicletas;
- b) As sobras de espaços ou dos rearranjos de partes ou da totalidade das vias existentes, convertendo para as bicicletas uma fatia do sistema viário;
- c) A criatividade dos projetistas ao combinar técnicas com oportunidades existentes nos espaços urbanos, adequando-os às necessidades da circulação dos ciclistas;
- d) O perfeito entendimento quanto às limitações técnicas dos ciclistas diante de alguns obstáculos quase intransponíveis;
- e) A disposição política e as disponibilidades financeiras para as ações a serem empreendidas, fatores esses decisivos para a definição da qualidade dos projetos a serem elaborados.

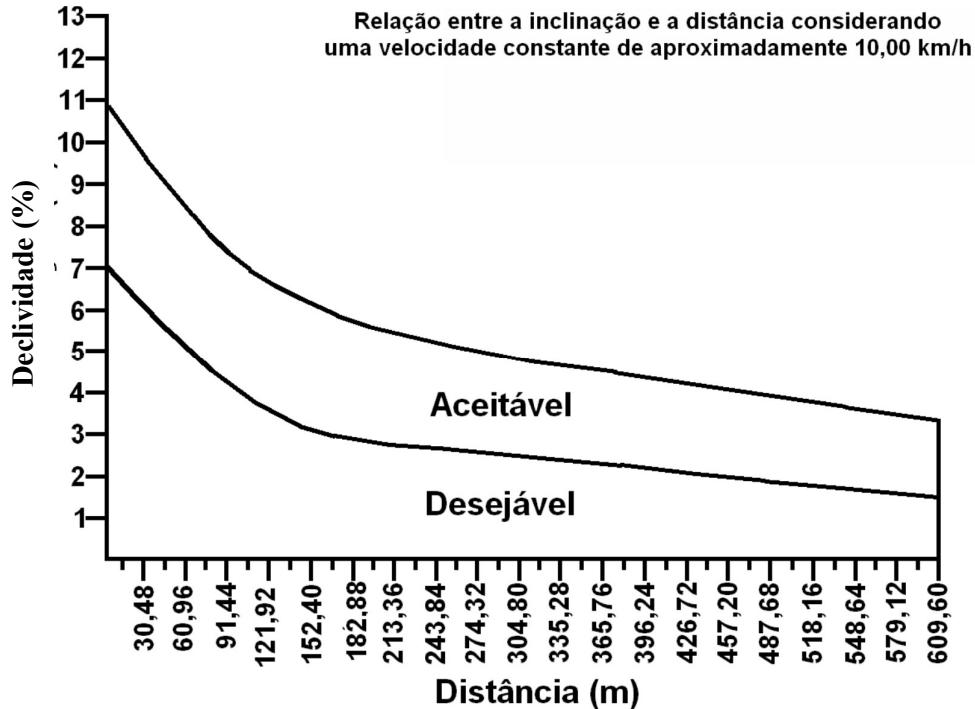
### ***2.4.1 Inclinação longitudinal da via***

Por se tratar de um veículo movido ao esforço humano, uma das principais desvantagens do uso da bicicleta é sua alta sensibilidade a rampas, esse fator pode ser decisivo na escolha da rota que o usuário vai trafegar (DENMARK, 2000, p. 79). Quando se faz a análise dos declives, observa-se que eles também podem causar transtornos para os ciclistas, pois eles precisarão de um maior espaço para realizar a frenagem, já que poderão desenvolver velocidades maiores nas decidas (UNITED STATES OF AMERICA, 1979, p. 21).

Segundo Scotland (2008), a inclinação máxima recomendada, em geral, é 3 %, porém em distâncias de até 100 metros é permitido uma máxima de 5 %. Já para distâncias de 30

metros é permitido uma rampa máxima de 7 %. O gráfico da figura 14 apresenta recomendações para aclives de até 11% e uma distância de até 609,60 metros, atendendo à demanda energética de um ciclista, com velocidade de 10 km/h (UNITED STATES OF AMERICA, 1979, p. 42).

**Figura 14:** Relação entre a inclinação da via e sua distância máxima



Fonte: UNITED STATES OF AMERICA, 1979 (adaptado).

No gráfico é possível observar que as inclinações acima de 7 % não são sequer cogitadas. Pelo comportamento do gráfico nota-se que grandes inclinações podem ser aceitas, desde que por curtas distâncias. Assim como o gráfico, o quadro 3 do *Guide for the Development of Bicycle Facilities* da American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), mostra algumas recomendações de distâncias máximas para cada inclinação.

**Quadro 3:** Relação entre a inclinação da via e sua distância máxima (1)

Inclinação (%)	Distância Máxima (m)
5 ou 6	240
7	120
8	90
9	60
10	30
11 ou mais	15

Fonte: AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS, 1999 (adaptado).

Quando comparados o quadro 3 com o gráfico da figura 14, é possível observar que os valores do quadro estão contidos na zona de “aceitável” do gráfico, nota-se também que o quadro apresenta distâncias maiores para algumas inclinações. O governo da Dinamarca também apresenta sua versão do quadro no seu manual *Collection of Cycle Concepts* como é possível ver no quadro 4.

**Quadro 4:** Relação entre a inclinação da via e sua distância máxima (2)

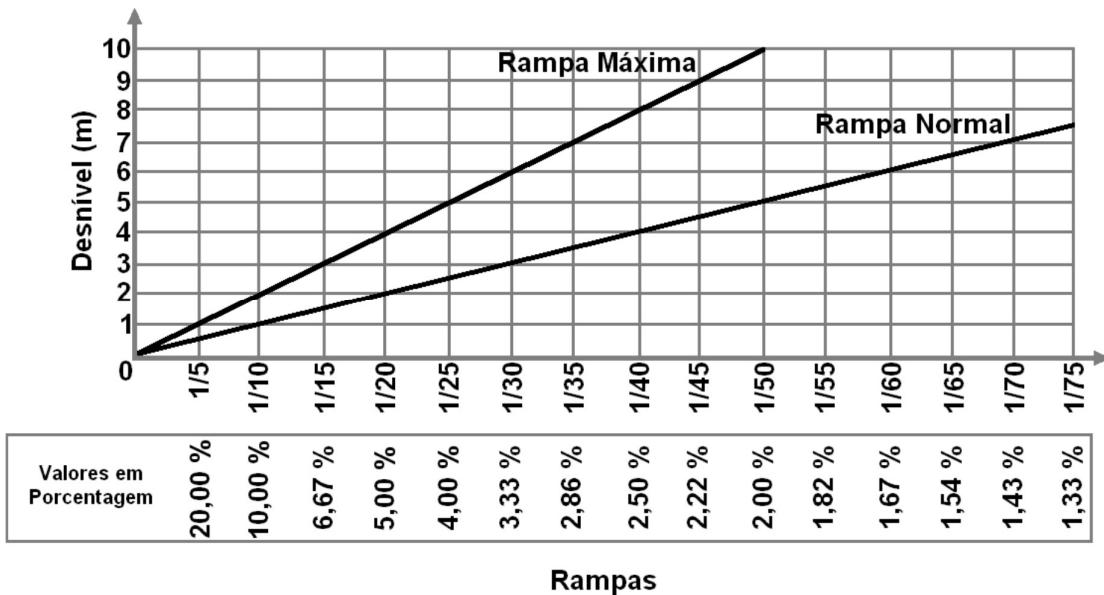
Inclinação (%)	Distância Máxima (m)
3,00	500
3,50	300
4,00	200
4,50	100
5,00	50

Fonte: DENMARK, 2000 (adaptado).

Trata-se de uma versão mais conservadora, apresentando suas distâncias máxima dentro da zona de “aceitável” da figura 14, porém algumas bem próximas da zona “desejável”. Como resultado, observa-se que a figura abrange tanto as recomendações mais tolerantes quanto as mais conservadoras.

O Manual de Planejamento Cicloviário do GEIPOT (2001), também apresenta um gráfico com relação as inclinações máximas das estruturas cicloviárias, porém, diferentemente dos outros, este correlaciona as inclinações com o desnível a serem vencidos, como é possível observar na figura 15.

**Figura 15:** Rampas normais e máximas admissíveis em função do desnível a vencer



Fonte: BRASIL, 2001 (a).

No gráfico da figura 15, observa-se que existem duas situações parecidas com as vistas anteriormente, são elas as de “rampa normal”, que trata da situação mais favorável, e a “rampa máxima”, que trata da situação máxima permitida. Quando comparado com as recomendações de outros países, é possível notar uma postura ainda mais conservadora por parte do gráfico brasileiro.

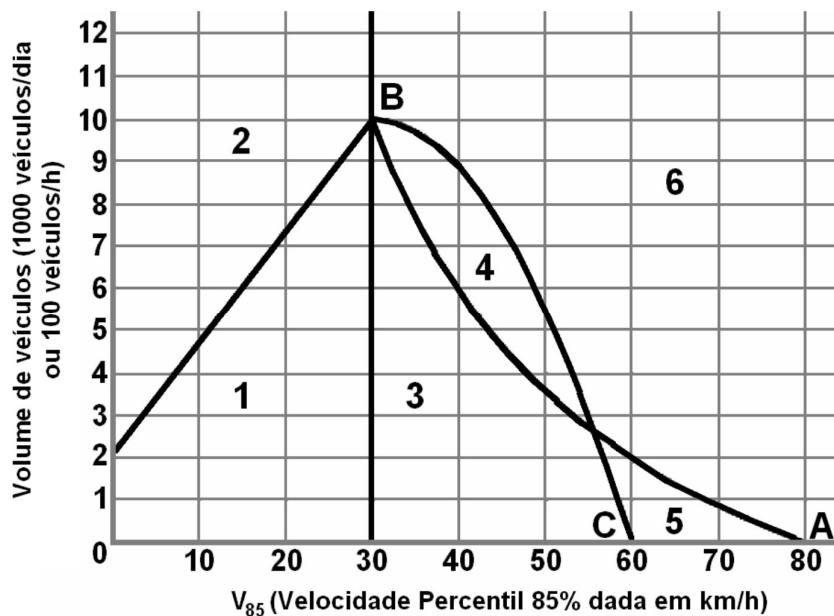
#### 2.4.2 Volume e velocidade do tráfego

Segundo o SUSTRANS (1997), a análise da velocidade e do fluxo de veículos que passam pela via se faz necessário para que se possa garantir a compatibilidade de uma via de tráfego para bicicletas. Essas condições devem ser examinadas no horário de pico para que haja uma margem de segurança e indicarão se a necessidade de modificar as condições da via de veículos motorizados ou de uma possível segregação.

Para definir qual infraestrutura cicloviária deve ser adotada, foram desenvolvidos alguns critérios que vão indicar se há necessidade ou não de uma segregação, seja ela parcial ou total. Esses critérios são apresentados na forma de gráficos, que fazem uma análise do volume e da velocidade do tráfego para que, assim, possam recomendar a estrutura mais adequada para um determinado local.

A velocidade analisada nesses gráficos trata-se da velocidade máxima permitida praticada por 85% dos motoristas que transitam pela via. Vale salientar que, os resultados obtidos pelo uso dos gráficos não é uma resposta definitiva e absoluta, outros fatores podem ser levados em consideração caso não se concorde com a solução sugerida, como os recursos disponíveis para sua implantação, o espaço disponível, existência de estacionamentos, número elevado de cruzamentos, entre outros. Todos os gráficos que serão mostrados foram feitos visando uma maior segurança do ciclista em seu espaço. A figura 16 mostra o primeiro a ser abordado.

**Figura 16:** Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (1)



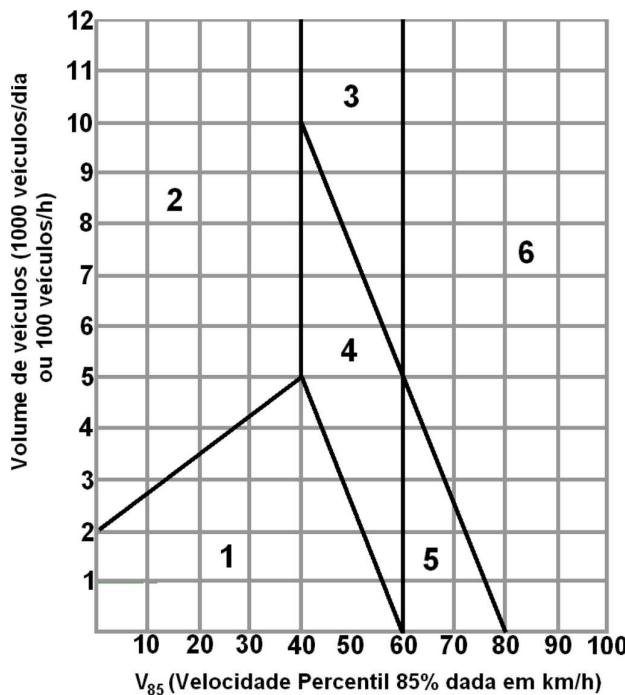
Fonte: INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2000 (adaptado).

No gráfico da figura 16 é possível observar uma divisão por zonas, cada zona nele representada indica o tipo de solução a ser implantada. Na **zona 1**, por exemplo, não há necessidade de qualquer intervenção, trata-se de um trecho com baixa velocidade e baixo volume de tráfego, onde o ciclista poderá transitar tranquilamente compartilhando seu espaço com os carros. A **zona 2**, trata-se de uma situação improvável, com alto volume de tráfego e baixa velocidade, próximo de uma situação de engarrafamento para qual a via não foi projetada. Na **zona 3**, tanto a velocidade quanto o volume do tráfego estão em situações razoáveis, nesse caso qualquer infraestrutura pode se adequar, sua escolha vai depender de outros fatores como largura, presença de tráfego pesado, etc. Na **zona 4**, há necessidade de algum tipo de segregação, seja ela total ou parcial, sua escolha vai depender dos mesmos fatores citados anteriormente. Na **zona 5**, recomenda-se o uso de espaço totalmente segregado, porém ainda permite o tráfego

compartilhado, já na **zona 6** o uso de infraestrutura totalmente segregada deixa de ser apenas uma recomendação e passa a ser uma necessidade.

A figura 17 mostra um gráfico, relacionando velocidade com volume de tráfego, parecido com o da figura anterior, porém com algumas diferenças, como a ausência de uma zona comum as três infraestruturas e diferentes intervalos entre zonas.

**Figura 17:** Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (2)

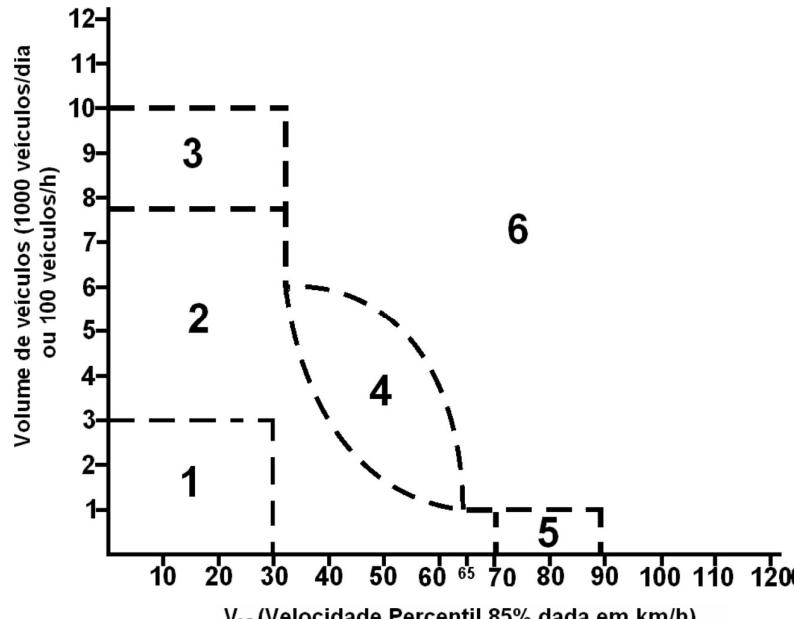


Fonte: DENMARK, 2000, (adaptado).

Nesse gráfico da figura 17, observa-se que para a **zona 1** é recomendado o uso do tráfego compartilhado como ocorreu no gráfico anterior. A **zona 2**, mais uma vez mostra uma situação difícil de acontecer, fugindo das características de uma via. As zonas 3 e 4 estão dentro das mesmas faixas de velocidade, porém, para a **zona 3** recomenda-se a adoção de uma ciclovia. Já na **zona 4**, uma ciclofaixa atende as necessidades do tráfego cicloviário. Para a **zona 5** um trânsito compartilhado de bicicletas já é o suficiente, desde que seja feito pelo acostamento da via. Na **zona 6**, há uma necessidade da implantação de uma ciclovia pelos mesmos motivos já citados no gráfico anterior.

O próximo gráfico, da figura 18, possui uma estrutura um pouco diferente das abordadas anteriormente.

**Figura 18:** Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (3)

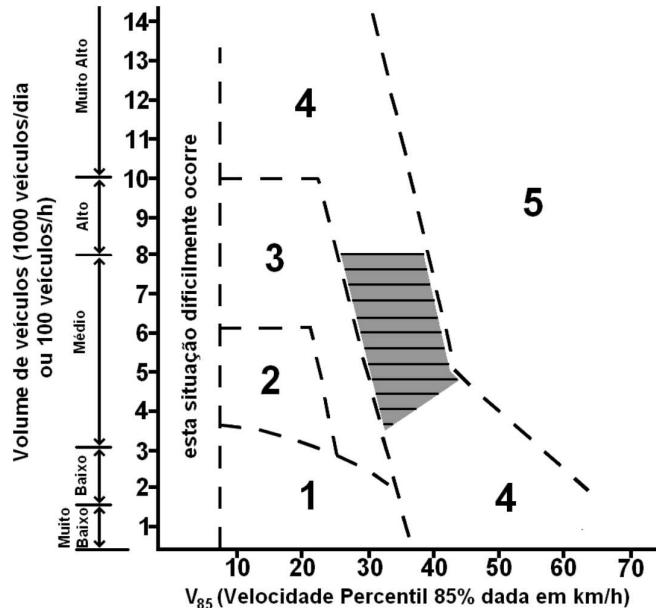


Fonte: SCOTLAND, 2010 (adaptado).

Na **zona 1**, novamente, constata-se a recomendação da via compartilhada. Na **zona 2** o uso de uma via exclusiva para ciclistas já é aceito, porém a recomendação segue sendo a via compartilhada. A situação muda quando se analisa a **zona 3**, que já apresenta um grande volume de veículos sendo recomendado, assim, a adoção de uma ciclovia. Na **zona 4**, o uso da ciclofaixa seria o mais adequado tendo em vista valores razoáveis de velocidade e volume de tráfego. A **zona 5** segue a mesma recomendação da zona 3, devido as altas velocidades desenvolvidas pelos veículos motorizados. Já na **zona 6** é sugerido a implantação de uma ciclovia.

A figura 19 mostra outro gráfico, dessa vez com uma configuração diferente, pois ele exclui a situação improvável que ocorre em todos os gráficos anteriores. Aqui o autor também sugere a adesão do *traffic calming* nas zonas de tráfego compartilhado, que nada mais é do que um conjunto de medidas visando a redução da velocidade dos veículos motorizados para uma maior segurança dos ciclistas e pedestres.

**Figura 19:** Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (4)

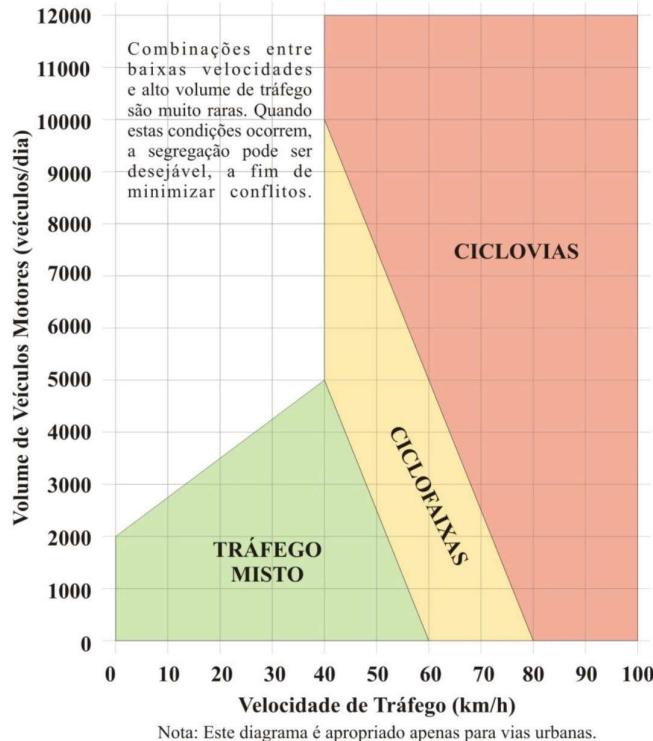


Fonte: LONDON, 2005 (adaptado).

A **zona 1** do gráfico da figura 19, mais uma vez sugere o compartilhamento da via com os veículos motorizados. Já a **zona 2** há a recomendação do *traffic calming*, visando minimizar o impacto do tráfego de carros. Na **zona 3** o uso da ciclofaixa se adequa mais as necessidades da via. Na **zona 4** tanto a ciclovia com a ciclofaixa podem ser utilizadas, porém na zona intermediaria mais uma vez sugere-se a adesão do *traffic calming*. Na **zona 5** a necessidade de uma via totalmente segregada devido ao alto volume e velocidade do tráfego existente.

Por último, é ilustrada a figura 20, que mostra um gráfico da relação de velocidade e volume de tráfego com as zonas bem definidas, sendo que uma dessas consta a observação da situação improvável, já citada no gráfico anterior.

**Figura 20:** Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (5)



Fonte: LTSA, 2004 (adaptado).

Com a comparação dos gráficos das 55 figuras é possível observar que as da figura 17 e 20 apresentam intervalos iguais para o tráfego misto de automóveis e bicicletas além de um intervalo maior favorecendo essa zona. Além disso, o da figura 20 sugere que para zona 5, da figura 17, seja adotado uma ciclofaixa, diferente do que havia sido proposto. Já na comparação dos gráficos das figuras 16, 18 e 19, há uma maior tendência uma via segregada, seja total ou parcialmente, tendo em vista m maior intervalo para as zonas que recomendam uma dessas infraestruturas.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Concepção do tema**

Para a realização desse estudo, primeiramente, fundamentou-se sobre o tema da mobilidade, pesquisando-se em diversas fontes, como livros, artigos e sites. Buscou-se referências bibliográficas que abordassem diretamente o tema, que possuíssem estudos sobre transporte cicloviário. Somando-se a isso buscou-se referências que abordassem sobre a implantação de uma infraestrutura cicloviária e seus critérios. Com um amplo campo a ser estudado e o pouco tempo para a pesquisa, necessitou-se restringir o foco.

#### **3.2 Levantamento dos dados**

Para o estudo de implantação de uma infraestrutura cicloviária, observou-se que existem dois critérios principais a serem analisados, são eles: o levantamento topográfico do trecho a ser estudado, obtendo os comprimentos de cada trecho e suas inclinações, e o estudo da velocidade e volume de tráfego de veículos motorizados que passam no trecho.

O levantamento topográfico do trecho em estudo pode ser levantado de duas formas para posterior comparação entre elas. A primeira foi com o auxílio da ferramenta *Google Earth*, em que nesse programa é possível fazer o reconhecimento do traçado a ser estudado e fazer uso de dados sobre seu perfil de elevação, obtendo o comprimento do trecho e suas inclinações máximas. A segunda alternativa foi fazer a análise dos mapas disponíveis no site da Diretoria de Geoprocessamento e Cadastro da Prefeitura Municipal de João Pessoa-PB. Os mapas podem ser vistos com o auxílio da ferramenta *AutoCad* (formato dwg) e neles estão contidas diversas informações, dentre elas o perfil topográfico da cidade de João Pessoa/PB. Com a obtenção desses dados pôde ser traçado o perfil topográfico de trecho em estudo, obtendo também suas inclinações.

O estudo da velocidade e o volume de tráfego foi realizado através de contagens no horário de pico. Essa contagem ocorreu em quatro trechos considerados críticos, entre os dois polos geradores de viagens, e foram realizadas no horário de maior fluxo de veículos, constatado entre às 17 até 19 horas durante o período de uma hora. As anotações da contagem foram feitas através do preenchimento de uma ficha padrão presente no Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006). Um exemplo da ficha de preenchimento pode ser visto no Anexo I no final desse trabalho.

### 3.3 Tratamento dos dados

Com a obtenção dos perfis topográficos do trecho em estudo, foi possível fazer uma análise dos mesmos com relação aos critérios expostos no item 2.4.1 do presente estudo. Logo verificado se as inclinações máximas estão de acordo com as sugeridas no mesmo item, caso contrário, serão propostas medidas que possam amenizar os impactos gerados pelas rampas.

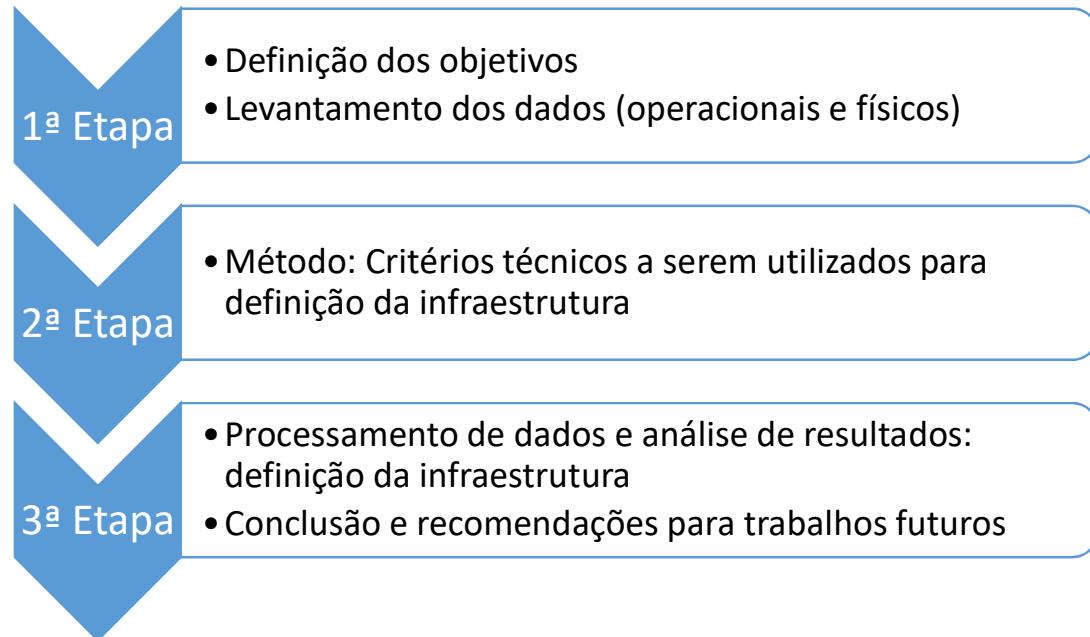
Com o conhecimento da velocidade, regulamentada para via, e volume de tráfego, obtido através das contagens, e a utilização dos gráficos presentes na revisão bibliográfica deste trabalho foi possível analisar a infraestrutura cicloviária a ser adotada. Desta forma, com os valores plotados nos gráficos, a infraestrutura que melhor se adequa em cada trecho é definida.

Seguindo corretamente as recomendações já vistas, esse estudo resultará em uma infraestrutura cicloviária segura, confortável e atrativa para seus usuários.

### 3.4 Fluxograma

A figura 21 ilustra o fluxograma da metodologia utilizada no presente trabalho

**Figura 21:** Fluxograma da metodologia utilizada



Fonte: Própria

Na primeira etapa foram definidos os objetivos que baseiam esse estudo, seguindo para o levantamento dos dados necessários para seu desenvolvimento. Os dados operacionais consistem na velocidade máxima permitida e no volume de tráfego da via obtidos e campo. Já os dados físicos consistem no levantamento topográfico do trecho, obtidos tanto com o auxílio do programa Google Earth como pelas curvas de nível presentes nos mapas fornecidos pelo site da Diretoria de Geoprocessamento e Cadastro da Prefeitura Municipal de João Pessoa-PB.

Na segunda etapa foram estabelecidos os critérios a serem utilizados para a análise dos dados, que foram abordados na revisão bibliográfica. A partir dessa definição, é possível, então, fazer a escolha da infraestrutura que se adequa a cada trecho.

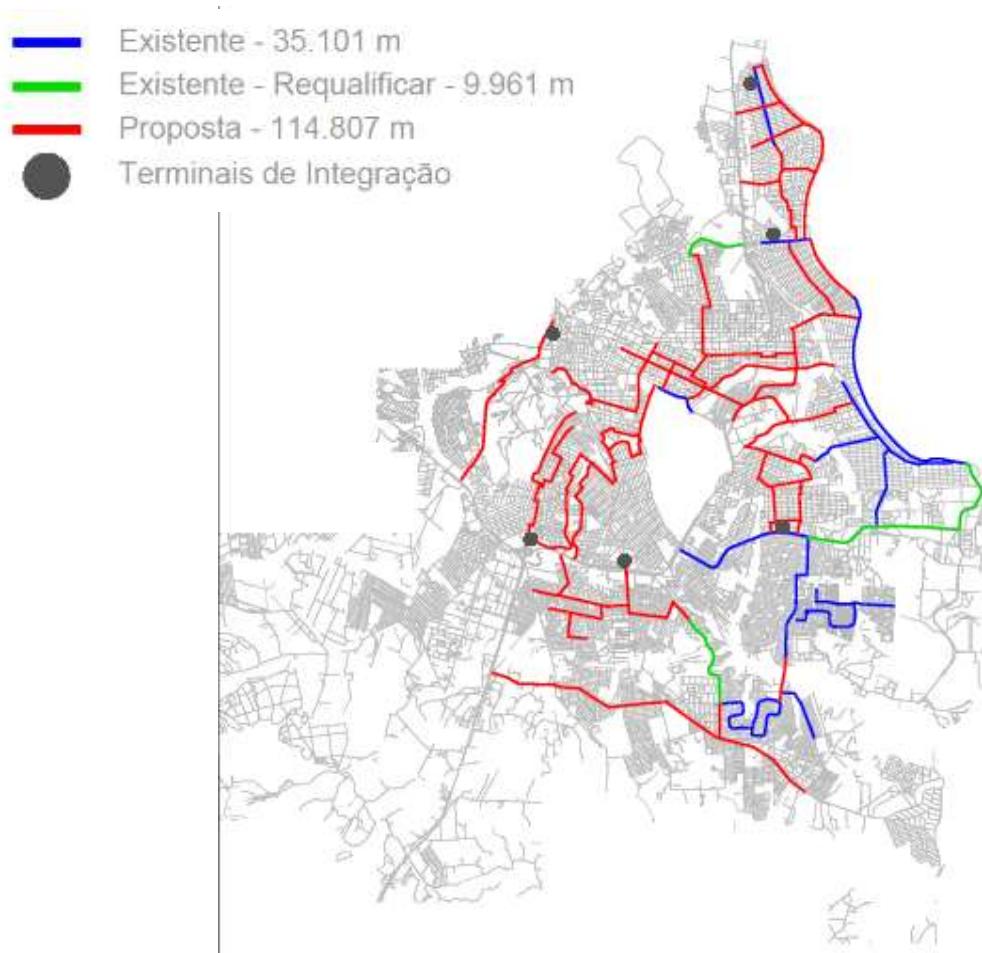
Na terceira etapa do trabalho foram feitos o processamento dos dados obtidos, exemplificando esses dados de acordo com os critérios escolhidos, e a definição da infraestrutura a ser implantada. Após esse processo, seguiu-se para a conclusão obtida através desse estudo, além de sugerir recomendações para possíveis trabalhos futuros que possam vir complementar esse trabalho.

## 4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

### 4.1 A cidade de João Pessoa

Segundo dados obtidos no site da Superintendência Executiva de Mobilidade Urbana (SEMOB), a cidade de João Pessoa/PB conta com uma malha cicloviária de 45.062 metros sendo que, deste valor, 9.961 metros necessitam de uma requalificação sobrando, então, 35.101 metros de malha cicloviária existente. Além disso, os dados apresentam uma proposta com mais 114.807 metros de infraestrutura cicloviária a ser implantada. A figura 22 mostra o mapa da cidade juntamente com todo o traçado citado.

**Figura 22:** Malha cicloviária de João Pessoa/PB



Fonte: SEMOB (2013)

Foi possível observar que o trecho a ser estudo no presente trabalho, não consta como no plano de propostas o órgão da SEMOB, trata-se de uma área não explorada no que diz respeito ao transporte cicloviário.

#### 4.2 O trecho em estudo

O trecho estudado nesse trabalho fica compreendido entre a Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e o Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ), no município de João Pessoa/PB. O trecho foi escolhido pois faz a ligação entre dois grandes polos geradores de viagem e atende uma zona da cidade que não apresenta nenhuma infraestrutura para esse fim. Esse trecho englobará parte da Via Expressa Padre Zé e Rua Estevão Gérson Carneiro da Cunha como é possível observar na figura 23.

**Figura 23:** Trecho a ser estudado



Fonte: Imagem adaptada Google Earth (2016)

O trecho apresenta uma extensão de aproximadamente 2,1 quilômetros e liga dois grandes polos geradores de viagens. Além disso, o traçado passa por uma zona residencial e que também apresenta outros pontos importantes como comércio, posto de abastecimento, entre outros locais.

A Via Expressa Padre Zé é a principal via da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), pois ela recebe o fluxo vindo de outros bairros e nela se encontram os principais acessos da universidade. Trata-se de uma via de aproximadamente 24 metros de largura com canteiro central e que possui dois sentidos de fluxo de tráfego, cada um com 3 faixas de rolamento. Junto a instituição é possível verificar a existência de uma calçada para pedestres com aproximadamente 2,5 metros de largura que continua por toda sua extensão, porém, do lado oposto constata-se que o canteiro, com quase 7 metros de largura chegando a 5,5 metros no trecho mais curto, não apresenta nenhum tipo de infraestrutura, seja para pedestres ou bicicletas, e se encontra, em boa parte de sua extensão, coberto por vegetação. A figura 24 mostra uma imagem dessa via.

**Figura 24:** Via Expressa Padre Zé



Fonte: Imagem adaptada Google Earth (2016)

A Rua Estevão Gérsom Carneiro da Cunha é a principal via de acesso ao Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ), pois nela encontra-se a principal entrada da instituição. Essa via possui aproximadamente 12 metros de largura com duas faixas de rolamento. Apresenta também calçadas de aproximadamente 2 metros em ambos os lados, porém elas não são contínuas durante todo o trecho e algumas partes se encontram em péssimo estado de conservação. Esse trecho contém ainda um canteiro lateral coberto por vegetação com aproximadamente 12 metros de largura, chegando a 4 metros na parte mais próxima da UNIPÊ, que separa a via em estudo da BR 230. Na sua extremidade mais ao norte essa via apresenta o fluxo das duas faixas no mesmo sentido que seria o sentido norte-sul (UFPB-UNIPÊ). Essa situação muda a partir da interseção dessa via com a Rua Isaura Silveira Lira, aqui o sentido da faixa da esquerda passa a ser contrário, pois esta rua passa a receber o fluxo para uma outra entrada da instituição. As figuras 25, 26 e 27 ilustram melhor o caminho a ser percorrido na Rua Estevão Gérsom Carneiro da Cunha até o Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ) com atenção especial a interseção com a Rua Isaura Silveira Lira.

**Figura 25:** Rua Estevão Gérsom Carneiro da Cunha



Fonte: Imagem adaptada Google Earth (2016)

**Figura 26:** Interseção Rua Estevão Gérson Carneiro da Cunha com Rua Isaura Silveira Lira



Fonte: Imagem adaptada Google Earth (2016)

**Figura 27:** Rua Estevão Gérson Carneiro da Cunha (acesso UNIPÊ)



Fonte: Imagem adaptada Google Earth (2016)

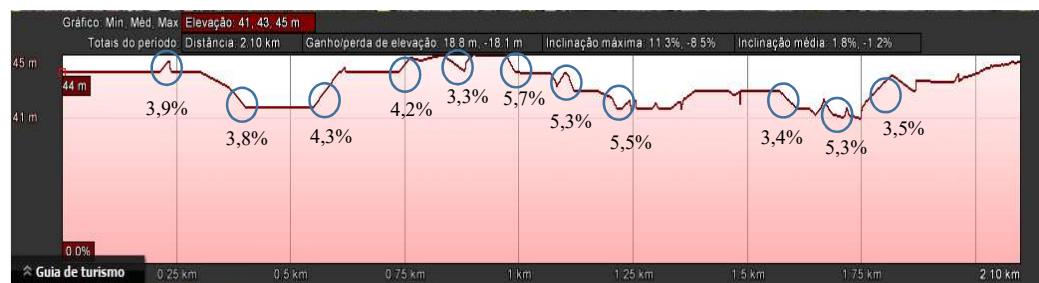
## 5 PROCESSAMENTO DE DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com a aplicação da metodologia citada, é possível analisar as inclinações das vias que compõem o trecho em estudo, verificando se a mesma apresenta condições aceitáveis para a implantação de uma infraestrutura cicloviária, assim como indicar qual infraestrutura melhor se adequa através da análise de velocidade e volume de tráfego motorizado das mesmas vias.

### 5.1.1 *Levantamento topográfico*

Para a análise das inclinações, primeiramente, faz-se o uso do programa Google Earth. Foi possível, assim, desenhar o traçado a ser seguido e obter o seu perfil de elevação. Como já visto no item 2.4.1 inclinações abaixo de 3 % são consideradas rampas normais, por isso elas foram desconsideradas nessa análise. Além disso algumas inclinações muito elevadas por trechos muito curtos, formando “pontas” no perfil, foram consideradas como falhas do programa e foram desconsideradas aqui. Logo foram destacadas apenas as rampas com inclinações acima de 3 % e que se mantiveram por um comprimento superior a 15 metros, pois se trata de uma das menores distâncias possíveis para inclinações muito elevadas. O resultado desse levantamento é mostrado na figura 28.

**Figura 28:** Perfil de elevação (1)



Fonte: Imagem adaptada Google Earth

Como é possível analisar na figura, a cota inicial foi de 44 metros, chegando a atingir 41 metros no seu nível mais baixo e 45 no mais alto. A figura também indica inclinações máximas de 11,3 % e 8,5 %, porém esses pontos se encaixam na faixa de erros citada anteriormente e foram desconsideradas. Com a análise dos pontos destacados e seus respectivos comprimentos, é possível formular o quadro 5.

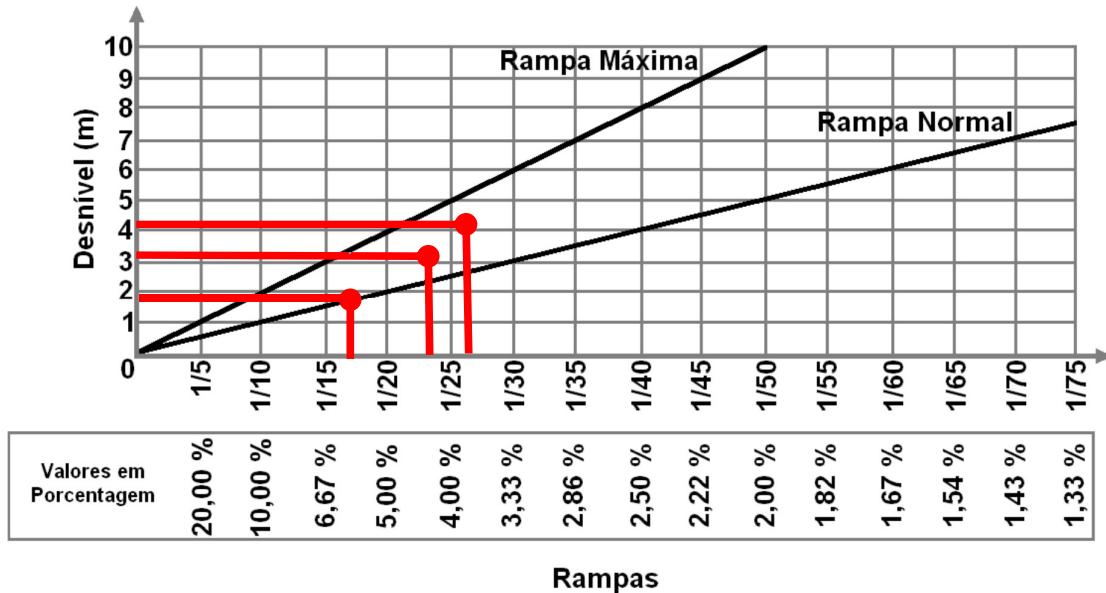
**Quadro 5:** Inclinações e comprimentos (1)

Inclinações (%)	Comprimentos (m)	Desnível (m)
3,90%	15	0,585
3,80%	107	4,066
4,30%	70	3,01
4,20%	30	1,26
3,30%	28	0,924
5,70%	33	1,881
5,30%	20	1,06
5,50%	20	1,1
3,40%	50	1,7
5,30%	20	1,06
3,50%	70	2,45

Fonte: Própria

Com a análise desses resultados e sua comparação com os parâmetros recomendados no item 2.4.1 desse trabalho, observa-se a existência de alguns pontos críticos como o de inclinação 5,7 %, por exemplo, apresenta um comprimento de 33 metros que ainda é um pouco menor que o máximo recomendado, ficando em uma zona desejável segundo tais parâmetros. Na análise do ponto com rampa de 4,3 % e 70 metros de comprimento, observa-se que este também se encontra um pouco abaixo da distância permitida, que seria de 80 metros seguindo o parâmetro mais rigoroso. Já no trecho de maior comprimento, de 107 metros e inclinação de 3,8 %, também passa com uma certa folga. A figura 29 ilustra esses pontos no diagrama de rampas do GEIPOT.

**Figura 29:** Rampas normais e máximas admissíveis em função do desnível a vencer verificação (1)



Fonte: BRASIL, 2001 (a).

A segunda maneira encontrada para essa análise foi através dos mapas disponíveis no site da Diretoria de Geoprocessamento e Cadastro da Prefeitura Municipal de João Pessoa-PB. Assim como no caso anterior, foi feito o traçado no local a ser estudado e com o auxílio das curvas de nível e de alguns pontos cotados, foi possível fazer o levantamento topográfico do trecho. O quadro 5 apresenta o resultado desse levantamento.

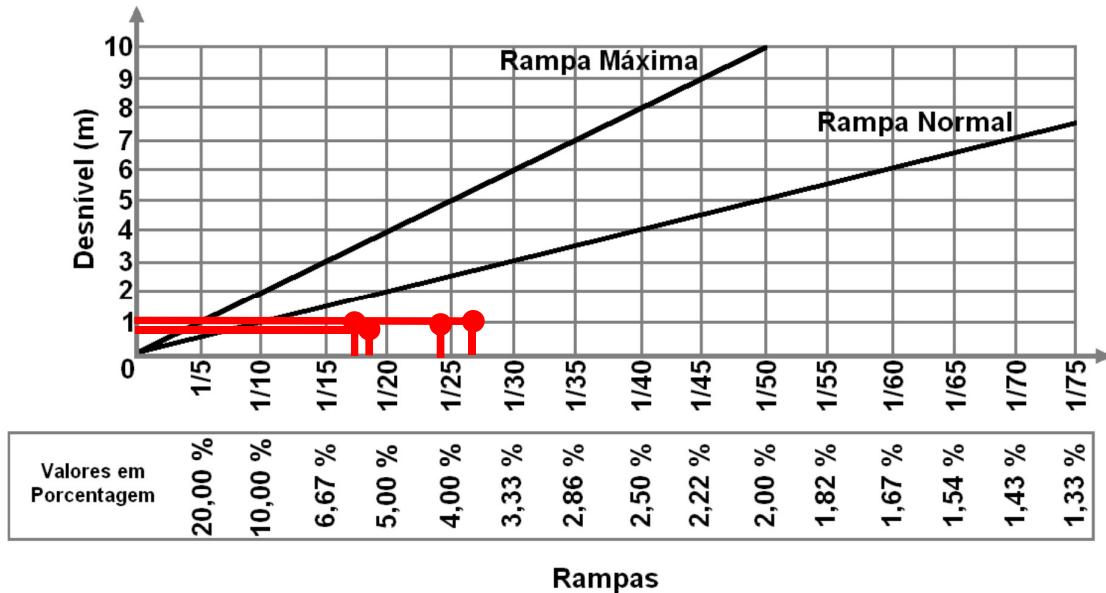
**Quadro 6:** Inclinações e comprimentos (2)

<b>Comprimento (m)</b>	<b>Cota (m)</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Inclinação (%)</b>	<b>Desnível (m)</b>
0	41	0	0,00%	0
24	41,6	24	2,50%	0,6
82	41	106	-0,73%	-0,6
244	41	350	0,00%	0,0
38	41	388	0,00%	0,0
33	40,3	421	-2,12%	-0,7
39	40	460	-0,77%	-0,3
55	39,2	515	-1,45%	-0,8
15	40	530	5,33%	0,8
45	41	575	2,22%	1,0
26	42	601	3,85%	1,0
113	42,8	714	0,71%	0,8
190	43	904	0,11%	0,2
76	43,8	980	1,05%	0,8
77	43	1057	-1,04%	-0,8
6	42,9	1063	-1,67%	-0,1
33	42,2	1096	-2,12%	-0,7
47	42	1143	-0,43%	-0,2
61	41	1204	-1,64%	-1,0
45	40,2	1249	-1,78%	-0,8
63	41	1312	1,27%	0,8
41	41,2	1353	0,49%	0,2
102	41,8	1455	0,59%	0,6
75	41	1530	-1,07%	-0,8
100	40	1630	-1,00%	-1,0
105	39,6	1735	-0,38%	-0,4
16	40	1751	2,50%	0,4
24	41	1775	4,17%	1,0
18	42	1793	5,56%	1,0
131	43	1924	0,76%	1,0
55	43,3	1979	0,55%	0,3
102	44	2081	0,69%	0,7
20	44	2101	0,00%	0,0

Fonte: Própria

Os trechos com inclinações inferiores a 3 % novamente foram descartados. Com a análise dos pontos mais críticos (em vermelho), observa-se que todos passam com uma certa folga pelos parâmetros apresentados no item 2.4.1, devido baixo comprimento dos trechos. A figura 30 mostra esses pontos no diagrama do GEIPOT.

**Figura 30:** Rampas normais e máximas admissíveis em função do desnível a vencer verificação (2)



Fonte: BRASIL, 2001 (a).

Quando comparados os resultados obtidos pelos dois métodos, observa-se uma certa diferença entre eles. Essa diferença pode ser explicada ao se analisar o processo de registro dos dados de cada um. Segundo especificações do próprio programa, o *Google Earth* faz uso de imagens aéreas, obtidas através de satélites e/ou aviões, além de utilizar veículos terrestres equipados com câmeras 360 graus e dispositivo *GPS*, que vai indicar a posição global em que esse veículo se encontra. Já o método das curvas de nível, presentes nos mapas, é obtido através de um equipamento próprio para o levantamento topográfico como a estação total. Acredita-se que a sensibilidade e a imprecisão do software *Google Earth*, sejam os principais responsáveis pelas formações das “pontas” e erros encontrados. Acrescenta-se, ainda, a própria imprecisão na demarcação do traçado no próprio programa. É possível, então, dizer que o método das curvas de nível é o mais adequado, pois ele é feito com auxílio de um equipamento de alta precisão e típico esse tipo de análise.

### 5.1.2 Análise da velocidade e volume de tráfego

As contagens foram realizadas em quatro trechos considerados críticos entre o trajeto entre a Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e o Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ). O primeiro ponto de contagem foi na entrada do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) na Via Expressa Padre Zé. O segundo ponto estava localizado

entre esses dois grandes polos geradores de viagens no estacionamento do escritório da Ecamax, na Rua Estevão Gérsom Carneiro da Cunha. O terceiro ponto, também localizado na Rua Estevão Gérsom Carneiro da Cunha, trata-se da entrada principal do Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ). Houve ainda um quarto ponto, localizado na Rua Isaura Silveira Lira tendo como referência o restaurante Villa Universitária, e trata-se de uma outra entrada do Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ). A figura 31 mostra um mapa do trecho em estudo, obtidos com o auxílio do programa *Google Maps*, com os pontos de contagem devidamente locados. Em seguida o quadro 7 mostra os resultados obtidos no primeiro ponto.

**Figura 31:** Pontos de contagem locados



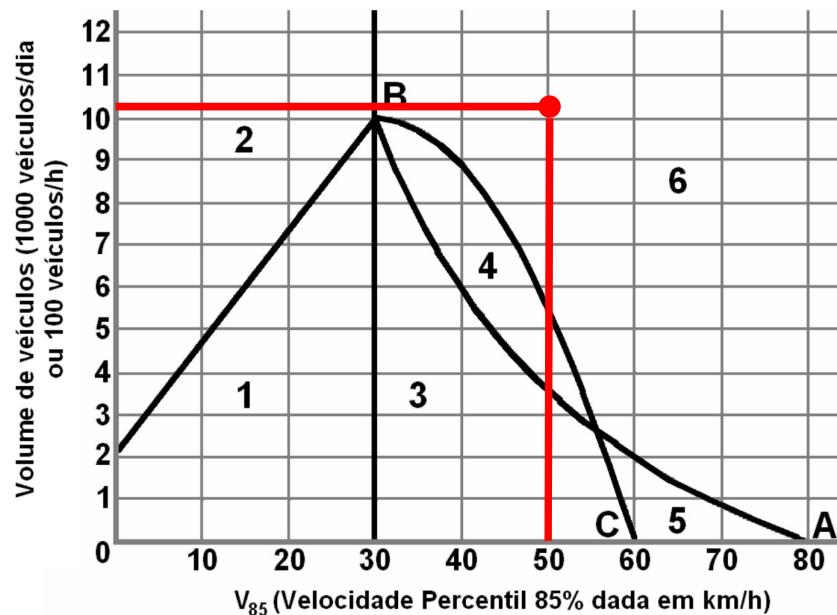
Fonte: Imagem adaptada Google Maps (2017)

**Quadro 7:** Contagem ponto 1

PONTO 1 UFPB; V = 50km/h; sentido único UFPB - UNIPE (04/05/2017)							
17:30 ÀS 18:30	VP	CO	SR/RE	M	B	SI	(Veic.) (u.c.p.)
	1	1,5	2	1	0,5	1,1	
0 - 15	571	20	0	249	0	0	0
15 - 30	526	13	0	231	0	0	0
30 - 45	605	16	0	278	0	0	0
45 - 60	545	20	0	264	0	0	0
TOTAL INDIVIDUAL	2247	104	0	1022	0	0	0
TOTAL GERAL (veic./h)				3373			

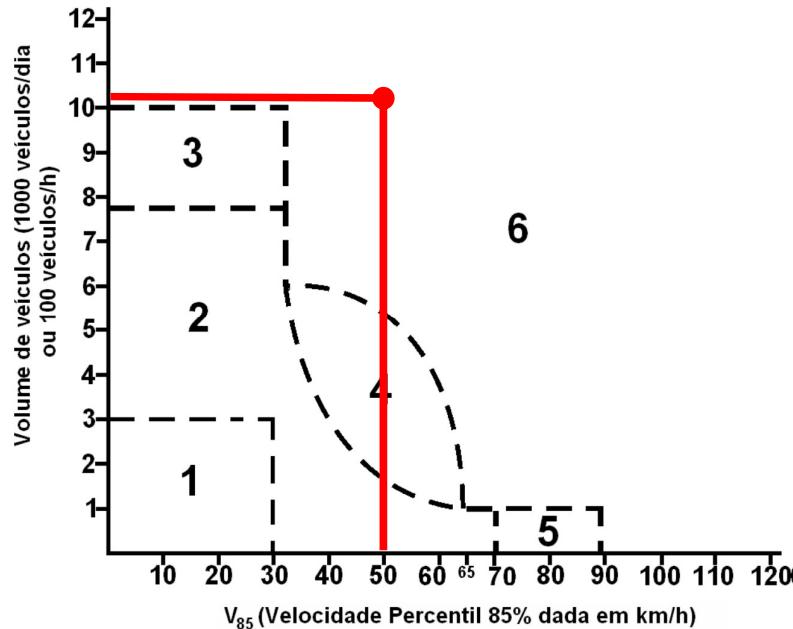
Fonte: Própria

No ponto da Via Expressa Padre Zé, já era esperado um grande volume de veículos. Com os valores obtidos na contagem e a sua comparação com os parâmetros do item 2.4.2, observa-se que a infraestrutura recomendada para esse trecho é uma ciclovia, pois trata-se de uma via com alto fluxo de veículos e uma velocidade máxima permitida de 50 km/hora. Ao se dividir o total de veículos por faixa de tráfego o valor encontrado seria de 1.125 veículos/hora, que resultaria em uma ciclovia. As figuras 32 e 33 ilustram o valor encontrado nos diagramas presentes no Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades do Ministério das Cidades (2007)

**Figura 32:** Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (1) no ponto 1

Fonte: INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2000 (adaptado).

**Figura 33:** Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (3) no ponto 1



Fonte: SCOTLAND, 2010 (adaptado).

A seguir, o quadro 8 nos mostra contagem feita no ponto 2.

**Quadro 8:** Contagem ponto 2

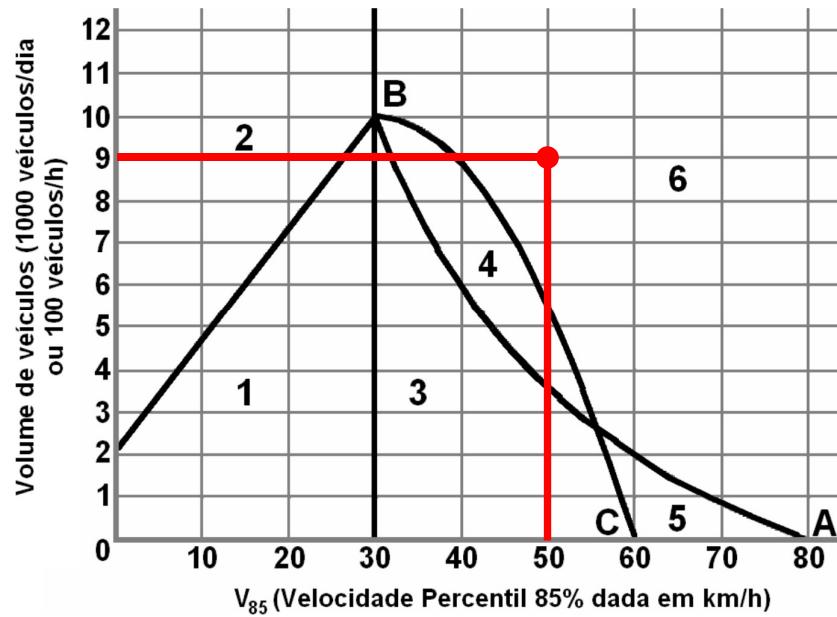
PONTO 2 Ecomax; V = 50km/h; sentido único UFPB - UNIPE (25/04/2017)							
17:20 ÀS 18:20	VP	CO	SR/RE	M	B	SI	(Veic.)
	1	1,5	2	1	0,5	1,1	(u.c.p.)
0 - 15	146	1	0	91	0	0	
15 - 30	128	8	0	63	0	0	
30 - 45	171	7	0	72	0	0	
45 - 60	136	4	0	63	0	0	
TOTAL INDIVIDUAL	581	30	0	289	0	0	
TOTAL GERAL (veic./h)				900			

Fonte: Própria

Nesse ponto observou-se que às 18:05 houve a interferência de uma leve chuva, porém a contagem seguiu sem maiores problemas. Esse ponto intermediário, localizado na Rua Estevão Gérson Carneiro da Cunha, foi escolhido por se tratar de um ponto após a entrada de um bairro residencial da região, que provavelmente seu fluxo poderia ter influenciado na sua análise. Comparando o valor encontrado com as recomendações vistas no item 2.4.2, conclui-se

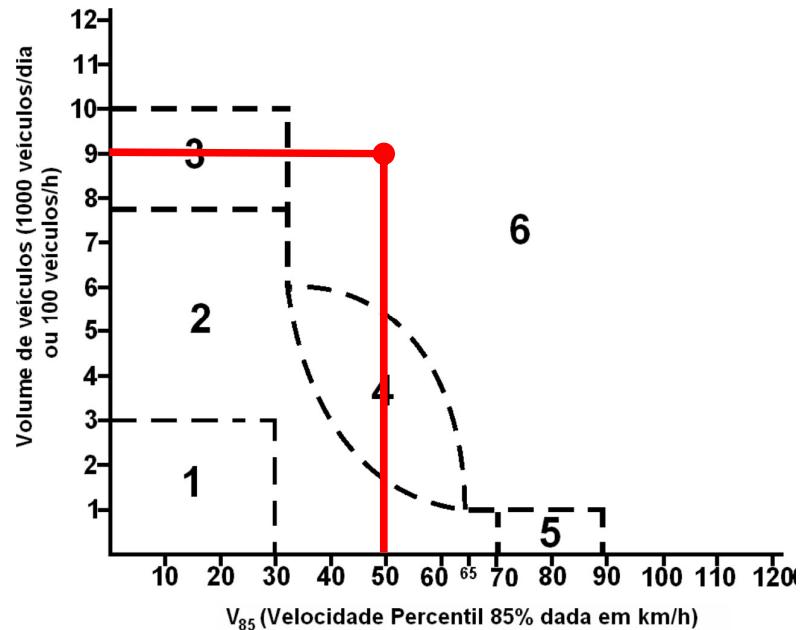
que para esse trecho a melhor infraestrutura possível também seria uma ciclovia, A ilustração dessa comparação é mostrada nas figuras 34 e 35.

**Figura 34:** Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (1) no ponto 2



Fonte: INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2000 (adaptado).

**Figura 35:** Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (3) no ponto 2



Fonte: SCOTLAND, 2010 (adaptado).

Segue-se, então, para o quadro 9 que mostra a contagem no ponto 3.

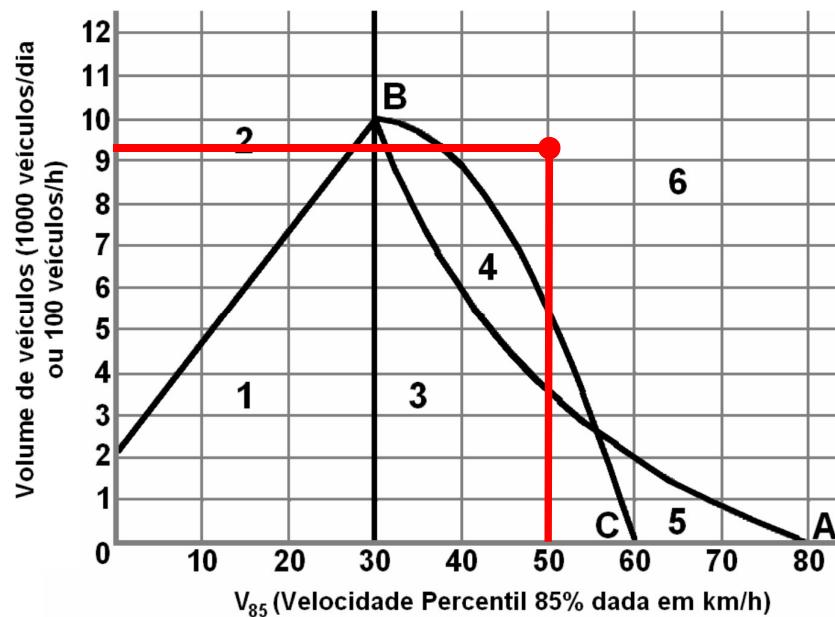
**Quadro 9:** Contagem ponto 3

PONTO 3 UNIPÊ (entrada principal); V = 50km/h; duplo sentido UNIPE - UFPB (03/05/2017)							
18:00 ÀS 19:00	VP	CO	SR/RE	M	B	SI	(Veic.)
	1	1,5		2	1	0,5	1,1 (u.c.p.)
0 - 15	164	11		0	73	0	0
15 - 30	128	5		0	65	0	0
30 - 45	143	7		0	64	0	0
45 - 60	155	15		0	77	0	0
TOTAL INDIVIDUAL	590	57		0	279	0	0
TOTAL GERAL (veic./h)					926		

Fonte: Própria

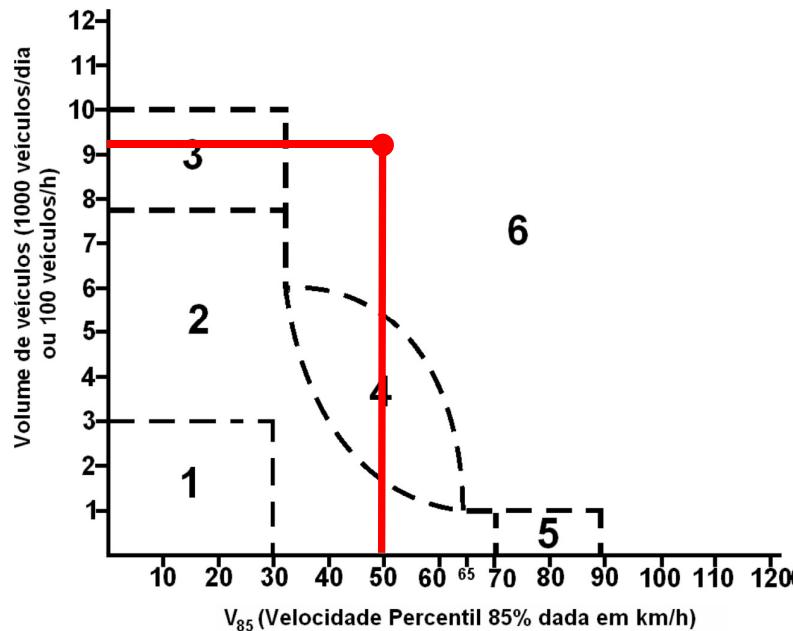
Essa contagem ocorreu em frente à entrada principal do Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ), localizado na Rua Estevão Gérson Carneiro da Cunha, e foi feita um pouco antes do portão de acesso de tal forma que seu fluxo não ficasse comprometido. Como é possível observar, os valores obtidos aqui foram bem próximos ao do ponto intermediário e por isso a estrutura cicloviária recomendada é a mesma, uma ciclovia. As figuras 36 e 37 explicam o resultado encontrado.

**Figura 36:** Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (1) no ponto 3



Fonte: INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2000 (adaptado).

**Figura 37:** Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (3) no ponto 3



Fonte: SCOTLAND, 2010 (adaptado).

O quadro 10 mostra o resultado do último ponto de contagem a ser analisado, o ponto 4.

**Quadro 10:** Contagem ponto 4

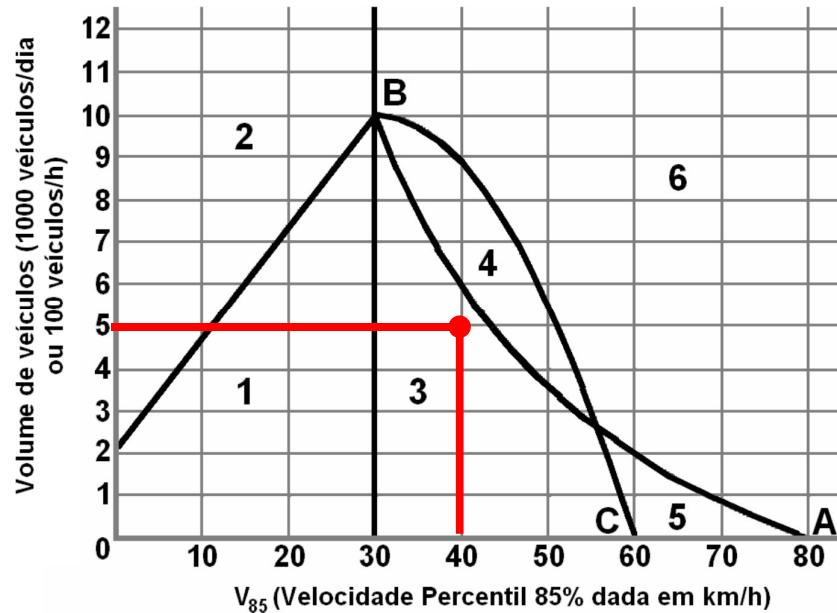
PONTO 4 UNIPÊ entrada secundária; V = 40km/h; duplo sentido UNIPE - UFPB (26/04/2017)							
17:30 às 18:30	VP	CO	SR/RE	M	B	SI	(Veic.)
		1	1,5	2	1	0,5	1,1 (u.c.p.)
0 - 15	102	8	0	23	0	0	0
15 - 30	90	7	0	16	0	0	0
30 - 45	90	8	0	19	0	0	0
45 - 60	99	6	0	14	0	0	0
TOTAL INDIVIDUAL	381	44	0	72	0	0	0
TOTAL GERAL (veic./h)				497			

Fonte: Própria

Esse ponto fica na Rua Isaura Silveira Lira e foi escolhido pois essa via recebe o fluxo dos dois sentidos da Rua Estevão Gérson Carneiro da Cunha, além de contar com outra entrada do Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ). Com a análise desse resultado e sua comparação com as recomendações do item 2.4.2, observa-se que há uma diferença de resultados,

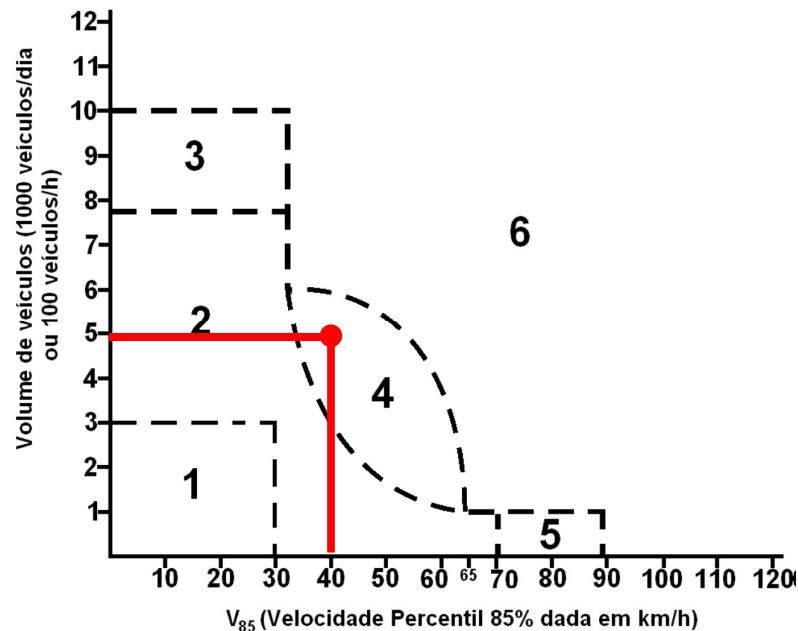
indicando que os três tipos de infraestrutura cicloviária se adequam a esse trecho, com preferência para ciclofaixa. As figuras 38 e 39 ilustram o motivo desse resultado.

**Figura 38:** Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (1) no ponto 4



Fonte: INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2000 (adaptado).

**Figura 39:** Relação entre a velocidade e volume do tráfego motorizado e os tipos de espaços para ciclistas (3) no ponto 4.



Fonte: SCOTLAND, 2010 (adaptado).

Observa-se, no item 2.4.2, que a zona 3 do gráfico da figura 35 indica que qualquer uma das três infraestruturas podem se adequar a esse trecho. Já a zona 4 do gráfico da figura 36 recomenda a implantação de uma ciclofaixa no local. Essa mesma diferença ocorre quando se utiliza os outros gráficos presentes nesse item.

Nesse caso, recomenda-se a implantação de uma ciclofaixa, pois, além da tendência encontrada na análise dos gráficos para essa infraestrutura, ela funcionaria como uma via canalizadora do fluxo de bicicletas entre a zona residencial e a infraestrutura ciclovária principal (pontos 1, 2 e 3). Além disso, é possível observar que o trecho é relativamente curto e não apresenta espaço sobressalente no seu canteiro lateral, o que inviabiliza a construção de uma ciclovía.

## 6 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A saturação das vias pelos veículos motorizados é uma dura realidade vivenciada não só pela cidade de João Pessoa/PB, mas por praticamente todas as grandes cidades do país. Governos e prefeituras vem investindo cada vez mais no planejamento de vias e construção de obras de arte voltadas para o carro, porém essa solução não passa de amenizador temporário. Com o crescimento descontrolado da frota de veículos motorizados e a precarização do transporte coletivo, se faz necessário a busca por outro modo de transporte que ajude no deslocamento das pessoas. O uso do transporte cicloviário já é uma realidade por outras grandes potências.

Com os resultados obtidos nesse trabalho, é possível recomendar a implantação de uma ciclovia, de 2,50 metros de largura (mínima), por todo o trecho que passa pelos pontos de contagem 1, trecho da Via Expressa Padre Zé (entrada do Centro de Tecnologia), 2, trecho da Rua Estevão Gérson Carneiro da Cunha (Ecomax) e 3, trecho da Rua Estevão Gérson Carneiro da Cunha (entrada principal da UNIPÊ), devido ao seu elevado fluxo de veículos. Já no trecho que pertence ao ponto de contagem 4, trecho da Rua Isaura Silveira Lira (segunda entrada da UNIPÊ), recomenda-se a implantação de um ciclofaixa, com dimensões mínimas de 1,20 metros, que irá canalizar o fluxo de bicicletas da zona residencial para a ciclovia.

A proposta da implantação de uma ciclovia entre dois grandes polos geradores de viagens se torna válida, tendo em vista que ela irá reduzir o fluxo de veículos motorizados que por ali trafegam. Sua implantação também atenderá o grande número de estudantes moradores dos bairros residenciais vizinhos que poderão fazer uso de suas vias como ciclorotas até chegarem na ciclovia proposta e seguirem rumo a sua instituição de ensino. Além disso, uma ciclovia bem estruturada e sinalizada atrairá um maior número de usuários seja qual for o motivo da sua viagem (trabalho, estudo, lazer, transporte de cargas, etc.).

A adesão de uma ciclovia na região é perfeitamente viável, pois boa parte traçado dispõe de um canteiro lateral com espaço mais que suficiente para implantação da estrutura cicloviária. Além disso, observa-se, no levantamento topográfico, que as inclinações dispostas no traçado atendem a recomendações existentes, não sendo necessário nenhuma adaptação ou aumento da largura da ciclovia.

Recomenda-se que para trabalhos futuros seja feita a complementação do presente estudo, estendendo sua análise para os bairros vizinhos a área como Castelo Branco, fazendo ligação com a ciclovia da Av. D. Pedro II, Jardim Cidade Universitária e possivelmente fazendo ligação com as infraestruturas cicloviárias presentes na Av. Hilton Solto Maior no bairro de

Mangabeira. Outra complementação possível de ser feita seria a análise financeira e a criação de um projeto executivo necessários para a implementação dessa infraestrutura.

## 7 REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. **Guide for the Development of Bicycle Facilities.** Washington, DC, 1999. Disponível em: <http://www.sccrtc.org/bike.html>. Acesso em: 11 maio 2017.

ABRACICLO. **Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Monopatas, Bicicletas e Similares.** Dados do Setor. 2010.

BOARETO, Renato. **A mobilidade urbana sustentável.** Revista dos Transportes Públicos, São Paulo: ANTP, ano 25, n. 100, p. 49-56, 2003.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. **Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade Urbana.** Brasília, DF, 2007a.

\_\_\_\_\_. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. **PLANMOB Construindo a Cidade Sustentável:** Caderno para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana. Brasil, 2007c. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSEM/PLANMOB/Biblioteca/LivroPlanoMobilidade.pdf>. Acesso em: 10 maio 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. **Política nacional de mobilidade urbana sustentável.** Brasília, DF, 2004. Disponível em: <http://www.ta.org.br/site2/Banco/7manuais/6PoliticaNacionalMobilidadeUrbanaSustentavel.pdf>. Acesso em: 09 maio 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério dos Transportes. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. **Planejamento Cicloviário:** Diagnóstico Nacional. Brasília, DF, 2001a. Disponível em: <http://www.geipot.gov.br/novaweb/indexest.htm>. Acesso em 13 maio 2017.

\_\_\_\_\_. Presidência da república. Casa civil. Subchefia para assuntos jurídicos. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. **Institui o Código de Trânsito Brasileiro.** Brasília, DF, 1997. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19503.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503.htm). Acesso em: 20 abril 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Estudos de Tráfego.** Rio de Janeiro, 2006. Disponível em:  
[http://www1.dnit.gov.br/arquivos\\_internet/ipr/ipr\\_new/manuais/manual\\_estudos\\_trafego.pdf](http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/manual_estudos_trafego.pdf). Acesso em 13 maio 2017.

CAMPOS, V.B.G. **Uma visão de mobilidade urbana sustentável.** Rev. Transportes Públicos, v.28, 2006.

COMISSÃO EUROPÉIA. **Cidades para Bicicletas, Cidades de Futuro: Comunidades Europeias.** D. G. do Ambiente. Luxemburgo, 2000.

DENMARK. Ministry of Transport. Road Directorate. **Collection of Cycle Concepts.** Copenhagen, 2000. Disponível em: <https://nacto.org/wp-content/uploads/2011/03/Road-Directorate-Collection-Cycle-Concepts-2000.pdf>. Acesso em: 13 maio 2017.

DW-World, **Bicicletas respondem por 9% do trânsito alemão**, em 11.04.2004. Disponível em: <http://www.dw-world.de/dw/article/0,,1151408,00.html>. Acesso em: 16 maio 2017

GONDIM, M. F. **Cadernos de Desenho:** ciclovias. Rio de Janeiro: Editora da COPPE/UFRJ, 2010. Disponível em: <http://www.monicagondim.com.br/index.php?x=22>. Acesso em: 20 abril 2017.

INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE. **Cycling-inclusive policy development:** a handbook. Utrecht, Netherlands: Interface for Cycling Expertise; Transport Policy Advisory Services; Federal Ministry for Economic Cooperation and Development, 2009. Disponível em: <https://trid.trb.org/view.aspx?id=1151924>. Acesso em: 14 maio 2017.

LONDON. Transport for London. **London Cycling Design Standards.** London, UK, 2005. Disponível em: <http://www.tfl.gov.uk/businessandpartners/publications/2766.aspx>. Acesso em: 15 maio 2017.

MIRANDA, A. C. M. Se Tivesse que Ensinar a Projetar Ciclovias. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Transporte Cicloviário.** São Paulo, SP, 2007. p. 68-111.

RAQUEL, Roberta. **Espaço Em Transição: A Mobilidade Ciclística E Os Planos Diretores De Florianópolis.** Dissertação de mestrado. UFSC. 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/93911>. Acesso em: 30 maio 2017.

SANTOS, P. **Troque o carro pela bicicleta.** Revista Vida Simples – abril de 2008. Disponível em: [http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/atitude/conteudo\\_271613](http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/atitude/conteudo_271613). Acesso em: 15 maio 2017

SCHORR, Tatiana. **O consumo público do automóvel como determinante da trava urbana.** São Paulo: Geousp, n. 7, p. 59-76, jun/2000.

SCOTLAND. Department for Transport. Scottish Executive. Welsh Assembly Government. **Cycle Infrastructure Design.** London, UK, 2008. Disponível em: <http://www.transportscotland.gov.uk/reports/road/cycling-by-design>. Acesso em: 14 maio 2017.

UNITED STATES OF AMERICA. US Department of Transportation. Federal Highway Administration. **The ABCD's of Bikeways.** Washington, DC, 1979. Disponível em: <http://www.bicyclinginfo.org/library/details.cfm?id=2625>. Acesso em: 19 maio 2017.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte Urbano nos Países em Desenvolvimento:** reflexões e propostas. Annablume: São Paulo, 3 ed., 2000.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte urbano, espaço e equidade:** análise das políticas públicas. São Paulo: Annablume, 2001.

## ANEXO

Modelo de folha de preenchimento para contagem volumétrica, segundo Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006).

CONTAGEM VOLUMÉTRICA												
ESTADO	RODOVIA	CÓD. PNV	TRECHO									
			<b>A</b>	<b>B</b>								
POSTO	LOCAL DA CONTAGEM MARCO QUILOMÉTRICO			DATA DA CONTAGEM		HORA INÍCIO	HORA TÉRMINO	SENTIDO	A → B	B → A		
PERÍODO (hs)	VEÍCULOS LEVES		ÔNIBUS		CAMINHÕES				OUTROS	TOTAL		
												

OBSERVAÇÕES

CONTADOR