

PROPOSTA DE UM SISTEMA DE ROTAS CICLOVIÁRIAS PARA UM MUNICÍPIO DE PEQUENO PORTE

Yasmin Dantas de Araújo²
Ingrid Rebouças de Moura¹
Luís Henrique Gonçalves Costa^{2,3}
Herbert Ricardo Garcia Viana¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte/Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

²Universidade Federal Rural do Semi-Árido

³Universidade Federal de Pernambuco/Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

RESUMO

A organização espacial das cidades brasileiras e dos seus sistemas de transporte, vem promovendo um arranjo desigual de acessibilidade. É nesse cenário carente de incentivo ao uso de modos de transportes acessíveis, democráticos e saudáveis que o trabalho propõe um planejamento para a implantação de um sistema cicloviário em um município de pequeno porte, tendo como objeto de estudo a cidade de Angicos/RN. Nesse sentido, foi aplicado questionários a usuários e possíveis usuários, a fim de traçar um perfil e definir os polos geradores de viagem (PGV). Com base na metodologia proposta por Cardoso e Campos (2016), verificou-se as rotas com melhor viabilidade de implantação, utilizando o *software Qgis* para cálculo da rota mínima. Por fim, é apresentada uma proposta de sistema cicloviário para o município, ilustrando alguns trechos da rota por meio do *software Sketchup Pro*®, com sugestões de melhorias nos segmentos que comporão o sistema.

ABSTRACT

The spatial organization of Brazilian cities and their transportation systems has promoted an uneven arrangement of accessibility. It is in this scenario lacking incentive to use accessible, democratic and healthy modes 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. In this sense, questionnaires were applied to users and possible users, in order to draw a profile and define the poles generating travel (PGV). Based on the methodology proposed by Cardoso and Campos (2016), the routes with better viability of implantation were verified, using Qgis software to calculate the minimum route. Finally, a proposal of the bicycle system for the municipality is presented, illustrating some parts of the route through Sketchup Pro® software, with suggestions for improvements in the segments that will compose the system.

1. INTRODUÇÃO

No intuito de promover o bem-estar social e ambiental reduzindo o número de automóveis, iniciativas referentes a utilização do uso da bicicleta vem se tornando cada vez mais importantes e necessárias, visto que as cidades se expandem sem considerar os conceitos da mobilidade urbana sustentável. Segundo Hickman *et al.* (2013), existe uma grande preocupação com a redução do dióxido de carbono (CO₂) pelos transportes em todo o mundo, onde se faz cada vez mais urgente a implantação de novas medidas e maiores investimentos quanto ao planejamento urbano das cidades. O uso da bicicleta proporciona maiores vantagens aos centros urbanos que investem nesse sistema, dos que oferecem aporte a cultura automobilística, pois não enfrentam problemas de congestionamentos e possuem gastos com manutenção de vias bem inferiores (Diógenes *et al.*, 2016; Saphioğlu e Aydın, 2018).

A utilização da bicicleta como uma alternativa de transporte urbano, exhibe números relevantes em muitos países. Na Europa, em países como a Dinamarca, a utilização da bicicleta para as viagens diárias, seja para o trabalho ou para a escola, iniciou no final do século XIX, representa um quarto de todo o transporte de pessoas para distâncias inferiores a 5km, onde nove em cada dez pessoas na Dinamarca possuem uma bicicleta, pedalando 1,6km/dia em média (Denmark.DK, 2019). O ideal é que se pense na bicicleta como um modo de transporte mais econômico, versátil, saudável, sustentável e utilizado nas mais diversas viagens diárias (Milakis

e Athanasopoulos, 2014; Ziemke *et al.*, 2018). A implementação do modo de transporte por bicicletas é tão flexível, que se adequa ao padrão do transporte público urbano (Yang *et al.*, 2018), desde que exista infraestrutura para realizar deslocamento por meio dos dois sistemas.

Ante o exposto, este trabalho pretende desenvolver o planejamento de um sistema cicloviário para um município de pequeno porte, considerando que a maioria produz viagens com distâncias médias inferiores a 5km, promovendo a utilização desse modo como transporte urbano cotidiano, proporcionando melhorias para o conforto e segurança dos usuários de bicicletas. 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, que está inserido nas cidades que receberam um crescimento populacional provocado pela interiorização do ensino. Especificamente, o principal polo gerador de viagens da região é do tipo estabelecimento de ensino, a Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

O presente trabalho está assim dividido: (2) Breve revisão de literatura contendo a caracterização do método proposto por Cardoso e Campos (2016); (3) metodologia empregada para elaboração e aplicação dos questionários da pesquisa, caracterização da área de estudo e das ferramentas utilizadas para elaboração da proposta; (4) análise dos dados e resultados dos questionários e parâmetros de dimensionamento para proposta final da rota do sistema cicloviário; e (5) apresentação das considerações finais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

As formas de organizar o espaço de circulação por bicicleta podem ser separadas por três categorias: espaço cicloviário compartilhado – vias públicas e/ou calçadas compartilhadas; parcialmente segregados – ciclofaixa e/ou ciclofaixa sobre a calçada; e completamente segregados – ciclovias. O sistema cicloviário juntamente com as políticas de construção de infraestrutura apropriada fazem parte de um plano muito maior de mobilidade urbana (Tzvetkova, 2018; Díaz-Nafria e Guarda, 2018; Diógenes *et al.*, 2016). É importante salientar que a incorporação de outros sistemas como o cicloviário, deve exigir um processo de planejamento detalhado de modo a não levar ao surgimento de diferentes problemas de segurança e desempenho do tráfego (Saplioglu e Aydın, 2018).

Para fins de dimensionamento e elaboração do planejamento do sistema cicloviário proposto, esta revisão de literatura focará em explicar os parâmetros utilizados por Cardoso e Campos (2016) apresentados nas sessões a seguir.

2.1. Largura efetiva da via

O parâmetro largura efetiva da via é significativo para a identificação de qual estrutura pode ser implantada na via (via compartilhada, ciclofaixa ou ciclovia). Desta forma, Cardoso e Campos (2016), estabelece larguras mínimas do segmento de via analisado para cada tipo de infraestrutura e apresentação do indicador de largura efetiva (I_{ef}) (Tabela 1).

Tabela 1: Valor do I_{ef} de acordo com a largura efetiva da via (Cardoso e Campos, 2016).

Largura efetiva da via (1 faixa)	Largura efetiva da via (2 faixas)	Largura efetiva da via (3 faixas)	Tipo de Infraestrutura	I_{ef}
Até 4,26m	Até 7,26 m	Até 10,26 m	Nenhuma	0
$\geq 4,27$ a 4,79 m	$\geq 7,27$ a 7,79 m	$\geq 10,27$ a 10,79 m	Via Compartilhada	1
$\geq 4,80$ a 5,49 m	$\geq 7,80$ a 8,49 m	$\geq 10,80$ a 11,49 m	Ciclofaixa	2
$\geq 5,50$ m	$\geq 8,50$ m	$\geq 11,50$ m	Ciclovia	3

2.2. 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:

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

Em que,

- 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.

2.3. Limite de velocidade na via para veículos automotores

Para obtenção do cálculo do Indicador de velocidade (I_{vel}) foi empregada a equação a seguir tendo como base as relações da Tabela 2:

$$I_{vel} = \left(\frac{V_{m\acute{a}x} - V_{seg}}{V_{m\acute{a}x} - 20} \right) \times 3 \quad (2)$$

Em que,

- I_{vel} = Indicador de velocidade do segmento;
- $V_{m\acute{a}x}$ = Velocidade máxima permitida em vias, conforme a Tabela 2;
- V_{seg} = Velocidade máxima no segmento medido.

Tabela 2: Relação Fluxo de Veículo e Velocidade Máxima (Crow, 2011)

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
Ciclovia	0 a 100	De 70 a 90
Ciclovia	101 a 200	De 65 a 69
Ciclovia	201 a 300	De 60 a 64
Ciclovia	301 a 400	De 56 a 59
Ciclovia	401 a 600	De 50 a 55
Ciclovia	≥ 601	De 35 a 49

2.4. Volume médio de tráfego de veículo 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:

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

Em que,

- $V_{t_{seg}}$ = 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.

2.5. Aclive

A Tabela 3 apresenta a inclinação máxima confortável para o ciclista, devendo ser mantidos aclives mais baixo possíveis.

Tabela 3: Comprimentos e angulações dos aclives (Aashto,1999).

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

Fundamentado na Tabela 3, o indicador de aclive do segmento (I_{ac}) é dado pela seguinte expressão:

$$I_{ac} = \left(\frac{C_{ac} - C_{g_{seg}}}{C_{ac}} \right) \times 3 \quad (4)$$

Em que,

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

2.6. Índice geral de adequação do segmento

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:

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

Em que,

- 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.

2.7. Classificação dos trechos analisados

Posteriormente ao cálculo do índice geral de adequação do segmento, a via deverá ser classificada conforme a Tabela 4, que caracteriza o nível de adequação dos segmentos da via.

Tabela 4: Classificação dos segmentos analisados (Cardoso e Campos, 2016).

Índice de Adequação do Trecho	Descrição da classificação do trecho analisado
0,00 a 1,00	Segmento ruim cuja utilização dentro do sistema cicloviário não é aconselhada. Trecho necessita de grandes intervenções e modificações.
1,01 a 2,00	Segmento bom cujo uso dentro do sistema cicloviário 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 cicloviário é plenamente aconselhada. Precisa de pequeníssimas ou nenhuma intervenção nos indicadores que tiverem um menor resultado.

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.

3. METODOLOGIA

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 numa revisão de literatura buscando identificar as principais características do uso da bicicleta como modo de transporte e propor soluções para promover a utilização do modo no cotidiano. O método utilizado consiste na realização das etapas apresentadas no fluxograma da Figura 1.

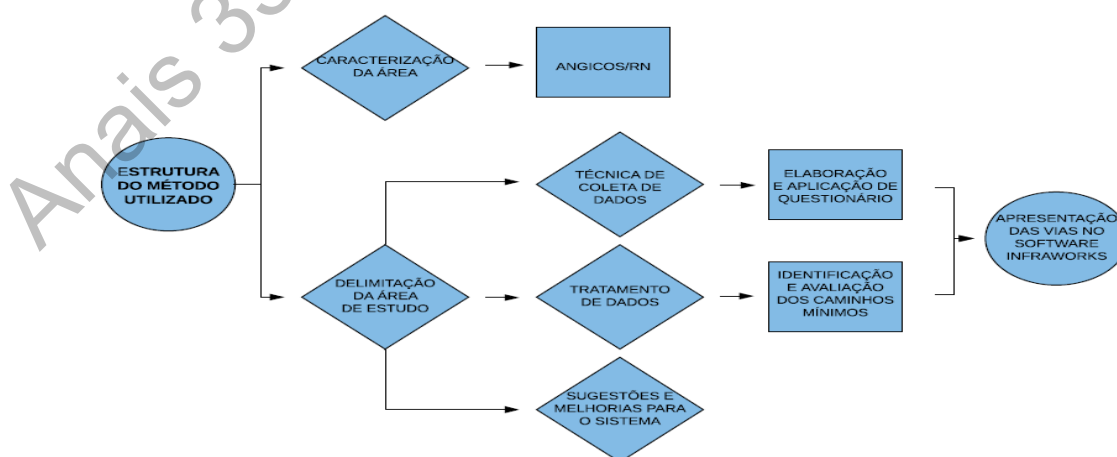


Figura 1: Estruturação do método utilizado.

A parte empírica envolve o estudo de caso aplicando a metodologia de Cardoso e Campos (2016) numa cidade de pequeno porte. Para coleta dos dados, foi elaborado um questionário atendendo os parâmetros estabelecidos na metodologia, buscando identificar as principais características das rotas utilizadas: finalidade das viagens rotineiras por bicicletas; frequência; a origem e o destino destas viagens; o tempo de percurso; ruas utilizadas; período do dia; entre outras. O método de aplicação através da plataforma *on-line Google Docs*, via mídias sociais e da abordagem nas ruas a possíveis usuários de bicicleta nas proximidades aos polos geradores de viagens identificados.

3.1. Caracterização da área de estudo

A referente pesquisa foi realizada na área urbana da cidade de Angicos no estado do Rio Grande do Norte, situada na Microrregião de Angicos. O município se estende por 806 km² e contava com 11.549 habitantes no último censo, realizado em 2010. A densidade demográfica é de 15,57 habitantes por km² no território do município. Desta forma, o estudo buscou unir o máximo de conhecimento acerca dos usuários e possíveis usuários de bicicletas da região, considerada de pequeno porte, por apresentar população inferior a 20.000 habitantes. O tamanho da amostra para uma estimativa confiável para população (P) e aplicação do questionário, foi definida conforme apresentado na Equação 6 dada por Richardson (1999), com estimativa de erro de 5%.

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot P \cdot q}{E^2} \quad (6)$$

Em que,

- n = Número de indivíduos na amostra;
- $Z_{\alpha/2}^2$ = 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).

Assim, o questionário desenvolvido contém 22 perguntas objetivas e a amostra colhida foi de 372 entrevistados dos mais variados tipos de características e classes sociais.

3.2. Identificação e avaliação das rotas

Por meio da obtenção dos dados de origem e destino de cada entrevistado, identificou-se os PGVs, definindo 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 PGVs, 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 ciclovitário 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 aclave. Assim, os trechos que não foram enquadrados em um bom IAS foram revistos e substituídos por trechos adjacentes que se adequassem. 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.

4. ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Em acordo com o questionário aplicado foram adotados sete PGV na zona urbana da cidade de Angicos: a instituição de ensino superior UFERSA; a praça do centro da cidade; o Banco do Brasil/Prefeitura; a estação rodoviária; o Hospital; a rede comercial de supermercado; e o Instituto Nacional do Seguro Social (INSS).

4.1. Caracterização dos usuários e possíveis usuários de bicicleta como modo de transporte

De acordo com os dados da pesquisa, 28,53% dos entrevistados indicaram utilizar a bicicleta como modo de transporte (usuários) de forma frequente, 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, justificando o clima da região e o fato do modo não possibilitar o transporte de cargas elevadas.

Visando entender fatores que favoreçam a utilização da bicicleta como modo de transporte, e os atributos que ensejam em dificuldades para sua utilização, buscou-se identificar o tempo médio dos deslocamentos, período do dia em que as viagens são realizadas, atributos que contribuem para utilização da bicicleta, e medidas de melhoria do trânsito na cidade (Tab. 5).

Tabela 5: Fatores que influenciam na utilização da bicicleta como modo de transporte

Questão	Indicação	Usuários	Possíveis usuários	Total
Tempo Médio de viagem	até 10 min	17 (51,51%)	119 (52,89%)	136 (52,71%)
	10 a 20 min	7 (21,21%)	49 (21,78%)	56 (21,71%)
	20 a 30 min	3 (9,09%)	22 (9,78%)	25 (9,69%)
	Acima de 30 min	6 (18,18%)	35 (15,56%)	41 (15,89%)
Período da viagem	Manhã	20 (54,05%)	127 (51,42%)	147 (51,76%)
	Tarde	12 (32,43%)	77 (31,17%)	89 (31,34%)
	Noite	5 (13,51%)	43 (17,41%)	48 (16,90%)
Atributos que contribuem para o uso da bicicleta	Tempo de viagem	1 (3,03%)	31 (13,78%)	32 (12,40%)
	Segurança	10 (30,30%)	84 (37,33%)	94 (36,43%)
	Conforto	3 (9,09%)	18 (8,00%)	21 (8,14%)
	Saúde	12 (36,36%)	76 (33,78%)	88 (34,11%)
	Custo	7 (21,21%)	16 (7,11%)	23 (8,91%)
Medidas de melhoria do trânsito na cidade	Implantação de Ciclovias	7 (21,21%)	24 (9,30%)	31 (12,02%)
	Calçamento	1 (3,03%)	22 (8,53%)	23 (8,91%)
	Sinalização	15 (45,45%)	108 (41,86%)	123 (47,67%)
	Agentes de trânsito	7 (21,21%)	35 (13,57%)	42 (16,28%)
	Programas de Conscientização	3 (9,09%)	36 (13,95%)	39 (15,12%)

4.1. Cálculo e verificação das rotas

A rota inicial foi definida através do *software Qgis*, que dispõe de uma ferramenta permitindo visualizar o menor percurso através da inserção das coordenadas dos PGV. De acordo com os caminhos mínimos proposto pelo *software* e as alterações propostas para adequação das melhores vias que comporão o sistema ciclovitário, foi estabelecida a rota efetiva (Figura 2), que possui 5,5 km de extensão e foi dividida em 32 segmentos.

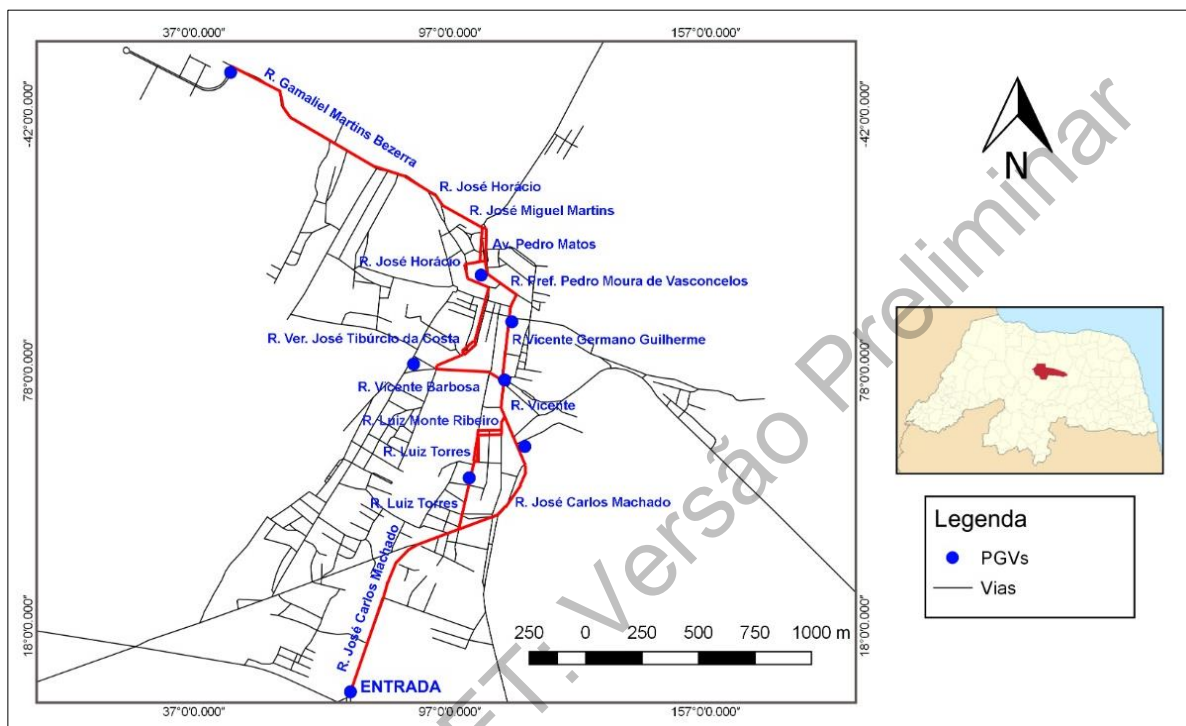


Figura 2: Rota final do sistema ciclovitário de Angicos/RN.

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. O resultado desses indicadores pode ser observado na Tabela 6, juntamente com a verificação final do Índice Geral de Adequação (IAS), constituído da média aritmética entre todos os indicadores normalizados.

Tabela 6: Cálculo do IAS.

TRECHOS	I _{ef}	I _{est}	I _{vel}	I _{vt}	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

Tabela 6: Cálculo do IAS - Continuação

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
TRECHO24	3,00	3,00	2,39	2,54	1,53	2,49	ÓTIMO
TRECHO25	3,00	3,00	2,57	2,73	3,00	2,86	ÓTIMO
TRECHO26	3,00	3,00	2,32	1,96	0,50	2,16	ÓTIMO
TRECHO27	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

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”.

4.2. 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 3) foi o único segmento de toda a rota que apresentou característica do sistema cicloviário de uma via compartilhada. Isso se deu devido a largura efetiva da via ser inferior a 5,49 m, obtendo um I_{lef} igual a 2, tipo de estrutura com via compartilhada.

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.

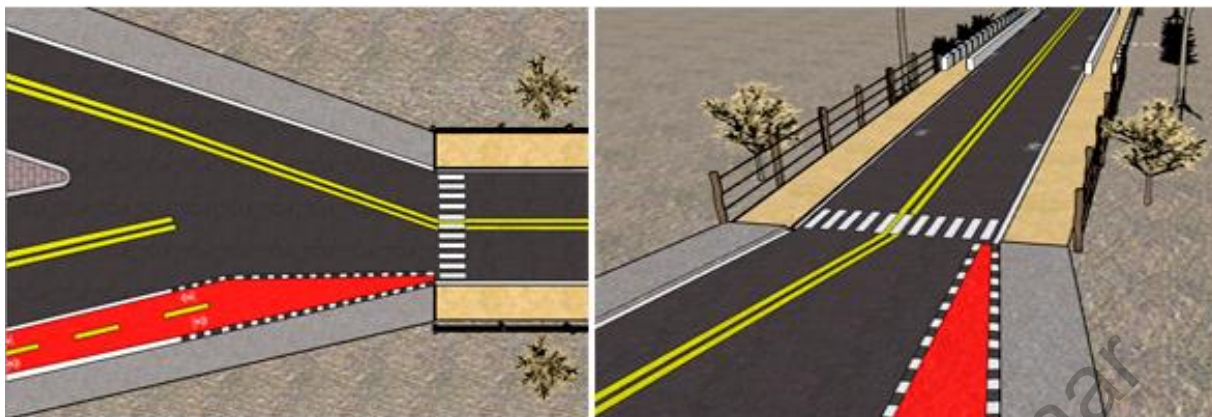


Figura 3: Demonstração do sistema cicloviário no trecho 7, via compartilhada

A Figura 6 mostra 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 cicloviário.



Figura 6: Ilustração do sistema cicloviário no trecho 10 e 11 vista superior.

Outro segmento crítico do sistema cicloviário proposto é a interseção dos trechos 14, 15 e 26 (Figura 7) 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.

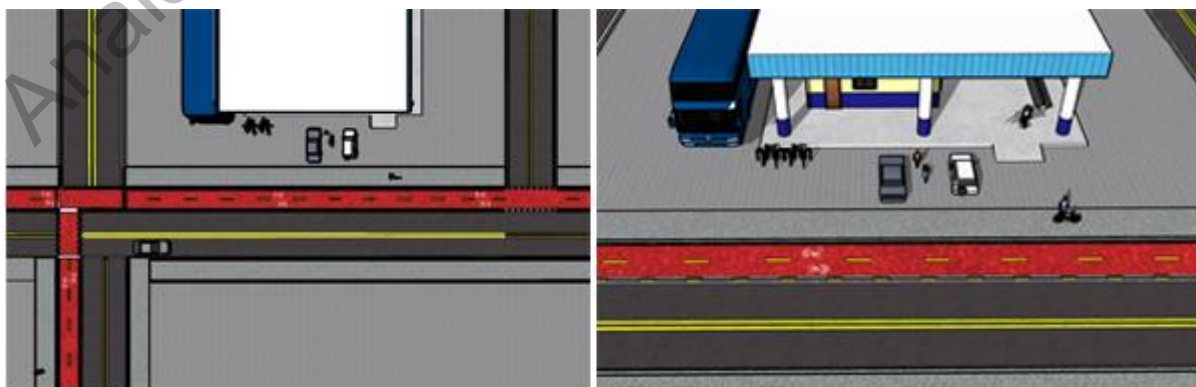


Figura 7: Ilustração do sistema cicloviário no PGV da rodoviária.

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 e um plano de transportes, necessitando de ordenação em praticamente todas as vias mais carregadas;
- Ausência de iluminação adequada que possibilite o ciclista trafeguem 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 banheiros e vestiários;
- Relocação 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

5. 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.

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 ciclovia. 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.

A perspectiva de uma ciclovía 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.

Agradecimentos

Ao CNPq, pela bolsa de produtividade em pesquisa concedida a um dos autores do artigo.

REFERÊNCIAS

- Aashto. (1999). Guide for the Development of Bicycle Facilities. Washington, DC, USA.
- Cardoso, P. de B.; Campos, V.B.G. (2016). Metodologia para planejamento de um sistema cicloviário. *Transportes*. v. 24, n. (2016), p. 39-48.
- Crow. (2011) “Manual de Diseño Para El Tráfico de Bicicletas”. *Ploeger.J & Kroeze*. P.A. Holanda.
- Díaz-Nafría J.M., Guarda T. (2018) Participatory Sensing in Sustainable Mobility: biciLAB Model. In: Rocha Á., Guarda T. (eds) *Developments and Advances in Defense and Security*. MICRADS 2018. Smart Innovation, Systems and Technologies, vol 94. Springer, Cham.
- Denmark.DK (2019). *A nation of cyclists*. Disponível em: < <https://denmark.dk/people-and-culture/biking> >. Acesso em 15 jul. 2019.
- Diógenes, K. C. A. et al. (2016). Perspectivas de mobilidade urbana sustentável e a adesão ao modo cicloviário. Encontro Internacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. São Paulo, p. 1-15. dez. 2016.
- Hickman, R.; Hall, P.; Banister, D. (2013). Planning more for sustainable mobility. *Journal of Transport Geography*, v. 33, p. 210-219.
- Tzvetkova, S. D. (2018). Development of Bicycle Transport in the City of Sofia as Part of the Concept for Stable Urban Mobility. *9th International Conference on Environmental Science and Technology*. Sófia, p. 1-7.
- Milakis, D.; Athanasopoulos, K. (2014). What about people in cycle network planning? applying participative multicriteria GIS analysis in the case of the Athens metropolitan cycle network. *Journal of Transport of Geography*, v. 35, p. 120-129.
- Richardson, R. J. (1999). Pesquisa Social – Métodos e Técnicas. 3a ed. São Paulo: Atlas.
- Saplıoğlu, M.; Aydın, M. M. (2018). Choosing safe and suitable bicycle routes to integrate cycling and public transport systems. *Journal of Transport & Health*. v. 10, p. 236-252.
- Yang, X. et al. (2018). The impact of a public bicycle-sharing system on urban public transport networks. *Transportation Research Part A*, v. 107. January, p. 246-256.
- Ziemke, D.; Metzler, S.; Nagel, K. (2018). Transport simulation framework. *Future Generation Computer Systems*.

Yasmin Dantas de Araújo (yasmin.sey@hotmail.com)
Ingrid Rebouças de Moura (ingridreboucasdemoura@gmail.com)
Luís Henrique Gonçalves Costa (luis.henrique@ufersa.edu.br)
Herbert Ricardo Garcia Viana (herbertviana@ct.ufrn.br)