

## **Plano Operacional**

O Plano Operacional consiste em planejar a operacionalidade dos ônibus elétricos que serão incorporados ao transporte coletivo da cidade. Nessa etapa, foram consideradas as informações levantadas no diagnóstico elaborado pela SMU- SSMOB, tendo como base, o “Estudo para Introdução de 40 ônibus elétricos a bateria no sistema de transporte público municipal de Niterói” – realizado pela TUMI com suporte da SMU, em 2023.

O planejamento desta operação considerou as seguintes etapas:

- concepção de rede e rotas;
- desenvolvimento da tabela horária;
- alocação dos veículos;
- programação de equipe;
- estrutura de recarga.

É importante destacar que este planejamento foi desenvolvido como um processo iterativo, no qual as etapas podem ser repetidas até que se alcance o resultado operacional mais adequado à necessidade.

### **a) Concepção de rede e rotas**

Nessa etapa, recorreu-se às informações sobre características geográficas e demanda de passageiros levantadas na fase de Diagnóstico.

Essas informações possibilitaram a definição de critérios para dar preferência a rotas com maior adequabilidade à eletrificação.

A SMU-SSMOB utilizou os resultados dos testes realizados com ônibus elétricos na cidade para definição dos critérios de referência a serem adotados, o que resultou na escolha de linhas com quilometragem e quantidades de viagens compatíveis com os resultados obtidos no teste.

Inicialmente foram analisados os dados operacionais de 31 (trinta e uma) linhas do Consórcio Transnit e 6 (seis) linhas do Consórcio Transoceânico, resultando na análise de 37 (trinta e sete) linhas para os 02 (dois) Consórcios.

Na Tabela 1 se apresentam os dados de entrada iniciais, para a análise das linhas de ônibus para os 02 (dois) Consórcios operadores: TransNit e TransOceânico.

Tabela 1. Dados de entrada para a análise das linhas

Dados	TransNit	TransOceânico
-------	----------	---------------

Número de linhas estudadas	31	6
Número mínimo estimado de ônibus por operador	133	60
Número de linhas quando conhecemos o número de ônibus	24	6
Distância entre a garagem e o início da linha	Até 5 km	
Média da velocidade de operação	10 km/h	
Número de viagens por ônibus elétricos por dia	10 viagens consideradas (ida+volta)	

Fonte: SMU de Niterói (2023).

Após a primeira análise do bloco de linhas, restaram 13 linhas para os 02 (dois) Consórcios, que se enquadravam nos critérios definidos. Os três principais critérios foram: geografia (itinerário plano), quilometragem e quantidade de viagens equivalentes aos resultados dos testes já realizados.

As linhas resultantes são:

- TransNit: 17 – 22 – 24 – 24A – 25 – 43\_1 – 43\_2 – 47A – 47B – 49\_1 – 49\_2 – 60.
- TransOceânico: 45.

Ressalta-se ainda que também foram consideradas especificações técnicas da frota de ônibus. Além das rotas mais eletrificáveis, nessa etapa foi possível fazer uma lista preliminar de possíveis pontos ou garagens de recarga, em conformidade com as avaliações já realizadas.

#### **b) Desenvolvimento da tabela horária**

Os objetivos mais frequentes são minimizar tempos de espera dos passageiros e sincronizar as partidas dos veículos que operam na linha. Cada estratégia de recarga e tipo de veículo terá impactos distintos na tabela horária.

As programações horárias das linhas estudadas foram observadas, quanto ao horário de atendimento e o tempo de recarga necessário das baterias. No estudo do planejamento, foram consideradas linhas que a recarga noturna cobrisse as distâncias máximas diárias observadas nos sistemas de transporte coletivo por ônibus, evitando alterações significativas nas programações operacionais já existentes, avaliado a realidade de cada linha. Desta forma, a infraestrutura de recarga proposta no edital, será a instalação de infraestrutura de recarga, de forma a possibilitar a recarga noturna dos veículos, e ainda, podendo-se ter uma recarga de oportunidade para veículos recolhidos em horários de entre-pico.

Na recarga na garagem (ou recarga noturna), o desenvolvimento da tabela não oferecerá dificuldade, em comparação com a operação de ônibus convencionais, se os elétricos forem dotados de uma autonomia mínima igual ou maior do que a distância total a percorrer por dia.

### **c) Alocação de veículos**

Na etapa de alocação dos veículos, verifica-se se as restrições de operação determinadas pelas especificações técnicas dos ônibus e decorrentes das estratégias de recarga permitem o atendimento da demanda de passageiros com a frota prevista. Os estudos foram divididos por consórcio e etapas, e os resultados se apresentam abaixo:

- Análise Consórcio TransNit

Para selecionar quais linhas são mais adequadas para os ônibus elétricos, foram consideradas as linhas sem aclave, onde 23 (vinte e três) linhas são adequadas para a operação dos ônibus elétricos. Todos os ônibus dessas linhas podem realizar 5 (cinco) viagens consecutivas sem recarregar a bateria. Como conclusão da análise do Consórcio TransNit, pode-se operar ônibus elétricos prioritariamente em parte ou em todas essas 23 (vinte e três) linhas.

As linhas consideradas são: 15, 21, 28, 29, 30, 31, 49\_1, 49\_2, 42, 42A, 47, 17, 22, 24, 24A, 25, 43\_1, 43\_2, 47A, 47B, 41\_BJ, 41\_T, 60.

- Análise do Consórcio TransOceânico

As linhas mais adequadas do Consórcio TransOceânico para a operação dos ônibus elétricos, foram aquelas que se apresentaram sem nenhum ou pouco aclave. Portanto, para o Consórcio TransOceânico, as linhas indicadas são: 53, 57 e 45.

### **d) Programação de equipe**

No processo de planejamento de operação de um sistema de transporte coletivo, essa é a etapa menos afetada pela introdução de ônibus elétricos. Durante a realização dos testes na cidade, as equipes foram treinadas e acompanhadas pelos fabricantes que cederam os ônibus. Está previsto no edital que a contratada deverá promover, a suas custas, o treinamento presencial necessário à operação da frota após a entrega dos veículos.

Sobre o treinamento, os estudos do WRI apontam para a importância da preparação da equipe dos futuros motoristas e time responsável pela manutenção dos ônibus elétricos.

Tal ação reverbera na eficiência de um ônibus elétrico, o qual pode variar consideravelmente conforme o tipo de condução do motorista. Dados de dois ônibus elétricos em operação na cidade de Santiago do Chile apontam que diferentes motoristas consomem valores de 0,67 a 1,23 km/kWh em condições operacionais similares. Portanto, para assegurar um bom desempenho destes veículos, é extremamente importante garantir o treinamento e adaptação destes motoristas à nova tecnologia. Esta situação inclusive foi verificada durante os testes realizados na cidade de Niterói, onde desempenho do motorista foi gradativamente melhorando, a medida que o treinamento e a prática na condução do veículo ia evoluindo.

Na mesma linha, a utilização de peças diferentes e em menor número dos ônibus elétricos requer uma nova abordagem de manutenção destes veículos que, apesar de simplificada, ainda não é habitual. Assim, a capacitação da equipe responsável pela manutenção na empresa operadora, alinhada com o acompanhamento da empresa fabricante dos ônibus, é fundamental para garantir o desempenho operacional adequado destes veículos ao longo de toda sua vida útil.

#### **e) Estrutura de Recarga**

Uma vez estabelecidas a quantidade e as especificações técnicas dos carregadores e demais dispositivos da infraestrutura de recarga, é necessário avaliar o layout da garagem, levando em conta que, após a instalação das estações de recarga, os ônibus elétricos precisam de espaço suficiente para manobras. No caso das garagens das empresas que pertencem aos 02 (dois) consórcios, e de acordo com as linhas estudadas e selecionadas para o projeto, verificou-se que o maior número de linhas se concentra no Consórcio Transnit, apontando a empresa Ingá (componente do Consórcio Transnit), como aquela que possui a maior garagem, com a possibilidade de receber a infraestrutura de recarga. Outro ponto a ser observado é a quantidade de linhas elegíveis para receber veículos elétricos, o que resulta para a empresa Ingá em 10 (dez) linhas das 23 (vinte e três) linhas potenciais à operação com tecnologia limpa.

A alocação de infraestrutura de recarga para o Consórcio TransOceânico, não se mostra adequada em função das garagens referentes às linhas potenciais não apresentarem espaço suficiente para tal implantação.

Os carregadores serão de adquiridos pelo ente público enquanto a infraestrutura de energia necessária para operação dos veículos será de responsabilidade do operador privado.

## **f) Planejamento Operacional Final**

Considerando-se os resultados potenciais obtidos, optou-se pela escolha das linhas 49-1 e 49-2, para operação futura com ônibus elétricos, uma vez que estas linhas podem operar em sua totalidade de viagens diárias com a frota elétrica de 30 (trinta) veículos, prevista para o investimento definido em edital. Outro aspecto relevante diz respeito ao fato de que a garagem da empresa que opera as linhas tem a capacidade física necessária para receber a infraestrutura de recarga correspondente à operação inicial planejada. Os pontos iniciais de operação dessas linhas encontram-se em um raio a menos de 500 metros de distância da garagem, o que minimiza os impactos de quilometragem ociosa diária, otimizando os custos operacionais.

Isto não implica que outras linhas potenciais apontadas no estudo possam vir a receber parte de sua frota com ônibus elétricos, dentro da previsão de aquisição inicial, uma vez que características de localização da estrutura de recarga, e ainda, ponto inicial de operação permitem a distribuição dos veículos elétricos até mesmo para linha operacional do Consórcio Transoceânico.