

Bruno Barbiero Moraes

**VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE CICLOVIAS EM RODOVIAS
FEDERAIS NO BRASIL
ESTUDO DE CASO NA RODOVIA BR – 259/ES.**

Brasília

2017



Bruno Barbiero Moraes

**VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE CICLOVIAS EM RODOVIAS FEDERAIS
NO BRASIL:
ESTUDO DE CASO NA RODOVIA BR – 259/ES.**

Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização em Operações Rodoviárias, do Departamento de Engenharia Civil do Centro Tecnológico, da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do Título de Especialista em Operações Rodoviárias
Orientador: Prof.^a Dr.^a Liseane Padilha Thives.

Brasília

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Moraes, Bruno Barbiero

Viabilidade da implantação de ciclovias em rodovias
federais no Brasil : estudo de caso na rodovia BR- 259/ES.
/ Bruno Barbiero Moraes ; orientadora, Liseane Padilha
Thives, 2017.

120 p.

Monografia (especialização) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Centro Tecnológico, Curso de Curso de
Especialização em Operações Rodoviárias, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Operações Rodoviárias. 3. Segurança Viária. 4.
Ciclovias. 5. Mobilidade. 6. Multimodalidade. I. Thives,
Liseane Padilha. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Curso de Especialização em Operações Rodoviárias.
III. Título.

Bruno Barbiero Moraes

**VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE CICLOVIAS EM RODOVIAS FEDERAIS
NO BRASIL: ESTUDO DE CASO NA RODOVIA BR – 259/ES.**

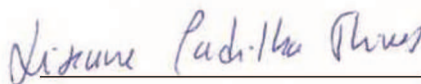
Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Especialista em Operações Rodoviárias”, e aprovado em sua forma final pelo Curso de Especialização em Operações Rodoviárias

Brasília, 23 de junho de 2017.



Prof.^a Dr.^a Ana Maria Benciveni Franzoni
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:



Prof.^a. Dra. Liseane Padilha Thives
Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Dr. Norberto Hochheim
Membro da banca

Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Confesso que este não é um trabalho individual. Este foi feito em grupo, por muitas mãos.

A minha Família me ajudou e a eles, Zan, Pipoca e Pepe, eu devo a tranquilidade e a paciência pelas noites e pelos fins de semana dedicados.

À minha orientadora Prof^a. Dra. Liseane Padilha Thives, também o fez comigo e a ela agradeço o incentivo, a paciência e o auxílio incondicional.

Prof^o Antônio Luiz Caus, começou esse trabalho, e a ele agradeço por me mostrar o caminho da engenharia rodoviária ainda na UFES.

No meio do caminho, Sandro Oliveira me deu uma carona, e a ele o crédito e acesso aos órgãos públicos por meio da FESC.

Compartilho esse trabalho também com todos os amigos ciclistas, inclusive aqueles que perderam suas vidas nas rodovias brasileiras, especialmente nosso amigo e ativista Danilo Simões.

Agradeço especialmente ao DNIT pela oportunidade aberta à mim, e em especial aos amigos que fiz nesta pós-graduação e aos colegas de Unidade Local, que tornaram esse trabalho possível.

Todos são presença de Deus em minha vida.

.

RESUMO

No Brasil, o uso da bicicleta nas zonas urbanas vem ganhando espaço, sendo porém ainda incomum ao longo de rodovias. Quando a rodovia atravessa trechos urbanos, nos quais frequentemente os usuários utilizam a bicicleta, estes se deparam com problemas de falta de infraestrutura para se deslocarem. Então, quando a rotina das pessoas requer transitar ao longo de uma rodovia, tem-se um fator que inibe a realização deste tipo de viagem ou mesmo impossibilita o deslocamento de modo seguro. Neste cenário está inserido o presente trabalho, que trata de estudos de viabilidade para implantação ciclovias ao longo de rodovias. Para tanto, foi realizado um estudo de caso em um segmento de um quilômetro na rodovia BR-259, na travessia urbana de Colatina-ES. Por meio de uma vasta revisão de literatura, medições em campo foram apontadas as alterações estruturais necessárias no trecho estudado. Este trabalho busca ainda incentivar a implantação de infraestrutura para ciclistas em rodovias brasileiras nas travessias urbanas onde há presença de pedestres e ciclistas. Como resultado, com base nos parâmetros brasileiros e na experiência estrangeira, foi feita a escolha da melhor infraestrutura para o segmento em estudo, alcançando uma solução factível e com baixo impacto na rodovia em operação.

Palavras-chave: Ciclovia. Mobilidade. Segurança. Multimodalidade.

ABSTRACT

In Brazil, the use of bicycles in urban areas is increasing in importance, but it is still unusual along highways. However, when the highway crosses urban sections, where users frequently use their bicycles, they face problems due to the lack of infrastructure to cycle. Therefore, when the people's routine needs to transit along a highway, there is a factor that inhibits the realization of this type of trip or even makes it impossible to be done safely. This work is inserted into this scenario and deals with viability studies for the implementation of cycle paths along highways. That for, a case study was carried out in a one-kilometer urban crossing segment on the BR-259 highway, in Colatina-ES. Through a vast literature review and measurements on the highway, the necessary structural changes in the studied section were pointed. This work also attempted to find means to encourage the implementation of infrastructure for cyclists on Brazilian highways in urban areas where there are pedestrians and cyclists. As a result, based on Brazilian parameters and foreign experience, the best infrastructure has been chosen for the segment under study, reaching a viable solution with low impact on the highway in operation.

Keywords: Cyclo path. Mobility. Safety. Multimodality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplos de infraestrutura cicloviária ao longo de rodovias.....	26
Figura 2 – Ciclovia segregada por terrapleno na Holanda.	27
Figura 3 - Ciclovia segregada em calçada, com diferença de tipo e cor do pavimento no Japão.	27
Figura 4 - Ciclovia em Florianópolis (Brasil) desenvolvida de forma segregada junto à calçada.	28
Figura 5 - Passeio e ciclovia sem separação física ou mudança do pavimento, mas está delimitado espaço dos ciclistas.....	28
Figura 6 - Acostamento compartilhado.	29
Figura 7 - Imagem de junho de 2012 de uma interseção com alça de retorno e ciclovia no eixo da rodovia CE-060.....	31
Figura 8 - Ciclista em rodovia Barra Mansa/Volta Redonda-RJ.....	34
Figura 9 – Ciclofaixa na SP-62, Lorena-SP.	35
Figura 10 - Viaduto dotado de via compartilhada para pedestres e ciclistas, Praia Grande-SP.	35
Figura 11 - Ciclovia à Beira-mar, Praia Grande-SP.	36
Figura 12 - Ciclovia ao longo de avenida em Araucária – PR.	36
Figura 13 - Via Verde de Hautes-Vosges, no curso de uma antiga linha férrea.	39
Figura 14 - Exemplo de infraestrutura cicloturística no interior da França.....	40
Figura 15 - Exemplo de infraestrutura cicloturística no interior da França.....	40
Figura 16 - Exemplo de infraestrutura cicloturística no interior da França.....	40
Figura 17 - Mapa com rotas cicloviárias (cicloturismo) na região de Borgonha (Burgundy), França.	41
Figura 18 - Mapa de ciclo rotas do projeto EuroVelo, que vai unir os países europeus por rotas de longa distâncias.....	45
Figura 19 - Acostamento largo e regular em meio rural.....	48
Figura 20 - Ciclovia separada por um terrapleno – Campo Bom-RS.....	51
Figura 21 - Ciclofaixa bidirecional implantada em Recife-PE.....	53
Figura 22 - Ciclofaixa com faixa zebra de proteção.	54
Figura 23 - Projeto-piloto do Estado de Mecklenburg-West Pommerania, Alemanha, onde uma rodovia em meio rural foi adaptada com duas ciclofaixas unidirecionais.....	55
Figura 24 - Ciclovia segregada em área rural.....	55

Figura 25 - Soluções de tráfego holandesas.	57
Figura 26 - Ciclovia bidirecional ao longo de rodovia local.	57
Figura 27 - Via com tráfego totalmente segregado entre veículos motorizados, ciclistas e pedestres.	58
Figura 28 - Espaço utilizado por um ciclista - condições mínimas e gerais.....	58
Figura 29 - Seções transversais com ciclofaixas - Recomendações do DNIT.	60
Figura 30 – Ciclovia Segregada junto à Via em Vitória-ES. A separação se dá por meio de um meio-fio de 15 cm.....	61
Figura 31 - Cruzamento em nível dentro de quadra realinhado de modo a evitar escondidade.	62
Figura 32 – Modelo inglês de cruzamento rodociclovitário.....	63
Figura 33 - Medidas para redução da velocidade e aumento da atenção do ciclista antes de cruzamentos rodociclovitários na Dinamarca.....	64
Figura 34 - Ilha de proteção.....	65
Figura 35 - Modelo inglês de cruzamento rodociclovitário com ilha de proteção.	66
Figura 36 - Rotatória em greides diferentes para pedestres, ciclistas e veículos motorizados – Eindhoven, Holanda.	67
Figura 37 - Reprodução de postagem da Polícia Rodoviária Federal (PRF) via <i>Twitter</i> , datada de 20/05/2017.	68
Figura 38 - Involução das mortes de ciclistas a partir do momento em que a Holanda passa a investir na promoção do ciclismo.	70
Figura 39 – Localização da área de estudo no município de Colatina.	73
Figura 40 - Travessia da BR-259.....	74
Figura 41 - Zona urbana de Colatina e BR-259 em seu entorno.	75
Figura 42 - O segmento em estudo está inserido naquele mais perigoso da BR-259/ES.....	76
Figura 43 – Área objeto do estudo, BR-259/ES, km 58 ao km 59.	77
Figura 44 - Imagem de 2007 com baixa ocupação urbana do solo ao norte da rodovia.	77
Figura 45 - Imagem de 2011 que apresenta um início da ocupação urbana do solo ao norte da rodovia.....	78
Figura 46 - Imagem de 2014 com ocupação urbana intensa do solo ao norte da rodovia.....	78
Figura 47 - Trevo informal de acesso a São Marcos. Não há tratamento geométrico. Detalhe para a travessia desprotegida do pedestre.....	80
Figura 48 - Um exemplo das manobras perigosas flagradas durante a visita ao segmento.	80

Figura 49 – Cortes em rocha em ambos os lados delimitam os primeiros metros do segmento em estudo.....	81
Figura 50 - Acesso precário ao bairro Novo Horizonte no lado esquerdo da via, detalhe para um veículo acessando o bairro, próximo de um abrigo de parada de ônibus.....	81
Figura 51 - Vista do segmento em sentido crescente, lado esquerdo. O pedestre se arrisca ao caminhar a poucos centímetros do tráfego pesado, que sobe lentamente na faixa da direita, em trecho dotado de canaleta profunda.	82
Figura 52 - Detalhe do desnível a ser vencido pelos usuários do ônibus.....	83
Figura 53 - Parada do ônibus é feita sobre a faixa da direita da subida.	83
Figura 54 – O embarque é feito sobre a canaleta, tampada com laje.	83
Figura 55 - Faixa do lado direito, vista sentido crescente do acostamento, terrapleno e canaleta de drenagem.....	84
Figura 56 - Faixa do lado direito, vista sentido decrescente do acostamento e grande canaleta de drenagem.....	84
Figura 57 - Interseção de acesso a Honório Fraga.....	85
Figura 58 - Interseção de acesso a Honório Fraga.....	85
Figura 59 - Linhas brancas mostram as ruas desconexas dos bairros no entorno da rodovia. .	86
Figura 60 - Ladeira íngreme no bairro São Marcos.....	87
Figura 61 - Ladeira íngreme nas proximidades da rodovia - bairro São Marcos.	87
Figura 62 - Ciclista trafega no sentido crescente, pelo lado direito, lado que conta com acostamento.	88
Figura 63 - Pedestre caminha sentido crescente, pelo lado esquerdo, em claro risco de acidente.....	89
Figura 64 – Vindo do bairro Novo Horizonte, ciclista em detalhe atravessa a rodovia em local sem proteção, para acessar o lado direito que conta com acostamento.....	89
Figura 65 - Ciclista empurra bicicleta subindo em sentido decrescente pelo acostamento. Este ciclista confidenciou ao autor que se sente mais seguro no acostamento, pois já sofreu um acidente quando trafegava pelo lado oposto, tendo caído da canaleta.	90
Figura 66 - Ciclista empurrando a sua bicicleta pelo lado esquerdo (lado sem acostamento), subindo o segmento.	90
Figura 67 - Ciclista desce o segmento pelo acostamento.	91
Figura 68 - Pedestre em destaque atravessa a rodovia em local desprotegido, para acessar o acostamento e realizar o seu trajeto. (Acervo pessoal).....	91
Figura 69 - Pedestres transitam pelo acostamento no segmento em estudo.....	92

Figura 70 - Trilha feita pelos pedestres e ciclistas no terraplano, com pedestre ao fundo. Via da esquerda, vista sentido decrescente.	92
Figura 71 - Ciclista precisa desviar de automóvel parado no acostamento, se colocando em situação de risco. Via da direita, vista sentido decrescente.	93
Figura 72 - Idoso sobe com sua bicicleta pela faixa de segurança a poucos centímetros do tráfego. Via da esquerda, vista sentido decrescente.	93
Figura 73 - Ciclista empurra sua bicicleta pelo acostamento. Via da direita, vista sentido decrescente.....	94
Figura 74 - Pedestre atravessando a interseção do início do segmento. O local não conta sequer com faixa de pedestres.	94
Figura 75– Fluxograma do método.	95
Figura 76 - Exemplo de ladeiras íngremes lindas à rodovia, no bairro São Marcos.....	101
Figura 77 - Relevo acidentado do bairro Novo Horizonte.	101
Figura 78 – Representação gráfica dos dados levantados em campo em três seções: km 58,1; km 58,4 e km 58,7.	104
Figura 79 – Modificações propostas para o segmento – km 58,1.	108
Figura 80 - Modificações propostas para o segmento – km 58,4.....	109
Figura 81- Modificações propostas para o segmento – km 58,7.....	110
Figura 82 - Ilha de proteção.....	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Critério de escolha do tipo de infraestrutura cicloviária para rodovias rurais simples.....	49
Tabela 2 - Critério de escolha de infraestrutura cicloviária.....	49
Tabela 3 - Largura dos acostamentos por tipo de rodovia (Canadá) e Volume de tráfego.	59
Tabela 4 - Composição de tráfego da BR-259/ES.....	102
Tabela 5- Medidas obtidas em campo pelo autor.	104

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABDETRAN - Associação Brasileira dos Departamentos de Trânsito
- CERTU - Centro para Estudos de Planejamento Urbano, Transporte e Equipamentos Públicos (tradução livre para *Centre d'Études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques*)
- CTB - Código de Transito Brasileiro
- DATATRAN - Base Nacional de Dados de Ocorrências de Trânsito
- DIFU - Instituto Alemão de Urbanismo (tradução livre para *Deutsches Institut für Urbanistik*)
- DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
- ECF - Federação Europeia de Ciclistas (tradução livre para *European Cyclist's Federation*)
- FGSV - Associação para Pesquisa de Vias e Tráfego (tradução livre para *Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen*),
- GEIPOT - Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes do Ministério dos *NRVP*
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IPR – Instituto de Pesquisas Rodoviárias
- Km - quilômetro
- km/h – quilômetro por hora
- m - metro
- NRVP - Plano Nacional Cicloviário da Alemanha 2020 (tradução livre para *Nationaler Radverkehrsplan 2020*)
- PMC - Prefeitura Municipal de Colatina
- PRF - Polícia Rodoviária Federal
- RNV – Renânia do Norte – Vestfália (Estado alemão) (tradução para *Nordrhein-Westfalen*)
- SR/DNIT/ES – Superintendência Regional do DNIT no Estado do Espírito Santo
- SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
- UCP – Unidades de Carro de Passeio
- VHP - Volume na Hora Pico
- VMDa - Volume Médio Diário Anual
- VTPI - Instituto de Políticas de Transporte de Vitória, Canadá (tradução livre para *Victoria Transport Policy Institute*,)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	21
1.1	Objetivos.....	22
1.1.1	Objetivo geral.....	22
1.1.2	Objetivos específicos.....	22
2	REVISÃO DE LITERATURA	23
2.1	DEFINIÇÕES DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA.....	23
2.1.1	A situação, o conhecimento e a experiência brasileira na implantação de infraestrutura cicloviária ao longo de rodovias	29
2.1.2	A importância do tráfego de pedestres e ciclistas e a experiência de outros países na inserção da bicicleta nas rodovias e no tráfego de longa distância.	37
2.1.3	Parâmetros para a infraestrutura cicloviária.	45
2.1.4	O ciclista e a segurança viária	67
3	MATERIAIS E MÉTODO.....	73
3.1	MATERIAIS.....	73
3.1.1	Área de estudo	73
3.2	MÉTODO	94
3.2.1	Etapas do método	96
4	RESULTADOS	99
4.1	ESCOLHA DO SEGMENTO PARA ESTUDO	99
4.1.1	Levantamento das Características	99
4.1.2	Escolha da estrutura cicloviária.....	106
4.1.3	Alterações estruturais	112
5	CONCLUSÃO.....	113
	REFERÊNCIAS.	117

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, pela atual problemática do sistema de transporte urbano, o uso da bicicleta tem ganhando espaço. Enquanto o uso da bicicleta como meio de transporte cresce no meio urbano das cidades brasileiras de tal forma que começa a tomar a atenção dos planejadores urbanos, atendendo tardiamente ao desejo do Ministério das Cidades; as rodovias brasileiras, salvo raras exceções, estão despreparadas para receber o tráfego de ciclistas. No entanto, quando a rodovia atravessa trechos urbanos, nos quais frequentemente os usuários utilizam a bicicleta, estes se deparam com problemas de falta de infraestrutura para se deslocarem.

Raramente planejadas para se desenvolverem em terreno limpo e livre, e com um rígido controle de acesso, assim como as *highways* americanas e as *Autobahns* alemãs, as rodovias brasileiras fazem importantes ligações entre grandes e médias cidades, passando por pequenas cidades e vilas, valendo-se, por muitas vezes, de antigos caminhos e de antigas estradas rurais.

Seja por uma opção de vida, mais saudável e sustentável ou por ausência de acesso a outros meios de transporte, a bicicleta cumpre um papel importante em alguns locais de nosso país, sendo o modo de transporte por bicicletas essencial para as pessoas e sua rotina.

Especialmente em cidades interioranas, a bicicleta faz parte do cotidiano das pessoas, na mesma proporção que o cavalo. Apesar da recente substituição destes meios de transporte pelo automóvel e mais recentemente pela motocicleta, o interior ainda guarda a relevância da bicicleta e, muitas vezes, o desejo de manter uma tradição do uso delas.

As rodovias também são vetores de crescimento em todas as cidades pelas quais passa, fazendo com que o perímetro urbano se desenvolva ao longo delas. Neste contexto, a rodovia passa a ser uma via principal mais do que um caminho de passagem.

É possível, com isso, que o potencial de uso da bicicleta como meio de transporte seja plenamente atingido quando houver condições para que os cidadãos das pequenas cidades e vilas e também os dos centros urbanos, possam se valer das rodovias para os seus deslocamentos, com segurança.

O Código de Transito Brasileiro (CTB) dita que em locais em que não haja ciclovias ou calçadas é permitido ao pedestre e ao ciclista transitar pelo acostamento das rodovias brasileiras.

Contudo, ao mesmo tempo em que permite hoje um uso legal da rodovia pelos ciclistas, essa exceção à regra aparentemente levou a uma situação de conforto ao setor

rodoviário brasileiro. O avanço muito mais tímido da infraestrutura cicloviária nas rodovias do que nas cidades é um indicador deste estado de inércia.

O uso sem critério dos acostamentos por pedestres e ciclistas tem levado a problemas sérios de atropelamentos e colisões com bicicletas em meio urbano e rural. A falta da segurança, e ainda de uma sensação de segurança, inibe a realização das viagens e a geração de novas viagens a pé e de bicicleta.

Neste contexto, este trabalho trata da viabilidade de implantação de ciclovias em rodovias, observando os critérios de segurança. A implantação de ciclovias, com segurança, conduz à multimodalidade e à garantia do direito constitucional de ir e vir.

A implantação de ciclovias ao longo de rodovias federais tem o objetivo de possibilitar a locomoção adequada e segura dos de todos os usuários da via, neste caso em especial os ciclistas.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é a realização de estudos de viabilidade para implantação de ciclovias ao longo de rodovias, por meio da realização de um estudo de caso em um segmento de um quilômetro na rodovia BR-259/ES.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Realizar uma revisão bibliográfica dos métodos para a implantação de infraestrutura cicloviária ao longo de rodovias no Brasil e pelo mundo, e dos parâmetros e orientações para tal;
- b) Planejar a implantação de ciclovia no trecho entre as interseções de acesso aos Bairros São Marcos e Honório Fraga, na cidade de Colatina-ES, tendo como embasamento a proximidade entre os dois locais e a utilização frequente da rodovia para deslocamento de ciclistas e pedestres.

Não será tratado aqui o projeto de tal ciclovia, incluindo dimensionamento e materiais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DEFINIÇÕES DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

No Brasil, a implantação de ciclovias ao longo de rodovias rurais ainda é bastante incomum. No entanto, o país já é dotado de legislação a respeito do uso de bicicletas em rodovias, desde 2008, quando o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), passou a compreender a bicicleta como um elemento que faz parte do trânsito estabelecendo-a como um veículo. Assim foram estabelecidos os seguintes conceitos fundamentais por esta legislação, para o país (BRASIL, 2008):

- Bicicleta é um veículo de propulsão humana, composto por duas rodas. Para efeito do Código, a bicicleta não é considerada semelhante à motocicleta, motoneta e ciclomotor;
- Acostamento é a parte da via diferenciada da pista de rolamento destinada à parada ou estacionamento de veículos, em caso de emergência. Quando não há passeio, ciclovias ou ciclofaixas, o acostamento é também destinado à circulação de pedestres e ciclistas.

O CTB estabelece ainda que os ciclistas detêm o direito de circular em vias urbanas e nas rurais de pista dupla, e com preferência sobre os demais veículos, de acordo com os seguintes artigos (BRASIL, 2008):

Art. 58. Nas vias urbanas e nas rurais de pista dupla, a circulação de bicicletas deverá ocorrer, quando não houver ciclovia, ciclofaixa, ou acostamento, ou quando não for possível a utilização destes, nos bordos da pista de rolamento, no mesmo sentido de circulação regulamentado para a via, com preferência sobre os veículos automotores.

Art. 29. O trânsito de veículos nas vias terrestres abertas à circulação obedecerá às seguintes normas:

§ 2º Respeitadas às normas de circulação e conduta estabelecidas neste artigo, em ordem decrescente, os veículos de maior porte serão sempre responsáveis pela segurança dos menores, os motorizados pelos não motorizados e, juntos, pela incolumidade dos pedestres.

Em relação ao trânsito, o CBT aponta que é obrigação do Estado garantir a segurança necessária para que os ciclistas exerçam o direito de circulação. Os direitos dos ciclistas são estabelecidos através dos seguintes artigos (BRASIL, 2008):

Art. 1º O trânsito de qualquer natureza nas vias terrestres do território nacional, abertas à circulação, rege-se por este Código.

§ 2º O trânsito, em condições seguras, é um direito de todos e dever dos órgãos e entidades componentes do Sistema Nacional de Trânsito, a estes cabendo, no âmbito das respectivas competências, adotar as medidas destinadas a assegurar esse direito.

Art. 21. Compete aos órgãos e entidades executivos rodoviários da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, no âmbito de sua circunscrição:

II – planejar, projetar, regulamentar e operar o trânsito de veículos, de pedestres e de animais, e promover o desenvolvimento da circulação e da segurança de ciclistas.

Assim, de acordo com a legislação brasileira vigente é permitida circulação de bicicletas em rodovias (vias rurais) no acostamento, quando não houver ciclovia ou ciclofaixa, e mesmo nos bordos da pista de rolamento, no caso das vias rurais de pista dupla sem acostamento. Os ciclistas circulam, em geral, em ciclofaixas e ciclovias. A seguir são apresentados os conceitos relativos a estes termos.

O Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 2008) conceitua **ciclofaixa** como a parte da pista de rolamento destinada à circulação exclusiva de ciclos, com sinalização específica e, **ciclovia** como a pista própria destinada à circulação de ciclos, separada fisicamente do tráfego comum.

O Caderno de Referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades, do Ministério das Cidades, traz elementos complementares a estas definições, de modo a explicar o modo de delimitação ou separação (BRASIL, 2007). :

CICLOVIA – pista própria destinada à circulação de ciclos, separada fisicamente do tráfego comum por desnível ou elementos delimitadores.

CICLOFAIXA – parte contígua a pista de rolamento destinada à circulação exclusiva de ciclos, sendo dela separada por pintura e/ou elementos delimitadores. (*grifo nosso*)

Esta referência ainda traz o significado de Ciclorota, como sendo:

O mapeamento das rotas cicláveis e representação in-loco, através de sinalização e outros elementos de projeto, e em mapas ilustrativos, também chamados de mapas de ciclorotas (BRASIL, 2007)

O órgão rodoviário federal do país, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), publicou em 2010 o *Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas*, que dedica ao tema cicloviário cerca de trinta páginas de um detalhado subcapítulo, buscando orientar os projetistas sobre as especificidades de um projeto que atenda ao uso da via por ciclistas, no caso de rodovias em travessias urbanas.

De acordo com o Manual, as **pistas compartilhadas** representam grande parte da rede viária para o tráfego dos ciclistas, representadas pelas ruas e rodovias que comportam os ciclistas num mesmo elemento viário, não segregados fisicamente dos demais veículos, sendo formados por: acostamentos pavimentados, faixas externas largas e ciclofaixas. (BRASIL, 2010)

As **faixas externas mais largas** estão situadas junto aos meios-fios, com largura maior do que 3,60 m e são indicadas para o tráfego de bicicletas, em trechos onde não há faixas reservadas para bicicletas. (BRASIL, 2010). Estas faixas externas mais largas diferem das ciclofaixas, pois os veículos motorizados e os ciclistas compartilham a faixa da via sem espaço reservado para um ou para outro.

As **ciclofaixas** são então, as faixas reservadas aos ciclistas dentro de uma estrutura viária existente, está normalmente posicionada junto ao meio-fio (à direita) em uma faixa mais larga, e conta com uma linha de sinalização horizontal delimitando o espaço exclusivo dos ciclistas e aumentando a confiança dos ciclistas de que seu espaço não será invadido, bem como a sensação dos motoristas de que os ciclistas se manterão na área delimitada. (BRASIL, 2010). Por ser uma infraestrutura apresenta menor nível de segregação, há chances de ocorrências de acidentes e conflitos. (BRASIL, 2007)

A ciclofaixa tem as seguintes características (BRASIL, 2007):

- A via do tráfego motorizado está nivelada com esta;
- Não há separador físico do tráfego motorizado;
- Compartilha o sistema de drenagem da via.

O DNIT (BRASIL, 2010), apresenta ainda as ciclovias como as vias projetadas para atender adequadamente ao tráfego de bicicletas, segregadas do tráfego motorizado, com dimensões, características operacionais (raios de giro, greides e distâncias de visibilidade) e necessidades próprias, mesmo que limitadas pela rodovia vizinha. A conceituação para ciclovias é:

[...] vias destinadas à circulação de bicicletas separadas fisicamente do tráfego motorizado por canteiros ou barreiras situados dentro da faixa de domínio da rodovia ou em uma faixa de domínio independente. Podem atender também a pedestres, corredores, passeadores de cães, pessoas com carros de bebês, pessoas de cadeiras de rodas, patinadores e outros. (BRASIL, 2010).

A Figura 1 apresenta exemplos de infraestrutura cicloviária ao longo de rodovias, sendo em (a) uma ciclovia com separação física bem definida e, em (b) uma ciclofaixa instalada no acostamento da rodovia.

De acordo com o Ministério das Cidades (BRASIL, 2007), através do **Caderno de Referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades** há dois tipos principais de ciclovias:

- Ciclovia segregada em terreno limpo, sendo uma via paralela ou não coincidente àquela destinada ao tráfego motorizado, distante ao menos 0,80 m contados da margem da via, inclusive se houver acostamento, ou ter terrapleno (plataforma).
- Ciclovia segregada junto à via, que apesar de segregada do tráfego motorizado, esta alocada imediatamente ao lado da via.

Figura 1 - Exemplos de infraestrutura cicloviária ao longo de rodovias.



(a) Ciclovia

(b) Ciclofaixa

Fonte: Adaptado de Bicicleta na rua (2017).

Enquanto a **ciclovia segregada em terreno limpo** se desenvolve em nível diferente das outras vias adjacentes, de maneira a contar com drenagem independente das faixas de rolamento e não deve interferir ou coincidir com área destinada à circulação de pedestres; a **ciclovia segregada junto à via** está no mesmo nível da via principal e compartilha seu sistema de drenagem, mas ainda detém um elemento físico separador (que pode ser um terrapleno, ilha, meio-fio, blocos de concreto, entre outros) (BRASIL, 2007).

A Figura 2 ilustra uma solução com terrapleno realizando segregação com o tráfego na Holanda.

Figura 2 – Ciclovía segregada por terrapleno na Holanda.



Fonte: Antônio Miranda, *apud* Brasil (2007).

Há também a **ciclovía segregada em calçada**, definindo-se como uma “*via exclusiva à circulação de bicicletas, construída no mesmo nível da calçada, diferenciando-se dela pelo pavimento*” (BRASIL, 2007). Este tipo de ciclovía não possui limitador físico para a área reservada aos pedestres e compartilha o mesmo sistema de drenagem da calçada. É necessário que o projetista pense uma sinalização exclusiva para a ciclovía. As Figuras 3 e 4 ilustram este tipo de solução em uso no Japão e no Brasil.

Figura 3 - Ciclovía segregada em calçada, com diferença de tipo e cor do pavimento no Japão.



Fonte: Márcio Oeschler, *apud* Brasil (2007).

Figura 4 - Ciclovía em Florianópolis (Brasil) desenvolvida de forma segregada junto à calçada.

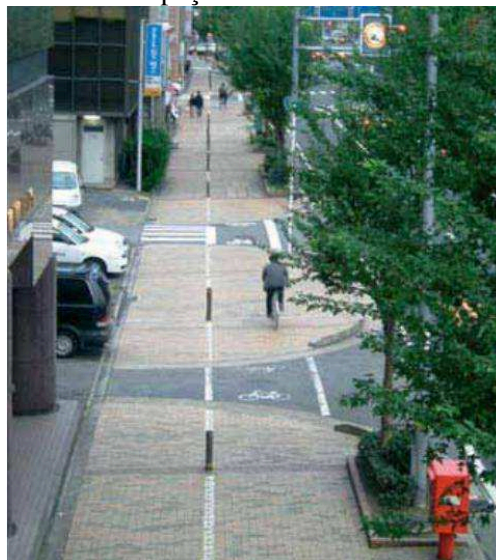


Fonte: Vera Lúcia G. Silva, *apud* Brasil (2007).

Semelhante à ciclovía segregada em calçada, o **passeio separado com espaço para circulação de bicicletas** (Figura 5) é demarcado com áreas distintas para tráfego de ciclistas e de pedestres, num mesmo nível e compartilhando a drenagem do passeio, e não há separação física entre eles (BRASIL, 2007).

O Art. 59 do CTB permite o uso de um passeio por pedestres e ciclistas desde que sinalizado. Em condição muito especial, o passeio compartilhado é empregado nestes termos nos passeios de pedestres, não possuindo nenhuma divisão sequer sinalizada no piso e se configura como a mais frágil solução entre aquelas destinadas aos ciclistas. A única ação do planejador neste caso é afixar sinalização vertical indicando o compartilhamento do passeio entre pedestres e ciclistas.

Figura 5 - Passeio e ciclovía sem separação física ou mudança do pavimento, mas está delimitado espaço dos ciclistas.



Fonte: Márcio Oeschler, *apud* Brasil (2007).

2.1.1 A situação, o conhecimento e a experiência brasileira na implantação de infraestrutura cicloviária ao longo de rodovias

A implantação de infraestrutura cicloviária ao longo de rodovias federais, apesar de ser regulamentada em lei no Brasil, não é comum. A Figura 6 ilustra um exemplo de compartilhamento do acostamento (pedestres e ciclistas) no Brasil, em Santa Teresa, Espírito Santo, ao longo de uma rodovia estadual.

Figura 6 - Acostamento compartilhado.



Fonte: Acervo pessoal.

No entanto, a todos se deve dar o direito à circulação, sendo o Estado responsável pelo atendimento a essas demandas, como o uso da bicicleta em via própria e segura para circulação, inclusive naqueles locais que apresentam as demandas mais difíceis e específicas.

A mudança de uma visão rodoviarista centrada no automóvel, negligenciando por vezes até mesmo a motocicleta, para uma visão adequada à legislação brasileira, que pede o cuidado com todos os usuários das vias, especialmente os mais frágeis, depende da conscientização do papel da bicicleta no transporte urbano e rural, e da ciência de casos de sucesso; no Brasil e no exterior.

Em 2001, a Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes do Ministério dos Transportes (GEIPOT) publicou o denominado Planejamento Cicloviário: Diagnóstico Nacional, considerado um marco no planejamento da infraestrutura rodoviária inclusiva aos

ciclistas, à medida que buscou descrever o atual estado da arte do uso de bicicletas no Brasil, dando continuidade a algumas tímidas iniciativas nesta área.

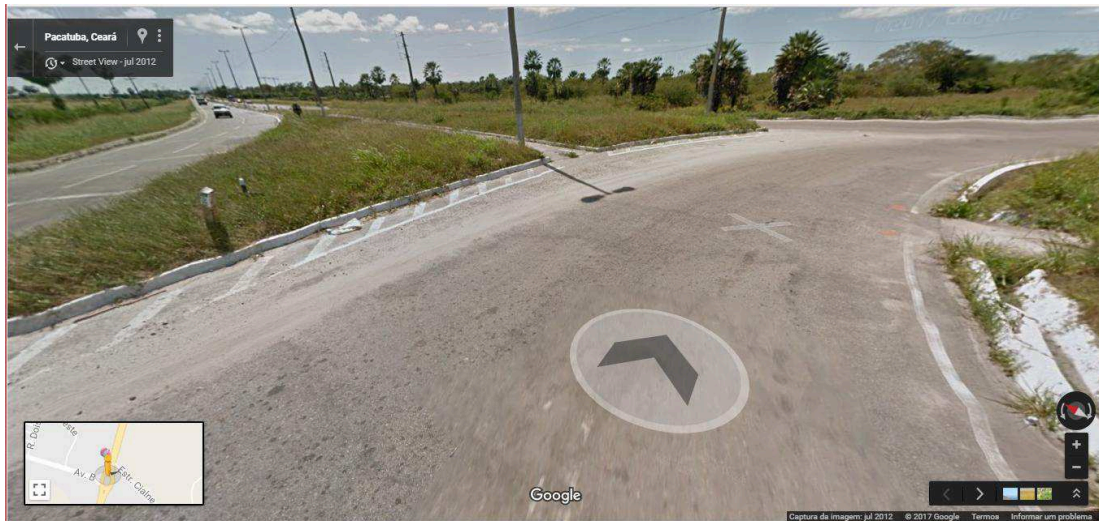
Ainda em 1976, a mesma GEIPOT nos trouxe a publicação denominada Planejamento Ciclovitário – Uma Política para as Bicicletas, que teve como base os exemplos da França e da Holanda. Nela constam, principalmente, informações técnicas que serviram de base para as normativas brasileiras (BRASIL, 2001). Observa-se que os projetos e manuais de estradas, da década de 1950, não contemplavam a bicicleta, salvo raras exceções de iniciativa isoladas.

O pioneirismo no Brasil foi atribuído à cidade de Belém, Estado do Pará. Em 1978 foi elaborado o primeiro projeto executivo de implantação de uma ciclovía ao longo de uma rodovia (BRASIL, 2001). Este projeto foi planejado com auxílio de pesquisa de origem/destino com base não domiciliar, buscando conhecer a demanda potencial para a futura infraestrutura. Segundo a pesquisa, dos funcionários de empresas situadas ao longo da rodovia entrevistados, 30% eram proprietários de bicicletas, mas não as utilizavam no deslocamento casa-trabalho; mas destes, 75% passaria a utilizá-las caso houvesse a ciclovía. Dos problemas apontados, 41,4% citaram a baixa segurança no trânsito; 21,1% a segurança relacionada a assaltos devido à ausência de iluminação em certos da rodovia e 18% apontaram o mal estado de conservação da rodovia (BRASIL, 2001).

A GEIPOT apresentou uma série de exemplos de municípios brasileiros que enfrentam problemas nas travessias de rodovias por seu território. Em Tubarão, Santa Catarina, as indústrias de cerâmica são os principais polos geradores de viagens de bicicleta. Os funcionários, ciclistas, e oriundos dos bairros do município e de municípios vizinhos e precisam utilizar a rodovia (BR-101/SC) para se deslocarem às fábricas. Com a falta de uma ciclofaixa, a rodovia se tornou um entrave à circulação e integração aos bairros (BRASIL, 2001).

Em Fortaleza, no Ceará, foi implantada uma ciclofaixa junto ao canteiro central da rodovia CE-060 que liga a capital ao município de Pacatuba. A Figura 7 ilustra uma parte da ciclofaixa com empecilhos à circulação dos ciclistas, principalmente em relação aos pontos de interseção onde os ciclistas não tem preferência real de cruzamento (BRASIL, 2001).

Figura 7 - Imagem de junho de 2012 de uma interseção com alça de retorno e ciclovia no eixo da rodovia CE-060.



Fonte: *Google Street View* (2017).

Caso semelhante ao ilustrado ocorre em Betim-MG, que é atravessada pelas rodovias BR-458/MG e BR-381/MG. Neste local há um grande fluxo de ciclistas, e os principais acidentes registrados com ciclistas tem sido a colisão com veículo automotor e o atropelamento (BRASIL, 2001).

Quanto ao uso de bicicletas como meio de transporte nas rodovias brasileiras foi constatado o seguinte (BRASIL, 2001):

- Grande carência de infraestrutura cicloviária do país;
- Falta de informações acerca de projetos e soluções técnicas;
- Despreparo do corpo técnico das prefeituras no tema;
- Desinteresse das prefeituras, envolvendo desconhecimento e preconceito em relação à bicicleta como meio de transporte;
- Iniciativas isoladas de alguns técnicos das prefeituras, que enfrentam resistência dentro do próprio ambiente de trabalho e também da sociedade, através de pressão de outros atores do transporte, principalmente motoristas de automóveis;
- Quando inquiridas, as administrações públicas demonstram intenção de atuar no sentido de melhorar a infraestrutura para o ciclista, motivados pela maior visibilidade dada ao modal de transporte pelo apelo de sustentabilidade que ele traz consigo e pelo aumento do seu uso.

O DNIT, através do seu Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas, assevera que as ciclovias devem ser previstas para as áreas onde o tráfego de bicicletas não é

atendido pelas ruas e limita também à existência de espaço disponível, numa clara visão rodoviarista (BRASIL, 2010).

Embora haja a dedicação de um subcapítulo inteiro, percebe-se a resistência em admitir o ciclista junto ao pavimento de uma rodovia. O Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas cita exemplos comuns da ocorrência das ciclovias, em parques, ao longo de rios, ferrovias desativadas, lagos, rios e outros; fala de seus empregos com vários exemplos importantes, mas não as cita em rodovias. E ainda, faz uma ressalva em que, no fundo, transparece a resistência geral do meio rodoviário:

Embora essas vias sejam projetadas com vistas a garantir a segurança dos ciclistas, têm que se considerarem os demais usuários. (BRASIL, 2010)

Apesar da carência de um levantamento consistente da extensão das ciclovias e ciclofaixas, é evidente que o país não possui, como regra geral, tais infraestruturas cicloviárias em suas rodovias, ao passo que há uma demanda crescente de usuários residentes nas proximidades das rodovias para o uso da bicicleta, em segmentos urbanos (travessias urbanas) de diversas rodovias rurais brasileiras.

Em 2007, o Ministério das Cidades publicou que os investimentos em infraestrutura no Brasil não se comparam aos maiores expoentes na área. A Holanda, por exemplo, entende a bicicleta como importante meio de transporte, de modo que detém mais de 16.000 km de infraestrutura cicloviária instaladas em estradas e cerca de 18.000 km nas cidades, o que representa mais de quatorze vezes o que se estima para o Brasil. (BRASIL, 2007).

Neste caso, a bicicleta é de uso bem democratizado, ocorrendo em todos os níveis de renda e escolaridade, clima e cultura da cidade, porém é mais representativa nas cidades pequenas e médias; entre operários, estudantes, carteiros, entregadores de mercadorias e outros. O Ministério das Cidades ainda afirma que o grande uso da bicicleta é mais facilmente percebido nos dias de semana, bem cedo, entre 6h e 7h da manhã e no horário de final da tarde e início da noite, entre 16h e 19h (BRASIL, 2007).

Em suma, a bicicleta é utilizada por expressiva porcentagem dos habitantes das cidades pequenas e médias, em todos os rincões do Brasil, independente da base cultural, clima, nível de renda e escolaridade da população. Entre seus usuários mais frequentes encontram-se industriários, comerciários, operários da construção civil, estudantes, entregadores de mercadorias, carteiros e outras categorias de trabalhadores.

O DNIT, porém, não vê a possibilidade de solução definitiva através de medidas de baixo custo e complexidade para as travessias de grandes centros, e sugere que a solução

definitiva para o potencial de acidentes das rodovias em meio urbano seja a separação física entre os fluxos de automóveis e de pedestres e ciclistas, passando também pela alteração estrutural da via, através da “a construção de vias marginais, viadutos, passarelas e passagens subterrâneas, além da implantação de iluminação pública” (BRASIL, 1998).

Em 2001, o GEIPOT apresentou o resultado de uma pesquisa feita com autoridades sobre sua percepção (subjéitiva) de qual seria a principal razão para a ocorrência de acidentes com bicicletas. De maneira geral, evidencia-se a desconhecimento técnico das motivações reais dos acidentes envolvendo ciclistas, mas também do próprio Código de Trânsito Brasileiro.

Aproximadamente metade dos municípios pesquisados respondeu que os acidentes são devidos principalmente ao “*desrespeito dos ciclistas às normas de trânsito ou ao comportamento indevido no sistema viário e nos espaços públicos das cidades e rodovias*”. Ainda, destaca-se que raros foram os municípios que atribuíram subjétivamente os conflitos como causados pelos motoristas dos automóveis particulares, tanto como gerados por problemas ligados ao projeto e manutenção da infraestrutura viária. Foi registrado que autoridades públicas desconheciam que o Código de Trânsito Brasileiro garante a prioridade de circulação nas vias públicas das bicicletas frente aos veículos motorizados. Outra informação importante é que aproximadamente metade dos municípios apontou que os locais com maior frequência de acidentes são cruzamentos e interseções. Ao mesmo tempo, surgiram percepções frequentes dos conflitos com pedestres. (BRASIL, 2001).

A análise dos dados desta pesquisa mostra que as autoridades consideram perigosa a presença de ciclistas em rodovias e grandes avenidas, sem distinção do tamanho do município ao qual o entrevistado pertence (BRASIL, 2001).

Pode-se perceber que há paradigmas enraizados em uma grande parte dos governantes e planejadores públicos em nosso país que devem ser aos poucos quebrados por estudos e fatos que levam à inserção da bicicleta no planejamento viário no Brasil. Neste contexto, é importante perceber também que apesar de haver algumas iniciativas brasileiras bem intencionadas, para adoção de infraestrutura cicloviária em rodovias, ainda há muito a avançar.

Em relação ao uso da bicicleta, a principal imagem na sociedade brasileira ainda é de que a bicicleta é um meio de transporte utilizado pelas pessoas de baixa renda. Contudo, pesquisa alemã resultou no cenário exatamente contrário, o uso de veículos automotores chega a ser quatro vezes maior em países subdesenvolvidos em relação a um país desenvolvido, para viagens de até 3 km (BRASIL, 2007).

A Figura 8 ilustra como rodovias brasileiras não são preparadas para receber o ciclista com adequada segurança. Na Figura 8 observa-se um ciclista trafegando na faixa de tráfego de uma rodovia.

Figura 8 - Ciclista em rodovia Barra Mansa/Volta Redonda-RJ.



Fonte: Brasil (2001).

Não há dúvidas que a inclusão da bicicleta no planejamento das travessias urbanas de rodovias é inevitável. Como exemplo, a GEIPOT cita diversos exemplos de prefeituras que desejam implantar ciclovias ao longo de rodovias que cortam seus municípios. Como exemplo, Itanhaém-SP apresentava Plano Diretor prevendo a construção de ciclovia para atender trabalhadores na rodovia SP-55. Havia, à época, uma ciclofaixa implantada na rodovia SP-62 desde a interseção com a BR-459 até Lorena (Figura 9), com projeto para extensão até Cachoeira Paulista; e um plano de Praia Grande-SP para construção de passarelas sobre e passagens inferiores sob as rodovias, em vista de conflitos frequentes (BRASIL, 2001).

Figura 9 – Ciclofaixa na SP-62, Lorena-SP.



Fonte: Brasil (2001).

As Figuras 10 a 12 ilustram bons exemplos de infraestrutura cicloviária. A Figura 10 mostra a adequação de um viaduto ao tráfego de todos os usuários, inclusive pedestres e ciclistas. Em Praia Grande (Figura 11) também se observa a infraestrutura cicloviária com uma ciclovia ao longo da orla, segregando totalmente o tráfego de bicicleta dos demais. A Figura 12 mostra que a implantação de uma ciclovia segregada em terreno limpo, com iluminação pública, atendendo ao tráfego dos ciclistas.

Figura 10 - Viaduto dotado de via compartilhada para pedestres e ciclistas, Praia Grande-SP.



Fonte: Brasil (2001).

Figura 11 - Ciclovía à Beira-mar, Praia Grande-SP.



Fonte: Brasil (2001).

Figura 12 - Ciclovía ao longo de avenida em Araucária – PR.



Fonte: Brasil (2001).

A publicação da GEIPOT (BRASIL, 2001) indica que o Ministério dos Transportes deveria adotar as seguintes ações de curto prazo visando melhorar a situação da infraestrutura dedicada ao ciclista no país:

- Facilitar a troca de experiências e informações entre os municípios;
- Estudar e adotar projetos modelos, com base naqueles já realizados;
- Trabalhar para a melhoria da regulamentação, através de um Manual Cicloviário e resoluções técnicas;
- Melhorar os registros de acidentes, envolvendo ciclistas, a cargo dos Estados;
- Destinar verba exclusiva para este fim, sem contrapartida.

Como ação de médio prazo, o Ministério dos Transportes deveria fomentar, através da contratação de consultoria especializada, soluções baratas à infraestrutura cicloviária.

Quanto às ações de longo prazo destinadas ao Ministério dos Transportes, se destacam:

- Fomentar junto ao meio acadêmico a elaboração de estudos sobre medidas de Engenharia de Tráfego e pesquisa sobre pavimentos para a infraestrutura cicloviária;
- Inclusão do Cicloturismo como alternativa de Turismo Ambiental nos cursos de turismo das universidades brasileiras;
- Busca de alternativas para que maior parcela da receita municipal seja destinada à infraestrutura destinada ao ciclista;
- Adoção de dotação orçamentária para investimento em infraestrutura cicloviária em cidades brasileiras com tradição ou potencial de uso da bicicleta. (BRASIL, 2001).

2.1.2 A importância do tráfego de pedestres e ciclistas e a experiência de outros países na inserção da bicicleta nas rodovias e no tráfego de longa distância.

A Federação Europeia de Ciclistas (ECF) traz em suas coletâneas de artigos relacionados ao ciclismo, a publicação “Investindo no futuro – promoção da caminhada e do ciclismo” da organização suíça Rede de Tráfego Lento, em tradução livre de *Investing In The Future - Promoting Walking And Cycling by Netzwerk Langsamverkehr*. Nesta publicação, o autor indica que a exploração do potencial dos modais a pé e de bicicleta podem reduzir à metade o nível do tráfego de automóveis na Suíça em dez anos, o que significa a economia de 10 bilhões de francos suíços (aproximadamente 33 bilhões de reais a valores atuais) por ano; indicando também que a redução implica em outros ganhos financeiros não imediatos, visto que a redução da demanda por novas vias para o tráfego motorizado reduziria o investimento requerido em infraestrutura, concluindo que os valores envolvidos na construção e melhoria da infraestrutura para pedestres e ciclistas é irrisória frente a estes valores economizados (NETZWERK LANGSAMVERKEHR apud ECF, 2002).

A publicação cita ainda que o número de viagens a pé em cidades suíças representam de 15 a 30% do total, e as realizadas de bicicleta variam de 7 a 25% dependendo da cidade.

Somados, a fatia de viagens realizadas por meios não motorizados varia de 22% a 55% do total, o que mostra o potencial de uma infraestrutura viária agradável às pessoas no tocante à redução de poluição e economia de combustíveis, por exemplo. A maioria das viagens são realizadas à pé, de bicicleta ou de transporte público naquele país; apenas os trabalhadores do sexo masculino realizam a maioria das suas viagens de automóvel (NETZWERK LANGSAMVERKEHR apud ECF, 2002).

De acordo com o ECF seria possível aumentar esta fatia de viagens realizadas a pé para uma média nacional de 30% e por bicicleta para 15%, reduzindo o transporte individual motorizado de 50 para 25%, favorecendo ainda o transporte público, e incentivando ainda mais o caminhar e as viagens de bicicletas; tudo isso alcançado através de ações que resultem no mínimo na igualdade de prioridade de tráfego entre veículos motorizados e bicicletas, somadas às ações de restrição, como controle de estacionamento, por exemplo. (NETZWERK LANGSAMVERKEHR apud ECF, 2002)

O autor estima que a economia com tratamentos de saúde possa alcançar 10 milhões de francos suíços (aproximadamente 33 milhões de reais) por dia, resultantes dos efeitos benéficos do caminhar e do pedalar para a saúde das pessoas, aliada à redução da poluição e dos acidentes envolvendo o tráfego motorizado (NETZWERK LANGSAMVERKEHR apud ECF, 2002).

Para tanto, o fator principal é a vontade política. Havendo a exploração total do potencial das viagens a pé e de bicicleta, as cidades melhorarão a qualidade de vida e a saúde de sua população, reduzirão a poluição e a demanda por novas vias para o tráfego motorizado, fazendo os custos relacionados à mobilidade urbana caírem, assim como os custos com saúde pública.

“As rotas para bicicletas” é um artigo publicado na revista eletrônica da Federação Europeia dos Ciclistas em 2003. De autoria da organização Centro para Estudos de Planejamento Urbano, Transporte e Equipamentos Públicos (CERTU), a obra traz 30 exemplos de boas práticas na França envolvendo o cicloturismo. Este trabalho mostra que as rotas cicláveis na região do Baixo Rio Reno (Bas-Rhin, na Alsácia) atingiam 330 km, e um investimento local de 3 milhões de Euros, ou cerca de 11 milhões de reais (CERTU apud ECF, 2003).

Com uma estrutura simples, mas funcional, as rotas cicláveis francesas são caminhos que acompanham cursos d'água, atravessam campos e parques florestais e muitas vezes se desenvolvem ao longo de ferrovias desativadas. O pavimento é sólido, mas sem qualquer sinalização horizontal na grande maioria de sua extensão, mas ao longo da via, os usuários

percebem uma sinalização vertical de localização e direção simples e eficiente (CERTU apud ECF, 2003).

Na região de Burgundy (Borgonha), uma rota de 474 km que liga as cidades de Givry e Cluny recebe cerca de 7000 mil ciclistas semanalmente na alta temporada. Nesta vertente, a pequena cidade de Créon, nos arredores de Bourdeaux, região de Gironde (Gironda) deseja se tornar um resort de ciclismo, nos moldes dos conhecidos resorts de ski. A Via Verde de Hautes-Vosges (Voie Verte des Hautes-Vosges) é uma rota de 54 km sobre uma antiga linha férrea, com 3 m de largura (pavimentado) onde se encontram paisagens e atrações turísticas (CERTU apud ECF, 2003).

As Figuras 13 a 17 ilustram a tipificação da infraestrutura cicloviária francesa para o cicloturismo em seu interior, mostrando que é possível realizar um bom trabalho sem qualquer inovação tecnológica e com soluções simples e baratas do campo da engenharia rodoviária.

Figura 13 - Via Verde de Hautes-Vosges, no curso de uma antiga linha férrea.



Fonte: Roudou (2017).

Figura 14 - Exemplo de infraestrutura cicloturística no interior da França.



Fonte: Experiencefrancebybike (2017).

Figura 15 - Exemplo de infraestrutura cicloturística no interior da França.



Fonte: Bourgogne (2017).

Figura 16 - Exemplo de infraestrutura cicloturística no interior da França.



Fonte: Calvados.fr (2017)

promoção dos diferentes meios de transporte poderia resultar em medidas estratégicas em favor dos ciclistas (ALRUTZ et al. apud ECF, 1999).

O Estado alemão da Renania do Norte-Vestfália publicou um plano de ação com dez pontos para inventivar o ciclismo, incluindo uma rede de ciclorotas abrangendo todo o Estado, projetadas para promover viagens de longa distância no cotidiano dos cidadãos, em seus dias livres e em atividades físicas e de lazer; extrapolando os usuais deslocamentos curtos e locais, dentro das vilas e cidades. Neste sentido, a sinalização das ciclorotas seria padronizada de modo que o cidadão pudesse se utilizar tanto de rodovias quanto de trilhas, estradas e pequenas vias rurais entre florestas e fazendas. Estas rotas foram levantadas digitalmente e publicado um mapa na internet com todas as características da rota, os destinos e as distâncias (RNV apud ECF, 1999).

Outras ações do plano tem relação com as leis e normas para a construção de infraestrutura cicloviária em rodovias estaduais e federais, com a educação e treinamento de segurança para rodovias e com a segurança viária. As aulas de segurança para crianças estão sendo substituídas por um programa educacional mais abrangente de mobilidade, onde as crianças aprendem a se portar em sociedade baseados em parcerias e desenvolvem conhecimento sobre as alternativas ao carro, envolvendo também um caráter ambiental ao aprendizado (RNV apud ECF, 1999).

Em 2000, na Alemanha, surgiram os primeiros estudos de “vantajosidade”. Um estudo desenvolvido no estado de Brandemburgo mostrou que o benefício da construção de infraestrutura cicloviária nas rodovias estaduais e federais, fora das zonas urbanas supera os custos em 10 (dez) vezes. Estes benefícios não estão restritos aos ciclistas, mas também alcançam pedestres e motoristas, quando os ciclistas são segregados do tráfego motorizados, trafegando com maior segurança; quando os pedestres compartilham a faixa da via com os ciclistas e, assim, ainda há o benefício indireto para o tráfego motorizado, quando ciclistas mais lentos trafegam em sua própria via; alcançando também um novo tráfego de ciclistas gerando por esta nova infraestrutura, além do tráfego existente (KLEINSCHMIDT; KOPPEL apud ECF, 2003). Os benefícios são calculados através de oito parâmetros:

- Ganho de segurança viária;
- Segregação de tipos diferentes de tráfego;
- Viagens para escola;
- Viagens para o trabalho;
- Viagens a centros urbanos;

- Viagens a equipamentos de lazer;
- Viagens a estações de trens;
- Deslocamentos e trilhas cicloviárias.

O modelo de cálculo do fator custo/benefício desenvolvido na Alemanha considera que a implantação da infraestrutura cicloviária em rodovias rurais (fora de zonas urbanas) trará uma grande redução de acidentes envolvendo ciclistas e pedestres, quando, naquele país, os acidentes ocorrem majoritariamente em trechos de rodovias (KLEINSCHMIDT; KOPPEL apud ECF, 2003).

O valor do investimento total para a malha de 3.523 km de estradas federais e estaduais que cortam o estado de Brandemburgo, Alemanha é de 324 milhões de euros, o que equivale, aproximadamente, a R\$ 1,2 bilhão. O estudo promovido pelas Universidades de Dresden e de Colonia compôs um mapa do estado, elencando os trechos de rodovia por uma escala de prioridade, de acordo com as maiores relações custo x benefício apuradas (KLEINSCHMIDT; KOPPEL apud ECF, 2003).

Contudo, outro paradigma pode também ser quebrado: aquele que defende o incremento das viagens por bicicleta com o objetivo de reduzir as viagens feitas com automóveis. Isso porque ao menos uma experiência foi “mal sucedida” neste sentido, e num país que apresenta vanguarda na implantação de infraestrutura cicloviária.

A Holanda implantou um programa nacional para atendimento às necessidades do tráfego de bicicletas ao longo dos anos de 1990 a 1997, pelo qual foram gastos, aproximadamente, 300 milhões de florins, o que hoje pode equivaler a aproximadamente R\$ 5,5 bilhões. Os resultados foram obtidos para o modal cicloviário, tornando-o mais seguro, mas o plano não foi suficiente para reduzir o tráfego motorizado. O estudo realizado pelo Ministério dos Transportes e Águas da Holanda, em 1998, concluiu que o ciclismo é menos perigoso do que ele é tido normalmente e que, a queda no tráfego motorizado desejada não foi alcançada porque a média da distância das viagens aumentou (HOLANDA apud ECF 1998).

Na Dinamarca há uma forte cultura de deslocamentos urbanos por bicicletas, de forma que 1 em cada 5 viagens são feitas por bicicletas. Mas ao mesmo tempo, sabe-se que o automóvel é geralmente indispensável para longas viagens, e que a bicicleta não pode ser o único meio de transporte, mas uma situação ideal compreende necessariamente a interação entre vários meios de transporte. (ANDERSEN *et al.*, 2012)

Naquele país, os governos municipais mostram objetivos e metas bem definidas, como a cidade de Copenhague, que desejava ter de 50% dos cidadãos realizando suas viagens para o trabalho ou para fins educacionais de bicicleta até 2015 (ANDERSEN *et al.*, 2012) .

Andersen *et al.* (2012) cita ainda que na Dinamarca há uma forte tendência para a implantação de ciclofaixas onde for mais fácil e prático. Contudo, segundo o autor, caso a infraestrutura cicloviária não seja direta, lógica e conveniente, certo número de ciclistas escolherá ruas e rodovias que não foram planejadas para o tráfego de bicicletas ou ainda não farão suas viagens.

A Alemanha, com seu Plano de Ciclismo 2020 - *National Cycling Plan for Germany (NRVP 2020)*, adotou como prioridade o ciclismo em áreas rurais, e, como pretende que o nível geral de uso da bicicleta no tráfego atinja 15% em 2020 (em 2008 este nível estava em 10%), as áreas rurais devem perceber um aumento de 8% para 13%, acompanhando a tendência das grandes cidades (ALEMANHA, 2012).

O uso de bicicletas nos trajetos no interior da Alemanha (zona rural) tem decrescido a cada ano, o que contrasta com a tradição do uso da bicicleta, especialmente em pequenas cidades e vilas europeias. O Instituto Alemão para Assuntos Urbanos - DIFU, explica que nas áreas rurais o uso do carro é maior do que em grandes cidades, devido à ausência ou precariedade do transporte público e, apesar de todas as camadas da população usar este meio de transporte, as longas distâncias a serem transpostas e a falta de infraestrutura cicloviária acaba por desestimular o seu uso (DIFU, 2013 b).

O Ministério dos Transportes da Alemanha introduz que ciclo rotas de longa distância deve estar baseado no critério de segurança viária, o que se opõe a se desenvolverem ao longo de rodovias com tráfego pesado, sem a adequada infraestrutura cicloviária. Estas rotas devem, principalmente:

- Ser seguras para crianças;
- Permitir ultrapassagens e o tráfego de ciclistas lado-a-lado;
- Ser bidirecionais;
- Ser baseadas em pontos turísticos;
- Ser transitáveis ao longo de todo o percurso (ALEMANHA, 2002)

O mapa ilustrado na Figura 18 mostra as rotas cicloviárias de longa distância que devem unir vários países da Europa.

Figura 18 - Mapa de ciclo rotas do projeto EuroVelo, que vai unir os países europeus por rotas de longa distância.



Fonte: Adaptado de Philip Insall, *Sustrans apud Alemanha* (2002).

2.1.3 Parâmetros para a infraestrutura ciclovária.

Segundo o DNIT, algumas ações relativamente simples, e de baixo a moderado custo, podem salvar vidas ao permitir o tráfego de bicicletas compartilhando espaço com os veículos motorizados pelas rodovias que cortam os perímetros urbanos, de forma mais seguras, como sendo (BRASIL, 2010):

- Acostamentos pavimentados;
- Faixas de tráfego externas largas (4,20 m), se não existirem acostamentos;
- Dispositivos de drenagem cobertos por grelhas metálicas próprias para passagem de bicicletas;
- Manutenção de uma superfície trafegável lisa e limpa.

Em sua concepção, um projeto viário adequado ao uso compartilhado da via pelas bicicletas deve contemplar que os pontos principais de risco ao ciclista estão relacionados com as velocidades e volumes de tráfego dos veículos motorizados e principalmente os locais de travessia. No caso das interseções, o tratamento adequado seja por meio de sinalização ou da regulação do tráfego, com o foco no elemento mais frágil, neste caso, ciclistas e pedestres, são cruciais para a segurança dos usuários da via (BRASIL, 2010).

Ressaltando a importância da continuidade da via para os ciclistas, o DNIT aponta que para se escolher a melhor infraestrutura cicloviária, devem-se levar em consideração os seguintes fatores, dentre os quais se destacam:

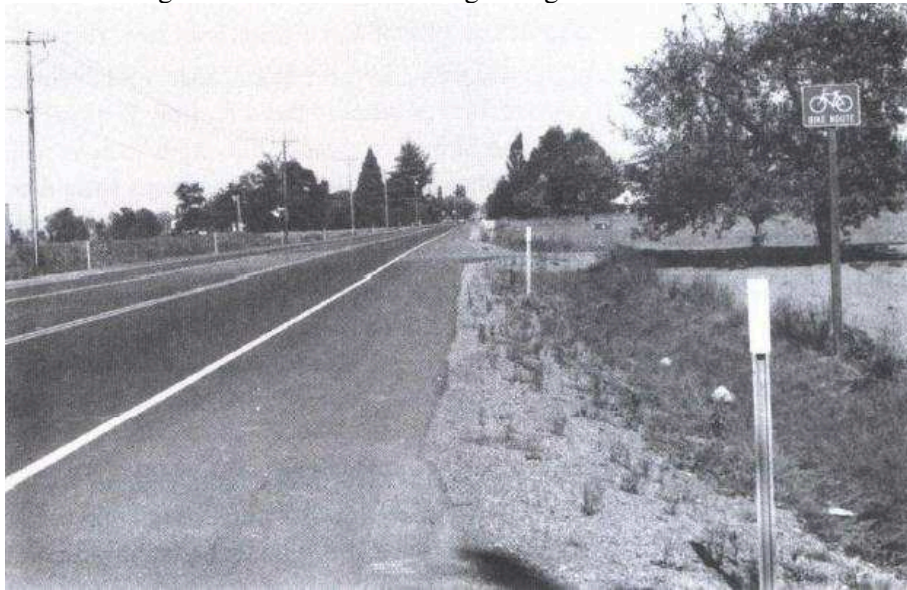
- Nível de habilidade dos ciclistas – que podem ser experientes ou não, sugerindo uma análise do uso do solo no entorno.
- Estacionamento de veículos motorizados – que influencia na segurança dos ciclistas pela frequência das manobras necessárias e a densidade da procura pelo estacionamento, e nos movimentos de abertura de portas; recomendando a proibição do estacionamento perpendicular à via, incompatível com o uso da faixa de tráfego adjacente para fins de circulação de bicicletas.
- Impedimentos físicos – que podem ensejar a criação de passagens exclusivas para ciclistas de modo a contornar rios, topografia acidentada, ferrovias ou vias expressas.
- Atendimento mais direto – tornando o deslocamento entre a origem e o destino de um grande fluxo mais conveniente aos ciclistas.
- Segurança pessoal – que pode afastar o usuário, no caso de grandes chances de ocorrência de crimes.
- Paradas – necessitando de continuidade e preferência, evitando fazer o usuário realizar paradas frequentes, o que pode reduzir a atratividade da via.
- Conflitos – devem ser estudados conforme a tipologia da infraestrutura em vista, com atenção especial para vias de acesso e interseções.
- Qualidade de superfície do pavimento – que devem ser lisas, sem buracos e a drenagem não deve ser empecilho, preferencialmente fora da trilha das rodas.
- Caminhões e ônibus – veículos largos, veículos longos e reboques são perigosos para ciclistas, especialmente se as dimensões vierem acompanhadas com alta

velocidade. Atenção especial deve ser dada aos conflitos com passageiros nos pontos de ônibus e nos pavimentos destas paradas.

- Volumes de tráfego e velocidades – as opções por rotas mudam com o tempo e com o ganho de experiência do ciclista. Mas normalmente as rotas mais diretas e com melhor grau de continuidade para viagens longas são as vias arteriais, exatamente aquelas com maiores volumes e velocidade de tráfego. Neste caso, a indicação é considerar os volumes, velocidades e largura da rodovia, estudando um melhoramento destas em detrimento de outras adjacentes com menores volumes. Caso seja vantajoso melhorar uma via adjacente para o uso dos ciclistas, deve-se tomar o cuidado de não fazê-la atraente também para os veículos motorizados.
- Pontes e viadutos – são normalmente empecilhos para o tráfego de ciclistas por se mostrarem inacessíveis (até mesmo por lei) ou apresentarem redução de largura, tornando insuficiente ou perigoso para o uso de ciclistas. A altura de guarda-corpos e juntas de dilatação largas ou abertas também se colocam como situações desfavoráveis aos ciclistas.
- Condições das interseções – o planejamento deve conduzir a uma infraestrutura que minimize os conflitos, e a maior atenção deve ser dada às interseções, onde ocorre uma grande proporção de colisões de bicicletas. Estas interseções, quando não evitadas, devem ser tratadas buscando melhores condições de travessia.

Numa situação de restrições de espaço ou recursos, o compartilhamento das vias, segundo o DNIT (BRASIL, 2010) pode ser uma opção desde que o a largura da via seja suficiente para que o tráfego de bicicletas e dos veículos automotores ocorra sem conflitos e a uma distância segura entre eles. Neste caso, então, sendo a largura o fiel da balança, prever faixas externas (à direita) mais largas ou acostamentos pavimentados, mais largos e regulares pode ser uma solução viável. Na Figura 19 está ilustrada esta solução aplicada.

Figura 19 - Acostamento largo e regular em meio rural.



Fonte: Brasil (2010).

Relativamente às autoestradas dinamarquesas, Andersen *et al.* (2012) entende ser crucial que ciclistas sejam segregados do tráfego motorizado, através de ciclovias e faixas nos acostamentos.

Andersen *et al.* (2012) alerta que acostamentos estreitos, aliados à permissão de estacionamento, fazem com que ciclistas necessariamente usem a faixa de rodagem em um curto espaço, o que não é claro e esperado pelos motoristas, gerando riscos aos usuários. Também há riscos claros quando os ciclistas usam os acostamentos e ciclofaixas em rodovias e desejam realizar giros à esquerda. Porém, o autor entende que os acostamentos largos permitem certo conforto aos ciclistas ao mesmo tempo em que trazem benefícios aos pedestres.

O DNIT (BRASIL, 2010) entende que o tráfego de pedestres e ciclistas não é muito compatível e assim, não recomenda que eles compartilhem uma mesma faixa, argumentando que as calçadas não são projetadas para a velocidade dos ciclistas e que essa solução gera frequentes conflitos entre pedestres e ciclistas e também pode haver incompatibilidade com uma série de mobiliários urbanos como postes e pontos de ônibus.

A organização alemã de Colônia, Associação para Pesquisa de Vias e Tráfego (tradução livre para *Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen*), defende que os ciclistas frequentes requerem rotas tão diretas quanto possível e que elas sejam confortáveis e seguras. A associação introduz uma tabela com seu critério de escolha da melhor infraestrutura para pedestres e ciclistas em rodovias rurais simples (com uma faixa

para cada sentido), de acordo com os volumes de tráfego e para a realidade do trânsito alemão, como mostra a Tabela 1 (FGSV *apud* ECF, 2002).

Tabela 1 - Critério de escolha do tipo de infraestrutura cicloviária para rodovias rurais simples

Tráfego Motorizado	Via compartilhada entre pedestres e ciclistas	Calçada (passeio)	Ciclovia
Veículos/dia	Tráfego de pedestres e ciclistas (ped. + cicl. na hora-pico)	Tráfego de pedestres (pedestres na hora-pico)	Tráfego de ciclistas (ciclistas e ciclomotores na hora-pico)
< 2.500	75	60	90
2.500 – 5.000	25	20	30
5.000 – 10.000	15	10	15
> 10.000	10	5	10

Fonte: FGSV *apud* ECF (2002).

Nota: Caso se tenha apenas o volume diário de pedestres e ciclistas, pode-se estimar o volume na hora-pico como sendo 20% do volume diário

Os principais critérios para a superfície da rodovia ou da via são regularidade, resistência ao rolamento e rugosidade. A superfície deve apresentar bom atrito inclusive sob chuva, sendo o revestimento betuminoso a solução padrão para ciclorotas em vias rurais e ciclovias ao longo de rodovias (FGSV *apud* ECF, 2002). Destes critérios extraiu-se o apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Critério de escolha de infraestrutura cicloviária.

Em trechos urbanos de rodovias, com velocidade máxima de 50 km/h:	
Volume de tráfego diário (VMD)	Solução a ser adotada
= 5.000	Via de regra, os ciclistas podem compartilhar a faixa de rodagem
5.000 – 10.000	Situação intermediária em que o projetista deve analisar, caso a caso, a contribuição de veículos de carga na composição do VMD, critérios de geometria, velocidade praticada, entre outros.
> 10.000	Deve-se prever infraestrutura segregada para os ciclistas, sendo permitido usar a faixa de rodagem apenas em cruzamentos.
Continua.	

Tabela 2 - Critério de escolha de infraestrutura cicloviária
Conclusão.

Em trechos rodovias fora dos perímetros urbanos.	
Volume de tráfego diário (VMD)	Solução a ser adotada
= 5.000, com $V_{m\acute{a}x} = 70$ km/h	Ciclistas podem compartilhar a faixa de rodagem se o projetista entender quando analisar, caso a caso, que a contribuição de veículos de carga na composição do VMD, os critérios de geometria, a velocidade praticada, entre outros, permitirem o compartilhamento da via por ciclistas e veículos motorizados com segurança.
> 5.000	Deve-se prever infraestrutura segregada para os ciclistas, sendo permitido usar a faixa de rodagem apenas em cruzamentos.

Obs.: em qualquer situação, não deverão haver perigos para crianças (como obstáculos, e parapeitos de pontes fora de especificação)

Fonte: Adaptado de FGSV *apud* ECF, (2002).

O Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas do DNIT recomenda que as ciclovias devam ser implantadas como uma infraestrutura suplementar nos locais onde for necessário. Em rodovias que contam com ciclovias de dois sentidos de tráfego, adjacentes a esta, os problemas enfrentados pelo projetista são (BRASIL, 2010):

- Há um contrafluxo, que é um fluxo contrário ao tráfego de veículos motorizados, gerando um efeito surpresa, especialmente em interseções e acessos à rodovia;
- Nos extremos da ciclovia, há necessidade de travessia dos ciclistas que estão transitando no contrafluxo, o que potencializa os acidentes;
- A ciclovia instalada no acostamento diminui a segurança tanto de motoristas quanto de ciclistas.

Para segurança do ciclista, o posicionamento da ciclovia em relação à rodovia, segue as seguintes recomendações (BRASIL, 2010):

- É desejável que a ciclovia não seja adjacente à rodovia;
- Existência de uma área livre, intermediária, para que a ciclovia funcione como uma pista independente para as bicicletas.

Quando não for possível a existência da área livre e a distância entre a ciclovia e a rodovia for menor que 1,50 m, está prevista uma separação física adequada, como mostrado na Figura 20 (BRASIL, 2010):

Figura 20 - Ciclovia separada por um terrapleno – Campo Bom-RS.



Fonte: Brasil (2001).

Apesar da opinião alemã (FGSV *apud* ECF, 2002), o DNIT recomenda que em rodovias, se destine um espaço exclusivo para o ciclista, pois o tráfego ali é incompatível com ele em todos os aspectos: velocidade, dimensões e peso dos veículos de maior tara. Os perigos inerentes ao tráfego dos ciclistas em rodovias incluem deslocamentos de ar que podem desestabilizá-los, spray e derrapagem causados por acúmulo de água e detritos nas laterais, existentes até mesmo em vias porventura destinada a eles, portanto todo o cuidado é necessário no projeto da infraestrutura destinada ao ciclista, que deve estar perfeitamente integrada à própria via, inclusive ao plano de manutenção. (BRASIL, 2007)

Além das medidas tomadas pelo projetista ao longo da rodovia, há a necessidade de se implantar medidas de moderação de tráfego, de modo a adequar cruzamentos, interseções e travessias de pedestres e ciclistas. (BRASIL, 2007)

Quanto às rampas, o Ministério das Cidades apresenta um gráfico da relação rampas normais e máximas admissíveis em função do desnível a ser vencido pelo ciclista. Sendo este um elemento geométrico de grande impacto no tráfego de ciclistas, recomenda-se a suavizar o perfil do terreno, escaloná-las (criando patamares intermediários), ou mesmo buscar atenuantes até mesmo por rotas alternativas, preferindo-se rampas íngremes e curtas às longas, mas suaves. A rampa desejável tem inclinação de 2,5% e a máxima absoluta de 5%, para um desnível de 4m. (BRASIL, 2007)

O DNIT nos mostra que a ciclovia não é unanimidade para acomodar o tráfego de ciclistas. Aos ciclistas pode ser mais atraente uma rua melhorada do que uma nova ciclovia implantada. As ciclofaixas e o compartilhamento da faixa de tráfego larga junto ao meio-fio (à direita) são preferidos em meio urbano, enquanto os acostamentos mais largos são indicados em áreas rurais, com benefício também para o tráfego motorizado (BRASIL, 2010).

As faixas reservadas para ciclistas, ciclofaixas; devem ser previstas com sentido único, à direita da via, salvo em condições específicas, em curtas distâncias e tecnicamente justificadas com objetivo de eliminar conflitos (com grande número de ônibus, ou por situações de grande procura dos ciclistas por giros à esquerda, por ex.) (BRASIL, 2010). O DNIT aponta os principais empecilhos a uma ciclofaixa de dois sentidos, em um lado da via, como sendo:

- Requer movimentos de giro pouco comuns nas interseções;
- Torna-se difícil a passagem da operação com sentido único para dois sentidos (no início e fim dessas faixas de dois sentidos, alguns ciclistas têm que fazer movimentos de entrecruzamento, através do tráfego, para chegar à faixa em que devem trafegar);
- Requer que os ciclistas se desloquem em sentido contrário ao da faixa adjacente de veículos motorizados;
- Pode aumentar a probabilidade de atropelamentos de pedestres, ou batidas com veículos, cujos motoristas, ao entrar na rodovia, normalmente não verificam se vêm bicicletas de ambos os sentidos.

Recomenda-se que a ciclofaixa seja implantada entre a área destinada ao estacionamento de veículos motorizados e a via trafegável, mas desejavelmente evitando estar logo adjacente ao estacionamento. Segundo o DNIT (BRASIL, 2010): As ciclofaixas nunca devem ficar à direita da faixa de estacionamento, porque podem: Criar obstáculos para os ciclistas, com a abertura de portas dos veículos; Reduzir a visibilidade em interseções; Tornar impraticáveis para os ciclistas, os giros à esquerda.

Além disso, as ciclofaixas, estando posicionadas em uma faixa à direita de uma via existente, podem enfrentar problemas de drenagem comuns aos bordos das vias, como grelhas impróprias e acúmulo de água. Isso deve ser evitado com uma revisão na drenagem e manutenção periódica (BRASIL, 2010).

Ciclofaixas comuns unidirecionais contam com no mínimo 1,20 m de largura interna (sem contar com a faixa de separação do tráfego motorizado) (BRASIL, 2007).

O Ministério das Cidades (BRASIL, 2007) argumenta que toda a ciclofaixa deve ser unidirecional. Porém, o único caso em que se admite que uma ciclofaixa tenha dois sentidos de tráfego é a implantação ao longo de calçadas para pedestres, típicos em cidades litorâneas, como a que está ilustrada na Figura 21. Essas ciclofaixas devem ser redimensionadas para uma largura mínima de 2,20, incluindo linha de bordo dividindo-a do outros usuários da via.

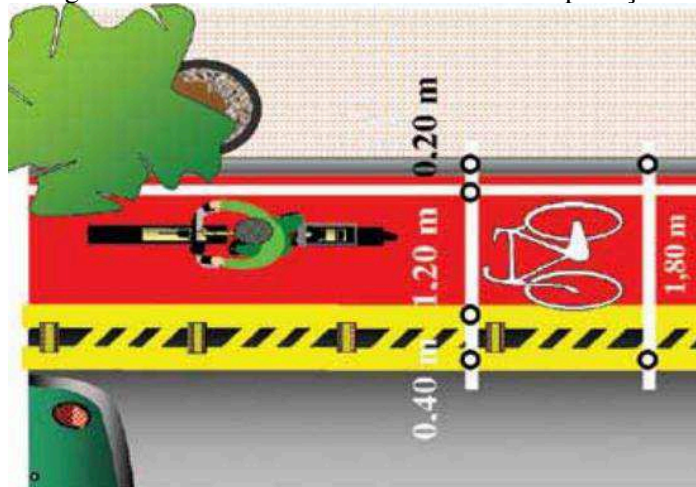
Para outras situações em que o projetista deseje ou necessite dotar a ciclofaixa de maior segurança, pode-se dotá-la de faixa zebra com ou sem tachas, numa largura ideal de 0,60 m e mínima de 0,40 m, conforme Figura 22 (BRASIL, 2007).

Figura 21 - Ciclofaixa bidirecional implantada em Recife-PE.



Fonte: Brasil (2007).

Figura 22 - Ciclofaixa com faixa zebra de proteção.



Fonte: BRASIL, (2007).

Independentemente do tipo de infraestrutura destinada a ciclistas que o projetista optar, a iluminação pública é algo que não se pode negligenciar na implantação ou na adequação de uma via.

Em uma pesquisa realizada pelo DER-SP visando à implantação de uma ciclovia na rodovia SP-62, 36% dos ciclistas que transitavam no local no final da tarde disseram ser a iluminação o item mais importante a ser considerado no projeto. Desta forma o DER-ES implantou a ciclovia exatamente no lado onde estava localizada a iluminação pública. O Ministério das Cidades recomenda a previsão de iluminação pública na ciclovia através de postes de luz mais baixos, ideais para atender aos ciclistas (BRASIL, 2007).

Como vantagens de uma boa iluminação da ciclovia estão (BRASIL, 2007):

- Maior segurança dos usuários em cruzamentos, já que são vistos com maior facilidade;
- Melhor condição para que o ciclista antevêja uma situação de risco;
- Diminuição da criminalidade.

Rodovias rurais proporcionam uma ligação direta e geralmente representam a menor distância entre localidades, desta forma são normalmente preferidas por ciclistas que precisam realizar deslocamentos diários e funcionais (como ir à escola ou se deslocar para o trabalho), enquanto as vias rurais (entre fazendas e florestas), paralelas à via principal, são preferidas por cicloturistas ou ciclistas que estão trafegando por lazer, como ilustra a Figura 23 (DIFU, 2013 b).

Figura 23 - Projeto-piloto do Estado de Mecklenburg-West Pommerania, Alemanha, onde uma rodovia em meio rural foi adaptada com duas ciclofaixas unidirecionais.



Fonte: Urbanus GbR, *apud* DIFU (2013 b).

Atualmente na Alemanha, a solução de infraestrutura cicloviária em rodovias varia por Estado. Porém, o Plano Nacional Cicloviário da Alemanha 2020 (NRVP 2020) indica a mais alta importância ao desenvolvimento do ciclismo em regiões rurais. A ideia é avaliar as melhores possibilidades de elevar segurança dos ciclistas a rodovias em meio rural com baixo tráfego e sem nenhuma infraestrutura cicloviária (DIFU, 2013 b).

Na Figura 24 observa-se uma ciclovia totalmente segregada da rodovia em área rural.

Figura 24 - Ciclovia segregada em área rural.



Fonte: Jörg Thiemann-Linden, *apud* DIFU (2013 b).

Na Holanda, a abordagem dos planejadores de órgãos de trânsito levam uma grande carga da cultura histórica e o uso de elementos da paisagem para gerar soluções de engenharia de tráfego menos convencionais, como a “rodovia autoevidente”, que influenciam na redução da velocidade dos usuários, levando ao compartilhamento de vias pelos ciclistas como regra geral e presente nas estradas rurais de menor volume de tráfego: os engenheiros trabalham com soluções de *Traffic calming*, como:

- Controle de velocidade por Zonas de máxima de 30 km/h em vilas, e 60 km/h em áreas rurais;
- Elementos redutores de velocidade como: mesas (semelhantes às faixas elevadas), estreitamento visual da pista com linhas de árvores, mudança de pavimentação, marcas horizontais com vistas à percepção de estreitamento, sinais de grandes tamanhos indicando ciclistas e pontes estreitas;
- Interseções rurais curvas evitando indicar nível de prioridade de passagem;
- Faixas de rodagens estreitas (com 4,00 a 5,00 m de largura), entre outros.

Esta vertente moderna do planejamento de tráfego, a “rodovia autoevidente” ou *the self-evident road*, também pode ser encontrada na Dinamarca. A técnica, cujos exemplos são ilustrados na Figura 25, consiste em promover a atenção e vigilância do usuário para possíveis conflitos, ao invés de criar neles o medo e a insegurança. (ANDERSEN *et al.*, 2012).

No caso da Dinamarca, as velocidades dentro e fora das zonas urbanas são, respectivamente, 50 e 80 km/h, o que significa que as vias devem contar com área para a circulação de ciclistas em ambos os casos, o que significa a maior parte das ruas e rodovias principais. Esta segregação auxilia os ciclistas a se sentirem mais seguros, uma vez que trafegando em ciclovias, eles não necessitam enfrentar o tráfego motorizado pesado e as altas velocidades (ANDERSEN *et al.*, 2012).

A visão do planejamento dinamarquês indica que os esforços devem ser tomados de forma a desencorajar o ciclista a escolher a faixa de rodagem ao invés da ciclovia. Como premissa, o compartilhamento de via com os automóveis deve apenas ocorrer em rodovias rurais secundárias quando há um baixo volume de tráfego motorizado. Mas é desnecessário segregar veículos motorizados e bicicletas em vias urbanas e em estradas de menor importância (ANDERSEN *et al.*, 2012).

Para Andersen *et al.*, (2012), o compartilhamento de via com os pedestres não é recomendado, mas apenas em casos de baixo fluxo de ciclistas e pedestres, como em ambientes de lazer, e salvo em casos de extrema necessidade em grandes cidades e em horários restritos. Em ambiente rural e também urbano as rodovias principais e diretas são preferidas pelos ciclistas em detrimento às rotas secundárias e “fora de estrada”, mesmo que contem com maior tráfego, por permitirem que os ciclistas se localizem com maior facilidade.

As Figuras 26 e 27 mostram algumas soluções dinamarquesas para rodovias locais e vias de tráfego rápido.

Figura 25 - Soluções de tráfego holandesas.



(a) Interseção rural em curva (*Traffic-calming*).



(b) Zona de 60 km/h em rodovia rural com sinalização especial.



(c) Ciclofaixas indicadas por marcas na rodovia.

Fonte: Jörg Thiemann-Linden, *apud* DIFU (2013 b).

Figura 26 - Ciclovía bidirecional ao longo de rodovia local.



Fonte: Andersen *et al.*, (2012).

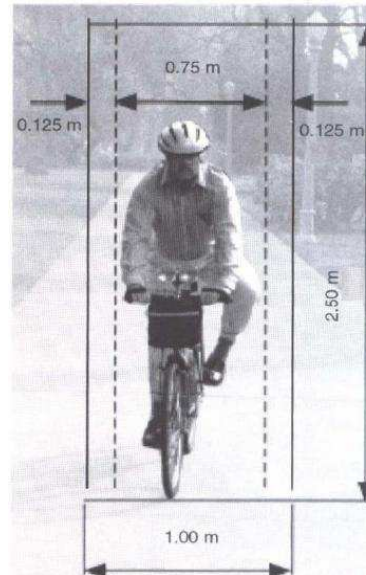
Figura 27 - Via com tráfego totalmente segregado entre veículos motorizados, ciclistas e pedestres.



Fonte: Andersen *et al.*, (2012).

O DNIT orienta que ao planejar uma rede viária, devem ser consideradas como características gerais, que o espaço necessário para a via destinada exclusiva ou preferencialmente ao ciclista deva ter 1,50 m de largura desejável, com mínimo absoluto de 1,20 m, em virtude da largura que ocupa um só ciclista, mostrada na Figura 28 (BRASIL, 2010).

Figura 28 - Espaço utilizado por um ciclista - condições mínimas e gerais.



Fonte: Brasil (2010).

Caso o projetista opte pelo uso dos acostamentos por parte dos ciclistas, este deve prevê-los com no mínimo 1,20 m de largura e 1,50 m em locais com defensas e barreiras. Contudo recomendam-se maiores larguras em caso de tráfego com velocidade superior a 80 km/h ou em vias onde a volume de caminhões e ônibus é elevada, ou onde existem obstruções físicas à direita do acostamento (BRASIL, 2010).

Comparativamente, Litman et al. (2016) cita que recentemente os órgãos que tratam das autoestradas no Canadá especificam para autoestradas e rodovias sem meio-fio, um acostamento de 1,00 a 3,00 metros. Quando há meios-fios, é necessário que o acostamento tenha entre 1,50 e 1,80 m.

O órgão canadense recomenda ainda a adoção das larguras de acostamento conforme tabela a seguir, ressaltando que é requerida uma largura extra em caso de greides fortes e em caso da presença de meio-fio. A Tabela 3 mostra a largura dos acostamentos por tipo de rodovia, volume médio diário e volume horário.

Tabela 3 - Largura dos acostamentos (m) por tipo de rodovia (Canadá) e Volume de tráfego.

	VMD	VMD	VMD	VHP	VHP	VHP
	<250	250 a 400	>400	100 a 200	200 a 400	>400
Vias rurais arteriais	1,2	1,2	1,8	1,8	2,4	2,4
Vias rurais coletoras	0,6	0,6	1,2	1,8	2,4	2,4
Vias rurais locais	0,6	0,6	1,2	1,8	1,8	2,4

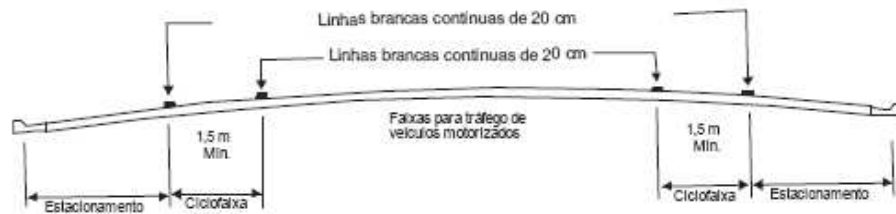
Fonte: Litman et al. (2016).

Obs:VMD= Volume Médio Diário VHP= Volume Horário de Projeto.

Como benefício do compartilhamento de uma faixa mais larga junto ao meio-fio, o DNIT (BRASIL, 2010) cita que a maior distância ajuda na ultrapassagem dos ciclistas pelos automóveis os motoristas, não havendo necessidade de mudar de faixa para isso. Recomenda-se 4,20 m para a largura da faixa externa de uso compartilhado entre ciclistas e tráfego motorizado, e 4,50 m em rampas íngremes ou locais com perda de largura útil por conta de elementos de drenagem ou estacionamento permitido. A ressalva é feita para o perigo de se incitar o uso desta faixa mais larga por dois automóveis em paralelo, em caso de trechos urbanos com grandes larguras (acima de 4,20 m) e longas.

Para as ciclofaixas, a largura mínima de 1,50 m é requerida para casos da implantação entre a área de estacionamento e a via trafegável, e recomenda-se uma largura adicional de 0,30 a 0,60 m caso a região seja muito procurada para estacionamento. (BRASIL, 2010). As recomendações do DNIT estão ilustradas na Figura 29, nas seções transversais.

Figura 29 - Seções transversais com ciclofaixas - Recomendações do DNIT.



(a) Estacionamento permitido com vagas demarcadas.



(b) Estacionamento proibido.



(c) Vias sem meios-fios e sarjetas em áreas afastadas.

Fonte: Brasil (2010).

Para uma ciclovia, a largura recomendada é de 3,00 m para dois sentidos de tráfego, sendo o mínimo absoluto de 2,40 m para condições de baixo fluxo de ciclistas e uso ocasional da ciclovia por pedestres, há possibilidade de se realizar ultrapassagens e a via é mantida em perfeito estado de manutenção (BRASIL, 2010).

A largura desejável de 3,60 m para uma ciclovia de dois sentidos é condição para volumes elevados de ciclistas, e onde o greide é forte, que causa ultrapassagens mais frequentes; e onde há a ocorrência de ciclistas pedalando em duplas em paralelo. (BRASIL, 2010).

Para ciclovias de um só sentido, a largura mínima é de 1,50 mas com seguintes ressalvas: (BRASIL, 2010).

- Um mínimo de 0,60 m de largura, com inclinação máxima de 1:6 (vertical : horizontal), deve ser mantido em ambos os lados do pavimento. É desejável,

contudo, que se mantenham 0,90 m, ou mais, de distância de árvores, postes, paredes, cercas, defensas ou outras obstruções laterais.

- Paralelamente à ciclovia, podem ser construídas pistas de corrida, caso se disponha de área.

O Ministério das Cidades instrui que a Ciclovia Segregada em Terreno Limpo, com dois sentidos de tráfego, deve ter largura mínima de 2,50 m, e podendo chegar a 3,00 m para a demanda de 1000 ciclistas / hora. Para uma Ciclovia Segregada junto à Via, também com dois sentidos de tráfego, a largura mínima recomendada é de 2,20 m, sendo que as ilhas separadoras tenham 0,30m de largura mínima de, e 0,50m a largura ideal (BRASIL, 2007). A Figura 30 mostra uma Ciclovia Segregada junto à Via separada por meio-fio de 15 cm.

Figura 30 – Ciclovia Segregada junto à Via em Vitória-ES. A separação se dá por meio de um meio-fio de 15 cm.



Fonte: Vitória (2017a)

Fonte: Vitória (2017b)

De acordo com os padrões técnicos alemães, as ciclovias bidirecionais são dispostas em um lado e de forma segregada da rodovia em meio rural. Este lado é cuidadosamente escolhido com base na utilização do solo e desenvolvimento do entorno, de modo que os pedestres e ciclistas tenham que cruzar a rodovia tanto menos quanto possível. A largura requerida para as ciclovias bidirecionais na Alemanha é normalmente de 2,50 m, e elas devem estar segregadas do limite da rodovia em pelo menos 1,75 m (DIFU, 2013 b).

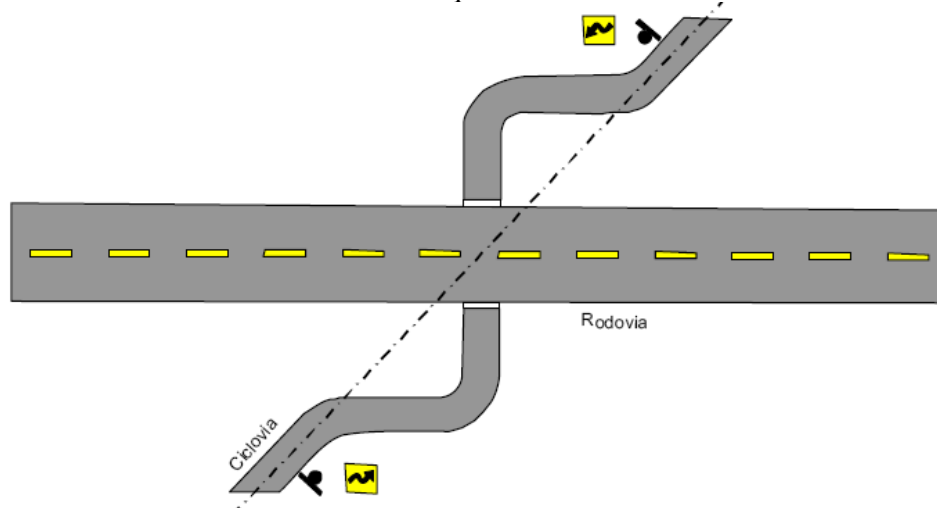
Além disso, as ciclovias devem estar providas de soluções de drenagem, ter alta visibilidade, proteção anti-ofuscamento e anti-*splash* e ser projetadas para uma velocidade de 30 km/h (assim como preconiza o Manual de Projetos Geométricos de Travessias Urbanas (IPR/DNIT 2010), permitindo que os ciclistas viagem rapidamente também fora das faixas de rodagem. Nos cruzamentos, as ilhas de proteção são importantes para travessias de rodovias principais (DIFU, 2013 b).

De maneira geral o gabarito sob obras-de-arte e em túneis em uma via destinada exclusiva ou preferencialmente a ciclistas deve ser de 3,00 m, e o mínimo absoluto nos demais casos deve ser de 2,40 m. (BRASIL, 2010)

O DNIT, em seu Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas, cita que os pontos críticos de uma via são as interseções, devido aos conflitos potenciais gerados entre ciclistas e os veículos motorizados. Isso requer uma atenção especial do projetista, que deve analisar cada interseção como única em suas características, e seguindo as seguintes orientações gerais (BRASIL, 2010).

O DNIT deve atentar para que a distância destes cruzamentos seja suficiente para que não interfiram nos movimentos de aceleração, desaceleração, mudanças de faixa e convergência das interseções existentes, posicionadas nos extremos das quadras. Este tipo de cruzamento também pode gerar dificuldades para os usuários quanto às preferências de passagem e a distância de visibilidade tanto para ciclistas quanto para motoristas. É desejável que este cruzamento seja perpendicular à via existente, evitando escondidade, conforme Figura 31. Recomenda incluir também nos projetos dispositivos de controle de tráfego, ilhas de proteção, controle de acessos e sinalização horizontal no pavimento (BRASIL, 2010).

Figura 31 - Cruzamento em nível dentro de quadra realinhado de modo a evitar escondidade.



Fonte: Brasil (2010).

A publicação da entidade inglesa Sustrans mostra, graficamente (Figura 32), que a aproximação das duas vias deve sofrer intervenções, neste caso para forçar a redução da velocidade, aumento da atenção e redução do risco de acidentes, incluindo:

- Sinalização horizontal por linhas de alerta de aproximação de perigo para o tráfego motorizado;
- Marcação horizontal de modo a transparecer estreitamento de pista para na via de tráfego motorizado;
- Marcações horizontais, elementos verticais e suaves mudanças de traçado, para a ciclovia;
- Pavimento de cor diferente, realizando contraste no local do cruzamento;
- Pavimento com maior atrito no local de cruzamento, aumentando a eficiência de frenagem dos veículos.

Figura 32 – Modelo inglês de cruzamento rodociclovial.



Fonte: Sustrans (2014).

Outras medidas mais simples podem resultar no efeito esperado, segurança, pode ser visto a seguir na Figura 33.

Figura 33 - Medidas para redução da velocidade e aumento da atenção do ciclista antes de cruzamentos rodociclovitários na Dinamarca.



Fonte: Andersen *et al*, (2012).

Para cruzamentos mais complexos, envolvendo mais vias e outras configurações, o autor sugere que não haja solução geral que caiba a todas, mas que devem ser levadas em consideração as seguintes opções:

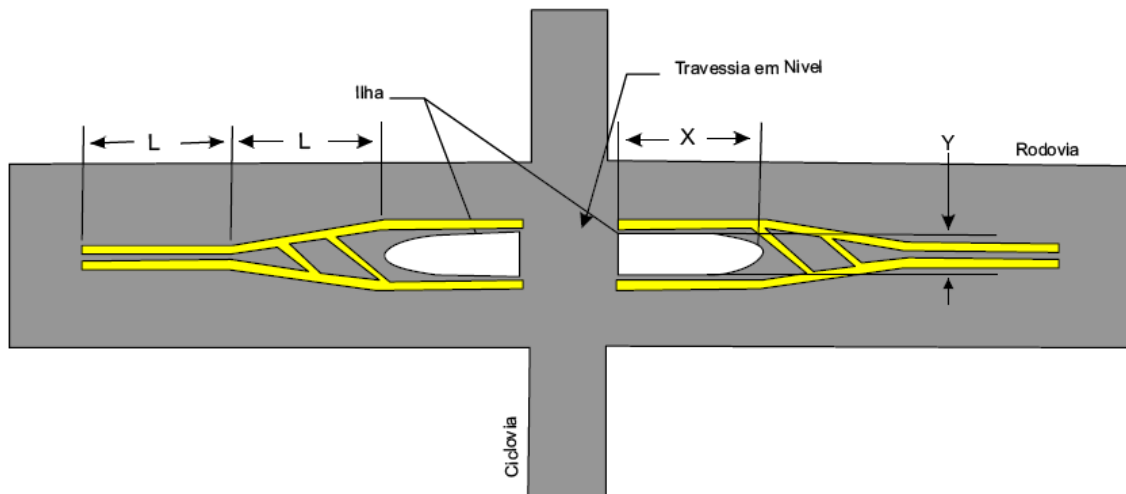
- Alteração do ponto onde haverá a interseção das vias de ciclistas e demais;
- Introdução de sinalização / controle de tráfego por conjunto(s) semafórico(s);
- Adaptação da sinalização;
- Introdução de ilha(s) de proteção (refúgio).

As ilhas de proteção (refúgio) são áreas protegidas, geralmente instaladas nos eixos das vias, que permitam que a travessia de uma via com uma ou mais faixas seja feita em duas ou mais etapas. Estas devem contar com espaço suficiente para acomodar grupos de usuários, contendo indivíduos de bicicleta, de cadeiras de rodas, carrinhos de crianças e pedestres. De maneira ideal, as ilhas devem contar com área central ao nível da via, de modo a melhor acomodar ciclistas e cadeirantes, conforme Figura 34 a seguir.

Conforme o DNIT sugere, esta solução de engenharia deve ser prevista em interseções de ciclovias com rodovias, sempre que houver as seguintes condições:

- Volume considerável de tráfego e/ou velocidades elevadas na rodovia, que criem condições inaceitáveis para os usuários da ciclovia;
- Largura excessiva da rodovia para o tempo de travessia disponível;
- A travessia pode ser usada por pessoas que caminham vagarosamente, por motivo de idade (idosos ou crianças) ou por problemas físicos etc. (BRASIL, 2010).

Figura 34 - Ilha de proteção.



Fonte: Brasil (2010).

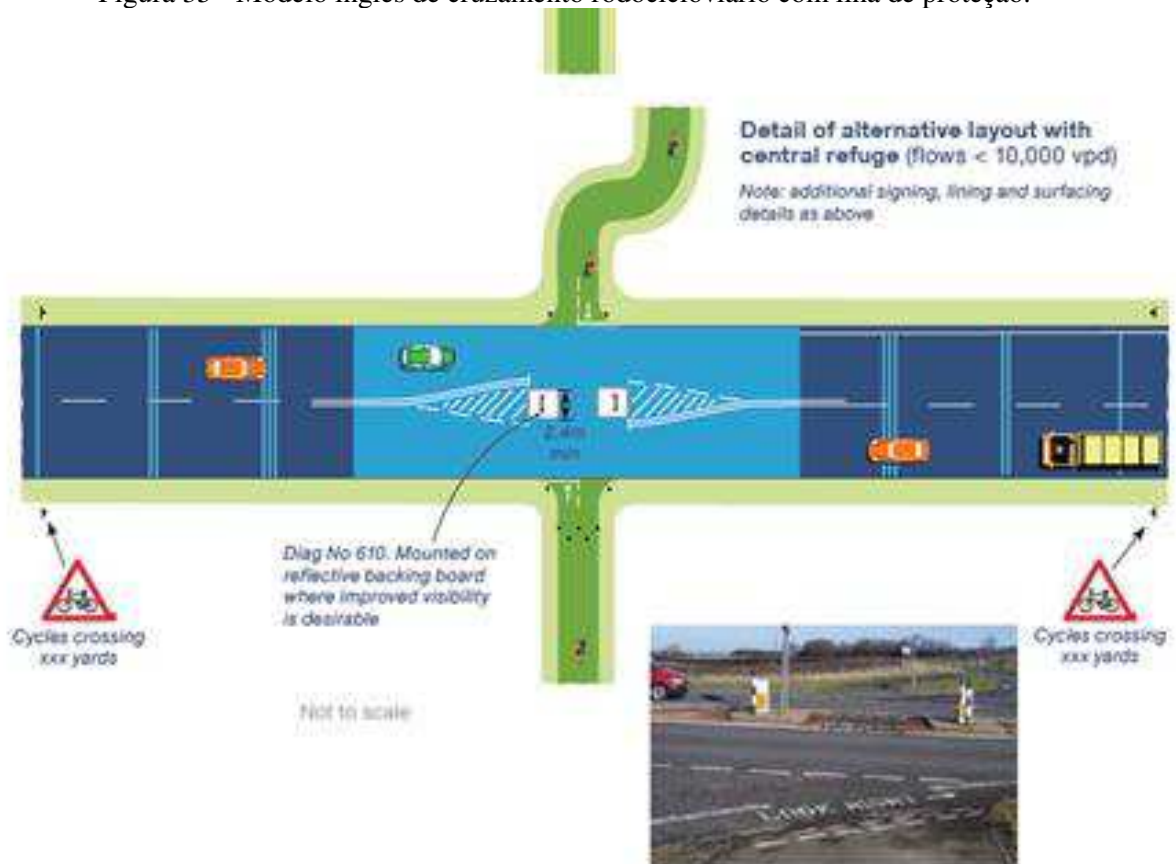
Os comprimentos indicados na Figura 33 devem atender às seguintes condições:

- X = comprimento da ilha = 2 m ou mais;
- Y = largura da ilha: 2 m (mínima); 2,5 m (satisfatória); 3,0 m (desejável);
- $L = 0,5 W.V$ (comprimento mínimo de 30 m, em vias urbanas, e 60 m, em vias rurais).

Onde: L = comprimento dos trechos que antecedem a ilha (m), $W = Y/2$ (m), V = velocidade regulamentada no trecho (km/h).

Como comparação, o modelo inglês utilizado pela Sustrans (2014) é mostrado na Figura 35.

Figura 35 - Modelo inglês de cruzamento rodociclovviário com ilha de proteção.



Fonte: Sustrans (2014).

As interseções em rótulas são especialmente perigosas para os ciclistas, gerando acidentes entre bicicletas circulando a rotatória (ou rótula) e veículos as acessando. Por isso é muito importante a análise cuidadosa da melhor maneira para se acomodar o ciclista neste tipo de interseção, que pode ocorrer de três maneiras: por compartilhamento da via com outros veículos motorizados; por meio de ciclovias; e, por ciclofaixas, dispostas na borda externa da rótula (geralmente não recomendado). (BRASIL, 2010)

De modo geral, as rotatórias de uma só faixa de rolamento e de velocidades mais baixas (em torno de 20 km/h) são adequadas à primeira opção, por via compartilhada. Contudo quando se eleva a velocidade ou quando há mais vias na rotatória, assim como quando há maior carregamento (volume de tráfego), indica-se o estudo de outras possibilidades, como o compartilhamento do passeio, ciclovias ou até mesmo uma maneira dos ciclistas evitá-las e ainda a separação de greides (BRASIL, 2010).

Uma geometria favorável deve causar a redução da velocidade ao se acessar a rotatória e manter boa visualização, e uma sinalização adequada indica a preferência de quem está circulando frente quem está entrando na rotatória. A Figura 36 mostra uma solução arrojada na Holanda, para que os ciclistas evitem transitar em uma grande rotatória.

Figura 36 - Rotatória em greides diferentes para pedestres, ciclistas e veículos motorizados – Eindhoven, Holanda.



Fonte: Portal Metálica (2017).

2.1.4 O ciclista e a segurança viária

Quando não respeitadas essas orientações, o resultado é o aumento no número de acidentes envolvendo pedestres e ciclistas. A GEIPOT cita que um estudo realizado em 1997 pela Associação Brasileira dos Departamentos de Trânsito (ABDETRAN), em Salvador, Recife, Brasília e Curitiba, mostrou que cerca de 24% dos acidentes com vítimas envolveram bicicletas e que mais da metade destes envolviam também os automóveis, mostrando o potencial risco dos conflitos entre ciclistas e motoristas. O autor faz a observação de que provavelmente muitos dos casos registrados como “queda de veículos”, sendo que cerca de metade envolvendo bicicletas, se deveram à influência do tráfego motorizado, através de pequenos abalroamentos laterais ou deslocamentos de ar, resultando na queda dos ciclistas (BRASIL, 2001). Infelizmente esses acidentes são mais comuns do que gostaríamos, como o mostrado na Figura 37 (notícia de acidente na BR-101/ES, envolvendo um motorista e um ciclista, sendo que infelizmente este último veio a falecer).

Figura 37 - Reprodução de postagem da Polícia Rodoviária Federal (PRF) via *Twitter*, datada de 20/05/2017.



Fonte: Twitter (2017)

Como aponta o *Guia de Redução de Acidentes com Base em Medidas de Engenharia de Baixo Custo* do DNIT (BRASIL,1998):

Muitas das situações que resultam em acidentes são criadas em função do crescimento de áreas urbanas, industriais, comerciais e agrícolas ao longo das rodovias. Como resultado, registra-se um crescimento do fluxo de veículos motorizados, de pedestres e de bicicletas, bem como o incremento da participação de veículos pesados na composição do tráfego.

A Base Nacional de Dados de Ocorrências de Trânsito (DATATRAN) em rodovias federais, levantado pela Polícia Rodoviária Federal (PRF), apresenta que no Brasil, em 2014, ocorreram 169.165 (sessenta e nove mil, cento e sessenta e cinco) acidentes em rodovias federais. As ocorrências de atropelamento de pessoas representam 2,5% destes acidentes, com cerca de quatro mil acidentes. O dado de destaque é que destes atropelamentos, mais de 70% ocorreram em zona urbana, e apresenta vítimas fatais em cerca de 30%, mostrando a fragilidade destes usuários, pelo alto índice de mortalidade.

Em relação aos ciclistas, a ocorrência de colisão com bicicleta representa menos de 1% dos acidentes no Brasil, com 1346 (mil trezentos e quarenta e seis) casos, ocorrendo no meio urbano em 72,5% dos casos, fazendo vítimas fatais em 15% dos casos.

Na Alemanha, o Instituto Alemão para Assuntos Urbanos (DIFU, 2013a) concluiu que o fator de risco mais acentuado de acidentes ocorre onde os automóveis giram para acessar ou para deixar uma via, ou seja, em cruzamentos, interseções e acessos.

Nestes casos, alguns fatos expõem os ciclistas ao risco de acidentes:

- Trafegar contra-fluxo em relação ao tráfego motorizado;
- Desrespeitar as leis de trânsito, e;
- Estar sob efeito de álcool.

Outros fatores que aumentam o risco de acidentes se relacionam com estacionamento de veículos, altas velocidades do tráfego motorizado e infraestrutura inadequada. (DIFU, 2013a)

Os dados de acidentes na Alemanha dão conta que 60% dos acidentes em Münster em 2010 ocorreram em giros, cruzamentos ou acessos (DIFU, 2013a).

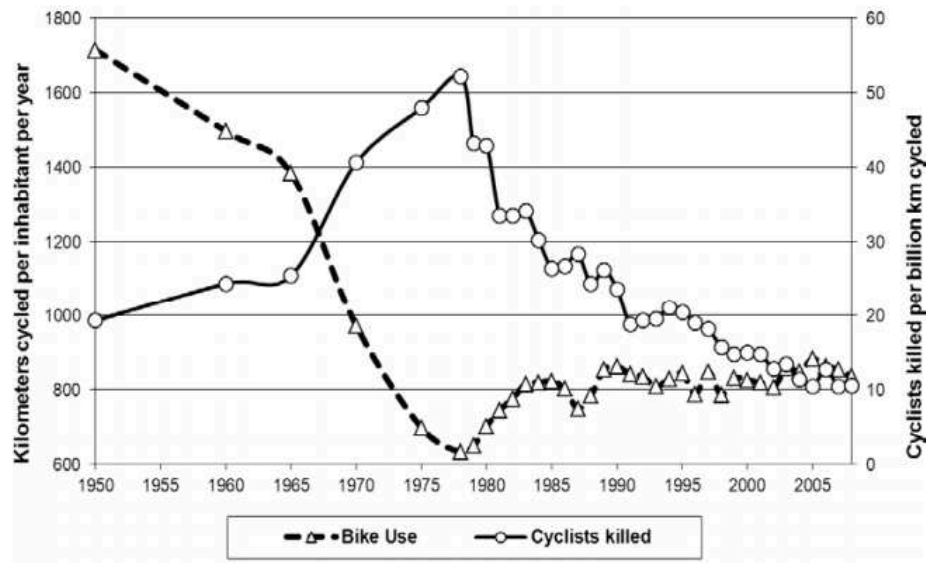
Outro fator relevante gerador de insegurança e perigo aos ciclistas ao longo de uma rodovia são os acessos que tem propriedades lindeiras e outras vias sobre ela. O Instituto de Políticas de Transporte de Vitória assegura que o gerenciamento correto destes acessos tende à redução do número e da largura destes acessos, o que pode beneficiar os ciclistas e pedestres com a redução dos pontos de conflito e fazendo com que haja maior previsão das manobras que os veículos farão ao acessar a rodovia; sendo importante contemplar os pedestres e ciclistas no planejamento destes acessos. (VTIP, 2016)

Ao contrário do que podemos imaginar intuitivamente, o número de acidentes envolvendo ciclistas não sofreu variação significativa nos últimos anos, apesar do grande crescimento do uso de bicicletas na Alemanha em igual período. Isso reflete a experiência internacional de que quanto maior a presença de ciclistas nas ruas, menor o risco de acidentes envolvendo bicicletas. (DIFU, 2013a)

Aparentemente, a apropriação das vias pelos ciclistas faz com que os demais usuários da via passem a prestar atenção neles. O caso holandês repete este resultado, pois a expansão do uso de bicicletas e do compartilhamento de vias pelos ciclistas desde na década de 1970, baixou o risco de acidentes com ciclistas, ao passo que o risco de acidentes aumenta, com o aumento do volume de tráfego motorizado, como se mostra na Figura 38.

Este resultado também ocorreu na Dinamarca, segundo Andersen *et al.* (2012), que cita a “massa de ciclistas” com a responsável por manter o motorista constantemente alerta para um conflito com ciclistas.

Figura 38 - Involução das mortes de ciclistas a partir do momento em que a Holanda passa a investir na promoção do ciclismo.



Fonte: Pucher, J., Buehler, R. (2008) apud DIFU (2013a).

Na opinião do autor, a velocidade é um fator relevante para aumento do risco, pois reduz ou impede as reações para prevenção das colisões. Quanto maior a velocidade empregada (principalmente pelos veículos motorizados), mais séria são os ferimentos causados. Este risco se potencializa se agregados com falta de visibilidade, especialmente por conta de carros estacionados. Todavia, enquanto a grande maioria dos acidentes com ciclistas foram registrados em vias urbanas alemãs (91% dos acidentes do país), os acidentes em vias rurais são potencialmente mais graves. Em 2011, 40% dos acidentes ocorridos em estradas, rodovias e vias rurais acabaram em morte dos ciclistas. Esta gravidade está relacionada com alta velocidade e tráfego compartilhado do ciclista na via, já que na maioria das vias rurais não há infraestrutura dedicada ao tráfego de ciclistas (DIFU, 2013a).

Outro fator relevante para a ocorrência de acidentes é a proporção de veículos pesados no volume de tráfego. Quando as colisões envolvem tais veículos, os danos são severos e são responsáveis por grande parte das vítimas. Este tipo de veículos tem pontos cegos bem extensos, o que pode fazer que o ciclista não seja visto pelos motoristas (DIFU, 2013b).

O risco de trafegar no contra-fluxo é, segundo DIFU (2013a), subestimado. O risco é de 4 a 6 vezes maior do que quando o ciclista trafega no sentido do tráfego. Caso o projetista decida pelo uso de ciclovias ou ciclofaixas de dois sentidos, deve haver um maior cuidado nos cruzamentos com vias de tráfego motorizados.

Para a redução do número de acidentes envolvendo ciclistas, o autor prescreve que se deve atuar nas seguintes direções (DIFU, 2013a):

- Evolução das soluções técnicas de engenharia de tráfego em geral;
- Modificação da semaforização com otimização dos tempos com vistas à segurança dos pedestres e ciclistas, assim deixando a fluidez em segundo plano;
- Redução dos limites de velocidade urbana para 50 km/h especialmente nas vias com maiores taxas de acidentes;
- Controle de velocidade por radares;
- Controle de avanço de sinal vermelho para ciclistas e motoristas;
- Testes de bafômetro também para ciclistas.

3 MATERIAIS E MÉTODO

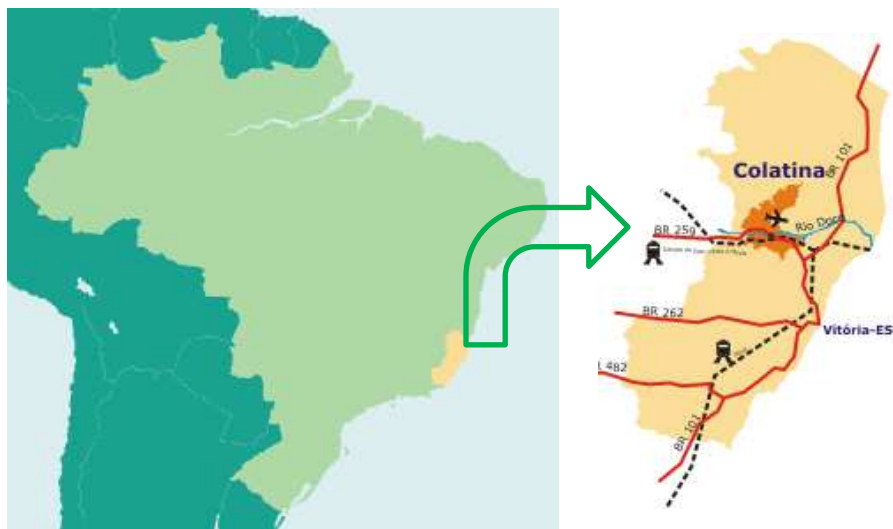
Neste capítulo apresenta-se a região de estudo e suas características (materiais), bem como as etapas do método, estabelecidas para atingir os objetivos do trabalho.

3.1 MATERIAIS

3.1.1 Área de estudo

A região estudada está localizada na rodovia BR-259, no perímetro urbano do município de Colatina, Estado do Espírito Santo, conforme ilustrada na Figura 39.

Figura 39 – Localização da área de estudo no município de Colatina.



Fonte: Colatina (2017a).

Colatina está localizada no Vale do Rio Doce, distante 130 quilômetros de Vitória, capital do Estado do Espírito Santo. Com uma população de aproximadamente 123 mil habitantes, sendo 88% na área urbana e 12% na zona rural, segundo estimativas de 2016 do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (exatos 111.788 habitantes no último censo de 2010), o município é o 8º mais populoso do Estado e o 6º maior em área, com mais de 1.400 quilômetros quadrados. (IBGE, 2017).

Estrategicamente localizada no centro do Estado, sendo a principal cidade da macrorregião Noroeste do Espírito Santo, o município está inserido em um importante corredor logístico da produção de dois dos principais produtos de exportação do Estado e do País, o café e as rochas ornamentais. O café é o seu principal produto agrícola, enquanto se vê outros destaques regionais também na produção de carne e derivados de leite, fruticultura e a produção hortigranjeira. A cidade também é destaque estadual e em estados vizinhos por sua indústria de vestuário, com um polo de confecções com mais de 600 empresas; e de forma idêntica para indústria moveleira; sendo abrangido pela Superintendência do desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), que concede incentivos fiscais para a instalação de empreendimentos no município (COLATINA, 2017b).

Além do destaque econômico, a cidade ainda é polo de serviços e comércio regional, e representa o único ponto de travessia do Rio Doce na região, sendo atravessada por importantes estradas, sendo a Estrada de Ferro Vitória-Minas, a BR-259/ES e a ES-080 (Rodovia do Café).

A rodovia BR-259 é classificada quanto à posição geográfica como transversal e tem início no Estado do Espírito Santo e final em Minas Gerais. Esta rodovia faz a ligação entre a BR-101 (João Neiva-ES) e a BR-040 (Felixlândia-MG). No seu percurso de mais de 700 km, atravessa as principais cidades de Colatina (ES) e Governador Valadares (MG), como ilustra o esquema da Figura 40.

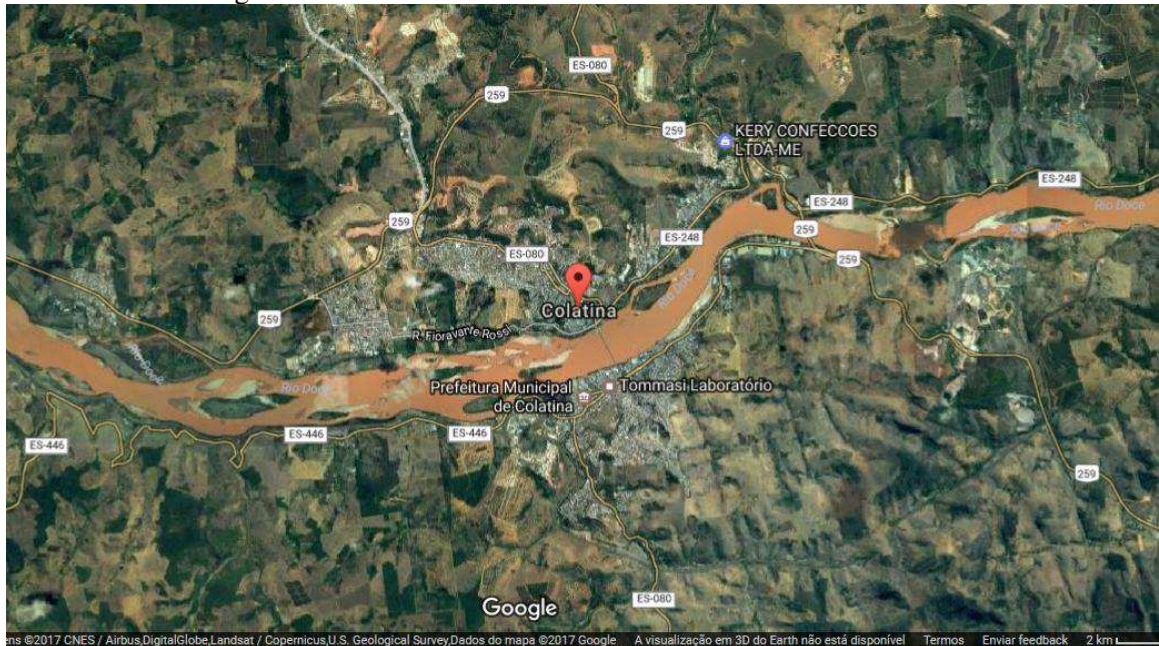
Figura 40 - Travessia da BR-259.



Fonte: Cotta (2017).

Nos 100 km em que a BR-259 se desenvolve no Espírito Santo, esta atravessa o município de Colatina, dividindo com a Estrada de Ferro Vitória-Minas o título de principal indutor de crescimento local. Indubitavelmente a existência de uma importante rodovia que secciona seu território e exatamente o seu centro municipal (Figura 41), promove tanto crescimento quanto leva a conflitos entre o tráfego de passagem e o tráfego local.

Figura 41 - Zona urbana de Colatina e BR-259 em seu entorno.




Fonte: Adaptado de *Google Maps* (2017).

Até 2007, a rodovia BR-259 atravessava o “coração” da cidade, gerando acidentes, conflitos com o tráfego urbano e perda de tempo de viagem. Visando o aumento da fluidez e a redução destes conflitos, foi construído o Contorno de Colatina que inclui também a segunda Ponte sobre o Rio Doce, neste município. No entanto, com o aumento da população e crescimento da área industrial e agrícola, a incidência de acidentes com usuários de bicicletas tem se repetido. Isto deve, principalmente, pela falta de um planejamento urbano eficaz, uma vez que logradouros próximos se desenvolvem ao longo das rodovias, transformando-as em vias principais de zonas urbanas.

Nesta região, a cada ano têm-se assentamentos humanos mais próximos da rodovia BR-259 – Contorno de Colatina. Estes aspectos se mostram relevantes em relação ao modo de transporte dos funcionários das diversas empresas da região. Muitos dos trabalhadores da região se deslocam por meio de bicicleta e utilizam o acostamento da rodovia para seu trajeto até o trabalho. Nesta situação, sendo uma rodovia de tráfego elevado, as condições de circulação pelo acostamento não é ideal, o que pode gerar acidentes.

Segundo os dados do DNIT, divulgados em seu *site* de internet em 2015, o segmento entre os km 50 e 60 é o mais perigoso para o usuário, do ponto de vista da segurança viária. A classificação aponta também o segmento como o 23º mais perigoso em relação ao Estado do Espírito Santo (Figura 42), e está fundamentado nos registros de acidentes da PRF, de janeiro de 2010 a outubro de 2014.

Figura 42 - O segmento em estudo está inserido naquele mais perigoso da BR-259/ES.

			Ranking por UF dos segmentos de rodovias federais mais desfavoráveis do ponto de vista da segurança viária*					
UF	BR	km	Acidentes				Índice de Severidade (UPS)	Taxa de Severidade (UPS/km)
			Com Vítimas Fatais (F)	Com Vítimas Não Fatais (V)	Com Vítimas Não Fatais (Atropelamentos) (P)	Sem Vítimas (D)		
ES	259	50 a 60	22	153	3	85	1001	100,1
ES	259	0 a 10	12	65	3	108	542	54,2
ES	259	10 a 20	13	66	1	99	538	53,8
ES	259	40 a 50	6	75	2	88	478	47,8
ES	259	60 a 70	4	58	6	26	346	34,6
ES	259	30 a 40	8	42	2	55	339	33,9
ES	259	90 a 100	6	48	2	23	305	30,5
ES	259	20 a 30	2	39		47	229	22,9
ES	259	80 a 90	3	17		18	125	12,5
ES	259	100 a 110	4	14		7	115	11,5
ES	259	70 a 80	3	12		9	96	9,6

Fonte: Adaptado de Brasil (2015).

Nota: Baseado nos registros de acidentes da PRF de janeiro de 2010 a outubro de 2014.

Observou-se uma determinada região, nesta rodovia, cujo uso da bicicleta ocorre de forma mais intensa. Assim, o objeto deste estudo é a rodovia BR-259/ES, trecho entre os quilômetros 58 e 59, limitados pelos trevos dos bairros São Marcos e Honório Fraga, como ilustra a Figura 43.

Neste segmento da rodovia, denominado de Contorno de Colatina, estão localizados os bairros São Marcos e Novo Horizonte (Figura 43), que tem seus limites ao norte com a BR-259. Além destes bairros, percebeu-se que nos últimos anos, o avanço da área urbana para o lado oposto da rodovia, com o surgimento de novos bairros, o que pode causar mais acidentes com pedestres e ciclistas. Para demonstrar o crescimento, as Figuras 44 a 46 apresentam uma sequência temporal da evolução da ocupação humana no trecho em estudo.

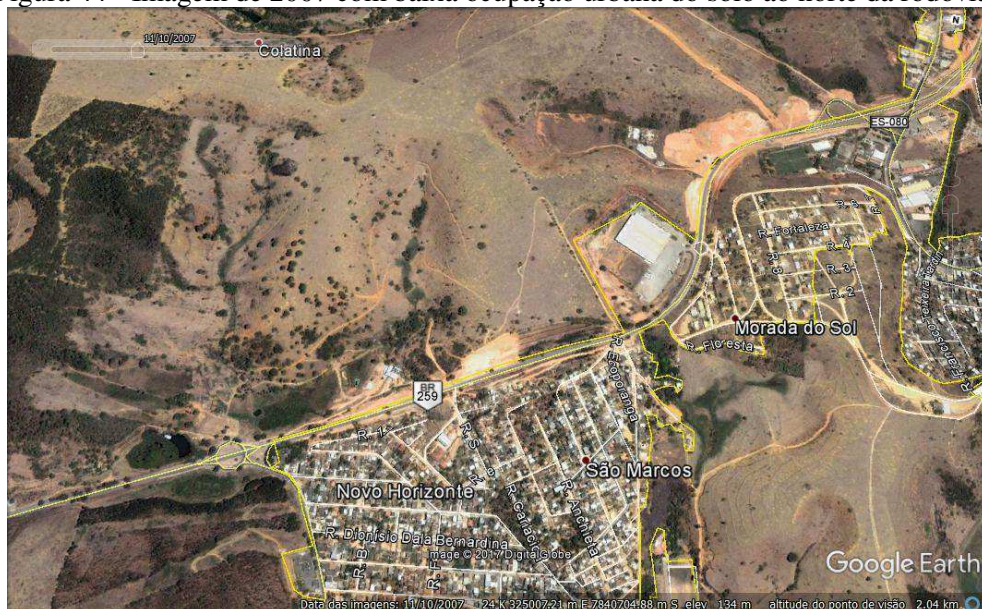
Figura 43 – Área objeto do estudo, BR-259/ES, km 58 ao km 59.



Fonte: Adaptado de *Google Earth* (2017).

A Figura 44 indica que em 2007, os bairros Novo Horizonte e São Marcos já existiam. Porém, não havia sinal de ocupação urbana do solo ao norte da rodovia, senão por um galpão industrial já a frente do bairro Morada do Sol.

Figura 44 - Imagem de 2007 com baixa ocupação urbana do solo ao norte da rodovia.



Fonte: Adaptado de *Google Earth* (2017).

Na Figura 45, observa-se que em 2011, a região já apresenta um início da ocupação urbana do solo ao norte da rodovia, por um bairro residencial que pode ser visualizado no topo da imagem (em vermelho).

Figura 45 - Imagem de 2011 que apresenta um início da ocupação urbana do solo ao norte da rodovia.

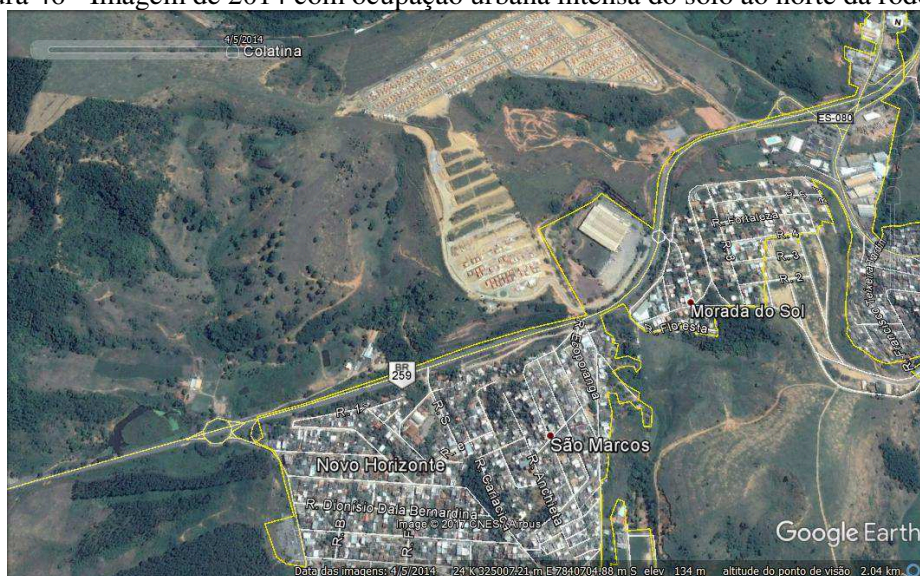


Fonte: Adaptado de *Google Earth* (2017).

Na imagem de 2014, Figura 46, vê-se a consolidação da ocupação urbana do solo, com dois novos conjuntos de residências ao norte da rodovia, no trecho em estudo.

Os bairros São Marcos e Novo Horizonte são limitados ao sul pelo bairro Honório Fraga e ao norte pela BR-259. Esta região é densamente populosa, ocupada, principalmente, por pessoas de baixa renda. Devido às deficiências locais de transporte público, resulta daí uma predominância de viagens a pé ou de bicicleta. Por estes motivos, escolheu-se esta como a área objeto deste estudo.

Figura 46 - Imagem de 2014 com ocupação urbana intensa do solo ao norte da rodovia.



Fonte: Adaptado de *Google Earth* (2017).

3.1.1.1 Características do segmento em estudo

Entre os quilômetros 58 e 59, a rodovia BR-259 é caracterizada por uma grande tangente em forte aclive. Por esta razão, no local se previu duas faixas para o sentido decrescente (subida), facilitando a ultrapassagem de veículos lentos. Para isso, no entanto, se sacrificou o acostamento naquele lado da rodovia.

Como resultado do número de acidentes observados no segmento, especialmente no trevo de Honório Fraga, levou o DNIT a implantar rígido controle de velocidade no segmento adotado neste estudo de caso. Este controle se realiza com os dispositivos listados a seguir em sentido crescente da rodovia:

- Uma lombada a cerca de 50 metros do trevo de São Marcos;
- Um Redutor Eletrônico de Velocidade após este mesmo trevo, reduzindo a velocidade a 50 km/h;
- Um Redutor Eletrônico de Velocidade no meio do segmento, controlando a velocidade a 60 km/h; e,
- Um Redutor Eletrônico de Velocidade no trevo de Honório Fraga, com controle de velocidade a 60 km/h.

O segmento se inicia no trevo de acesso ao bairro São Marcos. Esse trevo, na verdade, é um conjunto de acessos sem qualquer tratamento. Para acesso ao bairro, veículos que trafega no lado direito da via (sentido crescente), aguardam muitas vezes no eixo da via, enquanto no lado esquerdo o acesso não conta com faixa de desaceleração. Aqueles que deixam o bairro entram diretamente na via, sem uma faixa de aceleração.

Durante a visita ao campo, se evidenciou a travessia de pedestres sem qualquer proteção, senão o controle de velocidade, enquanto os veículos realizavam diversas manobras perigosas neste acesso. A Figura 47 ilustra a região do início do segmento estudado e a Figura 48 um exemplo de manobras arriscadas na região.

Figura 47 - Trevo informal de acesso a São Marcos. Não há tratamento geométrico. Detalhe para a travessia desprotegida do pedestre.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 48 - Um exemplo das manobras perigosas flagradas durante a visita ao segmento.



Fonte: Acervo pessoal.

O segmento se desenvolve inicialmente em um declive (sentido crescente), com a plataforma sendo limitada por cortes em rocha em ambos os lados, conforme se pode verificar na Figura 49.

Figura 49 – Cortes em rocha em ambos os lados delimitam os primeiros metros do segmento em estudo.



Fonte: Acervo pessoal.

Após algumas centenas de metros, os cortes cessam e há um acesso de geometria irregular ao bairro Novo Horizonte, como mostra a Figura 50.

Figura 50 - Acesso precário ao bairro Novo Horizonte no lado esquerdo da via, detalhe para um veículo acessando o bairro, próximo de um abrigo de parada de ônibus.

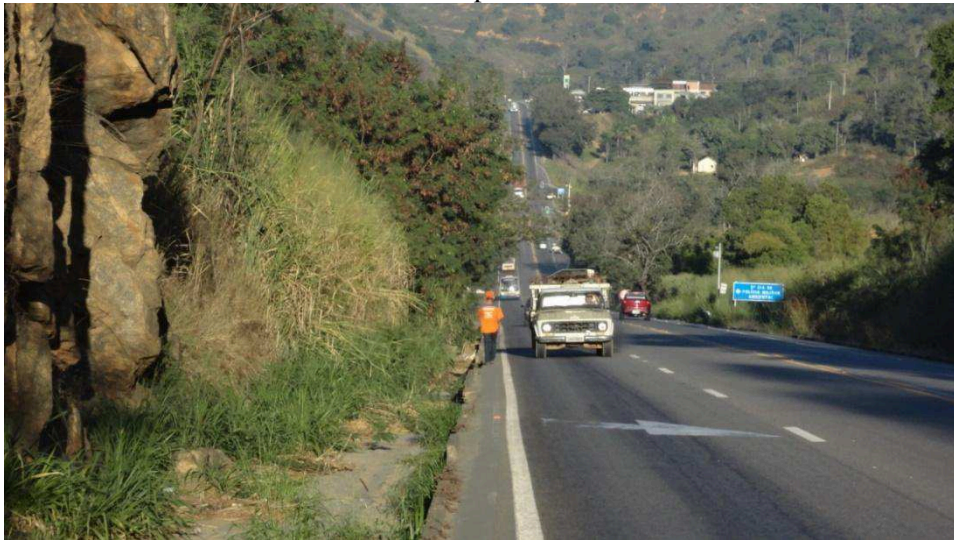


Fonte: Acervo pessoal.

O lado esquerdo da via se caracteriza por uma faixa dupla na subida, com uma faixa de segurança que varia de 50 a 70 cm, sendo margeada por uma canaleta profunda, o que inviabiliza o uso da via por pedestres e ciclistas neste lado. Mesmo assim, é fácil encontrarmos transeuntes se arriscando nestas condições.

A Figura 51 ilustra a via da esquerda, com sua subida em faixa dupla, faixa de segurança e canaleta. Esta canaleta funciona tanto como elemento de drenagem quanto elemento receptor de blocos de rocha que venham a se desprender do corte. A figura mostra flagrante risco enfrentado pelos pedestres e ciclistas.

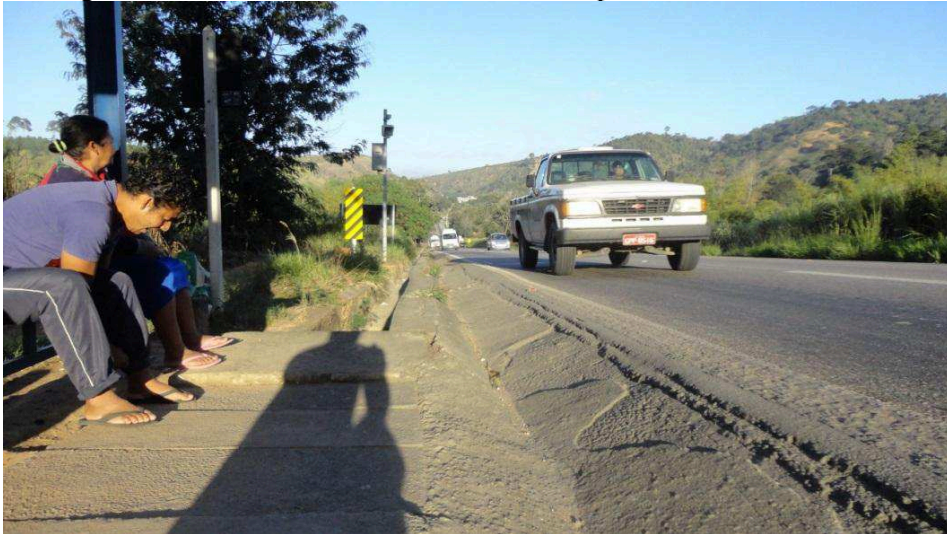
Figura 51 - Vista do segmento em sentido crescente, lado esquerdo. O pedestre se arrisca ao caminhar a poucos centímetros do tráfego pesado, que sobe lentamente na faixa da direita, em trecho dotado de canaleta profunda.



Fonte: Acervo pessoal.

O ponto de ônibus, nesta mesma via, não conta com baia, o que leva o coletivo a realizar a parada na faixa da direita e há um acesso bem ao lado do abrigo do ponto. O acesso dos passageiros ao ônibus é realizado por sobre a canaleta, que está tampada com laje de concreto. O desnível pode levar a acidentes aos usuários que desembarcam do coletivo, como se pode verificar nas Figuras 52 a 54. Esse ponto de parada de ônibus (Figura 53) é um ponto de conflito para uma eventual infraestrutura para ciclistas e pedestres.

Figura 52 - Detalhe do desnível a ser vencido pelos usuários do ônibus.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 53 - Parada do ônibus é feita sobre a faixa da direita da subida.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 54 – O embarque é feito sobre a canaleta, tampada com laje.



Fonte: Acervo pessoal.

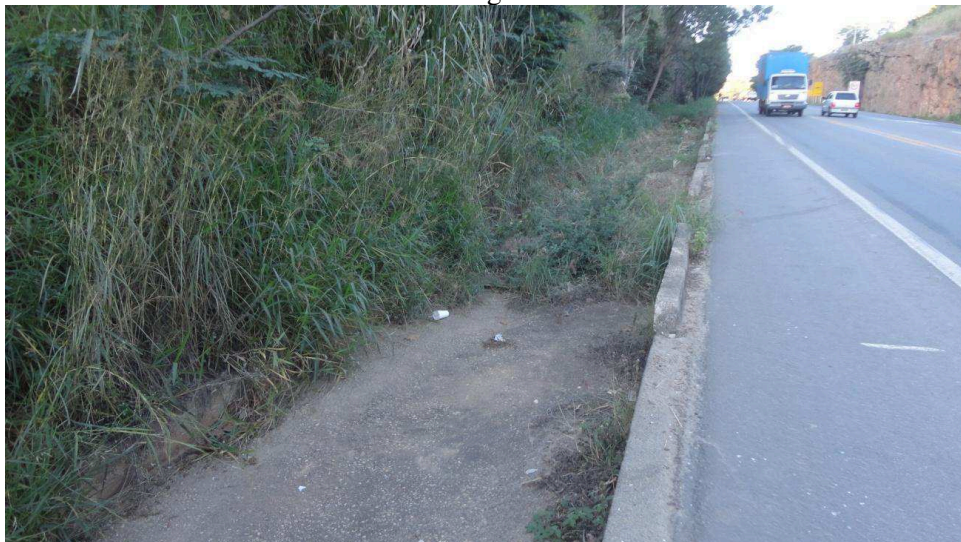
A via da direita (descida) tem faixa simples e acostamento. Ao lado destes, há a drenagem superficial, um terrapleno e então, uma canaleta, que funciona como elemento de drenagem inicialmente e também como receptor de blocos de rocha, à medida que margeia o corte em rocha. Sua largura vai aumentando na medida em que avança no sentido crescente da via, com se pode observar, nas Figuras 55 e 56.

Figura 55 - Faixa do lado direito, vista sentido crescente do acostamento, terrapleno e canaleta de drenagem.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 56 - Faixa do lado direito, vista sentido decrescente do acostamento e grande canaleta de drenagem.



Fonte: Acervo pessoal.

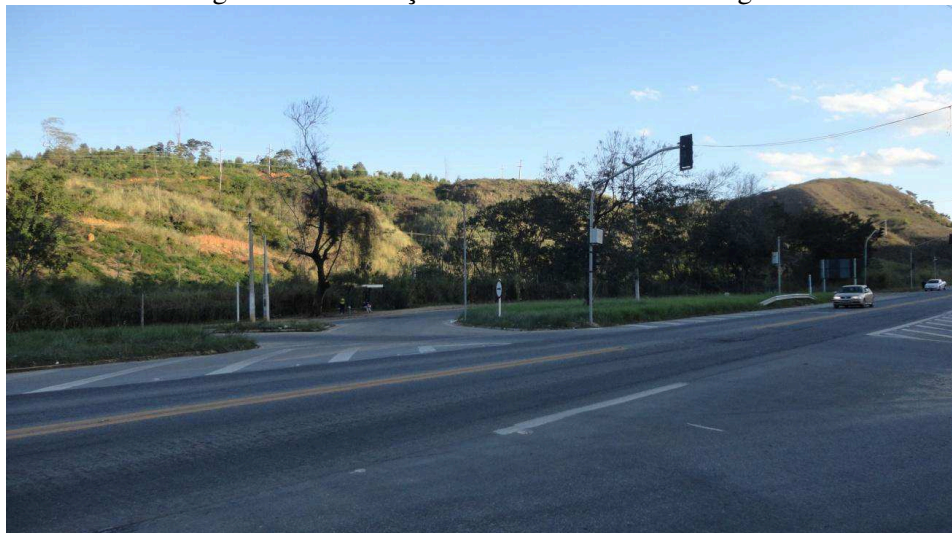
O segmento estudado termina na interseção de acesso ao bairro Honório Fraga, no km 49. A interseção é semaforizada e conta com controle de velocidade e avanço de sinal. Não há faixas de pedestres. As Figuras 57 e 58 e ilustram a situação do final do segmento.

Figura 57 - Interseção de acesso a Honório Fraga



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 58 - Interseção de acesso a Honório Fraga



Fonte: Acervo pessoal.

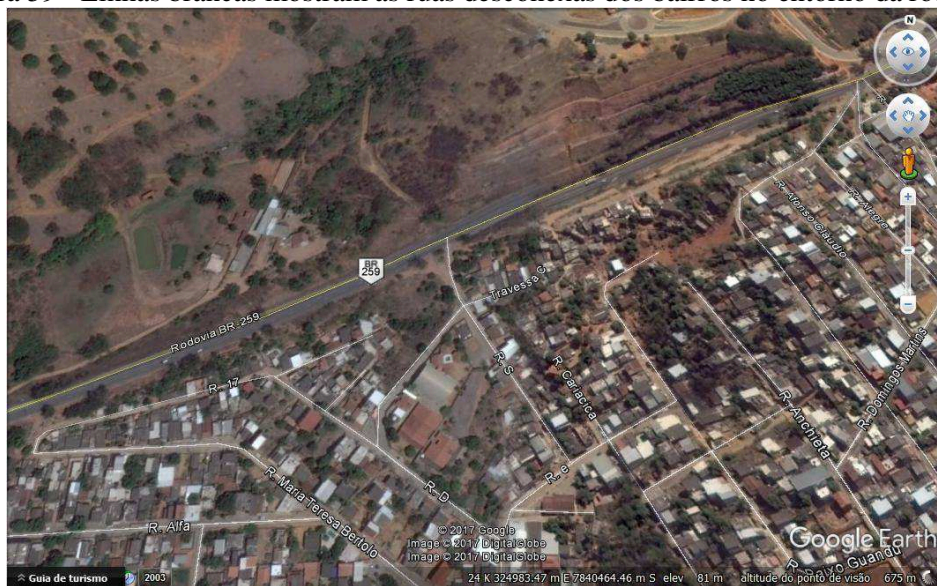
Em resumo, são as seguintes características da via no segmento em estudo:

- Tangente em forte rampa;
- Sentido decrescente com faixa dupla, sem acostamento (faixa de segurança);
- Sentido crescente faixa simples e acostamento;
- Não há divisão por canteiro central;
- Limitado por duas interseções de acesso aos bairros, cada uma com vários movimentos;
- Implantação parcial em corte de rocha;

- Dotado de uma canaleta de aproximadamente 3,00 m de largura (média), em cada lado do corte de rocha;
- Não há iluminação pública;
- Rígido controle eletrônico de velocidade.

Os bairros vizinhos, São Marcos e Novo Horizonte, são tipicamente assentamentos urbanos desordenados ou mal planejados. Suas ruas são geralmente esparsas, estreitas e desconexas, como se pode ver na Figura 59.

Figura 59 - Linhas brancas mostram as ruas desconexas dos bairros no entorno da rodovia.



Fonte: Adaptado de *Google Earth* (2017).

O relevo dos dois bairros é bem acidentado, induzindo à formação de ladeiras e escadarias, o que dificulta a acessibilidade de pessoas a pé ou de bicicleta. As Figuras 60 e 61 ilustram a tipificação de suas vias nas proximidades da rodovia.

Figura 60 - Ladeira íngreme no bairro São Marcos.



Fonte: Adaptado de *Google Street View* (2017).

Figura 61 - Ladeira íngreme nas proximidades da rodovia - bairro São Marcos.



Fonte: Adaptado de *Google Street View* (2017).

Assim, em relação ao relevo, vias e transporte, os bairros podem ser descritos como o seguinte:

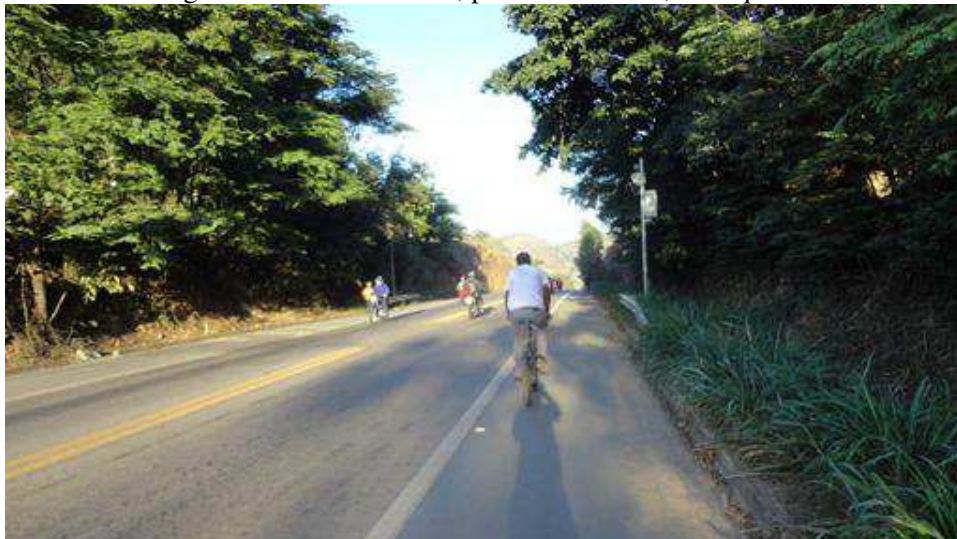
- Acidentado, levando a adoção de ladeiras íngremes e escadarias;
- Vias estreitas, desconexas, irregulares e esparsas;
- População com baixo acesso a automóveis particulares;
- Mal servidos de transporte público urbano;
- Predominância de viagens a pé e de bicicleta.

As linhas de transporte público se utilizam da rodovia BR-259 para seu trajeto, o que influencia o acesso desta pelas populações lindeiras. Neste contexto, a rodovia BR-259 apresenta-se com algumas vantagens para a parte da população destes dois bairros que vive e/ou trafega em seu entorno, sendo:

- Superfície mais regular do que as vias do bairro;
- Caminho mais direto e lógico (realizando a conexão entre os dois trevos de acesso aos bairros de forma direta e o acesso a várias ruas e travessas dos bairros);
- Caminho com menor inclinação do que algumas vias do bairro paralelas à rodovia.

Estas características levam os moradores ao uso da rodovia para os seus trajetos à pé e de bicicleta. As Figuras 62 a 74 a seguir demonstram que o segmento em estudo apresenta uso por pedestres e ciclistas. O cruzamento da via é realizado tanto nos dois extremos do segmento em estudo (interseções), quanto ao longo do segmento. Assim, o segmento estudado necessita ser adaptado de forma a apresentar uma infraestrutura adequada para pedestres e ciclistas.

Figura 62 - Ciclista trafega no sentido crescente, pelo lado direito, lado que conta com acostamento.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 63 - Pedestre caminha sentido crescente, pelo lado esquerdo, em claro risco de acidente.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 64 – Vindo do bairro Novo Horizonte, ciclista em detalhe atravessa a rodovia em local sem proteção, para acessar o lado direito que conta com acostamento.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 65 - Ciclista empurra bicicleta subindo em sentido decrescente pelo acostamento. Este ciclista confidenciou ao autor que se sente mais seguro no acostamento, pois já sofreu um acidente quando trafegava pelo lado oposto, tendo caído da canaleta.



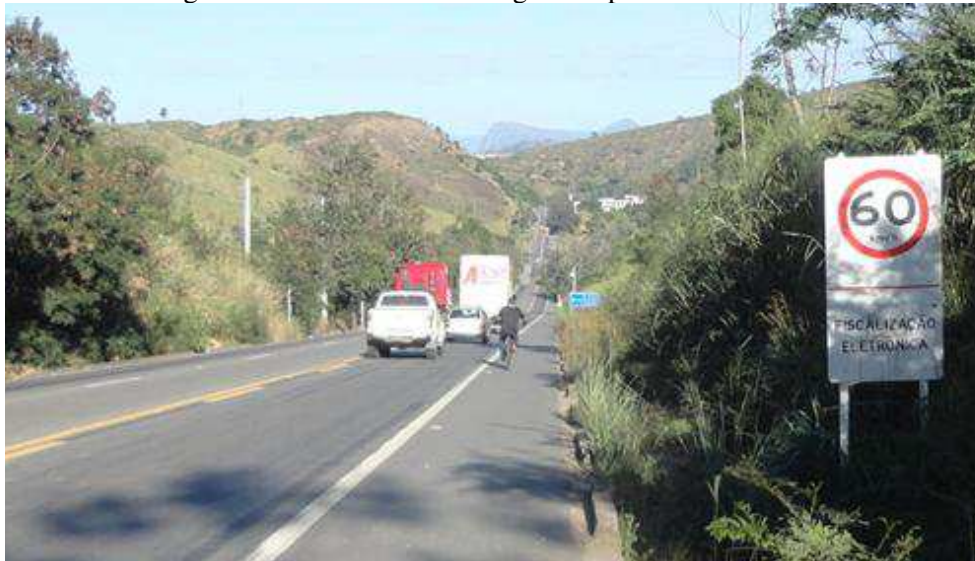
Fonte: Acervo pessoal.

Figura 66 - Ciclista empurrando a sua bicicleta pelo lado esquerdo (lado sem acostamento), subindo o segmento.



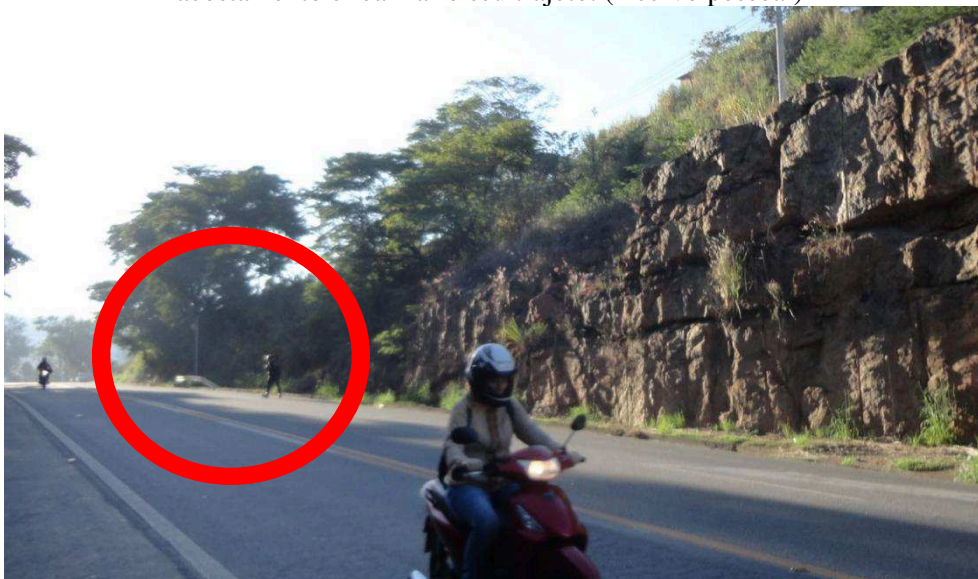
Fonte: Acervo pessoal.

Figura 67 - Ciclista desce o segmento pelo acostamento.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 68 - Pedestre em destaque atravessa a rodovia em local desprotegido, para acessar o acostamento e realizar o seu trajeto. (Acervo pessoal)



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 69 - Pedestres transitam pelo acostamento no segmento em estudo.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 70 - Trilha feita pelos pedestres e ciclistas no terrapleno, com pedestre ao fundo. Via da esquerda, vista sentido decrescente.



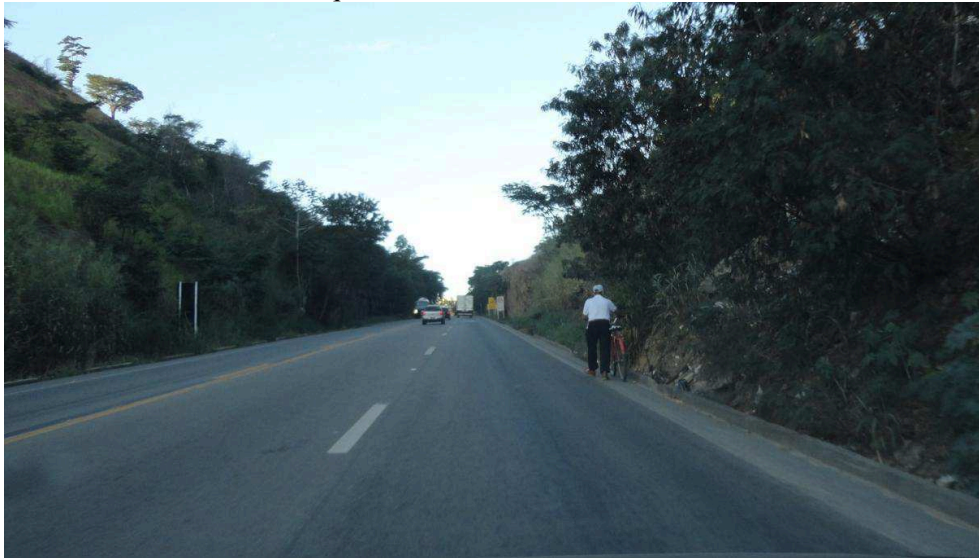
Fonte: Acervo pessoal.

Figura 71 - Ciclista precisa desviar de automóvel parado no acostamento, se colocando em situação de risco. Via da direita, vista sentido decrescente.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 72 - Idoso sobe com sua bicicleta pela faixa de segurança a poucos centímetros do tráfego. Via da esquerda, vista sentido decrescente.



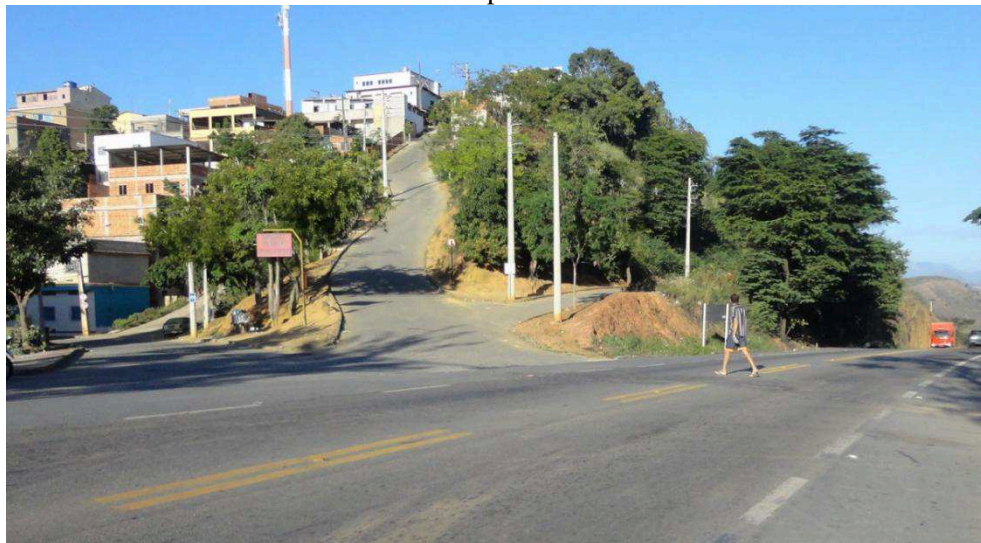
Fonte: Acervo pessoal.

Figura 73 - Ciclista empurra sua bicicleta pelo acostamento. Via da direita, vista sentido decrescente.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 74 - Pedestre atravessando a interseção do início do segmento. O local não conta sequer com faixa de pedestres.

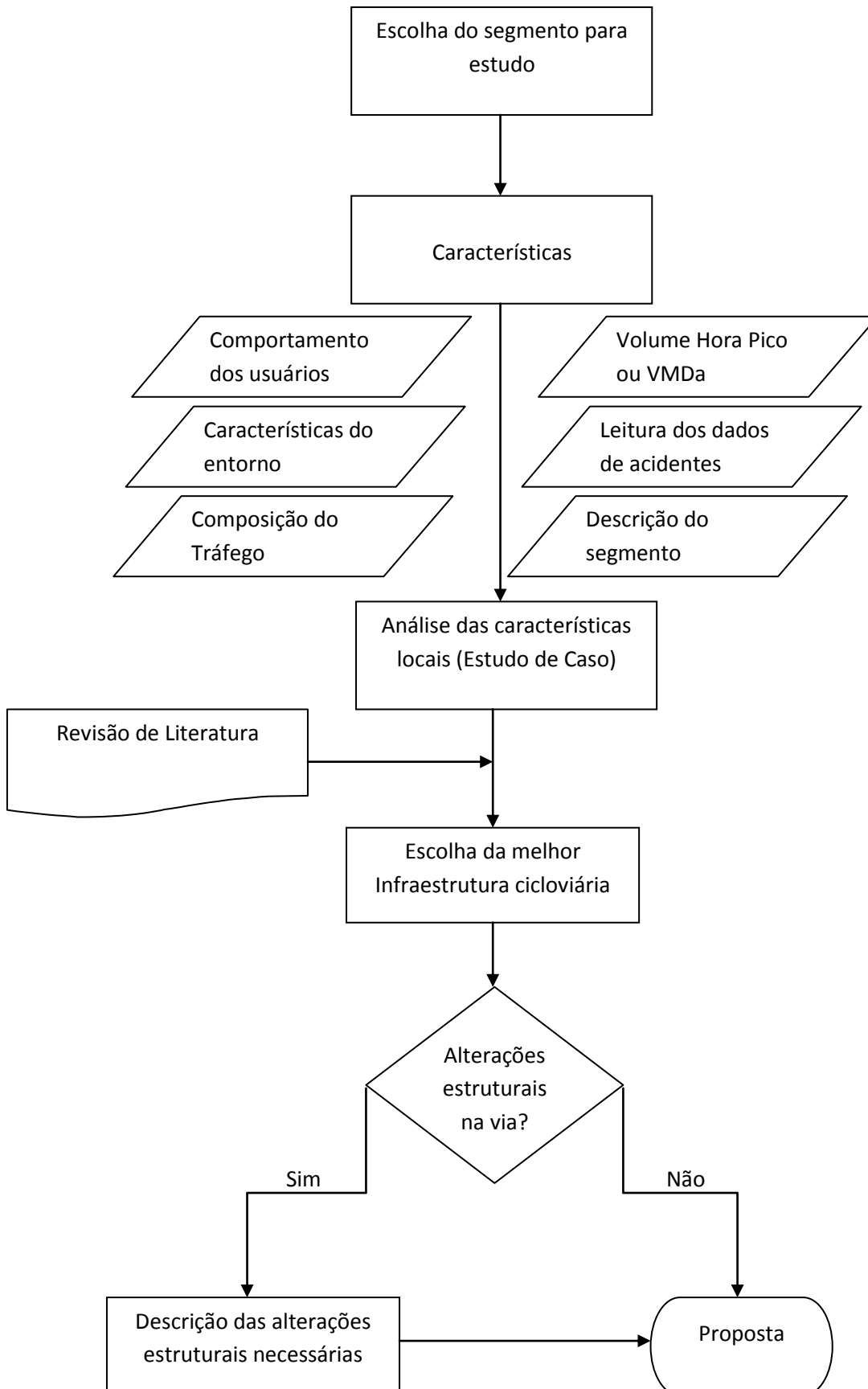


Fonte: Acervo pessoal.

3.2 MÉTODO

O método adotado é composto por 5 etapas, conforme ilustrado no fluxograma da Figura 75 e detalhado a seguir.

Figura 75– Fluxograma do método.



3.2.1 Etapas do método

3.2.1.1 Etapa 1. Escolha do segmento para estudo

Esta etapa consiste na escolha subjetiva da rodovia e do trecho a ser estudado e mais especificamente o segmento, de modo a restringir a área adequadamente aos objetivos deste trabalho acadêmico. Esta Etapa esta apresentada na área de estudo.

Neste trabalho, foi escolhida a rodovia mais importante daquelas sob jurisdição da Unidade Local de Colatina, Superintendência Regional do DNIT no Estado do Espírito Santo.

O trecho escolhido se refere à travessia urbana de Colatina-ES, por razão de apresentar as características procuradas neste trabalho, ou seja, a existência de pedestres e ciclistas utilizando a rodovia em seus deslocamentos.

O segmento selecionado como alvo deste estudo de caso, como apresentado no subitem “Materiais” concentra características que são comuns às várias rodovias que atravessam trechos urbanos: presença de assentamentos urbanos em um dos lados da rodovia e pontos de travessia de pedestres e ciclistas. Esta fase foi apresentada no item área de materiais.

3.2.1.2 Etapa 2. Levantamento das Características

A relação das características do segmento em estudo contempla o seguinte:

- Comportamento dos usuários;
- Características do entorno;
- Composição do tráfego;
- Volume na Hora Pico ou VMDa;
- Leitura de dados de acidentes;
- Descrição da geometria da via.

3.2.1.2.1 *Comportamento dos usuários*

O método prevê inicialmente a visualização do comportamento geral dos usuários por meio de visita ao segmento selecionado e observação. São levantadas as seguintes informações:

- Lado da via onde as viagens a pé e de bicicletas ocorrem, de forma predominante;
- Sentido de deslocamento dos ciclistas e pedestres;
- Locais de travessia;
- Forma que os motoristas lidam com a presença dos pedestres e ciclistas;
- Distância mantida entre os automóveis e os pedestres e/ou ciclistas;
- Outras informações importantes.

3.2.1.2.2 *Características do entorno.*

São levantadas as características do entorno no local, de modo a confirmar o exposto no subitem “Materiais”.

3.2.1.2.3 *Composição do tráfego*

É apresentada a composição do tráfego conforme dados mais recentes de propriedade do DNIT.

3.2.1.2.4 *Volume na Hora Pico (VHP) ou VMDa*

É apresentado o volume na hora pico ou o VMDa (Volume Médio Diário Anual) dos dados de tráfego mais recentes de posse do DNIT.

3.2.1.2.5 *Leitura de dados de acidentes*

O método prevê uma leitura dos acidentes envolvendo ciclistas e pedestres no trecho e no segmento escolhidos.

3.2.1.2.6 *Descrição da geometria e outras características físicas do segmento.*

Com o objetivo de caracterizar bem o segmento em estudo, são levantados e descritos dados geométricos, de modo a subsidiar a escolha da melhor infraestrutura cicloviária para o local.

3.2.1.3 Etapa 3. Escolha da estrutura cicloviária

Com base na revisão de literatura e de posse dos dados e características levantadas nas etapas anteriores, é definida a estrutura cicloviária que melhor se adapta à região. Uma condição de restrição que se impõe a esta escolha é a restrição de recursos para investimentos que enfrenta o país, fruto da recente recessão econômica. Aliado a isto, buscou-se a solução menos impactante no tráfego em operação, de modo que coincida com o menor custo. O baixo custo pode resultar numa maior extensão de rodovia que possa ser beneficiada com alguma infraestrutura cicloviária, tendo em vista a visível carência das rodovias brasileiras.

3.2.1.4 Etapa 4. Alterações estruturais

Tendo sido escolhida a estrutura cicloviária na Etapa 3, são identificados os locais com necessidade de avaliações estruturais (construção de ciclofaixa junto à rodovia, aumento da largura da plataforma, etc.). Em caso de averiguada a necessidade de intervenções esta etapa se completa com a Descrição das Alterações Estruturais. Necessárias.

3.2.1.5 Etapa 5. Proposta

Finalizada a avaliação das Alterações Estruturais, é apresentada a solução de infraestrutura cicloviária adequada e necessária ao trecho.

4 RESULTADOS

4.1 ESCOLHA DO SEGMENTO PARA ESTUDO

O segmento deste estudo de caso margeia os bairros Novo Horizonte e São Marcos, e está limitado por duas interseções, a de acesso ao bairro Honório Fraga e aquela que dá acesso ao bairro São Marcos, representando a região entre os km 58 e 59 da BR-259/ES no trecho de contorno da cidade de Colatina-ES.

Os bairros margeiam a rodovia em seu lado esquerdo e funciona como artéria viária para os bairros lindeiros, em vista das características de planejamento urbano destes, havendo, inclusive, linhas de transporte público urbano que se valem da rodovia federal para seus trajetos.

Com este cenário comprovando Andersen *et al.* (2012), o uso da rodovia por pedestres e ciclistas é também frequente, pois a rodovia é mais direta e lógica para o usuário, isto é o que motiva o estudo e implantação de infraestrutura específica para tais usuários.

4.1.1 Levantamento das Características

4.1.1.1 Comportamento dos usuários

Em observação realizada durante um dia entre 6:30 e 8:00 e entre 16:00 e 17:30, quando não havia mais luz natural, abrangendo os períodos previstos pela revisão bibliográfica; foram verificados as seguintes características dos deslocamentos de pedestres e ciclistas na rodovia:

- Uso preferencial (em quase 100% das observações) no lado direito da via, ou seja, o lado que conta com acostamento;
- Uma parte dos pedestres e ciclistas fazia a travessia da rodovia no extremo do trecho em estudo, na interseção de acesso ao bairro São Marcos e outra parte ao longo do segmento.

Quanto aos conflitos e perigos enfrentados por pedestres e ciclistas, percebeu-se que há harmonia entre os diversos usuários da via. Não foi evidenciada qualquer reação abrupta ou buzina ou outro evento que pudesse transmitir alguma surpresa ou inconformismo do motorista em relação aos pedestres e ciclistas.

Isso é positivo, pois, demonstra que os usuários motoristas estão acostumados com a presença de pedestres e ciclistas no segmento e isto não lhes causa mais desconforto.

A velocidade controlada traz maior compatibilidade entre as velocidades, maior conformismo e paciência por parte dos motoristas.

Apesar da aparente sensação de segurança, não há condição segura de tráfego, uma vez que o tráfego pesado passa a distâncias que variam de 1,00 a 1,50 dos ciclistas que trafegam pelo acostamento, o que significa que é menor do que o exigido pelo CTB, de 1,50 m, como se pode concluir das Figuras 62 e 65.

Em vista da ocupação humana, o lado “escolhido” pela maioria dos pedestres e ciclistas deveria ser o lado esquerdo da via (lindeiro aos bairros). Mas certamente não o fazem em sua maioria pela ausência do acostamento. Isso pode ser levantada como hipótese por conta das observações de diversas travessias de pessoas vindas do bairro em direção ao lado oposto (lado com acostamento).

A partir do exposto, pode-se concluir que, caso houvesse uma infraestrutura adequada para o tráfego de pedestres e ciclistas no lado esquerdo, este seria o preferencial.

4.1.1.2 Características do entorno.

Novo Horizonte e São Marcos, os bairros lindeiros ao segmento em estudo, se caracterizam pelo viés residencial, havendo percepção de típico comércio local (de bairro) e serviços públicos esparsos.

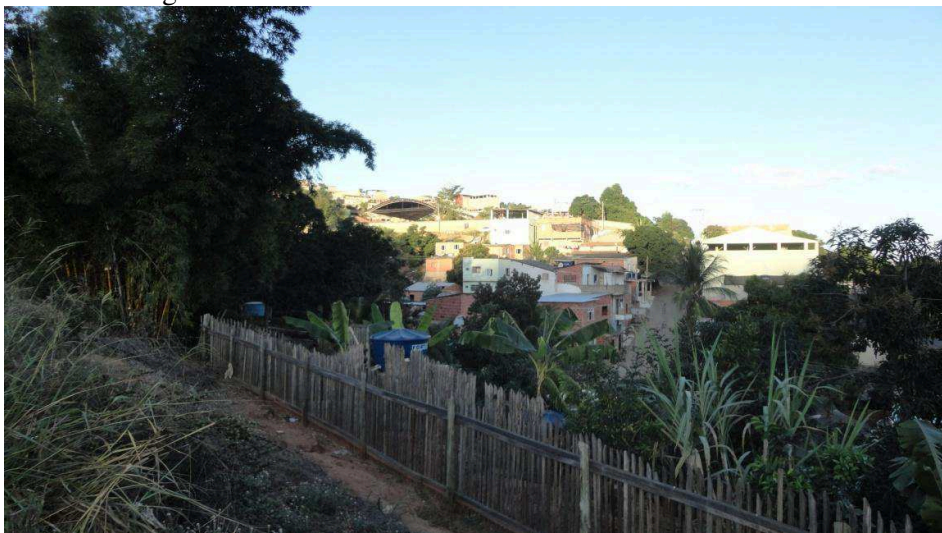
As vias destes bairros são, em geral, estreitas e desconexas e o seu relevo ainda não ajuda aos deslocamentos a pé e de bicicleta, pois há ladeiras íngremes e escadarias compondo a malha esparsa de vias internas, como se vê nas Figuras 76 e 77.

Figura 76 - Exemplo de ladeiras íngremes lindeiras à rodovia, no bairro São Marcos.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 77 - Relevo acidentado do bairro Novo Horizonte.



Fonte: Acervo pessoal.

Além disso, a população, de baixa renda, aparentemente apresenta baixa taxa de motorização, o que eleva a importância das viagens feitas a pé, inclusive como acesso ao transporte coletivo, e de bicicleta, de modo finalístico.

Neste cenário, é inevitável que a rodovia opere como via alternativa ou arterial para estes cidadãos vizinhos a ela. Enquanto que para os raros automóveis, os motoristas se valem da rodovia ao invés das ruas desconexas, esparsas e irregulares; para os pedestres e ciclistas pode ser a única ou a melhor opção, pois em geral e em comparação às vias internas dos bairros, a rodovia é mais regular, mais suave, mais direta e mais lógica.

Do outro lado da rodovia, há a formação de um bairro novo, residencial, com vias internas planejadas e melhor estruturadas, de médio padrão construtivo, composto de

aproximadamente 400 casas, que vai atingir uma população estimada de 1500 pessoas, contribuindo de forma importante com um tráfego de cunho urbano-local na rodovia. No momento este bairro se encontra com forte atividade de construção civil (residencial), funcionando como polo de atração de viagens a pé e de bicicleta.

4.1.1.3 Composição do tráfego

Os dados do DNIT de contagem e composição de tráfego da BR-259, extrapolados para o ano de 2017, estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Composição de tráfego da BR-259/ES.

Tipo de veículo	Contribuição percentual no tráfego (%)
Veículos de Carga	30,29
Transporte Coletivo	2,77
Motocicletas	2,70
Veículos de passeio	64,23

Fonte: SR/DNIT/ES.

Nota.: Pesquisa de tráfego realizada em 2012.

A partir da Tabela 4 é possível observar que a parcela de contribuição de veículos de carga e coletivos é representativa, pois soma um terço dos veículos que trafegam na rodovia. Isso gera um grande impacto negativo na segurança de pedestres e ciclistas, uma vez que estes usuários mais frágeis da via podem sofrer com abalroamentos laterais (veículos largos) e com o desequilíbrio causado pela massa de ar deslocada, como citado pelo próprio DNIT (BRASIL, 2007)

4.1.1.4 Volume na Hora Pico ou VMDa

Os dados de tráfego de 2012 da Superintendência Regional no Espírito Santo (SR/DNIT/ES) remetem a um tráfego projetado para 2017 de 3453 UCP (VMDa).

Com base no padrão alemão, caso a velocidade estivesse limitada a 50 km/h, haveria a possibilidade de compartilhamento da via.

Contudo, o Brasil não adota essa prática, sendo que o DNIT orienta a segregação dos tráfegos dos diversos usuários. Ademais, a educação de trânsito dos motoristas brasileiros,

com relação ao respeito às regras e limites de velocidade, é certamente diferente daquele visto na Alemanha.

Além disso, o percentual de contribuição dos veículos pesados requer a segregação formal dos tráfegos de pedestres e ciclistas no local.

4.1.1.5 Leitura de dados de acidentes

O segmento de estudo pertence ao trecho mais perigoso da BR-259 (do km 50 ao km 60), posição de destaque negativo devido ao maior número de vítimas fatais (22), segundo o levantamento do DNIT.

Conforme dados levantados junto do DATATRAN – Base Nacional de Dados de Ocorrências de Trânsito em rodovias federais, levantado pela Polícia Rodoviária Federal (PRF), a BR-259, em 2014, apresenta 8 (oito) atropelamentos de pessoas, o que corresponde a 3% dos acidentes ocorridos na rodovia. Destes, metade ocorreram em regiões urbanas, 5 (cinco) destes no Contorno de Colatina (entre os km 49 a 63) e 62,5% deles fizeram vítimas fatais, tendo ocorrido 75% das vezes à plena noite. Em relação às colisões com bicicletas, os dados apontam apenas uma ocorrência registrada, no perímetro urbano de Colatina, no km 63, ocorrido durante o dia e fazendo uma vítima.

4.1.1.6 Descrição da geometria e outras características físicas do segmento.

No segmento em estudo foram realizadas três medidas, em sentido crescente da rodovia, uma logo após a interseção de acesso ao bairro São Marcos (ponto 1), uma no centro do segmento (ponto 2) e uma última imediatamente antes da interseção de acesso ao bairro Honório Fraga, no final do segmento (ponto 3). Os resultados das medidas estão apresentados na Tabela 5.

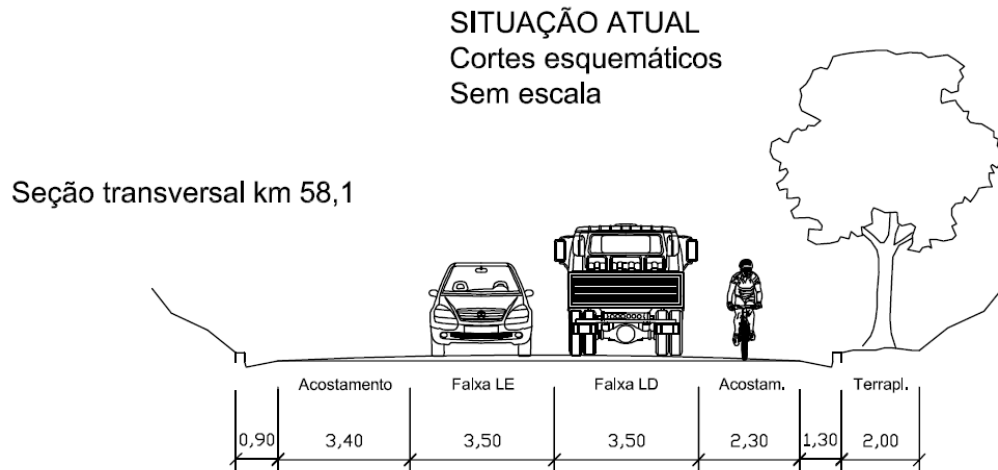
Tabela 5- Medidas obtidas em campo pelo autor.

Local	Acostamentos /		Elementos de drenagem				Faixas de rolamento (m)		
	Faixa de segurança (m)		Terrapleno (m)		(sarjetas, canaletas e outros) – total (m)				
	Lado direito *	Lado esquerdo	Lado dir.	Lado esq.	Lado dir.	Lado esq.	Lado dir.	Lado esq. - centro	Lado esq. - bordo
km 58,1	2,30	3,40	2,00	-	1,30	0,90	3,50	3,50	-
km 58,4	2,00	0,70 **	-	-	3,00	2,70	3,40	3,35	3,20
km 58,7	1,60	0,50 **	1,70	2,30	1,00	0,90	3,40	3,40	3,20

*Lado direito = sentido crescente da rodovia. Lado esquerdo = sentido decrescente; ** Faixa de segurança.

A figura 78 apresenta a situação atual do segmento escolhido, em vista das medidas colhidas em campo, que foram apresentadas na tabela 6. As representações gráficas são esquemáticas.

Figura 78 – Representação gráfica dos dados levantados em campo em três seções: km 58,1; km 58,4 e km 58,7.

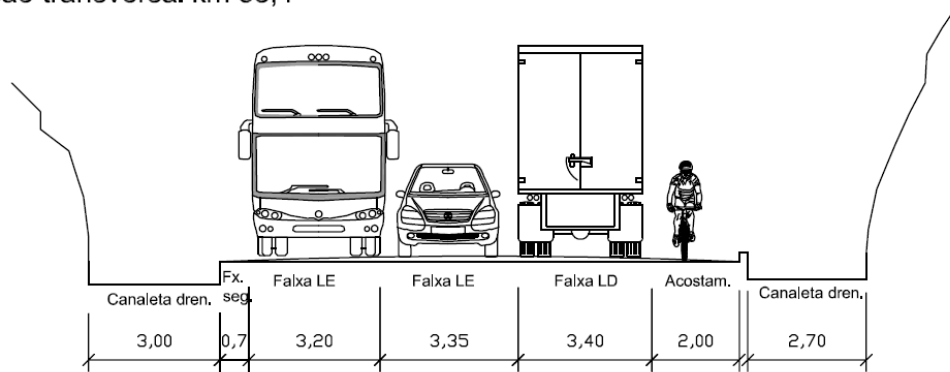


Continua.

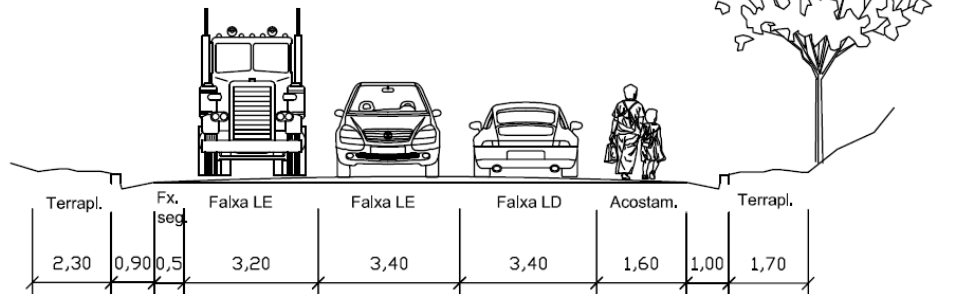
Figura 78 – Representação gráfica dos dados levantados em campo em três seções: km 58,1; km 58,4 e km 58,7.

Conclusão.

Seção transversal km 58,4



Seção transversal km 58,7



O local escolhido para este estudo de caso é um segmento de reta em forte aclive. A cota vencida pelos 927 metros entre as duas interseções é de 59 metros, ou seja, uma rampa de 6,36%.

Nesta inclinação, veículos pesados não conseguem grande desenvolvimento, tanto na subida quanto na descida. A rampa é contínua e aparentemente constante, fazendo o trajeto também não se torna possível para a maioria dos ciclistas, fazendo-os desmontar das bicicletas. Tal rampa está longe da inclinação desejável de 2,5% e da máxima absoluta de 5% (Brasil, 2007).

Além das características geométricas, é importante destacar que ambos os sentidos de tráfego contam com controle de velocidade. Existem 4 (quatro) pontos de controle de velocidade, cuja máxima permitida na interseção de São Marcos é de 50 km/h no restante do segmento é de 60 km/h.

O segmento não conta com iluminação pública em nenhum dos lados. A visibilidade à noite é precária.

4.1.2 Escolha da estrutura cicloviária

Neste contexto de forte aclave e importante contribuição dos veículos pesados na composição do tráfego, a ciclofaixa não é indicada, em vista do baixo nível de segregação, com chances de ocorrência de acidentes e conflitos.

A ciclovia segregada totalmente em terreno limpo impõe ao pedestre a restrição no seu uso, e a implantação ainda de um passeio, faria a infraestrutura passar dos 4,00 m de largura, largura esta que não existe disponível no local.

Foi avaliado que os benefícios de se construir uma infraestrutura que atenda pedestres e ciclistas, quando os ciclistas são segregados do tráfego motorizados, superam os custos em 10 vezes (KLEINSCHMIDT; KOPPEL apud ECF, 2003), pois alcança pedestres, ciclistas e motoristas, fazendo com que estes últimos trafeguem com maior segurança e fluidez, enquanto os pedestres compartilham a faixa da via com os ciclistas e, assim, enfrentam menores riscos de graves acidentes.

Contudo, não se vive um momento desta natureza, nem percebido pelo mais necessário e benéfico dos projetos. Pelo contrário, o Brasil vive uma restrição orçamentária que nos leva a optar pela solução que gere menores impactos financeiros, bem como menores impactos na rodovia em operação, de modo a produzir um menor impacto na cadeia produtiva dos bens e pessoas transportados por ali.

Como sugere o DNIT, em seu Guia de Redução de Acidentes Com Base em Medidas de Engenharia de Baixo Custo, a melhor solução a ser adotada é a separação física entre os fluxos de automóveis e de pedestres e ciclistas (BRASIL, 1998).

O Ministério das Cidades também recomenda que em rodovias, o ciclista tenha um espaço exclusivo, pois o tráfego ali é incompatível com ele. (BRASIL, 2007). Contudo, o objetivo principal da rodovia é o atendimento do tráfego de passagem e o escoamento da produção e dos bens, então, os esforços também devem ser no sentido de não haver prejuízos a este.

Assim, as considerações feitas para esta escolha foram as seguintes:

- As duas faixas de subida são importantes para permitir a ultrapassagem de veículos lentos por aqueles mais rápidos, e isso foi mantido;
- Buscou-se o menor custo e menor impacto na rodovia em operação.

As dimensões apresentadas na tabela 5 nos permitem introduzir no local uma ciclovía segregada junto à via (BRASIL, 2007), compartilhando de sua drenagem, que no local é bem dimensionada, na largura mínima recomendada pelo DNIT de 2,40 m (BRASIL, 2010) mantendo-se as duas faixas de rolamento neste lado da via, sem que fosse necessária a realização de uma grande obra de engenharia, envolvendo cortes de rocha e desapropriações.

Essa ciclovía se desenvolveria, inicialmente (sentido crescente da rodovia), em parte do acostamento, restando cerca de 1,00 de faixa de segurança entre os fluxos de veículos motorizados e ciclistas.

Em um segundo momento, a ciclovía ocuparia a região acima da canaleta (esta com cerca de 2,70m), devendo, portanto, serem instaladas lajes e grelha para que esta possa exercer sua função ao mesmo tempo em que a ciclovía passar por sobre ela.

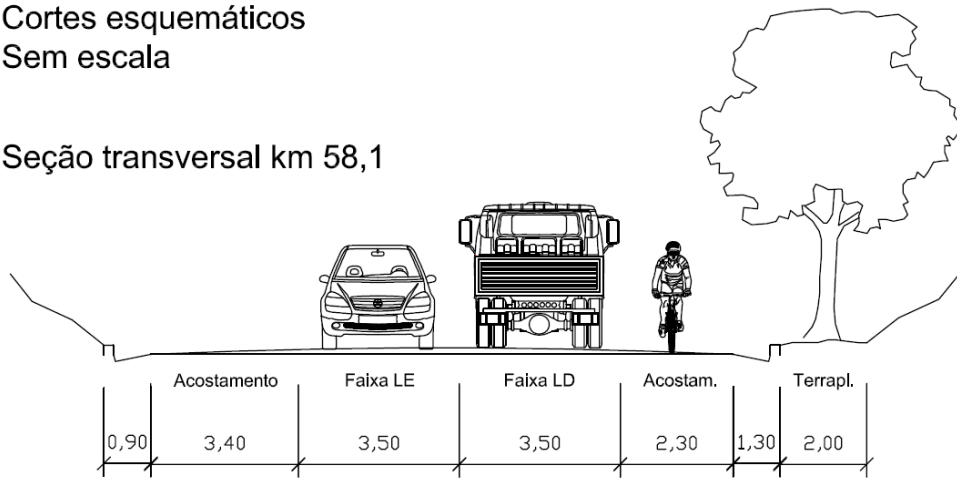
E no final do trecho, a ciclovía se desenvolveria no terrapleno, que necessitaria de pequenas regularizações e contenções.

As figuras 79 a 81 apresentam as modificações propostas em relação à situação atual do segmento escolhido, em vista das medidas colhidas em campo e da implantação da ciclovía segregada junto à via. As representações gráficas são esquemáticas.

Figura 79 – Modificações propostas para o segmento – km 58,1.

SITUAÇÃO ATUAL
 Cortes esquemáticos
 Sem escala

Seção transversal km 58,1



PROPOSTA
 Cortes esquemáticos
 Sem escala

Seção transversal km 58,1

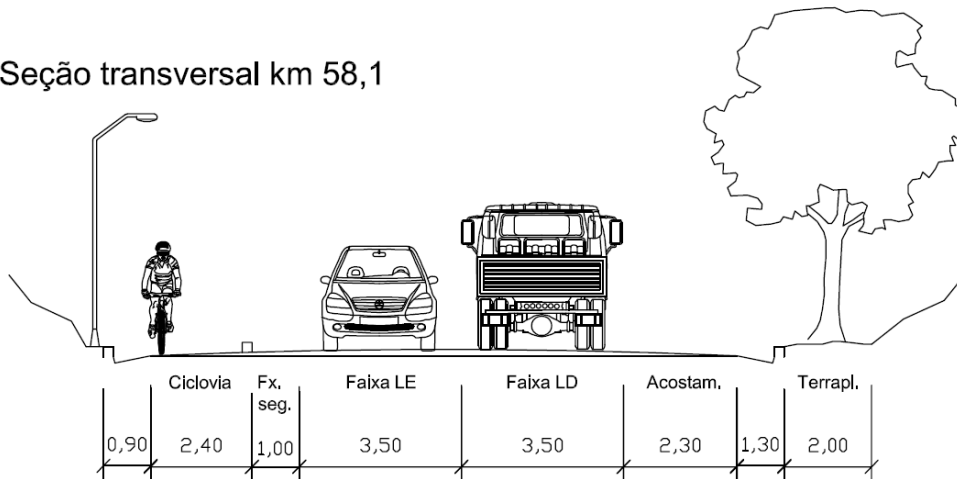
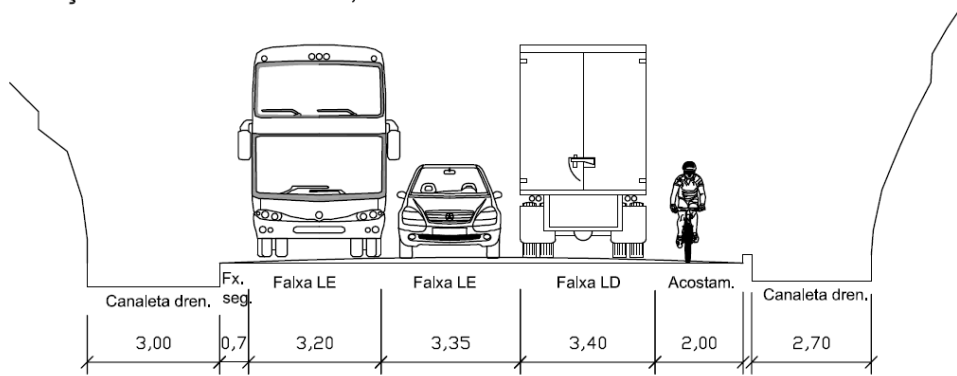


Figura 80 - Modificações propostas para o segmento – km 58,4.

SITUAÇÃO ATUAL
 Cortes esquemáticos
 Sem escala

Seção transversal km 58,4



PROPOSTA
 Cortes esquemáticos
 Sem escala

Seção transversal km 58,4

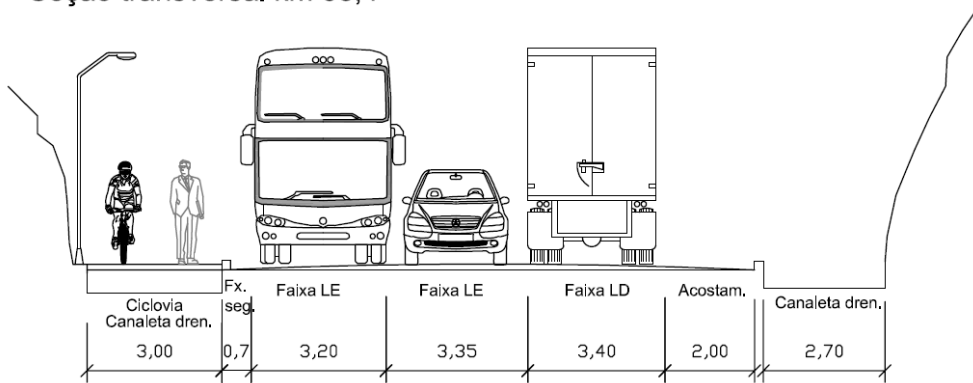
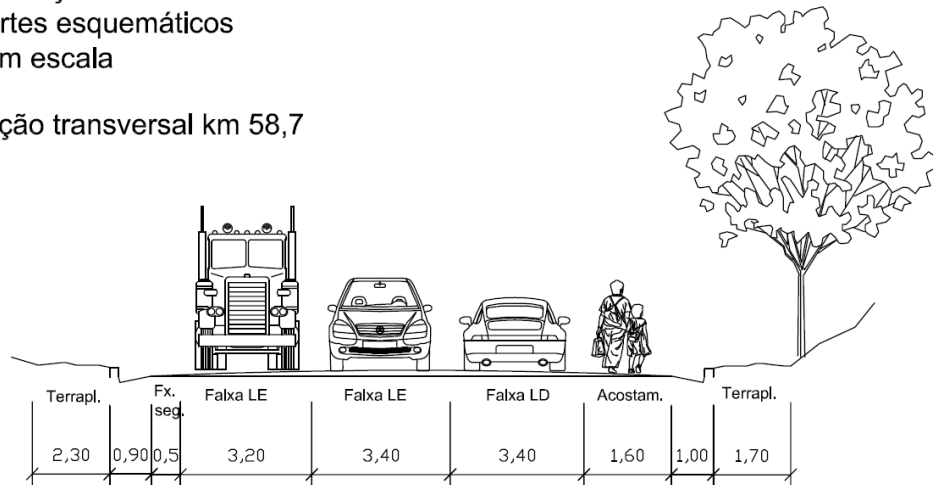


Figura 81- Modificações propostas para o segmento – km 58,7.

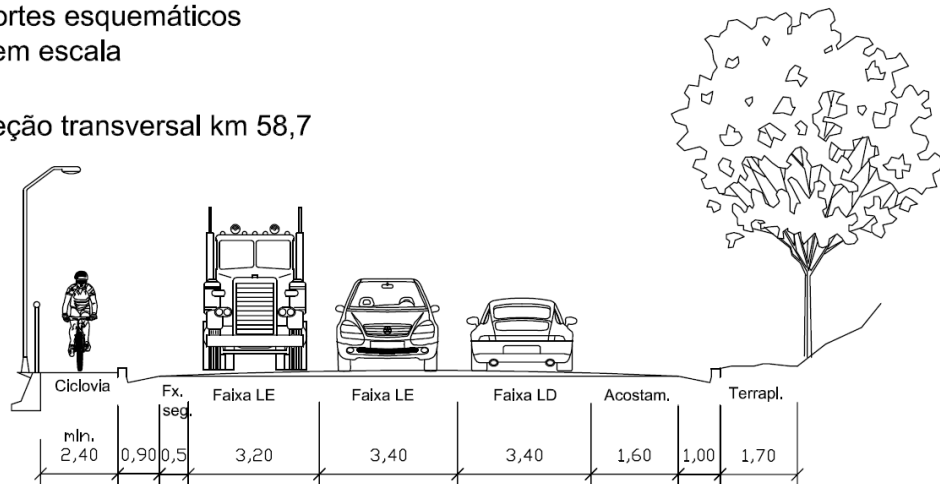
SITUAÇÃO ATUAL
Cortes esquemáticos
Sem escala

Seção transversal km 58,7



PROPOSTA
Cortes esquemáticos
Sem escala

Seção transversal km 58,7



Esta solução é viável do ponto de vista técnico se aliada ao tratamento do acesso ao bairro (VTIP, 2016) no meio do segmento (como cruzamento rodociclovitário ou com o seu fechamento), e se a ciclovia desviar do abrigo do ponto de ônibus (por trás).

Contudo, essa solução mais prática induz ao compartilhamento ocasional da ciclovia por pedestres. Ocorre que este compartilhamento podendo não ser ocasional, ou mesmo, se a infraestrutura incentivar e atrair novos ciclistas e pedestres, o local poderá passar novamente por alterações.

Neste caso, o órgão responsável pela operação da via deverá verificar o tráfego de pedestres e ciclistas, realizando contagens e pesquisas de origem e destino, avaliando a necessidade de se implantar outra solução.

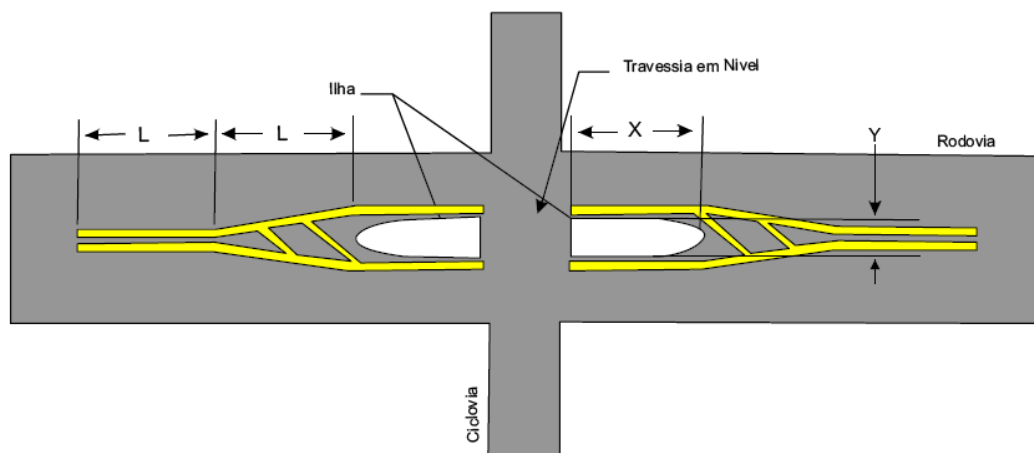
Caso esse cenário se confirme, uma possibilidade seria a transformação da ciclovia em unidirecional, com 1,50 m de largura (sentido do tráfego, ou seja, subindo) e a adoção de

um passeio com 0,90 m de largura, em condições mínimas, fazendo uma solução mista. Isso implicaria na repetição desta solução no outro lado da via, atendendo ao sentido contrário de tráfego de ciclistas.

No lado direito da via, o espaço para implantação de uma ciclovia e de um passeio é ainda maior, ocupando primeiramente todo o terrapleno (de 2,00) e parte do acostamento (de 2,30m); depois, a grande canaleta (que no local mede 3,00 m) e então novamente o terrapleno e o local onde hoje há drenagem (neste caso, sendo necessário um pequeno deslocamento da drenagem). Estas vias deverão obviamente contar com pavimento regular, drenagem eficiente e sinalização adequada.

Para o ponto evidenciado como a travessia preferencial de pedestres e ciclistas, na interseção do Bairro São Marcos, é proposta a adequação da mesma com a implantação de ilhas de proteção, conforme mostrado na figura 82, de modo a dividir a travessia em duas e protegendo o pedestre e o ciclista (BRASIL, 2010), além de sinalização adequada com faixas de pedestres e marcação de cruzamento rodocicloviário.

Figura 82 - Ilha de proteção.



Fonte: Brasil (2010).

Da mesma forma, o ponto final do segmento, a interseção de acesso ao Bairro Honório Fraga deve também ser adaptada para comportar a travessia de pedestres e ciclistas minimamente, com faixas de pedestres, marcações de cruzamento rodocicloviário.

Em uma situação mais favorável financeiramente à readequação do segmento, seria importante também a implantação de iluminação pública especialmente para a ciclovia-passeio e na interseção do bairro São Marcos, de forma geral, aumentando a visibilidade de pedestres e ciclistas, evitando ocorrências de atropelamentos (BRASIL, 1998; 2001; 2007 e 2010).

4.1.3 Alterações estruturais

Apesar de comprovada diversas vantagens do investimento nesta infraestrutura, conforme experiência alemã citada na revisão bibliográfica, a solução proposta foi balizada na procura por uma menor alteração física da via, levando a menores gastos de implantação, fruto da conjuntura econômica do país e da enorme carência que ainda se tem na infraestrutura para pedestres e ciclistas em rodovias federais.

A proposta realizada foi a implantação de ciclovias segregadas junto à via na largura mínima de 2,40 m, se desenvolvendo sobre parte do acostamento, sobre a canaleta em lajes e grelha e sobre terrapleno existente, conforme o caso e região.

Desta forma, as alterações estruturais da via se resumem no seguinte:

- i. Implantação de elemento divisor para a ciclovia (que pode ser um meio-fio);
- ii. Construção e implantação de lajes sobre as canaletas de drenagem, onde requerido;
- iii. Implantação de ciclovia sobre o terrapleno;
- iv. Ações para garantia de estabilidade do talude de corte em rocha e em solo;
- v. Ações para garantia de estabilidade do talude de aterro ao longo da ciclovia sobre o terrapleno;
- vi. Inserção de ilhas de proteção na interseção de acesso ao bairro São Marcos e tratamento da Interseção de acesso a Honório Fraga;
- vii. Implantação de iluminação pública.

A implantação de via semelhante no lado oposto requerem ações idênticas às listadas de (i) a (v).

5 CONCLUSÃO

O trecho estudado ilustra o que se vê na maioria das rodovias no Brasil. O rodoviarismo brasileiro usava beneficiar unicamente o fluxo do tráfego de passagem, em detrimento da segurança dos demais usuários. Isso é mais latente nas travessias urbanas e nas ligações entre pequenas cidades e vilas ou bairros mais afastados de regiões urbanas, como é o caso.

A via da esquerda (subida, ascendente) não foi pensada para todos os usuários, de maneira ampla. Ao contrário, esqueceu-se que os bairros do entorno fariam contribuições ao tráfego de passagem. Neste cenário, ainda, o acesso ao bairro e o ponto de ônibus não combinam com o intuito da faixa dupla.

A rodovia BR-259/ES entre os km 58 e 59, representa o caminho mais lógico e direto para os moradores dos bairros lindeiros (São Marcos e Novo Horizonte), sendo utilizada por pedestres e ciclistas principalmente pelo lado esquerdo, em uma faixa de segurança estreita com cerca de 0,50 m, o que os coloca muito próximos ao tráfego pesado e em situação de risco.

O forte aclive da via (maior do que 5%) faz com que os ciclistas tenham que desmontar das bicicletas na subida, desta forma, o espaço demandado pelo ciclista é maior. Para os ciclistas em descida, o forte declive ainda causa uma condição de insegurança pelo tráfego em contra-fluxo e ainda pela velocidade que pode ser desenvolvida. Desta forma é imprescindível a segregação para a segurança de todos.

O controle de tráfego foi uma medida acertada que impede possivelmente a ocorrência de ocorrências de atropelamentos e colisões em maior número.

A infraestrutura proposta é uma ciclovia que eventualmente pode ser compartilhada entre pedestres e ciclistas, pelo espaço reduzido da plataforma, que atenderá os usuários com ganho de segurança no tocante à sua segregação do tráfego pesado.

Apesar de haver possibilidade de conflitos entre os pedestres e ciclistas, estes são de menores consequências do que os conflitos com o tráfego pesado; e são os mesmos conflitos já existentes na situação presente, com o compartilhamento atual do acostamento.

A largura necessária para a implantação da infraestrutura para pedestres e ciclistas foi obtida sem a redução de qualquer faixa de rolagem da via existente, o que preserva a função principal da via, que é atender ao tráfego de passagem e ao escoamento de bens e produtos.

Espera-se, inclusive, um ganho de fluidez do tráfego na subida, quando veículos lentos trafegarem no trecho, pois a segregação do tráfego de pedestres e ciclistas gera uma maior confiança para o motorista que poderá trafegar perto do limite de velocidade.

Caso seja implantada a solução proposta, é desejável que se realize estudos para apuração da redução dos acidentes e incremento do tráfego de pedestres e ciclistas, monitorando a eficiência da solução.

Da mesma forma, recomenda-se a realização de pesquisas e contagem de tráfego, bem como projetos e especificações mais detalhadas.

Apesar de comprovada a vantagem do investimento nesta infraestrutura, conforme experiência alemã citada na revisão bibliográfica, a solução proposta foi balizada na procura por uma menor alteração física da via, levando a menores gastos de implantação, fruto da conjuntura econômica do país e da enorme carência que ainda se tem na infraestrutura para pedestres e ciclistas em rodovias federais.

As restrições impostas pela geometria e as particularidades deste segmento nos levam a crer que cada trecho deve ser estudado como um caso único, de forma que a solução proposta aqui certamente não poderá ser aproveitada em todos os casos. Pelo contrário, as soluções deverão levar em consideração o melhor custo benefício, e não a procura pelo menor gasto, como se impôs neste trabalho.

Neste cenário de adequação de rodovias já implantadas, é importante ressaltar que o engenheiro rodoviário pode enfrentar situações onde a solução, como aqui comprovada, não se enquadra perfeitamente nos padrões que são apresentados na literatura, nos livros e na teoria. No entanto, é esperado, do projetista, o arrojo e a capacidade de adaptação necessário em cada estudo, caso a caso.

Através da pesquisa na bibliografia disponível sobre o tema, buscou-se trazer o embasamento legal do uso da rodovia por ciclistas e pedestres, bem como a experiência dentro e fora do Brasil. Este apanhado de informações deve ser o norteador das análises de cada trecho como único.

A bibliografia também mostrou que a adequação das rodovias brasileiras a uma necessidade crescente de uso por pedestres e ciclistas é algo inevitável e uma tendência mundial. Ao mesmo tempo, as soluções vistas em países da Europa estão, em sua maioria, estão muito afastadas de “alta tecnologia” ou “inovações” para que possam ser descartadas por considerá-las “coisa de 1º mundo”. Ao contrário, assim como aqui, lá se busca realizar-se mais com menos em uma forma mais simples de se pensar a infraestrutura cicloviária. Contudo, os órgãos rodoviários brasileiros devem estreitar a comunicação com os governos

estaduais e municipais para que se evite que as imediações das rodovias sejam ocupadas por polos geradores de viagens, sem uma prévia adequação da rodovia. Bem como reforcem o controle de acessos e adote a previsão de pedestres e ciclistas no projeto e/ou aprovação de acessos à rodovia.

A pesquisa bibliográfica mostrou-se tão vasta que se evidenciou não só que a problemática é partilhada nos países expoentes no ciclismo urbano, mas como, além de tratar a situação, estes países descobriram também uma forma de incentivar o turismo e o lazer dentro de suas fronteiras.

Sugere-se por fim, que outras pesquisas possam ser feitas no sentido de se estudar a potencialidade turística que o ciclismo possa ter se utilizando das rodovias federais e estaduais, bem como avançar em uma rota cicloturística para o Estado do Espírito Santo.

Por meio deste trabalho, foi possível comprovar que é possível a implantação de ciclovias ao longo de rodovias, de forma segura e atraente ao usuário da bicicleta. O estudo aqui apresentado forneceu subsídios teóricos aos órgãos rodoviários, através de um estudo de caso para que a implantação de ciclovias possa ser uma alternativa viável em diversos locais do país.

REFERÊNCIAS

ALEMANHA. *Federal Ministry of Transport, Building and Housing. National Cycling Plan 2002-2012 - Ride your bike! Measures to Promote Cycling in Germany*. Berlim, 2002.

ALEMANHA. *Federal Ministry of Transport. National Cycling Plan 2020 - Joining forces to evolve cycling*. 2.ed. Berlim, 2012.

ALRUTZ, D.; BOHLE, W.; HORN, B.; KALLE, U.; LEHNER-LIERZ, U.; LINDER, F. **Report on the situation of cycling in Germany. Final Report Volume I/Final Report Volume II Materials. Research Report FE 70468/95 of the Federal Ministry for Traffic, Hannover/Cologne 1997; “First Report by the Federal Government on the situation of cycling in the Federal Republic of Germany 1998”**, Bonn, Alemanha: Federal Ministry for Traffic, Building and Housing, 1999. Resenha de: ECF – *European Cyclist’s Federation, Bicycle Research Report*, Bruxelas, Bélgica, n. 118, jun. 2000. Disponível em: <<https://nationaler-radverkehrsplan.de/sites/default/files/brr-118-2000-en.pdf>>. Acesso em 18 maio 2017.

ANDERSEN, T.; BREDAL, F.; WEINREICH, M.; JENSEN, N.; RIISGAARD-DAM, M.; NIELSEN, M. **Collection of Cycle Concepts 2012**. Copenhagen, Dinamarca: *Cycling Embassy of Denmark*, 2012.

BICICLETA NA RUA. **Isso é uma ciclovia**. Imagem JPEG, 630 × 279 pixels. Disponível em: <<https://bicicletanarua.files.wordpress.com/2012/02/isso-c3a9-uma-ciclovia.jpg?w=630>>. Acesso em 21 maio 2017.

BOURGOGNE. **ITIBOU071159950-1**. Imagem JPEG, 800 × 531 pixels. Disponível em: <<http://bourgogne.media.tourinsoft.eu/upload/ITIBOU071159950-1.jpg?width=900&height=700>>. Acesso em 25 maio 2017.

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). **Guia de Redução de Acidentes com Base em Medidas de Engenharia de Baixo Custo**. Rio de Janeiro, 1998.

BRASIL. GEIPOT. Ministério dos Transportes. **Planjamento Cicloviário: Diagnóstico Nacional**. Brasília, 2001.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. Programa Brasileiro de Mobilidade por Bicicleta – Bicicleta Brasil. **Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades**. Brasília, 2007.

BRASIL. **Código de Trânsito Brasileiro**: instituído pela Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. 1ª edição. Brasília, 2008

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de projeto geométrico de travessias urbanas**. Rio de Janeiro, 2010.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **Novo PNCV - Ranking por UF dos segmentos de rodovias federais mais desfavoráveis do ponto de vista da segurança viária**. DNIT.gov.br. Planilha eletrônica. Brasília [2015]. Disponível em

<<https://189.9.128.64/rodovias/operacoes-rodoviaras/novo-pncv-1/ranking-por-uf-dos-segmentos-de-rodovias-federais-mais-desfavoraveis-do-ponto-de-vista-da-seguranca-viaria-revisao-14.01.2015.xlsx>>. Acesso em 19 maio 2017.

BURGUNDYTODAY.COM. *Cycle routes*. 2012. Imagem JPEG, 468 × 468 pixels. Disponível em: <http://www.burgundytoday.com/sporting-activities/images/cycle_routes.jpg> e em <<http://www.burgundytoday.com/sporting-activities/cycling-routes.htm>>. Acesso em 25 maio 2017.

CALVADOS.FR. *Voie-verte-suisse-normande-Ire-portion*. Disponível em: <<http://www.calvados.fr/files/content/mounts/Internet/Espace-actualite/transports-deplacements/voie-verte-suisse-normande-Ire-portion-530.jpg?uuid=alfresco%3AInternet%3Aworkspace%3A%2F%2FSpacesStore%2F8817e4d8-e8c1-4813-8e58-a28bd77a88ac>>. Acesso em 25 maio 2017.

CERTU, *Centre d'Études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (Centre for the Study of Urban Planning, Transport and Public Facilities)*. *Des voies pour le velo' (Ways forward for cycling: 30 Examples of good Practice in France)*, ISBN 2-211-094103, ISSN 0247-1159. Lyon, França, 2003. Resenha de: ECF – *European Cyclist's Federation, Bicycle Research Report*, Bruxelas, Bélgica, n. 156, dez. 2003. Disponível em: <<https://nationaler-radverkehrsplan.de/sites/default/files/brr-156-2003-en.pdf>>. Acesso em 18 maio 2017.

COLATINA, Prefeitura Municipal. **Mapa**. Imagem GIF. 529 × 304 pixels. Disponível em: <<http://www.colatina.es.gov.br/acidade/imagens/mapa.gif>>. Acesso em 08 jun. 2017a.

COLATINA, Prefeitura Municipal. **Geografia**. Página da web. Disponível em: <<http://www.colatina.es.gov.br/acidade/?pagina=geografia>>. Acesso em 08 jun. 2017b.

COTTA, F. **BR-259**. Imagem JPEG. 720 × 522 pixels. Disponível em: <<http://player.slideplayer.com.br/12/3780435/data/images/img18.jpg>>. Acesso em 20 jun. 2017.

DATATRAN. Base de dados de acidentes da Polícia Rodoviária Federal. Planilha eletrônica. Disponível em: <<https://www.prf.gov.br/portal/dados-abertos/acidentes>>. Acesso em 14 jun. 2017

DIFU - *German Institute of Urban Affairs GmbH. Cycling Accident Risks. Cycling Expertise - Analyses A-8/2013*. Berlim, Alemanha. 2013a. Disponível em <https://nationaler-radverkehrsplan.de/sites/default/files/forschung_radverkehr/cye-a-08.pdf>. Acesso em 17 maio 2017.

DIFU - *German Institute of Urban Affairs GmbH. Encouraging Cycling in Rural Municipalities. Cycling Expertise – Organisation O-7/2013*. Berlim, Alemanha. 2013b. Disponível em: <https://nationaler-radverkehrsplan.de/sites/default/files/forschung_radverkehr/cye-o-07.pdf>. Acesso em 17 maio 2017.

EXPERIENCEFRANCEBYBIKE. *Bike path along the Canal Du Centre*. Imagem JPEG, 640 × 480 pixels. Disponível em: <<https://i0.wp.com/experiencefrancebybike.com/wp->

content/uploads/2011/04/Bike-path-along-the-Canal-du-Centre.jpg>. Acesso em 25 maio 2017.

FGSV - *Roads and Transport Research Association (Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen)*. **Guidelines for Cycle Planning in Rural Areas- HRaS 2002 (Hinweise für den Radverkehr außerhalb städtischer Gebiete)**. Colônia, Alemanha. 2002. Resenha de: ECF – *European Cyclist's Federation*, **Bicycle Research Report**, Bruxelas, Bélgica, n. 138, abr. 2002. Disponível em: <<https://nationaler-radverkehrsplan.de/sites/default/files/brr-138-2002-en.pdf>>. Acesso em 20 maio 2017.

GOOGLE EARTH: Sistema de visualização de mapas, navegação e localização geográfica com base no computador e com uso da *internet*. Versão 7.1.8.3036 (32-bit). Google Inc., 2017. Uso em 11 jun 2017.

GOOGLE MAPS: Sistema de visualização de mapas, navegação e localização geográfica com base na *web* e uso da *internet*. Google Inc. Disponível em <<https://www.google.com.br/maps/place/Colatina,+ES/@-19.5245405,-40.6433849,10434m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0xb7aa0db8040e57:0x49c8de63da9f311e!8m2!3d-19.5262632!4d-40.6351179>>. Acesso em 11 jun 2017.

GOOGLE STREET VIEW: Sistema de visualização virtual ao nível do solo com uso da *internet*, acoplado aos sistemas Google Maps e Google Earth. Google Inc., 2017. Acesso em 11 jun 2017.

HOLANDA. *Dutch Ministry of Transport and Water*. **Final Report on Masterplan Fiets (Directoraat-Generaal Personenvervoer: Eindrapport Masterplan Fiets, “Samenvatting. evaluatie en overzicht van de projecten in het kader van het Masterplan Fiets. 1990-1997)**. Haia, Jan. 1998. Resenha de: ECF – *European Cyclist's Federation*, **Bicycle Research Report**, Bruxelas, Bélgica, n. 98, set. 1998. Disponível em: <<https://nationaler-radverkehrsplan.de/sites/default/files/brr-098-1998-en.pdf>>. Acesso em 19 maio 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Colatina – Panorama. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/es/colatina/panorama>>. Acesso em 11 jun. 2017.

KLEINSCHMIDT, P.; KOPPEL, W. **Development Requirements for Cycle Paths on Federal and Land Roads Outside Built-Up Areas in the Land of Brandenburg**. (*Ausbaubedarf Radwege außerorts an Bundes- und Landesstraßen im Land Brandenburg*), Potsdam, Alemanha: *Federal Ministry of Urban Development, Housing and Transport*, 2000. Resenha de: ECF – *European Cyclist's Federation*, **Bicycle Research Report**, Bruxelas, Bélgica, n. 151, jun. 2003. Disponível em: <<https://nationaler-radverkehrsplan.de/sites/default/files/brr-151-2003-en.pdf>>. Acesso em 18 maio 2017.

LITMAN, T.; BLAIR, R.; DEMOPOULOS, B.; EDDY, N.; FRITZEL, A.; LAIDLAW, D.; MADDOX, H.; FORSTER, K. **Pedestrian and Bicycle Planning - A Guide to Best Practices**. Victoria, Canadá: *Victoria Transport Policy Institute*, 2016.

NETZWERK LANGSAMVERKEHR. **Investing In The Future - Promoting Walking And Cycling**. “*Transport and Environment*” series (National Research Programme 41), volume 31 (alemão) ou 32 (francês), Berna, Suíça, 2001. Resenha de: ECF – *European Cyclist's*

Federation, Bicycle Research Report, Bruxelas, Bélgica, n. 144, nov. 2002. Disponível em: <<https://nationaler-radverkehrsplan.de/sites/default/files/brr-144-2002-en.pdf>>. Acesso em 21 maio 2017.

PORTAL METALICA. **Hovering-rotatoria-suspensa-para-bicicletas_01**. Imagem JPEG, 677 × 453 pixels. Disponível em: <http://wwwo.metalica.com.br/images/stories/Id7033/hovering_rotatoria_suspensa_bicicletas_01.jpg> e em <<http://wwwo.metalica.com.br/arquitetura/hovering-rotatoria-suspensa-para-bicicletas>>. Acesso em 29 maio 2017.

RNV – Renânia do Norte Vestfália (*Nordrhein-Westfahlen*) (Estado). *Ministry of Economics and Small Businesses, Technology and Transport. Action Plan to Promote Cycling in North Rhine-Westphalia*. Düsseldorf, Alemanha. 1999. Resenha de: ECF – *European Cyclist's Federation, Bicycle Research Report*, Bruxelas, Bélgica, n. 134, dez. 2001. Disponível em: <<https://nationaler-radverkehrsplan.de/sites/default/files/brr-134-2001-en.pdf>>. Acesso em 19 maio 2017.

ROUDOU. *Voie vertes des Hautes Vosges*. 2007. Imagem JPEG, 1.024 × 768 pixels. Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/roudou/1031821883/in/photolist-ezqQa7-ezqRwq-2zbnGt-ezqNBE-axHrXC-axHn71-axHpBS-axHpM3-axEDmV-axHn25>> e em <<https://www.thecrazytourist.com/15-best-things-epinal-france/>>. Acesso em 03 jun. 2017.

SUIÇA. *Schweizer Tourismus-Verband. Cycling in Switzerland: Results of the 2002 Traffic Counts and Survey*. Berna, [2003]. Resenha de: ECF – *European Cyclist's Federation, Bicycle Research Report*, Bruxelas, Bélgica, n. 153, set. 2003. Disponível em: <<https://nationaler-radverkehrsplan.de/sites/default/files/brr-153-2003-en.pdf>>. Acesso em 18 maio 2017.

SUSTRANS, *Design Manual - Handbook for cycle-friendly design*, Bristol, Inglaterra, 2014.

TWITTER.COM. **Conta da Polícia Rodoviária Federal** – Espírito Santo. Disponível em <https://twitter.com/PRF191ES>. Acesso em 20 maio 2017.

VITÓRIA, Prefeitura Municipal. **Amp_00042856**. Imagem JPEG, 350 × 233 pixels. Disponível em: <http://www.vitoria.es.gov.br/imagens/banco/2015_01/amp_00042856.jpg>. Acesso em 29 maio 2017a.

_____. **img_00042915**. Imagem JPEG, 350 × 233 pixels. Disponível em: <http://www.vitoria.es.gov.br/imagens/banco/2015_02/img_00042915.jpg>. Acesso em 29 maio 2017 b.