CICLOMOBILIDADE INTERURBANA: ANÁLISE E PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO DE INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA ENTRE AS CIDADES DE NITERÓI E SÃO GONÇALO

BASTOS, Raquel (1); CORRÊA, Roberto (2)
(1) Universidade Federal do Rio de Janeiro, raquelmmag@poli.ufrj.br
(2) Universidade Federal do Rio de Janeiro, roberto@poli.ufrj.br

Resumo: O automóvel transformou o espaço urbano e o modo como nos deslocamos. O efeito sobre a ocupação urbana incentivou o avanço para os subúrbios e periferias, o que motivou a mobilidade pendular diária. Sob esses aspectos, o transporte ativo de grandes distâncias se apresenta no planejamento das cidades a fim de promover o desenvolvimento sustentável. Recentemente, a *cyclehighway* ou superciclovia tem sido adotada em países como Holanda, Dinamarca e Reino Unido, com o objetivo de conectar cidades e subúrbios, áreas residenciais e laborais, com resultados favoráveis para a qualidade do ambiente urbano, fomento da justiça social e baixo custo de implantação comparado ao modo motorizado. O objetivo deste trabalho é apresentar um procedimento metodológico de identificação de rotas cicláveis para a implantação de *cyclehighways* em cidades brasileiras, baseado na aplicação do método *Level of Traffic Stress* (LTS), considerando as características geográficas e sociais, bem como o processo de ocupação do solo. As cidades de Niterói e São Gonçalo, situadas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, foram escolhidas para a aplicação da metodologia proposta pelos contextos históricos e pela disponibilidade de dados relacionados à infraestrutura viária e às características das redes de rotas cicloviárias. Os resultados obtidos permitiram identificar um traçado para superciclovia pela linha ferroviária preservada, a potencial abrangência de serviço para população e um panorama da percepção de segurança sobre o sistema viário atual. Portanto, a bicicleta se mostrou viável enquanto modal alternativo e complementar na escala interurbana, quando é ofertada infraestrutura cicloviária adequada e segregada.

Abstract: *The car has transformed urban space and the way we travel. The effect on urban occupation encouraged the advance to the suburbs and peripheries, which motivated daily commuting. In these aspects, active transport over long distances is presented in the planning of cities in order to promote sustainable development. Recently, the cyclehighway or supercycleway has been adopted in countries such as the Netherlands, Denmark and the United Kingdom, with the aim of connecting cities and suburbs, residential and working areas, with favorable results for the quality of the urban environment, promotion of social justice and low cost. deployment compared to motorized mode. The objective of this work is to present a methodological procedure for the identification of cycle routes for the implementation of cyclehighways in Brazilian cities, based on the application of the Level of Traffic Stress (LTS) method, considering the geographic and social characteristics, as well as the occupation process of the ground. The cities of Niterói and São Gonçalo, located in the Metropolitan Region of Rio de Janeiro, were chosen for the application of the proposed methodology due to the historical contexts and the availability of data related to road infrastructure and the characteristics of cycle route networks. The results obtained allowed us to identify a route for a supercycle lane along the preserved railway line, the potential scope of service for the population and an overview of the perception of safety on the current road system. Therefore, the bicycle proved to be viable as an alternative and complementary modal on the interurban scale, when adequate and segregated cycling infrastructure is offered.*

Palavras-chave: Mobilidade ativa. Bicicleta. Infraestrutura cicloviária. Pendularidade. Método *Level of Traffic Stress*.

1. INTRODUÇÃO

Em um processo histórico de desenvolvimento urbano marcado pela motorização, as áreas centrais e mais nobres das cidades concentram emprego, renda, serviços públicos e infraestrutura consolidada, no entanto, parte da população se move para áreas menos densas e mais dispersas. Desta forma, os limites urbanos se expandem e "a ideia de lugar e de espaço caminhável é substituída pela ideia de velocidade e de sua capacidade de projeção sobre o território" (Fajardo, 2017) e assim, a infraestrutura destinada para os deslocamentos a pé e de bicicleta é submetida aos automóveis no que tange as prioridades das políticas públicas.

Uma vez que as cidades economicamente mais fortes e com ampla oferta de serviços públicos exercem poder de atração sobre as periferias e subúrbios, o fenômeno da pendularidade se estabelece no cotidiano da população. No Estado do Rio de Janeiro, a capital, Duque de Caxias, Nova Iguaçu e Niterói atraem densidades flutuantes diárias nos principais eixos de mobilidade e de serviço. No Leste Fluminense, o arranjo populacional São Gonçalo-Niterói configura o segundo maior deslocamento pendular do Brasil com fluxo diário de aproximadamente 120.000 pessoas (IBGE, 2016).

Entre 2010 e 2020, em São Gonçalo e Niterói, a taxa de crescimento do transporte motorizado individual demonstrou a queda da atratividade do sistema público coletivo que, somada aos reflexos da ocupação territorial e o aumento populacional, resultou na sua ineficiência e na imobilidade por congestionamentos. Estes dois aspectos representam parte da renda familiar e ciclicamente contribuem para o aumento do modo motorizado individual. Portanto, os desafios se consolidam diariamente entre São Gonçalo e Niterói, bem como evidenciam a necessidade de mudanças ou adaptações nos moldes atuais de planejamento, criando-se novas relações entre as atividades humanas e o ambiente urbano.

Paralelamente, em 2012, foi criada a Política Nacional de Mobilidade Urbana cuja visão é a inversão da pirâmide de tráfego, com a priorização hierárquica dos pedestres, seguidos de ciclistas, transporte coletivo, transporte de carga e, no nível mais baixo, o modo motorizado individual, ou seja, percebe-se a busca pelo uso equitativo dos espaços públicos e a retomada do transporte ativo na agenda do planejamento das cidades.

Como ferramenta para tomada de decisão, este trabalho aplicou o método LTS - *Level of Traffic Stress* (Mekuria *et al*., 2012), desenvolvido pelo *Mineta Transportation Institute*, nos Estados Unidos. Destaca-se por permitir o planejamento de redes cicloviárias que minimizem as condições adversas de segurança dos ciclistas a partir de dados de fácil obtenção. Ao se sobrepor às características socioespaciais das cidades de São Gonçalo e Niterói, pretendeu-se delinear um sistema de transporte ativo contínuo e de alta capacidade.

Ao almejar o conceito de desenvolvimento sustentável, o sistema de mobilidade deve ser capaz de satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer as demandas das gerações futuras (Brundtland, 1991). Para Boareto (2003) alcançar a mobilidade urbana sustentável é consequência de políticas públicas que objetivam a acessibilidade para todos "através da priorização dos modos não motorizados e coletivos de transportes, de forma efetiva, socialmente inclusiva e ecologicamente sustentável, baseado nas pessoas e não nos veículos", ou seja, as soluções adotadas no presente devem almejar algo além do aumento da

capacidade viária e resolver periodicamente os estrangulamentos e escoamentos, típicos da cultura da automobilidade.

Sua aplicabilidade no sistema de transporte é alcançada no equilíbrio das dimensões (IPEA, 2016; Cervero, 2013): ambiental, pelo uso de tecnologias limpas, adequabilidade dos veículos ao ambiente operacional, priorização do transporte público coletivo e do transporte ativo sobre o transporte motorizado individual; social, através de soluções que objetivem a redução das desigualdades com cobertura de serviço nas áreas mais carentes, além de tarifas compatíveis à renda dos usuários e acessibilidade universal; e, por fim, a econômica, quando há equilíbrio entre oferta e demanda, investimentos a longo prazo na rede e na manutenção.

2. TRANSPORTE ATIVO POR BICICLETA

Ao abranger o transporte ativo, a mobilidade assume um caráter sustentável uma vez que proporciona atividade física diária necessária para um estilo de vida mais saudável, promove acesso e reduz a necessidade de viagens motorizadas. De acordo com o Código Brasileiro de Trânsito (Brasil, 1997), a bicicleta é um veículo de propulsão humana e sujeito às penalidades, reconhecido pela PNMU como modo de transporte não motorizado. É socialmente acessível, mais econômico que os transportes públicos e privados motorizados, tanto para usuário quanto para investimentos sobre infraestrutura (Pucher; Buehler, 2008). O baixo custo de implantação do transporte cicloviário, quando comparado ao modo motorizado, favorece a otimização dos recursos públicos, fomenta a justiça social e a melhoria da qualidade do ambiente urbano (GEIPOT, 2001). Seu uso pode ser estimulado em viagens entre 5 e 8 km, em suma, as principais vantagens são: baixo custo de aquisição e manutenção, menor espaço dedicado, matriz energética limpa, velocidade 3 vezes maior que a da caminhada (ITDP, 2017) e comporta até 5 vezes mais tráfego que faixas de automóveis (Gehl, 2015).

2.1. *Cyclehighway* e seus atributos

Com diferentes tipologias, a infraestrutura cicloviária é dividida hierarquicamente em ciclorotas, ciclofaixas e ciclovias. Esta variação é em função da intervenção proposta no espaço urbano, mas também da segregação física do modo motorizado. Entretanto, surge uma nova tipologia, a *cyclehighway* ou superciclovia, como um produto de mobilidade. Funcionalmente é uma estrutura principal com origem e destino diretos e abrangência expandida em torno dos pontos inicial e final. Permite conexão cidades e/ou subúrbios, entre áreas residenciais e laborais com alto padrão de qualidade de forma multimodal ou alternativa conforme o usuário (European Union, 2020). Para a fase de projeto, princípios praticados e que impactam as rotas cicloviárias são:

- Conectividade: trajeto mais direto se comparado ao percorrido por automóveis com objetivo de reduzir tempo e esforço e aumentar a atratividade da rota. Uso de túneis e pontes como infraestrutura;
- Velocidade: enquanto projetada para proporcionar viagens mais rápidas, as rotas priorizam a redução da aceleração e da frenagem. Atende a todos usuários, já que amplitude do caminho permite antecipar decisões com segurança;
- Ausência de interrupções: objetiva manter a velocidade com o menor número de paradas, manter a continuidade pela otimização do tempo entre os sinais vermelho e verde. Adiciona-se a ideia de “permeabilidade filtrada” da qual restringe o acesso ao modo motorizado em ruas selecionadas;
- Cruzamentos seguros: reforçam a conectividade pela redução de conflitos com modo motorizado. Quando não for possível espacial ou economicamente fazer uso de túneis

ou pontes, pode-se reduzir os cruzamentos com vias do tráfego motorizado ou limitar a velocidade da via a 30 km/h, com leitura clara do cruzamento para o ciclista e o motorista;

- Grau de separação dos modos motorizados: vinculada à velocidade e ao volume do tráfego. Aspectos como largura disponível ao longo da rota, visibilidade dos cruzamentos e volume de pedestres contribuem para escolha de segregar ou não;
- Largura: possibilita ultrapassagens e viagens lado a lado. Largura admitida de 2,50 a 3,00 m para rotas unidirecionais e 4,00 m para as bidirecionais;
- Declives e gradientes: medidas variáveis em função do sentido da inclinação. Para declives, a segurança pode ser comprometida, devido ao ganho de velocidade e a possibilidade de a distância de frenagem ser curta para o tempo de resposta do ciclista. Os gradientes se relacionam diretamente com a inclinação e distância a ser percorrida;
- Iluminação: favorece o uso noturno, sinalização retrorefletiva para curvas, antes de obstáculos. Em cruzamentos e com tráfego compartilhado, a iluminação assume o caráter de segurança e conforto, pois os faróis podem cegar temporariamente os ciclistas;
- Qualidade da superfície: além do tipo de material empregado, a qualidade influencia diretamente a velocidade, energia gasta ciclista e a manutenção. A cor da superfície ao longo da rota e nos cruzamentos coloca em evidência a rota proposta;
- Clareza e (falta de) obstáculos: elementos verticais aumentam a probabilidade de colisões e as distâncias estão diretamente relacionadas às alturas dos obstáculos.

Alguns exemplos se consolidaram entre as cidades de Nijmegen e Arnhem na Holanda, a Região Metropolitana de Londres, até no nível entre países como é o caso da superciclovia que conecta Copenhagen e Berlim[1]. No Brasil, há exemplos de aplicações da conexão cicloviária como na Rodovia Emanuel Pinheiro (MT-251), em Cuiabá (MT), e na Avenida Juscelino Kubitschek, em Curitiba (PR), prevista para servir de espinha dorsal entre moradia e trabalho com extensão de 8km[2].

2.2. Método *Level of Traffic Stress*

O desenvolvimento de metodologias para a avaliação da qualidade dos espaços viários para a circulação de bicicletas é de interesse de acadêmicos e profissionais que visam promoção do transporte cicloviário em áreas urbanas. Dentre as abordagens existentes, o método LTS - *Level of Traffic Stress* (Mekuria *et al*., 2012) - tem ganhado maior popularidade desde os anos 2000 (e.g. Wang *et al*., 2016; Boettge *et al*., 2017).

Foi desenvolvido pelo *Mineta Transportation Institute* para avaliar o nível de estresse a que os ciclistas são submetidos em segmentos e interseções viárias, ou seja, a percepção do estresse sofrido pelos ciclistas resultante das características presentes no ambiente como a proximidade dos veículos (Mekuria *et al*., 2012; Boettge *et al*., 2017). Pela facilidade na coleta de dados, o método LTS torna-se um sistema de avaliação para as cidades que não podem dispor de tal investimento, ou seja, uma ferramenta de planejamento viável e que serve de base na validação de projetos de futuras infraestruturas cicloviárias conectadas e acessíveis. Os resultados são facilmente entendidos pelos usuários, ciclistas e planejadores que buscam rotas com baixos níveis de estresse (Boettge, 2017) e suas métricas são usadas para identificar zonas

---

[1] http://www.bike-berlin-copenhagen.com/ - Acesso em 06/9/2022

[2] https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/plano-cicloviario-avanca-35km-com-projetos-de-novas-ligacoes/60162 - Acesso em 06/09/2022

de baixo estresse, bem como “ilhas” criadas pelas barreiras e vias com alto nível de estresse (Wang *et al*., 2016).

A fim de classificar os segmentos viários pelo método, usuários foram categorizados em quatro grupos conforme os níveis de conforto percebidos, ao invés dos seus níveis de habilidades. De acordo com Mekuria *et al*. (2012), o primeiro grupo é de pessoas que dizem que nunca vão andar de bicicleta e crianças desacompanhadas (LTS 1). O segundo grupo consiste na maioria da população com baixos níveis de tolerância ao negociar com o tráfego sobre as baixas velocidades das ruas residenciais (LTS 2). O terceiro grupo é de adultos confiantes e confortáveis na maioria das vias arteriais com ciclofaixas ou ruas menores e mais lentas sem ciclofaixas (LTS 3). O quarto e último grupo é o de ciclistas destemidos que optam por andar em qualquer condição ao longo de qualquer rodovia (LTS 4). Portanto, percebe-se que os níveis LTS 1 e 2 representam adequabilidade para a maioria da população com níveis de estresse toleráveis e os níveis LTS 3 e 4 atendem um grupo restrito de ciclistas com nível mais alto de estresse.

Desta forma, o método LTS também classifica a infraestrutura cicloviária de 1 a 4. De acordo com Mekuria *et al*. (2012), para atribuir as classes de LTS, características tipológicas são levantadas como limite de velocidade conforme hierarquia viária, número de faixas por direção de fluxo, presença de faixa de estacionamento, além de aspectos da própria infraestrutura cicloviária como largura das faixas para bicicleta, existência e largura da faixa de estacionamento, proteção em relação ao tráfego viário. Destaca-se que o estresse da via é determinado pelo índice de maior valor, ou seja, o de pior classe mesmo que outras variáveis levem a classes melhores de LTS.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1. Área de estudo: Niterói e São Gonçalo

A área de estudo consiste nas duas cidades localizadas ao Leste Fluminense, Niterói possui 516.981 habitantes e São Gonçalo, 1.098.357 habitantes. Com malha cicloviária em expansão, Niterói dispõe de mais de 60km de infraestrutura consolidada para a população. Por sua vez, São Gonçalo não apresenta dados oficiais, mas estima-se que seja de 2.3 km.

3.2. Procedimento para a identificação de rotas para a implantação de *cyclehighways*

Em um primeiro momento, é feita a aplicação do método LTS sobre a rede viária existente. Após os parâmetros operacionais das vias e a tipologia da infraestrutura cicloviária terem sido levantados e espacializados, aborda-se cada segmento de via individualmente. Deve-se considerar a existência de infraestrutura viária no segmento abordado e em caso de negativa, considera-se a tabela para velocidades máximas permitidas. Caso seja afirmativa, deve-se considerar a tipologia da infraestrutura cicloviária. O processo para a classificação LTS é ilustrado na Figura 1 e a tabela supracitada pode ser encontrada em Mekuria *et al*. (2012).

Isto posto, vias arteriais sem proporcionar facilidades para ciclomobilidade são classificadas como LTS 4. Em contraponto, vias com ciclovias ou calçadas compartilhadas são classificadas como LTS 1 dada a segregação do tráfego, inclusive ruas sem saída. Ciclofaixas com e sem estacionamento podem ter classes de LTS entre 1 e 4.

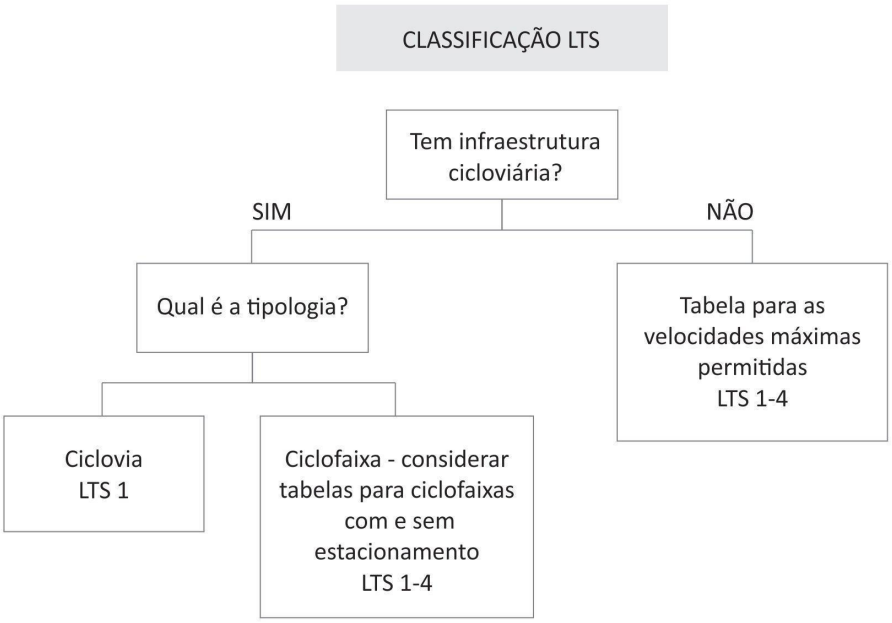

Figura 1 – Árvore de decisão para Classificação LTS

Fonte: Autora

O resultado é um mapa de todas as vias urbanas que mostra qual rota/segmentos de rota são apropriados para ciclistas de diferentes níveis de confiança. Importante destacar que por serem veículos, as bicicletas transitam em todas as vias e, consequentemente, toda rua é parte da rede cicloviária e é classificada pelo método.

Seguida da classificação viária pelo método LTS, procede-se com a sobreposição com o mapa de declividade com *grid* de 30mx30m. A proporcionalidade com comprimentos máximos admissíveis de rampa facilita a análise. No entanto, quando forem observados traçados viários com declividades maiores que 5%, os comprimentos máximos de rampa devem seguir as recomendações dadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Comprimento máximo admissível para trechos em aclive

Aclive (%)	Comprimento máximo (m)
5 a 6	240
7	120
8	90
9	60
10	30

>10	15

Fonte: AASHTO (1999).

Para o cenário estudado, o mapa de declividade foi obtido por meio de imagens *Suttle Radar Topography Radar* (SRTM) em formato *Geotiff*, disponíveis pela plataforma Brasil em relevo da EMBRAPA[3]. Em seguida, foi processado pelo *QGIS* 2.18 para obter a declividade do relevo.

3.1. Niterói e São Gonçalo

Cidades vizinhas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, Niterói e São Gonçalo eram historicamente unidas nos aspectos político e territorial. Vetores de mobilidade logística, as linhas férreas eram as principais impulsionadoras da formação de assentamentos em torno das estações. Em 1871, a Estação de Santana do Maruí, no bairro do Barreto (Niterói), foi inaugurada pela Cia. Ferro-Carril Niteroiense, mas em 1887, a Leopoldina comprou a empresa e absorveu a linha, tornando-se a primeira linha férrea – Estrada de Ferro Leopoldina. O objetivo era cruzar a cidade de São Gonçalo, visto que a produção cafeeira se direciona para a Serra do Mar e a cidade não foi bem-sucedida no novo ciclo agrícola econômico nacional. Importante frisar que em meados do século XX, o transporte rodoviário era impulsionado pela construção de estradas em contraposição ao transporte ferroviário, comparativamente mais lento e caro.

Ao mapear a ocupação territorial é possível inferir que a concentração populacional se conformou no entorno dos traçados ferroviários, que agora são as principais vias arteriais municipais. Portanto, mesmo com a BR 101, tem-se o adensamento populacional mais ao interior do território, em contraponto à tendência de urbanização no entorno de vias de mobilidade.

A avaliação dos dados econômicos coletados no último censo do IBGE em 2010 demonstra a questão do acesso à cidade relacionado aos grupos de rendas média e alta da população, uma vez que ocupam as áreas urbanizadas, densas e próximas aos eixos de mobilidade. Em relação à faixa etária, a concentração de crianças e adolescentes é maior em São Gonçalo, em áreas distantes. Pessoas maiores de 60 anos, tendem a habitar próximas às vias arteriais municipais, onde a densidade demográfica e de renda são maiores. Niterói apresenta uma das maiores concentrações da população com mais de 60 anos, principalmente em bairros da zona sul, como Icaraí e São Francisco, e outros na Região Oceânica, como Itacoatiara e Itaipu. Quanto ao gênero, há predominância do sexo feminino em ambas as cidades, mas não como chefes de família.

A declividade é um importante fator na concepção da rede cicloviária. Uma vez que exigem maior esforço físico e gasto de energia, alguns ciclistas evitam caminhos com partes íngremes e gradientes extensos (Scottish Executive, 2008; Cycling Embassy of Denmark, 2012), ou até, aceitam o caminho, mas desmontam das bicicletas e sobem as elevações as empurrando (Brasil, 2007). Evidentemente, caso a cidade tenha o relevo acidentado o uso da bicicleta se torna inviável (Brasil, 2007), contudo é melhor que os sítios urbanos íngremes tenham vias cicláveis do que nenhuma, mesmo que seja comum observar inclinações de 10 a 15% (Scottish Executive, 2008).

O objetivo do mapa de declividade obtido na Figura 2 é levantar as condições do relevo para planejar um traçado para superciclovia conforme as inclinações favoráveis para o ciclismo. Ao analisar o mapa, é possível observar que a cidade de São Gonçalo tem viabilidade para o

[3] https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/download/rj/rj.htm – Acesso em 02/12/2021

uso da bicicleta, visto que grande parte do território aponta declividades entre 3 e 5%. Por sua vez, Niterói apresenta declividades adequadas em bairros mais voltados para o litoral.

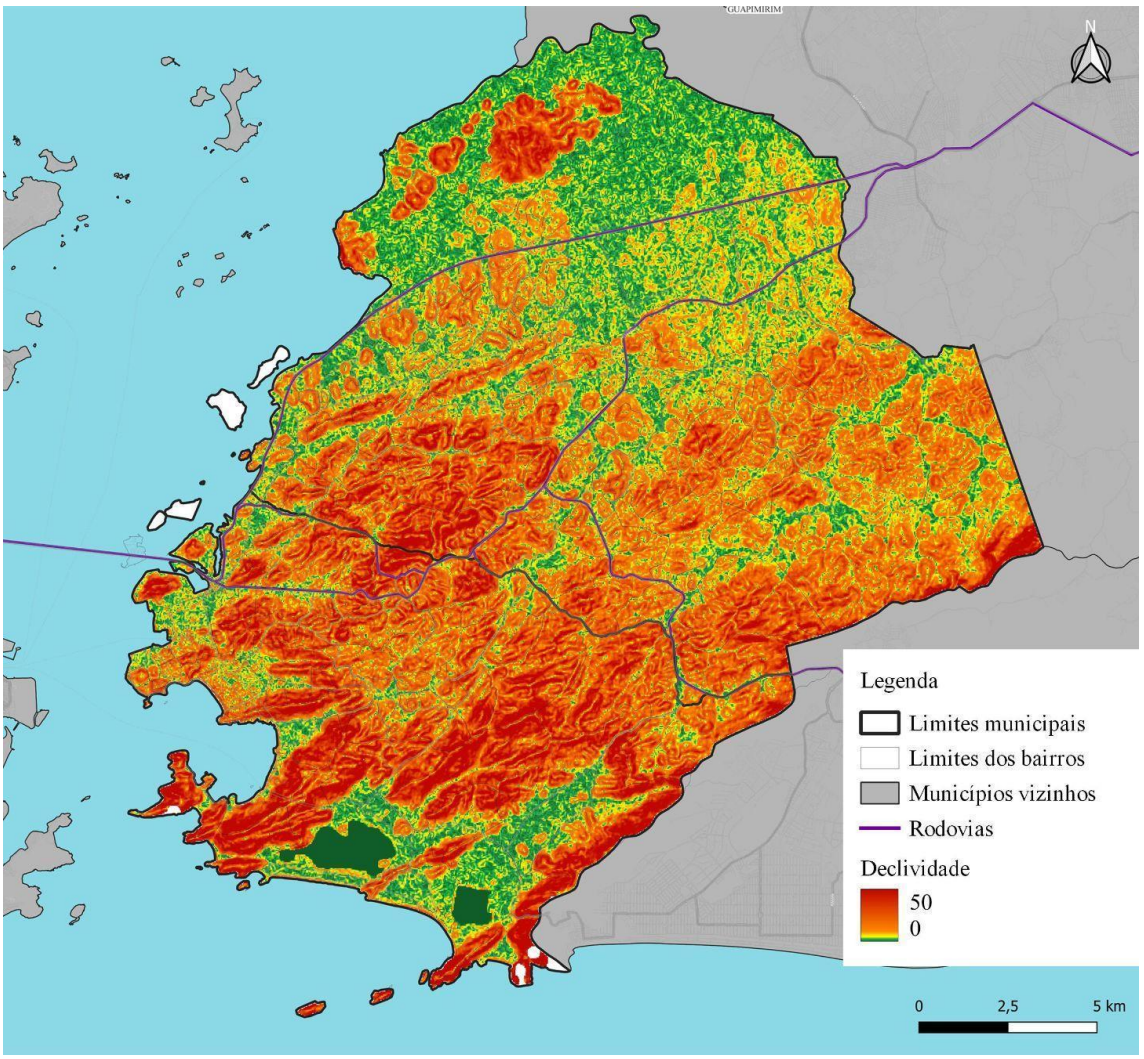

Figura 2 – Mapa de declividade

Fonte: Autora

Sobre o uso da bicicleta, São Gonçalo apresenta pouca infraestrutura cicloviária e assim, torna-se cenário ideal para projetar uma malha cicloviária voltada para a ciclomobilidade estrutural e baseada nos critérios projetuais atuais. Em Niterói, há algumas rotas cicláveis descontínuas e as regiões com maiores extensões de ciclovias e ciclofaixas são as mais afastadas da cidade vizinha, o que favorece a continuidade de uma nova rede interurbana, significando infraestrutura direta, suave, confortável e segura.

4. RESULTADOS

O mapeamento resultante demonstra quais segmentos de vias são apropriados para diferentes níveis de confiança, identificando rotas preferidas dos ciclistas que procuram por trajetos com menores níveis de estresse, áreas com melhores níveis e se caso são embarreiradas/limitadas e o potencial de serem conectarem, tal como regiões com níveis altos

de estresse para que planejadores da infraestrutura cicloviária reduzam o estresse e projetem visando adequabilidade para maioria da população.

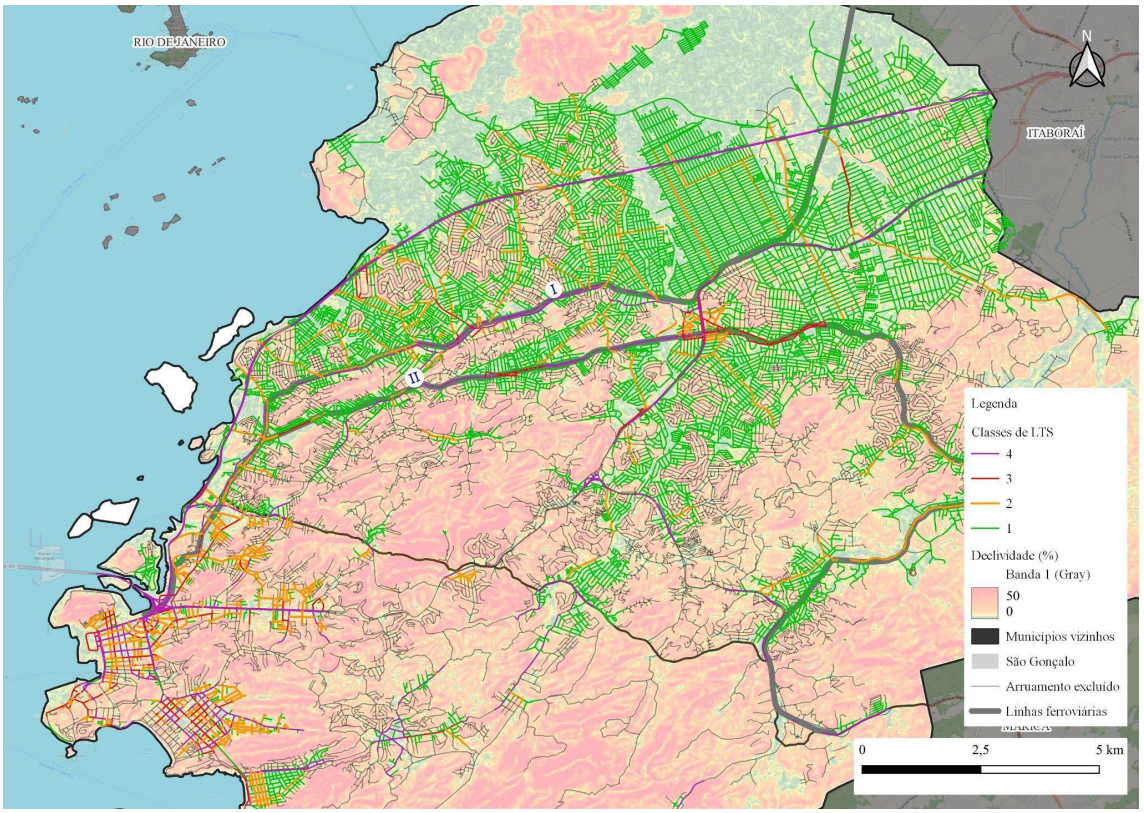

Figura 3 – Classificação LTS sobreposta a declividade e o traçado das linhas férreas

Fonte: Autora

O processo de desenvolvimento e ocupação do solo se acomodou pela geografia e vias com inclinação de 10% são frequentes, principalmente nos inícios dos aclives. Segmentos que demonstram declividades superiores a 10% foram excluídos e por resultar na descontinuidade de certa área, verificou-se a conectividade com outros segmentos com declividade adequada. Caso não fosse possível, todo o trecho viário era excluído isolando áreas. A Figura 3 ilustra a classificação LTS dos segmentos viários sobreposta a declividade, o que validou o traçado da linha ferroviária e, dada sua segregação do modo motorizado, legitimou também a sensação de segurança do ciclista, uma vez que qualquer ciclovia é LTS 1.

5. DISCUSSÃO

Enquanto elemento do projeto cicloviário, a *cyclehighway* desempenha a função estruturante da qual as outras modalidades de infraestrutura cicloviária podem ramificar. No entanto, a intenção de sobrepor a classificação pelo método *Level of Traffic Stress*, que relaciona a percepção de segurança do ciclista no sistema viário, e a declividade, que desdobrou na interpretação de quais trechos viários acomodados sobre o relevo são apropriados para a mobilidade por bicicleta, revelou que o levantamento de dados de fácil coleta e manipulação são acessíveis para tomada de decisão.

Algumas críticas do método LTS se baseiam no fato de ter sido criado com os padrões importados (Boettge *et al*., 2017), no entanto a facilidade intrínseca na captação de variáveis e ser baseada no estresse provocado pelo tráfego em classes bem definidas ratifica a preferência dos planejadores e ciclistas pela busca por acessibilidade. Além disto, os padrões holandeses

são reconhecidos por atrair a maioria da população e a proporção entre homens e mulheres ciclistas ser equitativa.

A nível de conectividade, identificar e desconsiderar os segmentos de via que são inseguros pelo método LTS reforçou o traçado das linhas ferroviárias. Contudo, entende-se que para garantir o caráter multimodal, sua concepção deve ser associada aos demais modos de transporte público de média e alta capacidade com vista a integração e oferta de diversidade aos usuários.

As linhas ferroviárias se acomodavam pelo território e suas faixas de domínio foram mantidas ao longo dos anos. Para o desenvolvimento das locomotivas, critérios projetuais privilegiam áreas predominantemente planas, exceto em casos de superelevação, que é elevação do trilho externo na curva, com o objetivo de diminuir o desconforto da mudança de direção, risco de tombamento e o desgaste do metal. Além de serem preferencialmente concebidas para menores inclinações possíveis, o que implica maiores curvas. Consequentemente, evita maiores inclinações e, assim, menores curvas.

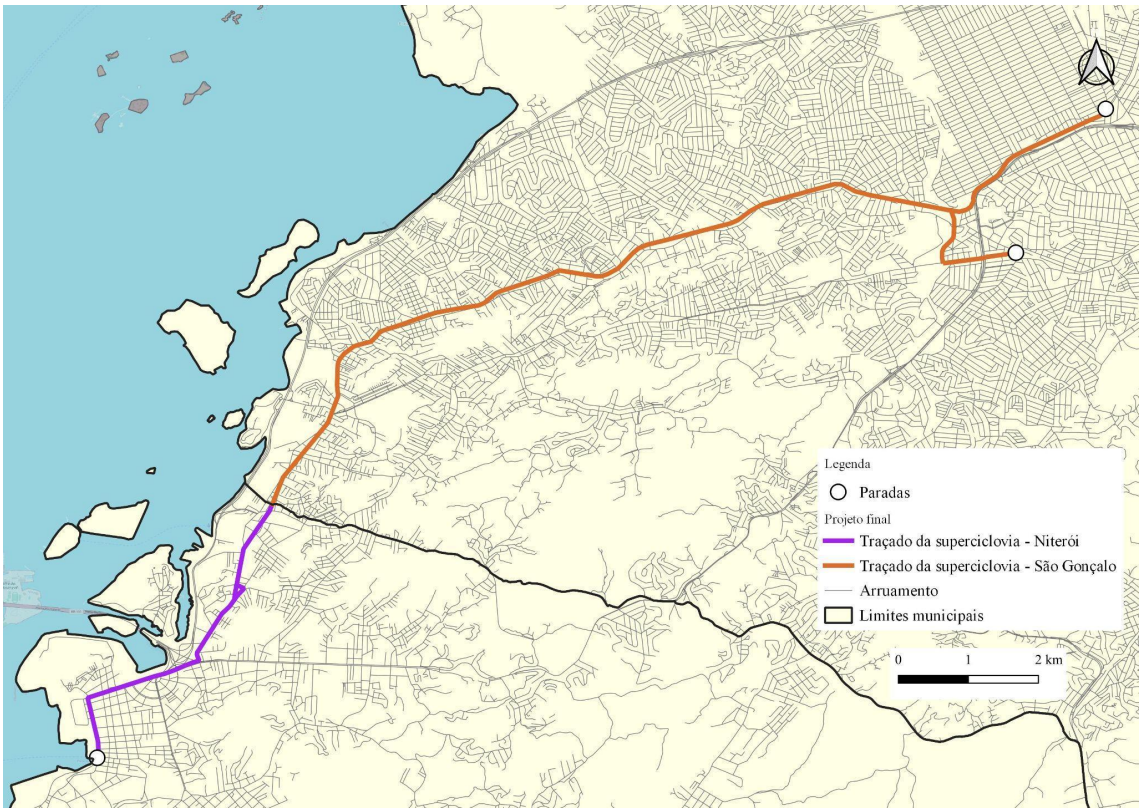

Figura 4 – Mapa do traçado proposto da superciclovia

Fonte: Autora

Portanto, este estudo preliminar observado na Figura 4 arbitrou em um primeiro gesto fazer uso da cicatriz deixada pela infraestrutura ferroviária em sua amplitude para São Gonçalo. A segregação do tráfego motorizado conjunto ao processo de ocupação do solo, que por sua vez evidencia a densidade demográfica da área de cobertura proposta, são fatores que apoiam a abrangência da superciclovia. Em Alcântara, optou-se pela bifurcação com duas paradas propostas: a primeira segue o traçado da linha ferroviária até o bairro Jardim Catarina e a segunda margeia o Rio Alcântara e encontra com o traçado viário pela Av. Jornalista Roberto Marinho até a Praça Chico Mendes. As duas apresentam potencial na cobertura da

superciclovia, bem como expansão com outras tipologias de infraestrutura cicloviária a partir das paradas.

Para Niterói, a abordagem contempla parte do traçado ferroviário. Nos limites com a cidade vizinha a Rua Maurício de Abreu se estende até a Av. General Castrioto onde o traçado se mescla a rede viária. Nas alças da Ponte Rio-Niterói, o conflito com o tráfego motorizado refletiu na segregação em nível da superciclovia seguindo até a Av. Feliciano Sodré e Av. Visconde do Rio Branco e por fim, a Estação Hidroviária Araribóia, conexão com a capital.A quilometragem estimada da superciclovia é de 22,02 km, 16,32 km em São Gonçalo e 5,69 km em Niterói. O traçado proposto priorizou a menor quantidade de interseções e semaforizações, mas devem ser avaliadas para possíveis transformações no arruamento e assim, no tráfego motorizado em função do modo ativo.

Uma das limitações encontradas nas duas cidades é o espaço viário existente, sendo assim algumas abordagens foram levantadas: manter a largura original com o tráfego motorizado cedendo uma das faixas de rolamento e assim, respeitar o perfil transversal do arruamento atual; manter o mínimo de 4,00 m de largura, o que pode desdobrar o avanço para a via motorizada ou para o passeio público; reduzir a largura da superciclovia para 2,50 m a 3,00 m; desapropriar imóveis e aproveitar para estabelecer um novo Projeto de Alinhamento.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

São Gonçalo e Niterói convivem marcadas pela mobilidade urbana rodoviária em contraste com as promessas de novas modalidades de transporte de média-alta capacidade, retomadas em campanhas políticas, mas sem expectativa de efetivação. A fim de analisar a rede cicloviária existente das duas cidades quanto a percepção de segurança do usuário, o método *Level of Traffic Stress* se mostrou apropriado nas tomadas de decisão de outras tipologias, em especial para as ciclofaixas. No decorrer do trabalho, o panorama encontrado revelou diferenças entre cidades no que tange o planejamento cicloviário, onde São Gonçalo é uma tela em branco e Niterói possui uma malha abrangente. Portanto, o projeto se limitou a conectar a cidade vizinha até a Estação Hidroviária Araribóia no Centro. Adiciona-se o fato de as linhas ferroviárias serem mantidas com algumas exceções em São Gonçalo apesar do adensamento populacional e edilício nas proximidades dos eixos de mobilidade.

O método LTS reconhece estruturas cicloviárias totalmente segregadas como classe 1 e atende a todos os tipos de ciclistas. Tendo em vista a preservação do trajeto ferroviário, a separação total do tráfego motorizado favorece a possibilidade da implantação da infraestrutura *cyclehighway,* uma vez que promove a sensação de segurança dos usuários sem comprometer o tráfego motorizado. Mesmo que a transformação facilitada de segmentos viários com classes de LTS não adequadas para o ciclismo em classes de LTS adequadas por meio da segregação física, o método LTS possibilitou analisar a rede viária existente como base para estabelecer rede cicloviária hierarquicamente definida a partir da superciclovia.

Por ocupar mais que uma faixa de rolamento convencional, o espaço disponível para o tráfego motorizado é reduzido e pode resultar em opiniões contrárias, já que se relacionam com o aumento dos congestionamentos. Todavia, reforça-se o objetivo de diminuir o número de motoristas, uma vez que a oferta de infraestrutura cicloviária de qualidade e estrutural pode significar no aumento de ciclistas, independentemente do nível de experiência.

Referências

AASHTO. **Guide for the development of bicycle facilities**. Washington: D.C., EUA, 1999.

BRASIL. **Código de Trânsito Brasileiro**, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503.htm. Acesso em: 09 jan. 2020.

BOARETO, Renato. A mobilidade urbana sustentável. **Revista dos Transportes Públicos** – ANTP. Ano 25, 3º trimestre, p. 45-56, 2003.

BOETTGE, Bram; HALL, Damon M.; CRAWFORD, Thomas. **Assessing the Bicycle network in St. Louis: A Place-Based User-Centerd Approach**. Sustainability, 2017.

BRASIL. **Caderno de Referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades**. Coleção Bicicleta Brasil. Brasília: Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. Ministério das Cidades, 2007.

BRUNDTLAND, Gro Harlem. **Nosso futuro comum: comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento**. 2.ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CERVERO, Robert. **Transport Infrastructure and the Environment: Sustainable Mobility and Urbanism.** University of California: Berkeley, 2013.

CYCLING EMBASSY OF DENMARK. **Collection of Cycle Concepts. Revises and updates.** Collection of cycle concepts published by the The Danish Road Directorate, 2000. Dinamarca, 2012.

EUROPEAN UNION. **Cycle Highway Manual**. Interreg North-West Europe. 2020. Disponível em https://cyclehighways.eu/ . Acesso em 01 mar. 2020.

FAJARDO, Washigton. **Cidade para pedestres: A caminhabilidade no Brasil e no mundo /** Victor Andrade & Clarisse Cunha Linke (organizadores). Rio de Janeiro: Babilônia Cultura Editorial, 2017.

GEHL, Jan. **Cidade para pessoas**. Anita Di Marco (tradução). 3 ed. São Paulo: Perspectiva, 2015.

GEIPOT. **Manual de Planejamento Cicloviário**. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. Ministério dos Transportes, Brasília, 2001.

IBGE. Arranjos Populacionais e Concentrações Urbanas do Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv99700.pdf . Acesso em: 29 jan. 2020.

IPEA. Mobilidade Urbana Sustentável: Conceitos, Tendências e Reflexões, 2016. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/Tds/td_2194.pdf . Acesso em: 29 jan. 2020.

ITDP. **Guia de Planejamento Cicloinclusivo.** Disponível em: https://itdpbrasil.org.br/wp-content/uploads/2017/09/guia-cicloinclusivo-ITDP-Brasil-setembro-2017.pdf. Acesso em: 29 jan. 2020.

PUCHER, John; BUEHLER, Ralph. **Making Cycling Irresistible: Lessons from The Netherlands, Denmark and Germany**. *Transport Reviews*, 2008, v. 28, n. 4, p. 495-528.

MEKURIA, Maaza C.; FURTH, Peter G.; NIXON, Hilary. **Low Stress Bycicling and Network Connectivity.** Mineta Transportation Institute, 2012.

SPECK, Jeff. **Cidade caminhável** / Anita Di Marco, Anita Natividade (tradução). 1ª reimpressão da 1. ed., São Paulo: Perspectiva, 2017.

SCOTTISH EXECUTIVE. **Cycle Infrastructure Design.** Department for Transport. Department. Londres, 2008.

WANG, Haizhong *et al*.. **Does Bicycle network level of traffic stress (LTS) explain bicycle travel behavior? Mixed results from an Oregon case study.** Journal of Transport Geography, p. 8-18, 2016.