



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS – CMA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS – DENG
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

YASMIN DANTAS DE ARAÚJO

**PROPOSTA DE UM SISTEMA DE ROTAS CICLOVIÁRIAS PARA UM
MUNICÍPIO DE PEQUENO PORTE: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE
ANGICOS/RN**

ANGICOS – RN

2019

YASMIN DANTAS DE ARAÚJO

**PROPOSTA DE UM SISTEMA DE ROTAS CICLOVIÁRIAS PARA UM
MUNICÍPIO DE PEQUENO PORTE: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE
ANGICOS/RN**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA,
Campus Angicos, para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (a): Prof. Me. Luís Henrique
Gonçalves Costa

ANGICOS – RN

2019

YASMIN DANTAS DE ARAÚJO

**PROPOSTA DE UM SISTEMA DE ROTAS CICLOVIÁRIAS PARA UM MUNICÍPIO DE
PEQUENO PORTE: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE ANGICOS/RN**

Trabalho Final de Graduação apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharela em Engenharia Civil.

Defendida em: 20 / 03 / 2019.

BANCA EXAMINADORA



Luis Henrique Gonçalves Costa, Prof. Me. (UFERSA)
Orientador



Kleber Cavalcanti Cabral, Prof. Dr. (UFERSA)
1º Membro



Wendell Rossine Medeiros de Souza, Prof. Dr. (UFERSA)
2º Membro

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

A658p Araújo, Yasmin Dantas de.
PROPOSTA DE UM SISTEMA DE ROTAS CICLOVIÁRIAS
PARA UM MUNICÍPIO DE PEQUENO PORTE: ESTUDO DE
CASO NA CIDADE DE ANGICOS/RN / Yasmin Dantas de
Araújo. - 2019.
72 f. : il.

Orientador: Luis Henrique Gonçalves Costa.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2019.

1. Sistema Ciclovitário. 2. Veículos. 3.
Bicicletas. 4. Cidades. I. Costa, Luis Henrique
Gonçalves, orient. II. Título.

Dedico esse trabalho à minha família, e, especialmente, ao meu pai **Robson Rocha de Araújo**, grande colaborador e incentivador da minha bagagem de conhecimentos e que tanto me deu força e incentivo ao longo de toda a graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à Deus por me proteger e guiar em todos os momentos, por me dar discernimento, sabedoria, força e humildade e por permitir que tudo isso acontecesse. Por estar comigo em todas as horas, boas ou ruins me mostrando sempre que tudo é passageiro e principalmente por me amparar nos dias difíceis dessa caminhada e em todos os momentos da minha vida.

Agradeço aos meus pais, Maria das Graças Dantas Medeiros e Robson Rocha de Araújo, pelo amor incondicional, dedicação e ensinamentos para que eu me tornasse a pessoa que sou hoje.

Agradeço à minha família, em especial minhas tias Maria do Socorro, Maria Zita, Maria Elza, Maria Dantas e Maria Goretti e a minha avó, Rita Rocha de Araújo, por todo apoio, incentivo, orações e por terem acreditado em mim.

As minhas irmãs, Yallen Dantas de Araújo, Yandra Dantas de Araújo e Ylanna Chianca Silva de Araújo pelo apoio nas horas difíceis, de desânimo e cansaço e pelos conselhos que me fizeram evoluir como pessoa.

A meu orientador, Me. Luis Henrique Gonçalves Costa, pela orientação dada e por todas as sugestões, incentivos e empenho, que foram fatores essenciais para a realização desse trabalho.

Agradeço ao meu namorado, Mirabeau Pereira de Freitas Fernandes que foi fundamental na conclusão dessa etapa, sempre aconselhando, apoiando e dando sugestões para que tudo saísse como planejado. Obrigada por acreditar mais em mim mais do que eu mesma.

Agradeço aos meus amigos, Eduardo Henrique, Izis Fernandes, Letícia Morais, Luana Dantas, Pedro Eugênio, Laís Osterne, Matheus Vinícius, por compartilharem comigo desse sonho, e por estarem presentes em todos os momentos, pelos conselhos e por não me deixarem desistir. O laço que tenho com cada um é inexplicável, agradeço de coração. Em especial agradeço a Ingrid Rebouças, amiga e irmã que a Universidade me deu, por todo apoio, incentivo, por compartilhar comigo dos momentos bons e ruins da graduação e por contribuir a chegar até aqui, com certeza é uma das pessoas que vou levar pra a vida toda.

A todos os professores que tive o prazer de ser aluna, pela ajuda, conselhos e orientações e por serem profissionais em que quero me espelhar. Em particular ao professor Dr. Kleber Cavalcanti Cabral e o Prof. Dr. Wendell Rossine Medeiros de Souza pela disponibilidade em

participar da minha banca. Os alunos da UFERSA são sortudos por terem uma equipe tão competente e amiga.

Por fim, agradeço a todos aqueles que contribuíram de alguma forma, seja diretamente ou indiretamente, para a realização desse trabalho.

RESUMO

A organização espacial das cidades brasileiras e dos seus sistemas de transporte vem promovendo um arranjo desigual da acessibilidade. Essa instabilidade é marcada pelo fato dos usuários de veículos motorizados receberem maiores benefícios, quando comparados aos veículos não motorizados. É nesse cenário carente de incentivo ao uso de meios de transportes acessíveis, democráticos e saudáveis que o trabalho propõe um planejamento para a implantação de um sistema ciclovitário em um município de pequeno porte, tendo como objeto de estudo a cidade de Angicos/RN, identificando os fatores que contribuem para utilização desse modo e caracterizando prováveis obstáculos para sua utilização. Nesse sentido, foi aplicado questionários a usuários e possíveis usuários, a fim identificar o perfil dos mesmo e distinguir os polos geradores de viagem (PGV). De posse desses dados foi realizada uma análise dos parâmetros das vias que abrangem os PGV, e por meio da metodologia de Cardoso e Campos (2016), verificou a rota com melhor viabilidade de implantação. Nos resultados foi feita a apresentação do perfil dos usuários e possíveis usuários da bicicleta, identificação da rota mínima através do *software Qgis* e demonstração dos cálculos e verificação dos trechos. Por fim foi realizada uma proposta do sistema ciclovitário para o município ilustrando alguns trechos da rota por meio do *software Sketchup Pro*, com sugestões de melhorias nos segmentos que comporão o sistema.

Palavras-chave: Sistema Ciclovitário. Veículos. Bicicletas. Cidades.

ABSTRACT

The spatial organization of Brazilian cities and their transport systems has promoted an uneven arrangement of accessibility. This instability is marked by the fact that motor vehicle users receive greater benefits when compared to non-motorized vehicles. It is in this scenario lacking incentive to the use of accessible, democratic and healthy means of transportation that the work proposes a planning for the implantation of a cycle system in a small municipality, having as object of study the city of Angicos / RN, identifying the factors that contribute to its use in this way and characterizing likely obstacles to its use. In that sense, questionnaires were applied to users and possible users, in order to identify the profile of the same and to distinguish the trip generator poles (PGV). With these data an analysis of the parameters of the routes covering the PGV was carried out, and through the methodology of Cardoso and Campos (2016), it verified the route with better viability of implantation. In the results the profile of the users and possible users of the bicycle was presented, identification of the minimum route through the Qgis software and demonstration of the calculations and verification of the stretches. Finally, a proposal was made of the bicycle system for the municipality, illustrating some parts of the route through Sketchup Pro software, with suggestions for improvements in the segments that will compose the system.

Keywords: Cycle system. Vehicles. Bicycles. Cities.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Mobilidade e a acessibilidade no planejamento de transportes	24
Tabela 2 – Venda de automóveis da Associação Europeia de Fabricantes de Carros em 2012	27
Tabela 3 – Consumo Mundial de bicicletas.....	28
Tabela 4 – Definições de PGV baseado na literatura encontrada.....	35
Tabela 5 – Sugestões de larguras para ciclovias em função do fluxo de bicicletas.....	40
Tabela 6 – Valor do indicador Lef de acordo largura efetiva da via	45
Tabela 7 – Relação Fluxo de Veículo e Velocidade Máxima	46
Tabela 8 – Comprimentos e angulações dos aclives.	47
Tabela 9 – Classificação dos segmentos analisados.	48
Tabela 10 – Listagem e definições dos Polos geradores de Viagem.....	50
Tabela 11 – Identificação dos trechos	55
Tabela 12 – Cálculo do <i>Ilef</i>	56
Tabela 13 - Cálculo do <i>Iest</i>	57
Tabela 14 – Cálculo do <i>Ivt</i>	58
Tabela 15 – Cálculo do <i>Ivel</i>	59
Tabela 16 – Cálculo do <i>Iac</i>	60
Tabela 17 – Cálculo do IAS.	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dimensões da Mobilidade Urbana Sustentável.....	19
Figura 2 – Planejamento Urbano	21
Figura 3 – Representação do espaço ocupado, de acordo com o tipo de veículo.....	25
Figura 4 – Permissão para as bicicletas trafegarem na contramão	30
Figura 5 – Deslocamento porta a porta.....	31
Figura 6 – Esquema de alguns tipos de ciclos	32
Figura 7 – Espaço ocupado pelo Ciclista	34
Figura 8 – Via pública compartilhada	36
Figura 9 – Caçada compartilhada	37
Figura 10 – Modelo ilustrativo de uma ciclofaixa.....	38
Figura 11 – Ciclovia em Porto Alegre/RS.....	39
Figura 12 – Ilustração em planta de uma ciclovia unidirecional e bidirecional	39
Figura 13 – Esquema do conflito em estacionamento em ângulo	40
Figura 14 – Estacionamento e ciclofaixa.....	41
Figura 15 – Estruturação do método utilizado	42
Figura 16 – Localização do município de Angicos, destacado no mapa do RN	43
Figura 17 – Representação da página inicial do Software Sketchup Pro	49
Figura 18 – Visualização das vias da zona urbana de Angicos	52
Figura 19 – Esboço da rota inicial do sistema ciclovitário de Angicos/RN	52
Figura 20 – Alterações feitas na rota inicial.....	53
Figura 21 – Rota final do sistema ciclovitário de Angicos/RN	54
Figura 22 – Demonstração do sistema ciclovitário no trecho 7, via compartilhada.....	62
Figura 23 – Ilustração do sistema ciclovitário no trecho 10 e 11 vista superior.....	63
Figura 24 – Ilustração do sistema ciclovitário no trecho 10 e 11 vista 3D.....	63
Figura 25 – Ilustração do sistema ciclovitário no PGV da rodoviária.....	64

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição relativa dos deslocamentos urbanos motorizados do Rio de Janeiro (1950 - 2005)	22
Gráfico 2 – Produção mundial de bicicletas	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRACICLO	Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
PGT	Polos Geradores de Tráfego
PGV	Polos Geradores de Viagens

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	OBJETIVOS.....	17
2.1	OBJETIVO GERAL	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3	MOBILIDADE E DESENVOLVIMENTO URBANO	18
3.1	INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE URBANO	20
3.2	O SÉCULO DAS MUDANÇAS.....	21
3.3	O PARADIGMA DA MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE	23
4	A UTILIZAÇÃO DA BICICLETA COMO TRANSPORTE URBANO	25
4.1	AS BICILETAS NO BRASIL E NO MUNDO.....	26
4.2	O CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO E AS BICICLETAS	29
4.3	CARACTERÍSTICAS FAVORÁVEIS AO USO DA BICICLETA	30
4.4	PARÂMETROS DE PROJETO DO SISTEMA CICLOVIÁRIO	31
4.4.1	Tipos de veículos	32
4.4.2	A bicicleta	33
4.4.3	O condutor da bicicleta	33
4.4.4	Distância visual	34
4.4.5	Inclinação.....	34
4.4.6	Polos geradores de viagem (PGV)	35
4.4.7	Organização geral do espaço de circulação da bicicleta	36
4.4.7.1	Vias de uso compartilhado.....	36
4.4.7.2	Ciclofaixas	37
4.4.7.3	Ciclovias	38
4.4.7.4	O espaço de circulação da bicicleta e o estacionamento na via.....	40
5	METODOLOGIA DA PESQUISA	42
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	43
5.2	DEFINIÇÃO DA AMOSTRA DA PESQUISA	44
5.3	ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO	44
5.4	IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS ROTAS	44
5.4.1	Largura efetiva da via (Lef).....	45

SUMÁRIO

5.4.3	Limite de velocidade na via para veículos automotores	46
5.4.4	Volume médio de tráfego de veículos automotores.....	47
5.4.5	Aclive.....	47
5.4.6	Índice geral de adequação do segmento (IAS)	48
5.4.7	Classificação dos trechos analisados	48
5.5	EXPOSIÇÃO DA PROPOSTA ATRAVÉS DO SOFTWARE SKETCHUP.....	49
6	ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS	50
6.1	IDENTIFICAÇÃO DOS PÓLOS GERADORES DE VIAGENS (PGV).....	50
6.2	CARACTERIZAÇÃO DOS USUÁRIOS E POSSÍVEIS USUÁRIOS	50
6.3	CÁLCULO E VERIFICAÇÃO DAS ROTAS	51
6.3.1	Definição da Rota.....	52
6.3.2	Divisão dos segmentos	54
6.3.3	Medição e Quantificação dos parâmetros por segmento.....	55
6.3.3.1	Indicador de Largura Efetiva (<i>Ilef</i>)	56
6.3.3.2	Indicador de Estacionamento (<i>Iest</i>)	57
6.3.3.3	Indicador de Volume médio de Tráfego (<i>Ivt</i>).....	58
6.3.3.4	Indicador de Velocidade Máxima de Tráfego (<i>Ivel</i>).....	59
6.3.3.5	Indicador de Aclive (<i>Iac</i>)	59
6.3.4	Cálculo do índice de Adequação (IAS)	60
6.4	APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DE UMA ROTA CICLOVIÁRIA PARA O MUNICÍPIO	61
6.5	SUGESTÕES DE MELHORIAS NOS SEGMENTOS QUE COMPORÃO O SISTEMA CICLOVIÁRIO	64
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
	REFERÊNCIAS	68
	APÊNDICE	71
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA PESQUISA.....	71

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o crescimento desordenado das cidades produz um maior número de empreendimentos geradores de viagens, somados à falta de um processo integrado de planejamento urbano, planejamento de transportes e a ausência de implementação destes, causam impactos negativos, com destaque para a saturação viária, resultante de engarrafamentos e deteriorações dos meios de transportes (KNEIB, 2004).

A mobilidade urbana tem se tornado um dos principais desafios das metrópoles mundiais. No decorrer dos anos, o desenvolvimento dos meios de transportes sempre foi vinculado ao desenvolvimento econômico, desde os tempos da estrada de ferro à indústria automobilística, no presente, a equação alcançou novas variáveis. Os municípios estão mudando sua cultura e analisando novas alternativas e estratégias para um crescimento sustentável (SILVA, 2015).

Essa atenção para a mobilidade urbana fez com que as administrações públicas e as empresas privadas planejassem ações que incentivassem a prática de modalidades de transporte leve e pouco impactante sobre o ambiente. Entre os diversos modos, a inclusão da bicicleta no ambiente urbano se destaca quando se trata de sustentabilidade dos pontos de vista econômico, ambiental, social e institucional, além de proporcionar melhor qualidade de vida aos usuários deste modo (MONARI, 2018).

A utilização da bicicleta como uma alternativa de transporte urbano exhibe números relevantes em muitos países, entretanto no Brasil, a bicicleta ainda é pouco utilizada para essa finalidade, sendo quase sempre usada como atividade de lazer. Contudo a utilização desse modo para viagens cotidianas, pode favorecer inúmeros benefícios a toda a sociedade, desde benefícios pessoais, sociais e econômicos, até a melhoria da qualidade de vida de uma cidade como um todo (SILVA, 2015).

Por consequente, este trabalho pretende desenvolver o planejamento de um sistema cicloviário para um município de pequeno porte, promovendo a utilização deste modo como transporte urbano cotidiano, proporcionando melhorias para o conforto e segurança dos usuários de bicicletas, além de um desenvolvimento urbano sustentável. A pesquisa tem como objeto de estudo o município de Angicos/RN, caracterizado como um município de pequeno porte, por possuir população abaixo de 20.000 habitantes, faz parte das cidades que receberam um crescimento populacional provocado pela interiorização do ensino, neste caso, o polo gerador de viagens, tipo estabelecimento de ensino, a Universidade Federal Rural do Semi-

Árido. Além disso, por tratar de uma cidade que possui distâncias máximas de deslocamento compatíveis com modos de transportes não motorizados.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Propor um planejamento e analisar a viabilidade da implantação de um sistema cicloviário na cidade de Angicos/Rn, de forma a incentivar a utilização do modo de transporte não motorizado.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os fatores que contribuem para utilização do modo de bicicleta;
- Caracterizar prováveis obstáculos na utilização da bicicleta;
- Avaliar os parâmetros para escolha das rotas;
- Identificar e analisar as rotas para implantação de um sistema cicloviário, no município de Angicos;
- Apresentar trechos da infraestrutura final cicloviária.

3 MOBILIDADE E DESENVOLVIMENTO URBANO

A mobilidade urbana está ligada a formas e meios utilizados para movimentação de pessoas dentro do espaço urbano e tem a Revolução Industrial como ponto chave de seu desenvolvimento devido a propagação de novas tecnologias. Segundo Freitas (2014), antes deste marco histórico a mobilidade era extremamente restrita a utilização de tração por animais em carroças, e somente após seu advento que começaram a surgir as primeiras ferrovias que facilitaram a locomoção das pessoas. Em seguida houve o desenvolvimento da malha rodoviária e surgem os automóveis, os caminhões e ônibus, que influenciaram na organização de todo o espaço urbano.

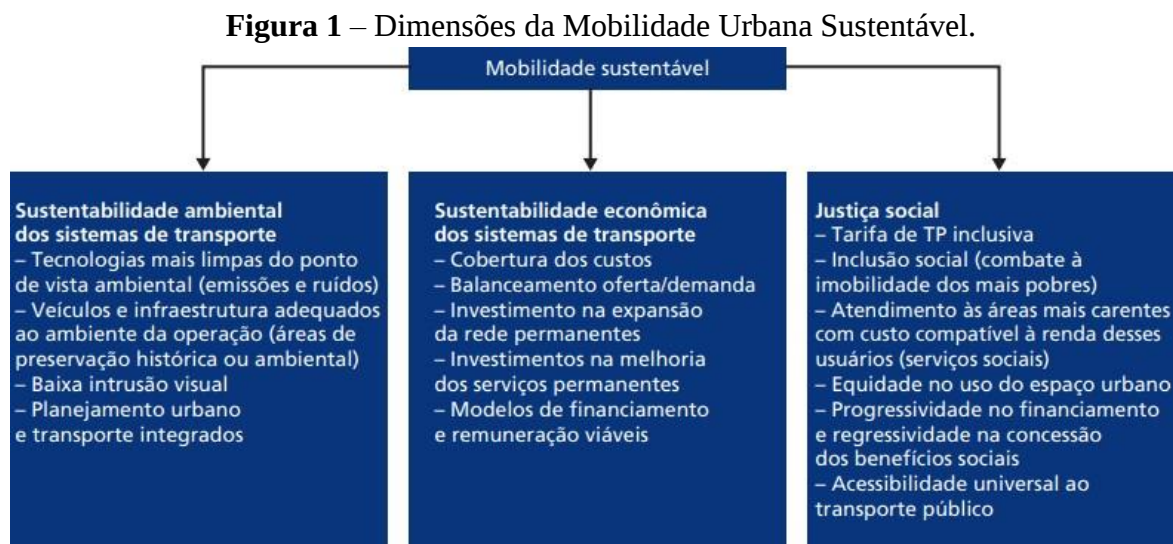
Juntamente com o desenvolvimento tecnológico vieram os aglomerados urbanos considerado um dos principais desafios dentro de uma cidade. As desvantagens na ordem física, envolvem o congestionamento do tráfego, justificado pela existência de vias muito estreitas construídas no período medieval, acrescentados com a impossibilidade em conter o trânsito, evoluções tecnológicas, insalubridade e o aspecto desagradável em torno do ambiente urbano, consolidando-se, portanto, a cidade industrial e seus numerosos problemas, na primeira metade do século XIX (BENEVOLO, 1997).

Segundo Ana *et al.* (2014), no Brasil a industrialização acelerada, que começou da década de 50, foi marcada pelo fenômeno do êxodo rural, que de acordo com dados do IBGE (2010), atualmente, 84,36% desta população vive em áreas urbanas. Essa realidade tem causado, principalmente nas grandes cidades, um crescimento populacional não planejado, resultando em habitações irregulares em áreas periféricas distantes dos grandes centros de negócios. Entre os problemas com essa urbanização não planejada, tem havido uma crescente demanda por transporte com o aumento da necessidade de deslocamento.

As locomoções no meio urbano passaram a acontecer com maior ou menor nível de conforto, conforme a condição em que se realizavam e implicavam no consumo de tempo, espaço, energia, recursos financeiros e geração de externalidades negativas como poluição do ar e elevado número de acidentes. No fim, o crescimento urbano levou a sistemas de mobilidade de baixa qualidade e alto custo. (VASCONCELOS *et al.*, 2011)

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2016) a mobilidade urbana não se limita ao deslocamento de veículos ou do conjunto de infraestrutura implantados para tais deslocamentos, além disso refere-se à estabilidade entre a satisfação das necessidades humanas com o ambiente natural, ou seja, os bens e serviços devem ser compatíveis com as demandas da população sem afetar as demandas das próximas gerações.

Desta forma, como é aplicado no desenvolvimento sustentável, a mobilidade urbana sustentável também é desenvolvida em três dimensões principais (Figura 1), a sustentabilidade econômica, a justiça social e a proteção ambiental, são questões que se tornam relevantes no processo de planejamento, como pode ser visto na imagem a seguir (IPEA, 2016).



Fonte: IPEA (2016)

De acordo com Ipea (2016), em uma dimensão econômica, a mobilidade urbana necessita ser promovida de um equilíbrio econômico-financeiro entre os sistemas de transporte, voltado principalmente ao incentivo do transporte coletivo. Logo, o investimento financeiro político é crucial para construção de um sistema de transporte público de qualidade a um preço justo a população.

Levando em consideração o aspecto social, a mobilidade urbana sustentável também pode ser promovida pela acessibilidade universal dos serviços e a igualdade para os indivíduos de diferentes classes sociais das condições de deslocamento, onde Costa (2003) expõe algumas medidas que podem contribuir para isto como: equilíbrio entre os modos de transporte, eficiência de recursos energéticos, uso de tecnologias para o transporte sustentável, diminuição das necessidades de deslocamento com maior adensamento das cidades, uso das telecomunicações, maior ocupação dos automóveis, integração entre os diferentes modos de transporte, entre outras medidas.

Já em relação ao aspecto ambiental, Litman (2015) destaca a promoção pelo transporte ativo, que se trata de qualquer modo de transporte não motorizado movido a propulsão humana em que sugere o uso de sistemas ciclovitários e benéficos do deslocamento a pé.

Nos países desenvolvidos, o aumento da mobilidade populacional é verificado pela quantidade de quilômetros que cada habitante em média percorre por ano, o que difere dos países em desenvolvimento, como o Brasil, que possui um crescimento desordenado e um desmembramento social acrescido, dificultando a avaliação desses dados. Nos dias atuais, além de mais pessoas possuírem acesso ao automóvel particular e aos transportes coletivos, há uma maior necessidade em se deslocarem mais rapidamente entre distâncias maiores. Nesse contexto, as cidades brasileiras com maior concentração urbana, aumentaram a acessibilidade de modos de transporte motorizados, piorando a situação dos transportes públicos, que se apresentam com menor número de deslocamentos e aumento do tempo destes (ZANETTINI, 2018).

3.1 INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE URBANO

O transporte público é uma das principais infraestruturas urbanas. Segundo Freitas (2014), o arranjo das cidades se relaciona com a geometria do plano estabelecido, situações do cotidiano da população, fatos políticos, culturais, sociais e naturais, a título de exemplo, tem-se, soluções de tráfego. Independente da disposição urbana da cidade surge uma exigência com a adaptação dos meios de transporte. Após a revolução industrial e com a aceleração da tecnologia, o transporte ferroviário de pessoas e cargas se destacou e trouxe modificações em todos os campos (LINS, 1998).

As cidades foram submetidas ao processo de urbanização de redes com fluxo de bens, serviços, pessoas e informações, provocando mudanças profundas no território e nas interações socioeconômicas e culturais das cidades. A inclusão de mais sistemas de deslocamentos (Figura 2) somado com a realidade atual, provoca maiores distâncias e descontinuidades espaciais. Assim, o conhecimento de qualquer fenômeno territorial moderno exige uma análise maior de uma rede complexa de infraestrutura com interações sociais, políticas, culturais, físicas e econômicas na vida e no espaço das cidades (ZANETTINI, 2018).

Figura 2 – Planejamento Urbano

Fonte: Zanettini (2018)

Diante disso, soluções e adequações são realizadas com o intuito de solucionar problemas relacionados com o tráfego e possivelmente com os meios de transportes. Contudo, é indispensável e emergencial elaborar políticas públicas com utilidades a curto, médio e longo prazo a fim de atender as necessidades da população com as exigências ao longo dos últimos anos. Municípios planejados que buscam oferecer e respeitar os espaços públicos e pedestres, propõe melhorias para as articulações e interações da rede do sistema de transportes (ZANETTINI, 2018).

3.2 O SÉCULO DAS MUDANÇAS

O século XX foi o período histórico em que aconteceram muitas mudanças tecnológicas, com efeitos sobre praticamente todos os campos da experiência humana. Esse processo de aceleração se deve ao declínio do espaço público, que ocorreu nesse período, sendo dividida em momentos que possuem a Segunda Guerra Mundial como divisor (SEVCENKO, 2001).

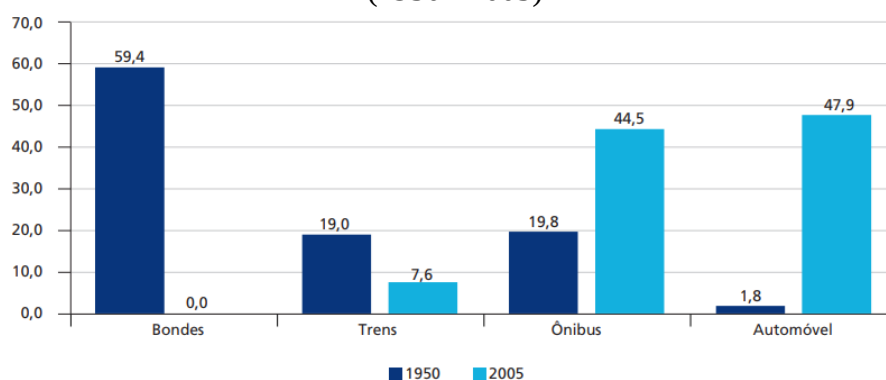
Em 1920 um novo sistema produtivo, desenvolvido por Henry Ford, em Detroit, mostrou soluções satisfatórias que permitiu o aumento da produtividade, além de colaborar para o aumento dos lucros e salários. Consequentemente deu abertura para a criação de um mercado consumidor. O ‘fordismo’, assim como ficou conhecido tal sistema, é baseado na produção cujo

o exemplar é o automóvel que desde então ganha importância no meio urbano. Diante disso, foi necessária uma infraestrutura que acompanhasse o crescimento da produção de grande escala do automóvel suprimindo a demanda por espaço. Aos poucos, a indústria automobilística tornou-se peça central para a economia dos países (ZANETTINI, 2018).

Ainda segundo o mesmo autor, no Brasil, em 30 de dezembro de 1915, o bonde elétrico, o primeiro meio de transporte coletivo, trazido pela São Paulo *Electric Company*, circulou em Sorocaba até meados de 1959 e logo após foi extinto. No início dos anos 1960, cresce o transporte a diesel diminuindo o preço do ônibus que logo entrava em confronto com o bonde por apresentar algumas falhas elétricas no sistema, como o grande número de acidentes e paradas do veículo devido à falta de energia, o que favorecia o aumento dos números de congestionamentos, entre outros fatores que desfavoreciam a utilização desse modo de transporte.

Nessa época, os deslocamentos por transporte motorizado individual eram insignificantes, uma vez que a indústria automobilística era bastante incipiente. O Gráfico 1, apresenta como exemplo, a cidade do Rio de Janeiro, que já na virada do século apresentava uma realidade diferente. Com o progresso na indústria automotiva do país, os deslocamentos motorizados individuais também cresceram consideravelmente nas grandes cidades brasileiras. Em termos de desenvolvimento sustentável, esse processo foi negativo, pois o país deixou os sistemas de transporte urbano que privilegiavam os deslocamentos coletivos, eletrificados e sobre trilhos para sistemas que beneficiam os deslocamentos particulares, rodoviários e sistemas diretamente dependentes de combustível que é a principal fonte energética da maioria das modalidades de transportes atualmente (IPEA, 2011).

Gráfico 1 – Distribuição relativa dos deslocamentos urbanos motorizados do Rio de Janeiro (1950 - 2005)



Fonte: IPEA (2011)

No final do século passou-se a ter maior atenção com os problemas ocasionados pelo grande número de veículos motorizados existentes no mundo todo e alguns países se preocupavam em modificar seus hábitos. No Brasil, particularmente após as manifestações de 2013, houve uma priorização e importância nos debates diários quanto a questão do transporte público e da mobilidade. A partir do atual século, a bicicleta está voltando a se tornar um modo alternativo da população em diversas regiões do país, fato que se deve em especial a muitas iniciativas voltadas para a implementação de infraestruturas cicloviárias capazes de atender com qualidade os usuários desse modo (AUGUSTO, 2018).

Providelo e Sanches (2010) relatam que o incentivo ao transporte cicloviário faz parte de uma tática atual de planejamento urbano e de transportes, que tem como um dos objetivos reverter os problemas urbanos causados pela priorização do uso do automóvel que tem levado a malha viária a congestionamentos, degradação da qualidade do ar e aumento do consumo energético.

3.3 O PARADIGMA DA MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE

De acordo com Litman (2013), na atualidade o planejamento de transportes dirige-se a uma mudança na maneira como os problemas e soluções são definidos e avaliados. É fundamental um estudo mais detalhado e multimodal capaz de determinar as decisões que afetam a qualidade da viagem ou parâmetros de desenvolvimento. Ele ainda afirma que o planejamento convencional tem finalidade principal a maximização da velocidade, assim sendo, da distância percorrida. Isto significa que se trata de um modelo baseado na mobilidade. Contudo, as viagens e os deslocamentos dificilmente têm a mobilidade como finalidade em si. Para ele, o propósito principal dos deslocamentos refere-se à acessibilidade, e não à mobilidade.

Araújo *et al.* (2011) discorrem que o trânsito se trata de uma disputa pelo espaço físico que conseqüentemente gera uma disputa pelo tempo e pelo acesso a equipamentos urbanos, levando a uma negociação desse espaço pautada pelo poder real ou imaginário de uma posição social, quando relacionado ao valor simbólico de potência dado aos veículos, segundo o qual quanto maior e mais rápido o veículo, maior sua supremacia numa disputa e maior o status simbólico inerente.

Os indicadores de intensidade referem-se à mobilidade que aborda a velocidade de deslocamento, ao mesmo tempo que os indicadores de custos se referem à acessibilidade que aborda a capacidade das pessoas de alcançar os serviços e atividades desejados. Como a acessibilidade retrata o objetivo final da maioria das atividades de transporte, os indicadores de custo de congestionamento são mais pertinentes para reconhecer as melhorias ideais no sistema

de transporte. Novas tendências demográficas e econômicas, como aumento dos preços dos combustíveis, aumento das preocupações ambientais e de saúde, envelhecimento da população e urbanização, são responsáveis pelo aumento nas demandas por caminhadas e ciclismo. Consequentemente o planejamento de transportes está sofrendo uma mudança de paradigma, conforme resumido na Tabela 1 a seguir (LITMAN, 2013).

Tabela 1 – Mobilidade e a acessibilidade no planejamento de transportes

Conceitos	Mobilidade	Acessibilidade
Definição de transporte	Movimento de pessoas e bens	Capacidade de acesso a bens, serviços e atividades
Unidades de medida	Passageiro/Km e	Índice de acessibilidade. Custos globais
Principais modos	Automóvel, ônibus e caminhão	Multimodalidade
Indicadores comuns	Velocidade de locomoção, nível de serviço de rodovias, relação custo/passageiro/km	Qualidades das opções de transportes disponíveis. Proximidade dos destinos. Custo <i>per capita</i> dos transportes
Política de uso do solo	Reconhece que o uso do solo pode afetar a escolha do modo de transporte	Reconhece que o uso do solo possui um impacto profundo no sistema de transportes
Principais melhorias	Políticas e modelos que aumentam a capacidade, a velocidade e a segurança	Projetos e estratégias de gerenciamento que possam aumentar o desempenho geral do sistema de transportes

Fonte: Adaptado de Litman (2013)

Litman (2013) afirma que o paradigma de planejamento antigo, baseado na mobilidade, analisa o comportamento do sistema de transporte organizado de acordo com as velocidades de deslocamento de veículos, velocidades de tráfego e atraso de congestionamento. Já o planejamento mais recente, considera o desempenho do sistema de transporte baseado na acessibilidade geral, avaliando outros objetivos, modos de planejamento e impactos. Assim, pressupõe-se que, os modelos referentes a mobilidade favorecem uma locomoção com maior agilidade. Em contrapartida os modelos baseados na acessibilidade priorizam a importância dos meios não motorizados como parte essencial incorporada ao sistema de transporte. Como exemplar, ao desenvolver uma melhoria na infraestrutura do pedestre, aperfeiçoa o acesso de outros modos, aprimorando o funcionamento de todo o sistema.

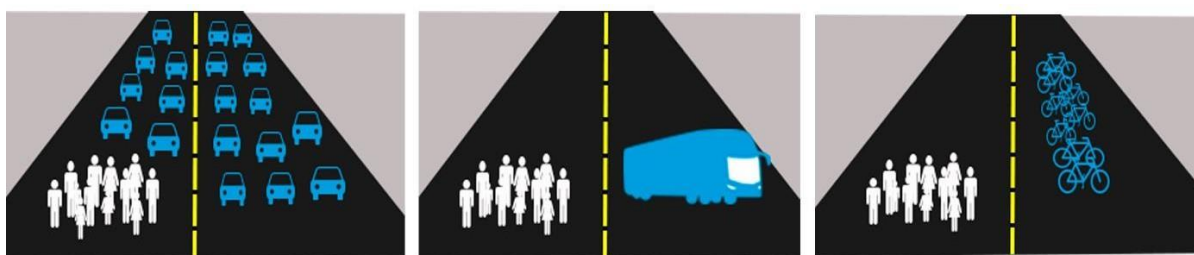
4 A UTILIZAÇÃO DA BICICLETA COMO TRANSPORTE URBANO

Atualmente, o Brasil tem demonstrado grande preocupação com as questões envolvendo o transporte urbano e prestado apoio politicamente a implantação de sistemas como o cicloviário. Segundo Brasil (2005), em 22 de setembro de 2005 foi assinada a portaria que criou o Programa Brasileiro de Mobilidade por Bicicleta – Bicicleta Brasil, que tem como meta garantir o estímulo pelos governos municipais e estaduais a implantar e melhorar ações que podem promover a segurança de ciclistas nos deslocamentos urbanos, além de incentivar a utilização do modo.

Há uma interligação entre as políticas de planejamento urbano e de transporte. A forma de acomodação nos locais de trabalho, lazer, comércio e locais habitacionais influenciam nas distâncias médias do transporte e a forma de realização das viagens (TERAMOTO, 2008).

Peterson (2004) afirma que as diferentes formas de organizar o espaço urbano dos municípios ocorrem de acordo com a disponibilização das áreas das vias. Expõe ainda alguns exemplos de municípios que possuem parcelas de área urbana variável, responsáveis por grande parte do solo ser atribuído a atender as exigências do transporte motorizado que necessitam de uma maior área para circularem, principalmente os automóveis. A Figura 4, mostra a área necessária, para acondicionar uma mesma quantidade de pessoas, em automóveis, ônibus e bicicletas.

Figura 3 – Representação do espaço ocupado, de acordo com o tipo de veículo



Fonte: Adaptada de Petersen (2004)

Além de grande parte do solo ser destinado a esses tipos de transportes, nas cidades uma parcela considerável é atribuída a estacionamentos de veículos, utilizando espaços que poderiam ser reservados para a melhoria da infraestrutura dos pedestres e usuários de transportes não motorizados, como exemplo, a implementação de ciclovias, ciclofaixas, áreas de caminhadas, áreas verdes, possibilitando uma melhoria de todo o sistema de transporte (TERAMOTO, 2008). Em alguns países, Sarmiento *et al.* (2010) explica que as iniciativas

envolvem o fechamento temporário de ruas com transporte intenso de veículos motorizados, priorizando ciclismo, caminhada, corrida ou rolamento, como andar de skate e patins.

Os fatores que podem influenciar a um usuário de automóvel trocar seu veículo para fazer uso da bicicleta ainda é uma questão que envolve outras razões e variáveis que contrapõe essa escolha. A bicicleta é um modo de transporte inclusivo se considerar o custo para investimento e manutenção, além de ser um elemento fundamental nas redes de transporte multimodal, por ser capaz de articular o território na escala local e percorrer longas distâncias em curto espaço de tempo. Políticas de investimentos nesse modo se incorpora como elemento de humanização e estímulo ao uso do espaço público (ZANETTINI, 2018).

Podemos ressaltar ainda que a bicicleta favorece as trocas sociais, não provoca ruído, ocupa menos espaço físico, favorece a saúde pública e a privada e também é utilizada para diversas finalidades facilitando o reconhecimento da imagem da cidade. Entende-se que até então existe uma grande necessidade do planejamento urbano e de transporte em compreender de forma igualitária as pessoas que habitam as cidades, garantindo condições mínimas de trafegar as mesmas (TERAMOTO, 2008)

4.1 AS BICILETAS NO BRASIL E NO MUNDO

No continente europeu os países cada vez mais escolhem o caminhar e pedalar integrados a transportes públicos. Em Amsterdã, um terço das viagens urbanas é feitas com bicicletas. Diversas cidades europeias têm realizado medidas que facilitam e proporcionam seu uso no dia a dia: ciclovias, ciclofaixas, faixas compartilhadas, estacionamento e integração com transporte público (ZANETTINI, 2018).

A matéria de Souza (2013) apresenta informações referentes a dados da Associação de Veículos com Rodas da Europa sobre o mercado de bicicletas e da venda de automóveis da Associação Europeia de Fabricantes de Carros para o ano de 2012. A Tabela 2 mostra esses dados, verificando que apenas a Bélgica e Luxemburgo apresentam uma venda de carros superior as vendas de bicicletas.

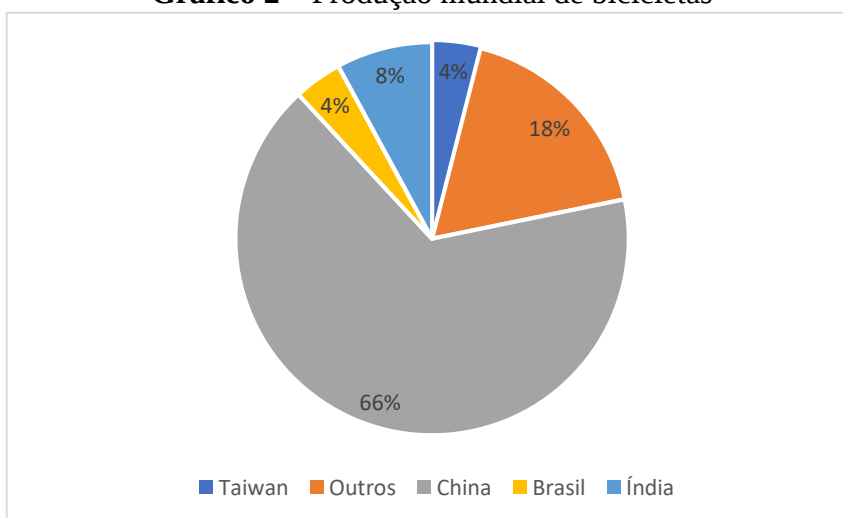
Tabela 2 – Venda de automóveis da Associação Europeia de Fabricantes de Carros em 2012

País	Vendas de bicicletas	Vendas de carros
Alemanha	3,96 milhões	3 milhões
Reino Unido	3,6 milhões	2 milhões
França	2,83 milhões	1,9 milhão
Itália	1,6 milhões	1,4 milhão
Holanda	1 milhão	502 mil
Polônia	992 mil	271 mil
Espanha	780 mil	700mil
Suécia	555 mil	280mil
Dinamarca	550 mil	170mil
Bélgica	450 mil	487mil
Áustria	410 mil	336mil
Romênia	380 mil	72 mil
República Tcheca	350 mil	173mil
Portugal	350 mil	95 mil
Finlândia	330 mil	107mil
Grécia	320 mil	58mil
Eslováquia	300 mil	69mil
Eslovênia	250 mil	50 mil
Hungria	232 mil	53 mil
Lituânia	115 mil	12 mil
Irlanda	95 mil	79mil
Estônia	65 mil	19,4 mil
Bulgária	62 mil	19,7 mil
Letônia	35 mil	10,6 mil
Luxemburgo	10 mil	50 mil

Fonte: Souza (2013)

Segundo Zanettini (2018), na Ásia, o Japão adotou o uso da bicicleta como componente essencial de transporte para suas viagens diárias. As restrições geográficas e a alta densidade demográfica proporcionam a utilização de bicicletas na região. Mesmo com esse destaque para as bicicletas uma pesquisa realizada pelo *JapanGuide* mostra que o trem ainda é o modo de transporte de grande popularidade no país. A China, é a potência das bicicletas, que domina a produção mundial com 34 milhões de unidades em 1998 para 73 milhões em 2003.

No Brasil conforme dados de 2009 da Abraciclo – Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares, o país é o terceiro maior produtor de bicicletas do mundo, responsável por 4% dessa produção mundial, perdendo posição apenas para a China com 67% da produção e Índia com 8%, como ilustrado no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Produção mundial de bicicletas

Fonte: Abraciclo (2009)

Com relação ao consumo desse modo de transporte, a Abraciclo (2009) classifica o Brasil em 5º lugar no ranking mundial e a China novamente se destaca na primeira colocação com 25% do consumo mundial de bicicletas (Tabela 3).

Tabela 3 – Consumo Mundial de bicicletas

Consumo Mundial	2009	%
China	25	21%
Estados Unidos	18,3	15%
Japão	10	8%
Índia	9	8%
Brasil	5,3	4%
Alemanha	4,4	4%
França	3,4	3%
Outros	44,6	37%
Total	120	100%

Fonte: Abraciclo (2009)

As informações da Abraciclo apontam o Brasil dentro dos maiores produtores e consumidores de bicicletas do mundo. A reportagem de Souza (2013) menciona que o número de bicicletas no Brasil obteve elevação em 2011, quando comparado ao número de carros vendidos, ou seja, 4,6 milhões de bicicletas para 3,4 milhões de automóveis vendidos. Entretanto o país precisa implementar políticas e ações capazes de estimular as cidades a serem sustentáveis e assim incorporar essa tecnologia não motorizada para fins de atividades do cotidiano e não apenas para intuítos de esporte e lazer.

4.2 O CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO E AS BICICLETAS

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB) de 23 de setembro de 1997, Lei Nº 9.503, dispõe da bicicleta como um meio de transporte e apresenta algumas normativas com relação ao seu uso. Entretanto o código precisa passar por algumas readequações, principalmente com relação a segurança dos usuários.

O parágrafo único do Art. 38 do CTB, determina que, durante a manobra de mudança de direção, o condutor deverá ceder passagem aos pedestres e ciclistas, aos veículos que transitam em sentido contrário pela pista da via que sairão, respeitadas as normas de preferência de passagem. Do mesmo modo, seguindo a hierarquia de preferências, o ciclista deve dar passagem aos pedestres. Conforme é indicado no Art. 58, a circulação de bicicletas deverá ocorrer nas vias urbanas e nas rurais de pista dupla quando não houver ciclovia, ciclofaixa, ou acostamento, ou quando não for possível a utilização destes, nos bordos da pista de rolamento para a via, com preferência sobre os veículos automotores.

Na Europa é habitual, em alguns países, deparar-se com vias que permitem o acesso de bicicletas na contramão, contudo são vias com volumes e velocidades reduzidos de veículos automotores e que possuem sinalizações que indicam o livre tráfego da bicicleta. O conflito entre automóveis e bicicletas está diretamente ligado a velocidade da via e o volume do trânsito (ZANETTINI, 2018).

No Brasil, encontram-se ciclistas que trafeguem no sentido contrário dos carros, em vias de trânsito intenso, afirmam se sentirem mais seguro e confortáveis visualizando os veículos, mesmo sendo um ato não permitido. Em alguns países existem faixas que indicam quando há permissão para trafegar em sentido contrário como apresentando da Figura 4. Entretanto, quando não existe essa possibilidade os riscos podem ser altos, principalmente devido a soma de velocidade dos modos se houver uma colisão. Assim a forma do ciclista pedalar em condições de segurança é obedecendo as normas que estão estabelecidas no CTB (ZANETTINI, 2018).

Figura 4 – Permissão para as bicicletas trafegarem na contramão



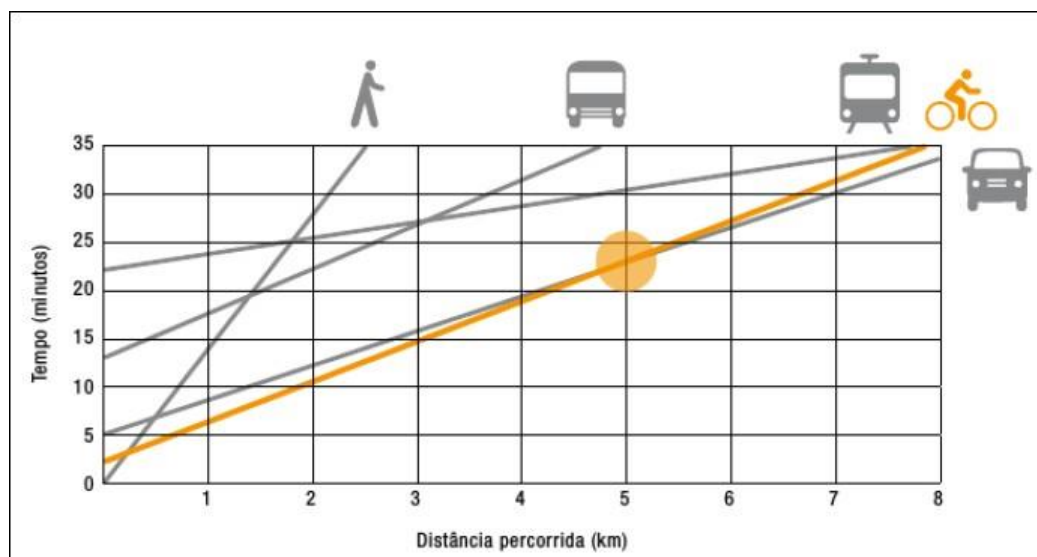
Fonte: Zanettini (2018)

O Código de Trânsito Brasileiro trata muitas questões relevantes quanto a utilização da bicicleta como modo de transporte, porém ainda se faz necessário considerar outros pontos que não são explícitos no código nacional, afim de preservar ainda mais o usuário.

4.3 CARACTERÍSTICAS FAVORÁVEIS AO USO DA BICICLETA

A utilização da bicicleta como modo de transporte e a implementação de toda a infraestrutura necessária para esse modo circular, tais como ciclovias, ciclofaixas, traz efeitos que afetam os próprios usuários e a mobilidade urbana, mas de uma forma positiva. A bicicleta tem diversas finalidades de usos, esporte, lazer, assistência em serviços de entregas, além de favorecer inúmeras outras vantagens (FREITAS, 2014). Dill e Voros (2007) em sua pesquisa conseguiram identificar vantagens e alteração na visão dos usuários quando se tem a disponibilidade de um sistema ciclovitário, incentivando de forma positiva uma maior utilização das bicicletas e desejo por esse meio de transporte.

Segundo Cardoso (2017), o custo de aquisição e manutenção desse modo se relaciona com vários fatores, entre eles, a renda que quando levado em consideração aos outros veículos o custo e manutenção chega a ser desprezível. Além disso a autora relata que ao considerar as condições de tráfego da bicicleta ela se torna um modo de transporte mais veloz no deslocamento porta a porta como ilustrado na Figura 5.

Figura 5 – Deslocamento porta a porta

Fonte: Teramoto (2008)

Outro benefício evidenciado, é a alta flexibilidade que o veículo apresenta, além de uma maior independência de rotas, permitindo ao usuário continuar seu trajeto a pé em casos de congestionamentos. Assim, a bicicleta favorece uma maior interação social entre os membros da vizinhança, relacionamento esse que é dificultado nos modos motorizados (TERAMOTO, 2008).

Dentre tantos fatores favoráveis a esse modo de transporte ainda se destaca o fato de o mesmo contribuir para uma melhoria na saúde física e mental dos usuários, já que o desempenho desse modo beneficia na redução de doenças crônico-degenerativas, devido a prática da atividade física. A bicicleta proporciona ainda um impacto ambiental muito pequeno devido a redução do seu porte e consequentemente do seu peso quando comparado a outros veículos individuais. Esse impacto que ainda acontece é durante seu processo de fabricação que por ser industrial não é totalmente limpo e não poluente (CARDOSO, 2017).

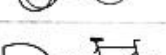
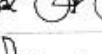
4.4 PARÂMETROS DE PROJETO DO SISTEMA CICLOVIÁRIO

Na implantação de um espaço para o tráfego de bicicletas é necessário a realização de um projeto que levem em consideração todos os fatores para promover segurança e conforto ao usuário, como os variados tipos de bicicletas, suas dimensões, sua manobrabilidade, os raios de curvas, entre outros.

4.4.1 Tipos de veículos

O Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997), denomina ciclos como veículos de propulsão humana que tenham pelo menos duas rodas. Atualmente já existe a fabricação de diferentes tipos de ciclos, com pesos, dimensões e características de manobrabilidade diferentes. A Figura 6 apresenta alguns tipos.

Figura 6 – Esquema de alguns tipos de ciclos

		Dimensões (cm)			Altura do olho (cm)	Características especiais
		Comprim.	Largura	Altura		
Bicicleta		165-180	40-75	90-110	140-85	
Bicicleta de criança		100-150	40-50	60-90	90-140	tamanho pequeno
Tandem		275	40-75	90-110	140-185	comprimento + peso
Triciclo de adulto		165-180	80	90-110	140-185	
Bicicleta reclinada		165-200	40-75	110-130	110-130	altura
Ciclo manual		165-180	80	80-100	110-130	raio de curvatura de 4 m
Bicicleta + semi-reboque		300	80	90-110	140-185	comprimento + peso
Bicicleta + bicicleta semi-reboque		300	40-75	90-110	140-185	comprimento + peso
Bicicleta + assento de criança		165-180	40-75	120-140	140-185	centro de gravidade elevado

Fonte: Teramoto (2008).

No Brasil predomina a bicicleta padrão, porém se faz necessário avaliar se existe a presença de outros tipos de ciclos na região em que irá realizar o projeto, afim de que a infraestrutura ciclovária atenda às necessidades dos usuários (TERAMOTO, 2008).

De forma genérica o atual trabalho discute sobre o planejamento ciclovário baseado nas características de bicicletas padrão, assim ao tratar do termo “ciclista” se refere ao “condutor da bicicleta”.

4.4.2 A bicicleta

Segundo Teramoto (2008) citando Vélo Québec (2003), as características de dimensões e de peso médios para a bicicleta padrão são:

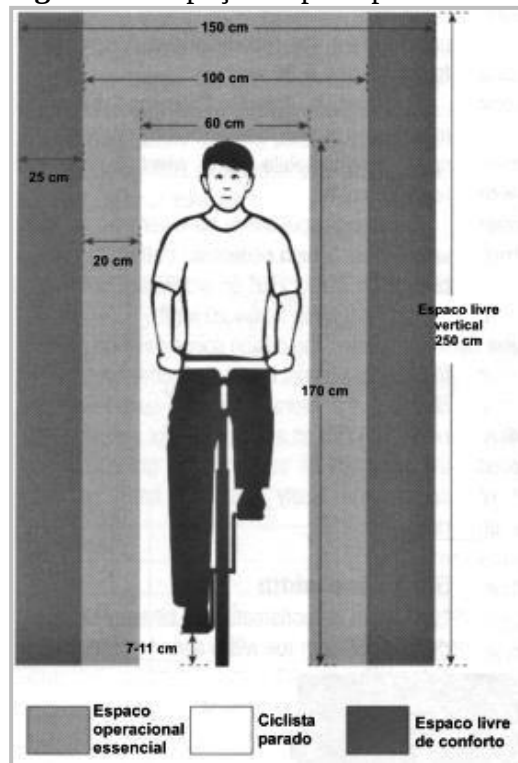
- Guidão de 40 a 75 cm de largura;
- Altura do guidão e banco de 90 a 110 cm;
- Comprimento de 165 a 180 cm;
- Altura do pedal de 7 a 11 cm;
- Rodas de 600 a 700 mm de diâmetro;
- Pneus de 20 a 60 mm de largura;
- Peso de 10 a 20 kg.

O Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997) diz ainda que os equipamentos obrigatórios estabelecidos para o uso da bicicleta é a campainha, sinalização noturna dianteira, traseira, lateral e nos pedais e espelho retrovisor do lado esquerdo.

4.4.3 O condutor da bicicleta

As características dos usuários de bicicletas variam de acordo com a idade, forma física, altura, peso, entre outros aspectos. Assim é de extrema importância que a organização do espaço cicloviário atenda as características de variadas pessoas, devendo levar em consideração não só as particularidades do tipo de condutor, como também a velocidade que o usuário conduz o veículo, a existência de aclives, considerando até mesmo as tolerâncias às imposições do tráfego (TERAMOTO, 2008).

Segundo o mesmo autor, o ciclista ocupa em média um espaço entre 40 a 60 cm de largura, assim para um maior conforto do usuário deve existir um espaço de mais ou menos 1,5 m de comprimento como ilustrado na Figura 7. Quanto ao espaço vertical varia de acordo com o posicionamento do mesmo na bicicleta, podendo mudar de 5 a 10 cm maior que a altura do ciclista para o caso de estar sentado, para 30 cm mais alto que sua altura original na posição em pé sobre os pedais.

Figura 7 – Espaço ocupado pelo Ciclista

Fonte: Teramoto (2008)

4.4.4 Distância visual

Como na condução de qualquer veículo, o condutor da bicicleta deve ter visibilidade suficiente para poder parar ou desviar seu veículo com segurança. Conforme Aashto (1999), a Equação 1 é utilizada para calcular a distância visual necessária para parada do veículo, baseando em uma reação de freada do condutor de 2,5 segundos.

$$P = \frac{V^2}{255 (G+f)} + 0,694V \quad (1)$$

Onde,

- P = Distância visual necessária para parada (m);
- V = Velocidade de projeto (km/h);
- G = Inclinação (%);
- f = Coeficiente de atrito;

4.4.5 Inclinação

Para Aastho (1999), vias com inclinações maiores que 5% devem ser evitadas, apresentando recomendações e seus respectivos comprimentos máximo. Para inclinações de 5

a 6% as distâncias deve ser até 240 m; para 7% de inclinação deve ser até 120 m; 8% até 90 m; 9% até 60 m; 10% até 30 m; maiores que 11% até 15 m, sendo idealizado um sistema cicloviário que passe por vias sem aclives.

4.4.6 Polos geradores de viagem (PGV)

Para realização do projeto do espaço cicloviário se faz necessária a análise e identificação dos polos geradores de viagens (PGV). Os PGV, também denominados como polos geradores de tráfego (PGT), cujos conceitos observados na literatura consultada são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Definições de PGV baseado na literatura encontrada.

Fonte	Ano	Conceito
CET-SP	(1983)	Empreendimentos de grande porte ou instalações que exercem grande atratividade sobre a população produzindo ou atraindo um grande número de viagens.
DENATRAN	(2001)	Empreendimentos de grande porte que atraem ou produzem grande número de viagens, gerando reflexos negativos na circulação viária em seu entorno, além de agravar as condições de segurança de veículos e pedestres.
Portugal e Goldner	(2003)	Regiões ou instalações de variadas naturezas que desenvolvem atividades de capazes de gerar grande número de viagens.

Fonte: Autoria própria.

De acordo com Kneib (2004), esses conceitos, são mais relacionados a análise operacional dos empreendimentos, a um curto prazo, assim como os impactos que decorrem nos sistemas de transporte e na circulação. Para ele o termo polos geradores de viagens é mais abrangente, além de causar impactos no sistema viário e na circulação, causa impactos no ambiente urbano, a médio e longo prazo, podendo comprometer a acessibilidade da área influenciada pelo empreendimento.

Nesse contexto, polo gerador de viagens por bicicletas pode ser entendido como qualquer instalação ou atividade que produz grande circulação de usuários de bicicletas. A identificação desses polos no planejamento do projeto tem a finalidade de facilitar o acesso dos ciclistas que trafegam na área de influência desses empreendimentos (MONARI, 2018).

4.4.7 Organização geral do espaço de circulação da bicicleta

As formas de organizar o espaço de circulação da bicicleta podem ser separadas por três categorias: o espaço cicloviário compartilhado, os parcialmente segregados e os completamente segregados. O primeiro caso trata-se de vias públicas e calçadas compartilhadas, o segundo refere a ciclofaixa e a ciclofaixa sobre a calçada, e no último caso está a ciclovia. O sistema cicloviário é uma forma de organizar o tráfego que proporciona maior estabilidade e aos usuários da bicicleta, entretanto é necessário ainda o cumprimento das regras de segurança, por parte dos mesmos, para manter o padrão do bom nível de mobilidade (BNDES, 2007).

4.4.7.1 Vias de uso compartilhado

As vias que possuem uso compartilhado são aquelas que as bicicletas dividem o espaço de circulação juntamente com os outros modos, apresentando ou não sinalização específica. Outro ambiente de compartilhamento das bicicletas, é a calçada, onde as mesmas dividem lugar com os pedestres (TERAMOTO, 2008).

Segundo Teramoto (2008), de acordo com as condições locais, o tráfego compartilhado pode ser considerado a melhor forma de organização do espaço cicloviário. Contudo, a falta de segregação nas vias públicas expõe o usuário ao maior risco de acidentes em interseções. A Figura 8 ilustra um exemplo de via pública compartilhada.

Figura 8 – Via pública compartilhada



Fonte: Teramoto (2008)

Dessa forma a implantação de vias compartilhadas acontece em ruas e avenidas que possuem menores volumes de tráfego e com velocidade controlada dos modos motorizados, situando-se abaixo de 60km/h, tornando-se mais adequado em pequenas e médias cidades ou

em bairros residenciais de grandes áreas urbanas. Por outro lado, a divisão do tráfego nas calçadas se torna uma forte opção para as grandes metrópoles (BNDES, 2007).

O Código de Trânsito Brasileiro – CTB em seu art. 59, cita “Desde que autorizado e devidamente, sinalizado pelo órgão ou entidade com circunscrição sobre a via, será permitida a circulação de bicicletas nos passeios”. Assim, colocando-se do ponto de vista legal as condições de mobilidade das bicicletas em algumas cidades brasileiras são precárias e as calçadas, que por vezes, também são muito estreitas, não havendo condições de implementação de uma infraestrutura ciclovária (BNDES, 2007).

A Figura 9 expõe um exemplo de uma calçada compartilhada em São José dos Campos/SP.

Figura 9 – Calçada compartilhada.

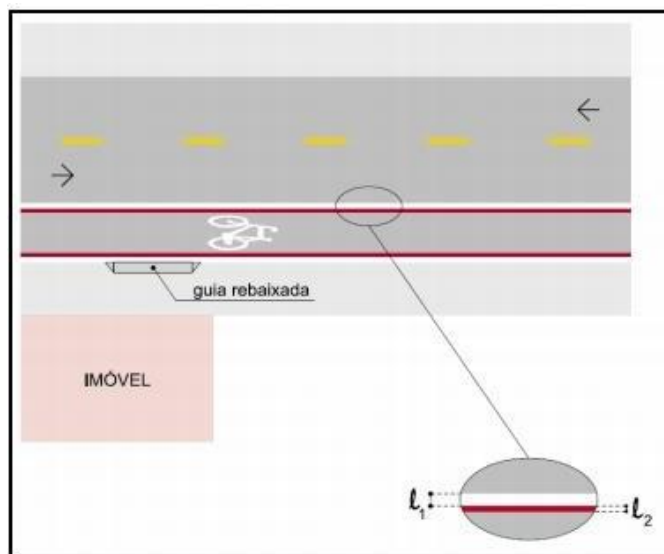


Fonte: G1 (2015)

4.4.7.2 Ciclofaixas

As ciclofaixas (Figura 10), são definidas, usualmente, por uma faixa delimitadora contínua de cor branca, pintada no chão e não há permissão de estacionamento de veículos motorizados. Existem também ciclofaixas elevadas que apesar da diferença de nível não compreende uma ciclovía por não serem separadas fisicamente (TERAMOTO, 2008).

Figura 10 – Modelo ilustrativo de uma ciclofaixa.



Fonte: Teramoto (2008)

Por estabelecimento, a ciclofaixa não poderia ser bidirecional, isso porque colocaria ciclista transitando ao lado oposto do meio fio, ficando em uma posição frontal aos modos motorizados. Entretanto, a resolução do CONTRAN, por meio do novo Manual de Sinalização Horizontal, normatizou esta realidade em todo o território nacional (BNDES, 2007).

Quanto a sinalização deve ser associada o símbolo da bicicleta no pavimento da ciclofaixa, podendo ainda colocar tachões refletivos para separar a mesma da pista de rolamento, promovendo uma maior segurança e melhor visibilidade principalmente à noite para o ciclista. As sinalizações verticais podem ser implementadas para indicar advertências e início da ciclofaixa (TERAMOTO, 2008).

4.4.7.3 Ciclovias

As ciclovias são vias com uma infraestrutura privilegiada de uso exclusivo da bicicleta, totalmente segregadas do tráfego de veículos motorizados. É uma forma mais organizada para o espaço de circulação das bicicletas, principalmente pelo fato de ser separada fisicamente, no entanto, é necessário ser projetada e implantada de forma a não resultar em inadequações às necessidades dos condutores (TERAMOTO, 2008). A Figura 11 mostra uma ciclovias na cidade de Porto Alegre/RS.

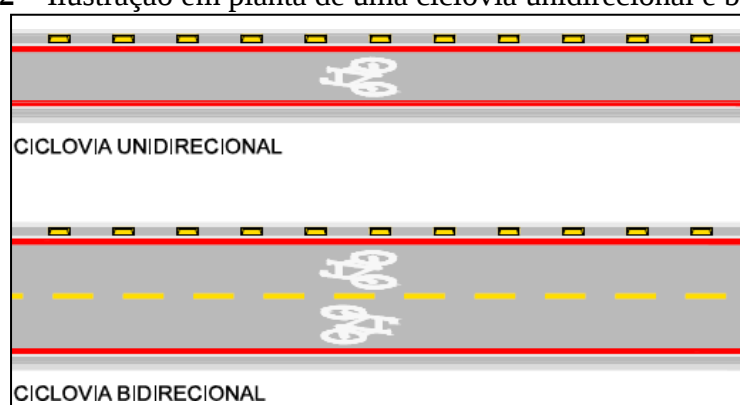
Figura 11 – Ciclovía em Porto Alegre/RS.



Fonte: Porto Alegre (2019)

Em muitos casos, para a implementação de uma ciclovía, é necessária a existência de um espaço lateral nas vias existentes, ou áreas generosas de calçadas, ou ainda, a existência de canteiros que possuam uma largura razoável nas ruas. Essencialmente, quanto a sua circulação, as ciclovias podem ser representadas de duas formas distintas, podendo ser unidirecional, quando possuem apenas um sentido único, ou bidirecional, possuindo os dois sentidos (Figura 12). No Brasil é mais comum a implantação de ciclovias bidirecionais (BNDES, 2007).

Figura 12 – Ilustração em planta de uma ciclovía unidirecional e bidirecional



Fonte: BNDES, 2007

De acordo com Teramoto (2018) o risco que os ciclistas sofrem com relação a acidentes é diminuído com o aumento da largura, tanto da ciclovía em si como do canteiro separador. Assim, o Manual de Planejamento do Geipot (2001) sugere uma largura mínima de 2,50 m para uma ciclovía bidirecional como demonstra a Tabela 5.

Tabela 5 – Sugestões de larguras para ciclovias em função do fluxo de bicicletas

Volume (bicicletas/hora)	Ciclovia unidirecional	Ciclovia bidirecional
	Largura (m)	Largura (m)
Até 1000	2,00 a 2,50	2,50 a 3,00
1000 a 2500	2,50 a 3,00	3,00 a 4,00
2500 a 5000	3,00 a 4,00	4,00 a 6,00
mais de 5000	4,00 a 6,00	mais de 6,00

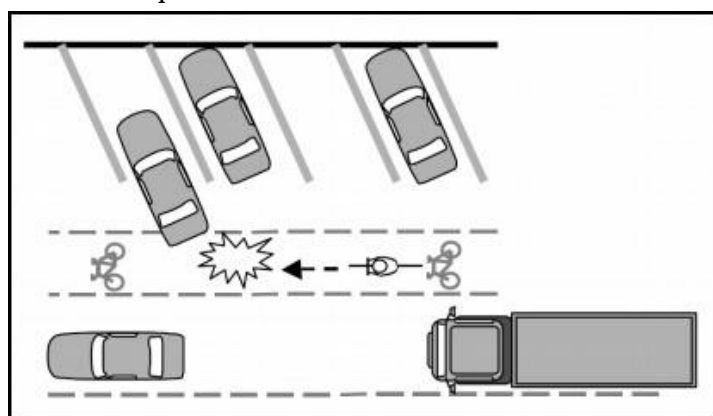
Fonte: GEIPOT (2001)

Este valor mínimo estabelecido pela GEIPOT (2001), leva em consideração a largura dos guidões de bicicletas (0,60m), somada à projeção dos braços e pernas dos ciclistas em movimento (0,20 para cada lado) e a projeção nas laterais da via.

4.4.7.4 O espaço de circulação da bicicleta e o estacionamento na via

A liberação de estacionamento no espaço de circulação da bicicleta traz algumas implicações diretas aos condutores, pois além de diminuir o espaço útil do ciclista, podem ocasionar acidentes com os veículos saindo do estacionamento, em especial se o mesmo for do tipo angular. Logo, assim como acontece a avaliação de estacionamentos em algumas vias para melhorar o tráfego de veículos motorizados, o mesmo deve acontecer para permitir um melhor tráfego dos usuários de bicicleta (TERAMOTO, 2008).

Conforme o mesmo autor, o estacionamento em ângulo se torna problemático quando projetado para acomodar veículos grandes, ou até mesmo no caso desses veículos invadirem a faixa de tráfego dos ciclistas. A Figura 13 demonstra o conflito do ciclista com um carro saindo do estacionamento.

Figura 13 – Esquema do conflito em estacionamento em ângulo

Fonte: Teramoto (2008)

Existem também estacionamentos que são junto ao sistema ciclovitário, com baia de estacionamento em sinalização horizontal, possuindo largura suficiente para estacionar e abrir a porta do veículo sem que haja invasão do mesmo na área da ciclofaixa (Figura 14).

Figura 14 – Estacionamento e ciclofaixa



Fonte: Teramoto (2008)

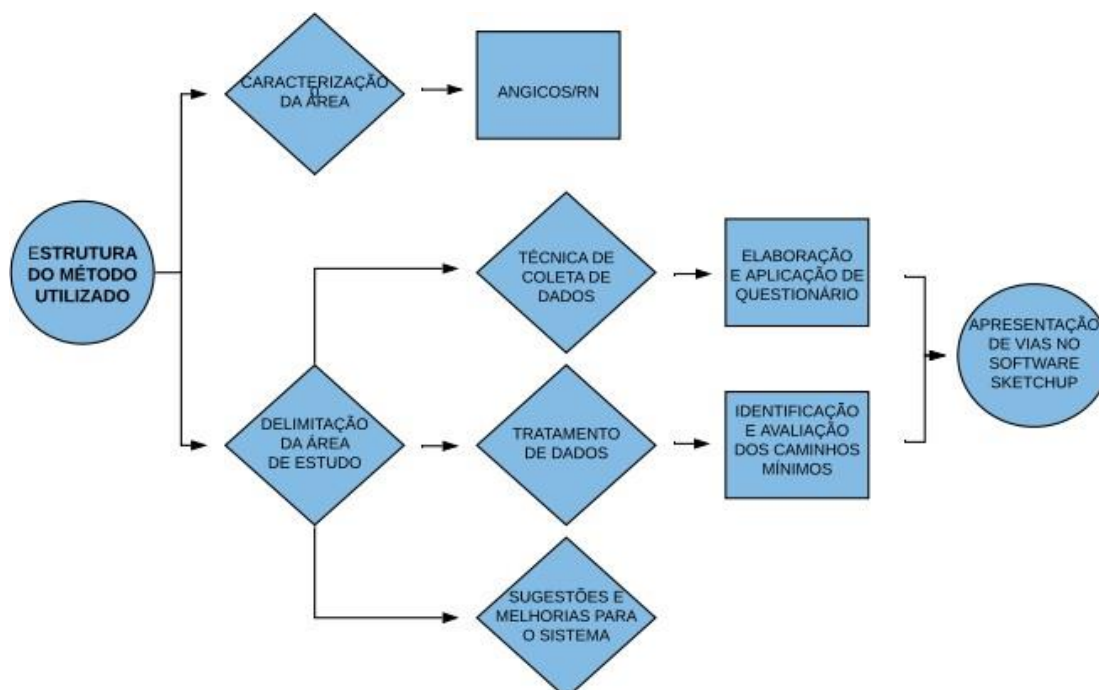
5 METODOLOGIA DA PESQUISA

O presente trabalho pode ser caracterizado como uma pesquisa teórica-empírica, que como cita Moura Castro (2006), tem o objetivo de relacionar a teoria com observações empíricas. Quanto a parte teórica, consistiu-se na busca por informações em livros, periódicos, manuais, artigos, anais de congressos e similares, incluindo material disponibilizado na internet, buscando identificar as principais características do uso da bicicleta como modo de transporte e propor soluções para promover a utilização do modo no cotidiano.

Após revisão da literatura acerca de projetos e benefícios do uso da bicicleta, para realização da parte empírica, se optou por utilizar a metodologia de planejamento elaborada por Cardoso e Campos (2016), no qual o principal intuito é analisar a rede viária existente para composição das vias que podem fazer parte do sistema ciclovitário. Para o estudo de caso, explorou a delimitação e caracterização da área objeto da pesquisa, na cidade de Angicos (RN), a fim de identificar possíveis rotas de implantação do sistema ciclovitário e propor soluções e adequações para as mesmas.

O método utilizado consiste na realização das etapas, como mostra o fluxograma, conforme Figura 15.

Figura 15 – Estruturação do método utilizado



Fonte: Autoria própria.

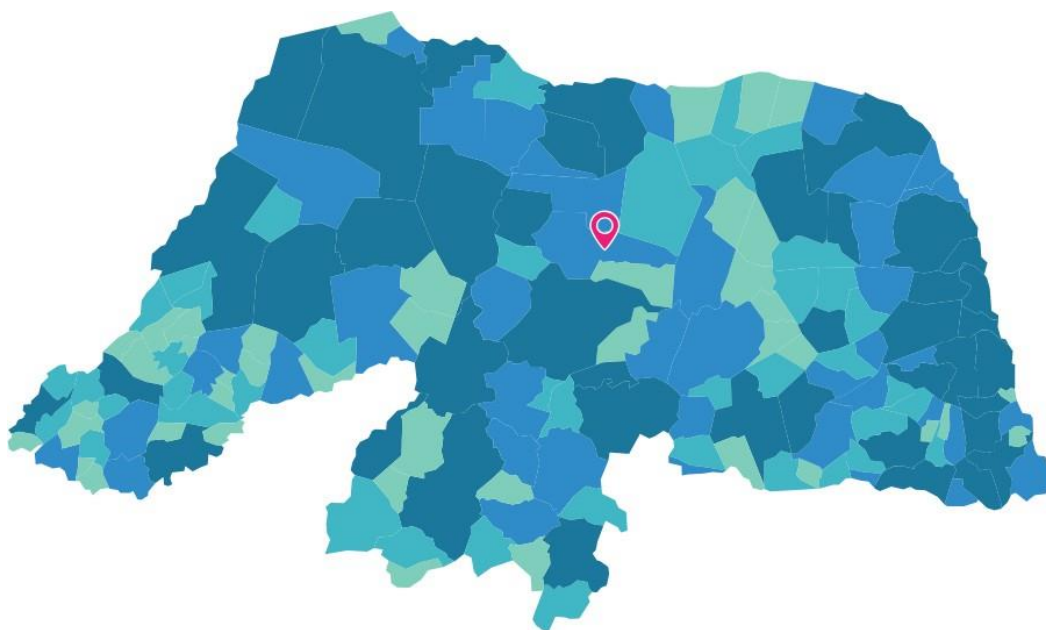
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A referente pesquisa foi realizada na área urbana da cidade de Angicos no estado do Rio Grande do Norte, que situa-se na Microrregião de Angicos. O município localiza-se próximo as cidades de Ipanguaçu (Oeste), Afonso Bezerra e Pedro Avelino (Norte), Lajes (Leste), Fernando Pedroza e Santana dos Matos (Sul) e Itajá (Sul e Oeste).

De acordo com o levantamento de dados obtidos através de um questionário é possível identificar que o principal modo de transporte utilizado no município é a moto, seguido de carros, a pé e bicicleta, visto que, possui apenas um transporte de uso público, porém limitado somente as necessidades dos estudantes da UFERSA.

Em 2016, o salário médio mensal dos habitantes era de 1,9 salários mínimos, sendo a proporção de pessoas ocupadas em relação à população total de 7.3%. Quanto a educação, Angicos possui 96,5% de taxa de escolarização entre 6 a 14 anos de idade (IBGE, 2016). A figura 2 destaca o município de Angicos no mapa do RN.

Figura 16 – Localização do município de Angicos, destacado no mapa do RN



Fonte: IBGE (2010)

O município se estende por 806 km² e contava com 11.549 habitantes no último censo, realizado em 2010, com estimativa de 11.724 para o ano de 2018. A densidade demográfica é de 15,57 habitantes por km² no território do município.

5.2 DEFINIÇÃO DA AMOSTRA DA PESQUISA

O estudo buscou caracterizar os usuários e possíveis usuários de bicicletas de Angicos/RN para realização do estudo, considerado um município de pequeno porte, por apresentar população inferior a 20.000 habitantes.

Para definição da amostra, adotamos a Equação 2 por Richardson (1999):

$$n = \frac{Z^2 \cdot P \cdot q}{E^2} \quad (2)$$

Onde,

- n = Número de indivíduos na amostra;
- $Z_{\alpha/2}$ = Valor crítico que corresponde ao grau de confiança;
- P = Proporção populacional de indivíduos que pertence à categoria de estudo;
- q = Proporção populacional de indivíduos que não pertence à categoria estudada ($q = 1 - p$);
- E = Margem de erro ou erro máximo de estimativa. Identifica a diferença máxima entre a Proporção amostral e a verdadeira Proporção populacional (p).

Desta forma, considerando um intervalo de confiança de 95%, e uma margem de erro de 5%, a amostra mínima foi de 372 entrevistados, de forma aleatória, com perfis sociais variados.

5.3 ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

O questionário desenvolvido atendia as sugestões contidas em Cardoso e Campos (2016), o qual buscou identificar as principais características das rotas utilizadas. Perguntou-se sobre a finalidade das viagens rotineiras por bicicletas e a frequência das mesmas, a origem e o destino destas viagens, o tempo de percurso, período do dia, entre outras.

O método de aplicação se deu com o auxílio do *Google Docs* em mídias sociais e da abordagem nas ruas a possíveis usuários de bicicleta nas proximidades aos polos geradores de viagens identificados, desconsiderando aqueles entrevistados que não utilizavam ou não teriam interesse em utilizar a bicicleta como modo de transporte no município.

5.4 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS ROTAS

Por meio da obtenção dos dados de origem e destino de cada entrevistado, foi identificado os PGV e definido as rotas pelo caminho mínimo, com o auxílio do software Qgis, que permite a visualização, edição e análise de dados georreferenciados, possibilitando a utilização de ferramentas capazes de traçar o menor percurso através da identificação dos PGV,

além de proporcionar ao usuário instrumentos capazes de criar mapas com várias camadas de diferentes projeções.

Posteriormente, foi avaliada a adequação de cada trecho pertencente a rota inicial determinada pelo software. No tratamento dos dados obtidos, através da pesquisa de campo, foi utilizado o software Microsoft Excel® para a elaboração de tabelas e gráficos referentes aos dados da pesquisa, onde foi possível determinar se os trechos identificados estavam adequados para a implantação do sistema ciclovário por meio do índice de adequação de cada segmento de via (IAS).

Para a determinação dessa adequação, tomou como base os parâmetros referentes a segurança e conforto identificados no método de Cardoso e Campos (2016): largura efetiva da via, estacionamento na via, volume médio de tráfego, velocidade máxima na via e a live. Assim, os trechos que não foram enquadrados em um bom IAS foram revistos e substituídos por trechos adjacentes que se adequassem.

5.4.1 Largura efetiva da via (Lef)

O parâmetro largura efetiva da via é significativo para a identificação de qual estrutura pode ser implantada na via (via compartilhada, ciclofaixa ou ciclovía). Desta forma, Cardoso e Campos (2016), estabelece algumas larguras mínimas do segmento de via analisado para cada tipo de infraestrutura: Via Compartilhada (4,27 m), Ciclofaixa (4,80 m) e Ciclovía (5,50 m), que de acordo com estas demarcações, o indicador de largura efetiva (I_{lef}) irá variar conforme a Tabela 6.

Tabela 6 – Valor do indicador Lef de acordo largura efetiva da via

Largura efetiva da via (1 faixa)	Largura efetiva da via (2 faixas)	Largura efetiva da via (3 faixas)	Tipo de Infraestrutura	Lef
Até 4,26m	Até 7,26 m	Até 10,26 m	Nenhuma	0
≥ 4,27 a 4,79 m	≥ 7,27 a 7,79 m	≥ 10,27 a 10,79 m	Via Compartilhada	1
≥ 4,80 a 5,49 m	≥ 7,80 a 8,49 m	≥ 10,80 a 11,49 m	Ciclofaixa	2
≥ 5,50 m	≥ 8,50 m	≥ 11,50 m	Ciclovía	3

Fonte: Cardoso e Campos (2016).

5.4.2 Estacionamento na via

Investiga-se a presença ou permissão de estacionamento de veículos automotores na via. Quanto maior a extensão deste estacionamento, maior a insegurança para os usuários de bicicleta, pela alta circulação veículos. Em caso de existência desse parâmetro, o mesmo é dado por:

$$I_{est} = (1 - v_r . 3) \quad (3)$$

Onde,

- I_{est} = Indicador normalizado de estacionamento na via em paralelo;
- v_r = extensão do segmento de via com estacionamento permitido dividido pela extensão total do segmento;

5.4.3 Limite de velocidade na via para veículos automotores

Para obtenção do cálculo do Indicador de velocidade (I_{vel}) foi empregada a Equação 4:

$$vel = \left(\frac{v_{m\acute{a}x} - v_{seg}}{v_{n\acute{a}x} - 20} \right) \times 3 \quad (4)$$

Onde,

- I_{vel} = Indicador de velocidade do segmento;
- $V_{m\acute{a}x}$ = Velocidade máxima permitida em vias, conforme a Tabela abaixo;
- V_{seg} = Velocidade máxima no segmento medido;

Tabela 7 – Relação Fluxo de Veículo e Velocidade Máxima

Estrutura da via	Fluxo de Veículo (Veículos/hora/faixa)	Velocidade Máxima (km/h)
Via Compartilhada	0 a 100	≤ 70
Via Compartilhada	101 a 200	≤ 50
Via Compartilhada	201 a 300	≤ 40
Via Compartilhada	301 a 400	≤ 35
Via Compartilhada	401 a 500	≤ 32
Via Compartilhada	501 a 780	≤ 30
Via Compartilhada	≥ 780	Congestionamento causa desconforto ao ciclista
Ciclofaixa	0 a 100	≤ 70
Ciclofaixa	101 a 200	De 45 a 70
Ciclofaixa	201 a 300	De 40 a 60
Ciclofaixa	301 a 400	De 35 a 56
	≥ 501	30km
Ciclofaixa	401 a 500	De 30 a 56
Ciclovía	0 a 100	De 70 a 90
Ciclovía	101 a 200	De 65 a 69
Ciclovía	201 a 300	De 60 a 64
Ciclovía	301 a 400	De 56 a 59
Ciclovía	401 a 600	De 50 a 55
Ciclovía	≥ 601	De 35 a 49

Fonte: Crow (2011 *apud* Cardoso e Campos, 2016).

5.4.4 Volume médio de tráfego de veículos automotores

Quando se trata do volume médio de tráfego, maiores volumes proporcionam maiores riscos para os ciclistas. O cálculo do Indicador de volume médio de tráfego (I_{vt}) é dado por:

$$I_{vt} = \left(\frac{780 - vt_{seg}}{780} \right) \times 3 \quad (5)$$

Onde,

- V_r = Volume de tráfego automotivo do segmento medido por hora;

Caso o valor resultante de I_{vt} seja negativo assume-se o valor 0 (zero) como índice para este parâmetro.

5.4.5 Active

A Tabela 8 apresenta a inclinação máxima confortável para o ciclista, devendo ser mantidos aclives mais baixos possíveis.

Tabela 8 – Comprimentos e angulações dos aclives.

Active	Comprimentos (m)
5%	< 240
6%	< 180
7%	< 120
8%	< 90
9%	< 60
10%	< 30
> 11%	< 15

Fonte: Asshito (1999 *apud* Cardoso e Campos)

Fundamentado na Tabela 8, o indicador de aclive do segmento (I_{ac}) é dado pela seguinte Equação:

$$I_{ac} = \left(\frac{C_{ac} - C_{gseg}}{C_{ac}} \right) \times 3 \quad (6)$$

Onde,

- I_{ac} = Indicador de aclive do segmento;
- C_{ac} = Comprimento máximo do segmento para o valor do greide (Tabela 3);
- C_{gseg} = Comprimento do trecho em aclive no segmento medido;

5.4.6 Índice geral de adequação do segmento (IAS)

Após a avaliação de cada indicador por segmento calcula-se o valor do índice geral de adequação. Este índice é determinado através da média aritmética entre todos os indicadores normalizados, conforme mostra a Equação 7:

$$IAS = \frac{I_{lef} + I_{est} + I_{vel} + I_{vt} + I_{ac}}{5} \quad (7)$$

Onde,

- IAS – Índice de Adequação do Segmento;
- I_{lef} – Índice de largura efetiva do segmento;
- I_{est} – Índice de estacionamento na via em paralelo;
- I_{vel} – Índice do limite de velocidade na via para veículos automotores;
- I_{vt} – Índice do volume médio de tráfego de veículos automotores;
- I_{ac} – Índice do aclave do segmento de via.

5.4.7 Classificação dos trechos analisados

Posteriormente ao cálculo do índice geral de adequação do segmento, a via deverá ser classificada conforme a Tabela 9, que caracteriza o nível de adequação dos segmentos da via.

Tabela 9 – Classificação dos segmentos analisados.

Índice de Adequação do Trecho	Descrição da classificação do trecho analisado
0,00 a 1,00	Segmento ruim cuja utilização dentro do sistema ciclovitário não é aconselhada. Trecho necessita de grandes intervenções e modificações.
1,01 a 2,00	Segmento bom cujo uso dentro do sistema ciclovitário é aconselhado, podendo ser realizadas intervenções nos indicadores que tiveram uma avaliação baixa.
2,01 a 3,00	Segmento ótimo cuja utilização dentro do sistema ciclovitário é plenamente aconselhada. Precisa de pequeníssimas ou nenhuma intervenção nos indicadores que tiveram um menor resultado.

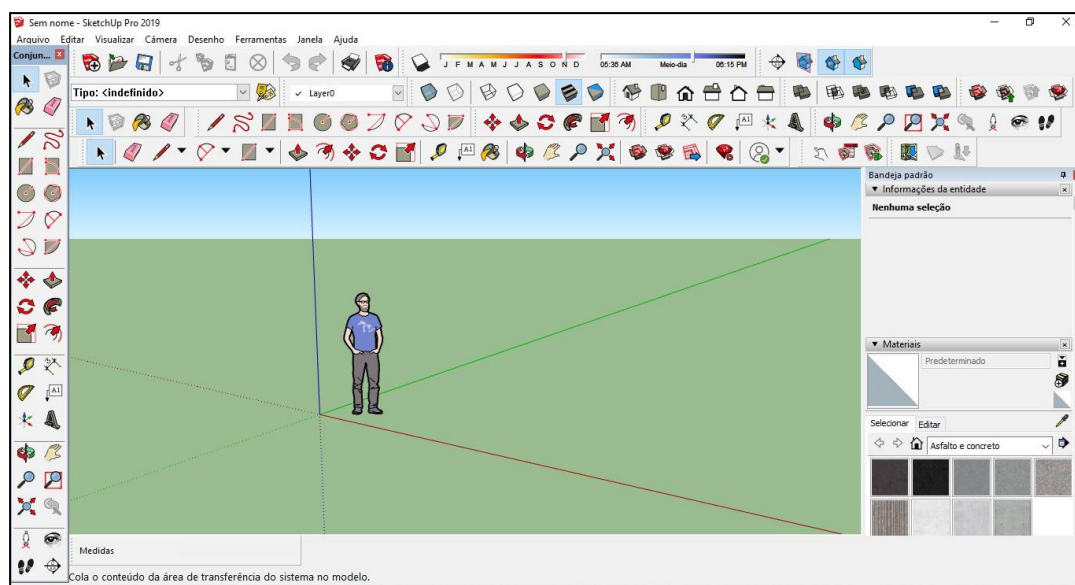
Fonte: Cardoso e Campos (2016).

Segmentos que se enquadram em um índice “ruim”, ou seja, apresentaram valor numérico abaixo de 1, foram substituídos por outros em uma proximidade que não ultrapassa 30% da distância original, ou 35% do tempo correspondente. Contudo o atual segmento definido deve se classificar em um IAS “bom” ou “ótimo” para fazer parte do sistema ciclovitário. Se não for possível e não existir a possibilidade da substituição do trecho, deverá haver uma solicitação de investimentos para adequação deste segmento.

5.5 EXPOSIÇÃO DA PROPOSTA ATRAVÉS DO SOFTWARE SKETCHUP

Após o cálculo e averiguação de cada trecho da rota definida, o projeto do sistema cicloviário para o município foi desenvolvido e ilustrado através do *software Sketchup Pro* desenvolvido pela empresa *Last Software*, que possui ferramentas de fácil aplicação operando em um ambiente 3D, o que possibilita aos usuários criarem desde esboços até projetos com precisão de forma acessível e tridimensionais. A Figura 17 ilustra a página inicial do *Software*.

Figura 17 – Representação da página inicial do *Software Sketchup Pro*



Fonte: Software Sketchup Pro (2019)

Através do *software* foi exposto o projeto de alguns trechos, aqueles que possuíam intersecções com vias de veículos motorizados ou trechos que apresentavam modificações no sistema cicloviário. Além disso, o mesmo permitiu expor locais para implantação de bicicletários facilitando o acesso dos usuários as localidades.

6 ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS

Após um embasamento teórico sobre as políticas de mobilidade urbana, usuários, parâmetros de projeto, organização do espaço cicloviário e os fatores que influenciam nas escolhas relacionadas ao uso da bicicleta como meio de transporte, serão necessárias algumas validações e verificações dos meios que compõem o sistema, para se certificar que os requisitos funcionais propostos estão sendo atendidos. Para tal, foi aplicado um questionário a usuários e possíveis usuários de bicicletas na cidade de Angicos/RN com o propósito de obter informações necessários ao planejamento do sistema e realizado alguns procedimentos de validação e verificação, que serão descritos nos resultados a seguir.

6.1 IDENTIFICAÇÃO DOS PÓLOS GERADORES DE VIAGENS (PGV)

Considerando os conceitos identificados na revisão de literatura quanto a PGV, adotamos 7 (sete) PGV na zona urbana da cidade de Angicos, de acordo com os dados coletados no questionário. Os PGV são exemplificados na Tabela 10 com apresentação de suas descrições

Tabela 10 – Listagem e definições dos Polos geradores de Viagem

PGV	Definição
UFERSA	Estabelecimento de ensino superior
Praça José da Penha	Área pública sem construções, dentro de Angicos
Banco do Brasil	Instituição financeira brasileira
Rodoviária	Rede de estação rodoviária
Hospital de Angicos	Estabelecimento de saúde destinado ao atendimento de pessoas doentes
Rede Ideal Supermercado	Estabelecimento comercial de autosserviço que exibem à venda de mercadorias
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social, órgão responsável pela Previdência Social

Fonte: Autoria própria.

6.2 CARACTERIZAÇÃO DOS USUÁRIOS E POSSÍVEIS USUÁRIOS

De acordo com os dados da pesquisa, 28,53% dos entrevistados indicaram utilizar a bicicleta como modo de transporte (usuários), frequentemente, para realização dos deslocamentos do cotidiano. E, outros 56,53% dos entrevistados informaram que, caso alguma infraestrutura do sistema cicloviário fosse implantada no município, utilizariam a bicicleta como meio de transporte (possíveis usuários). O restante dos entrevistados que compreendem 14,93% das pessoas, informou não utilizar da bicicleta mesmo com a inserção de algum sistema cicloviário, devido principalmente ao clima da região e o fato do modo não possibilitar o transporte de cargas elevadas.

No questionário aplicado buscou-se identificar as principais características das rotas utilizadas. Neste, questionou-se sobre a finalidade das viagens rotineiras por bicicletas e a

frequência das mesmas durante a semana, a origem e o destino destas viagens, o tempo de percurso, qual o percurso (ruas utilizadas) e o período do dia. Havia uma pergunta onde os entrevistados deveriam apontar, na visão deles, qual fator dentre custo, tempo, conforto, saúde ou segurança seriam mais importantes durante uma viagem utilizando a bicicleta como modo de transporte. A partir das respostas ao questionário pode-se observar que:

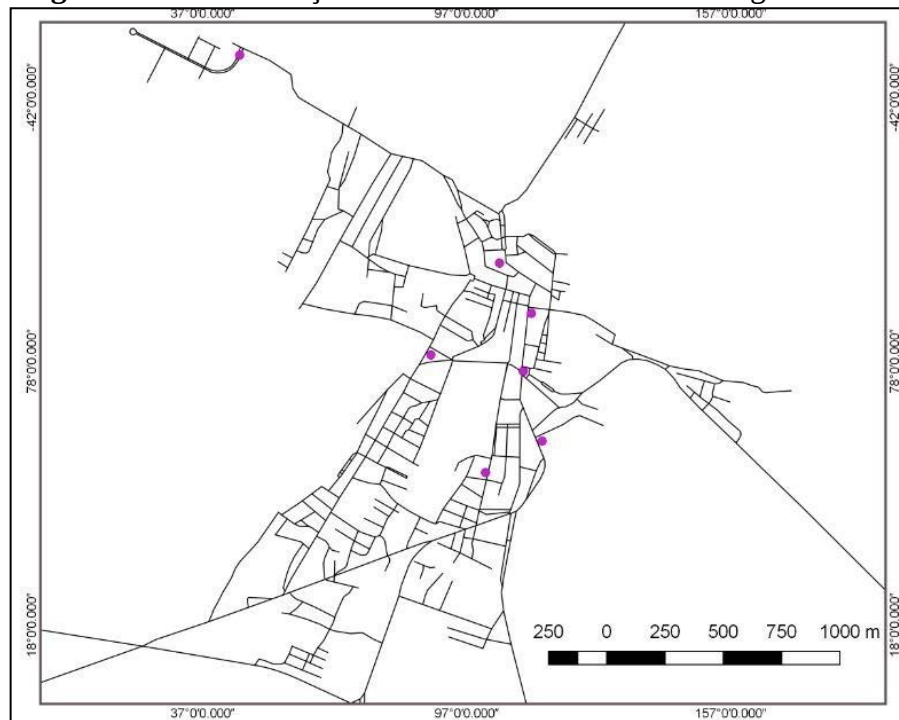
- 79% dos deslocamentos diários tem como destino as regiões do Centro;
- 72% das viagens são realizadas no período da manhã, visto que se trata de uma região de clima semiárido;
- 76 % dos entrevistados levam entre 5 a 20 minutos para realização de suas viagens;
- 52% classifica a segurança da via como fator relevante em uma viagem de bicicleta, enquanto 26% indicaram a saúde e 13% o conforto que a via apresenta;
- 63 % dos usuários apoiariam melhoria nas sinalizações das ruas para o desenvolvimento do trânsito da cidade;

O questionário permitiu ainda identificar o gênero, idade, renda dos entrevistados. Observou que 45% dos entrevistados são do sexo masculino enquanto os 55% são do sexo feminino. Além disso, 74 % possuem faixa etária entre 25 e 50 anos e com relação a renda 88% das pessoas recebem até 1 salário mínimo.

6.3 CÁLCULO E VERIFICAÇÃO DAS ROTAS

Com base nos dados de origem e destino obtidos a partir da pesquisa nos PGV, sugerimos uma rota inicial, para a partir dela realizar a medição dos segmentos e classificá-los. A Figura 18 apresenta as vias existentes na zona urbana do município de Angicos através do georreferenciamento pelo *software Qgi* utilizando a ferramenta *OpenLayer Plugin*.

Figura 18 – Visualização das vias da zona urbana de Angicos

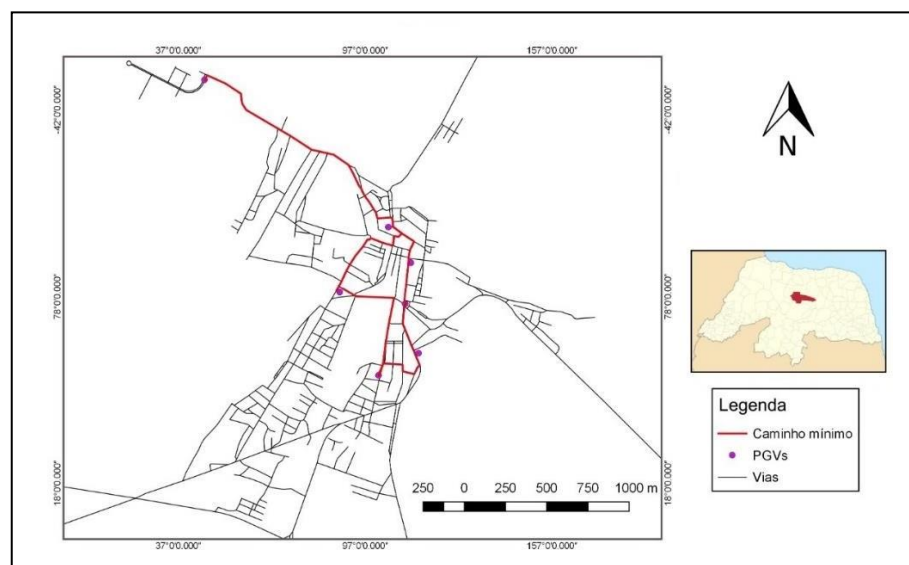


Fonte: Autoria própria

6.3.1 Definição da Rota

A rota inicial (Figura 19), foi definida através do *software Qgis*, o qual dispõe de uma ferramenta, que permite visualizar o menor percurso através da inserção das coordenadas dos PGV. De acordo com os caminhos mínimos proposto pelo *software*, a rota inicial foi traçada para ser avaliada pelos parâmetros do método de Cardoso e Campus (2016).

Figura 19 – Esboço da rota inicial do sistema ciclovitário de Angicos/RN

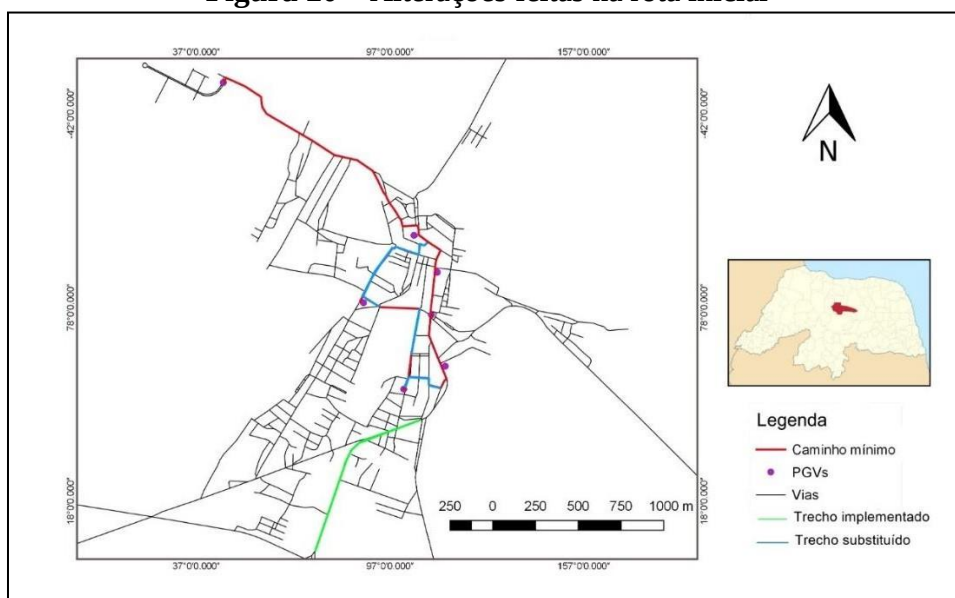


Fonte: Autoria própria

A mesma foi dividida em 25 segmentos que foram avaliados e classificados para averiguação de sua adequação. A partir da medição das vias, verificou-se que 4 dos 25 segmentos não se adequavam nos parâmetros da metodologia adotada, visto que se tratam de ruas estreitas sem a presença de acostamentos ou estacionamentos. Com isso, estes foram substituídos por outros nas proximidades, pelos quais também abastecem os PGV.

Além disso alguns segmentos a mais foram sugeridos, a fim de implantar uma maior rede cicloviária que abasteça todo o município para uma melhor segurança e conforto do ciclista. A Figura 20 esclarece os segmentos que foram implementados e os que sofreram substituição.

Figura 20 – Alterações feitas na rota inicial



Fonte: Autoria própria

Após as alterações para adequação das melhores vias que compõem o sistema cicloviário, foi estabelecida a rota efetiva (Figura 21), que possui 5,5 km de extensão e foi dividida em 32 segmentos.

Tabela 11 – Identificação dos trechos

TRECHOS	RUAS
TRECHO 1	R. Gamaliel Martins Bezerra
TRECHO 2	R. Gamaliel Martins Bezerra
TRECHO 3	R. Gamaliel Martins Bezerra
TRECHO 4	R. Gamaliel Martins Bezerra
TRECHO 5	R. Gamaliel Martins Bezerra
TRECHO 6	R. Gamaliel Martins Bezerra
TRECHO 7	R. Gamaliel Martins Bezerra
TRECHO 8	R. José Horácio
TRECHO 9	R. José Miguel Martins
TRECHO 10	Av. Pedro Matos
TRECHO 11	Av. Pedro Matos
TRECHO 12	R. Pref. Pedro Moura de Vasconcelos
TRECHO 13	R Vicente Germano Guilherme
TRECHO 14	R Vicente Germano Guilherme
TRECHO 15	R Vicente Germano Guilherme
TRECHO 16	R Vicente
TRECHO 17	R. José Carlos Machado
TRECHO 18	R. José Carlos Machado
TRECHO 19	R. José Carlos Machado
TRECHO 20	R. José Carlos Machado
TRECHO 21	R. José Carlos Machado
TRECHO 22	R. José Carlos Machado
TRECHO 23	R. Luiz Monte Ribeiro
TRECHO24	R. Luiz Torres
TRECHO25	R. Luiz Torres
TRECHO26	R. Vicente Barbosa
TRECHO27	R. Vinte e Quatro de Outubro
TRECHO 28	R. Ver. José Tibúrcio da Costa
TRECHO 29	R. Ver. José Nircio da Costa
TRECHO 30	R. José Horácio
TRECHO 31	R. José Horácio
TRECHO 32	R. José Horácio

Fonte: Autoria própria

6.3.3 Medição e Quantificação dos parâmetros por segmento

A medição dos segmentos foi realizada através de instrumentos manuais os quais possibilitaram a obtenção da largura efetiva das vias, dos canteiros, estacionamentos e acostamentos, além da contagem do fluxo de veículos em horários de picos. Em seguida foi feita a tabulação dos dados e a qualificação dos segmentos que compõem esta rota de acordo com os 5 indicadores propostos na metodologia.

6.3.3.1 Indicador de Largura Efetiva (I_{lef})

O I_{lef} irá variar conforme o tipo de infraestrutura que poderá ser implantada, atendendo ao intervalo de 0 a 3 como foi visto na Tabela 6. Assim esse parâmetro foi identificado para cada trecho da rota definida como mostra a Tabela 12.

Tabela 12 – Cálculo do I_{lef}

TRECHOS	LARGURA EFETIVA DA VIA	LARGURA DO CANTEIRO	LARGURA TOTAL	LARGURA EFETIVA / FAIXA	I_{lef}	TIPO DE INFRAESTRUTURA
TRECHO 1	6,4	-	6,4	6,4	3	CICLOVIA
TRECHO 2	6,3	-	6,3	6,3	3	CICLOVIA
TRECHO 3	6,4	-	6,4	6,4	3	CICLOVIA
TRECHO 4	6,4	-	6,4	6,4	3	CICLOVIA
TRECHO 5	6,4	-	6,4	6,4	3	CICLOVIA
TRECHO 6	7	-	7	7	3	CICLOVIA
TRECHO 7	5	-	5	5	2	CICLOVIA
TRECHO 8	7,2	-	7,2	7,2	3	CICLOVIA
TRECHO 9	8,4	-	8,4	8,4	3	CICLOVIA
TRECHO 10	15	6	21	7,5	3	CICLOVIA
TRECHO 11	7,2	-	7,2	7,2	3	VIA COMPARTILHADA
TRECHO 12	8	-	8	8	3	CICLOVIA
TRECHO 13	7,4	-	7,4	7,4	3	CICLOVIA
TRECHO 14	7	-	7	7	3	CICLOVIA
TRECHO 15	10	-	10	10	3	CICLOVIA
TRECHO 16	7,2	-	7,2	7,2	3	CICLOVIA
TRECHO 17	7,8	-	7,8	7,8	3	CICLOVIA
TRECHO 18	6,5	-	6,5	6,5	3	CICLOVIA
TRECHO 19	6,3	-	6,3	6,3	3	CICLOVIA
TRECHO 20	6,5	-	6,5	6,5	3	CICLOVIA
TRECHO 21	6,5	-	6,5	6,5	3	CICLOVIA
TRECHO 22	6,5	-	6,5	6,5	3	CICLOVIA
TRECHO 23	12,4	4,4	16,8	6,2	3	CICLOVIA
TRECHO 24	16	3,8	19,8	8	3	CICLOVIA
TRECHO 25	7,8	-	7,8	7,8	3	CICLOVIA
TRECHO 26	7,6	-	7,6	7,6	3	CICLOVIA
TRECHO 27	7,5	-	7,5	7,5	3	CICLOVIA
TRECHO 28	14,8	4,1	18,9	7,4	3	CICLOVIA
TRECHO 29	8,9	-	8,9	8,9	3	CICLOVIA
TRECHO 30	7,5	-	7,5	7,5	3	CICLOVIA
TRECHO 31	7,5	-	7,5	7,5	3	CICLOVIA
TRECHO 32	7,5	-	7,5	7,5	3	CICLOVIA

Fonte: Autoria própria

6.3.3.2 Indicador de Estacionamento (I_{est})

Verifica a existência ou permissão de estacionamento de veículos automotores na via. Se houver, quanto maior a sua extensão, mais insegura é a via para quem usa bicicleta, devido à movimentação de acesso e saída de veículos.

Certificou-se a presença de 7 segmentos que possuem estacionamento ao longo de sua extensão (Tabela 13), por este motivo tiveram um I_{est} menor que 3. Os segmentos 14 e 16 apresentaram um índice 0, isso se deu devido sua extensão total comportar estacionamento. Para esses casos, a solução mais adequada seria a retirada de parte do estacionamento para que o risco aos ciclistas fosse reduzido.

Tabela 13 - Cálculo do I_{est}

TRECHOS	EXTENSÃO DE ESTACIONAMENTO	EXTENSÃO TOTAL DO TRECHO	Vr (est/total)	I_{est}
TRECHO 1	-	225	0	3
TRECHO 2	-	50	0	3
TRECHO 3	-	50	0	3
TRECHO 4	-	250	0	3
TRECHO 5	-	237	0	3
TRECHO 6	-	145	0	3
TRECHO 7	-	165	0	3
TRECHO 8	-	45	0	3
TRECHO 9	-	220	0	3
TRECHO 10	-	150	0	3
TRECHO 11	-	65	0	3
TRECHO 12	50	150	0,3333	2
TRECHO 13	-	100	0	3
TRECHO 14	266	266	1	0
TRECHO 15	-	230	0	3
TRECHO 16	272	272	1	0
TRECHO 17	105	245	0,4285	1,7142
TRECHO 18	-	440	0	3
TRECHO 19	-	90	0	3
TRECHO 20	-	256	0	3
TRECHO 21	-	200	0	3
TRECHO 22	-	130	0	3
TRECHO 23	-	100	0	3
TRECHO 24	-	214	0	3
TRECHO 25	-	230	0	3
TRECHO 26	-	314	0	3
TRECHO 27	-	161	0	3
TRECHO 28	-	95	0	3
TRECHO 29	-	215	0	3
TRECHO 30	50	110	0,4545	1,6363
TRECHO 31	35	70	0,5	1,5
TRECHO 32	35	90	0,3888	1,8333

Fonte: Autoria própria

6.3.3.3 Indicador de Volume médio de Tráfego (I_{vt})

Quando o volume médio de tráfego na via é alto, os ciclistas sofrem mais riscos. As vias que apresentam volumes superiores a 780 veículos por hora são consideradas inadequadas para o tráfego de bicicletas (CARDOSO e CAMPUS, 2016).

Durante a coleta de dados na pesquisa em campo foi obtido a quantidade de veículos/hora em cada segmento. A mesma foi realizada em dias úteis e em horários com alta circulação de veículos, a partir do qual foi calculado o I_{vt} exposto na Tabela 14.

Tabela 14 – Cálculo do I_{vt}

TRECHOS	MOTO	CARRO	VAN	ÔNIBUS	CAMINHÃO	BICICLETA	TOTAL/H	I_{vt}
TRECHO 1	83	60	-	4	-	3	150	2,4230
TRECHO 2	83	60	-	4	-	3	150	2,4230
TRECHO 3	83	60	-	4	-	3	150	2,4230
TRECHO 4	83	60	-	4	-	3	150	2,4230
TRECHO 5	91	42	-	3	-	4	140	2,4615
TRECHO 6	87	26	-	2	1	1	117	2,55
TRECHO 7	87	28	-	2	-	2	119	2,5423
TRECHO 8	17	35	-	1	-	5	58	2,7769
TRECHO 9	17	35	-	1	-	5	58	2,7769
TRECHO 10	132	81	2	6	2	13	236	2,0923
TRECHO 11	190	88	2	6	2	16	304	1,8307
TRECHO 12	190	93	2	6	2	15	308	1,8153
TRECHO 13	198	89	2	4	2	3	298	1,8538
TRECHO 14	202	98	3	-	2	6	311	1,8038
TRECHO 15	98	49	1	-	-	4	152	2,4153
TRECHO 16	142	56	-	2	-	3	203	2,2192
TRECHO 17	126	38		1	1	3	169	2,35
TRECHO 18	94	42	1	1		4	142	2,4538
TRECHO 19	66	32	-	1	1	3	103	2,6038
TRECHO 20	59	41	-	1	-	1	102	2,6076
TRECHO 21	59	41	-	1	-	1	102	2,6076
TRECHO 22	59	41	-	1	-	1	102	2,6076
TRECHO 23	86	34	-	-	-	1	121	2,5346
TRECHO 24	77	38	-	-	1	3	119	2,5423
TRECHO 25	45	21	-	-	1	2	69	2,7346
TRECHO 26	192	73	1	2	-	3	271	1,9576
TRECHO 27	94	38	1		-	4	137	2,4730
TRECHO 28	94	38	1		-	4	137	2,4730
TRECHO 29	142	69	1	1	-	3	216	2,1692
TRECHO 30	137	71	-	-	-	3	211	2,1884
TRECHO 31	137	71	-	-	-	3	211	2,1884
TRECHO 32	109	63	1	-	-	4	177	2,3192

Fonte: Autoria própria

6.3.3.4 Indicador de Velocidade Máxima de Tráfego (I_{vel})

De acordo com BRASIL (1997), a velocidade máxima permitida em vias urbanas é de 30 km/h, desta forma foi calculado o I_{vel} através da relação estabelecida por Cardoso e Campus (2016), que determina a velocidade máxima em vias compartilhadas com ciclistas. Esses dados podem ser observados na Tabela 15.

Tabela 15 – Cálculo do I_{vel}

TRECHOS	VELOCIDADE MÁXIMA PERMITIDA(Km/h) - V seg	$V_{máx}$ (TABELA 7)	I_{vel}
TRECHO 1	30	69	2,3877
TRECHO 2	30	69	2,3877
TRECHO 3	30	69	2,3877
TRECHO 4	30	69	2,3877
TRECHO 5	30	69	2,3877
TRECHO 6	30	69	2,3877
TRECHO 7	30	50	2
TRECHO 8	30	90	2,5714
TRECHO 9	30	90	2,5714
TRECHO 10	30	64	2,3181
TRECHO 11	30	59	2,2307
TRECHO 12	30	59	2,2307
TRECHO 13	30	64	2,3181
TRECHO 14	30	59	2,2307
TRECHO 15	30	69	2,3877
TRECHO 16	30	64	2,3181
TRECHO 17	30	69	2,3877
TRECHO 18	30	69	2,3877
TRECHO 19	30	69	2,3877
TRECHO 20	30	69	2,3877
TRECHO 21	30	69	2,3877
TRECHO 22	30	69	2,3877
TRECHO 23	30	69	2,3877
TRECHO24	30	69	2,3877
TRECHO25	30	90	2,5714
TRECHO26	30	64	2,3181
TRECHO27	30	69	2,3877
TRECHO 28	30	69	2,3877
TRECHO 29	30	64	2,3181
TRECHO 30	30	64	2,3181
TRECHO 31	30	64	2,3181
TRECHO 32	30	69	2,3877

Fonte: Autoria própria

6.3.3.5 Indicador de Aclive (I_{ac})

Conforme Cardoso e Campus (2016), a inclinação máxima confortável para o ciclista varia conforme a Tabela 8 já que depende também da extensão do trecho em aclive. Os aclives devem ser mantidos o mais baixo possível, contudo o ideal é a inexistência de aclives.

Para o alcance da inclinação dos segmentos foi utilizado o *software Google Earth Pro* adaptando o comprimento dos trechos para que o *software* pudesse identificar a inclinação de cada um deles. Os dados obtidos estão representados na Tabela 16.

Tabela 16 – Cálculo do I_{ac}

TRECHOS	INCLINAÇÃO MÁX. (%)	EXTENSÃO DO TRECHO EM ACLIVE (m)	COMPRIMENTO MÁX. (TABELA 8)	I_{ac}
TRECHO 1	6,5	100	180	1,3333
TRECHO 2	9,9	50	60	0,5
TRECHO 3	6,1	50	180	2,1666
TRECHO 4	4,4	100	-	3
TRECHO 5	4,6	162	-	3
TRECHO 6	8,1	67	90	0,7666
TRECHO 7	5,5	115	240	1,5625
TRECHO 8	6,2	45	180	2,25
TRECHO 9	7,3	100	120	0,5
TRECHO 10	5,1	100	240	1,75
TRECHO 11	2,2	65	-	3
TRECHO 12	5,9	100	180	1,3333
TRECHO 13	6,2	100	180	1,3333
TRECHO 14	2,7	150	240	1,125
TRECHO 15	7,7	110	120	0,25
TRECHO 16	8,9	100	90	-0,3333
TRECHO 17	4,9	25	-	3
TRECHO 18	5	300	240	-0,75
TRECHO 19	3,1	90	-	3
TRECHO 20	4,8	50	-	3
TRECHO 21	3,5	160	-	3
TRECHO 22	2,5	50	-	3
TRECHO 23	6,6	75	180	1,75
TRECHO 24	6,8	88	180	1,5333
TRECHO 25	4,9	132	-	3
TRECHO 26	6,9	150	180	0,5
TRECHO 27	5,2	170	240	0,875
TRECHO 28	5,7	75	240	2,0625
TRECHO 29	6,3	70	180	1,833333
TRECHO 30	4,8	50	-	3
TRECHO 31	1,1	70	-	3
TRECHO 32	4,2	82	-	3

Fonte: Autoria própria

6.3.4 Cálculo do índice de Adequação (IAS)

Posteriormente a quantificação de cada indicador por segmento foi calculado o valor do índice geral de adequação (IAS), como ilustrado na Tabela 17. Este índice é constituído da média aritmética entre todos os indicadores normalizados, conforme mostrado na Equação 7.

Tabela 17 – Cálculo do IAS.

TRECHOS	I _{lef}	I _{est}	I _{vel}	I	I _{ac}	IAS	CLASSIFICAÇÃO
TRECHO 1	3,00	3,00	2,39	2,42	1,33	2,43	ÓTIMO
TRECHO 2	3,00	3,00	2,39	2,42	0,50	2,26	ÓTIMO
TRECHO 3	3,00	3,00	2,39	2,42	2,17	2,60	ÓTIMO
TRECHO 4	3,00	3,00	2,39	2,42	3,00	2,76	ÓTIMO
TRECHO 5	3,00	3,00	2,39	2,46	3,00	2,77	ÓTIMO
TRECHO 6	3,00	3,00	2,39	2,55	0,77	2,34	ÓTIMO
TRECHO 7	2,00	3,00	2,00	2,54	1,56	2,22	ÓTIMO
TRECHO 8	3,00	3,00	2,57	2,78	2,25	2,72	ÓTIMO
TRECHO 9	3,00	3,00	2,57	2,78	0,50	2,37	ÓTIMO
TRECHO 10	3,00	3,00	2,32	2,09	1,75	2,43	ÓTIMO
TRECHO 11	3,00	3,00	2,23	1,83	3,00	2,61	ÓTIMO
TRECHO 12	3,00	2,00	2,23	1,82	1,33	2,08	ÓTIMO
TRECHO 13	3,00	3,00	2,32	1,85	1,33	2,30	ÓTIMO
TRECHO 14	3,00	0,00	2,23	1,80	1,13	1,63	BOM
TRECHO 15	3,00	3,00	2,39	2,42	0,25	2,21	ÓTIMO
TRECHO 16	3,00	0,00	2,32	2,22	-0,33	1,44	BOM
TRECHO 17	3,00	1,71	2,39	2,35	3,00	2,49	ÓTIMO
TRECHO 18	3,00	3,00	2,39	2,45	-0,75	2,02	ÓTIMO
TRECHO 19	3,00	3,00	2,39	2,60	3,00	2,80	ÓTIMO
TRECHO 20	3,00	3,00	2,39	2,61	3,00	2,80	ÓTIMO
TRECHO 21	3,00	3,00	2,39	2,61	3,00	2,80	ÓTIMO
TRECHO 22	3,00	3,00	2,39	2,61	3,00	2,80	ÓTIMO
TRECHO 23	3,00	3,00	2,39	2,53	1,75	2,53	ÓTIMO
TRECHO 24	3,00	3,00	2,39	2,54	1,53	2,49	ÓTIMO
TRECHO 25	3,00	3,00	2,57	2,73	3,00	2,86	ÓTIMO
TRECHO 26	3,00	3,00	2,32	1,96	0,50	2,16	ÓTIMO
TRECHO 27	3,00	3,00	2,39	2,47	0,88	2,35	ÓTIMO
TRECHO 28	3,00	3,00	2,39	2,47	2,06	2,58	ÓTIMO
TRECHO 29	3,00	3,00	2,32	2,17	1,83	2,46	ÓTIMO
TRECHO 30	3,00	1,64	2,32	2,19	3,00	2,43	ÓTIMO
TRECHO 31	3,00	1,50	2,32	2,19	3,00	2,40	ÓTIMO
TRECHO 32	3,00	1,83	2,39	2,32	3,00	2,51	ÓTIMO

Fonte: Autoria própria

Os trechos 14 e 16 foram classificados como “Bom”, precisando de algumas intervenções nos indicadores, como por exemplo redução do estacionamento existente, aumentando o espaço da via e a segurança dos ciclistas, visto que a extensão do estacionamento abrange todo o comprimento do trecho. Os restantes dos segmentos obtiveram um IAS acima de 2, o qual é caracterizado como “ótimo”.

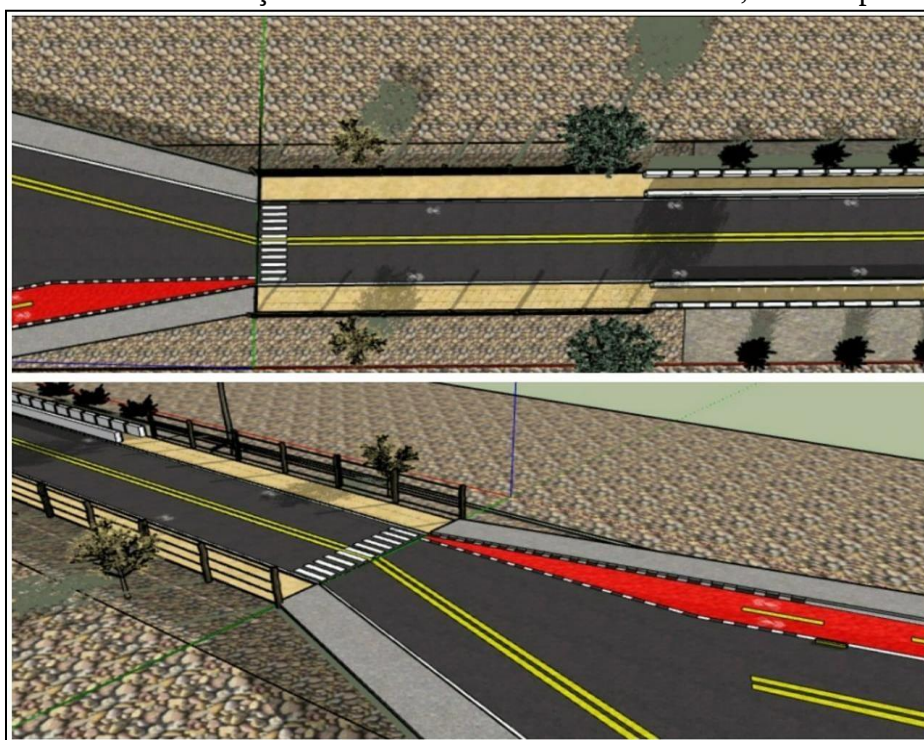
6.4 APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DE UMA ROTA CICLOVIÁRIA PARA O MUNICÍPIO

Fundamentando-se os dados obtidos durante a pesquisa quanto a utilização da bicicleta como modo de transporte por parte da população Angicana, foi desenvolvido uma proposta para a implantação de um sistema cicloviário que mais se adequasse na região. Por meio do arranjo

final foi feito um projeto, utilizando o *software Sketchup Pro*, dos trechos mais críticos para ilustrar sua configuração. O *software* permite a visualização do projeto com layout em uma fase futura, além disso, possui ferramentas de simulação de tráfego e de mobilidade que poderão prever possíveis problemas de projeto, ajudando identificar melhores soluções para de engenharia.

O trecho 7 (Figura 22) foi o único segmento de toda a rota que apresentou característica do sistema ciclovário de uma via compartilhada. Isso se deu devido a largura efetiva da via ser inferior a 5,49 m, obtendo um Lef igual a 2, tipo de estrutura com via compartilhada.

Figura 22 – Demonstração do sistema ciclovário no trecho 7, via compartilhada



Fonte: Autoria própria

Durante todo o traçado, a via compartilhada contará com sinalizações horizontais como no desenho da Figura 7, espaçados a cada 25m. Além de sinalizações verticais para orientar ao ciclista do tipo de infraestrutura, como também advertir veículos em caso de respeito na ultrapassagem e na redução de velocidade na presença do ciclista.

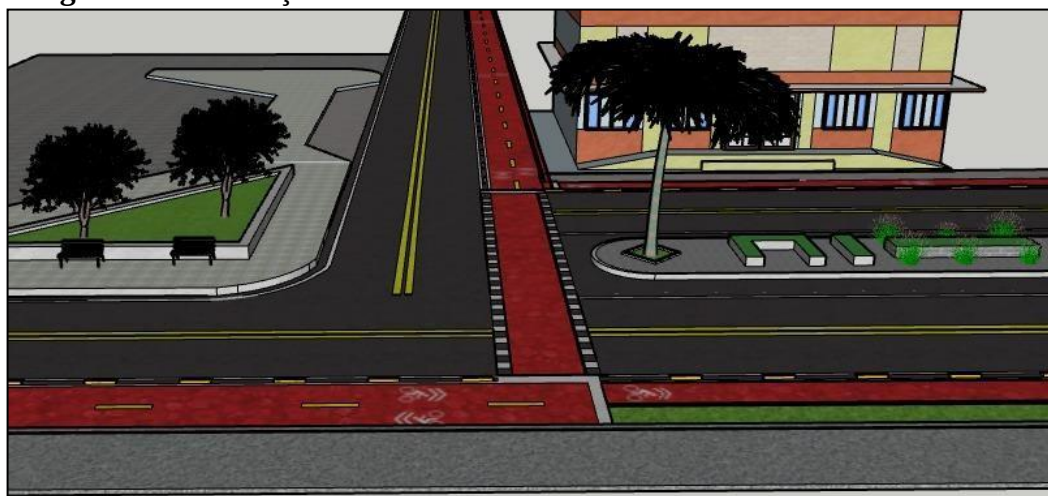
A Figura 23 e 24 demonstram a configuração dos trechos 10 e 11 (Av. Pedro Matos), com interseção no trecho 32 (R. José Horácio). Refere-se ao cruzamento de 3 vias não semaforizadas, onde a ciclovia faz conexão das mesmas sem afetar o tráfego dos veículos, adequando o sistema ciclovário.

Figura 23 – Ilustração do sistema ciclovitário no trecho 10 e 11 vista superior



Fonte: Autoria própria

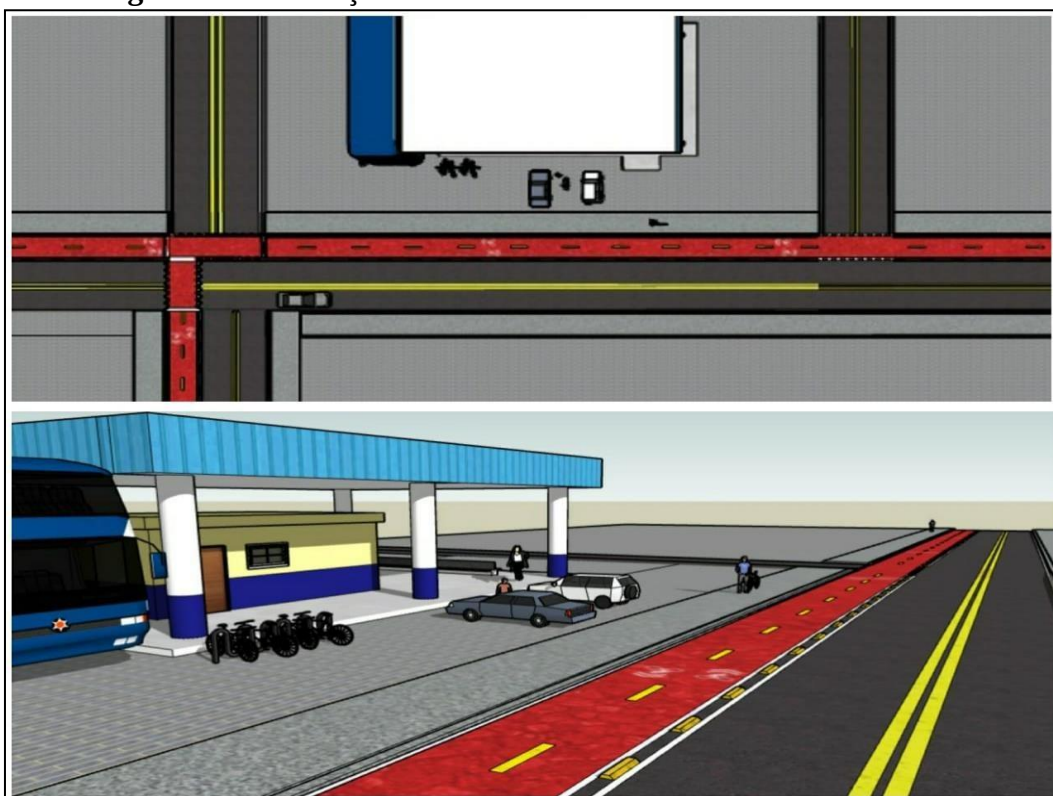
Figura 24 – Ilustração do sistema ciclovitário no trecho 10 e 11 vista 3D



Fonte: Autoria própria

Outro segmento crítico do sistema ciclovitário proposto é a interseção dos trechos 14, 15 e 26 (Figura 25) que possuem a rodoviária como PGV. Por se tratar de vias com movimentação elevada, a ciclovia irá dispor de sinalizações adequadas, além da presença de bicicletários, facilitando o tráfego dos ciclistas na região.

Figura 25 – Ilustração do sistema ciclovitário no PGV da rodoviária



Fonte: Autoria própria

6.5 SUGESTÕES DE MELHORIAS NOS SEGMENTOS QUE COMPORÃO O SISTEMA CICLOVIÁRIO

Para um maior estímulo da utilização da bicicleta como modo de transporte na cidade de Angicos, são necessárias algumas soluções para possíveis falhas que possam vir a atrapalhar a implantação desse sistema. Essas falhas são descritas a seguir:

- A cidade se caracteriza por possuir um clima quente e árido, possuindo variações de temperaturas altas ao longo do ano, o que dificulta a utilização desse modo durante o dia.
- O município não dispõe de plano diretor possuindo inadequações em quase todas as vias, além da presença de estacionamentos inapropriados;
- Ausência de iluminação adequada que possibilite o ciclista trafegar sem correr riscos com sua segurança;
- Falta de integração da bicicleta com os veículos motorizados;

Para tais problemas soluções simples e que contemplem possibilidades de melhorar e corrigir as imperfeições para favorecer o incentivo desse modo, são recomendadas:

- Realizar um projeto de arborização ao longo da ciclovia, baixando a sensação térmica para usuários que trafegam durante o dia. Além disso, a implementação do sistema com a criação de infraestruturas de vestiários que possibilite ao ciclista trocar de roupa;
- Realocação dos estacionamentos para apenas um lado da via ou para vias próximas, favorecendo uma maior segurança aos ciclistas;
- Instalação de um sistema de iluminação que garanta ao ciclista visibilidade durante todo o percurso da rota;
- Integração com outros meios de transporte, bicicletários nos PGV, ou suportes anexados em ônibus que possam favorecer a locomoção e acomodação da bicicleta durante o trajeto do ciclista;

Investir no uso de bicicletas não significa abrir mão de outras formas de transporte, mas de integrá-las a esses modos, com impacto positivo para todo o sistema de trânsito. Além das sugestões propostas é necessário que estes lugares contem com sinalizações na pavimentação e um controle de Velocidades nas vias de fluxo intenso.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa permitiu identificar as características de usuários e possíveis usuários da bicicleta na cidade de Angicos/RN proporcionando obtenção de dados necessários para a realização de um projeto de sistema cicloviário para o município, gerando incentivos ao transporte não motorizado. No que se refere aos propósitos da pesquisa foi realizado as seguintes considerações:

- O perfil dos entrevistados foi predominantemente adulto que possuem faixa etária entre os 25 a 50 anos de idade e com uma renda de até 1 salário mínimo, favorecendo ainda mais a utilização da bicicleta como modo de transporte, já que a mesma apresenta baixo custo de compra e manutenção.
- Os pontos desfavoráveis em relação ao uso da bicicleta, considerados obstáculos na utilização desse meio, foram identificados, são estes, o clima, pois a cidade possui temperatura média elevada, além disso a dificuldade no transporte de passageiros e de cargas, justificado por tratar de um transporte, preferencialmente, individual, e consequentemente transporte de cargas leves.
- O município dispõe de uma infraestrutura adequada para a implantação de um sistema cicloviário. Durante a verificação da rota mínima sugerida pelo *software Qgis*, fez-se necessário pequenas intervenções em alguns trechos com baixos índices de adequação. Porém, como resultado final, todos os trechos, com exceção de apenas um, possuem características para inserção da ciclovias. O segmento que não se enquadrou nesse tipo de infraestrutura foi qualificado como via compartilhada por apresentar uma largura efetiva da via (2 faixas) inferior a 7,27 m. Quanto a Classificação do IAS apenas dois trechos apresentaram uma condição boa, com índice entre 1,00 e 2,00, e, os outros 30 trechos apresentaram superior a 2,00, indicando uma condição ótima.
- A proposta final de alguns trechos foi apresentada através do *software sketchup pro* que proporcionou identificar pontos nos quais haviam necessidade de adequações do sistema, como as intersecções das vias e a presença de vias compartilhadas. O software permitiu também a visualização de bicicletários, sugeridos para promover um melhor conforto aos usuários desse modo.
- As características do município em questão tornam maior a viabilidade de implantação do sistema cicloviário, já que o mesmo apresenta distâncias máximas compatíveis com os modos de transporte não motorizados. Através do questionário foi possível identificar

que a inserção desse sistema aumentaria de forma significativa o número de usuários desse modo.

A perspectiva de uma ciclovia no município de Angicos serve como modelo para outras cidades de pequeno porte que entendem e respeitam o ciclista como usuário do sistema de mobilidade urbana, pois oferece segurança e conforto para que esta prática seja incentivada, visto que proporciona melhorias para seus usuários e para o ambiente urbano. A situação atual no município não oferece as condições necessárias aos usuários de bicicleta, a implantação de um sistema cicloviário, associado a projetos auxiliares de arborização, o plano diretor, implementação de políticas de trânsito e a fiscalização destas, visam garantir a estes usuários um ambiente propício e necessário para seu desenvolvimento.

A partir dessa pesquisa também é possível elaborar algumas sugestões para trabalhos futuros como aplicação da metodologia para cidades de médio porte, análise da qualidade das vias, calçadas e dos transportes públicos, combinar outros métodos de implantação de sistemas cicloviários comparando os dados com a atual pesquisa e estudos relacionados a melhorias no sistema de trânsito local, leis de trânsito e infraestrutura do município.

REFERÊNCIAS

AASHTO. **Guide for the development of bicycle facilities**. Washington: American Association of State High way and Transportation Officials, 1999

ANA, Silva et al. **Multicriteria analysis for evaluation of bike lane routes integrated to public transportation**. In: xviii Congreso Panamericano de Ingeniería de Tránsito, Transporte y Logística, 18., 2014, Salvador. **Science Direct**. Salvador: Panam, 2014. p. 388 – 397.

Araújo, M. R. M et al. **Transporte público coletivo: discutindo acessibilidade, mobilidade e qualidade de vida**. In: Psicologia & Sociedade, 23., 2011, Sergipe, p. 574-582.

Associação brasileira dos fabricantes de motocicletas, ciclomotores, motonetas, bicicletas e similares – **ABRACICLO**. [S.l.: s.n., 200-]. Disponível em: <http://www.abraciclo.com.br/images/stories/dados_setor/bicicletas/9.2.0%20ranking%20>. Acesso em: 30 de janeiro de 2019.

AUGUSTO, Marco Antonio. **As ciclovias na cidade de São Paulo e as políticas públicas para o uso da bicicleta como meio de transporte**. 2018. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia Humana, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo., São Paulo, 2018.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Séries de cadernos técnicos 7: Transporte cicloviário**. Rio de Janeiro: Antp, 2007.

BENEVOLO, Leonardo. **História da cidade**. 3. ed. São Paulo: Editora Perspectiva S. A., 1997.

BRASIL. MINISTÉRIO DA JUSTIÇA. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 24 de setembro de 1997. Disponível em: <<http://www1.dnit.gov.br/programas.htm>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2019.

CARDOSO, Mariana. **Análise de alternativas de infraestrutura cicloviária em um trecho com base no plano diretor cicloviário integrado de porto alegre – rs**. 2017. 93 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

COSTA, Marcela da Silva. **Mobilidade Urbana Sustentável: Um estudo comparativo e as bases de um sistema de gestão para o Brasil e Portugal**. 2003. 196 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Transporte, Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

DENATRAN. (2001) **Manual de procedimentos para o tratamento de polos geradores de tráfego**. Brasília: DENATRAN/FGV

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Primeiros resultados definitivos do Censo 2010: população do Brasil é de 190.755.799 pessoas**. IBGE-2010.

Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo?busca=1&idnoticia=1866&t=primeiros-resultados-definitivos-censo-2010-populacao-brasil-190-755-799-pessoas&view=noticia>>. Acesso em: 29 jan. 2019.

Dill, Jennifer e Voros, Kim. **Factors Affecting Bicycling Demand. Initial Survey Findings from the Portland, Oregon, Region.** In: Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2007, Washington, n. 2031, p. 9–17.

FREITAS, Verônica de. **Análise da viabilidade técnica e ambiental de vias cicláveis na cidade de presidente epitácio-SP.** 2014. 154 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais, Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2014.

GEIPOT. **Planejamento cicloviário: diagnóstico nacional.** GEIPOT- EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES: Brasília, 2001a. 196p. Disponível em < <http://www.geipot.gov.br/> >. Acesso em: 09 de fevereiro de 20019.

G1. **Ciclovía em calçada divide opiniões de moradores e ciclistas em São José (SP).** 2015. Disponível em: <<https://www.mobilize.org.br/noticias/7707/ciclovía-em-calçada-divide-opinões-de-moradores-e-ciclistas-em-sao-jose.html>>. Acesso em: 15 mar. 2019.

INTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Dinâmica populacional e sistema de mobilidade nas metrópoles brasileiras.** Brasília: IPEA, 2011.

INTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Mobilidade urbana sustentável: conceitos, tendências e reflexões.** Brasília: IPEA, 2016.

IBGE. **Panorama Angicos-RN.** 2016. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/angicos/panorama>>. Acesso em: 15 mar. 2019.

KNEIB, E. C. **Caracterização de empreendimentos geradores de viagens: contribuição conceitual à análise de seus impactos no uso, ocupação e valorização do solo urbano.** 2004.182 p. Dissertação (Mestrado em Transportes). Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

LINS, A. J. P. S. **A ferrovia e três utopias urbanas, ou como os pioneiros viam o trem: uma análise comparativa entre cidades jardins, cidade linear e cidade industrial.** In: SEMINÁRIO HISTÓRIA DA CIDADE E DO URBANISMO, 5., 1998, Campinas. Anais: Seminário de História da Cidade e do Urbanismo. Campinas: FAU-PUC, 1998.

LITMAN, T. **Smartcongestionrelief: compresensiveanalysisoftrafficcongestioncostsandcongestionreductionbenefits.** Victoria: Victoria TransportPolicyInstitute, 2013.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (2005) **Ministério das Cidades vai investir R\$62 milhões no Programa Brasileiro de Mobilidade por Bicicleta – Bicicleta Brasil.** Disponível em: <http://www.cidades.gov.br>. Acesso em: 15/02/2019.

MONARI, Marcelo. **Método para definição de rede de rotas cicláveis em áreas urbanas de cidades de pequeno porte: um estudo de caso para a cidade de Bariri-SP**. 2018. 206 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

PORTUGAL, L.S. e Goldner, L. G. (2003) **Estudo de Pólos Geradores de Tráfego e de seus Impactos nos Sistemas Viários e de Transportes**. Editora Edgard Blucher: 2003.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. **Cicloviário**. Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/eptc/default.php?p_secao=227>. Acesso em: 10 jan. 2019.

Richardson, R. J. (1999), **Pesquisa Social – Métodos e Técnicas**. 3a ed. São Paulo: Atlas.

SARMIENTO, Olga et al. **The Ciclovía-Recreativa: A Mass-Recreational Program With Public Health Potential**. In: Journal of Physical Activity and Health, 7., 2010, p. 163-180.

SEVCENKO, N. **A corrida para o século XXI: no loop da montanha russa**. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.

SILVA, Paulo Justino da. **Ciclovix - sistema colaborativo de mapas cicloviários**. 2015. 95 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharel em Sistemas de Informação, Universidade Vila Velha - Vila Velha, 2015.

SOUZA, B. **Já se vende mais bicicletas que carros na Europa**. Revista Exame, São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/economia/noticias/ja-se-vende-mais-bicicletas-que-carros-na-europa>>. Acesso em: 30 jan. 2019.

TERAMOTO, Telmo Terumi. **Planejamento de transporte cicloviário urbano: organização da circulação**. 2008. 260 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

ZANETTINI, Fernando Lorente. **Cidade de sorocaba: mobilidade urbana e sistema de ciclovias**. 2018. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Urbanismo, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2018.

PETERSEN, R. **Sustainable transport: a sourcebook for policy makers in developing cities** – land use planning and urban transport. GTZ, 2004.

PROVIDELO, Janice kirner e Sanches, Suely da Penha. **Percepções de indivíduos acerca do uso da bicicleta como modo de transporte**. In: TRANSPORTES, 18., 2010, São Paulo. n. 2, p. 53-61.

APÊNDICE

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA PESQUISA

Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
 Centro Multidisciplinar de Angicos – CMA
 Departamento de Engenharias – DENG
 Curso de Engenharia Civil
 CEP: 59515-000- Angicos – RN
 Data: __/__/__



PLANO CICLOVIÁRIO

USUÁRIOS E POSSÍVEIS USUÁRIOS DO MODO DE TRANSPORTE NÃO MOTORIZADO (BICILETA)

1. ☐ Masculino ☐ Feminino
2. Faixa Etária: ☐ até 24 anos ☐ de 25 a 50 anos ☐ acima de 50 anos
3. Renda Familiar: ☐ até 1 sal. Mínimo ☐ de 1 a 2 sal. Mínimos ☐ acima de 2 sal. Mín.
4. Profissão: _____
5. Utiliza da bicicleta frequentemente no cotidiano? ☐ Sim ☐ Não
6. Em caso de existir uma infraestrutura cicloviária no município, você passaria a utilizar a bicicleta como modo de transporte? ☐ Sim ☐ Não
7. Qual a finalidade de suas viagens? ☐ Estudar ☐ Trabalhar ☐ Lazer ☐ Outro: _____
8. Qual a origem da viagem? _____
9. Qual o destino da viagem? _____
10. Tempo médio da viagem: _____
11. Período do dia: ☐ Manhã ☐ Tarde ☐ Noite
12. Em uma viagem de bicicleta, qual destes fatores seria mais importante?
☐ Tempo ☐ Segurança ☐ Conforto ☐ Saúde ☐ Custo ☐ Outro: _____
13. Por qual motivo você deixaria de usar a bicicleta para fazer esta viagem?
☐ Transporte de passageiro ☐ Carga ☐ Tempo (sol/chuva) ☐ Outro: _____
14. Qual medida você apoiaria para melhoria do trânsito na cidade?
☐ Melhoria Nas Sinalizações Das Ruas
☐ Presença De Agentes De Trânsito
☐ Implantação De infraestrutura cicloviária
☐ Programas De Conscientização Quanto A Utilização De Itens De Segurança