

**MOBILIDADE DE BAIXO CARBONO E COMPARTILHADA EM NITERÓI
(RJ): ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE MODELOS
DE NEGÓCIOS SUSTENTÁVEIS**

PRODUTO 2:

**SOLUÇÕES DE MOBILIDADE SUSTENTÁVEL MAIS ADEQUADAS À
NITERÓI**

Rio de Janeiro

Fevereiro 2022



Equipe:

Prof. Luciano Losekann

Prof. Niágara Rodrigues

Profa. Claude Adélia Moema Jeanne Cohen

Manoel Tabet Soriano

Ana Carolina Ramos Cordeiro

Mônica Apolinário Teixeira

Mateus Costa Correa

Vinicius Lima Dias

1. INTRODUÇÃO

O primeiro relatório de pesquisa buscou identificar as melhores práticas internacionais em mobilidade sustentável. Foram apresentadas iniciativas municipais para promover a sustentabilidade no transporte coletivo, particular e de micromobilidade (bicicletas e patinetes).

O segundo relatório tem como objetivo identificar as alternativas mais apropriadas para a cidade de Niterói, explorando as características operacionais e os modelos de negócio das experiências internacionais. O panorama geral do atual cenário de transportes em Niterói é analisado para propor novas soluções à cidade.

Desta forma, a primeira seção do estudo revisa a situação atual do transporte na cidade de Niterói e as alternativas já apontadas pela prefeitura como possíveis opções de melhoria no sistema. Na segunda, serão revisados os modais sustentáveis propostos, assim como, as melhores práticas para desenvolver em Niterói. A terceira seção concluirá este relatório.

2. Transporte em Niterói

2.1 Mapeamento dos Transportes em Niterói

Niterói, assim como diversas cidades brasileiras, observou nas últimas décadas o aumento significativo no número de veículos em circulação, como consequência de um maior espraiamento e crescimento urbano. De acordo com o PMUS da cidade, entre 2001 e 2012 a população cresceu 0,66% por ano, enquanto a frota de carros aumentou 3,44% a.a. (NITERÓI, 2015).

De acordo com o IBGE (2021), Niterói possui aproximadamente 516 mil habitantes e 275 mil veículos, uma taxa de 0,53 veículos por pessoa. O índice supera a taxa da capital e do estado do Rio de Janeiro (0,44 e 0,41 veículos/pessoa, respectivamente), e também a taxa nacional (0,5 veículos/pessoa). Este fato está relacionado ao alto percentual da população pertencentes as classes A e B, que corresponde a 43% do total.

O adensamento urbano, possuindo alta concentração populacional na área noroeste de seu município, aliado ao alto índice de motorização da cidade, e ao fato de integrar-se a uma região metropolitana, torna a mobilidade um ponto de atenção para o município. Em recente estudo realizado pelo aplicativo 99Taxi, a cidade foi considerada a líder em engarrafamentos do Brasil, gastando um tempo 78% maior para se deslocar em horários de pico, ficando à frente de cidades como São Paulo e Rio de Janeiro (ATRIBUNARJ, 2020).

Por dia são realizados 1,2 milhão deslocamentos em Niterói, sendo que 66,6% são feitos por meios motorizados. As viagens em transportes individuais respondem por 39,2% deste número. Os 314 mil deslocamentos têm como destino o Rio de Janeiro ou outras cidades da região metropolitana (NITERÓI, 2019). Seu sistema de transporte coletivo é formado por: ônibus municipais, intermunicipais e barcas, como pode ser visualizado na figura 1.

Figura 1: Sistema de Transporte Coletivo em Niterói



Fonte: PMUS, 2019.

2.1.1 Ônibus

O serviço de ônibus urbano consiste no único transporte público intramunicipal de Niterói, sendo todo operado por empresas privadas, com a grande maioria tendo o

Terminal Rodoviário João Goulart, no centro da cidade, como ponto final. O terminal também é ponto para linhas intermunicipais.

No terminal passam mais de 120 linhas diariamente. Cerca de 90 intermunicipais e o restante intramunicipal. Mais de 500 mil pessoas passam pelo terminal todos os dias, muitas vindas de outros municípios buscando integração modal (com outros ônibus ou o sistema de barcas) para o Rio de Janeiro ou outras cidades da região metropolitana (NITERÓI, 2015).

Figura 2: Estrutura de Linhas Operantes no Sistema de Ônibus Municipal Niterói/RJ



Fonte: NITERÓI, 2019

Atualmente, cerca de 50 linhas municipais¹ são operadas por 9 empresas que integram 2 consórcios: Transnit e TransOceânico. Desse modo, as empresas que integram o consórcio TransNit podem ser contabilizadas em cinco, o consórcio é caracterizado pela cor vermelha dos seus carros, e 4 empresas integram o consórcio TransOceânico, que possui a cor verde (SIGGEO NITERÓI, 2021).

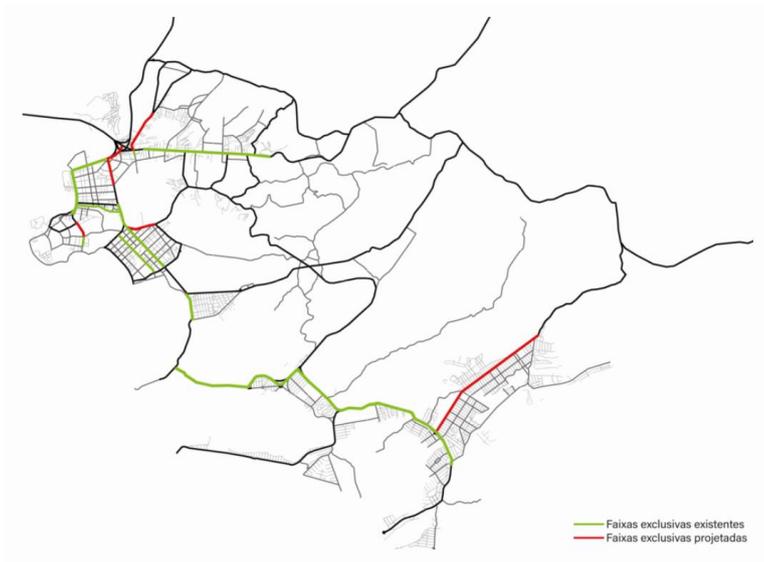
¹ Nem todas as linhas presentes no município passam necessariamente pelo terminal de ônibus.

A frota operante nas linhas municipais é de 809 veículos, sendo 422 do consórcio TransNit e 387 do TransOceânico. O Consórcio TransNit atende as áreas da Ilha da Conceição, Barreto, Ponta D'Areia, Engenhoca, Santana, São Lourenço, Tenente Jardim, Fonseca, Fátima, Caramujo, Baldeador, Santa Bárbara e Pé Pequeno. Ele é composto pelas empresas: Viação Araçatuba Ltda., Expresso Barreto Ltda., Auto Ônibus Brasília Ltda., Auto Lotação Ingá Ltda., Transportes Peixoto. O Consórcio TransOceânico, por sua vez, atende os bairros de São Francisco, Cachoeira, Viradouro, Ititioca, Largo da Batalha, Sapê, Badu, Matapaca, Maria Paula, Vila Progresso, Cantagalo, Maceió, Muriqui, Cafubá, Charitas, Jurujuba, Jardim Imbuí, Piratininga, Jacaré, Rio do Ouro, Serra Grande, Santo Antônio, Camboinhas, Maravista, Itaipu, Itacoatiara, Engenho do Mato, Várzea das Moças e Viçoso Jardim. Seu consórcio é composto pelas empresas: Viação Pendotiba, Santo Antônio Transportes Ltda., Expresso Miramar Ltda, Viação Fortaleza Ltda.

2.1.2 Faixas exclusivas

Niterói conta com faixas exclusivas de ônibus para dar fluidez e otimizar as operações de trânsito. Destacam-se na cidade o Corredor BHLS Transoceânico, criado de forma similar ao BRT Carioca, e faixas exclusivas localizadas em pontos estratégicos do centro da cidade, Icaraí e região oceânica (SMU NITERÓI, 2022). Na figura 3 é possível observar as faixas existentes e a projeção das futuras.

Figura 3: Faixas Exclusivas para Ônibus em Niterói



Fonte: SMU NITERÓI, 2022

Em paralelo, a adoção de ônibus elétricos, que também são favorecidos com as faixas exclusivas e os corredores BHLS, iniciou-se recentemente com a aquisição do primeiro ônibus elétrico da cidade no ano de 2021. O Box 1 descreve a trajetória desde a aquisição do primeiro até o panorama atual da cidade em relação aos ônibus elétricos.

Box 1 - Ônibus Elétrico em Niterói

Em 16 de Setembro de 2021 a cidade Niterói recebeu seu primeiro ônibus elétrico. O veículo cedido pelo fabricante para avaliação da cidade, foi o **ônibus elétrico da BYD** com carroceria Caio Millenium. Tal veículo possui: **autonomia para 250 quilômetros**, com até **4 horas para recarga das baterias**, ar-condicionado, carregadores de celular e piso baixo, com acesso mais fácil para os passageiros.

A capacidade é de 80 passageiros, sendo 26 sentados e 54 em pé. Os veículos do tipo do modelo testado têm **vida útil de 16 anos**, com uma troca de baterias prevista para quando chegar aos **8 anos de uso**.

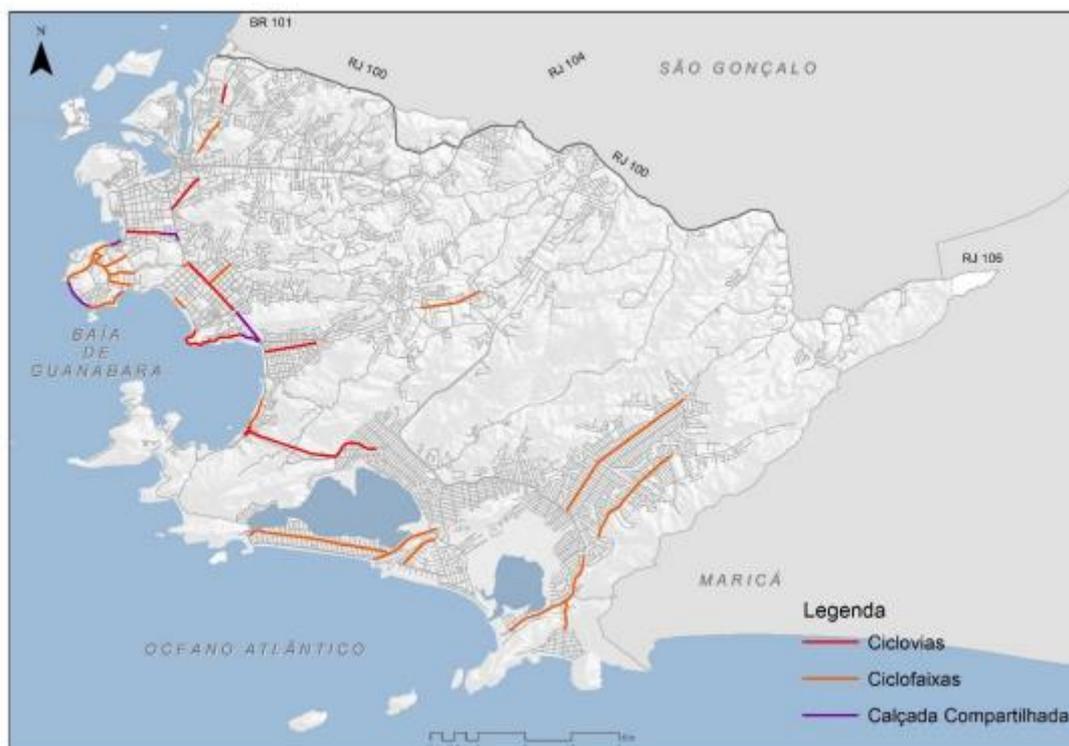
Visando a sua operação, 20 motoristas foram treinados por técnicos do fabricante sendo selecionados os 12 mais qualificados para operá-los. O veículo foi testado inicialmente nas linhas 49, 61 e 62 e posteriormente nas linhas Oceânica 1, 46, 48 e 33 (Niterói, 2021).

Um site com a consulta pública sobre o veículo foi disponibilizado para colher os feedbacks dos cidadãos (DIARIO DO TRANSPORTE, 2021a). Essas informações ajudarão no planejamento da expansão da malha rodoviária elétrica. A cidade pretende lançar no primeiro semestre de 2022 **uma licitação para uma compra inicial de 40 ônibus elétricos, o que corresponde a 5% da frota atual de ônibus da cidade**, ampliando depois para 10% o uso dos elétricos. (DIÁRIO DO TRANSPORTE, 2021b).

2.1.3 Bicicletas

A bicicleta constitui um importante método de deslocamento no município de Niterói. São aproximadamente 50.000 deslocamentos diários utilizando esse modelo de transporte (NITERÓI, 2019). Contribuem para a adoção das bicicletas a malha cicloviária da cidade de 46 km entre ciclovias e ciclofaixas, com projeto de expansão para 120 km até 2024 (NITERÓI, 2021), além da instalação e melhoramentos de infraestrutura existente, como o Bicicletário Arariboia, localizado no Centro da Cidade e administrado pela Prefeitura.

Figura 4: Estrutura Ciclovitária de Niterói



Fonte: NITERÓI, 2019

Segundo o PMUS I, 69,7% da utilização deste modal, tinha como motivação o deslocamento complementar do ônibus. Os perfis das viagens desempenhadas são primordialmente curtos, 55,4 % das pessoas apontaram percursos de 3 km como a distância de deslocamento percorrida mais frequente em bicicleta (NITERÓI, 2019).

Tendo em vista o seu perfil de transporte complementar e a expansão da malha ciclovitária, observa-se um aumento da utilização deste modal. Entre 2015 e 2019, por exemplo, o número de ciclistas trafegando por duas das principais vias da cidade, Rua Roberto Silveira e Avenida Amaral Peixoto, aumentou em mais de 300% (NITERÓI, 2021). Conforme apontado pela Pesquisa Operacional 2017-2018 do Programa Niterói de Bicicleta, neste cenário, dotar a cidade com bicicletários adequados e condizentes com este fluxo é primordial para o sucesso da política de incentivo a este modal, principalmente na região central da cidade, que apresenta alta demanda.

Em face destas questões o Plano de Mobilidade municipal 2020-2030 (NITERÓI, 2019), prevê a duplicação do principal bicicletário da cidade, na Praça Arariboia, e a implantação de novos bicicletários e ciclovias.

Box 2 - Região Oceânica de Niterói terá mais 60 quilômetros de ciclovias

O prefeito Axel Grael assinou, em 28 de Abril de 2021, a ordem de início da implantação do primeiro lote do sistema cicloviário da Região Oceânica, que **terá 21 quilômetros** e vai contemplar áreas como a praia de Piratininga e as avenidas Almirante Tamandaré, em Piratininga, e Irene Lopes Sodré, no Engenho do Mato. (NITERÓI, 2021)

2.1.4 Barcas

O transporte Aquaviário consiste no transporte de mercadorias ou passageiros por barcos, navios ou balsas, via corpo d'água, tais como oceanos, lagoas, lagos, rios ou baías. Para o caso de Niterói, o transporte aquaviário é feito por embarcações do tipo **barcas ou catamarãs**, e sua importância se dá devido à conexão da cidade à capital do Estado, a cidade do Rio de Janeiro.

O sistema transporta aproximadamente 80 mil pessoas dia, sendo aproximadamente 32,5 mil somente nos horários de pico da manhã e da tarde, ajuda a desafogar parte do trânsito da Ponte Rio-Niterói e representa um percentual significativo das viagens realizadas entre as cidades do Rio de Janeiro e Niterói.

A Tabela 1 representa a quantidade de viagens por dia em um horário específico, com destaque para os picos e evidencia a diferença desse número entre as estações. Já a Tabela 2 representa a quantidade de passageiros neste mesmo período, separada por trajeto de viagem e por picos, e evidencia a discrepância da quantidade de pessoas nos dois trajetos.

Tabela 1: Quantidade de viagens por dia, de 07:00 às 09:59

Pico Manhã*		Pico Tarde**		
Arariboia	Charitas	Arariboia	Charitas	*Viagem a cada 10 min
18	9	18	9	**Viagem a cada 20 min

Fonte: NITERÓI, 2019.

Tabela 2: Quantidade de passageiros por dia, de 07:00 às 09:59

Pico Manhã		Pico Tarde	
Arariboia	Charitas	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro
x	X	x	x
Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	Arariboia	Charitas
14.600	2.404	13.100	2.347

Fonte: NITERÓI, 2019.

A travessia marítima entre Niterói e o município do Rio de Janeiro é feita duas rotas, ambas tendo como destino a estação da Praça XV de Novembro no município do Rio de Janeiro. As estações, em Niterói, localizam-se na Praça Araribóia, no Centro, e no bairro de Charitas, ambos na Região Praias da Baía.

Desde 2006, as barcas vêm sendo, gradativamente, substituídas por catamarãs de grande porte. Estas embarcações possuem menor capacidade em comparação às precursoras (até 1.200 passageiros), porém são mais ágeis, perfazendo um tempo de travessia entre doze e quinze minutos.

2.2 Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da Cidade

Tendo em vista as questões de mobilidade presentes na cidade, Niterói, em seu Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (NITERÓI, 2019), elencou 18 alternativas para a melhoria dos transportes públicos na cidade. Todos² os projetos estão listados como

² Não há menções às alternativas 12, 13 e 14 – sabemos, no entanto, que esses projetos não foram realizados, e além disso, dependem do governo do Estado/outras prefeituras).

“em estudo” no site da Secretaria de Urbanismo de Niterói³, exceto o 18, que tem parte dele, o BHLS Transoceânico, iniciado. Desta forma, entende-se como necessário o entendimento de cada uma dessas alternativas para que com base na experiência internacional, revisada no primeiro relatório, possamos fazer uma convergência de medidas e sugerir à cidade as principais ações a serem levadas adiante. Por este motivo, essa seção se dedicará a trazer um breve resumo dessas alternativas:

- 1. Alargamento da Av. Marquês do Paraná e Jansen Melo**, objetiva ampliar o número de faixas para aumento do fluxo de veículos além de criar faixas exclusivas para ônibus. **Remodelação Acesso Camboinhas** pretende criar uma nova via de saída do bairro a fim de diminuir o gargalo do seu tráfego, implantar via exclusiva para o transporte coletivo além de duas modernas estações de ônibus, especialmente para atender a linha OCI (Oceânica 1), e promover conexão cicloviária com o parque Orla Piratininga. **Corredor BHLS Transoceânico Fase I e II** incorporará mais 40 ônibus de alta tecnologia com baixa emissão de poluentes já prevendo a adoção de modais elétricos e criará 3 novas linhas: OC4, OC5 e OC6, promovendo a ligação entre a região Oceânica, Largo da Batalha e Centro. **Skate Plaza** o projeto propõe a construção de uma grande área de lazer, integrada à estação BHLS Vila São Pedro do Corredor Transoceânico, aplicando o conceito de “Ruas Completas” ao contar com um urbanismo voltado para os pedestres.
- 2. Horários Carga/descarga** é uma medida que determina horários específicos para veículos de carga transitarem pela cidade. **Zona Vermelha** é caracterizada por restrição dos estacionamentos em áreas adensadas, pretendendo assim aumentar a capacidade de tráfego das vias e desestimular a utilização dos modos individuais. **Faixa Exclusiva Quintino e Roberto Silveira** propõe a adoção de faixas exclusivas para transportes coletivos nessas regiões.
- 3. Fiscalização Eletrônica** prevê incremento de equipamentos de controle e monitoramento do trânsito, de modo a aportar maior desempenho de velocidade e capacidade viária ao sistema de circulação. **LabMob**, estrutura a padronização e transparência de dados operacionais do sistema de transporte e trânsito da cidade, beneficiando a gestão eficaz da rede de circulação, dando subsídios para o melhor

³ <https://urbanismo.niteroi.rj.gov.br/Projetos/ProjetosEstudos.html>

planejamento do sistema. Um aplicativo de mobilidade e sistema de informação do transporte público faz parte das ferramentas oferecidas à população, como forma de qualificar seus deslocamentos diários. **Plano Cicloviário 2020** estuda melhorias e/ou instalação de novas ciclovias, além da duplicação da capacidade do bicicletário em Araribóia.

4. Requalificação da Av. Visconde do Rio Branco; Entorno do Mercado Municipal; Alargamento da Paulo Alves – Ingá (feito); Alargamento das Alças da Ponte - melhoria cabinas - alça ponte - Ilha do Governador; Extensão da Faixa Exclusiva Av. Feliciano Sodré; Intervenção viária na Rua Mem de Sá (andamento); Novas Estações na Alameda São Boa Ventura (lançou edital); Alargamento Rua Benjamin Constant (trecho sul); Racionalização das linhas de ônibus no Barreto, todas as medidas acima pretendem melhorar o fluxo de veículos. É importante destacar que as intervenções ocorridas dentro do município visam a construção de faixas exclusivas para ônibus e em alguns casos levam consigo o conceito de “Ruas Completas”, estimulando desta forma o transporte ativo, a pé e por bicicletas. As tomadas pela Ecoponte, Concessionária da Ponte Rio-Niterói, mesmo não fazendo parte diretamente da abrangência física do território de Niterói, devem beneficiar os deslocamentos na cidade, haja vista a influência desta infraestrutura no sistema viário urbano.

5. Integração Aquaviária, esta alternativa considera a adoção de uma política pública de subsídio para todos os deslocamentos integrados ao sistema de barcas ou catamarãs com o sistema de linhas municipais de transporte coletivo operantes em Niterói. A tarifa do Catamarã e das barcas Arariboia-Pça. XV, sofrerão redução de R\$ 4,00 (quatro) reais, com subsídio oriundo da PMN (Prefeitura Municipal de Niterói). **Vale Transporte Eletrônico** seria uma medida para incentivar a utilização do meio de transporte público por parte dos funcionários públicos do município, via concessão de vale-transporte para os mesmos.

6. Estação e Corredor Largo da Batalha consiste na implantação de uma estação de ônibus no local, propiciando uma melhor integração entre as linhas da região, assim como, a criação do Corredor de ônibus Largo da Batalha x Santa Rosa. **Faixa Exclusiva de ônibus Rua Paulo Cesar, Alargamento Av. Central, Alargamento da Av. São**

Sebastião e Alargamento da Praia das Flechas essas medidas pretendem melhorar o fluxo e dar prioridade ao sistema de ônibus. No caso da Av. Central busca-se aumentar a capacidade viária de circulação e abrigar nova ciclovia prevista para esse local. O alargamento da Av. São Sebastião busca o melhor desempenho operacional dos fluxos em direção ao centro, e o alargamento da Praia das Flechas busca criar um novo sentido ao Gragoatá e novo acesso ao bairro do Ingá. **Plano Cicloviário 2025** tem por objetivo principal implantar novas infraestruturas cicloviárias em todo o município.

7. **Calçada do Centro, Orla Icaraí, Charitas, Zona 30 São Francisco**, estes projetos incentivam a segurança viária através da redução de velocidade de circulação e prioridade aos deslocamentos a pé. Esta intervenção pretende dificultar o acesso a veículos individuais em prol de veículos coletivos e de mobilidade ativa, obtendo como resultado uma diminuição de tempo do deslocamento global dos usuários.

8. **VLT de Niterói**, através desse projeto é planejada a construção da infraestrutura de VLT na rede de transporte coletivo, com a criação de três linhas; linha Sul que liga Charitas até o Centro de Niterói; linha Norte ligando o bairro do Barreto até o Centro; e linha Sul-Norte, ligando Charitas até o Barreto. É importante destacar que esta ação visa atender a uma região da cidade com sistema de transporte coletivo um pouco mais deficiente que as demais. Além disso, as linhas criadas permitem viagens diretas entre as regiões Norte e Sul da cidade, facilitando as viagens intermunicipais, no sentido São Gonçalo-Itaboraí.

9. **Mergulhão da Av. Marechal Deodoro**, com a implantação do Mergulhão serão beneficiados aproximadamente 5.824 passageiros de transporte coletivo e 6.156 veículos de transporte individual na hora pico, resultando cerca de 58 mil viagens de passageiros de transporte coletivo e 72 mil viagens de veículos de transporte individual (100 mil viagens de pessoas que utilizam transporte individual) ao longo do dia. **Ligação Jansen de Melo-Marquês de Caxias**, a ligação Jansen de Melo – Marquês de Caxias propiciou mais uma alternativa de circulação em direção ao centro da cidade, melhorando a fluidez do trecho.

10. **Criação de uma ligação entre a Região do Sapê e do Caramujo**, em direção ao Largo da Batalha, com acesso transversal à Região de Pendotiba. **Implantação de**

terminal de passageiros no Caramujo, para otimizar as frotas operantes na Av. Alameda São Boa Ventura, que fica congestionada com veículos intermunicipais. Essa rede tem potencial de 78.324 viagens. A introdução dessas intervenções reduziria a quantidade de ônibus no Terminal no centro da cidade, e agilizaria o tráfego existente na região.

11. Requalificação das vias Av. Dr March; General Castrioto; Largo da Venda da Cruz; e Alargamento Benjamin Constant: Requalificação de vias de grande movimentação; intervenção na Praça do Barreto com ordenamento de fluxo e novas sinalizações viárias e semafóricas. A requalificação das vias possibilitaria melhora na fluidez do trânsito e velocidade. Cerca de 73 mil passageiros seriam beneficiados por dia.

12. Racionalização do Corredor Metropolitano Leste Fluminense; Racionalização intermunicipal São Gonçalo-Terminal: Uma racionalização das linhas intermunicipais elevaria a velocidade no Alameda São Boaventura e na Av. Feliciano Sodré, uma diminuição de ordem de 30%, aumenta-se a fluidez do trânsito e ganha-se velocidade no transporte público. A racionalização impactaria 163 mil passageiros por dia.

13. Linhas Novas Barcas. Criação de uma linha aquaviária conectando Botafogo, no Rio de Janeiro, à Praça Arariboia. Cerca de 11 mil passageiros seriam beneficiados.

14. Expansão Metrô-Rio. Expansão do Metrô do Rio para interligar o centro da cidade carioca à praça Arariboia. Potencial de impactar 78 mil passageiros em Niterói e 100 mil passageiros no total. Ganho no deslocamento Niterói-RJ – que pode acarretar em prejuízos nos deslocamentos internos na cidade de Niterói, uma vez que haveria maior acúmulo de viagens intermunicipais advindas do leste fluminense ao Centro de Niterói para conexão à rede metroviária.

15. Criação de túneis na Rua Cinco de Julho e Cantagalo; Criação de corredor BHLS em Pendotiba. Criação de túneis no Cantagalo e na Rua 5 de Julho, trechos com gargalos do trânsito municipal, facilitaria a fluidez. No Largo da Batalha, a criação de um

Corredor BHLS Pendotiba melhoraria o sistema de transporte da região. Com a implantação dos túneis, além da redução no tempo de viagem no transporte público, cerca de 8 mil viagens particulares se beneficiariam da fluidez. A implantação do corredor Pendotiba beneficiaria 35 mil passageiros por dia.

16. Requalificação do Centro e de passeios nos eixos de estruturação. Estímulo à viagens a pé, com maior estrutura de segurança. Redução de 10% em viagens individuais com destino ao Centro a partir de políticas de incentivo à modos ativos e priorização do transporte coletivo. Assim, 22 mil passageiros de transporte coletivos seriam beneficiados.

17. DOTS (Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável) REGIÃO Norte. Implantação de conceito DOTS na Região norte do município, com a implantação de um VLT entre o Centro e o bairro do Barreto. Desse modo, 3 mil passageiros seriam beneficiados em transporte coletivo e 1,8 mil viagens individuais.

18. DOTS Região Oceânica. A implantação do conceito DOTS ao corredor BHLS Transoceanico, com política pública para estimular a redução de 5% em viagens e aumento do uso do transporte no corredor transoceânico, beneficiaria 8 mil passageiros de transporte público.

2.3 Considerações

A cidade de Niterói, devido ao seu alto padrão de renda populacional, possui uma grande participação de veículos particulares nos deslocamentos, que é superior às médias brasileiras, estaduais e da capital fluminense. Esse fato somado à concentração populacional na região noroeste de seu município e à sua importância como conexão entre a capital e a região metropolitana faz com que o sistema viário seja um dos mais engarrafados do país.

Os transportes que hoje atendem a cidade consistem em: veículos particulares, ônibus, barcas e bicicletas. Os ônibus são os principais meios de transporte municipal. As barcas

realizam uma importante ligação entre a cidade e a capital fluminense e ajudam a desafogar parte do trânsito de entrada e saída da cidade. As bicicletas, hoje particulares, são importantes meio de transporte, principalmente ao se observar o perfil das viagens dos moradores da cidade, que hoje são primordialmente de 3km.

Tendo em vista o perfil dos transportes presentes na cidade e a necessidade de realizar intervenções urbanas para desafogar parte do tráfego dos veículos particulares e estimular a utilização dos veículos ou vias públicas (no caso das bicicletas), a prefeitura elaborou um Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (PMUS). Este plano elaborou 18 grandes metas para que a cidade possa gerar maior qualidade de mobilidade urbana aos seus cidadãos. Dentre as principais medidas, destacam-se: i) ampliação da malha cicloviária e estacionamento para bicicletas; ii) alargamento de vias, com foco em aumento do fluxo de veículos e faixas exclusivas para ônibus que utilizariam primordialmente corredores; iii) TOD (Desenvolvimento Orientado ao Trânsito), visando um urbanismo voltado para locomoção ativa, a pé ou de bicicleta, e adensamentos populacionais próximos aos corredores de ônibus; iv) Restrição de Acesso a Veículos, seja através de horários específicos para veículos de cargas, proibição de estacionamentos em áreas adensadas ou redução da velocidade de veículos; v) subsídios para integração de transporte público integrado às barcas; vi) vale transporte para incentivar funcionários públicos a se moverem de transporte público pela cidade.

A maior parte das medidas propostas visou estimular o uso do transporte público na cidade. Tendo em vista a estrutura da cidade e as principais indicações do PMUS, retomaremos na próxima seção a revisão das principais medidas de mobilidade urbana adotadas no mundo⁴ e com base nas melhores experiências globais indicaremos as melhores práticas para Niterói adotar na cidade.

3. Aplicação de Medidas à Niterói

Conforme visualizado no primeiro relatório dessa pesquisa, globalmente, as cidades que têm se destacado em mobilidade urbana sustentável são aquelas que tem vislumbrado

⁴ Revisão realizada no primeiro relatório desse projeto.

desenvolvimento orientado a transportes (TOD), se utilizando de políticas de restrição de veículos e promovido medidas para incentivar a adoção de modais mais sustentáveis.

Ainda no primeiro relatório, destacamos os principais fundamentos sobre o TOD e algumas opções de restrições de veículos adotadas no mundo. O interessante nesse sentido, é que foi possível visualizarmos Niterói prevendo ações desse tipo em seu PMUS. As autoridades municipais já compreendem a importância dessas medidas e a adoção de cada uma dessas possíveis intervenções depende de várias questões, que transcendem critérios de mobilidade urbana, por influenciar não somente a mobilidade da sociedade, mas também, o estilo de vida das pessoas que nelas habitam, entendemos que sua adoção cabe a vontade dos representantes políticos locais, sendo o primeiro relatório um possível guia caso haja vontade de suas aplicações.

A segunda seção desse relatório resolveu focar seus esforços em orientar a promoção de modais alternativos, mais sustentáveis, com base nos casos de sucesso globais. Assim, levando em consideração os benchmarks mundiais, e as diretrizes destacadas pelo PMUS de: expansão da utilização de bicicleta na cidade, adoção de ônibus elétricos em corredores e diminuição de tráfego de veículos, traremos 3 sugestões de aplicação à Niterói, a adoção de: ônibus elétricos, bicicletas compartilhadas e compartilhamento de veículos.

3.1 Ônibus Elétricos

3.1.1 Lições das Experiências de Santiago e Bogotá

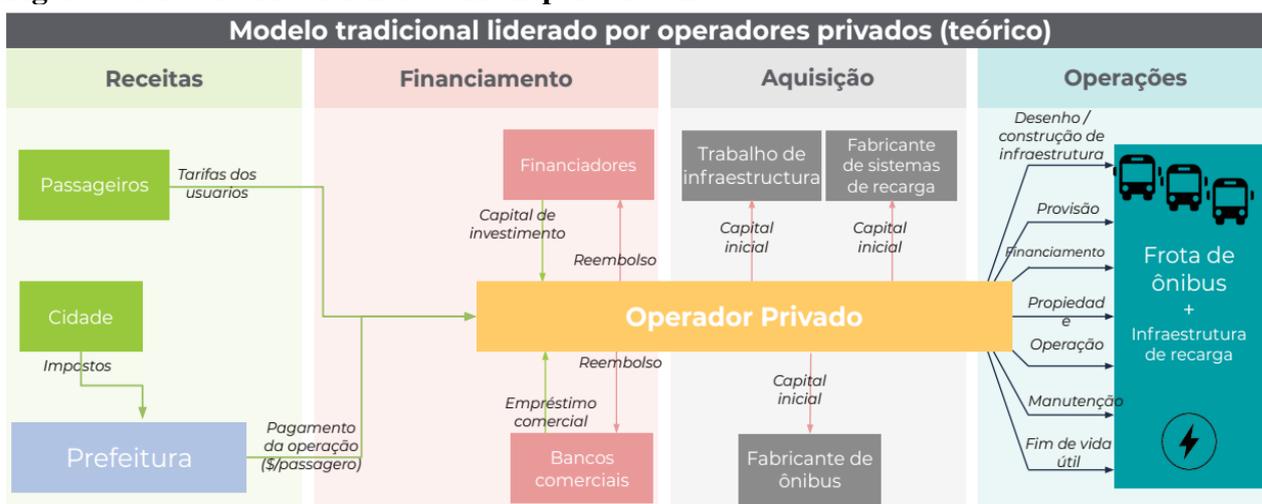
A mobilidade elétrica tem se expandido à medida que aumenta a escolha dos usuários pelo transporte limpo, a promoção de políticas públicas direcionadas ao cumprimento das metas climáticas definidas no Acordo de Paris e as iniciativas concretizadas acerca das cidades serem mais sustentáveis. Em 2020, as cidades latino-americanas que tiveram maior destaque no avanço da eletrificação de ônibus de transporte público foram Santiago e Bogotá (PNUMA, 2021).

A adoção de práticas mais sustentáveis tem desafiado as cidades a pensarem em novos caminhos e a buscarem novos modelos de negócios a fim de financiar essa

transição. Assim, torna-se relevante conhecer os modelos de negócios do transporte público.

O modelo tradicional liderado por operadores privados (teórico), apresentado na Figura 5, destaca alguns dos principais pontos críticos para bancabilidade e capacidade de investir em novas tecnologias. Dessa forma, enfatiza a concentração de risco no operador privado (ou seja, não há separação de risco, o operador assume total responsabilidade de possuir e operar a frota), a dificuldade de acesso ao financiamento e a falta de transparência quando a receita proveniente do pagamento das passagens é recolhida diretamente pelo operador. Estes fatores constituem barreiras para a implantação em larga escala de ônibus elétricos nas cidades, uma vez que os riscos são mais significativos (GRAHAM e COURREGES, 2020).

Figura 5: Modelo Tradicional de Transporte Público



Fonte: Macedo (2021).

Alguns municípios latino-americanos estão experimentando novos modelos de negócios que oferecem uma melhor distribuição do risco entre os *stakeholders*. Sob estes modelos, os fabricantes financiam, adquirem e mantêm os equipamentos, fornecendo frotas de ônibus elétricos para operadoras ou municípios através de contratos estáveis de longo prazo. Isto é, novos *stakeholders* entram no setor para financiar e realizar *leasing* de alguns componentes (se não o ônibus inteiro) para operadoras tradicionais, permitindo a divisão de custos (a operadora não cobre todo o investimento inicial) e risco (novos *players* podem ajudar a mitigar riscos tecnológicos e financeiros). Desse modo, separa propriedade e operação. Este modelo pode ser representado pela Figura 6.

Figura 6: Novos Modelos de Negócios: separação de propriedade e operação



Fonte: Macedo (2021).

No caso dos ônibus elétricos, o *leasing* eliminaria a necessidade de grandes despesas de capital iniciais por parte dos municípios ou operadores, oferecendo uma alocação de risco mais favorável para as partes envolvidas.

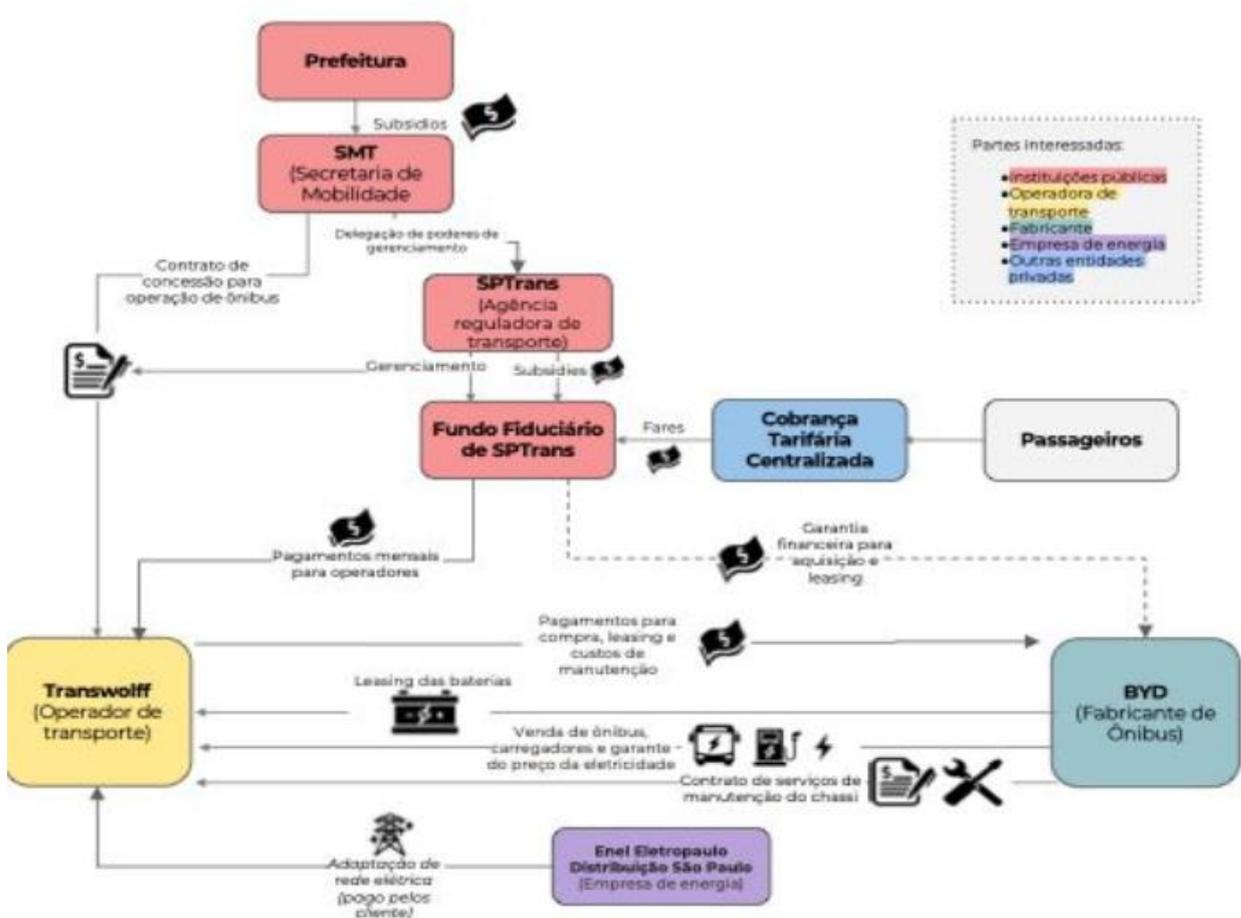
Do ponto de vista do gerenciamento de risco, o modelo tradicional aloca muito risco para os operadores privados que não têm capacidade financeira ou técnica para absorvê-los e atuarem como catalisadores para uma transição liderada por investimentos para tecnologia de zero emissão. O modelo com separação de propriedade e operação não só permite a distribuição do risco, como também uma melhor segmentação do modelo de negócio e tem a possibilidade de gerar interesse comercial do capital privado para suportar a transição de ônibus a diesel para ônibus com zero emissão de poluentes. Tal modelo representa uma alocação mais sensível de risco e recompensa entre os setores público e privado com base no que cada um faz de melhor (GRAHAM e COURREGES, 2020).

Os novos modelos de negócios estão ajudando a impulsionar os investimentos em ônibus elétricos nas cidades latino-americanas. Nesse sentido, dois exemplos são relevantes: i. a separação da propriedade e da operação dos ônibus, modelo atual em Santiago (que será visto na seção a.1.); e ii. a separação da propriedade do ônibus e da bateria, modelo vigente em São Paulo, com quinze ônibus elétricos.

A Figura 7 mostra o funcionamento do atual modelo em São Paulo. O operador de transporte TransWolff compra o ônibus, mas aluga a bateria do fabricante (BYD). A

operadora negocia o preço da energia elétrica, além do financiamento dos carregadores e da rede elétrica diretamente com o fabricante. A fabricante de ônibus BYD conta com a garantia da São Paulo Transporte (SPTrans) para que o pagamento mensal seja efetuado, porém diretamente da câmara de compensação tarifária. Os principais atores envolvidos neste modelo são: instituições públicas, operadora de transporte, fabricantes, empresa de energia e outras entidades privadas.

Figura 7: Separação da propriedade do Ônibus e da Bateria – Modelo atual em São Paulo



Fonte: Macedo (2021).

a. Santiago⁵

A fim de compreender o contexto em que os ônibus elétricos foram introduzidos na cidade de Santiago, é importante considerar os fundamentos do sistema de transporte público. A Red Metropolitana de Movilidad (Red), antes conhecida como Transantiago, trabalha com um contrato de concessão entre o estado e cada empresa operadora de ônibus, para regular a operação de um pacote de serviços de ônibus. Como a maioria dos sistemas de transporte público do mundo, a Red recebe um subsídio significativo do estado (aproximadamente 40% do custo do sistema) para cobrir as tarifas dos estudantes e outras lacunas entre os custos do sistema e os pagamentos dos usuários.

Atualmente, existem seis operadoras de ônibus: Metbus, Buses Vule, STP, RedBus, Subus e Express. Cada uma delas tem atribuída a operação de um conjunto de serviços de ônibus (unidades de negócios) correspondente às rotas conquistadas nos respectivos processos de licitação. A Red possui um sistema de pagamento eletrônico que utiliza um cartão inteligente (bip!), e as receitas são coletadas e gerenciadas pelo regulador.

Na implementação da mobilidade elétrica, o tempo de exploração é uma variável muito importante. Muitas concessões de curtos períodos de tempo foram encerradas durante o período de implementação, em Santiago. Cabe destacar que, a duração dos contratos das concessões de 10 anos foi crucial para a expansão do modelo.

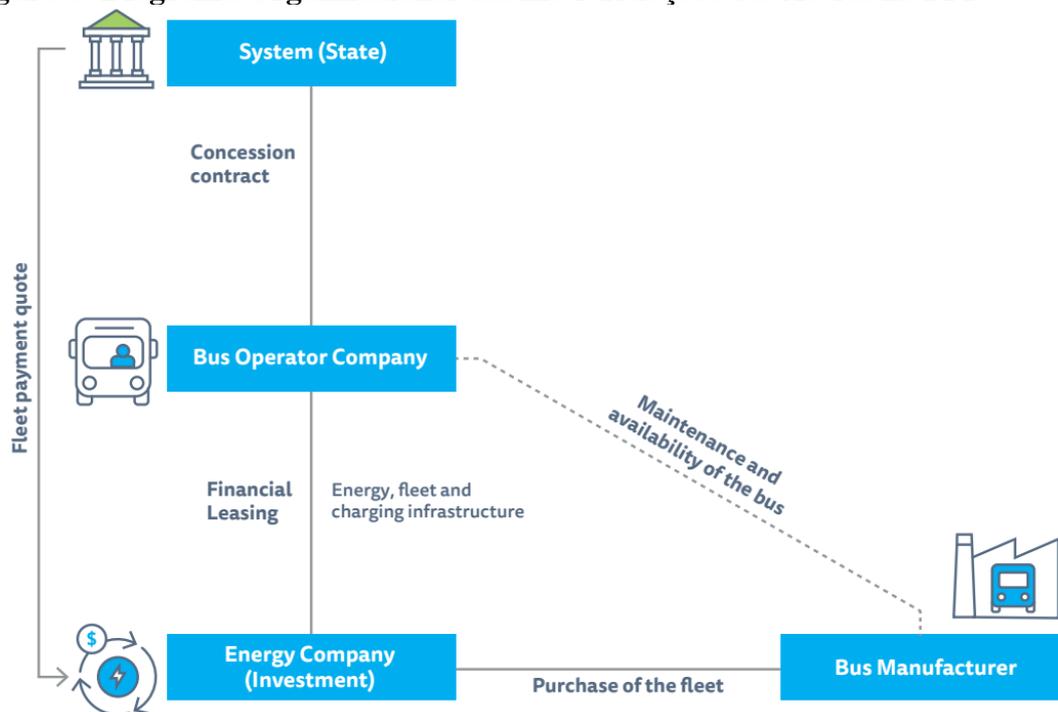
O modelo de negócios utilizado em Santiago consiste em uma Parceria Público-Privada (PPP) entre o Estado e as empresas privadas, como pode ser observado na Figura 8. O Estado tem desempenhado um papel de apoio desde o início. Desse modo, as ações governamentais para facilitar o processo, reduzir os prazos de aprovação e apoiar o planejamento e a regulação dos ônibus elétricos foram fundamentais para o sucesso da transição para um transporte público livre de poluentes.

As empresas de energia Enel e Engie, com o objetivo de impulsionar o seu *core business* (centrado na venda de energia e instalação de infraestrutura de carregamento), financiaram o fornecimento de ônibus e infraestrutura de carregamento elétrico por meio de contratos de leasing com as operadoras privadas de ônibus. Os contratos de leasing

⁵ Baseado em Banco Mundial (2020).

envolvem pagamentos mensais para cobrir três elementos: i. provisão de frota; ii. infraestrutura de carregamento; e iii. fornecimento de energia.

Figura 8: Diagrama Organizacional das Inter-Relações dos Atores na PPP



Fonte: Banco Mundial (2020).

Depois de implementar alguns projetos-pilotos e desenvolver estudos sobre mobilidade elétrica, a operadora de ônibus Metbus foi a primeira a incluir ônibus elétricos em sua frota (285 veículos BYD), operando o primeiro corredor elétrico na América Latina, seguido por Buses Vule (76 veículos Yutong) e STP (25 veículos Yutong) e, finalmente, pela RedBus (25 e-buses King Long). Em 2019, estes 411 ônibus representavam cerca de 6% da frota total de 6.849.

Para exemplificar, com uma operação de 6.000 km/mês, a Metbus estimou uma redução nos custos de OPEX equivalente a US\$ 1.800 mês/por ônibus. Da mesma forma, a diferença de CAPEX (ônibus e infraestrutura de carregamento) entre um ônibus elétrico e um a diesel foi de cerca de US\$ 1.500 por mês se pago dentro de um contrato de 10 anos, mostrando uma redução nos custos totais mês/por ônibus, além da redução nos custos de manutenção. Além disso, ao final do contrato de locação, se a operadora ainda estiver no sistema, ela será a proprietária dos ônibus, pois terão 30% do valor residual,

visto que a vida útil dos ônibus é estimada em cerca de 14 anos. Após estas informações, alguns operadores começaram a renovar sua antiga frota por conta própria. Exemplos disso são os 183 novos ônibus Metbus introduzidos em outubro de 2019 e os 25 ônibus RedBus que chegaram a Santiago em 2020.

Atualmente, Santiago têm 776 ônibus elétricos do tipo convencional (12m-15m), a bateria, o que representa 10,45% do total da frota de ônibus de 7.427. Em relação aos ônibus elétricos, estes são de quatro diferentes fabricantes chineses: BYD (435), Foton (215), Yutong (100) e Kinglong (26) (MOBILITAS, 2021).

Os primeiros ônibus elétricos implementados como pilotos (ônibus BYD) em Santiago custaram cerca de US\$ 450.000, mais que o dobro do custo do ônibus a diesel Euro VI. Isso mudou significativamente com o crescimento da frota de ônibus elétricos. Com o ganho de escala, os preços negociados foram muito mais baixos, pois os fabricantes de ônibus BYD e Yutong viram uma oportunidade de introduzir a tecnologia de ônibus elétricos no mercado latino-americano. Desta vez, o preço do ônibus elétrico foi de aproximadamente US\$ 300.000, tornando-o muito mais competitivo em relação aos ônibus a diesel Euro VI.

Diante disso, é relevante destacar que, os operadores e os fornecedores assinaram um contrato de provisão, aprovado pelo estado, especificando que, independentemente da empresa que opera os ônibus elétricos, o estado garante que os ônibus permanecerão no sistema pelo menos até que a dívida seja paga. Neste contrato, o Estado concorda com as condições financeiras e garante a continuidade do serviço. Assim, as empresas de energia (ou qualquer outro investidor) têm a garantia do recebimento, pois a dívida será transferida para a próxima operadora. Este é mais um elemento da PPP que reduz o risco do investimento e garante a continuidade do negócio.

Ademais, esta característica funcionou como um incentivo para a introdução de ônibus elétricos, pois permitiu que os ônibus fossem financiados em um prazo maior. Isso foi traduzido em cotações mensais acessíveis (os contratos de provisão atuais têm uma extensão de 10 a 12 anos).

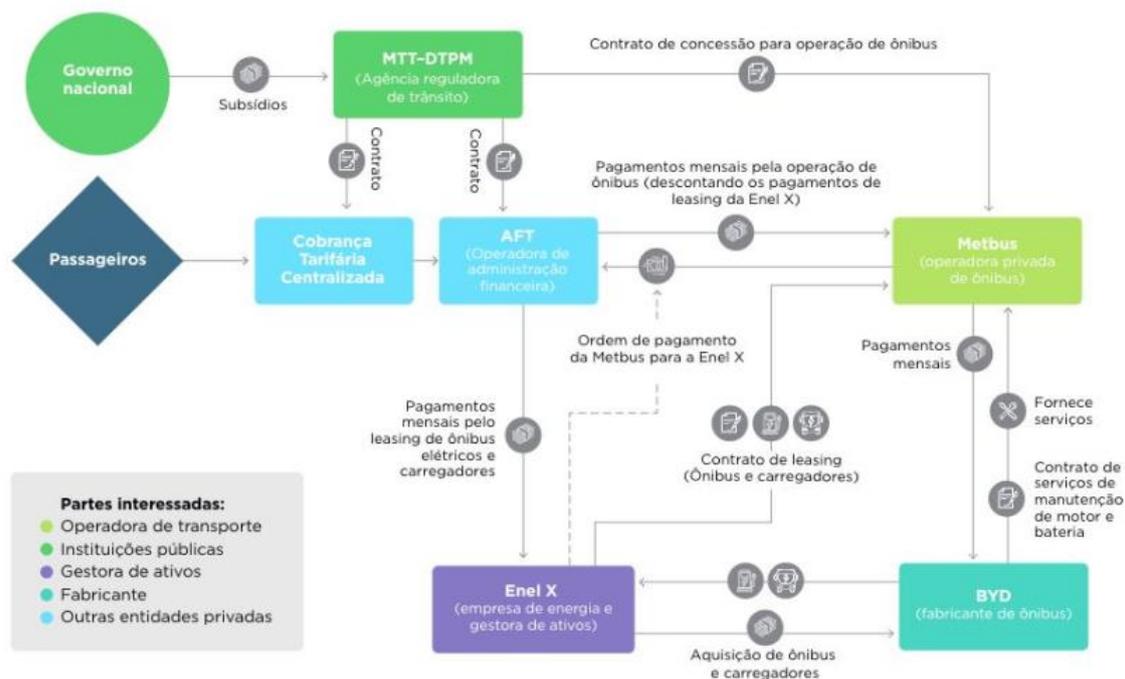
No modelo de Santiago, existem duas abordagens principais para a manutenção de ônibus elétricos. A primeira, diz respeito à parceria Enel-BYD-Metbus, reconhecida

como o primeiro exemplo na América Latina onde um número significativo de ônibus elétricos foi adquirido e implantado. No caso da operadora de ônibus Metbus, a fabricante de ônibus BYD supervisiona as manutenções preventivas e corretivas dos ônibus elétricos, além do gerenciamento de peças de reposição, e sofre redução nos pagamentos mensais de aluguel quando os ônibus não estão disponíveis para uso quando necessário. A segunda, está relacionada à parceria Engie-Yutong-Vule, no qual os operadores de ônibus STP e Buses Vule supervisionam as questões de manutenção, de modo que o fabricante de ônibus Yutong não tem outra responsabilidade além de fornecer peças de reposição.

A implementação de uma frota elétrica introduz novos desafios relacionados com as capacidades e desempenho dos ônibus elétricos. Elementos como carregamento de baterias, modificações personalizadas para operações urbanas em Santiago, esquemas de garantia, disponibilidade e alternativas de peças de reposição, planos de descarte de baterias e processos de homologação, entre outros, são elementos cruciais considerados na escolha da tecnologia do ônibus e no momento de projetar o serviço. Além disso, o projeto precisa considerar a existência de infraestrutura e a capacidade da rede elétrica, a potência e o número de carregadores necessários para a operação dos ônibus, o mecanismo de gerenciamento de cobrança, a tecnologia dos ônibus e dos carregadores, a manutenção da infraestrutura e a possibilidade de armazenamento de energia.

A Enel foi responsável por fazer os ajustes da rede elétrica, pois era o único ator que tinha capacidade para fazê-lo (como distribuidor de energia em Santiago). O Ministério de Energia também participou, facilitando as diferentes etapas ligadas ao aumento de capacidade e agilizando os estudos e processos de aprovação necessários. A Figura 9 resume toda a discussão acerca do atual modelo de negócios implementado na cidade de Santiago, que separa propriedade e operação.

Figura 9: Separação de Propriedade e Operação – Modelo Atual do Metbus em Santiago



Fonte: Macedo (2021).

Em vista do que foi exposto, nota-se que três elementos foram importantes na implementação do atual modelo de negócio em Santiago: i. redução dos custos operacionais e de manutenção obtidos pelo uso da energia elétrica; ii. otimização operacional; e iii. sinergia entre os atores, com compartilhamento de riscos. Estes pontos, mostram claramente a virada conceitual que deve ser dada para estruturar os projetos de mobilidade de zero emissão. É preciso entender que isso exige repensar não apenas os modelos de negócios, mas também reconfigurar a logística operacional para se adequar às novas condições impostas por esse tipo de tecnologia.

b. Bogotá

A cidade de Bogotá é pioneira na América Latina na aquisição de ônibus elétricos por licitação. E tornou-se referência regional ao determinar a meta de só permitir a entrada de ônibus com zero emissão no sistema de ônibus rápido – TransMilenio a partir de 2022. Atualmente, o referido sistema encontra-se saturado devido ao excesso de demanda e com

graves problemas causados pelas emissões de gases poluentes. Através de um diálogo contínuo com atores privados, o TransMilenio e a Prefeitura de Bogotá conseguiram definir e ajustar um modelo de negócios do tipo ganha-ganha. Nesse sentido, foram destacados três pontos importantes: i. confiabilidade e qualidade da prestação de serviços; ii. viabilidade fiscal para o governo; e iii. sustentabilidade financeira para as concessionárias (LEFEVRE *et al*, 2019).

O modelo de negócios permite separar responsabilidades e mitigar riscos tecnológicos e operacionais, aproveitando o nível de especialização oferecido por operadores de transporte, fabricantes de ônibus e fornecedores de energia. Esta separação contempla o equilíbrio entre qualidade do serviço, viabilidade fiscal para as autoridades e sustentabilidade financeira para as concessionárias. O TransMilenio, com o apoio técnico do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), nas últimas licitações configurou um esquema que permite que fabricantes e operadoras estruturem uma proposta conjunta para serem adjudicados a prestação da frota e a operação de serviços, respectivamente.

No início de janeiro de 2021, o TransMilenio concedeu à Bogotá ZE (empresa que integra a Enel X, linha de negócios da Enel-Codensa) o fornecimento de 401 ônibus elétricos e a construção de dois pátios em que esta nova frota do Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) será recarregada. Somado a estas obras ainda têm quatro terminais elétricos que a Enel X está adaptando desde 2019. Assim, Bogotá deve completar seis terminais ao início de 2022, o que irá possibilitar a operação de mais de 870 ônibus elétricos no SITP (ENEL-CODENSA, 2021).

Do ponto de vista econômico, os custos mais altos dos ônibus elétricos (CAPEX) podem ser compensados por seus benefícios de longo prazo em termos de custos operacionais mais baixos (OPEX). A viabilidade financeira, por parte do operador, depende de variáveis como taxa de recuperação tarifária, disponibilidade de subsídios operacionais, custos financeiros, preços de combustível e eletricidade. Na perspectiva do governo, a viabilidade de incorporação de novas tecnologias depende de sua capacidade fiscal, considerando a necessidade de recuperação de custos iniciais mais elevados. A viabilidade econômica, financeira e fiscal é fundamental para assegurar o sucesso da adoção de ônibus de tecnologia limpa.

Bogotá enfrentou um grande desafio ao definir os parâmetros da licitação (vida útil dos ativos, taxa de depreciação, distribuição de riscos e modelo de negócios) para possibilitar que os ônibus elétricos fossem viáveis financeiramente para operadoras e sustentável fiscalmente para prefeitura. Dessa forma, levou-se em consideração fatores que diferem entre ônibus elétricos e a diesel: i. custos iniciais dos ônibus; ii. bateria e infraestrutura de recarga; iii. custo operacional; iv. manutenção; e v. riscos técnicos. Além disso, na Colômbia, o custo total por ônibus elétrico de tipologia padrão varia entre US\$ 370.000 e US\$ 425.000, o que representa três a quatro vezes o custo dos ônibus a diesel. Embora esses veículos tenham a capacidade de reduzir os custos por quilômetro rodado em até 31%, os custos iniciais ainda representam um grande desafio para sua adoção (LEFEVRE *et al*, 2019).

Diante disso, o governo colombiano criou um arcabouço regulatório com vários benefícios fiscais, como os estabelecidos na Resolução UPME 463 de 2018 e na Lei 1.715 de 2014, que se aplicam aos veículos elétricos para transporte público e a tudo o que isto implica: i. bateria; ii. estações de carregamento e subestações para recarga; iii. exclusão do Imposto sobre Valor Agregado (IVA); iv. isenção tarifária; e v. dedução de imposto renda (LEFEVRE *et al*, 2019).

Uma das lições aprendidas no caso de Santiago que pode ser aproveitada pelo TransMilenio é sobre otimização operacional, que se torna um elemento fundamental para minimizar custos e viabilizar financeiramente esses projetos. A otimização operacional não só permite reduzir os custos operacionais, mas também facilita a redução dos custos de capital do projeto. Esta redução é possível graças ao desenho de um plano de carregamento eficiente para a operação dos ônibus ao longo do dia, que permite otimizar o tamanho da bateria, o número de carregadores e a potência instalada em cada um dos terminais. Portanto, é necessário levar em consideração que para avaliar projetos de ônibus com zero emissão, as metodologias convencionais de avaliação de projetos utilizadas para ônibus a combustão não podem ser aplicadas (BUENO e DELGADO, 2021).

3.1.2 Adequação às características de Niterói

À medida que as cidades implementam planos para acelerar a transição para ônibus de zero emissão, o alto custo inicial dos ônibus elétricos e de sua infraestrutura de

recarga continua sendo um desafio significativo. Há uma clara necessidade de desenvolver novos modelos de propriedade de ônibus elétricos que possam permitir que as cidades superem o alto custo inicial e se beneficiem do menor custo total de propriedade. O desafio é implementar as bases certas para adoção de um mercado de ônibus elétricos que criará um ciclo virtuoso de investimento em tecnologia, escala, redução de custos e transparência.

O edital de 2018, para aquisição de ônibus elétricos à bateria pela Prefeitura de Niterói não apresentou uma alocação clara e eficiente de riscos, como também não tratou da instalação e adequação da infraestrutura necessária para manter o bom funcionamento do sistema, através de abastecimento e manutenção dos ônibus elétricos. Além disso, não está bem definido o papel dos diversos atores, tornando-se importante especificar e detalhar as funções das empresas operadoras. Ademais, um dos diferenciais do modelo de Santiago é que as funções de todos os atores envolvidos são claras e bem definidas.

Niterói conta com a vantagem de ter a presença da Enel na cidade, o que pode promover uma parceria de sucesso, pois a Enel X (empresa de soluções energéticas da Enel no Brasil) é o maior *player* de mobilidade elétrica da América Latina, com um modelo de negócios que reúne soluções inovadoras e parcerias sólidas com os principais atores do setor e empresas de vários segmentos de produtos e serviços. Além disso, a empresa fornece ônibus elétricos, toda a infraestrutura de carregamento e para garagem, além de energia para abastecimento, podendo fazer reforço de rede (ENEL X, 2021).

Para reestruturar os serviços de transporte público, a cidade de Niterói pode fazer uso de PPPs, como Santiago, que conseguiu desenvolver um modelo de negócios inovador separando propriedade e operação.

A parceria Enel X-Metbus-BYD promoveu um projeto público de mobilidade elétrica que incluiu fornecimento, instalação, gestão e manutenção de ônibus elétricos e toda a sua infraestrutura de recarga.

Vale ressaltar que o cálculo do CAPEX considera o investimento inicial da aquisição do ônibus elétrico e o custo da sua infraestrutura de recarga. No cálculo do OPEX inclui-se

os custos de operação, manutenção e energia elétrica. Nesse sentido, várias estratégias têm contribuído para gerar forte resultado operacional e financeiro.

Assim, com a finalidade de mitigar os riscos político, técnico, operacional e financeiro, o modelo adotou algumas estratégias fundamentais, a saber:

- i. Apoio ativo do ente público por meio de diferentes políticas e incentivos financeiros;
- ii. Garantia da bateria: a BYD ofereceu uma garantia de 10 anos para as baterias, comprometendo-se a substituir em caso de mau funcionamento;
- iii. Garantia de operação: a BYD assinou uma cláusula onde é obrigada a pagar uma multa à Metbus caso os ônibus não estejam disponíveis para operar nos horários exigidos, devido ao mau funcionamento da tecnologia;
- iv. Suporte de manutenção: a BYD oferece suporte à Metbus com manutenção diária, treinamento de pessoal, diagnóstico e resolução de problemas e ordens de serviço para reparos de ônibus.
- v. Financeiro: garantia de todos os pagamentos a Enel como determinado no contrato de concessão, mesmo que haja mudança de operador.

À vista disso, para a implementação de um modelo de negócios transparente, que produza efeitos positivos e de sucesso é importante a maturidade regulatória e de gestão e uma alocação eficiente de riscos a fim de atrair novos *players* e coordenação entre todos os atores envolvidos.

3.2 Bicicletas Compartilhadas

A bicicleta talvez seja um dos meios de transporte mais antigos da humanidade ainda presentes nos tempos atuais. Com cidades cada vez mais complexas possuindo alta densidade demográfica, a urgência do abatimento das emissões de gases de efeito estufa, decorrente do aquecimento global, e as necessidades de distanciamento decorrentes da

pandemia, este modal voltou a se apresentar como uma excelente opção de mobilidade para a sociedade.

Várias cidades têm investido em mobilidade urbana sustentável através de melhorias na infraestrutura para ciclistas e da implementação de sistemas de compartilhamento de bicicletas. A importância da bicicleta se dá por ser um modal individual capaz de realizar viagens completas ou funcionar de forma complementar a outros meios de transporte, sendo responsável pelo transporte de pequenas distâncias a fim de dar maior comodidade ao usuário.

A fim de flexibilizar a sua utilização, um modelo de economia solidária com compartilhamento de bicicletas (BSS, sigla em inglês para bike sharing systems) foi criado e seu sucesso foi tamanho que já se espalhou por diversas cidades em todo o mundo. O processo de compartilhamento pode ocorrer de duas formas: através de estações, ou utilizando os sistemas free-floating, ou seja, um sistema no qual os usuários não estão limitados a estacionar estes veículos em estações.

Conforme visualizado na revisão do primeiro relatório dessa pesquisa, os sistemas de free floating avaliados têm apresentado mais dificuldades de operação devido ao vandalismo e à dificuldade da logística de manutenção das bicicletas. Desta forma, entendendo que o sistema de estações hoje é o mais indicado, e tendo em vista que o Brasil possui uma operadora consolidada de bike sharing com abrangência internacional que utiliza essa tecnologia, a TemBici, revisaremos o seu caso assim como a sua aplicação à cidade de Niterói.

3.2.1 TemBici

Para que o modelo de compartilhamento de bicicletas tenha êxito, é necessário um tripé para que o projeto seja economicamente estável: pelo menos um patrocinador, a permissão de cobrança por usuário e a permissão de um painel publicitário (como é o caso de algumas estações no Rio de Janeiro).

Além da intensidade do uso do modal no município, existem alguns fatores que determinam a atratividade dos editais de sistemas de bicicletas compartilhadas: a delimitação dos locais para a instalação de estações, a determinação do número de

estações no edital, a determinação de preços e a permissão de uso de espaços de publicidade.

A Tembici tem uma área de planejamento urbano que norteia o processo de instalação de estações, determinando os locais e a quantidade de bicicletas oferecidas. A permissão de cobrança ao usuário e a permissão de patrocínio são pontos importantes para o avanço dos editais. É possível que uma cidade tenha mais de um patrocinador, podendo ter patrocinadores menores e mais locais. Vila Velha é um exemplo de cidade que conta com dois patrocínios para o compartilhamento de bicicletas da Tembici.

No caso da Tembici, o banco Itaú é o patrocinador master e possui preferência para patrocinar novas áreas de exploração. Contudo, não necessariamente esse direito será exercido, podendo em alguns casos ser co-patrocinador ou até mesmo não ter ligação com a iniciativa.

A permissão para introdução de painéis publicitários é fundamental como fonte de receita para o projeto. A tecnologia usada nos sistemas de compartilhamento de bicicletas via estações é canadense e, no Canadá, também é usual a adoção de painéis publicitários como uma forma de dividir os custos de manutenção do projeto.

Além das três fontes de receita já mencionadas, para que o projeto seja economicamente estável é importante que haja flexibilidade tanto com relação a instalação das estações como na expansão destas. É importante que o edital não determine um número mínimo de estações já de início, e possua flexibilidade para a expansão da rede e não determine regras excessivas para a expansão. Um exemplo de sucesso é o caso do Rio de Janeiro, que começou com 100 estações de bicicletas e, hoje, já ultrapassou a marca de 300 estações. Belo Horizonte, no entanto, não obteve êxito em dois editais, uma vez que a cidade determinou os locais e um número mínimo de estações para cada localidade.

Um dos indicadores utilizados pela Tembici para analisar o sucesso das estações de bicicletas compartilhadas é o número de viagens por dia. A empresa considera que cada bicicleta deve fazer pelo menos 4 viagens por dia. Assim, quando as bicicletas passam a fazer 6, 8 viagens por dia, é o momento de realizar uma expansão.

Alguns critérios são utilizados para a escolha do local das estações, como a existência de ciclovias, a densidade populacional, a proximidade com escritórios, empresas e



comércios, as opções de transporte disponíveis no local, a existência de praças e parques, áreas com atrações culturais e proximidade com universidades e escolas. A Tembici faz análises de comportamento por meio de dados dos usuários, os quais são analisados continuamente para detectar padrões de viagens e otimizar a implantação, o conhecimento e as decisões estratégicas. A ideia é que a bicicleta compartilhada seja a melhor alternativa de última milha, sendo a opção de menor valor para viagens curtas em horários de pico.

Para viabilizar um projeto, é preciso definir o modelo jurídico, credenciamento ou concessão. Além disso, é preciso da permissão para instalar estações e bicicletas no espaço público. O contrato é de, no mínimo, 5 anos, com possibilidade de renovação. Ademais, um sistema deve ter no mínimo 40 estações e 400 bicicletas, pois a Tembici monta uma estrutura para um sistema em uma nova cidade, com aluguel de galpão, mecânicos e equipe de atendimento local que deve contar com essa escala mínima para viabilização.

Com relação a viabilidade financeira, como já mencionado, as fontes de financiamento para que o sistema seja acessível à população são a receita de patrocínios, a exploração de publicidade por meio de painéis e a receita de usuários.

Para viabilizar um projeto, é preciso definir o modelo jurídico, credenciamento ou concessão. Além disso, é preciso da permissão para instalar estações e bicicletas no espaço público. O contrato é de, no mínimo, 5 anos, com possibilidade de renovação. Aqui é importante lembrar que o capex da operação é alto, então contratos curtos não darão viabilidade econômica ao modelo. Ademais, a escala deve ser suficiente para diluir os custos fixos da operação.

3.2.2 Adequação às características de Niterói

Empresas de compartilhamento de bicicletas tais como a TemBici apresentam-se como uma boa opção para Niterói. Conforme visualizado na primeira seção deste relatório mais da metade das viagens de bicicleta possuem trajetos de até 3km, e o foco de atenção da empresa revisada é de atender viagens até 8km de extensão. Além disso, essa iniciativa

corroborar com os planos do PMUS de aumentar o atendimento da população via bicicletas, e poderá se beneficiar dos planos de expansão da malha cicloviária da cidade.

Tendo em vista seus benefícios, boas práticas são sugeridas para garantir a atração de sistemas de bikesharing para a cidade. Sugere-se a adoção do modelo de edital de credenciamento ou concessão que preveja a exploração do direito de imagem por pelo menos um patrocinador, a permissão de cobrança por usuário e a permissão de painéis publicitário. Além disso, sugere-se que não exista a delimitação: dos locais para a instalação de estações, do número de estações e a determinação de preços. Através da revisão de editais, sugere-se que essas indicações sejam fundamentais para a adoção de um modelo de bikesharing na cidade.

3.3 Carros Compartilhados

Nas últimas décadas, grande parte das metrópoles tiveram seu desenvolvimento de transportes baseados nos modais rodoviários, privilegiando especialmente o sistema de transportes individuais. Com o adensamento e complexidade das cidades esses veículos se tornaram um grande problema aos sistemas de trânsito, devido à baixa densidade de pessoas deslocadas por espaço ocupado. Com o advento de novas tecnologias, seu compartilhamento foi facilitado. Hoje é possível utilizar carros de forma compartilhada através de locações em vias públicas das cidades para viagens curtas, ou através de sistemas de caronas. A adoção desses sistemas tem ganhado destaque no mundo devido a potencial redução de gastos dos usuários, de tráfego e de emissões e por este motivo estas soluções serão mais exploradas nesta seção.

3.3.1 Serviços de Locação (Velocity Car Sharing)

O mercado automotivo vem sofrendo transformações nas últimas décadas. Destacam-se o perfil de comportamento dos jovens, mais interessados em usufruir que adquirir, as mudanças climáticas junto a introdução de veículos elétricos e o foco das montadoras em modelos mais sofisticados com preços mais elevados e maior margem de lucro. Ademais, é importante notar a baixa taxa de utilização de veículos particulares, que ficam parados

por cerca de 95% do tempo. Assim, o compartilhamento de veículos (carsharing) pode aumentar a eficiência do seu uso, ao fazer com que os consumidores deixem de comprar o veículo, em prol da compra do seu serviço (FRAIBERGER; SUNDARARAJAN, 2015).

É importante destacar motivações para a adoção do carsharing por parte dos usuários, como: o alto custo para manter um carro, a hora útil versus o valor investido, a escassez de vagas, a baixa qualidade do transporte público, o alto custo de corrida via apps, a segurança, a privacidade e o conforto.

A empresa de compartilhamento de veículos Velo-City, localizada no Rio de Janeiro, permite acesso 24 horas todos os dias da semana a veículos compartilhados, sendo a utilização via aplicativo. A empresa destaca ser uma excelente opção para turistas. As bases ficam na zona oeste do Rio de Janeiro, na Barra da Tijuca e possui o desejo de expandir sua operação, inclusive para Niterói.

3.3.2 Sistemas de Carona (Caso do Caronaê)

O aplicativo CARONAÊ é um projeto de alunos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) gerado no seu Campus da Ilha do Fundão. Trata-se de um sistema de caronas compartilhadas direcionado, inicialmente, à comunidade acadêmica.

Este projeto recebeu o primeiro lugar no concurso “Soluções Sustentáveis” do Fundo Verde/UFRJ em 2014 (BEO et al., 2017). A partir disso, o Caronaê recebeu verba para sua implantação e, em março de 2015, começou a sair do papel.

O aplicativo, possui um sistema que vincula os dados dos usuários ao banco de dados da UFRJ, que fornece automaticamente nome completo, foto e curso do indivíduo, garantindo assim que os usuários sejam estudantes da faculdade, o que consequentemente gera segurança aqueles que cedem e pegam caronas. Em uma segunda fase, o sistema foi ampliado aos servidores e às empresas interessadas que fazem parte do Parque Tecnológico da cidade universitária. O sistema possui uma forma de atestar o vínculo institucional do usuário com a Universidade.

Segundo SILVA, ANDRADE e MAIA (2016), a aplicação deste projeto neste ambiente foi um acerto, uma vez que a população universitária possui características que facilitam

a aceitação da adoção da carona, posto que o público-alvo é caracterizado por jovens, sem filhos e com melhor aceitação de medidas de gerenciamento de demanda (BEO et al., 2017).

No aplicativo, o usuário tem acesso às informações sobre as caronas disponíveis no momento. Caso tenha interesse em alguma carona, poderá acessar informações como placa e modelo do carro, quantas vagas ainda estão disponíveis, e recados individuais dos motoristas. Se o usuário for o motorista do veículo, este deve avisar de onde está saindo e seu ponto de referência. O aplicativo divide as viagens entre ida e volta da Ilha do Fundão, Rio de Janeiro. Ademais, os usuários também podem acessar um *chat*, no qual os participantes da carona podem se comunicar (POLI UFRJ, 2016).

Em 2021, ano de pandemia e que o sistema não se encontrava disponível, a equipe do projeto revisou os dados do sistema no período de funcionamento, 2016-2020, para seu aprimoramento e desenho do desenvolvimento dos próximos anos. No total, o aplicativo obteve 19.974 usuários cadastrados, sendo 5.286 usuários ativos (que efetivamente interagiram com o sistema de criação e busca de caronas). O Caronaê já proporcionou 80.711 viagens e cada caronista pegou em média, 6 caronas ao longo do funcionamento do aplicativo. Fato interessante é que o sistema de caronas se mostrou eficiente em aumentar a Taxa de Ocupação Média dos veículos que no sistema é de 2,57 pessoas por carro, em contraponto a taxa de Ocupação Média de veículos no estado do RJ que é de menos de 2 (CARONAÊ, 2021).

Após receber o primeiro lugar no edital Projetos Especiais - Parque Tecnológico da COPPETEC (aprovados com nota 10) em 2021, o sistema voltará a operar em 2022. Sua reestruturação prevê: aprimorar funcionalidades do app; analisar dados de mobilidade compartilhada nos anos de operação continuada; implementar piloto com empresas interessadas do Parque Tecnológico e contabilizar a redução de emissão de poluentes para inserir no app (CARONAÊ, 2021).

3.3.3 Adequação às características de Niterói

Ao visualizar as ações presentes no PMUS, verificamos que há uma atenção da administração pública no aumento do uso do transporte público, e, conseqüentemente redução do tráfego de veículos particulares na cidade. Isto se deve ao alto impacto que a

utilização desses veículos causa no trânsito devido a sua baixa concentração de passageiros.

O compartilhamento de veículos, seja via carros de aluguel, ou sistemas de caronas é capaz de contribuir para a diminuição da circulação de veículos particulares na cidade. A primeira opção faz com que o carro só seja utilizado quando realmente necessário. Talvez o caso mais emblemático seja aquele em que a pessoa precisa apenas realizar uma viagem com o carro (ida ou volta), porém, acaba realizando as duas pernas com o veículo devido a necessidade de uma das viagens. Já a opção de caronas aumenta a ocupação dos veículos. No entanto, em ambos os casos é importante monitorar seu efeito líquido, já que parte dos usuários deixa de utilizar alternativas mais sustentáveis (como transporte coletivo ou bicicleta).

Tendo em vista as novidades destas medidas, o perfil de usuários que geralmente as adota – primordialmente jovens-, a vontade da prefeitura de reduzir o congestionamento de entrada e saída da cidade, sugerimos a adoção de um piloto dessas medidas na comunidade da Universidade Federal Fluminense.

A Universidade Federal Fluminense é uma das maiores do país. A faculdade possui 125 cursos, 35.257 alunos matriculados, 3543 docentes, 4662 técnicos administrativos e 9.165 alunos graduados em pós-graduação. Mesmo ao se considerar que uma parte dos alunos cursa ensino à distância e que a UFF possui campus em outras regiões do Estado ainda assim estima-se que ao menos 16.550 pessoas frequentem a faculdade nos campus de Niterói⁶.

Mesmo tratando-se de uma estimativa conservadora, levando-se em consideração o tamanho da população de Niterói e a concentração dos campus da UFF, estamos falando de um universo que corresponde a mais de 3% da população da cidade concentrado na região central com deslocamento pendular.

Logo, a adoção do piloto proposto poderia servir para averiguar indícios da literatura de que essas ações são capazes de reduzir o tráfego de veículos, e, em caso positivo poderiam ser expandidas para toda a cidade.

⁶ O número foi estimado utilizando o percentual de alunos de graduação por campus, excluindo,

3. Conclusão

A cidade de Niterói possui um alto percentual de sua população nas classes A e B. Este fato faz com que a cidade possua altos índices de posse de veículos particulares, número que supera as médias nacionais, estaduais e até mesmo da capital fluminense. Além disso, possui uma alta concentração populacional em uma região específica do seu município, a região noroeste, e serve como meio de integração do município com as cidades satélites do Estado. Estes fatos fazem com que a cidade tenha problemas de mobilidade urbana, que a colocam como uma das cidades mais engarrafadas do país.

O sistema de transporte público é formado por barcas, linhas de ônibus municipais e intramunicipais. A cidade conta ainda com uma importante malha cicloviária, que encontra-se em expansão. As bicicletas possuem importância para a cidade tanto pelo perfil de deslocamento dos cidadãos, quanto por sua complementariedade aos modais de massa públicos.

No Plano de Mobilidade Urbana Sustentável 2019, a cidade elaborou alternativas para a melhoria de seu sistema de transportes, dentre as quais destacam-se: i) alargamento de vias, com foco em aumento do fluxo de veículos e faixas exclusivas para ônibus; ii) Desenvolvimento Orientado ao Trânsito, urbanismo voltado para locomoção ativa, a pé ou de bicicleta, e adensamentos populacionais próximos aos corredores de ônibus e VLT; iii) Restrição de Acesso a Veículos, seja através de horários específicos para veículos de cargas, proibição de estacionamentos em áreas adensadas ou redução da velocidade de veículos; iv) Expansão de ciclovias e estacionamento de bicicletas; v) Subsídios para integração de transporte público integrado às barcas; vi) nova linha de barcas ligando Botafogo à Praça do Araribóia; vii) Vale transporte para incentivar funcionários públicos a se moverem de transporte público pela cidade;

Muitas das iniciativas acima são consoantes às soluções encontradas em cidades que se tornaram referência em mobilidade urbana pelo mundo, como revisado no primeiro relatório desta pesquisa. Algumas delas, tais como: a adoção de faixas exclusivas para ônibus, Desenvolvimento Orientado ao Trânsito, as Restrições de Acesso à Veículos,

expansão de acesso a bicicletas e integração entre modais públicos possuem sugestões de prática para a sua aplicação no primeiro relatório desta pesquisa. Outras, tais como: os sistemas de bikesharing e carsharing não são sugeridas no PMUS, contudo constituem referência em diversas cidades do mundo.

Desta forma, entendendo as necessidades da cidade e levando em consideração as indicações do PMUS e das principais práticas mundiais, este relatório procurou sugerir ações para adoção bem sucedida de: ônibus elétricos e compartilhamento de veículos e bicicletas na cidade de Niterói.

Em relação aos ônibus elétricos, sugere-se o modelo exitoso de Santiago, que, através de PPPs, conseguiu desenvolver um modelo de negócios inovador separando propriedade dos veículos e da operação. Sua experiência tem sido capaz de escalar rapidamente o quantitativo de ônibus elétricos no país. Como coincidência, a distribuidora de energia elétrica parceira do projeto no Chile é a mesma concessionária que atua em Niterói, facilitando, em tese, a replicação do modelo na cidade.

A respeito das bicicletas compartilhadas, propõe-se a formulação de edital para atrair um operador que opere no sistema de estações fixas. Como boas práticas para a atração deste *player* indica-se o tripé: permissão para exploração do direito de imagem nos veículos (patrocínio), a permissão de cobrança por usuário e a permissão de painéis publicitários nas estações. Além disso, sugere-se que não exista a delimitação dos locais para a instalação de estações, do número de estações e a determinação de preços praticados.

Como medidas mais recentes, advindas principalmente da maior difusão da internet e da utilização de celulares e aplicativos, o compartilhamento surge como uma opção aqueles que continuarão optando por veículos particulares. Sua adoção é capaz de reduzir o número de veículos em circulação e um piloto nos campus da Universidade Federal Fluminense seriam indicados para avaliar o real potencial da medida para toda a cidade.

Por fim, este relatório conclui que a cidade de Niterói já vem estudando uma série de medidas alinhadas as principais soluções globais no que tange a mobilidade urbana. Tendo em vista os ideais da cidade e as principais práticas apontadas pela literatura este



relatório sugeriu soluções com base em casos reais de como adotar essas soluções na cidade de Niterói. Acreditamos que este segundo relatório possa servir de apoio aos formuladores de políticas públicas na formulação de editais e apoio a projetos pilotos. A execução das medidas aqui sugeridas, assim como as previstas no PMUS apoiarão o projeto de garantir uma mobilidade mais ágil e sustentável em Niterói.

4. Referências:

BANCO MUNDIAL (2020). Lessons from Chile's Experience with E-mobility: The Integration of E-Buses in Santiago. World Bank, Washington, DC, set. 2020, pp. 1-113. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/34435>. Acesso em: 08 jan. 2022.

Beo, L.; Santos, L.; La Rovere, E. Mobilidade Urbana e Redução de Emissões de CO₂: cenários para o campus da Cidade Universitária da UFRJ no horizonte 2030. XVII Congresso Brasileiro de Energia (XVII CBE), Rio de Janeiro, 2017.

BUENO, Carlos; DELGADO, Oscar. (2021). Buses Cero Emisiones em Bogotá a partir de 2022 – Liderazgo Político para Acelerar la Transición. ICCT – The International Council on Clean Transportation. Disponível em: <https://theicct.org/buses-cero-emisiones-en-bogota-a-partir-de-2022-liderazgo-politico-para-acelerar-la-transicion/>. Acesso em: 11 jan. 2022.

ENEL-CODENSA (2021). Empresa Enel-Codensa Recebe Prêmio por entregar 401 ônibus elétricos SITP e Dois Novos Pátios de Recarga. Disponível em: <https://www.enel.com.co/es/prensa/news/d202101-enel-recibe-adjudicacion-para-entregar-buses-electricos-del-sitp-y-dos-nuevos-patios.html>. Acesso em: 11 jan. 2022.

ENEL X (2021). Cidade do Rio de Janeiro Recebe Primeiro Ônibus Elétrico da Enel X no Brasil. Disponível em: <https://www.enelx.com/br/pt/historias/cidade-do-rio-de-janeiro-recebe-primeiro-onibus-eletrico-da-enel>. Acesso em: 12 jan. 2022.

GRAHAM, John; COURREGES, Anthony. Leading a Clean Urban Recovery with Electric Buses. IFC – International Finance Corporation: World Bank Group, nov. 2020, pp.1-8. Disponível em: https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/industry_ext_content/ifc_external_corporate_site/infrastructure/resources/leading+a+clean+urban+recovery+with+electric+buses. Acesso em: 10 jan. 2022.

LEFEVRE, B.; MOLINA, D. G., CAMÓS, G.; EDWARDS, G.; ROJAS, R. A. (2019). Bogotá es Pionera en Adquirir Buses Eléctricos por Licitación. BID Mejorando Vidas: Blogs Escritos por Empleados del BID – Banco Interamericano de Desarrollo. Disponível em: <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/bogota-es-pionera-en-adquirir-buses-electricos-por-licitacion/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

MACEDO, Bianca. Modelos Inovadores para Implementação de Ônibus Zero Emissões. Projeto ZEBRA (Zero Emission Bus Rapid-Deployment Accelerator). C40 Cities. Rio de Janeiro, dez. 2021. Material cedido pela C40 Cities.

MOBILITAS (2021). Avanços dos ônibus Elétricos na América Latina. Caderno Ônibus Elétrico Completo. Editora TM. São Paulo, jun. 2021, pp. 1-55. Disponível em: <https://mobilitas.lat/wp-content/uploads/2021/06/210615-CADERNO-ONIBUS-ELETRICO-COMPLETO.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2022.



PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente). (2021). Movilidad eléctrica: Avances en América Latina y el Caribe 2020. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina para América Latina y el Caribe, Panamá: jul. 2021, 4^{ta} edición, pp. 1-95.

POLI UFRJ, Departamento de Energia Elétrica. Carona vira aplicativo na UFRJ, 2016. Disponível em:
<http://cpro16197.publiccloud.com.br/~eeufrj/dee/index.php/pt/noticias/13-carona-vira-aplicativo-na-ufrj>. Acesso em: 01/02/2022.

SILVA, L. A. S.; ANDRADE M. O.; MAIA, M. L. A. Fatores Motivacionais para o Uso de um Hipotético Sistema Dinâmico de Carona em Campus Universitário. Artigo apresentado no 30º CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE. Rio de Janeiro, 2016.