



ESTUDO DE IMPLANTAÇÃO DE INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA NA PONTE AYRTON SENNA DA SILVA LOCALIZADA NA BR-163/PR

¹Ruan Pablo França de Souza; ²Eduardo Vedovetto Santos

¹Discente do Curso de Engenharia Civil da Universidade Paranaense – UNIPAR

² Docente do Curso de Engenharia Civil da Universidade Paranaense – UNIPAR

Resumo

O crescimento no número de ciclistas nas cidades brasileiras tem se tornado cada vez mais notório. A bicicleta além de ser um meio de locomoção mais acessível à população, traz inúmeros benefícios para a saúde, por isto é necessário que se invista na infraestrutura cicloviária. Este trabalho visa modelar uma infraestrutura cicloviária anexa à ponte Ayrton Senna da Silva, localizada na BR-163/PR. A modelagem consiste no dimensionamento das larguras de faixas, sinalização, iluminação e uma concepção estrutural, baseados no caderno de referência, manual de projeto geométrico de travessias urbanas, entre outras diretrizes relacionadas. A ciclovia modelada possui sentido de tráfego bidirecional, com guarda-corpo lateral, postes de iluminação uma pétala e uma concepção estrutural metálica. Portanto possibilita-se que o assunto seja estudado posteriormente, quanto a viabilidade de implantação estrutural e econômica.

Palavras-chaves: *Infraestrutura Cicloviária; Mobilidade urbana; Bicicleta.*

Abstract

The growth in the number of cyclists in Brazilian cities has become increasingly notorious. The bicycle, in addition to being a means of transportation that is more accessible to the population, brings countless benefits to health, which is why it is necessary to invest in cycling infrastructure. This work aims to model a cycling infrastructure attached to the Ayrton Senna da Silva bridge, located on BR-163/PR. The modeling consists of dimensioning lane widths, signage, lighting and a structural design, based on the reference book, geometric design manual for urban crossings, among other related guidelines. The modeled cycle path has a bidirectional traffic direction, with a side rail, lamp posts with a petal and a metallic structural design. Therefore, it is possible for the subject to be studied later, regarding the feasibility of structural and economic implementation.

Keywords: *Cycling Infrastructure; Urban mobility; Bicycle.*

1 Introdução

No espaço urbano das cidades grandes, é possível perceber desigualdades sociais. Quando se prioriza o automóvel motorizado aos pedestres e ciclistas, os espaços urbanos mostram sua ineficiência. Esta realidade torna notável a necessidade de adequação destes espaços, a fim de garantir o acesso de todas as pessoas aos espaços de circulação (DE FREITAS ASSUNÇÃO; ARAÚJO, 2008).

Segundo Balbim (2016), a preocupação com a melhoria na mobilidade urbana tem se tornado um assunto de extrema relevância. O conceito de mobilidade deve englobar o ato de deslocamento em diversas formas, do coletivo ao individual. Nesse contexto, o uso da bicicleta como meio de transporte tornou-se de grande importância nos planos de mobilidade urbana (GALEAZZI, 2019).

Dados de uma pesquisa qualitativa realizada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2017) a fim de entender quais cenários futuros e fatores de sustentabilidade para redes cicloviárias, podem guiar as políticas cicloviárias e de mobilidade sustentável. Apontam que o Brasil tem um número maior de bicicletas em relação a quantidade de carros, sendo 50 milhões contra 41 milhões, e cerca de 7% das viagens são feitas em bicicletas, marca que pode chegar até 40%.

No oeste do estado do Paraná, as cidades de Cascavel e Toledo deram início a remodelação do espaço urbano seguindo as tendências mundiais. Ao revitalizar as calçadas garantiram a acessibilidade e implementação das primeiras ciclovias e pistas de caminhada, que já estão sendo utilizadas pela população (RANCY, 2020).

Contudo, observa-se que alguns tipos de estruturas, como pontes, rodovias, linhas férreas e viadutos influenciam na escolha da rota de ciclistas, porque tornam-se barreiras que dificultam a passagem dos usuários de bicicletas (EMOND; HANDY, 2011 apud PITILIN, 2016).

Na medida em que houver o aumento na quantidade de espaços disponíveis para pedestres e ciclistas, mais democrático e humano será o trânsito nos espaços urbanos. O uso da bicicleta é indicado para cidades de todos os portes, mesmo que sejam organizadas de forma dispersa e difusa, pois a bicicleta é ideal para a movimentação entre os bairros, e na integração com outros meios de transporte (RAQUEL, 2010).

A mobilidade urbana é um dos indicadores do padrão de vida da população de uma cidade, pois facilita o deslocamento a serviços essenciais e de lazer. Portanto, a proposta de uma alternativa que venha ao encontro da melhoria da mobilidade é de extrema importância. Este trabalho busca propor uma alternativa que possibilite a locomoção adequada e segura dos ciclistas através de um estudo de infraestrutura cicloviária a ser implementada na Ponte Ayrton Senna Da Silva localizada na BR-163/PR. O estudo consiste no dimensionamento do perfil da via, na sinalização, iluminação e em uma concepção estrutural cicloviária.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Mobilidade Urbana

No início dos anos 2000, passou a ser amplamente difundido no Brasil o termo mobilidade urbana. Esta formulação impulsionou a superação da análise fragmentada dos problemas de transporte, trânsito e planejamento urbano (BOARETO 2003).

Boareto (2021), ressalta que este termo foi consolidado com a criação do Ministério das Cidades e da Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana em 2003. O tema abrange inúmeros problemas, desde o anseio de uma melhor qualidade na infraestrutura dos transportes, a congestionamentos, baixa demanda do transporte público, alta taxa de mortes no trânsito, consumo de combustíveis e a poluição causada pela emissão dos gases advindos deles até ao uso da bicicleta e do deslocamento a pé.

A Política Nacional de Mobilidade Urbana é um recurso da política de desenvolvimento urbano, que tem por objetivo a integração entre os diferentes meios de transporte e o desenvolvimento, no território do município, da acessibilidade e mobilidade das pessoas e cargas. Contribui também para o acesso universal à cidade, ao incentivar ações que contribuam para a efetivação dos princípios, objetivos e diretrizes da política de desenvolvimento urbano (BRASIL, 2012, art1º, art2º).

Por meio da utilização da bicicleta nos meios urbanos, pretende-se, com o Plano de Mobilidade por Bicicletas na Cidade, fortalecer o conceito de mobilidade urbana para cidades sustentáveis, a fim de aumentar a inclusão social, enquanto reduz a quantidade de agentes poluentes e aumenta qualidade da saúde populacional (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007a).

No âmbito estadual, o Paraná vigora a Lei 18.780/2016 que institui a Política de Mobilidade Sustentável e Incentivo ao Uso da Bicicleta em seu Art 2º que apresenta como objetivo “estimular a conexão entre cidades, por meio de rotas seguras para o deslocamento cicloviário, voltadas para o turismo e o lazer” (BRASIL, 2016, art 2º).

2.2 Bicicleta na Mobilidade Urbana

Desde sua chegada, estimada no fim do séc. XIX, tornou-se muito popular, entre os trabalhadores, especialmente os empregados de indústrias e pequenos estabelecimentos comerciais. Em 1973, com o acréscimo do combustível durante o 1º Choque do Petróleo, a bicicleta começou a ser vista como uma boa alternativa de transporte (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007a).

A bicicleta até se tornar o veículo que conhecemos, passou por inúmeras transformações. No decorrer da história, foi um meio de locomoção muito importante, todavia, perdeu espaço para os veículos motorizados. Entretanto, nos anos 2000 seu papel como veículo foi resgatado, sendo utilizada na prática de lazer, esportes e até mesmo para percursos casa/trabalho, substituiu para muitas pessoas, o uso de automóveis (PEDROSA; ANDRADE, 2017).

De acordo com o levantamento da Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares (ABRACICLO, 2021), atualmente o Brasil é o quarto produtor mundial de bicicletas, com uma frota nacional de mais de 70 milhões de unidades.

Segundo o Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento - ITDP (2015), em virtude de seu baixo custo, a bicicleta atua como um moderador socioeconômico ao possibilitar à população acesso ao lazer, bem como locomoção ao trabalho e serviços existentes na região. Como é um transporte movido à propulsão humana, melhora a qualidade de vida dos usuários e traz benefícios à saúde ao reduzir a ocorrência de doenças ligadas ao sedentarismo.

O ITDP ressalta ainda que, a incorporação da bicicleta na matriz de transporte auxilia na qualidade ambiental ao reduzir a emissão de gases poluentes na atmosfera,

e, ao promover o contato da população com outros habitantes ou até da própria região, promove laços de cidadania e solidariedade.

De acordo com Ferreira (2019), o turismo ciclístico tem se tornado uma tendência em que visitantes se conectam com a cidade, através de passeios guiados ou com uso pessoal de deslocamento.

Um dos principais desafios da mobilidade cicloviária é a inserção da bicicleta no ambiente urbano, pois, ao contrário dos automóveis, ela não é um sinônimo de status social (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007a). A mobilidade através deste modal precisa ser tratada como um produto a ser vendido e exibido ao público, e cabe ao Governo Federal, principal incentivador do transporte cicloviário, sinalizar a importância do tema para a sociedade de modo a garantir o sucesso da implantação de políticas cicloviárias (XAVIER, 2011).

2.3 Infraestrutura Cicloviária

A concepção de infraestrutura cicloviária baseia-se no conjunto de ações viárias voltadas para a circulação reservada ou não de bicicletas. Conforme o Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas, a escolha de um tipo de via para ciclistas depende de inúmeros fatores, como por exemplo a habilidade dos usuários, as condições do corredor disponível e dos seus custos (BRASIL, 2010).

O Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas apresenta os três principais tipos de vias para ciclos: pistas compartilhadas, ciclofaixas e ciclovias.

2.3.1 Pistas compartilhadas

De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro - CTB Lei 9.503 de 23 de setembro de 1997, na ausência de infraestrutura para bicicletas, seja ciclovias, ciclofaixas ou acostamento, é garantida a circulação de bicicletas nas ruas, no mesmo sentido dos demais veículos, assim como preferência sobre os veículos motorizados (BRASIL, 1997, art. 58).

O DNIT em seu Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas, complementa que a maioria do tráfego de bicicletas ocorre em ruas e rodovias, que geralmente não foram projetadas para este fim. Porém, em algumas situações, o sistema de vias pode ser adequado para compartilhamento entre bicicletas e veículos motorizados, sem que haja necessidade de uma sinalização especial (BRASIL, 2010).

Abaixo Figura 1, demonstra essa modalidade de pista implantada na França.

Figura 1: Infraestrutura compartilhada na França.



Fonte: ITDP (2017)

2.3.2 Ciclofaixas

Segundo Gondim (2010), ciclofaixas são faixas localizadas na pista de rolamento ou calçadas, delimitadas por sinalização específica, sem utilização de separador físico. Seu objetivo principal é regulamentar o trânsito de ciclistas e motoristas, disciplinando seus movimentos.

As principais vantagens da implementação de ciclofaixas é que elas são mais econômicas e podem ser executadas de forma mais rápida. Mesmo que ofereça uma percepção menor de segurança (em comparação às ciclovias), elas atraem demanda reprimida, além de novos usuários que se encorajam a usar a bicicleta em seus deslocamentos, devido a maior sensação de segurança em relação às vias sem infraestrutura adequada (ITDP, 2017).

As ciclofaixas devem ser preferencialmente unidirecionais e no mesmo sentido de circulação da via, e localizadas no bordo direito da via. A Figura 2 mostra um exemplo.

Figura 2: Ciclofaixa bidirecional na Avenida Alcício Arantes Campolina - Maringá/PR.



Fonte: PGP-PR (2019)

2.3.3 Ciclovias

Uma ciclovia pode ser caracterizada de diversas maneiras, segundo Cartilha do ciclista (BRASIL, 2015a). A definição mais comum corresponde ao espaço em desnível com relação à via, separada por elemento físico delimitador (elemento geométrico ou área verde).

Referente a sua localização na via pública, a mesma fonte destaca que elas podem estar dispostas nas vias laterais das pistas, em canteiros centrais, e também nas calçadas. Fora da via pública pode ser localizada em áreas não edificáveis, faixa de domínio e parques públicos.

O DNIT (2010), menciona que as ciclovias devem ser criadas para atender a área em que o tráfego de bicicletas não é servido pelo sistema viário e existe espaço disponível para sua construção. Sua utilização é mais comum ao longo de rios, praias, antigos leitos de ferrovias e parques. Quanto ao sentido de tráfego, a ciclovia pode ser unidirecional ou bidirecional.

Para Vaccari e Fanini (2011), no Brasil, é mais comum a adoção da ciclovia bidirecional, que varia conforme o porte das cidades. Frequentemente é adotada nos grandes centros urbanos com a finalidade de lazer e, no interior do país, como ciclovia funcional.

Os autores ainda relatam que as ciclovias com pistas unidirecionais (com sentido único) são exceções nas cidades brasileiras, ocorre com maior intensidade na Europa. A largura mínima adotada na França e na Holanda, por exemplo, para a pista unidirecional é de 2 metros, correspondendo à largura útil da ciclovia.

Abaixo a Figura 3 representa a aplicação da ciclovia em uma cidade do Paraná.

Figura 3: Ciclovia na Avenida Cerro Azul - Maringá/PR.



Fonte: PGP-PR (2019)

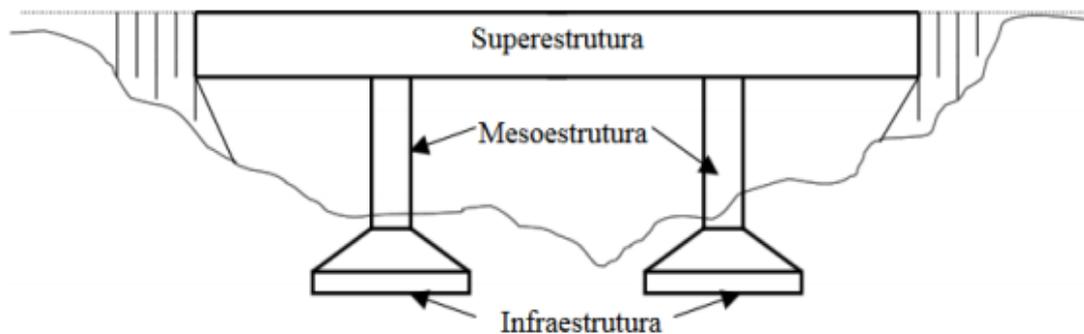
2.4 Pontes aspectos gerais

A NBR 7188 (2013), define ponte como uma estrutura sujeita a ação de carga em movimento, com posicionamento variável (carga móvel). Esse tipo de estrutura é classificado como Obras de Arte Especiais.

As obras de arte têm a finalidade de transpor obstáculos e permitir a continuidade da via, pode ser pontes ou viadutos. Pontes quando transpõe vales, rios, oceanos e outros locais alagados e viadutos quando são obstáculos não constituídos por água (PFEIL, 1983a, p. 9 apud QUADROS, 2013).

Segundo Felipe Filho (2008), uma ponte, em termos estruturais, pode ser dividida em três sistemas principais: superestrutura, mesoestrutura e infraestrutura. A Figura 4 ilustra essa divisão.

Figura 4: Elementos principais constituintes de uma ponte.



Fonte: Mattos (2001)

Felipe Filho (2008), define cada um desses sistemas. A infraestrutura é a parte responsável por receber os esforços vindos da mesoestrutura e transfere-os para o terreno sobre o qual a obra está implantada. Os blocos, sapatas, estacas, tubulões etc., fazem parte da infraestrutura, como as peças de ligação dos diversos elementos. A mesoestrutura é constituída pelos pilares, e recebe os esforços da superestrutura e os oriundos das ações sobre os próprios pilares, e transfere para a infraestrutura. Por fim, a superestrutura, normalmente é formada pelas lajes e vigas principais e secundárias.

2.4.1 Classificação de pontes

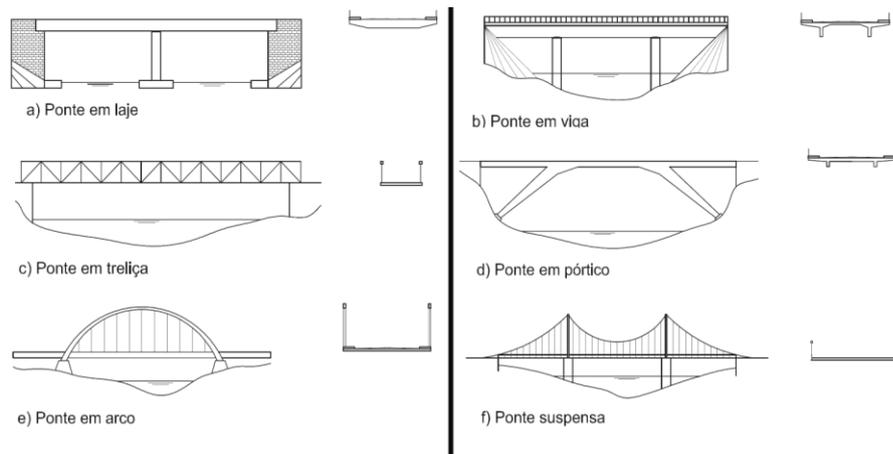
Ainda segundo Felipe Filho (2008), as pontes podem ser classificadas de diversas maneiras. As mais comuns dizem respeito a natureza do tráfego, material da superestrutura e tipo do sistema estrutural da superestrutura.

Quanto à natureza do tráfego, classificam-se em rodoviárias, ferroviárias, passarelas, canais e também as mistas, que abrangem a natureza de dois tráfegos, como as rodoferroviárias.

Na classificação quanto ao material da superestrutura, as mais utilizadas são as de madeira, alvenaria, concreto (simples, armado ou protendido) e aço, como pontes mistas (concreto/aço e concreto/madeira).

Referente ao tipo estrutural da superestrutura, Figura 5, as classifica em pontes em viga, treliça, pórtico, arco, e ponte suspensa por cabos (pênsil e estaiadas).

Figura 5: Tipos estruturais da superestrutura.



Fonte: UFJF (2008), adaptado pelo Autor (2021)

2.5 Obra de Arte com infraestrutura cicloviária

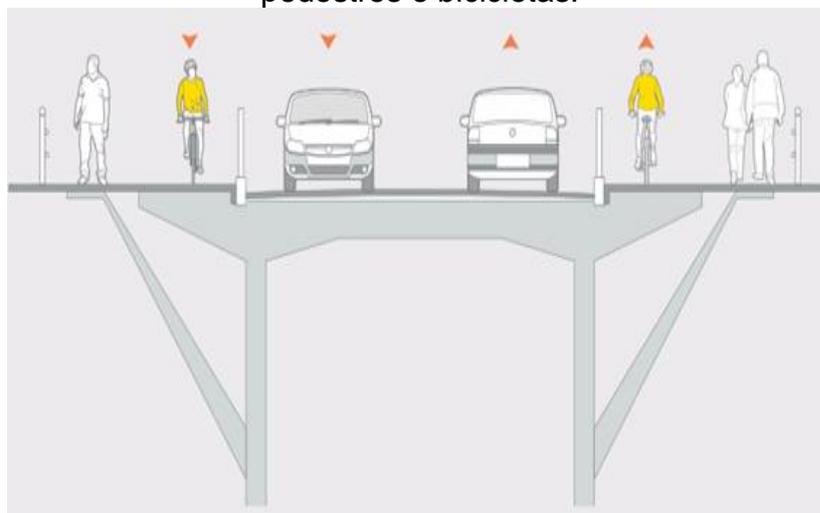
Segundo ITDP (2017), o desenvolvimento dos projetos de pontes e viadutos no Brasil visam apenas na circulação de veículos motorizados e deixa-se de lado a circulação de pedestres e ciclistas. Portanto, muitas estruturas precisam de adaptações nos projetos originais.

No caso dos ciclistas, as trajetórias coincidem com as dos veículos motorizados, isso exige soluções apropriadas na readequação dessas estruturas a fim de atender os requisitos recomendados; como a inclinação das rampas a serem percorridas.

A Política Nacional de Mobilidade Urbana, Lei nº 12.587/12, prevê que haja priorização dos modos a pé e de bicicleta em todos os novos projetos relacionados à infraestrutura destinada aos sistemas de transporte (BRASIL, 2012).

A Figura 6 exemplifica uma proposta de adaptação neste tipo de obra de arte.

Figura 6: Desenho esquemático da ampliação de uma ponte para o tráfego de pedestres e bicicletas.



Fonte: ITDP (2017)

2.5.1 Exemplos de obras de artes com infraestrutura ciclovária

Segundo uma matéria publicada no site do CREA-ES (2018), a Ponte Deputado Darcy Castello de Mendonça, conhecida como Terceira Ponte, trata-se de uma das maiores obras já realizadas no estado e no Brasil. Ela faz a ligação das cidades de Vitória e Vila Velha, no Espírito Santo, possui 3,33 Km de extensão e conta com vão principal de 260m, com 70m de altura.

A Secretaria de Mobilidade e Infraestrutura (SEMOBI, 2018), comenta que propostas de intervenções foram apresentadas em 2019 pelo Governo do Estado, e uma delas são as obras prioritárias na área da mobilidade, pois elas irão contemplar a ampliação da capacidade de fluxo de veículos, implantação de ciclovia e barreira de proteção ao suicídio. A proposta é implantar a ciclovia em uma estrutura metálica anexada nas laterais da ponte para a passagem de ciclistas e ao mesmo tempo servirá de barreira de proteção ao suicídio. A Figura 7 apresenta a proposta de intervenção.

Figura 7: Anteprojeto da Ciclovia em estrutura metálica anexada a Terceira Ponte



Fonte: SEMOBI (2019)

A ponte Laguna, Figura 8, está localizada na capital paulista e foi inaugurada no ano de 2016. A estrutura passa sobre o rio Pinheiros e foi a primeira ponte da cidade construída já com uma ciclovia (CICLOVIVO, 2016).

A ciclovia da Ponte Laguna, confirma a nova visão em dotar, de forma segura, a cidade com novos modais de mobilidade urbana. Ela possui circulação com sentido de tráfego bidirecional, com 365 metros de extensão e 3,5 metros de largura (SÃO PAULO, 2016).

Figura 8: Ponte Laguna com Ciclovía bidirecional



Fonte: CICLOVIVO (2016)

2.6 Normas técnicas consideradas

2.6.1 Normas para ciclovias

As principais referências acerca do assunto, disponíveis para consulta são o Caderno de Referência para elaboração de: Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades (2007), o Manual de projeto geométrico de travessias urbanas (2010), o Manual de Planejamento Ciclovitário (2001), o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume I e IV - Sinalização Vertical de Regulamentação e sinalização horizontal (2007).

O Caderno de Referência para elaboração do Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades (2007), instrumento para formulação e desenvolvimento da mobilidade urbana, baseia-se nas características locais e regionais. Além de trazer referências, diretrizes e requisitos para os municípios implementarem a circulação de meios de transporte não motorizado, de modo que contribua para um desenvolvimento sustentável da cidade, ele traz os elementos básicos que devem ser considerados na elaboração de projetos ciclovitários.

O Manual de projeto geométrico de travessias urbanas (2010) reúne informações essenciais para a elaboração de projetos geométricos de travessias urbanas por rodovias federais, de acordo com as normas em vigor no País.

O Manual de Planejamento Ciclovitário (2001) dispõe de normas, regras e exemplos de técnicas para a construção de infraestrutura em áreas urbanas e traz também recomendações quanto à geometria, à sinalização, às dimensões de ciclovias e ciclofaixas.

O Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume I e IV - Sinalização Vertical de Regulamentação e sinalização horizontal (2007) tratam de subsistema da sinalização viária. Utilizam sinais apostos em placas fixadas na posição vertical, ao lado ou suspensas sobre a pista, para transmitir mensagens, mediante símbolos e/ou legendas.

2.6.2 Normas para pontes

As normas consultadas especificamente para pontes é a NORMA DNIT 088/2006 – ES, que traz informações acerca dos dispositivos de segurança lateral, em obras de artes especiais, como também as dimensões das pontes federais construídas entre cada período de tempo.

Utilizou-se também do Manual de Projeto de Obras de Artes Especiais, este manual relaciona as principais normas nacionais e internacionais pertinente à matéria, com uma série de indicações e recomendações que poderão ser adotadas na elaboração de projetos.

3 Metodologia

3.1 Delimitação da área de estudo

Para a realização desta pesquisa, foi escolhida a Ponte Ayrton Senna da Silva, localizada na cidade de Guairá, Paraná.

Guairá encontra-se no Oeste do Paraná, às margens do Lago de Itaipu, faz divisa com o Estado de Mato Grosso do Sul e com o Paraguai, conforme Figura 9.

Além da proximidade com o Paraguai e com o município de Mundo Novo-MS, está inserida na região denominada Costa Oeste, composta por quinze municípios, todos lindeiros ao Lago de Itaipu.

Figura 9: Ponto de início e fim da Ponte Ayrton Senna - Guairá/PR.



Fonte: DER-PR (2020), Adaptado pelo Autor (2021).

3.2 Caracterização da Ponte

A Ponte Ayrton Senna como é comumente chamada, trata-se da maior ponte fluvial do Brasil, com 3.598,60 metros de extensão. É reconhecida com um atrativo turístico para a região, devido a magnitude e forma arquitetônica, com curva e desnível na parte central. Ela está situada no prolongamento da BR-163/PR, divisa dos estados do PR/MS, com segmento inicial no Km 349,6 e final no Km 353,2.

Conforme apresentado no item 2.4.1, as pontes podem ser classificadas de diversas maneiras. A Ponte Ayrton Senna, objeto deste estudo (Figura 10), pode ser classificada quanto à finalidade como uma ponte Rodoviária. Quanto ao material da superestrutura, ela se constitui predominantemente em concreto armado e concreto protendido nas vigas. Em relação ao sistema estrutural da superestrutura, ela se classifica como ponte em viga.

Conforme Tomaleh (2018), em relação a Superestrutura, a ponte Ayrton Senna é dividida em quatro trechos, na qual cada trecho se difere na tipologia e as distâncias se referem ao eixo entre os apoios. O trecho 1 possui 30 vãos de 32 metros de distância, vencido cada vão por quatro vigas mistas (aço com laje de concreto incorporada) com altura variável. O trecho 2 é formado por 24 vãos de 32 metros, e vencido por quatro vigas de concreto protendido de altura variável. O trecho 3, trata-se do canal de navegação, que é composto de dois vãos com 52 metros de distância, vencido com seis vigas mistas (aço com laje de concreto incorporada) de altura constante. Por fim, o trecho 4, possui maior número de vãos, totalizando 41 vãos, com distância de 42 metros, além de ser o único trecho que utiliza vigas de concreto protendido, vencido por quatro vigas de altura constante.

A ponte Ayrton Senna tem o tabuleiro com largura total de 10,80 m.

Figura 10: Ponte Ayrton Senna. Sentido MS/PR



Fonte: AEN-PR (2011)

3.3 Elaboração dos Projetos

O estudo engloba o projeto geométrico da ciclovia, sinalização vertical e horizontal, iluminação e concepção estrutural.

3.3.1 Definição das dimensões dos elementos da ponte

As informações disponibilizadas no projeto original, não traz informações acerca das dimensões dos elementos de faixa de rolamento e acostamento, somente a largura total do tabuleiro, com 10,80 m.

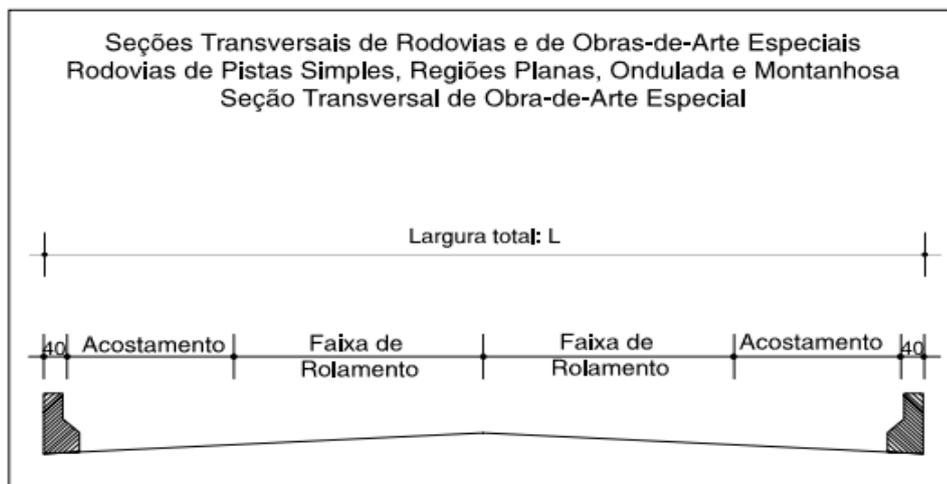
Para determinar as dimensões de cada elemento da ponte, consultou-se a norma DNIT 088/2006 a qual apresenta os tipos de seção transversal e proteção lateral presentes nas pontes federais.

Ela estabelece as seguintes dimensões para as projetadas entre os anos de 1975-1985:

- Largura total do tabuleiro $\geq 10,80$ m;
- Largura da faixa de rolamento com acostamento $\geq 10,0$ m;
- Barreira de proteção do tipo New Jersey, com pingadeiras $\geq 0,40$ m.

Para determinar as dimensões faltantes, utilizou-se do Manual de projeto de obras de artes especiais que apresenta as características da seção transversal para esse tipo de estrutura, conforme segue na Figura 11.

Figura 11: Elementos que compõem uma seção transversal em obras de artes especiais de pista Simples.



Fonte: DNER (1996)

Esse mesmo manual apresentou as dimensões dos elementos que levou em consideração a classe de projeto, conforme Figura 12.

Figura 12: Dimensão dos elementos conforme classe de projeto.

Classe de Projeto \ Elemento	I - B (cm)		II (cm)		III (cm)		IV (cm)	
	Rodovia	O.A.E.	Rodovia	O.A.E.	Rodovia	O.A.E.	Rodovia	O.A.E.
Acostamento	300/250	250	250/200	250	250/150	150	150/80	150
Faixa de Rolamento	360/350	350	360/330	350	350	350	300	300
Largura total (L)		1280		1280	1280	1080		980

Fonte: DNER (1996)

3.3.2 Elaboração do traçado da ponte

Essa etapa foi realizada com o auxílio do software *AutoCad*, software *Revit* da *Autodesk* e com a ferramenta nativa *Geographic Location*. A escolha se deu pelo fato de possuírem melhor qualidade de detalhes que garantem melhor precisão na locação do perfil da ponte, para que fique mais próximo do traçado existente, visto que essas informações não estão presentes no projeto original à disposição.

3.3.3 Concepção estrutural

O desenvolvimento da geometria estrutural da ciclovia, baseou-se no estudo visual de estruturas de porte similares, como passarelas para pedestres, viadutos e ciclovias suspensas. Para o detalhe arquitetônico, o material a ser empregado será o aço.

3.3.4 Características da Ciclovia

3.3.4.1 Projeto Geométrico

A elaboração dos projetos geométricos realizou-se com o uso de normas e manuais cicloviários. Utilizou-se o caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade por bicicleta nas cidades e também o manual de projeto geométrico de travessias urbanas.

- Largura mínima de implantação

O Caderno De Referência Para Elaboração Do Plano De Mobilidade Por Bicicleta Nas Cidades (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007), expõe que existem divergências na largura mínima adotada nas infraestruturas cicloviárias do país, e ocorre também na literatura internacional.

Este ainda apresenta que a largura efetiva das ciclovias bidirecionais, variam de acordo com o volume de bicicletas por hora em circulação, conforme o Quadro 1.

Quadro 1: Largura efetiva de uma ciclovia bidirecional (m).

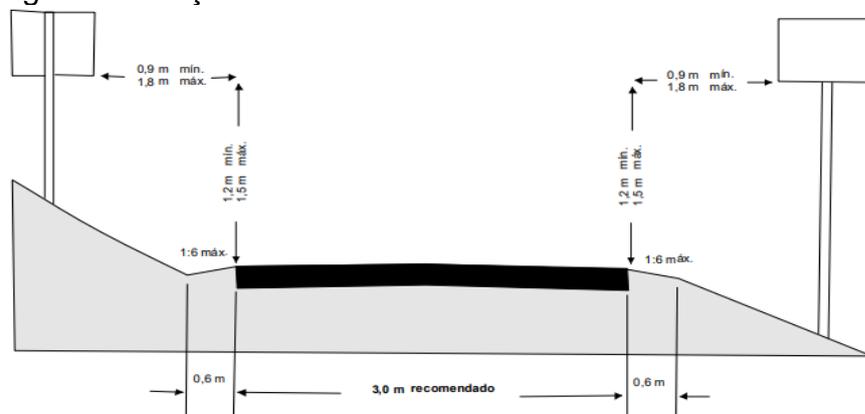
Tráfego horário (bicicletas/h)	Largura da ciclovia em metros
Até 1000	De 2,50 a 3,00
De 1000 a 2500	De 3,00 a 4,00
De 2500 a 5000	De 4,00 a 6,00
Mais de 5000	>6,00m

Fonte: BRASIL (2007a). Adaptado pelo Autor (2021)

O manual de projeto geométrico de travessias urbanas (DNIT, 2010), reforça, ao apresentar algumas considerações acerca das dimensões de largura e distância livre lateral.

Recomenda-se que ciclovias bidirecionais apresentem largura pavimentada de 3,00 metros, visto que essa dimensão atende a maioria dos casos, conforme Figura 13.

Figura 13: Seção transversal de uma ciclovia de dois sentidos.



Fonte: DNIT (2010)

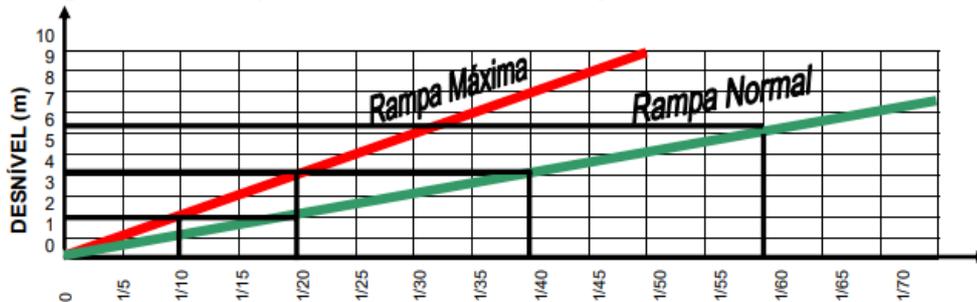
O manual do DNIT (2010), ainda expõe que na implantação de ciclovias em novas estruturas, como pontes e viadutos, onde a largura da ciclovia deve ser, no mínimo, igual à do pavimento previsto, é desejável incluir mais 0,60 m de área livre lateral.

- Rampas das ciclovias

Este item requer cuidado na elaboração, pois a bicicleta exige diretamente a propulsão humana. Rampas dimensionadas acima dos parâmetros apresentados, tornam-se uma dificuldade a alguns usuários.

Conforme o manual de planejamento cicloviário, da Empresa Brasileira de Planejamento e Transportes (GEIPOP, 2001a), as relações de rampas normais e rampas máximas em função do desnível a vencer, estão apresentadas na Figura 14.

Figura 14: Rampas admissíveis em função do desnível a vencer.



Fonte: BRASIL (2001)

3.3.5 Projeto de Sinalização

O projeto de sinalização baseia-se nas especificações do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, elaborado pelo Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN (2007), e do Manual de Sinalização Urbana - Espaço Cicloviário elaborada pela Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo - CET-SP (2020).

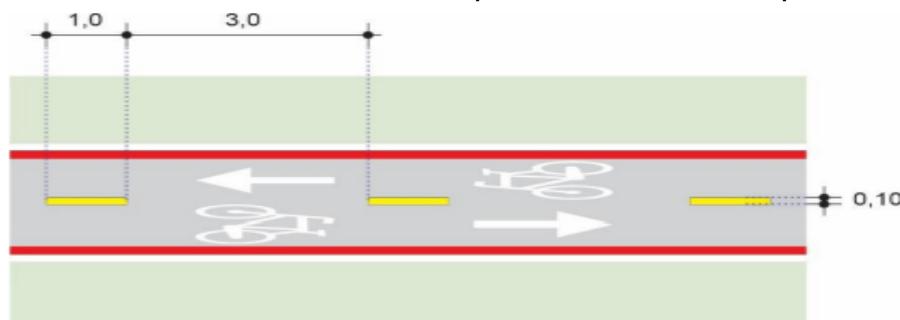
3.3.5.1 Sinalização Horizontal

As marcas viárias mais utilizadas na sinalização de ciclovia estão descritas a seguir e seguem o que consta no Manual de Sinalização Urbana - Espaço Cicloviário (CET-SP).

- Linha de divisão de fluxos opostos entre ciclistas:

Em ciclovia bidirecional deve ser utilizada uma linha amarela de 0,10m de largura para separar os fluxos opostos de bicicletas, sendo seccionada ao longo do percurso, e com cadência de 1:3, conforme Figura 15 abaixo.

Figura 15: Linha de divisão de fluxos opostos entre ciclistas para ciclovias.



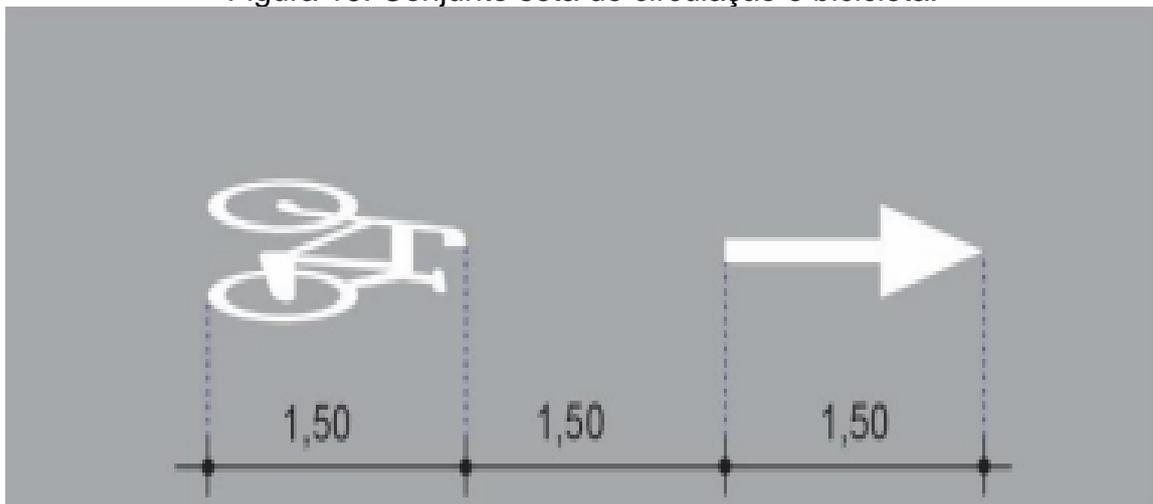
Fonte: CET-SP (2020)

- Inscrição no pavimento

O conjunto seta “Sentido de circulação” e símbolo “Bicicleta” devem ser empregadas em todas as aproximações da ciclovia, com as seguintes dimensões, Símbolo “Bicicleta” (0,60 x 1,50m) e seta “Sentido de Circulação” (0,40m x 1,50m).

A seta deve distar sempre a 1,50m do símbolo “Bicicleta”, conforme Figura 16. Deve ser locada a 1,0 metros do fim e início da circulação, e ser repetida a cada 30 metros.

Figura 16: Conjunto seta de circulação e bicicleta.

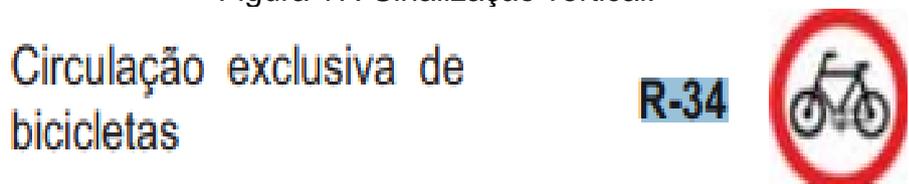


Fonte: CET-SP (2020)

3.3.5.2 Sinalização vertical de regulamentação.

Quanto à sinalização vertical, o manual Brasileiro de sinalização de trânsito (2007), apresenta a seguinte placa referente ao trânsito de ciclistas, apresentada no item 5.5.2 do manual de sinalização vertical de regulamentação, conforme Figura 17.

Figura 17: Sinalização vertical.



Fonte: BRASIL (2007)

- Sinais de regulamentação - Circulação

A ciclovia bidirecional deve ser regulamentada com o uso do Sinal R34, “Circulação exclusiva de bicicletas”, locado no início de todos os acessos até o final da circulação exclusiva, determinada pelo sinal R-34 com a informação complementar “Término”, ou pelas características físicas da via.

3.3.6 Projeto de Iluminação

O Projeto de Iluminação tem por referência a norma técnica de iluminação pública, norma de distribuição unificada NDU 035 - Iluminação pública.

O Quadro 2 abaixo apresenta as dimensões e luminárias a serem utilizadas em cada situação.

Quadro 2: Especificações para poste circular.

Tipo de Luminária	Lâmpadas		Utilização	Largura da Via (m)	Altura de Montagem (m)	Espaçamento entre Postes (m)
	Tipo	Potência(W)				
IP4	VS	400	Em trevos ou outra localidade que justifique sua aplicação.	21 < L < 24	10	38
				25 < L < 30	12	40
IP5	VS	400	Em canteiro central de grandes avenidas.	21 < L < 24	10	38
				25 < L < 30	12	40
IP6	VS	400	Em cruzamentos, retornos ou trevos de canteiro central de grandes avenidas para reforço de iluminação.	21 < L < 24	10	38
			Também podem ser utilizadas em praças onde a arborização não venha a interferir no rendimento do sistema.	25 < L < 30	12	40
IP7	VS	70	Em praças arborizadas ou a critério do projetista quando o fator de estética justificar.	-	3,9 a 4,8	-
IP8	VS	250	Em Iluminação lateral de pontes e viadutos.	21 < L < 24	10	38
				25 < L < 30	12	40

Fonte: Energisa (2019)

4 Resultados e Discussões

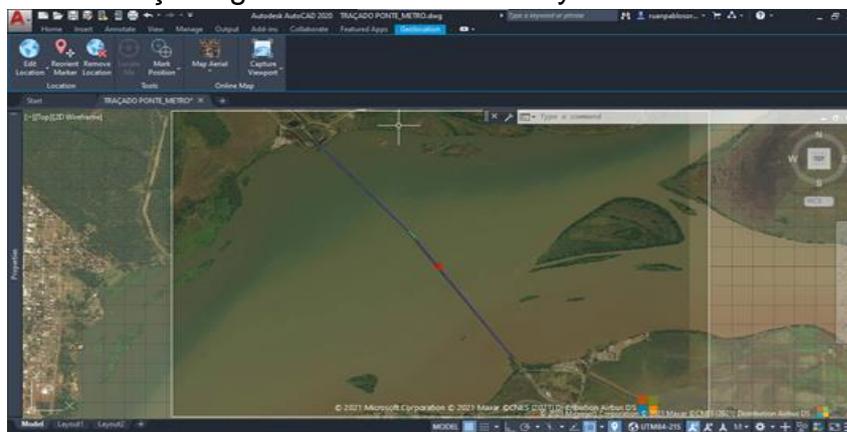
O Apêndice I apresenta as imagens foto realista de como ficaria a estrutura da ciclovia anexada à ponte. No Apêndice II é apresentado o projeto técnico em folhas no formato A0 e A1. Abaixo, são apresentados os resultados obtidos conforme demonstrado na metodologia constante no item 3 que serviram de parâmetros para a elaboração do projeto geométrico (apêndice II).

4.1 Modelagem da ponte

A seção transversal da ponte possui largura total de 10,80 m. Ao relacioná-la com a Figura 12, considera-se como classe de Projeto III em obras de artes especiais, e, obtém-se as dimensões dos elementos de acostamento com 1,50 m e faixa de Rolamento com 3,50 m.

Com o software *AutoCad* e com a ferramenta nativa *Geographic Location* o traçado desenvolvido está representado na Figura 18.

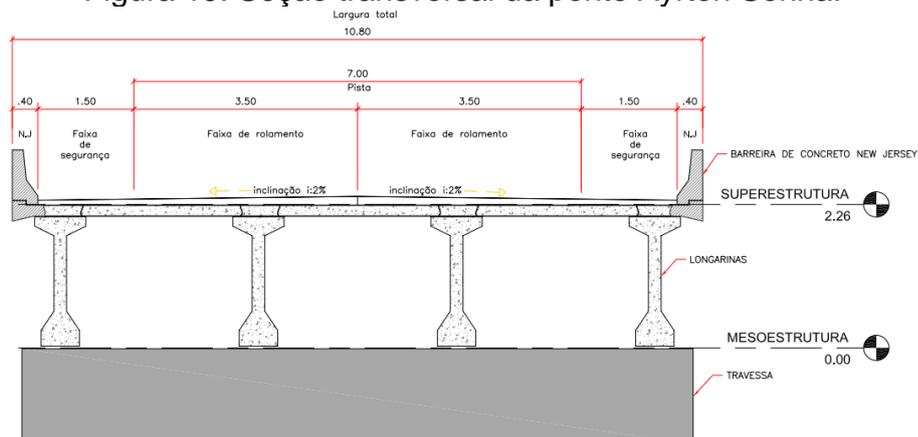
Figura 18: Traçado geométrico da Ponte Ayrton Senna - Guairá/PR.



Fonte: O Autor (2021)

Com base nas informações disponíveis, replicou-se o desenho da seção transversal com o auxílio da ferramenta CAD da empresa *Autodesk*. A Figura 19 e o Apêndice II mostram o desenho da seção transversal citada.

Figura 19: Seção transversal da ponte Ayrton Senna.

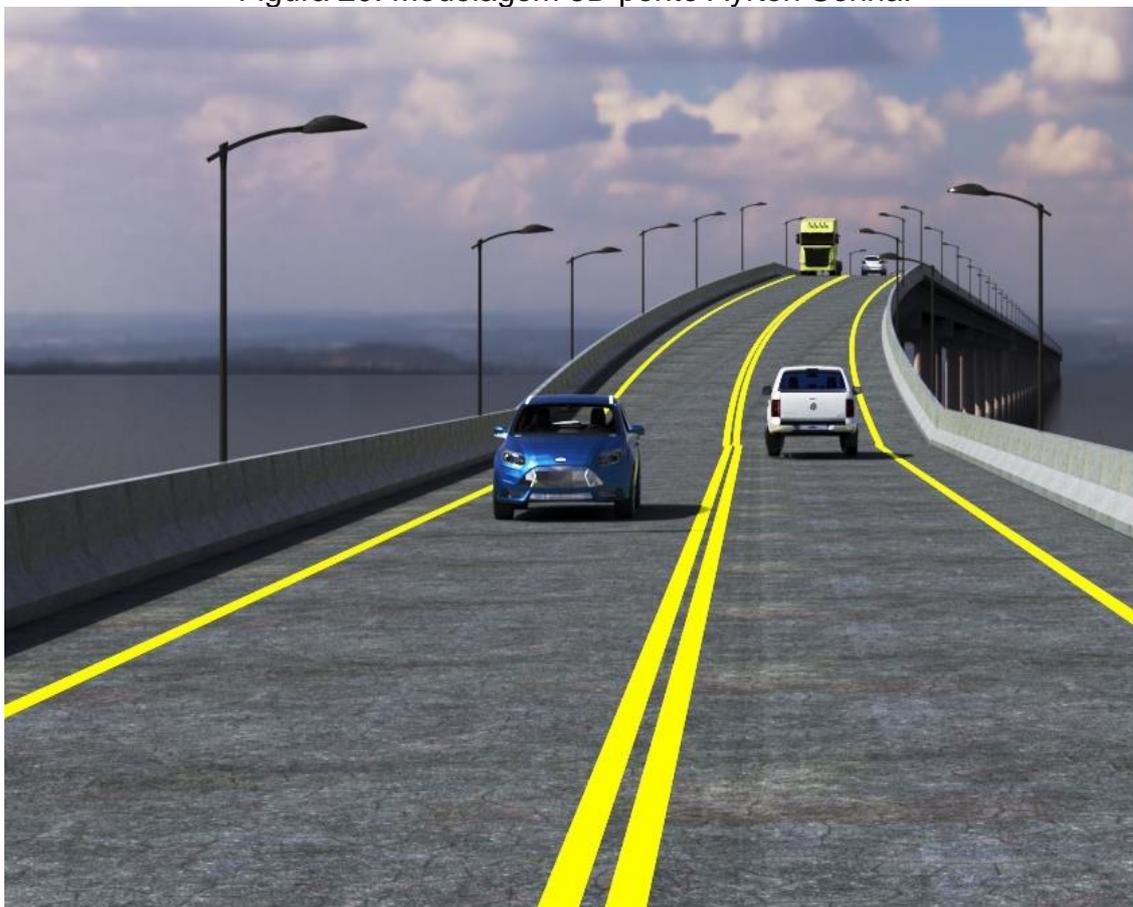


Fonte: Tomaleh (2018), adaptado pelo Autor (2021)

Com a elaboração do desenho em 2D, iniciou-se a modelagem 3D da Ponte. Este se deu com a utilização da ferramenta BIM, mais especificamente o software *Revit* da *Autodesk 2020*, versão educacional.

Para a modelagem, seguiu-se conforme consta no item 3.2. Foi modelado cada trecho com sua respectiva dimensão e quantidade de vãos. A Figura 20 apresenta a modelagem da estrutura.

Figura 20: Modelagem 3D ponte Ayrton Senna.



Fonte: O Autor (2021)

Para a estrutura que servirá de suporte, foi elaborada uma concepção de estrutura metálica, e esta é o quadro estrutural que tem como função dar sustentação a ciclovia.

Vale ressaltar que não faz parte deste trabalho o dimensionamento da estrutura metálica apresentada, a fim de verificar a validade técnica do layout apresentado.

4.2 Solução estrutural adotada

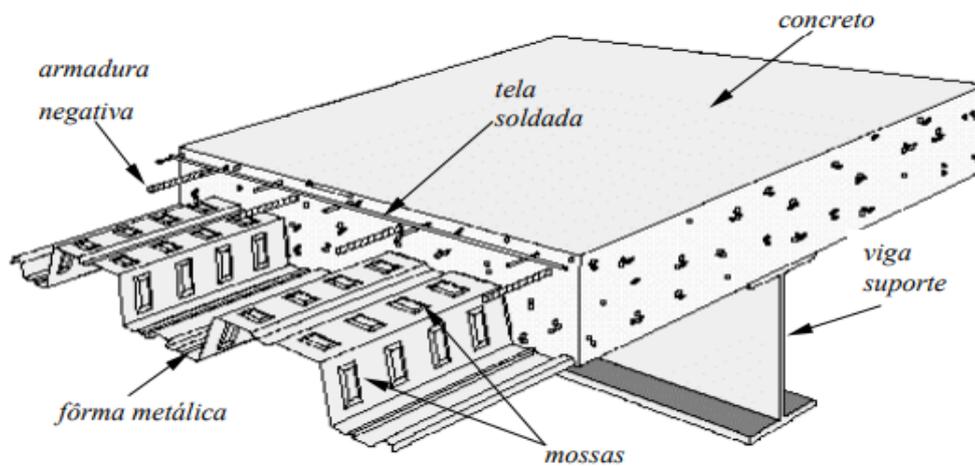
Após consultas normativas, a infraestrutura cicloviária adotada foi a de uma ciclovia com tráfego bidirecional, posicionada ao lado esquerdo da ponte sentido PR/MS.

Sobre o modelo arquitetônico-estrutural, primeiramente, determinou-se que o material a ser empregado seria o aço, por ser uma solução bastante eficaz devido a sua grande versatilidade arquitetônica, resistência, durabilidade e rapidez de montagem, como apresentado por Henrich (2019) em seu trabalho. Ele apresentou uma concepção alternativa para uma estrutura metálica de uma passarela existente, assim como o dimensionamento dos seus elementos.

Considera-se que a proposta de solução estrutural adotada neste estudo, está condicionada a adaptação em uma estrutura existente. O arranjo estrutural consiste em um conjunto de treliças planas, tipo mão francesa, constituídas por perfis metálicos de seção I.

Para o pavimento, a solução proposta é fazer uso do sistema de laje mista com forma de aço incorporado, pois é um sistema compatível com a sustentação por perfis I, conforme representado na Figura 21.

Figura 21: Esquema representativo de laje mista.



Fonte: Campos (2001)

Este sistema resulta da combinação estrutural de dois elementos principais: a fôrma metálica (Steel Deck) e o concreto. É um sistema em que seus elementos trabalham conjuntamente e aproveita as melhores características mecânicas de cada um (CAMPOS, 2001).

Seu uso é adequado a obras em elevado grau de racionalização, como do estudo deste trabalho, em que a montagem de escoras é inviável.

4.3 Geometria da ciclovia bidirecional

4.3.1 Largura da ciclovia e distância livre lateral

A largura pavimentada e a largura necessária para operação são as preocupações básicas do projeto. Para esse projeto a ciclovia bidirecional tem como largura útil total, 3.60m. Sendo 3.00 metros de pista de rolamento com área livre lateral de 0.60m. O Apêndice II mostra a planta baixa da ciclovia. A escolha para essas dimensões levou em consideração um tráfego de até 1000 bicicletas/ hora. E para área livre utilizou-se conforme preconizado no manual de travessias urbanas (DNIT).

4.3.2 Greide

A norma e os manuais apresentam as condições adequadas para greides, conforme já apresentado na Figura 14. Esse projeto, por tratar-se de uma readequação na estrutura existente, necessitou que a ciclovia acompanhasse o traçado, assim como a curva e desnível da ponte em questão, portanto não foi possível atender aos critérios recomendados. A Figura 22 mostra como se dá a concepção da estrutura, anexada a superestrutura da ponte, mais especificamente nas longarinas.

Figura 22: Ciclovia acompanhando a estrutura da ponte.



Fonte: O Autor (2021)

4.4 Sinalização

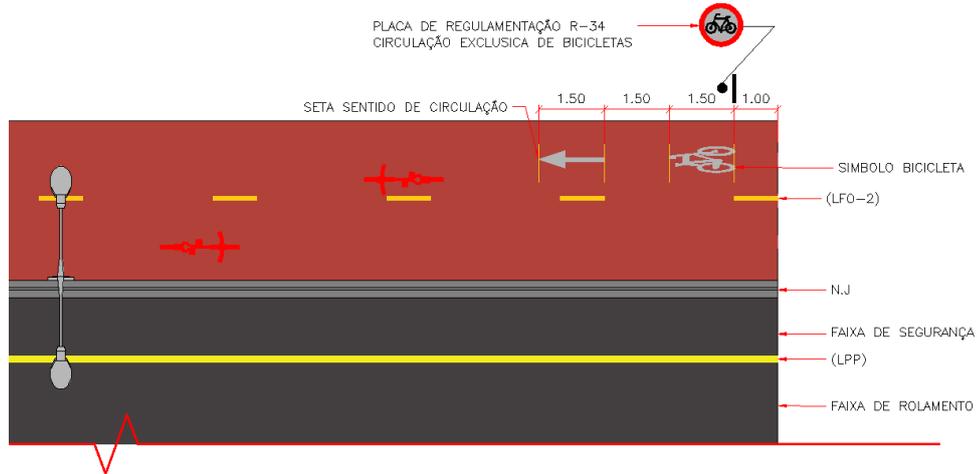
No que diz respeito à sinalização para estruturas ciclovárias, de modo geral, no Manual Brasileiro de Sinalização, tanto a sinalização horizontal quanto a vertical são sucintas e, considerou-se que o trecho em análise neste trabalho está condicionado apenas à extensão da ponte. Abaixo, detalhamento de ambas as sinalizações.

4.4.1 Sinalização Horizontal

É empregado o Símbolo “Bicicleta” (0,60 x 1,50m) e seta “Sentido de Circulação” (0,40m x 1,50m).

A seta dista a 1,50m do símbolo “Bicicleta” e é locada a 1,0 metros do fim e início da circulação, e se repete a cada 30 metros, conforme a Figura 23.

Figura 23: Detalhe da sinalização horizontal

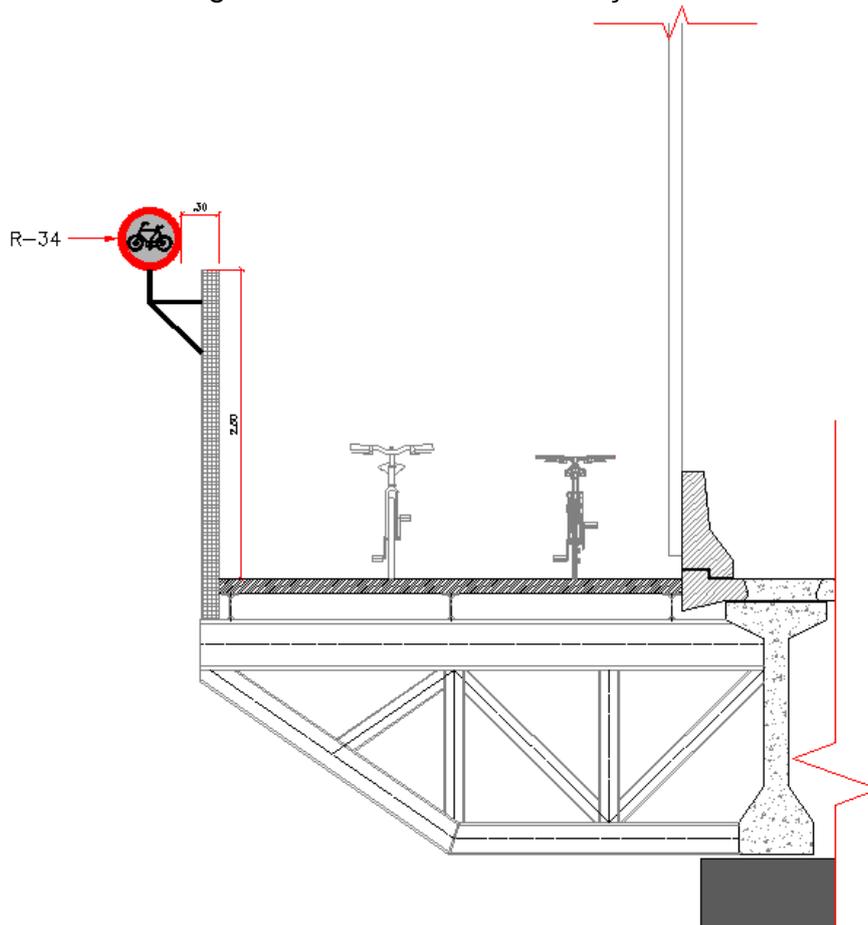


Fonte: O Autor (2021)

4.4.2 Sinalização Vertical

Quanto à sinalização vertical, aplica-se a placa R-34 segundo o manual Brasileiro de sinalização de trânsito (2007) e conforme Figura 24.

Figura 24: Detalhe da sinalização vertical



Fonte: O Autor (2021)

4.5 Iluminação

Definiu-se a diretriz de acordo com o lado em que estava localizada a iluminação pública na linha de posteamento existente. Teve apenas a necessidade da colocação de outra pétala para atender a iluminação da ciclovia.

Baseado nas informações do Quadro 2, utilizou-se como critérios as informações mostradas no Quadro 3 abaixo.

Quadro 3: Tabela de critérios para iluminação

Tipo de Luminária	Lâmpadas		Utilização	Largura da Via (m)	Altura de Montagem (m)	Espaçamento entre Postes (m)
	Tipo	Potência(W)				
IP8	VS	250	Em Iluminação lateral de pontes e viadutos.	21 < L < 24	10	38
				25 < L < 30	12	40

Fonte: Energisa (2019). Modificado pelo Autor.

Conforme o Quadro acima, deve-se utilizar uma luminária de Vapor de Sódio de 250W. No projeto adotou-se uma luminária com as mesmas características, mas de tecnologia LED. Como a largura da ciclovia é menor do que a apresentada, utilizou-se o espaçamento entre postes de 30,0m, e atendeu ao limite de 38,00m. Para a altura de montagem utilizou-se o valor de 10m, devido ao aproveitamento do poste existente.

5 Conclusão

O projeto apresentado neste trabalho permitiu a criação de uma infraestrutura de alta qualidade para os usuários da Ponte Ayrton Senna, através de elementos e geometrias que atendem aos requisitos vigentes e que oferecem conforto e segurança para ciclistas. Além de estimular, através de ações concretas, uma mudança viária-cultural relativa ao modo de apropriação e uso do espaço, o tornou mais sustentável. A pesquisa apresentou a utilização de instrumentos que podem ser úteis não só para futuras pesquisas acadêmicas, mas também servir de subsídio para tomadores de decisão na definição de estratégias, que visem incentivar o uso da bicicleta.

6 Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 7188 – Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestre – procedimento. Rio de Janeiro, 2013.

ABRACICLO. Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e similares. Disponível em: <<https://www.abraciclo.com.br/site/press-releases-2021/2021/premio-abraciclo-dejornalismo-2021-tera-r-74-mil-em-premios/>> Acesso em: 12 de junho de 2021.



BALBIM, Renato. **Mobilidade: uma abordagem sistêmica**. Cidade e Movimento - Mobilidades e Interações no Desenvolvimento Urbano. Cap 1, p. 23-42, 2016.

Disponível em:

<https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/160905_livro_cidade_e_movimento.pdf> Acesso em 12 de junho de 2021.

BOARETO, Renato. A mobilidade urbana sustentável. **Revista dos Transportes Públicos - ANTP** - Ano 25 - 2003 - 3º trimestre, p 45-56. Disponível em: <http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/01/10/15FBD5EB-F6F4-4D95-B4C4-6AAD9C1D7881.pdf>. Acesso em 25 de junho de 2021.

BOARETO, Renato. **Os desafios de uma Política de Mobilidade Urbana transformadora das cidades**. RBC. Ribeirão Preto, 2021. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Renato-Boareto-2/publication/349413519_Os_desafios_de_uma_Politica_de_Mobilidade_Urbana_transformadora_das_cidades/links/60300c9992851c4ed5836006/Os-desafios-de-uma-Politica-de-Mobilidade-Urbana-transformadora-das-cidades.pdf>. Acesso em 25 de junho de 2021.

BRASIL (2015a). Ministério das Cidades. **Cartilha do Ciclista**. Brasília - DF, 2015. 35p. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/mobilidade-e-servicos-urbanos/cartilhadociclista.pdf>>. Acesso em: 10 de maio 2021.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de sinalização rodoviária**. – 3.ed. - Rio de Janeiro, 2010. 412p. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/740_manual_projetos_geometricos_travessias_urbanas.pdf>. Acesso em: 29 de maio de 2021.

BRASIL. **Lei 9.503 de 23 de setembro de 1997**. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9503.htm>. Acesso em: 15 de maio de 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012**. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis nos 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1º de maio de 1943, e das Leis nos 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências. Diário oficial da União, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm>. Acesso em: 25 de maio de 2021.

BRASIL. **Lei nº 18.780, de 12 de Maio de 2016**. Institui a Política de Mobilidade Sustentável e Incentivo ao Uso da Bicicleta. Curitiba: Assembleia Legislativa do Estado do Paraná, 2016. Disponível em: <http://portal.assembleia.pr.leg.br/modules/mod_legislativo_arquivo/mod_legislativo_arquivo.php?leiCod=50602&tipo=L&tplei=0>. Acesso em 08 de junho de 2021.

CAMPOS, Paulo César de. **Efeito da continuidade no comportamento e na resistência de lajes mistas com fôrma de aço incorporada**. Dissertação – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001. 157p. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUDB-8AKJMM>>. Acesso em: 17 de agosto de 2021.

CET. Companhia de Engenharia de Tráfego. **Manual de sinalização urbana: Espaço Ciclovitário**. Critérios de Projeto. Volume 13, Revisão 01. São Paulo, jun. 2020. Disponível em: <<http://www.cetesp.com.br/media/1100702/MSU-Vol-13-Espaco-Ciclovitario-Rev01.pdf>>. Acesso em: 14 de agosto de 2021.

CICLOVIVO. **SP inaugura sua primeira ponte já planejada com ciclovia**. 5 de maio de 2016. Disponível em: <<https://ciclovivo.com.br/arq-urb/mobilidade/sp-inaugura-primeira-ponte-ja-planejada-com-ciclovia/>>. Acesso em: 06 de junho de 2021.

CONTRAN - Conselho Nacional de Trânsito. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito. VOLUME I. Sinalização Vertical de Regulamentação**. Brasília – DF. 2007. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/educacao/publicacoes/manual_vol_i_2.pdf>. Acesso em: 15 de agosto de 2021.

CONTRAN - Conselho Nacional de Trânsito. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito. VOLUME IV. Sinalização Horizontal**. Brasília – DF. 2007. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/arquivos-denatran/educacao/publicacoes/manual_vol_iv_2.pdf>. Acesso em: 15 de agosto de 2021.

CREA-ES - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Espírito Santo. **Quer conhecer por dentro uma das mais importantes obras de engenharia do Espírito Santo? Participe da visita técnica "Manutenção da 3ª ponte"!** 2018. Disponível em: <<http://www.creaes.org.br/creaes/PRINCIPAL/tabid/55/ctl/Details/mid/402/ItemID/4706/Default.aspx>>. Acesso em: 10 de maio de 2021.

Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Manual de Projeto de Obras de Arte Especiais**, 225p. (IPR. Publ., 698) Rio de Janeiro, 1996.

DE FREITAS ASSUNÇÃO, Juciara Conceição; ARAÚJO, Maria Cristina Cavalcanti. Pelo direito de ir e vir na cidade: mobilidade urbana e inclusão social em cidade praia–Natal/RN. **HOLOS**, v. 1, p. 48-74, 2008. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/4815/481549229004.pdf>> Acesso em: 19 de maio de 2021.

DNIT/IPR - Ministério dos Transportes. **Manual de projeto geométrico de travessias urbanas**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em:



<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/740_manual_projetos_geometricos_travessias_urbanas.pdf>
Acesse em: 30 de julho de 2021.

FELIPPE FILHO, Waldir Neme. **Avaliação dos coeficientes de impacto utilizados no cálculo de Pontes rodoviárias via análise dinâmica de estruturas.** (Monografia). Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF. Juiz de Fora, 2008. 47 p. Disponível em:
<<https://www.ufjf.br/mac/files/2009/05/tcc-waldir.pdf>>. Acesso em: 24 de setembro de 2021.

FERREIRA, Roger Biganzolli. **Contribuição para a avaliação da infraestrutura cicloviária do município de São Paulo por meio eletrônico de parâmetros geométricos e de qualidade de pavimentos.** Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes (Mestre em Ciências) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – POLI-USP, 2019. Disponível em:
<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-02032020-134032/publico/RogerBiganzolliFerreiraCorrig19.pdf>>. Acesso em: 26 de setembro de 2021.

GALEAZZI, Ítalo. **Sistema cicloviário: percepção sobre uma ciclovia em Porto Alegre - RS.** Dissertação de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional (PROPUR) da Faculdade de Arquitetura. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2019. Disponível em:
<<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/197835/001098767.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 15 de agosto de 2021.

GEIPOT. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. **Manual de Planejamento Cicloviário.** 3ª Edição revisada e ampliada. Brasília, DF, . 2001. 126p. Disponível em:
<<http://www.ta.org.br/site2/Banco/7manuais/PlanCicDiagNac.pdf>> Acesso em: 10 de julho de 2021.

GONDIM, Mônica Fiuza. **Cadernos de Desenho: ciclovias.** Rio de Janeiro: Editora da COPPE/UFRJ, 2010. Disponível em:
<<https://observatoriodabicicleta.org.br/uploads/2020/01/Caderno-de-Desenhos-Ciclovias-MFG.pdf>>. Acesso em 18 de agosto de 2021.

HENRICH, Matheus Vinicius. **Projeto estrutural de concepção alternativa para estrutura metálica de passarela existente.** Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2019. Disponível em:
<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/206062/001112130.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 de setembro de 2021.

IPEA, Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. **Cidades Ciclaveis: Avanços e desafios das Políticas cicloviárias no Brasil.** Coelho filho, Osmar; Saccaro Junior, Nilo Luiz. Brasília: Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: . Acesso



em:

<https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=29531:td-2276-cidades-ciclaveis-avancos-e-desafios-das-politicas-ciclovias-no-brasil&catid=397:2017&directory=1>. Acesso em: 19 de maio de 2021.

ITDP. Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento. **Política de Mobilidade por Bicicletas e Rede Cicloviária da Cidade de São Paulo: Análises e Recomendações**, São Paulo, SP, nov 2015. 60p. Disponível em: <<http://itdpbrasil.org.br/wp-content/uploads/2016/03/Relatorio-Ciclovias-SP.pdf>>. Acesso em: 11 de maio de 2021.

ITDP. Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento. **Guia de Planejamento Cicloinclusivo**. São Paulo, SP, set 2017. 192p. Disponível em: <<http://itdpbrasil.org.br/wp-content/uploads/2017/09/guia-cicloinclusivo-ITDP-Brasil-setembro-2017.pdf>>. Acesso em: 11 de maio de 2021.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Coleção Bicicleta Brasil. Programa Brasileiro de Mobilidade por Bicicleta. Caderno 1. **Caderno de Referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades**. Brasília – DF, 2007. Disponível em: <<https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/Biblioteca/LivroBicicletaBrasil.pdf>>. Acesso em: 05 de maio de 2021.

NORMA DE DISTRIBUIÇÃO UNIFICADA. **NDU 035 - Iluminação Pública**. ENERGISA. João Pessoa, 2019. Disponível em: <<https://www.energisa.com.br/Normas%20Tcnicas/NDU%20035%20-%20Ilumina%C3%A7%C3%A3o%20P%C3%ABlica.pdf>>. Acesso em: 30 de setembro de 2021.

PEDROSA, Roberta Kelly Braga Fernandes; ANDRADE, Victor. **A efetividade da infraestrutura cicloviária no incentivo ao uso da bicicleta: o caso da ciclovia da Av. Roberto Silveira em Niterói/RJ**. In: EDRA, F. P. M.; DECASTRO, J.; SALDANHA, L. (Orgs.) *Cicloturismo urbano em foco*. Niterói: FTH/UFF, p. 54-63, 2017. Disponível em: <<http://planet.com.br/wp-content/uploads/2019/02/AC-2016.03.pdf>> Acesso em: 14 de agosto de 2021.

PITILIN, Taiany Richard. **Identificação dos principais atributos para o projeto de uma rede cicloviária**. Dissertação de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/8680/DissTRP.pdf?sequence=1&isAllo wed=y>>. Acesso em: 22 de agosto de 2021.

QUADROS, Helena Szortika. **Projeto estrutural de ponte: comparativo de soluções com vigas seções T pré-moldada e caixão moldada in loco**. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/96335/000914912.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 17 de setembro de 2021.



RANCY, Sarah Janaína Rocha. Implantação de ciclovia no perímetro urbano de Capitão Leônidas Marques. **Revista Competitividade e Sustentabilidade**, v. 7, n. 1, p. 77-92. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/comsus/article/view/21076/pdf>> Acesso em: 10 de agosto de 2021.

RAQUEL, Roberta. **Espaço em transição: A mobilidade ciclística e os planos diretores de Florianópolis**. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: UFSC, 2010. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp133329.pdf>>. Acesso em: 27 de agosto de 2021.

SÃO PAULO, Prefeitura Municipal de. Secretaria de Infraestrutura Urbana e Obras. **SPObras inaugura nova Ponte Laguna**. São Paulo, 05 de maio de 2016. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/obras/sp_obras/noticias/?p=216662>. Acesso em: 10 de maio de 2021.

SEMOBI - Secretaria de Mobilidade Urbana. **Terceira Ponte: Ampliação de Capacidade e Implantação de Ciclovia**. 2020. Disponível em: <<https://semobi.es.gov.br/terceira-ponte-ampliacao-de-capacidade-e-implantacao-de-ciclovias>>. Acesso em: 14 de maio de 2021.

TOMALEH, Ammar Yasser Issa Rachid. **Verificação e reforço estrutural da ponte Ayrton Senna – estudo de caso**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. Santa Maria – RS, 2018. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1_2018/TCC_AMMAR%20YASSER%20ISSA%20RACHID%20TOMALEH.pdf> Acesso em: 05 de maio de 2021.

VACCARI, Lorreine Santos; FANINI, Valter. Mobilidade urbana. **Publicações temáticas da Agenda Parlamentar do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Paraná–CREA-PR**. Curitiba, 2011. Disponível em: <<https://www.crea-pr.org.br/ws/wp-content/uploads/2016/12/mobilidade-urbana.pdf>>. Acesso em: 09 de junho de 2021.

XAVIER, Giselle Noceti Ammon. **O desenvolvimento e a inserção da bicicleta na política de mobilidade urbana brasileira**. Tese de Doutorado, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/95554/297106.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 14 de junho de 2021.

APÊNDICES

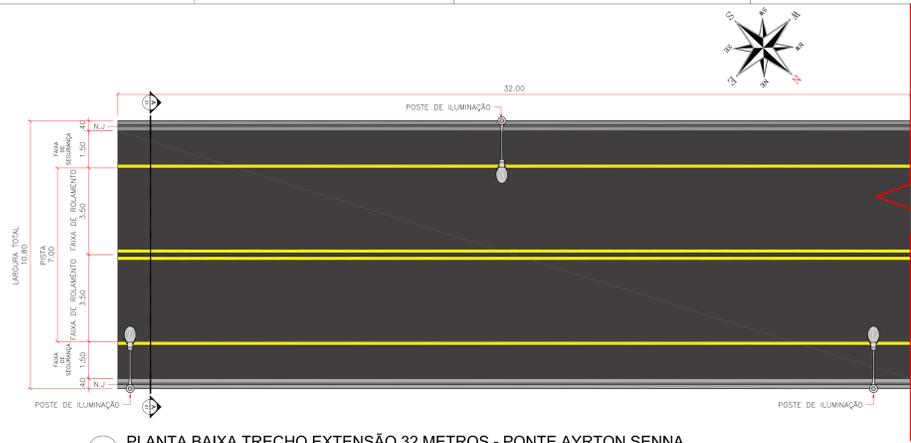
I - Modelagem da ciclovia anexa a ponte Ayrton Senna.



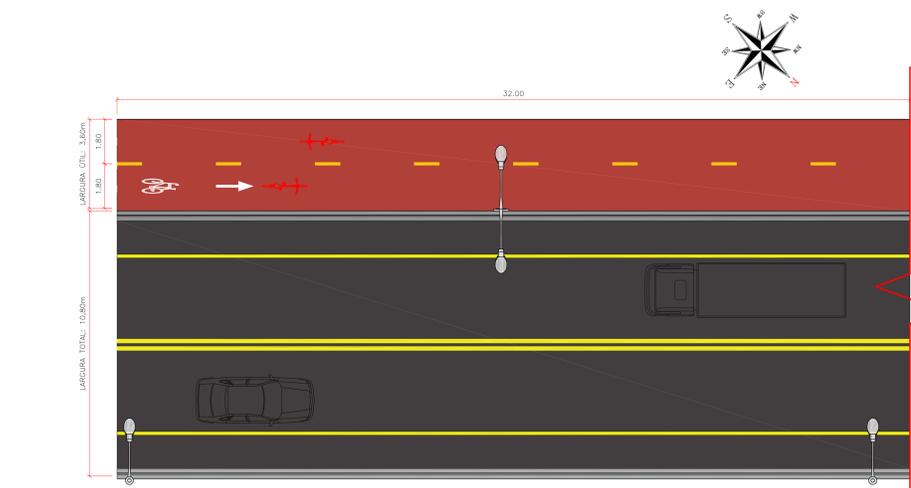




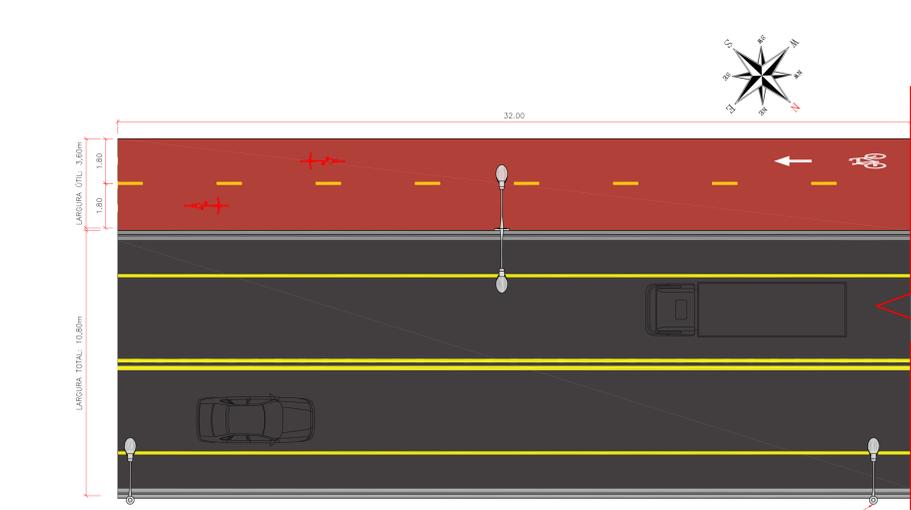
II - Projeto Geométrico da ciclovia anexa a ponte Ayrton Senna.



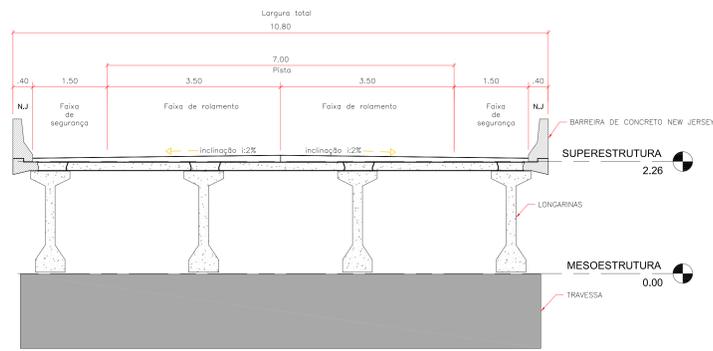
1 PLANTA BAIXA TRECHO EXTENSÃO 32 METROS - PONTE AYRTON SENNA
ESCALA 1:100



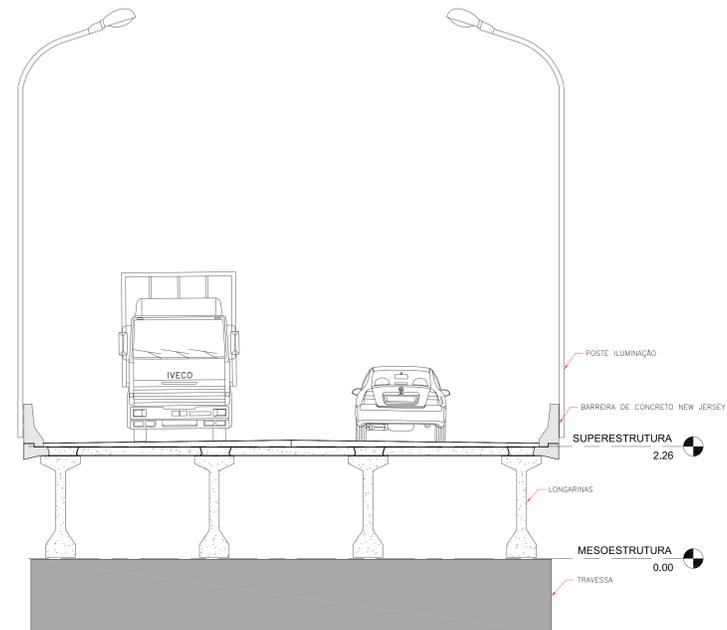
2 PLANTA BAIXA TIPO - PROPOSTA DE CICLOVIA BIDIRECIONAL SENTIDO PR/MS
ESCALA 1:100



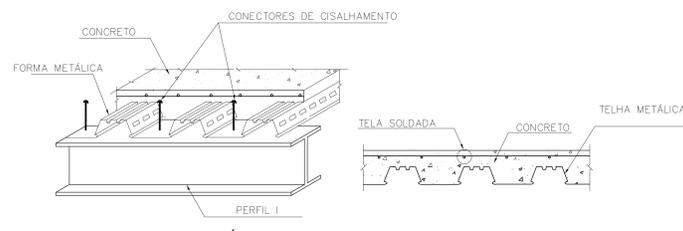
3 PLANTA BAIXA TIPO - PROPOSTA DE CICLOVIA BIDIRECIONAL SENTIDO MS/PR
ESCALA 1:100



4 SEÇÃO TRANSVERSAL EXISTENTE
ESCALA 1:50

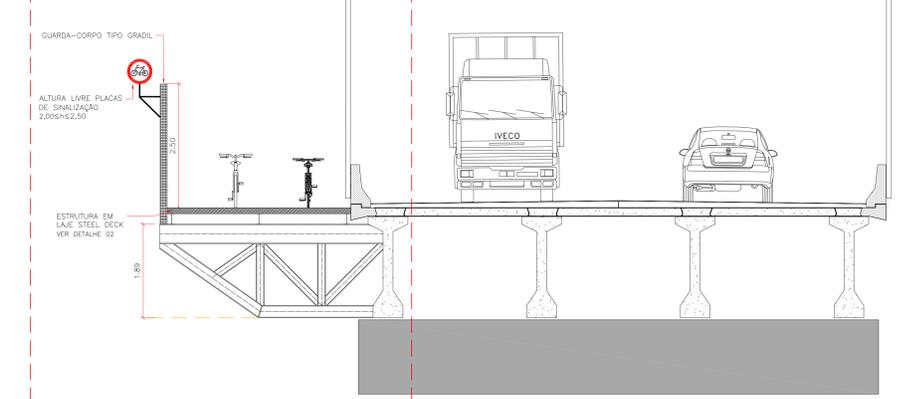


5 CORTE AA
ESCALA 1:50

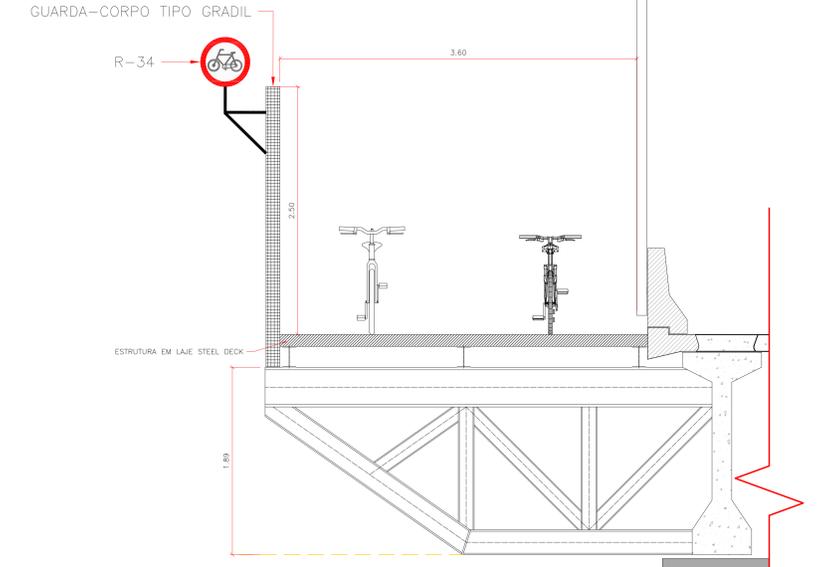


8 DETALHE 02 - GENÉRICO - LAJE STEEL DECK
SEM ESCALA

DETALHE 01 - AMPLIAÇÃO PARA CICLOVIA



6 SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO COM AMPLIAÇÃO
ESCALA 1:50



7 DETALHE 01 - AMPLIAÇÃO CICLOVIA BIDIRECIONAL
ESCALA 1:25



9 RENDER 01 - PONTE E CICLOVIA
SEM ESCALA



10 RENDER 02 - PONTE E CICLOVIA
SEM ESCALA



11 RENDER 03 - PONTE E CICLOVIA
SEM ESCALA

CARACTERÍSTICAS PONTE AYRTON SENNA								
CLASSE DE PROJETO	KM INICIAL	KM FINAL	EXTENSÃO TOTAL (m)	LARGURA TOTAL (m)	Nº DE FAIXAS	FAIXA DE ROLAMENTO (m)	FAIXA DE SEGURANÇA (m)	TREM TIPO
III	349,6	353,2	3598,60	10,80	2	3,50	1,5	TB-36

CARACTERÍSTICAS CICLOVIA BIDIRECIONAL					
SENTIDO DE TRÁFEGO	LARGURA TOTAL (m)	LARGURA DA CICLOVIA (m)	ÁREA LIVRE LATERAL (m)	ALTURA MÍNIMA GUARDA-CORPO * (m)	ALTURA GUARDA-CORPO ADOTADO (m)
BIDIRECIONAL	3,60	3,00	0,60	1,10	2,50

* Altura mínima conforme (Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas)

TRABALHO FINAL DE CURSO

PROJETO: CONCEPÇÃO DE ESTRUTURA DE PONTE E CICLOVIA BIDIRECIONAL

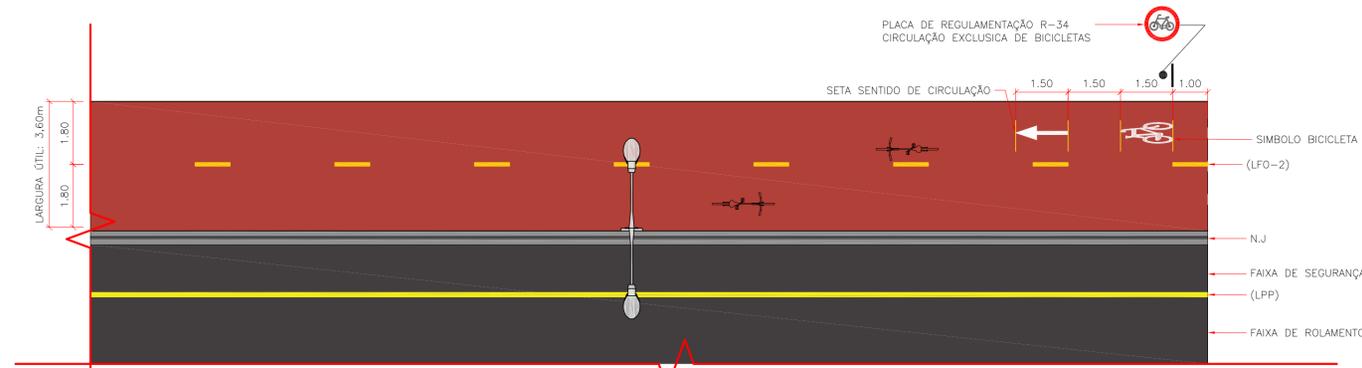
DISCIPLINA: TRABALHO FINAL DE CURSO

ALUNO: RUIAN PABLO FRANÇA DE SOUZA R.A.:00170451

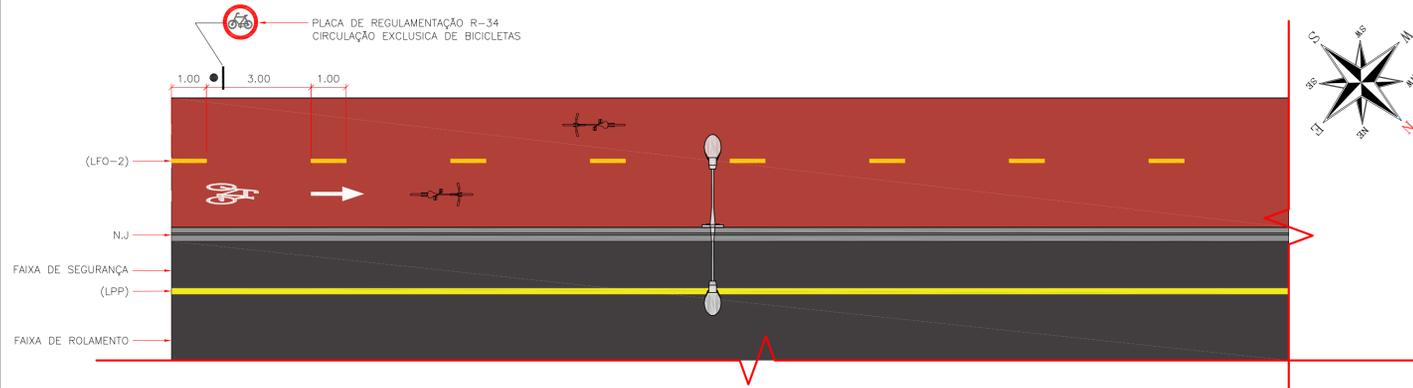
PROFESSOR: EDUARDO VEDOVETTO SANTOS

DATA: 08/11/2021

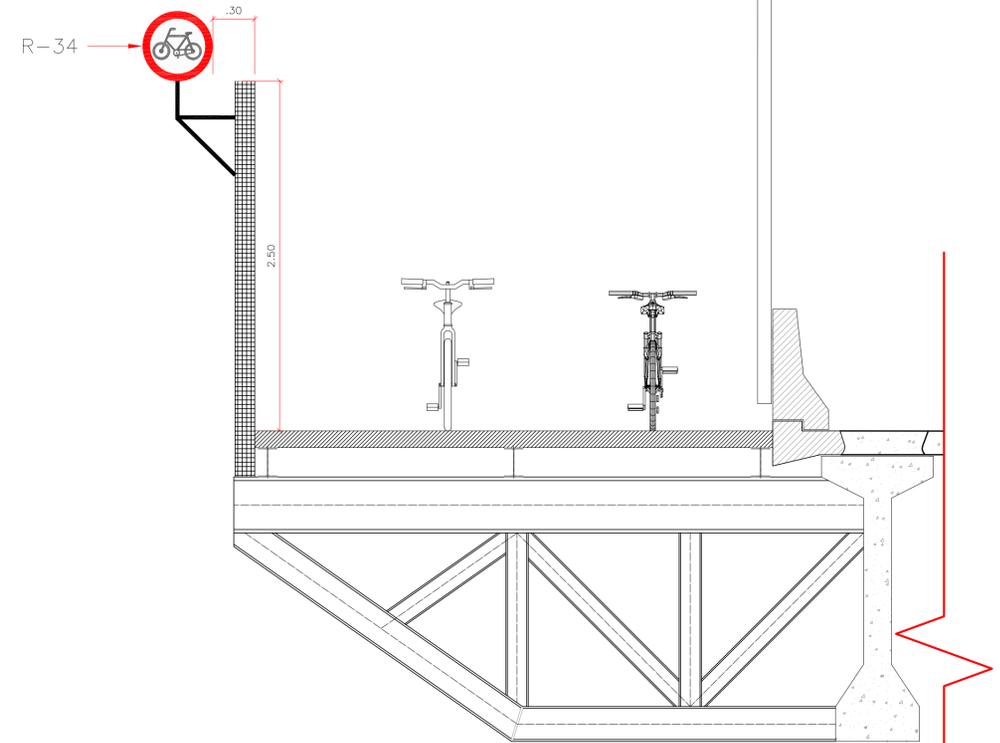
01/02



1 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL - CICLOVIA BIDIRECIONAL SENTIDO MS/PR
ESCALA 1:100



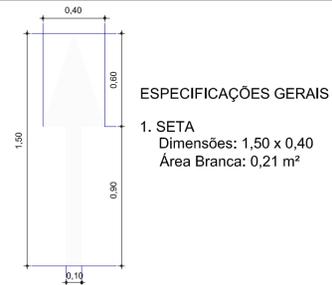
2 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL - CICLOVIA BIDIRECIONAL SENTIDO PR/MS
ESCALA 1:100



3 DETALHE SINALIZAÇÃO VERTICAL DE REGULAMENTAÇÃO
ESCALA 1:25

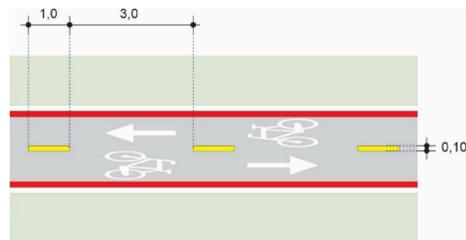
**LEGENDA DA SINALIZAÇÃO HORIZONTAL
INSCRIÇÕES NO PAVIMENTO**

PROJETO / ASSUNTO
SINALIZAÇÃO HORIZONTAL - INSCRIÇÃO NO PAVIMENTO - SETA
"Sentido de Circulação" Ciclista - 1,50x0,40



ESPECIFICAÇÕES GERAIS
1. SETA
Dimensões: 1,50 x 0,40
Área Branca: 0,21 m²

Linha de divisão de fluxos opostos
Linha simples seccionada (LFO-2)



Cor Amarela.

Dimensões Conforme quadro a seguir:

COR	LARGURA DA LINHA - l (m)	CADÊNCIA t : e	TRAÇO t (m)	ESPAÇAMENTO e (m)
AMARELA	0,10*	1 : 3	1	3

LEGENDA DA SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

MARCAS LONGITUDINAIS	
Sigla	Descrição
LFO	Linhas de divisão de fluxos opostos
LFO-2	Linha Simples Seccionada
LFO-3	Linha Dupla Contínua
LPP	Linha Dupla Linha de indicação de proibição de estacionamento e/ou parada Contínua

Padrão de cores - Sinalização Horizontal

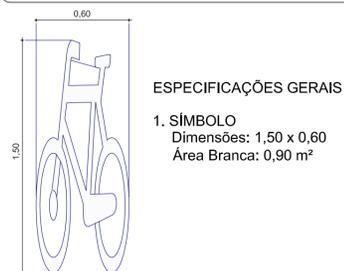
Cor	Tonalidade
Amarela	10 YR 7,5/14
Branca	N 9,5
Vermelha	7,5 R 4/14
Azul	5 PB 2/8
Preta	N 0,5

LEGENDA SINALIZAÇÃO VERTICAL

PLACA DE REGULAMENTAÇÃO		
Sinal	Código	Nome
	R-34	Circulação Exclusiva de Bicicletas

REFERÊNCIA: Conselho Nacional de Trânsito. Departamento Nacional de Trânsito. Sinalização Vertical de Regulamentação. 2007. Manual de Sinalização Brasileiro de sinalização. V2. Brasília.

PROJETO / ASSUNTO
SINALIZAÇÃO HORIZONTAL - INSCRIÇÃO NO PAVIMENTO - SÍMBOLO
"Bicicleta" - 1,50x0,60



ESPECIFICAÇÕES GERAIS
1. SÍMBOLO
Dimensões: 1,50 x 0,60
Área Branca: 0,90 m²

TRABALHO FINAL DE CURSO

PROJETO SINALIZAÇÃO VERTICAL E HORIZONTAL DE CICLOVIA
DISCIPLINA TRABALHO FINAL DE CURSO
CONTÉUDO LEGENDAS TABELAS PLANTA BAIXA CICLOVIA COM SINALIZAÇÃO

CURSO ENGENHARIA CIVIL
LOCAL PONTE AYRTON SENNA - PROLONGAMENTO BR163/PR Km 349,6 ao Km 353,2

ORIENTADOR: EDUARDO VEDOVETTO SANTOS
ALUNO: RUAN PABLO FRANÇA DE SOUZA R.A.:00170451

FOLHA
02/02

ESCALA
DATA 08/11/2021
PROJETO
RUAN PABLO F. DE SOUZA