



**EletroMobilidade**

Transição para a Eletromobilidade  
nas Cidades Brasileiras

# PROJETO DE FINANCIAMENTO

DE ÔNIBUS ELÉTRICOS  
EM BELO HORIZONTE





# PROJETO DE FINANCIAMENTO

DE ÔNIBUS ELÉTRICOS  
EM **BELO HORIZONTE**

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

**Presidente da República**

Jair Messias Bolsonaro

**MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL**

**Ministro do Desenvolvimento Regional**

Daniel Ferreira

**Secretário-Executivo**

Helder Melillo

**SECRETARIA NACIONAL DE MOBILIDADE E  
DESENVOLVIMENTO REGIONAL E URBANO**

**Secretário Nacional de Mobilidade e  
Desenvolvimento Regional e Urbano**

Sandra Maria Santos Holanda

**BANCO MUNDIAL**

**Economista Senior de Transporte**

Ana Waksberg Guerrini

**Consultora Especialista em Transporte**

Aline Lang

**Especialista em Desenvolvimento Social**

Gabriela Lima de Paula

**Consultora Especialista Ambiental**

Márcia Noura Paes



**EletroMobilidade**  
Transição para a Eletromobilidade  
nas Cidades Brasileiras

# PROJETO DE FINANCIAMENTO

DE ÔNIBUS ELÉTRICOS  
EM **BELO HORIZONTE**

### **Coordenação Geral**

Ana Waksberg Guerrini – Banco Mundial

Fernando Araldi – MDR

Alejandro Muñoz Muñoz – IABS

### **Elaboração de conteúdo**

Roberto Torquato – Logit

Rodrigo Laboissiere – Logit

Fernando Fleury – Almeida & Fleury

Lilian R. G. Moreira Pires – Universidade  
Presbiteriana Mackenzie

### **Contribuições técnicas Banco Mundial**

Ana Waksberg Guerrini – Economista Senior de Transporte

Aline Lang – Consultora Especialista em Transporte

Gabriela Lima de Paula – Especialista em  
Desenvolvimento Social

Márcia Noura Paes – Consultora Especialista Ambiental

### **Revisão técnica**

Fernando Araldi – MDR

Adriana Souza – IABS

Jady Medeiros – IABS

Anna Carollina Palmeira – IABS

### **Colaboradores**

Ana Nassar – ITDP Brasil

Beatriz Gomes Rodrigues – ITDP Brasil

Clarisse Cunha Linke – ITDP Brasil

Pedro Bastos – ITDP Brasil

Bernardo Baranda – ITDP Mexico

Gonzalo Peon – ITDP Mexico

Fernando Howat – Logit

Wagner Colombini Martins – Logit

### **Revisão ortográfica e gramatical**

InPauta Comunicação

### **Coordenação editorial**

Mariana Resende – InPauta Comunicação

### **Projeto gráfico e diagramação**

Esa Gomes Magalhães – InPauta  
Comunicação

Projeto de Financiamento de Ônibus Elétricos em Belo Horizonte. Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR e Banco Mundial (autores). Fundo de Tecnologia Limpa - CTF (financiador) - Brasília, 2022.

ISBN: 978-65-87999-45-6

120p.

1. Eletromobilidade 2. Cidades brasileiras. 3. Belo Horizonte 4. Financiamento 5. Ônibus Elétricos I. Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR II. Banco Mundial III. Fundo de Tecnologia Limpa - CTF

CDU: 629.3. 908

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE SIGLAS</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>8</b>
<b>1. CONTEXTO</b>	<b>9</b>
1.1 Características gerais e de mobilidade urbana	9
1.2 Histórico de avanços com a Eletromobilidade	17
1.3 Premissas Iniciais	19
1.4 Ambiente regulatório vigente	20
1.5 Orientações para o projeto-piloto	29
<b>2. ALTERNATIVAS DE MODELOS DE NEGÓCIOS</b>	<b>37</b>
2.1 Operação pública	43
2.2 Incorporação integral de Eletromobilidade aos contratos de concessão existentes	47
2.3 Aquisição pública de veículos e operação privada	52
<b>3. DELINEAMENTO DO PROJETO-PILOTO NO MUNICÍPIO</b>	<b>59</b>
3.1 Definição de cenários operacionais	60
3.2 Avaliação econômico-financeira	72
3.3 Aspectos jurídicos sobre o modelo definido	82
3.4 Aspectos de impacto social	85
3.5 Aspectos ambientais	91
<b>4. FINANCIAMENTO DE ATIVOS</b>	<b>94</b>
4.1 Fontes de financiamento privado	94
4.2 Fontes de financiamento público	96
<b>5. RECOMENDAÇÕES PARA IMPLANTAÇÃO E MONITORAMENTO</b>	<b>98</b>
5.1 Visão, objetivo, metas e prazos	98
5.2 Monitoramento	101
5.3 Treinamentos iniciais	103
<b>6. PROJETO-PILOTO DE FINANCIAMENTO</b>	<b>107</b>
6.1 Estratégia de financiamento	107
6.2 Etapas de implantação	112
6.3 Equilíbrio financeiro	113
<b>7. REFERÊNCIA</b>	<b>119</b>

# LISTA DE SIGLAS

---

<b>AC</b>	Corrente alternada
<b>ANEEL</b>	Agência Nacional de Energia Elétrica
<b>ANP</b>	Agência Nacional do Petróleo
<b>ANTP</b>	Associação Nacional de Transportes Públicos
<b>BDMG</b>	Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais
<b>BH</b>	Belo Horizonte
<b>BHTRANS</b>	Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte
<b>BNDES</b>	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
<b>BNEF</b>	<i>Bloomberg New Energy Finance</i>
<b>BRT</b>	<i>Bus Rapid Transit</i>
<b>BYD</b>	Empresa fabricante de veículos elétricos
<b>CAF</b>	<i>Corporación Andina de Fomento</i>
<b>CAPAG</b>	Capacidade de Pagamento de Municípios
<b>CEF</b>	Caixa Econômica Federal
<b>CEMIG-SIM</b>	Empresa fornecedora de energia elétrica
<b>CETESB</b>	Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental
<b>COFIEX</b>	Comissão de Financiamentos Externos
<b>DC</b>	Corrente contínua
<b>eCaRR</b>	Veículo elétrico com cargas rápidas regulares
<b>ENEL</b>	Multinacional que atua no ramo de geração e distribuição de eletricidade e gás
<b>FINAME</b>	Linha de Financiamento de Máquinas e Equipamentos
<b>GEE</b>	Gases de Efeito Estufa
<b>GEIPOT</b>	Grupo Executivo de Integração da Política de Transportes
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>ICMS</b>	Imposto sobre operações relativas à Circulação de Mercadorias
<b>IDH-M</b>	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

---

<b>IDO</b>	Índice de Desempenho Operacional
<b>IPCA</b>	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
<b>IPK</b>	Índice de Passageiros por Quilômetro
<b>ITDP</b>	Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento
<b>LOM</b>	Lei Orgânica do Município
<b>MDR</b>	Ministério do Desenvolvimento Regional
<b>MOVE</b>	Sistema de <i>Bus Rapid Transit</i> (BRT) que opera em Belo Horizonte
<b>PBH Ativos</b>	Sociedade anônima de capital fechado que tem como acionistas o Município de Belo Horizonte, a PRODABEL e a BHTRANS
<b>PIB</b>	Produto Interno Bruto
<b>PlanMobBH</b>	Plano de Mobilidade de Belo Horizonte
<b>PMA</b>	Percurso Médio Anual
<b>PREEGE</b>	Plano de Redução de Gases de Efeito Estufa de Belo Horizonte
<b>Proconve</b>	Programa de controle de emissões veiculares
<b>PRODABEL</b>	Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte
<b>RMBH</b>	Região Metropolitana de Belo Horizonte
<b>RTS</b>	Redes de Transporte e Serviços
<b>SAIN</b>	Secretaria de Assuntos Econômicos Internacional
<b>SITBus</b>	Sistema Inteligente de Transporte do Município de Belo Horizonte
<b>SOFR</b>	<i>Secured Overnight Financing Rate</i>
<b>SPE</b>	Sociedade de Propósito Específico
<b>TLP</b>	Taxa de Longo Prazo
<b>TUSD</b>	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição
<b>USEPA</b>	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
<b>WRI</b>	<i>World Resources Institute</i>
<b>ZEBRA</b>	<i>Zero Emission Bus Rapid-Deployment Accelerator</i>

---

# INTRODUÇÃO

Este relatório integra o **Produto 6.1 – Projeto de financiamento de ônibus elétricos na Cidade 1 e 2, em português e inglês**, produzido no âmbito do contrato de serviços de consultoria para análise, estruturação e implementação de estudos e projetos de ônibus elétricos no Brasil, parte do projeto Transição para a Eletromobilidade nas Cidades Brasileiras.

Esta versão se refere ao projeto de financiamento para aquisição de ônibus elétricos desenvolvido para o **Município de Belo Horizonte**. O desenvolvimento do trabalho — que ocorreu de forma interativa entre a equipe de consultores e as equipes da cidade por meio de diversas discussões técnicas — está relatado neste documento composto por 6 capítulos, descritos abaixo.

O **Capítulo 1 – Contexto** apresenta a contextualização da realidade do município, as premissas iniciais para a elaboração do Projeto de Financiamento, uma análise sobre os contratos de operação vigentes atualmente e discute os pontos críticos a serem considerados para o projeto-piloto, como a estrutura tarifária de energia elétrica e mecanismos de descarte de ativos – ônibus e baterias.

Em seguida, o **Capítulo 2 – Alternativas de modelos de negócios** traz uma discussão conceitual de possibilidade de modelos de negócios considerados para o projeto-piloto de financiamento, contextualizando as questões e os elementos centrais para viabilizar a implementação em larga escala dos ônibus elétricos no Município.

O **Capítulo 3 – Delineamento do Projeto-Piloto no Município** traz a discussão sobre os quatro aspectos centrais do projeto-piloto de financiamento (aspectos operacionais, aspectos jurídicos, aspectos econômico-financeiros e aspectos sociais). Nele são consideradas as especificidades da realidade municipal, as orientações sobre as possíveis soluções contratuais, assim como o desenvolvimento do modelo de avaliação econômico-financeiro.

No **Capítulo 4 – Financiamento de ativos** explora-se as possíveis opções e alternativas relacionadas às fontes de financiamento para o transporte público, dando particular ênfase às possibilidades para o modelo de negócios definido.

O **Capítulo 5 – Recomendações para implantação e monitoramento** orienta os objetivos da administração pública para a construção de metas a curto, médio e longo prazos para a Eletromobilidade do transporte público do município e recomenda instrumentos para monitoramento de indicadores e treinamento de motoristas e equipe de manutenção.

E, por fim, o **Capítulo 6 – Projeto-Piloto de Financiamento** aborda a estratégia de financiamento para a solução escolhida pelos atores consultados. Apresenta-se, assim, as etapas de implementação, desde a consolidação de definições públicas até a solicitação de financiamento. Também discute-se as questões relativas ao equilíbrio financeiro da proposta.



# CONTEXTO

Este capítulo apresenta a contextualização da realidade do município, a partir das constatações feitas ao longo do desenvolvimento do estudo. Inicialmente, apresenta-se uma breve caracterização da cidade quanto à sua demografia, seu sistema de mobilidade urbana — com especial foco no transporte público — e os seus avanços em relação à transição para Eletromobilidade até o início do projeto.

A partir destes aspectos, o capítulo apresenta as premissas iniciais para a elaboração do Projeto de Financiamento, definidas em conjunto com a equipe do Município, como a quantidade e tamanho dos veículos a serem substituídos, linhas em que deveriam operar (cobertura espacial), tipos de tecnologias, entre outros.

Este capítulo também explora contratos de operação dos serviços de transporte público vigentes atualmente no Município com o objetivo de proporcionar o entendimento do arcabouço jurídico existente, que pode influenciar diretamente a implementação dos projetos-piloto de financiamento.

Por fim, o capítulo também apoia o Município a compreender os pontos críticos a serem considerados para o projeto-piloto, como a estrutura tarifária de energia elétrica e mecanismos de descarte de ativos – ônibus e baterias.

## 1.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS E DE MOBILIDADE URBANA

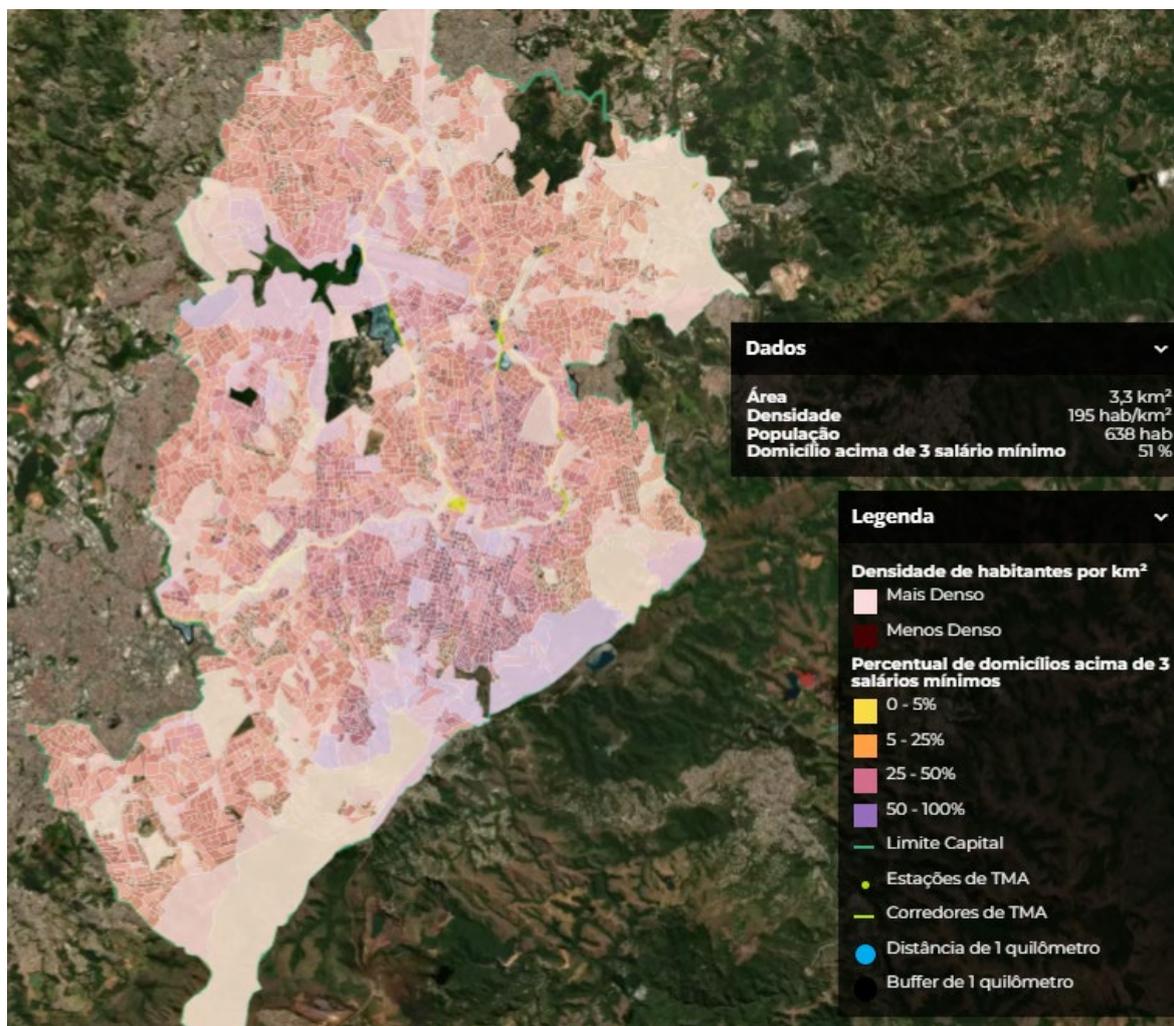
A cidade de Belo Horizonte se configura como a 6ª cidade mais populosa do Brasil (com população estimada de 2.530.701<sup>1</sup> pessoas) e possui uma densidade demográfica de cerca de 7.167,00 hab./km<sup>2</sup>, sendo a 11ª com maior densidade demográfica do país.

---

<sup>1</sup> Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/belo-horizonte/panorama>

De acordo com a plataforma *MobiliDADOS*, a capital mineira apresenta 40% de domicílios com renda abaixo de um salário-mínimo per capita, 52% da população é negra e 53% é o percentual de mulheres na população. Considerando apenas o município de Belo Horizonte, apenas 17% da população está próxima às estações de transporte de média e alta capacidade. Quando avaliadas em relação à faixa de renda, este número fica ainda menor: 12% para a população com renda de até meio salário-mínimo, veja a Figura 1 abaixo.

**Figura 1 – Pessoas próximas ao transporte de massa<sup>2</sup> por faixa de renda**



Fonte: MobiliDADOS.

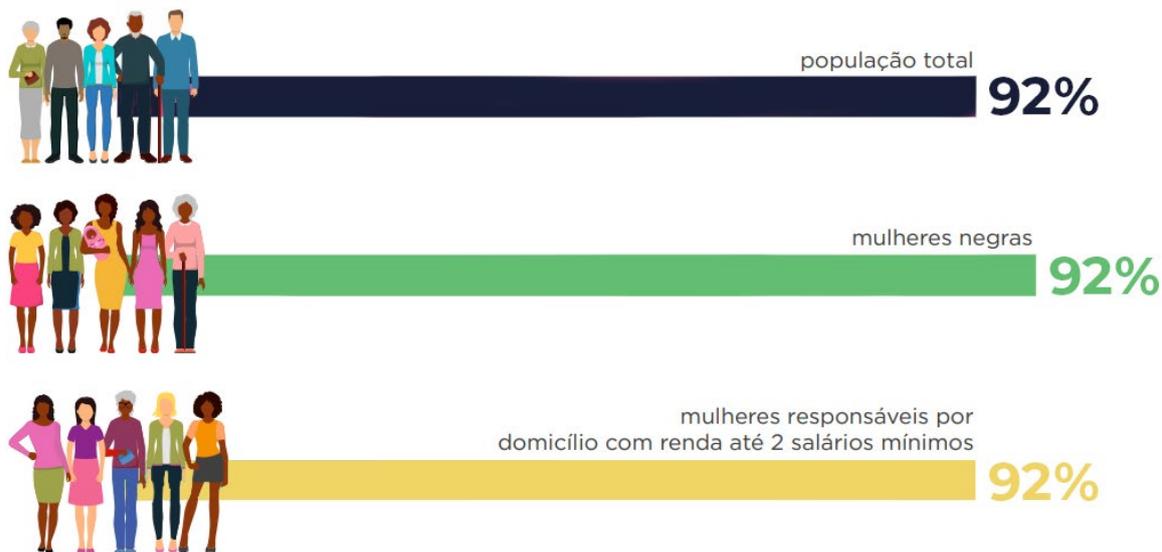
2. Do inglês *People Near Transport*, *PNT*.

Segundo estudo<sup>3</sup> realizado em 2020 pelo ITDP Brasil em parceria com a NossaBH, o transporte em Belo Horizonte é distante das pessoas, caro, inseguro e desigual. Constatou-se que, quando se considera a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), o acesso ao transporte público é baixo, com cerca de 92% da população distante do transporte de média e alta capacidade, como BRT e Metrô.

Assim, o tempo médio de deslocamento casa-trabalho fica em torno de 36 minutos, e cerca de 14% das pessoas levam mais de 1 hora para estes deslocamentos. O tempo médio de permanência diária no transporte público é então bastante elevado, cerca de 59 minutos.

O mesmo estudo também destaca as questões de renda, gênero e raça na RMBH. Calculou-se que cerca de 93% das mulheres negras e 92% das mulheres responsáveis por domicílio (com renda de até 2 salários-mínimos) também estão distantes da rede de transporte de média e alta capacidade, conforme destacado na Figura 2 abaixo.

**Figura 2 – Percentual de pessoas distantes do transporte de média e alta capacidade por gênero, raça e renda**



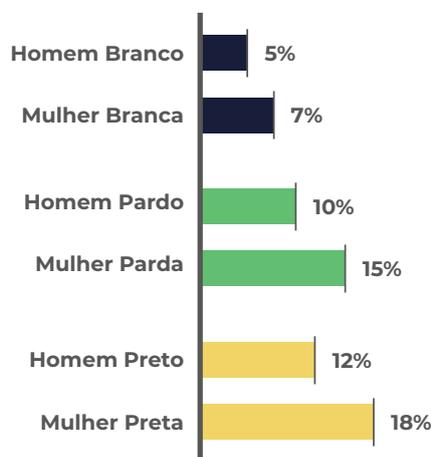
Fonte: ITDP Brasil e NossaBH (2020).

Além disso, o custo do transporte público na RMBH é considerado muito alto devido a uma tarifa que é considerada uma das mais caras do país, fazendo com que o gasto com duas viagens diárias de ônibus comprometam 22% do salário-mínimo.

3 O Belorizontino e o transporte na cidade. ITDP Brasil. Outubro de 2020.

O estudo citado acima realizou o cruzamento das variáveis de gênero e cor/raça e relata que é nítido que as pessoas negras em BH, especialmente as mulheres negras, têm os maiores gastos com transporte público em relação à sua renda média, conforme mostrado na Figura 3.

**Figura 3 – Impacto da tarifa na renda média em Belo Horizonte por gênero e cor/raça**



Fonte: Programa 24 propostas para 2024, NossaBH (2020).

Em Belo Horizonte, os serviços de transporte público urbanos de táxi, vans, micro-ônibus, bicicletas públicas e ônibus municipais estão sob gestão da prefeitura, por meio da empresa pública BHTRANS. Os ônibus intermunicipais estão sob a responsabilidade do Governo do Estado de Minas Gerais e o metrô está sob responsabilidade do Governo Federal.

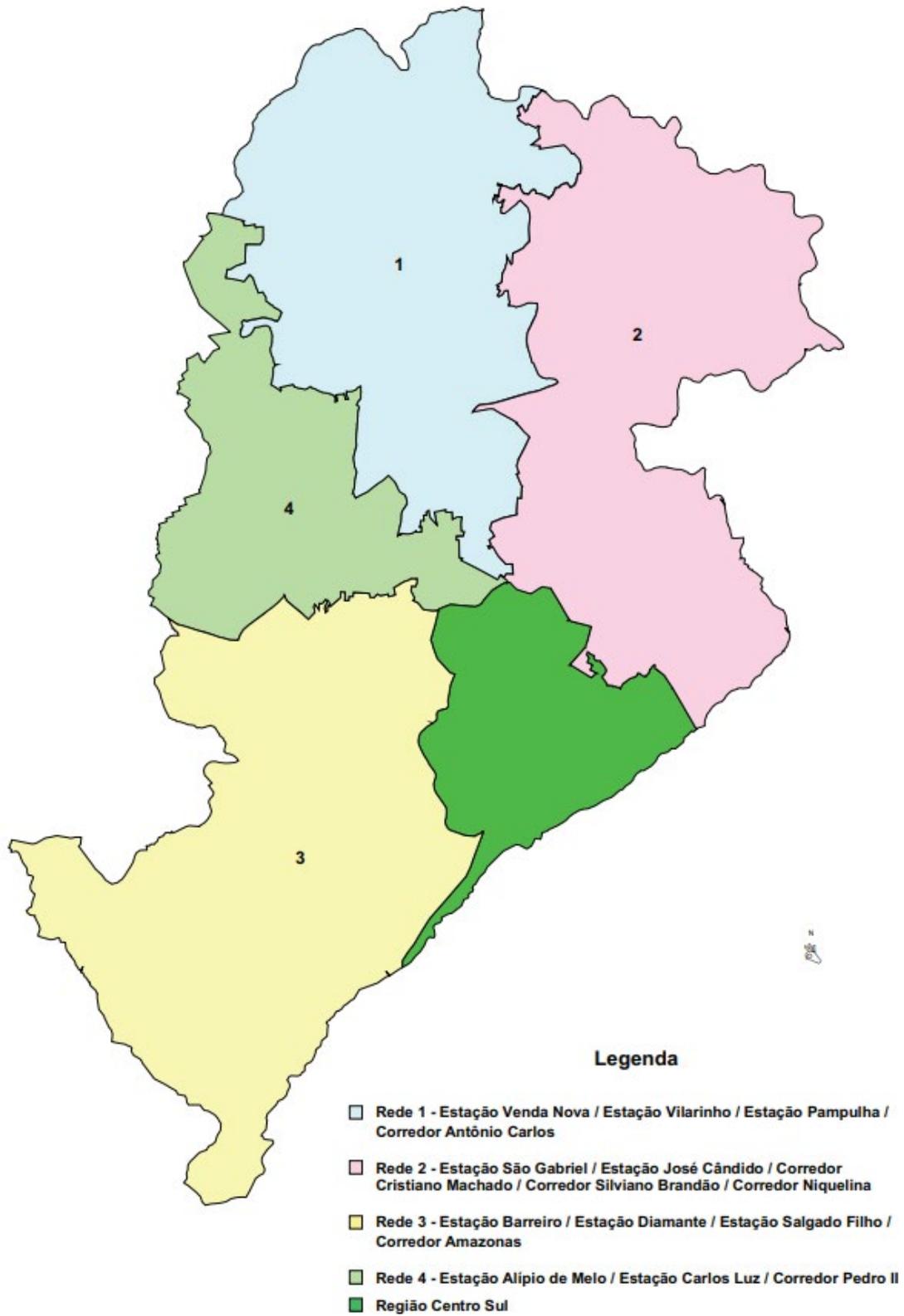
O sistema de transporte por ônibus, segundo dados de 2018, transportava cerca de 137 milhões de passageiros por ano, por meio de quase 20 km de vias exclusivas de BRT's (corredores de ônibus), cerca de 42 km de faixas exclusivas e uma frota composta por 2.629 ônibus convencionais e 192 ônibus articulados.

A operação do sistema de transporte público por ônibus na cidade é dividida em quatro bacias operacionais operadas por concessionárias distintas, conhecidas como Redes de Transporte e Serviços ("RTS"). Em 2008 foram celebrados os quatro contratos de concessão atualmente vigentes:

- RTS 1 – Venda Nova/Pampulha: operada pelo Consórcio Pampulha, composto por 12 empresas;
- RTS 2 – Norte/Nordeste/Leste: operada pela BH Leste, composta por 9 empresas;
- RTS 3 – Barreiro/Oeste: operada pelo Consórcio Dez, composto por 9 empresas;
- RTS 4 – Noroeste e a área de operação em comum (região centro-sul): operada pelo Consórcio Dom Pedro II, composto por 9 empresas.

A Figura 4 apresenta a espacialização das RTS no município de Belo Horizonte. Porém, é importante destacar que os serviços operados por cada consórcio, apesar de pertencerem a uma RTS específica, não se limitam a elas, muitas vezes extrapolando seus limites.

Figura 4 – Redes de Transporte e Serviços (“RTS”) em Belo Horizonte



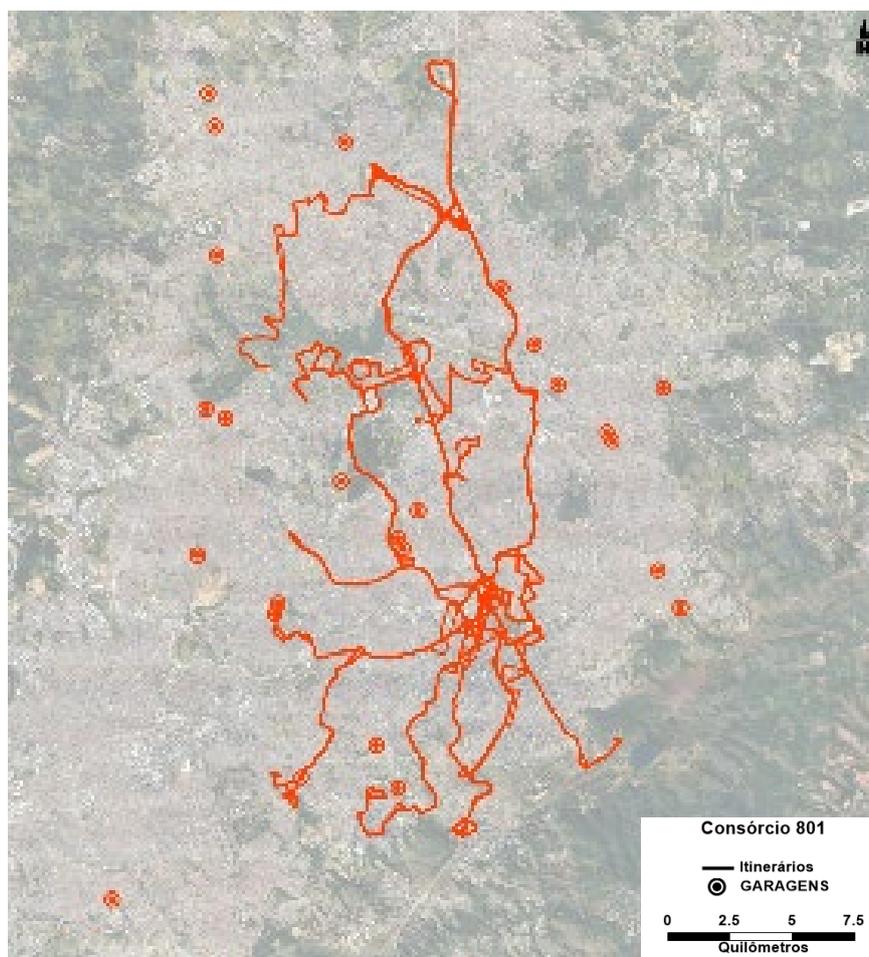
Fonte: Descrição das redes de transportes e serviços e das informações relevantes sobre o atual sistema de transportes do município (BHTRANS).

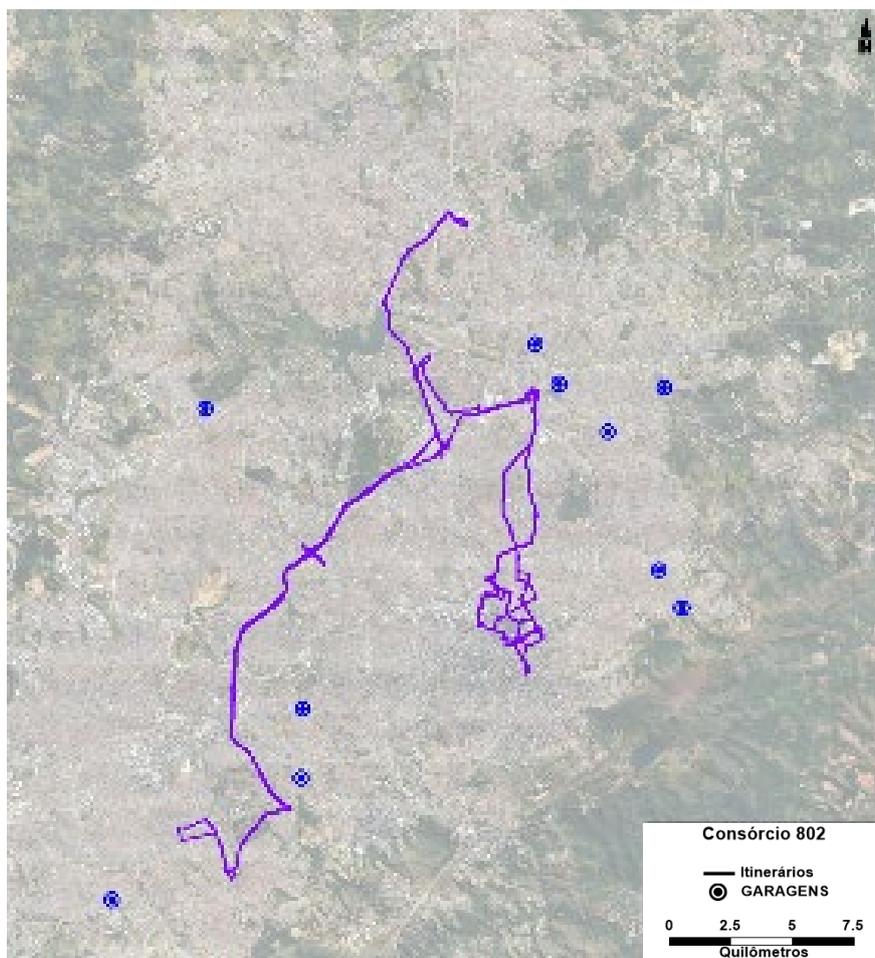
O sistema MOVE é o sistema de *Bus Rapid Transit* (BRT) que opera em Belo Horizonte e em alguns de seus municípios vizinhos, como Ribeirão das Neves, Santa Luzia e Vespasiano. O MOVE foi inaugurado em 2014 e integra o sistema de transportes municipais da cidade gerido pela BHTRANS e o sistema intermunicipal gerido pela Secretaria de Estado de Infraestrutura e Mobilidade (SEINFRA) e é operado pelas concessionárias desta rede.

No caso dos 4 consórcios que operam o sistema de transportes por ônibus municipal de Belo Horizonte, apenas 2 deles operam serviços do MOVE: Consórcio Pampulha (codificado por 801) e o Consórcio BH Leste (codificado por 802).

A Figura 5 apresenta os serviços do MOVE operados por cada uma destas concessionárias e as localizações das respectivas garagens, conforme informado pela BHTRANS.

**Figura 5 – Serviços do MOVE operados pelos Consórcios Pampulha (esquerda) e BH Leste (direita)**





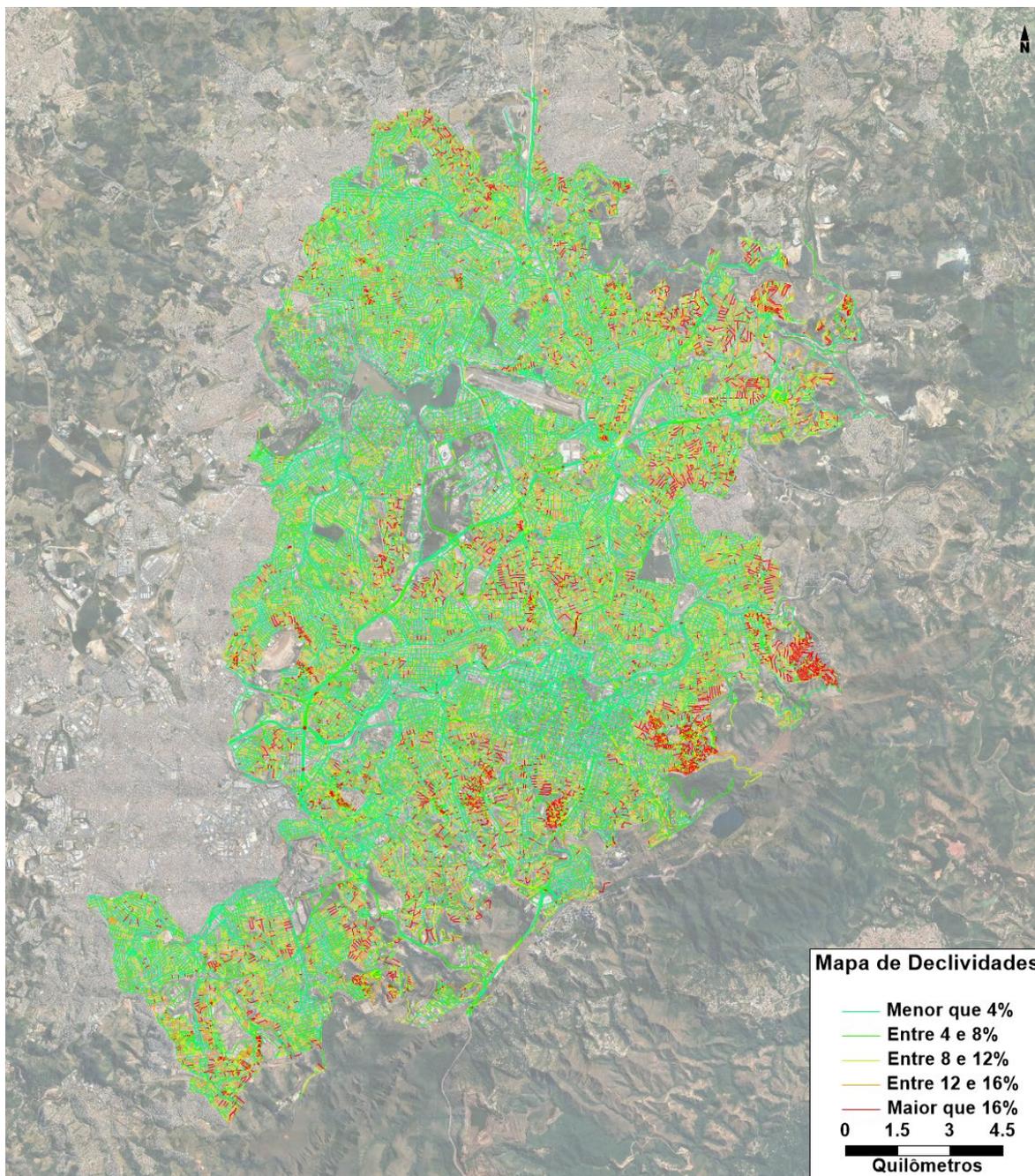
Fonte: BHTRANS, ano 2021.

É importante também destacar a questão da declividade nas vias de Belo Horizonte, uma vez que a questão é historicamente bastante discutida na cidade e apresenta-se como um dos pontos de atenção considerados pela BHTRANS, ao definir a distribuição das linhas de transporte público e evitar problemas operacionais. Segundo a Prefeitura, a topografia da cidade é por vezes usada ainda como argumento para justificar a falta de acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida e ciclistas, argumentação esta que não se sustenta.

Neste sentido, o Instituto de Geociências da UFMG (ICG/UFMG), em parceria com o ITDP e com a BHTRANS, realizou um levantamento das declividades do município, que resultou no Mapa de Declividades de Belo Horizonte. Espera-se que o estudo colabore com auxílio a projetos de mobilidade que dependem da identificação dos caminhos mais planos.

A partir deste estudo constatou-se que a cidade tem uma declividade média de 8,28%. As áreas Central e Pampulha são aquelas com os trechos de inclinação mais suave, enquanto a regional Leste é a que apresenta as maiores declividades médias. Os resultados ainda mostram que algumas vias chegam a ter inclinações de 40 a mais de 72%, como mostrado no mapa abaixo.

Figura 6 – Mapa de declividades de Belo Horizonte



Fonte: Mapa de Declividades de Belo Horizonte, 2020. Prefeitura de Belo Horizonte.

## 1.2 HISTÓRICO DE AVANÇOS COM A ELETROMOBILIDADE

A cidade de Belo Horizonte não conta com ônibus elétricos em sua frota, porém, já participou no passado de testes e projetos em caráter piloto, além de receber eventual suporte do WRI, que elaborou um estudo de pré-viabilidade apoiado pelo Banco Mundial.

Em 2019 a cidade participou de um projeto sobre Eletromobilidade. O projeto consistia no desenvolvimento de três miniônibus elétricos adaptados, estação de recarga rápida, e uma linha experimental em operação, e realização de estudo sobre o impacto da implantação de sistema eCaRR<sup>4</sup> no transporte público em Belo Horizonte-MG, nos corredores BRT.

Em 2021, mais recentemente, a cidade realizou um importante teste com veículos elétricos em algumas linhas de transporte público. Os testes trouxeram grandes aprendizados para as equipes envolvidas e foram considerados como ponto de partida para o desenvolvimento do projeto-piloto de financiamento.

De acordo com a relatoria dos testes, fornecida pela BHTRANS no âmbito deste estudo, o projeto teve como objetivo avaliar a adequabilidade operacional de um ônibus elétrico, levando em consideração situações diversas de condições meteorológicas, relevo e lotação dos carros. Os resultados do teste foram registrados para que possam servir de auxílio para o órgão gestor do transporte na tomada de decisão e na avaliação dos serviços prestados.

Durante os dias 12 de novembro e 7 de dezembro de 2021, quatro linhas do transporte coletivo por ônibus operaram com o veículo 100% elétrico em conjunto com veículo a *diesel*. O teste operacional envolveu o monitoramento em conjunto de veículo referência movido a *diesel*, disponibilizado pela VIAÇÃO TORRES, com características semelhantes ao veículo elétrico cedido pela empresa BYD, tais como: capacidade de transporte de passageiros assentados e em pé, comprimento do veículo, tipo de suspensão e sistema de ar-condicionado.

Uma intercorrência foi observada durante o período de testes do veículo elétrico: o veículo não conseguiu vencer um aclive de inclinação de aproximadamente 25%. O veículo operava pela linha 5503A em horário de pico com passageiros a bordo, fator que também influenciou na limitação à subida, devido ao acréscimo da componente do peso do veículo na resistência ao rolamento em um aclive muito acentuado.

---

4 Veículo elétrico com cargas rápidas regulares.

A BHTRANS relatou que o período de testes do veículo elétrico ocorreu de forma satisfatória e sem outras grandes intercorrências além daquela citada acima. O período estimado de operação foi inferior ao planejado. Porém, no período em que o veículo trafegou foi possível observar o seu funcionamento em diversas condições operacionais, inclusive com declividades acentuadas, e condições climáticas variadas, como períodos de chuva e variações de até 20°C nas temperaturas máxima e mínima.

O projeto relatado foi dividido em duas fases, tendo sido a primeira realizada em 2021 por meio da utilização de um ônibus cedido pela BYD, na forma de contrato de comodato, para testes operacionais. Na segunda fase, os testes seriam ampliados com a previsão de utilização de 25 ônibus de diferentes portes. Ambas as fases visavam cumprir uma das metas fundamentais do plano de mobilidade (PlanMob) da cidade de Belo Horizonte: reduzir a emissão de GEE.

O PlanMobBH-2030 foi dividido em oito eixos, sendo um deles (Cidade Sustentável) com indicadores, metas e ações voltadas para a promoção de uma mudança da matriz energética do sistema de transportes, que deve ser operado por veículos de baixo impacto ambiental. Algumas das metas definidas até 2030 são:

- 100% de veículos movidos a combustíveis não fósseis na frota contratada pelo município; e
- 40% de renovação da frota de ônibus por veículos híbridos ou não movidos a derivados do petróleo.

Para atingir estas metas foram criadas três ações de caráter permanente no plano:

- Prospectar e promover a substituição gradativa da frota de transporte público por veículos com menor potencial de emissão de GEE;
- Estimular a fiscalização das emissões da frota circulante de veículos movidos a *diesel*; e
- Acompanhar a política ambiental e garantir sua articulação com as ações de mobilidade.

Assim, o projeto é caracterizado como uma iniciativa estratégica e um dos passos fundamentais de inovação em mobilidade, sendo uma ação importante no enfrentamento da emergência climática e na busca da melhoria da qualidade do ar, redução da poluição sonora e redução da emissão de GEE, e principalmente na contribuição para a melhoria da qualidade do transporte coletivo.

Fonte: BHTRANS.

A segunda fase será considerada no projeto-piloto em desenvolvimento no âmbito deste estudo. Como será descrito no próximo item, para o projeto-piloto de financiamento estão sendo considerados 25 ônibus elétricos de diferentes portes, convencionais e articulados, conforme previsto anteriormente.

### 1.3 PREMISSAS INICIAIS

Como parte das ações realizadas no âmbito deste estudo, aconteceram duas reuniões técnicas com a equipe da BHTRANS responsável pelo tema, além da reunião de início do projeto em que foram discutidas as premissas e pontos de partida para o desenvolvimento do projeto-piloto de financiamento. Foram indicados a quantidade de tipos de veículos elétricos a serem incluídos na operação do Município e o tipo de tecnologia e recorte do sistema que poderia receber estes veículos.

Em relação à frota do projeto, optou-se por **25 veículos elétricos** de diferentes tipos, sendo **20 veículos convencionais e 5 veículos articulados**. Indicou-se que esta frota deveria operar no sistema MOVE de forma a se aproveitar os corredores de ônibus de infraestrutura segregada para se maximizar os ganhos operacionais e se minimizar as possíveis perdas ou possíveis problemas.

Esta decisão está em linha com a experiência de teste de um veículo elétrico que ocorreu no final do ano de 2021, quando o veículo teve problemas para vencer a inclinação do trajeto de uma das linhas escolhidas, forçando-o a buscar uma nova rota e ainda gerando transtornos aos passageiros embarcados. Neste sentido, os corredores BRT apresentam-se como um ambiente mais favorável, pois, seus trajetos não apresentam declividades muito acentuadas como em algumas ruas por onde passam as linhas que operam também fora dos corredores.

Então, recomendou-se que os veículos elétricos pudessem ser considerados inicialmente, ou seja, no âmbito do projeto-piloto de financiamento para **operação somente nas linhas troncais do sistema MOVE**. Além disto, considerou-se que as linhas troncais são aquelas que apresentam os maiores níveis de demanda, o que faria com que os novos veículos elétricos pudessem ser experimentados por uma maior quantidade de usuários.

Em relação à infraestrutura de recarga, no teste anterior realizado em 2021, o município tinha optado pelo **plug-in tradicional** e recarga noturna nas garagens. No atual projeto-piloto foram avaliados dois cenários também com *plug-in* tradicional: i) recarga lenta nas garagens e ii) recarga lenta nas garagens e recarga de oportunidade nos terminais, de forma a se ampliar a autonomia diária dos veículos.

A questão da autonomia diária dos veículos é uma preocupação, uma vez que no teste anterior foram observadas autonomias baixas em relação a outras experiências de outras cidades. Assim, é importante considerar a busca por opções que possam ampliar a utilização dos veículos elétricos,

visto que quanto maior o uso, maiores podem ser os ganhos operacionais e os ganhos em relação aos indicadores socioeconômicos.

A partir do recorte definido, as linhas troncais do sistema MOVE foram avaliadas para a identificação dos veículos que poderiam ser substituídos com a implementação do projeto-piloto. A análise completa está apresentada no item 3.1 - Definição de cenários operacionais deste relatório.

Em discussão com a equipe, decidiu-se pela não definição, no âmbito da estruturação do projeto de financiamento, de veículos específicos a serem substituídos, uma vez que isto significaria restringir o projeto a um ou alguns dos operadores dos consórcios responsáveis pela operação do MOVE. Desta forma, a equipe recomendou que a análise fosse mantida e complementada, mas apenas como suporte para as discussões e avaliação dos resultados.

## 1.4 AMBIENTE REGULATÓRIO VIGENTE

Este item apresenta uma avaliação dos contratos de operação dos serviços de transporte público vigentes atualmente no Município, com o objetivo de proporcionar o entendimento do arcabouço jurídico existente, que pode influenciar diretamente a implementação dos projetos-piloto de financiamento.

### 1.4.1 Perspectiva nacional

A Constituição Federal, no artigo 175, estabelece que o serviço público será prestado diretamente ou mediante delegação. A disposição constitucional foi regulamentada pela Lei Federal nº 8987/1995, que disciplina o regime de concessão e permissão, e a Lei Federal nº 11.079/2004, que disciplina as parcerias público-privadas.

No contrato de concessão, o Poder Concedente será a entidade federativa constitucionalmente competente para prestação de determinado serviço, podendo delegar sua execução para o particular. Por sua vez, a Concessionária será a pessoa jurídica de direito privado, constituída por particulares, que vai se relacionar com o usuário mediante a prestação do serviço público. Isto significa que a relação jurídica direta que se forma é entre o Poder Concedente e a Concessionária. O Poder Concedente delega a prestação do serviço público.

**Figura 7 – Relação jurídica entre Poder Concedente e Concessionária**



Fonte: Elaboração própria.

Especificamente com relação ao transporte público, a Lei Federal nº 12.587/2012 definiu regras para a mobilidade urbana e instituiu a tarifa de remuneração como forma de pagamento pela prestação deste serviço. Considerando que os contratos celebrados pela cidade foram consequência de procedimentos licitatórios anteriores a 2012 e celebrados com fundamento nas Leis Federais nº 14.133/2021 (licitação) e nº 8987/1995 (concessão), são realizados, em caráter preliminar, alguns apontamentos sobre o contrato definido nas referidas legislações.

O artigo 23 da Lei de Concessão estabelece as cláusulas essenciais do contrato e, dentre elas, destacam-se:

- O objeto, a área e o prazo da concessão;
- O modo, a forma e condições de prestação do serviço;
- Os critérios, indicadores, fórmulas e parâmetros definidores da qualidade do serviço;
- O preço do serviço e os critérios e procedimentos para o reajuste e a revisão das tarifas;
- Os direitos, garantias e obrigações do Poder Concedente e da concessionária, inclusive os relacionados às previsíveis necessidades de futura alteração, expansão e modernização do serviço, aperfeiçoamento e ampliação dos equipamentos e das instalações;
- Os direitos e deveres dos usuários para obtenção e utilização do serviço;
- A forma de fiscalização das instalações, dos equipamentos, dos métodos e práticas de execução do serviço, bem como a indicação dos órgãos competentes para exercê-la;
- As penalidades contratuais e administrativas a que se sujeita a concessionária e sua forma de aplicação.

Os contratos administrativos têm como característica as chamadas cláusulas exorbitantes que, em razão da tutela do interesse público, possibilitam: alteração unilateral das cláusulas de execução, desde que assegurada a manutenção do equilíbrio econômico-financeiro do Contrato (art. 9º, §4); a extinção unilateral do contrato antes do término do prazo estabelecido; a inspeção e fiscalização da execução do contrato; a aplicação direta de sanções contratuais e administrativas. Estas prerrogativas visam garantir que o serviço público seja prestado em consonância com as necessidades do cidadão.

Os contratos devem prever mecanismos de revisão tarifária para garantir o equilíbrio econômico-financeiro (art. 9º, § 2º) e, no caso de o Poder Público alterar, de forma unilateral, a execução do contrato, deve garantir o equilíbrio econômico-financeiro inicial, simultaneamente a tal alteração (art. 9º, § 4º).

Com a extinção do contrato, duas situações simultâneas se deflagram: a) retornam ao Poder Concedente os direitos e privilégios transferidos ao concessionário e os bens reversíveis, ou seja, bens descritos no contrato que passam automaticamente à propriedade do Poder Concedente com a extinção da concessão; b) haverá imediata assunção do serviço pelo Poder Concedente, procedendo-se aos levantamentos, avaliações e liquidações necessárias (Art. 35, §1º e 2º).

#### **1.4.2 Contratos de concessão**

A Prefeitura de Belo Horizonte tem a competência para planejar, organizar, dirigir, coordenar, executar, delegar e controlar a prestação de serviços públicos relativos a transporte coletivo e individual de passageiros, tráfego, trânsito e sistema viário municipal, conforme estabelece a Lei Orgânica do Município (artigo 193).

De acordo com a Lei Municipal nº 9491/2008, o Poder Executivo é autorizado a conceder o serviço de transporte coletivo de passageiros e à BHTRANS foi atribuída a atividade de regulação e fiscalização dos serviços concedidos, e esta atribuição foi delimitada por meio da Lei Municipal nº 5953/1991.

A Prefeitura tornou pública a Concorrência n.º 131/2008, em 27 de março de 2009, para concessão do serviço público de transporte coletivo municipal por ônibus, com fundamento nas Leis Federais nº 8987/1995 e nº 14.133/20, na Lei Orgânica do Município e Lei Municipal nº 9494/2008. O transporte coletivo por ônibus de Belo Horizonte foi dividido em quatro bacias operacionais atendidas por concessionárias distintas, conhecidas como Redes de Transporte e Serviços (RTS). Em 25 de julho de 2008 foram celebrados os quatro contratos de concessão:

- RTS 1: operada pelo Consórcio Pampulha, composto por 12 empresas [1];
- RTS 2: operada pela BH Leste, composta por 9 empresas [2];
- RTS 3: operada pelo Consórcio Dez, composto por 9 empresas [3];
- RTS 4: operada pelo Consórcio Dom Pedro II, composto por 9 empresas [4].

O Objeto do Contrato de Concessão é a delegação da gestão dos serviços de transporte e que corresponde ao transporte de usuários, instalação, conservação e manutenção das garagens e instalação, manutenção, desenvolvimento, atualização e operação do SITBus.

O prazo de vigência dos contratos em questão é de vinte anos, contados a partir do início da prestação do serviço, que se deu em 15 de novembro de 2008, tendo como regra a não prorrogação do ajuste (cláusula 6.1). Entretanto, o contrato prevê a possibilidade de alteração do prazo da concessão, condicionada à revisão do contrato (itens 19.13 c/c 30.2). A revisão (cláusula 19), por sua vez, poderá ser implementada pelos mecanismos estabelecidos no item 19.13 e, dentre eles, a possibilidade da alteração do prazo da concessão.

A remuneração do Concessionário é decorrente da tarifa paga pelo passageiro, de acordo com a política tarifária vigente (item 11.1), sendo permitida outras fontes de receitas – alternativas, complementares e acessórias inerentes aos serviços e decorrentes de projetos associados (item 12.1).

O contrato prevê o reajuste da tarifa, fruto da aplicação da fórmula prevista no instrumento contratual (cláusula 11), que tem por finalidade a correção do valor da tarifa frente à variação dos custos dos serviços. A homologação do reajuste é publicada no Diário Oficial, até 26 de dezembro de cada ano. A cada quatro anos, o Poder Concedente realiza a revisão tarifária para repassar ao valor da tarifa os ganhos de produtividade objetivos pela Concessionária (cláusula 22).

Os bens vinculados à Concessão foram disciplinados pelo Anexo III do Edital e na Proposta Comercial apresentada pela concessionária, quando do procedimento licitatório, e sua ocorrência deve acontecer de acordo com o regulamento editado pela BHTRANS (cláusula 7), e tais bens não serão objeto de reversão e não caberá indenização pelo acréscimo ou substituição destes bens (item 7.7.1).

Os Bens Reversíveis, a seu turno, estão disciplinados no item 7.6 e deverão estar em condições de uso por no mínimo 24 meses (item 7.6.1) e de regra não cabe indenização pela reversão (item 7.6.2).

Os parâmetros para prestação dos serviços constam nos anexos III e VIII do Edital de Concorrência Pública e no Regulamento dos Serviços. O anexo III trata dos requisitos mínimos para prestação dos serviços, enquanto o Anexo VIII aborda especificamente o SITBus (Sistema Inteligente de Transporte do Município de Belo Horizonte), detalhando todas as funcionalidades e equipamentos que devem estar presentes no sistema.

No que tange à operação, a avaliação é feita pelo Índice de Desempenho Operacional (IDO)<sup>5</sup>. O Contrato e o Regulamento não estabeleceram a composição do IDO e deixaram a cargo da BHTRANS a sua definição. Sua

---

<sup>5</sup> Com relação a estes índices e conforme apontado por Kittelson & Associates Inc *et al.*, (2003), faz sentido usar diversas medidas de performance para reduzir o excesso de informações reportadas, de maneira que seja possível fornecer um panorama geral do desempenho do serviço, mas tem o condão de poder mascarar algumas mudanças no sistema.

instituição ocorreu por meio de ato da Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte (“BHTRANS”) - Portaria nº 052/2021.

O IDO<sup>6</sup> é constituído por um conjunto de índices operacionais com vistas à avaliação da adequação e satisfação dos serviços ofertados aos usuários, apurados a partir do desempenho dos principais atributos de viagem. Isto é, o desempenho do serviço prestado e é calculado pelos seguintes índices:

- Índice de Cumprimento à Programação: avalia o percentual de viagens realizadas em relação à programação horária;
- Índice de Pontualidade de Viagens: avalia o percentual de viagens que tiveram início respeitando a programação horária, com uma tolerância de até 10 minutos ou meio *headway* (considera-se o menor valor entre os dois);
- Índice de Conforto de Viagens: avalia o percentual de subfaixas horárias que apresentam lotação dos ônibus superior à estabelecida (levando em consideração a taxa máxima de ocupação);
- Índice de Confiabilidade Mecânica: relação entre o número de viagens interrompidas devido a falhas mecânicas e a quilometragem produtiva do sistema;
- Índice de Segurança das Viagens: relação entre o número de viagens com ocorrências de eventos inseguros (acidentes de percurso, assaltos, depredação etc.) e o total de viagens realizadas;
- Índice de Infrações Regulamentares: relaciona o número de pontos relativos às infrações cometidas (previstas no regulamento do serviço) e a quilometragem produtiva do sistema;
- Índice de Reclamações dos Usuários: avalia o número de reclamações em relação ao total de passageiros que utilizam bilhetagem eletrônica.

A partir dos resultados dos índices acima surge o IDO, que então é convertido para uma escala variável: “A” nível de excelência e “E” nível inadmissível.

Apesar disto, os índices que compõem o IDO de Belo Horizonte possuem metas próprias a serem atingidas, o que permite a avaliação individual de cada aspecto analisado. Ainda que existam limites admissíveis para cada índice, não existem penalidades associadas ao não cumprimento destes. Contudo, caso uma concessionária obtenha um IDO de nível E por seis meses consecutivos, ela se encontra sujeita à rescisão contratual — caducidade (item 27.6.1). Em contraponto, a concessionária que apresentar o melhor IDO em um período de 12 meses terá o direito à exploração de novas linhas que venham a ser criadas pelo Poder Público dentro da área comum de operação (item 14.1.3).

---

<sup>6</sup> Memória Descritiva do Índice de Desempenho Operacional – IDO. <https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/bhtrans/2021/apresentacao-executiva-do-ido-1.pdf>

A título de observação, a concessão do sistema de Belo Horizonte não prevê medida que permita avaliar a percepção do cliente em relação ao sistema, exceto os canais de reclamação. Não há pesquisa de satisfação, o que se entende como elemento importante para aferir a qualidade do sistema e identificar pontos passíveis de melhoria. Neste sentido, Marçal Justen Filho (2003) [5] expõe que:

*Somente se pode obter a integral e satisfatória operacionalização da concessão a partir do reconhecimento de que a comunidade e, em especial, os usuários do serviço, não são terceiros a relação jurídica. Adota-se a concepção de que a concessão se configura como uma relação jurídica trilateral, em que um dos polos é ocupado por instituições representativas da comunidade.*

Quanto à frota, o contrato prevê a substituição após o término do prazo de vida útil dos veículos, que é de 10 a 12 anos em média. Os veículos articulados e biarticulados poderão ter até 12 anos de uso. Os veículos leves terão vida útil de no máximo 7 anos e os demais veículos terão vida útil de 10 anos.

Para a substituição do veículo, a Concessionária deve consultar a BHTRANS para a avaliação, bem como o atendimento das normas regulamentares e a legislação cabível à espécie (cláusula 2.4.2 do Anexo III).

A implementação e manutenção dos pontos de acesso (pontos de ônibus, estações e terminais) não são objeto da concessão, por isso não há especificações em relação a estes aspectos.

É admitida a celebração de contratos regidos pelas normas de direito privado entre a concessionária e terceiros. Entretanto, não se estabelece qualquer relação jurídica entre os terceiros e o Poder Concedente. Isto significa que as Concessionárias poderão contratar terceiros para desenvolvimento de atividades inerentes, acessórias ou complementares ao serviço, bem como para implementação de projetos associados (item 14.8). Importante registrar que não se trata da contratação de terceiros para prestação do serviço público concedido.

O Contrato permite a subconcessão do contrato (cláusula 29), desde que haja autorização expressa pelo Poder Concedente e que esta outorga seja sempre precedida de licitação na modalidade concorrência.

De outro lado, a transferência de concessão ou do controle societário da concessionária, sem prévia anuência do Poder Concedente, implicará na caducidade da concessão (item 28.1).

Além disto, é prevista a possibilidade de a BHTRANS exigir a instalação de rampas nas portas dos ônibus, para garantir a acessibilidade universal, bem como o uso de fontes de energia menos poluentes, mas não há especificação de prazos, percentual da frota que deve atender estes critérios ou quaisquer outros detalhamentos sobre estes itens. Isto significa que a BHTRANS tem a possibilidade de, a qualquer momento, exigir adequação, atualização, utilização de novas tecnologias e combustíveis com intuito de melhoria ambiental.

Até abril de 2022 existem sete aditivos contratuais, quais sejam:

- 1º Aditivo para antecipação do pagamento pela Concessionária;
- 2º Aditivo para alteração da nomenclatura de agente de liquidação; dos índices para cálculo de reajuste da tarifa; regras de publicidade; contratação de seguro; possibilidade de utilizar a arbitragem; situações de caso fortuito e força maior;
- 3º Aditivo para alteração do índice para o cálculo de reajuste da tarifa;
- 4º Aditivo para acrescentar cláusula sobre: dissídio coletivo ou convenção coletiva de trabalho; cláusula a respeito da TIR oriunda dos processos de revisão e para alterar a cláusula sobre o coeficiente de redução;
- 5º Aditivo para acrescentar a cláusula sobre dissídio coletivo ou convenção coletiva de trabalho; cláusula a respeito da TIR oriunda dos processos de revisão. Alterada a cláusula sobre o coeficiente de redução;
- 6º Aditivo para ajustar o valor para revisão contratual; alteração dos índices para cálculo de reajuste da tarifa; alteração de tarifa no caso de dissídio coletivo ou convenção coletiva de trabalho;
- 7º Aditivo para incluir ao Poder Concedente a possibilidade de licitar a terceiros serviços especializados para atendimento turístico, caracterizados pela utilização de veículos distintos dos atualmente especificados para o serviço de transporte público coletivo e convencional de passageiros por ônibus, sem que se dê à concessionária direito à recomposição do equilíbrio econômico-financeiro do contrato.

Por fim, é importante mencionar que os contratos de concessão do transporte público coletivo de Belo Horizonte são alvos de questionamento pelo Ministério Público de Minas Gerais<sup>7</sup>. A Tabela 1 a seguir apresenta um quadro síntese dos documentos avaliados.

---

<sup>7</sup> A ação judicial tem como objetivo principal a declaração judicial de nulidade da Concorrência Pública 131/2008 (processo licitatório para concessão do serviço público de transporte coletivo municipal por ônibus) e de todos os contratos de concessão de transporte público e aditivos dela advindos, em razão de indícios de conluio entre as participantes da licitação e de ausência de competição. Em caráter subsidiário/secundário busca a declaração judicial de caducidade da concessão por descumprimento de contrato. A ação foi protocolada em setembro de 2021, sob n.º 5140496-50.2021.8.13.0024. Em abril de 2022 ocorreu o último andamento do processo, que aguarda despacho do Juiz para seguir com as intimações. Atualmente, em agosto de 2022 se encontra em trâmite e sem sentença.

Tabela 1: Quadro síntese dos contratos e aditivos – Belo Horizonte

<b>CONTRATOS</b>				
<b>Contrato</b>	RTS N° 1	RTS N° 2	RTS N° 3	RTS N° 4
<b>Data de assinatura</b>	25/07/2008	25/07/2008	25/07/2008	25/07/2008
<b>Área de Operação</b>	Venda Nova/ Pampulha	Norte/Nordeste/ Leste	Barreiro/Oeste	Noroeste e área de operação em comum
<b>Parceiro Privado</b>	Consórcio DEZ	BH LESTE	Consórcio DEZ	Consórcio DOM PEDRO II
<b>Modalidade</b>	Concessão	Concessão	Concessão	Concessão
<b>Valor da Outorga (em bilhões de R\$)</b>	4,33	4,81	4,33	2,84
<b>N° de linhas atendidas</b>	81 linhas + linhas de atendimento ao turista	89 linhas	92 linhas	60 linhas
<b>Prazo de vigência</b>	20 anos			
<b>Previsão de extensão contratual</b>	Sem previsão			
<b>Política de remuneração</b>	Arrecadação tarifaria de acordo com a política vigente			
<b>Reajuste da tarifa</b>	Anualmente (dezembro)			
<b>Revisão da tarifa</b>	A cada 4 anos, com objetivo de repassar ao valor da tarifa os ganhos de produtividade. É possível que sejam considerados eventuais desequilíbrios da equação econômico-financeira do contrato.			
<b>Subconcessão</b>	É admitida, desde que precedida de licitação na modalidade concorrência.			
<b>Transferência concessão/ controle societário</b>	Admitido			
<b>Possui Aditivo</b>	Sim			
<b>Previsão de incluir novas tecnologias</b>	Sim (Anexo III, item 2.4.6, fls. 9)			
<b>Considera compensação ambiental</b>	Não			
<b>Prevê ações de capacitação</b>	Não			
<b>Prevê ações de inclusão social e gênero</b>	Não			
<b>ADITIVO 1</b>				
<b>Data do aditivo</b>	25/07/2008			
<b>Objeto do Aditivo</b>	Antecipação do pagamento pela concessionária			

<b>CONTRATOS</b>	
<b>ADITIVO 2</b>	
<b>Data do aditivo</b>	17/12/2008
<b>Objeto do Aditivo</b>	Alteração: da nomenclatura de agente de liquidação; dos índices para cálculo de reajuste da tarifa; regras de publicidade; contratação de seguro; possibilidade de utilizar a arbitragem; situações de caso fortuito e força maior.
<b>ADITIVO 3</b>	
<b>Data do aditivo</b>	14/12/2010
<b>Objeto do Aditivo</b>	Alteração: do índice para cálculo de reajuste da tarifa
<b>ADITIVO 4</b>	
<b>Data do aditivo</b>	19/12/2014
<b>Objeto do Aditivo</b>	Fica acrescida cláusula sobre: dissídio coletivo ou convenção coletiva de trabalho; a respeito da TIR oriunda dos processos de revisão. Alterada a cláusula sobre o coeficiente de redução.
<b>ADITIVO 5</b>	
<b>Data do aditivo</b>	19/12/2014
<b>Objeto do Aditivo</b>	Alteração de cláusula permitindo a utilização de veículos de outra RTS para maior eficiência na prestação dos serviços ofertados; inclusão de responsabilidades da concessionária; determinação da tarifa para revisão quadrienal; alteração dos índices para cálculo de reajuste da tarifa.
<b>ADITIVO 6</b>	
<b>Data do aditivo</b>	16/12/2015
<b>Objeto do Aditivo</b>	Ajustado o valor para revisão contratual; alteração dos índices para cálculo de reajuste da tarifa; alteração da tarifa no caso de dissídio coletivo ou convenção coletiva de trabalho.
<b>ADITIVO 7</b>	
<b>Data do aditivo</b>	07/10/2016
<b>Objeto do Aditivo</b>	Inclusão do Poder Concedente da possibilidade de licitar a terceiros serviços especializados para atendimento turístico, caracterizados pela utilização de veículos distintos dos atualmente especificados para o serviço de transporte público coletivo e convencional de passageiros por ônibus, sem que se dê à concessionária direito à recomposição do equilíbrio econômico-financeiro do contrato.

Fonte: Elaboração própria.

## 1.5 ORIENTAÇÕES PARA O PROJETO-PILOTO

A seção 3.2 do presente Relatório apresenta uma análise detalhada das premissas e da metodologia utilizada para a modelagem financeira do Projeto-Piloto de transição para a Eletromobilidade. Tais premissas decorrem de uma combinação entre as condicionantes de mercado — sobre as quais o agente responsável pela operação dos veículos elétricos não terá ingerência, como por exemplo o preço de *diesel* —, com um conjunto de variáveis, sobre as quais haverá a possibilidade de o agente operador interceder, por exemplo da forma de contratação de energia elétrica, as bases de aquisição de veículos e outras, assim como a sua forma de financiamento.

Neste contexto, a seção seguinte apresenta uma breve avaliação da estrutura tarifária da energia elétrica, enquanto a seção 1.5.2 trata dos mecanismos de eliminação de ônibus e baterias no final da vida útil.

### 1.5.1 Estrutura tarifária da energia elétrica

A operação de veículos elétricos em larga escala, abrangendo um percentual expressivo da frota em operação no Município, terá como subproduto uma demanda expressiva por energia para a movimentação desta frota. Este volume de demanda de energia futuramente viabilizará a possibilidade de que o ente responsável pela operação de veículos elétricos qualifique-se como “consumidor livre” ou “consumidor especial”. Nos termos da normatização disponibilizada pela Agência Nacional de Energia Elétrica, um Consumidor Livre é aquele que possui demanda contratada com a distribuidora superior a 1000 KW. Este tipo de consumidor pode contratar qualquer tipo de energia: convencional ou incentivada, especial ou não especial. A partir de janeiro de 2023, os consumidores com carga igual ou superior a 500kW e qualquer nível de tensão poderão passar a ser qualificados como consumidores livres.

Consumidor especial é representado por uma unidade ou um conjunto de unidades de consumidores estabelecidos em áreas contíguas ou que estejam inscritos em um mesmo CNPJ, cuja demanda contratada com a distribuidora seja maior ou igual a 500 KW e menor que 1500 KW. Este tipo de consumidor pode contratar as seguintes energias:

- incentivada especial (há repasse de desconto na TUSD); e
- convencional especial (não há repasse de desconto na TUSD).

Este volume de demanda contratada de energia é bastante superior ao consumo esperado com os veículos vinculados ao Projeto-Piloto, contemplando a carga de 20 veículos articulados e 5 veículos do tipo *Padron*. Para o projeto-piloto considerou-se o custo com energia para “Consumidores Cativos”, isto é, aqueles que adquirem energia junto ao Ambiente Regulado de Comercialização.

No caso de Belo Horizonte, a distribuidora responsável é a CEMIG-SIM, cujos valores são reproduzidos a seguir.

Tabela 2: Tarifa da CEMIG-SIM do Grupo A (antes de impostos) para média e alta tensão

TARIFA AZUL						
<b>A1 - 230KV OU MAIS</b>	<b>DEMANDA R\$/KW</b>	<b>BANDEIRA VERDE - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA AMARELA - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA VERMELHA 1 - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA VERMELHA 2 - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA ESCASSEZ HÍDRICA - CONSUMO R\$/KWH</b>
Demanda Ponta	0,00					
Demanda Fora de Ponta	0,00					
Demanda Ultrap. F. Ponta	0,00					
Demanda Ultrap. F. Ponta	0,00					
Cons. Ponta - P. Seco		0	0	0	0	0
Cons. Ponta-P. Úmido		0	0	0	0	0
Cons. F. Ponta - P. Seco		0	0	0	0	0
Cons. F. Ponta - P. Úmido		0	0	0	0	0
<b>A2 - 88 KV A 138KV</b>	<b>DEMANDA R\$/KW</b>	<b>BANDEIRA VERDE - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA AMARELA - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA VERMELHA 1 - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA VERMELHA 2 - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA ESCASSEZ HÍDRICA - CONSUMO R\$/KWH</b>
Demanda Ponta	13,98					
Demanda Fora de Ponta	6,07					
Demanda Ultrap. Ponta	27,96					
Demanda Ultrap. F. Ponta	12,14					
Cons. Ponta		0,469820	0,488560	0,509530	0,56476	0,61182
Cons. Fora Ponta		0,320800	0,339540	0,360510	0,41572	0,4628

<b>A3 - 69 KV</b>	<b>DEMANDA R\$/KW</b>	<b>BANDEIRA VERDE - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA AMARELA - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA VERMELHA 1 - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA VERMELHA 2 - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA ESCASSEZ HÍDRICA - CONSUMO R\$/KWH</b>
Demanda Ponta	21,54					
Demanda Fora de Ponta	7,94					
Demanda Ultrap. Ponta	43,08					
Demanda Ultrap. F. Ponta	15,88					
Cons. Ponta		0,47948	0,49822	0,519190	0,5744	0,62148
Cons. Fora Ponta		0,330460	0,3492	0,370170	0,425380	0,47246
<b>A3A - 30 KV A 44 KV</b>	<b>DEMANDA R\$/KW</b>	<b>BANDEIRA VERDE - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA AMARELA - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA VERMELHA 1 - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA VERMELHA 2 - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA ESCASSEZ HÍDRICA - CONSUMO R\$/KWH</b>
Demanda Ponta	44,9					
Demanda Fora de Ponta	14,86					
Demanda Ultrap. Ponta	89,8					
Demanda Ultrap. F. Ponta	29,72					
Cons. Ponta		0,49566	0,5144	0,53537	0,590580	0,63766
Cons. Fora Ponta		0,34664	0,36538	0,38635	0,441560	0,48664
<b>A4 - 2,3 KV A 25 KV</b>	<b>DEMANDA R\$/KW</b>	<b>BANDEIRA VERDE - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA AMARELA - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA VERMELHA 1 - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA VERMELHA 2 - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA ESCASSEZ HÍDRICA - CONSUMO R\$/KWH</b>
Demanda Ponta	44,90					
Demanda Fora de Ponta	14,86					
Demanda Ultrap. Ponta	89,8					
Demanda Ultrap. F. Ponta	29,72					
Cons. Ponta		0,495660	0,5144	0,53537	0,590580	0,63766
Cons. Fora Ponta		0,346640	0,36538	0,38635	0,441560	0,48864

<b>AS – SUBTERRÂNEO</b>	<b>DEMANDA R\$/KW</b>	<b>BANDEIRA VERDE - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA AMARELA - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA VERMELHA 1 - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA VERMELHA 2 - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA ESCASSEZ HÍDRICA - CONSUMO R\$/KWH</b>
Demanda Ponta	71					
Demanda Fora Ponta	15,47					
Demanda Ultrap. Ponta	142					
Demanda Ultrap. Fora Ponta	30,94					
Consumo Ponta		0,531000	0,549740	0,570710	0,625920	0,673
Consumo Fora Ponta		0,381980	0,400720	0,421690	0,476900	0,52398
<b>TARIFA VERDE</b>						
<b>A3A - 30 KV A 44 KV</b>	<b>DEMANDA R\$/KW</b>	<b>BANDEIRA VERDE - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA AMARELA - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA VERMELHA 1 - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA VERMELHA 2 - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA ESCASSEZ HÍDRICA - CONSUMO R\$/KWH</b>
Demanda	14,86					
Demanda Ultrap. F. Ponta	29,72					
Cons. Ponta		1,58306	1,601800	1,62277	1,67798	1,72506
Cons. Fora Ponta		0,34664	0,365380	0,38635	0,44156	0,48864
<b>A4 - 2,3 KV A 25 KV</b>	<b>DEMANDA R\$/KW</b>	<b>BANDEIRA VERDE - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA AMARELA - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA VERMELHA 1 - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA VERMELHA 2 - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA ESCASSEZ HÍDRICA - CONSUMO R\$/KWH</b>
Demanda	14,86					
Demanda Ultrap. F. Ponta	29,72					
Cons. Ponta		1,58306	1,601800	1,62277	1,67798	1,70506
Cons. Fora Ponta		0,346640	0,36538	0,386350	0,441560	0,48864
<b>AS SUBTERRÂNEO</b>	<b>DEMANDA R\$/KW</b>	<b>BANDEIRA VERDE - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA AMARELA - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA VERMELHA 1 - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA VERMELHA 2 - CONSUMO R\$/KWH</b>	<b>BANDEIRA ESCASSEZ HÍDRICA - CONSUMO R\$/KWH</b>
Demanda	15,47					
Demanda Ultrap. Fora Ponta	30,94					
Consumo Ponta		2,25074	2,26948	2,29045	2,34566	2,39274
Consumo Fora Ponta		0,38198	0,40072	0,42169	0,4769	0,52398

Fonte: CEMIG-SIM (2022).

A distribuição dos parâmetros de energia utilizados pela CEMIG-SIM levou à adoção dos seguintes parâmetros para cálculo dos custos com o fornecimento deste insumo no âmbito do Projeto-Piloto:

- Aquisição em A4 - 2,3 KV A 25 KV;
- 30% da energia em Bandeira Verde, 30% em bandeira amarela e 40% em bandeira vermelha;
- Impostos incidentes sobre a compra de energia:
  - PIS / Pasep: 0,77%
  - Cofins: 3,56%
  - ICMS (MG): 30,00%
- Dispêndio com demanda com base no dispêndio com consumo de energia: 7,0%.

Tendo por base estes parâmetros, restará à empresa responsável pela operação dos veículos a decisão sobre o modelo de recarga, conforme explanado nos capítulos seguintes. Caso a recarga seja restrita ao período noturno, 100% da demanda será contratada no período fora da ponta. Já no modelo de recarga de oportunidade considera-se que cerca de 15% da recarga total será realizada no período de tarifas de ponta, enquanto a maior parcela, 85%, permanecerá sendo realizada fora da ponta.

A ponderação de todos estes elementos indica que o valor considerado para energia com a oportunidade de recarga é de R\$ 0,623903 por kw/h. Caso a operação se restrinja à recarga noturna, adquirindo a íntegra da energia na tarifa fora da ponta, o valor tarifário será de R\$ 0,588189 por kw/h.

### **1.5.2 Mecanismos de eliminação de ônibus e baterias**

A tecnologia de ônibus elétrico é relativamente nova e há poucos exemplos reais de frotas elétricas alcançando o final da vida útil. No entanto, ao contrário de ônibus convencionais, os ônibus elétricos apresentam menor número de peças móveis no motor, por isto é esperado que proporcione menos manutenção e maior vida útil (Mahmoud *et al.*, 2016 [6]). Desta forma, é provável que a degradação da bateria seja o primeiro fator a ser considerado para substituição. Por esta razão, sugere-se que os planos de disposição final das baterias estejam alinhados com a expiração das garantias das baterias, de acordo com o manual “*How to Enable Electric Bus Adoption in Cities Worldwide*” elaborado pela WRI em 2019 [7].

Ainda no planejamento técnico e operacional do projeto de implantação de ônibus elétricos na frota do sistema de transporte coletivo de um município, é necessário abordar temas a respeito de destinação final dos veículos e das baterias após o término da vida útil. O estabelecimento de mecanismos de destinação final durante a etapa inicial do projeto tende a reduzir incertezas e favorecer a viabilidade econômica do projeto, de acordo com o Guia de Eletromobilidade (MDR, 2022 [8]). O manual “*How to Enable Electric Bus Adoption in Cities Worldwide*” apresenta quatro opções, dado que a garantia da bateria expira e/ou a bateria se torna muito degradada para a operação dos ônibus:

- **Substituir a bateria e continuar a operar o ônibus pelo mesmo operador por anos adicionais.** Este cenário é mais provável, dado que o ônibus geralmente apresenta uma vida útil maior do que a bateria;
- **Substituir a bateria e vender o ônibus para terceiros.** É provável que o operador do ônibus não queira arcar com o custo de uma nova bateria, a menos que o custo total de revenda compense o custo de instalar uma nova bateria;
- **Vender ou descartar o ônibus e manter a bateria através de reciclagem ou uso de segunda vida.** Este cenário é mais provável de acontecer quando o mercado de baterias usadas, destinadas à reciclagem ou outros usos, esteja maduro e o chassi do ônibus esteja velho;
- **Vender ou descartar o ônibus e a bateria.** Este cenário é mais provável de acontecer quando os valores residuais das baterias e dos ônibus não são claros ou muito baixos, e o custo de substituição de bateria é superior ao valor que seria recebido caso fosse vendido tudo.

Sabe-se que é difícil prever o custo e a disponibilidade de baterias de veículos, no entanto, os custos estão diminuindo rapidamente e se espera que continuem assim ao longo da próxima década (BNEF, 2018 [9]). Apesar das estimativas dos custos futuros variarem devido às incertezas, a maioria das previsões ilustram uma mesma tendência geral, conforme estimativa da *Bloomberg New Energy Finance*. O custo das baterias deve continuar a reduzir pela metade, alcançando 70 dólares/kWh em 2030, de acordo com o manual WRI, 2019. Além disto, há várias pesquisas sendo realizadas em relação à reciclagem e uso de segunda vida das baterias.

A “segunda vida” se refere à transição do uso de baterias em veículos para aplicações de armazenamento de energia estacionária e gerenciamento de pico de demanda. A degradação de baterias em veículos resulta em uma redução da autonomia de operação, o que torna o seu uso inadequado ao longo do tempo. Desta forma, as baterias ainda apresentam capacidade para prover serviços de suporte à rede e instalações (Stringer e Ma, 2018 [10]).

Indica-se que a decisão da disposição final de baterias e veículos ao final da vida útil seja realizada através de critérios definidos como: projeções dos custos da bateria, valor de mercado das baterias após o final da vida útil e projeções dos custos dos ônibus elétricos. Por exemplo, se o custo de substituição de bateria cai e o valor residual dos ônibus elétricos e baterias usadas aumentam a um certo ponto, a substituição de baterias de ônibus pode ser uma opção mais adequada do que adquirir novos ônibus. Ao contrário, se a capacidade dos ônibus elétricos, no futuro, aumentar significativamente em comparação aos custos, a aquisição de novos ônibus e descarte dos antigos pode ser uma solução melhor para os operadores.

Avalia-se que estes fatores são de difícil previsão, de forma que se sugere que os órgãos adotem um conjunto de critérios para a escolha de alguma destas opções. Estas condições devem ser avaliadas de forma regular para auxiliar na tomada de decisão no momento oportuno. Levando em conta a atual tendência de melhoria tecnológica das baterias e redução de custos, avalia-se que, no projeto-piloto, a tendência deve ser de substituição das baterias e continuação da operação dos veículos elétricos.

Considerando que após o final da vida útil as baterias ainda conservam cerca de 80% da capacidade de armazenamento, conforme apresentado anteriormente, estas podem ser reaproveitadas para deslocamento de pico de energia elétrica (no qual o consumo da energia tende a ser mais caro) e armazenamento de energia. O deslocamento do pico de energia consiste em carregar as baterias durante o momento de ociosidade da rede de energia e, durante o horário de pico, as baterias podem ser utilizadas para reforçar a oferta de abastecimento dos veículos elétricos. Os benefícios desta prática incluem a diminuição de custos, redução de emissões e integração com fontes de energia renovável (Walker et al., 2015 [11]).

O custo associado para o reaproveitamento de um conjunto de baterias em elementos de energia de armazenamento tende a ser mais econômico do que a aquisição de novas baterias (MDR, 2022). No entanto, vale salientar que é necessário avaliar os impactos econômicos deste reaproveitamento, tendo em consideração a tendência de redução das baterias, de forma a garantir a viabilidade econômica do projeto.

O armazenamento de energia consiste em dar suporte à implementação das “*smart grids*”, ou seja, de sistemas de distribuição e transmissão de energia elétrica que utiliza recursos digitais, operando de forma mais eficiente, por meio de um maior controle do fluxo de energia. Para a implementação desta rede inteligente, é necessária a existência de um sistema de armazenamento de energia que pode ser feito através de baterias de segunda vida. Apesar de haver incertezas e o modelo ainda estar em desenvolvimento, existem iniciativas de utilização de segunda vida de bateria como armazenamento de energia na China e nos Estados Unidos.

Uma forma alternativa ou posterior à utilização de segunda vida de baterias trata da reciclagem dos materiais críticos para a produção de baterias. O desenvolvimento desta prática resultaria em uma menor demanda pelas matérias-primas (que representam cerca de 60% do custo da bateria), queda nas emissões e diminuição dos impactos resultantes da mineração e refinamento (MDR, 2022). No entanto, no Brasil, as políticas e regulamentações de disposição e reciclagem para baterias foram desenvolvidas anterior ao mercado de veículos elétricos, não contemplando as baterias de íons de lítio.

Deste modo, é de extrema importância a elaboração de uma construção e regulamentação que direcione o manejo adequado de baterias para os ônibus elétricos, de maneira a reduzir incertezas e fomentar a indústria de reciclagem. Enquanto isto, a utilização da segunda vida de baterias como armazenamento e deslocamento de pico de energia deve ganhar relevância (MDR, 2022).

Atualmente, operadores de transporte de cidades de grande porte, que usualmente apresentam maiores exigências em termos de idade de frota, tendem a revender os ônibus, ainda em bom estado, para empresas de cidades de menor porte ou para outros fins privados, como transporte de funcionários de empresas. Portanto, há uma cadeia de reaproveitamento dos ônibus convencionais ao longo da vida útil, o que torna este mercado mais consolidado e confiável para os proprietários dos ativos.

Dito isto, é importante que seja realizado (de forma contínua) o fomento da adoção da tecnologia em todo o país, partindo das boas experiências obtidas pelas cidades que já implementaram a eletrificação da frota, de forma que se consolide o mercado do ônibus elétrico, permitindo um maior aproveitamento do veículo ao longo da vida útil.

# 2.

---

## ALTERNATIVAS DE MODELOS DE NEGÓCIOS

Neste capítulo são apresentados os possíveis modelos de negócios avaliados em conjunto com os Agentes responsáveis pelo planejamento e gestão do transporte público para implementação do Projeto-Piloto de Transição para Eletromobilidade no transporte público por ônibus. Um Projeto-Piloto de Transição não deve ser compreendido como um fim em si mesmo, mas sim como parte de um processo mais amplo, em que se procura desenvolver os alicerces que suportarão a transição em uma escala mais ampla.

Ao longo dos debates havidos, o Município possui como meta a eletrificação de 40% a 50% de sua frota até 2030. Face a uma meta ambiciosa, torna-se um elemento chave compreender quais deveriam ser os primeiros passos, e como estes passos determinarão a dinâmica subsequente de uma transição mais ampla. Busca-se neste capítulo contextualizar as questões e os elementos centrais para viabilizar, em breve, a implementação em larga escala dos ônibus elétricos nas cidades brasileiras.

Inicialmente são abordadas as bases teóricas para a construção de um modelo de negócio, incluindo os instrumentos de natureza financeira e os instrumentos de natureza jurídica, no qual são analisadas as diferentes alternativas de alocação de responsabilidades, riscos e direitos às partes pública e privada que juntamente desenvolverão este projeto de transição. Apresenta-se também as barreiras e oportunidades encontradas nas discussões técnicas e identificadas durante as capacitações, considerando cada um dos modelos de negócios para ônibus elétricos.

De acordo com princípios constitucionais (Artigo 37, CF), a responsabilidade pelo transporte público urbano é do Poder Público municipal, que poderá adotar como forma de execução do serviço a operação direta ou a delegação a ente privado, nos termos do artigo 175, da Constituição

Federal. As Leis Federais nº 14.133/2021 , Lei de Licitações e Contratos Administrativos, e nº 8987/95, Concessão comum, regulamentaram este dispositivo constitucional que posteriormente foi ampliado pela Lei Federal 11.079/04, que trata da modalidade de contratação e execução de serviços públicos sob a égide das parcerias público-privadas.

A forma mais usual da delegação do transporte público é a Concessão Comum, que será melhor discutida adiante, ancorada na Lei Federal nº 8987/1995. Neste modelo, o Poder Público é responsável pelo planejamento da operação, sendo delegada a sua execução ao setor privado. A alocação dos riscos financeiros é compartilhada, e parte expressiva dos riscos de gestão e operação do sistema é alocada aos operadores.

Importante destacar que a forma contratual desenvolvida é resultado direto do modelo de negócio compreendido como aquele que cria as melhores condições para o desenvolvimento dos serviços de forma equilibrada. O modelo de negócio procura criar incentivos positivos para a melhoria dos serviços em favor do usuário, em favor do equilíbrio econômico-financeiro do sistema, e em favor da sociedade, de uma forma mais ampla, a exemplo do incentivo à redução da emissão de gases poluentes a partir da operação veicular.

No contexto da implementação de frota de ônibus elétrico, dentre vários desafios intrínsecos à atividade, destaca-se a necessidade de alinhamento entre todos os atores (governos, operadores, financiadores, fabricantes e fornecedores da tecnologia) para que a transição seja eficiente.

Os contratos de concessão do transporte público geralmente estabelecem a fiscalização e gestão dos serviços como atribuições dos municípios; e a programação e a operação como papéis da iniciativa privada. A depender dos princípios estabelecidos nas normas de regulamentação, os contratos podem incluir cláusulas bastante restritivas que desencorajem o investimento em projetos de inovação mais ousados ou de alto risco.

Nos casos de maior rigidez, a baixa flexibilidade e a falta de sinergia entre as partes reduzem as oportunidades de ampliação do compartilhamento de riscos e de inovações que otimizem e modernizem o serviço, constituindo um dos principais entraves para a introdução de ônibus elétricos como inovação tecnológica. Os riscos deste investimento ainda são elevados, apesar dos incontestáveis benefícios e externalidades (que devem ser tratados como ativos intangíveis do modelo de negócios).

As próximas tabelas apresentam as modalidades mais populares de contratação de serviços públicos para projetos, as quais podem ser adaptadas para a modelagem de negócios de ônibus elétricos. A Tabela 3 indica as modalidades para projetos planejados “do zero” (sistemas *greenfield*), ao passo que a Tabela 4 apresenta as possibilidades para projetos já implementados e que podem passar por modificações ao longo do tempo (sistemas *brownfield*).

**Tabela 3 – Modalidades de contratação de serviços públicos não implementados (sistemas *greenfield*)**

Modalidade	Características	Exemplos nacionais e internacionais	Normas de regulação
<p><b>Contrato de disponibilidade</b></p>	<p>Investidor privado constrói o sistema e transfere a operação para o Poder Concedente. Agentes públicos poderão delegar a operação a agentes especializados, ou assumir a operação por meio de uma empresa pública. Parte da receita auferida pela administração do serviço remunera o investidor privado.</p> <p>A remuneração se dá pela locação do ativo ao Poder Público durante o prazo de vigência contratual ou por pagamentos vinculados à transferência de propriedade, se esta ocorre imediatamente após a conclusão das obras.</p>	<p>No Brasil, os principais contratos de disponibilidade foram firmados no setor de saneamento. A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), responsável pelo abastecimento de água e tratamento de esgoto no estado, realizou inúmeras licitações para a construção e manutenção de estações de tratamento de água e esgoto. No setor de transportes, as experiências mais comuns são internacionais; por exemplo, na Inglaterra, com aeroportos e infraestrutura de base para sistemas de transporte público.</p>	<p>Marco técnico para o contrato de fornecimento, atendendo aos requisitos que serão necessários posteriormente para a prestação dos serviços. O marco técnico poderá ser objetivo, definindo com precisão o que deverá ser feito; ou flexível, quando a parte contratada propõe a melhor solução técnica para a infraestrutura a ser implementada.</p>
<p><b>Concessão comum ou patrocinada com reversão de ativos</b></p>	<p>Modelo clássico de concessão na área de transporte sobre trilhos. A concessionária recebe um projeto básico e é encarregada da implantação, operação e manutenção do sistema por um prazo definido. A propriedade dos ativos operacionais é do Poder Concedente, mas a concessionária mantém a posse deles, podendo depreciar os investimentos realizados de acordo com a distribuição temporal da demanda. Ao final do período de concessão, a concessionária reverte os bens ao Poder Concedente sem ônus.</p>	<p>Exemplos Nacionais:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Linha 4 do Metrô de São Paulo;</li> <li>- Linha 6 do Metrô de São Paulo;</li> <li>- Linhas 5 e 17 do Metrô de São Paulo;</li> <li>- Linhas 1 e 2 do Metrô de Salvador.</li> </ul>	<p>A normatização dos projetos enfatiza tanto a qualidade do serviço que será ofertado ao usuário quanto a qualidade dos ativos a serem implementados. Como os ativos retornam ao Poder Público ao final do contrato, há uma observância mais rigorosa dos padrões de qualidade na implantação e das condições de manutenção.</p>

Modalidade	Características	Exemplos nacionais e internacionais	Normas de regulação
<b>Concessão comum ou permissão tradicional de transporte</b>	Padrão em projetos de transporte urbano municipal motorizado em todo o Brasil. A concessionária realiza os investimentos, opera os serviços de acordo com a norma contratual e mantém a propriedade dos ativos por tempo indeterminado, inclusive ao final do contrato. Não há reversão de ativos em favor do Poder Concedente no término contratual, portanto, não se aplica nenhuma forma de concessão.	<p>Sistemas municipais de transporte público em São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, Campinas e diversos outros municípios brasileiros.</p> <p>Em regiões metropolitanas, observa-se a utilização deste modelo em São Paulo, Recife, Fortaleza e em outras partes do país.</p>	Diferentes modelos normativos. O mais comum prevê um maior nível de planejamento e programação por parte do Poder Concedente, afetando diretamente a matriz de responsabilidades das partes. Geralmente, o foco da normatização é a qualidade dos serviços prestados, observando indicadores como ocupação máxima e intervalo entre partidas no horário de pico ou fora dele, entre outros. A normatização em relação à qualidade dos investimentos se reflete no tipo de veículo que será usado, na idade máxima e em temas correlatos.

Fonte: Elaboração própria.

**Tabela 4 – Modalidades de contratação de serviços públicos já implementados (brownfield)**

Modalidade	Características	Exemplos nacionais e internacionais	Normas de regulação
<b>Concessão da operação de ativos públicos</b>	Modelo de concessão normalmente aplicado a projetos recém-construídos, em que o Poder Concedente desenvolve a infraestrutura e contrata a operação. Difere da terceirização devido ao risco de demanda assumido pelo ator privado, além de outros riscos de natureza operacional.	Comuns em concessões rodoviárias implantadas pelo Poder Público, que transfere a operação para a iniciativa privada. No setor de transportes, é comum na delegação de terminais urbanos à iniciativa privada, mas ainda experimental em projetos que envolvam a movimentação de passageiros.	Marco técnico para a operação. Novos investimentos durante a concessão são negociáveis, mas geralmente ficam sob responsabilidade do Poder Concedente.

Modalidade	Características	Exemplos nacionais e internacionais	Normas de regulação
<b>Concessão para a renovação e operação de ativos públicos</b>	Modelo amplamente utilizado para melhorar sistemas existentes, em que os ativos públicos utilizados na prestação dos serviços estejam em estado de degradação. A concessionária assume a operação e responsabiliza-se por melhorias contínuas ao longo do período de operação.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supervias, no Rio de Janeiro</li> <li>- CPTM Linhas 8 e 9, em São Paulo</li> </ul>	Regulação rígida do padrão de serviços, mas qualquer marco técnico é estabelecido conforme as possibilidades de melhorias e investimentos verificados ao longo da concessão. Novos investimentos durante a concessão são negociáveis, e geralmente envolvem aporte do Poder Concedente.  Exige uma agência reguladora forte.

Fonte: Elaboração própria.

Como se pode observar, existe uma forte correlação entre o modelo de negócios que se pretende desenvolver para a implantação da Eletromobilidade e a estrutura contratual que regerá a relação entre o Município e os agentes privados. Diferentes arranjos legais podem ser utilizados em contratações únicas e contratações segregadas.

A escolha do tipo de contratação pública pode depender dos modelos de negócios concebidos e mais adequados para cada caso. É importante destacar que para a estruturação de contratos de concessão comum e parcerias público-privadas, a alocação adequada de riscos, os indicadores de desempenho, o sistema de pagamentos (tarifário ou de contraprestação pelo governo), as penalidades, a matriz de riscos e o sistema de equilíbrio econômico-financeiro são pontos centrais do contrato, na medida em que definem o conjunto de incentivos para ação de cada parte na relação contratual. A Tabela 5 apresenta os tipos de concessão possíveis para projetos de Eletromobilidade.

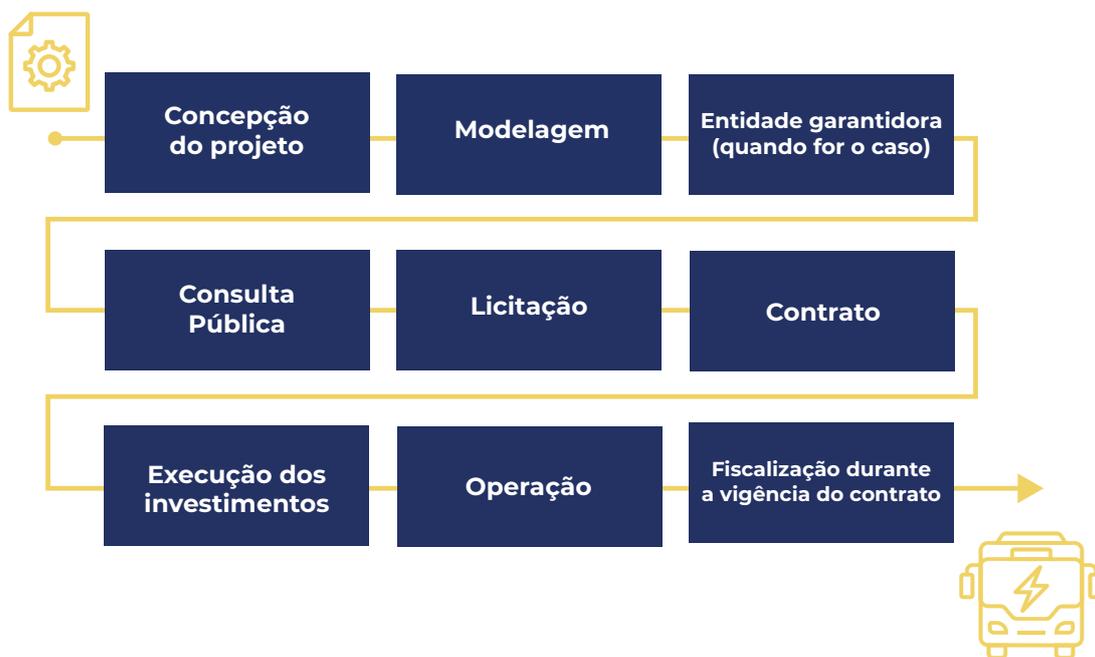
**Tabela 5 – Tipos de concessão possíveis para projetos de Eletromobilidade**

Tipo de concessão	Comum	Patrocinada	Administrativa
Conceito	É a delegação de serviços públicos, de obras públicas e de permissões de serviços públicos, cuja remuneração se dará pela tarifa arrecadada.	É a delegação de serviços públicos ou de obras públicas de que trata a Lei Federal nº 8.987/95, nos casos em que envolver, além da tarifa cobrada aos usuários, uma contraprestação pecuniária do parceiro público ao parceiro privado.	Contrato de prestação de serviços em que a administração pública seja usuária direta ou indireta, ainda que envolva a execução de obra ou o fornecimento de bens.
Remuneração	Via tarifa arrecadada.	Contraprestação paga pela administração pública + tarifa paga pelo usuário	Contraprestação paga pela administração pública.
Relação com usuário final	O parceiro privado tem relação direta com o usuário final e faz a cobrança da tarifa.	O parceiro privado tem relação direta com o usuário final e faz a cobrança da tarifa.	O parceiro privado não tem relação direta com o usuário final, que é a administração pública.
Metas	Definidas em contrato.		
Regulação e fiscalização	Definidas em contrato, podendo incluir mecanismos de indicadores de desempenho.		

Fonte: Elaboração própria.

Os passos para a contratação de uma das modalidades e para a delegação de serviços obedecem ao caminho sintético ilustrado na Figura 8.

**Figura 8 – Processo de delegação de serviços públicos**



Fonte: Elaboração própria.

Para formular e avaliar a modalidade de negócios mais adequada para projetos de transporte público (que envolvam integral ou parcialmente componentes de ônibus elétricos), a cidade pode considerar as alternativas descritas nos itens seguintes.

## 2.1 OPERAÇÃO PÚBLICA

**A primeira alternativa é a constituição de uma empresa pública dedicada a implantar e operar um sistema de frota elétrica. A empresa pública articulária também as organizações responsáveis pela operação e implantação de infraestruturas associadas.**

Esta alternativa já foi adotada em São Paulo, mas não para ônibus elétricos. Apenas a título de exemplo, a Companhia do Metropolitano de São Paulo e a CPTM foram fundadas com o objetivo de implantar, operar e manter o sistema metroferroviário paulista. No passado, o sistema de ônibus de São Paulo foi operado por uma empresa pública, a Companhia Municipal de Transportes Coletivos (CMTC). No Rio de Janeiro, a Flumitrens foi criada com o propósito de explorar o sistema de transporte ferroviário, ao passo que o Metrô Rio explorava as linhas 1 e 2 do sistema metroviário.

Posteriormente, parte relevante destes sistemas foi delegada à iniciativa privada. Em São Paulo foram objeto de delegação as linhas 4, 5, 6, 17 e 18 do Metrô de São Paulo, além das linhas 8 e 9 da CPTM. No Rio de Janeiro, a operação da Flumitrens foi delegada para a atual Supervia, assim como o Metrô Rio que também é gerenciado por uma concessionária privada. O sistema paulistano de transporte sobre pneus foi delegado à iniciativa privada no início da década de 1990.

Em relação à adoção de ônibus elétricos, o único exemplo relevante é a operação experimental de circulação interna de passageiros no Campus da Universidade Estadual de Campinas, a UNICAMP. Neste Campus a Prefeitura da Universidade, por meio de diversos convênios firmados com fornecedores e institutos de pesquisa, viabilizou a substituição de veículos a combustão por elétricos, coletando informações relevantes e apontando possíveis aperfeiçoamentos nestes sistemas. Ainda não são encontrados outros exemplos em que a operação se dê com maior escala.

### 2.1.2.1 Operacionalização do modelo

A operacionalização deste modelo é sintetizada na figura esquemática a seguir.

**Figura 9 – Operacionalização do modelo de operação pública**



Fonte: Elaboração própria.

A implantação deste modelo inicia-se com a identificação do agente responsável pelo desenvolvimento do projeto e a devida atribuição de responsabilidades, podendo ser a BH Trans ou uma das Secretarias de Estado que possua capacitação técnico-operacional voltada à gestão e implantação de projetos e empreendimentos de serviços públicos e infraestrutura urbana. A escolha deste modelo não implica na necessidade de contratação de mão de obra própria pelo agente gestor do projeto, mas sim na subcontratação de empresas especializadas, responsáveis pelas atribuições de:

- Projetar todo o sistema de forma adequada, incluindo tipologias de veículos, pontos de recarga, carga elétrica a ser suportada, adequações de rede, entre outros;
- Fornecedores de equipamentos, sistemas e obras civis, responsáveis pela implantação dos sistemas de recarga;
- Fornecedores de veículos elétricos, de acordo com a tecnologia selecionada;
- Empresas fornecedoras de mão de obra voltadas à movimentação, guarda e manutenção dos veículos.

Neste modelo, o Gestor Público torna-se um agente integrador de tecnologias às necessidades identificadas do Projeto-piloto. A função de integrador implica em responsabilidades relevantes, mas implica também em absorção de conhecimento pela esfera pública.

### *2.1.2.2 Aspectos jurídicos*

Nesta alternativa não há delegação, o que significa que a implantação e operação do serviço de transporte público serão efetuadas pelo Município. Ou seja, será o ente público o responsável pelo planejamento, financiamento, aquisição, operação e manutenção do sistema.

Este contexto implica na necessidade de disponibilidade imediata e futura de recursos, realização de licitação para a aquisição de bens e serviços, disponibilização ou contratação de pessoal para a gestão da operação do sistema, todos realizados sob a égide da Lei Federal nº 14.133/2021.

Especificamente sobre a eletrificação e sabendo-se que o serviço já é operado por delegatários de serviço público, o Poder Público (Concedente) vai definir as rotas, identificar os pontos e horários de recarga e será responsável pela avaliação e diagnóstico da rede, adquirir e operar os ativos incluindo ônibus, bateria e recarga.

Disto decorrem dificuldades reais de sobreposição operacional, ou seja, riscos na gestão da operação dos ônibus elétricos, concomitantes à operação já existente, e insuficiência de pessoal técnico especializado para a gestão operacional dos ativos.

A atividade administrativa entrelaçada ao Regime Jurídico de Direito Público impõe um longo caminho complexo e burocrático de gestão de pessoal, bens e serviços que acontecerá simultaneamente com uma operação existente e que requer orçamento para suportar todas as despesas.

### *2.1.2.3 Barreiras e oportunidades*

Durante as discussões realizadas com as equipes da cidade, que ocorreram em reuniões técnicas e durante as capacitações realizadas no curso deste projeto, algumas reflexões sobre as barreiras e oportunidades do modelo em questão se destacaram. Estas reflexões são essenciais para a avaliação do modelo de Operação Pública em relação à realidade do município e sua aplicabilidade e estão apresentadas neste item e na tabela seguinte.

Como oportunidades ou pontos fortes do modelo, destacou-se a possibilidade de a Prefeitura financiar o projeto considerando a quantidade dos veículos do Projeto- Piloto, além do fato de que o atual contrato já é motivo de impasse, discussão e entraves. Ressaltou-se também que o modelo traz um maior controle por parte do Poder Público na implementação da política de transição para a Eletromobilidade, o que poderia trazer maior alinhamento com os objetivos da municipalidade e garantir uma melhor realização dos serviços, assim como uma política tarifária mais acessível.

Em relação às barreiras para a implementação dos modelos, identificou-se que a Prefeitura de Belo Horizonte não conta com estrutura e recursos humanos suficientes para implementar a infraestrutura e ainda gerenciar a operação do sistema e todos os seus componentes envolvidos.

Além disto, considera-se ser desafiador assumir a responsabilidade pela propriedade dos veículos dado que, após a utilização do veículo durante sua vida útil para a cidade, deverá ainda haver uma política de eliminação ou reutilização dos ônibus.

O principal entrave será certamente a outorga existente para que as atuais empresas Concessionárias operem os principais corredores do MOVE. Para que o Poder Público leve os veículos elétricos até os corredores de maior densidade, seria necessário sobrepor um novo operador, público, aos operadores existentes. Este movimento geraria enorme instabilidade institucional, colocando em risco a continuidade dos Contratos de Concessão e a própria existência do transporte público no Município.

Considerou-se também como barreiras para o modelo de negócios: a rigidez da legislação; o excesso de burocracia; a dificuldade na aquisição e negociação do preço de ônibus e peças; os riscos jurídicos associados assumidos pelo Poder Público, e a dificuldade na manutenção dos bens e da operação nos altos níveis necessários.

**Tabela 6 – Barreiras e oportunidades do modelo de operação pública**

Barreiras	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobreposição operacional com empresas Concessionárias nos corredores chave do Sistema de Transporte Público de Belo Horizonte;</li> <li>• O Poder Público, atualmente, não conta com estrutura administrativa e recursos humanos para todas as responsabilidades envolvidas;</li> <li>• A posse de veículos pelo Poder Público envolve responsabilidades que não podem ser assumidas atualmente;</li> <li>• O processo de aquisição tanto dos veículos quanto das peças para manutenção seria mais burocrático e dificultado;</li> <li>• A rigidez da legislação atual e o excesso de burocracia nos processos pode tornar o modelo pouco eficiente;</li> <li>• O modelo pode trazer riscos jurídicos que atualmente não são assumidos pelo Poder Público;</li> <li>• Destino dos veículos e componentes (baterias) ao final da vida útil;</li> <li>• Dificuldade na manutenção dos bens e do nível de serviço da operação nos padrões exigidos para a operação de um sistema de transporte público.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantidade reduzida de veículos prevista para o projeto-piloto permitiria um financiamento público;</li> <li>• O atual modelo dos contratos de concessão é motivo de discussões e entraves;</li> <li>• O modelo permite um maior controle por parte do Poder Público.</li> <li>• Poder Público teria um maior controle sobre os níveis e padrões do serviço prestado;</li> <li>• Possibilitaria a implantação de uma política tarifária mais acessível;</li> <li>• Possibilitaria maior alinhamento do serviço prestado com os objetivos sustentáveis da municipalidade.</li> </ul>

Fonte: Elaboração própria com base nas discussões realizadas.

## 2.2 INCORPORAÇÃO INTEGRAL DE ELETROMOBILIDADE AOS CONTRATOS DE CONCESSÃO EXISTENTES

**Esta alternativa é a mais comum nos contratos de prestação de serviços de transporte público.** O aditamento de Contratos de Concessão para estas funções corresponde ao modelo mais utilizado no Brasil, a exemplo de Municípios como Bauru, Santos, Maringá e o Distrito Federal.

Pauta-se pela delegação integral das atribuições de aquisição de veículos, sistemas, operação e manutenção destes veículos à iniciativa privada. A delegação integral implica que a integralidade das atividades pré-operacionais da frota elétrica, desde a elaboração dos projetos executivos (passando pela obtenção de recursos, os meios de implantação e a integração dos investimentos) até o início da efetiva operação e exploração comercial dos serviços seriam atribuídos à iniciativa privada sem quaisquer atividades delegadas às cidades (exceto aquelas exclusivamente vinculadas aos aspectos regulatórios).

Uma vez concluída a aquisição ou *leasing* dos ônibus elétricos e de seus componentes, a integração de sistemas e a preparação da operação, o operador se torna inteiramente responsável por gerir e explorar comercialmente o sistema — inclusive a manutenção e conservação dos ativos e a prestação de serviços relacionados à mobilidade urbana, entre outras responsabilidades.

Um dos principais riscos desta fase é associado aos custos de investimento, demanda, operação e flutuações macroeconômicas, que são totalmente ou parcialmente atribuídos à iniciativa privada. No panorama corrente, caracterizado pela situação de fragilidade financeira das empresas operadoras em decorrência da pandemia de Covid-19, o risco de não obtenção, ou encarecimento, do crédito necessário à aquisição de frota e equipamentos de recarga se somam aos riscos mais comuns neste tipo de operação.

O risco de inadimplemento deverá ser absorvido pelos agentes financeiros que financiarão estes investimentos, e não decorrem da mudança de tecnologia veicular, mas da drástica redução da demanda por transporte público que foi observada ao longo de todo o período de pandemia e ainda é observada atualmente. Sem que os financiadores estejam dispostos a disponibilizar recursos para os operadores, é certo que a transição para a Eletromobilidade não se concretizará. Excetuam-se no rol de riscos alocados à iniciativa privada aqueles riscos que são mandatoriamente atribuídos ao Poder Concedente, tais como o risco de variações na equação econômico-financeira da concessão decorrentes de força maior. Ao final da concessão, todos os ativos são mantidos em propriedade da iniciativa privada, exceto aqueles mandatoriamente revertidos ao Poder Concedente.

Adotando esta alternativa, a cidade conseguiria desfrutar dos benefícios sociais e ambientais advindos da implantação de Eletromobilidade sem necessitar desembolsar recursos excessivos para isto.

Para a iniciativa privada, a contrapartida necessária para a assunção de responsabilidades é a necessidade de remunerar adequadamente o capital empregado no empreendimento. Sem a adequada remuneração pelo capital empregado, não haverá estímulo (ou razão) para que seja realizado o investimento. Isto é particularmente importante no caso de ônibus elétricos, haja vista seu alto custo inicial de investimento e complexidade de planejamento e operação.

O diagrama a seguir aponta o posicionamento dos principais agentes envolvidos na estruturação do projeto em um modelo de concessão global. Os operadores estão organizados na forma de Sociedades de Propósito Específico, entes especialmente constituídos pelos Acionistas para a execução do Contrato de Concessão por delegação direta do Poder Concedente.

Enquanto responsáveis pela execução dos serviços, caberá às SPE's a contratação de financiamento para a aquisição de veículos elétricos e equipamentos de recarga (Fornecedores), assim como a execução da prestação dos serviços (Operação em favor dos Usuários) e manutenção dos ativos em perfeitas condições, nos termos postos no Contrato de Concessão (Manutenção). Tanto a qualidade da Operação quanto da Manutenção são objetos de regulação realizada pelo Agente Regulador, formalmente designado para isto, no caso a BHTrans.

Assim, em uma concessão global há uma concentração de atividades na figura da SPE, que é responsável por todas as etapas do processo produtivo de geração dos serviços, desde o planejamento das atividades, o financiamento, a aquisição e a manutenção de ativos, como também a utilização destes ativos para a prestação de serviços para o usuário final.

**Figura 10 – Modelo de implantação e operação de ônibus elétricos sob responsabilidade integral privada em um único contrato**



Fonte: Elaboração própria. Observação: LP – Longo Prazo.

Em projetos de Eletromobilidade que adotem esta condição, as atividades de aquisição, implantação, integração de sistemas, operação e manutenção são diretamente executadas pela empresa contratada. Alguns exemplos são encontrados no Distrito Federal (DF), em Santos (SP), Bauru (SP), Maringá (PR) e Campinas (SP).

Em parte dos contratos firmados nestas cidades, investimentos na aquisição de veículos elétricos e sistemas de recarga já estavam previstos na equação financeira original. Com base no modelo, os investimentos posteriores e os acréscimos nos custos operacionais serão objeto de recomposição do equilíbrio financeiro. Vale notar que, em todos estes casos, a Eletromobilidade encontra-se em fase experimental. Os custos de aquisição, operação e manutenção destes sistemas serão, em geral, repassados à iniciativa privada por meio de processos de revisão do equilíbrio econômico-financeiro inicial.

#### *2.2.2.1 Aspectos operacionais*

A operacionalização deste modelo de negócio faz-se pela negociação entre o Poder Concedente e as empresas Concessionárias privadas. Este processo de negociação deverá envolver necessariamente:

- Os prazos para implantação e operacionalização da frota de veículos elétricos pretendida pelo Município;
- As linhas em que serão utilizados os novos veículos adquiridos;
- A programação operacional destes veículos, contemplando número de viagens, quilometragem operacional, quilometragem morta e a necessidade de veículos reservas adicionais por conta da recarga;
- A revisão da equação econômico-financeira dos Contratos, contemplando:
  - O acréscimo dos investimentos realizados em veículos elétricos e a supressão dos veículos a *diesel* que deixaram de ser adquiridos;
  - O acréscimo dos investimentos em sistemas, reformas de obras civis e projetos;
  - O acréscimo de custos variáveis com os veículos elétricos, contemplando os preços correntes de energia, parâmetros de produtividade de manutenção, lubrificantes e outros;
  - A redução de custos variáveis com os veículos a combustão, considerando a substituição da quilometragem percorrida por veículos a combustão pelos elétricos;
  - O valor residual, em condições de mercado, de veículos e sistemas.

- A forma de recomposição do equilíbrio econômico-financeiro contratual, tais como a subvenção de eventuais acréscimos na necessidade de remuneração por parte da Prefeitura, a dilação de prazos contratuais, a redução ou isenção de outros encargos contratuais.

Uma vez firmadas todas as questões, a atribuição de execução é integralmente assumida pela empresa Concessionária, cabendo ao Poder Público a regulação e o monitoramento da execução contratual.

#### 2.2.2.2 Aspectos jurídicos

Nos termos da Lei nº 8.987/1995, a concessão comum delega a execução do serviço público ao particular, que o fará por sua conta e risco, e com prazo determinado e este será estabelecido em consonância ao tempo adequado e necessário para a amortização e/ou a depreciação dos investimentos realizados pelo particular e para a obtenção do retorno do capital investido.

Nesta hipótese, a implantação e operação de ônibus elétricos fica sob responsabilidade integral privada em um único contrato. A empresa privada torna-se inteiramente responsável por adquirir e manter o ativo, gerir o sistema e prestar o serviço.

Com relação à aquisição dos veículos e baterias, os principais modelos de aquisição são a compra do ônibus ou o *leasing*:

- I. Compra com capital próprio, situação em que o valor total é pago antecipadamente, seja pelo Poder Público ou pela empresa privada responsável pelo fornecimento dos veículos que assumirá os riscos operacionais e de tecnologia;
- II. Compra com financiamento, situação em que parte do valor é pago antecipadamente e restante via empréstimo, seja pelo Poder Público ou pela empresa privada responsável pelo fornecimento dos veículos, que assumirá os riscos operacionais e de tecnologia. Neste caso, em razão do risco de crédito, existe o risco do aumento do custo do empréstimo;
- III. *Leasing* total, situação em que se paga pelo uso do ônibus por um determinado período;
- IV. *Leasing* parcial, situação em que se paga por componentes específicos por um prazo determinado.

Neste modelo, o Concessionário decide se compra ônibus a bateria ou compra o ônibus e efetua a locação de bateria, ou ainda se realiza a locação de ônibus e bateria. Além disto, considera e assume a infraestrutura de carregamento da bateria, não revertendo nada ao Poder Público.

Esta decisão apresenta reflexos em contrato de concessão existente, com a inserção de novas obrigações ao Concessionário, que terão repercussão no tempo e nos aspectos financeiros do contrato.

A forma jurídica de solucionar esta situação em contratos existentes é o aditivo contratual. É preciso ter clareza sobre tempo e custo para possibilitar a mensuração do prazo do aditivo e seus reflexos econômicos.

### *2.2.2.3 Barreiras e oportunidades*

Durante as discussões realizadas com as equipes da cidade sobre o modelo de Concessão global, a primeira oportunidade identificada foi semelhante à do modelo de Operação Pública, ou seja, a possibilidade de a Prefeitura financiar o projeto levando em conta a quantidade dos veículos do projeto-piloto. Também se destacou a possibilidade de aproveitamento da estrutura e experiência já existente dos operadores atuais (as garagens e a estrutura de operação, por exemplo) e a maior facilidade na adequação dos riscos jurídicos, visto que é um modelo já implementado e conhecido pela cidade.

Dois pontos foram destacados como barreiras a este modelo, no atual momento entendidas como de difícil transposição. A primeira barreira é a situação de litígio administrativo existente entre o Poder Concedente e as empresas Concessionárias, litígio este que resultou em uma Comissão Parlamentar de Inquérito instaurada na Câmara de Vereadores de Belo Horizonte. De parte a parte há alegações de descumprimentos contratuais, sendo pouco plausível que as empresas Concessionárias aceitem negociar a realização de investimentos muito relevantes sem que as demais questões sejam pacificadas.

O segundo tema foi o veto apresentado em Câmara dos Vereadores para que o Município possa subvencionar a operação do transporte público. Esta barreira já foi resolvida, pois, em julho de 2022 o Projeto de Lei (PL) nº 336/2022, que prevê o subsídio de R\$ 243,4 milhões para o transporte coletivo de Belo Horizonte, foi aprovado pela Câmara Municipal. Sem esta alternativa, recente, restaria ao Município elevar as tarifas dos usuários, os onerando com um valor adicional que poderá provocar impactos sociais e sobre o próprio equilíbrio do sistema.

Destacou-se também que os atuais operadores enfrentarão dificuldades para adquirir a frota elétrica, com altos custos de CAPEX, sem contrapartida por parte do Poder Público, considerando a situação financeira crítica atual agravada pelo contexto macroeconômico e o cenário de pandemia de Covid-19.

Ademais, observa-se alto grau de incertezas por parte dos operadores atuais quanto à Eletromobilitade, por se tratar de uma nova tecnologia, com maior custo inicial do que a atual e com poucas aplicações brasileiras em larga escala.

**Tabela 7 – Barreiras e oportunidades do modelo de concessão global**

Pontos negativos, Desafios e Barreiras	Pontos positivos e Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os atuais contratos de concessão atualmente são motivos de questionamentos, discussões e entraves;</li> <li>• Contexto atual de pandemia levou a uma crise financeira no sistema de transportes;</li> <li>• Os atuais operadores terão dificuldade em fazer investimentos em novos veículos e infraestrutura;</li> <li>• Os altos custos dos veículos tornam o modelo pouco atrativo para investidores privados;</li> <li>• O tema da Eletromobilidade é visto com muitas incertezas pelos operadores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução dos custos para o Poder Público para a implantação do projeto-piloto;</li> <li>• Os atuais operadores já contam com a estrutura administrativa e de recursos humanos necessária para a implantação do projeto-piloto;</li> <li>• Maior facilidade na adequação dos riscos jurídicos;</li> <li>• Os atuais operadores já contam com a experiência para a operação de um sistema de transportes;</li> <li>• O parque tecnológico atual dos operadores poderia ser aproveitado para a implantação do projeto.</li> </ul>

Fonte: Elaboração própria com base nas discussões realizadas.

## 2.3 AQUISIÇÃO PÚBLICA DE VEÍCULOS E OPERAÇÃO PRIVADA

**Neste modelo a cidade poderá viabilizar a adoção de ônibus elétricos mediante licitação convencional para aquisição de veículos e implantação dos sistemas de recarga,** regida pelos termos da Lei Federal nº 8.666/1993 (atual Lei 14.133/2021), com a posterior locação de veículos às empresas Concessionárias do Sistema de Transporte Público.

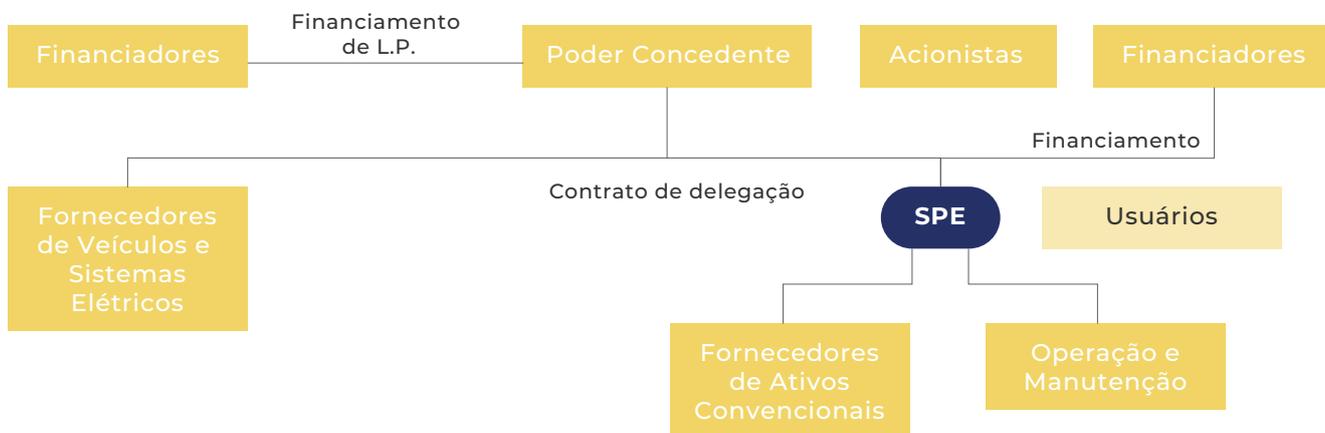
A alternativa de compra pública seguida de locação de ativos desonera as empresas Concessionárias, não apenas de investimentos em veículos elétricos, o que seria uma barreira relevante ao sucesso de implantação do empreendimento, mas também as desonera da realização de investimentos na renovação dos veículos a combustão que serão substituídos. Assim, este modelo resulta em um alívio temporário na necessidade de caixa ou de prestação de garantias para financiadores das empresas, que substituem a compra de frota por sua locação diretamente do Poder Público.

Este modelo, simples do ponto de vista financeiro, necessita de atenção à sua parte técnica, para que sejam bem definidas as condições de uso e manutenção dos veículos locados às empresas Concessionárias e não se incorra em riscos de um uso excessivo ou inadequado que possa comprometer a qualidade e funcionalidade do ativo público.

A figura a seguir sintetiza os nexos de contratos e como o papel dos principais agentes se ajusta para a construção da solução proposta. O Poder Concedente, no caso o Município de Belo Horizonte, representado pela BHTrans ou por outro agente vinculado à administração pública direta ou indireta do Município, passa a se responsabilizar pela aquisição, com os Fornecedores, de frota e equipamentos de recarga para veículos elétricos. Para isto contará com diferentes fontes de financiamento, fontes estas usuais no financiamento de projetos e programas que tenham elevado impacto social, econômico e ambiental. Estes veículos adquiridos pelo Poder Concedente são disponibilizados por meio de locação, ou simples seção de direito de uso afetada ao Contrato de Concessão como um bem reversível.

Nesta organização de agentes, caberá às SPEs a execução da prestação dos serviços (Operação em favor dos Usuários) e manutenção dos ativos em condições estabelecidas nos termos postos no Contrato de Concessão (Manutenção). A qualidade da Operação e da Manutenção continuam a ser objeto de regulação realizada pelo Agente Regulador, a BHTrans. Assim, há uma divisão funcional de atividades entre o Poder Concedente, responsável pelo financiamento e aquisição de ativos relacionados à Eletromobilidade, e a SPE, responsável pela operação e manutenção dos ativos.

**Figura 11 – Modelo de responsabilidade pela implantação e operação de ônibus elétricos compartilhada entre entes públicos e privados**



Fonte: Elaboração própria. Observação: LP – Longo Prazo.

### 2.3.1 Aspectos operacionais

A implantação deste modelo se faz em três estágios. O primeiro estágio possui natureza integralmente contratual, na qual se negociam as condições de locação da frota que será adquirida entre o Poder Público e a iniciativa privada. O contrato de locação envolverá a definição de valores, como sugerido no próximo capítulo do presente Relatório, as condições operacionais, como linhas, locais de recargas, número de viagens diárias e outros, e as condições de manutenção dos ativos. Cumprida esta etapa,

no segundo estágio o Poder Concedente realiza o financiamento e aquisição de veículos elétricos, sistemas e eventualmente a contratação de obras civis para a sua implantação. No terceiro estágio os veículos são locados para as empresas Concessionárias e colocados em operação.

### *2.3.1.1 Aspectos jurídicos*

No modelo compartilhado é feita a delegação do serviço ao particular para a operação do serviço. Contudo, a aquisição de veículos elétricos e implantação dos sistemas de recarga será responsabilidade do Poder Concedente, estes ativos serão entregues ao Concessionário e classificados como bens vinculados à Concessão e, portanto, reversíveis.

No momento da entrega é importante que fique estabelecido de forma clara (i) o que se entrega; (ii) como será efetuada a aferição de sua manutenção; (iii) na devolução o que se espera receber e em que condições.

Em contratos em andamento é preciso atenção no que diz respeito aos prazos de vida dos ativos e o tempo da Concessão. A reversão de bens presente nos contratos é um tópico que merece atenção. Primeiro porque tem a possibilidade de obrigar a autoridade pública, ao final do contrato, a incorporar bens obsoletos ou sem nenhuma utilidade. Segundo porque, mesmo que seja atribuído ao futuro concessionário, existe o ônus de desmobilizar e dar a correta destinação a tais equipamentos, o custo disto será repassado ao Poder Público, pois, será incorporado no fluxo de caixa que embasará a futura licitação.

Assim, considerando que os ativos retornam ao Poder Público ao final do contrato, se faz fundamental uma observância mais rigorosa dos padrões de qualidade na implantação e das condições de manutenção.

### **2.3.2 Barreiras e oportunidades**

Este item apresenta a consolidação das reflexões sobre as barreiras e oportunidades do modelo em questão ocorridas durante as discussões realizadas com as equipes da cidade.

Em relação ao modelo de Responsabilidade Compartilhada Pública e Privada, da mesma forma que no modelo de Operação Pública, as principais oportunidades destacadas foram: possibilidade da Prefeitura em financiar o projeto-piloto, dado o número reduzido de veículos, atentando que o contrato atual tem apresentado deficiências e é fruto de questionamento e insatisfações. O modelo permite uma maior facilidade na obtenção do financiamento, havendo um maior controle do Poder Público na implementação do projeto, e não haveria a necessidade de o Poder Público realizar a manutenção da frota adquirida. Destacou-se também que para um escalonamento da frota, o modelo de Responsabilidade Compartilhada Pública e Privada seria o mais interessante, portanto, sendo um diferencial em relação aos outros modelos, além dos operadores atuais já terem expertise necessária para a operação dos serviços.

Como principais barreiras do modelo, tem-se a necessidade de adequação dos riscos jurídicos do modelo (responsabilidades) e a dificuldade em

garantir o nível de qualidade do ativo recebido ao fim do contrato. Um ponto que foi abordado é a eventual possibilidade de que o privado tenha maior poder de negociação para aquisição dos ativos necessários, devido à escala de suas compras. Contudo, tanto por conta da conjuntura setorial no município, quanto pelo fato de que neste estágio os veículos elétricos não serão comprados em grande número, este tópico foi descartado. Além disto, discutiu-se que seria necessária uma compatibilização dos interesses públicos e privados.

**Tabela 8 – Barreiras e oportunidades do modelo de responsabilidade compartilhada pública e privada**

Barreiras	Pontos positivos e Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seria necessária uma adequação dos riscos jurídicos assumidos pelas partes;</li> <li>• Maior dificuldade no controle do estado dos ativos ao final do contrato;</li> <li>• Os atores privados têm um poder de negociação maior para a aquisição dos veículos e baterias do que o Poder Público;</li> <li>• Maior dificuldade na compatibilização dos interesses públicos e privados;</li> <li>• O Poder Público não conseguiria assumir a responsabilidade única na aquisição dos veículos, considerando uma implementação em larga escala.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilitaria o financiamento do projeto-piloto por parte do Poder Público, considerando a quantidade de veículos considerada;</li> <li>• Os contratos atuais são motivo de questionamentos, discussões e entraves;</li> <li>• Maior facilidade na obtenção de financiamento;</li> <li>• O Poder Público não teria capacidade atualmente para realizar a manutenção da frota;</li> <li>• Permitiria maior controle do Poder Público na implementação do projeto-piloto;</li> <li>• Permite um escalonamento da frota;</li> <li>• Os operadores atuais contam com a expertise necessária para a operação do sistema de transportes.</li> </ul>

Fonte: Elaboração própria com base nas discussões realizadas.

### 2.3.3 Implantação e operação privada em contratos especializados

**Ao adotar esta alternativa, a cidade viabilizará a contratação especializada, ou seja, um contrato para a implantação de veículos e sistemas e outro para a operação.**

A separação da implantação, gestão e operação da Eletromobilidade em dois contratos tem por objetivo trazer ao sistema a eficiência de agentes especializados. O primeiro contrato, voltado à implantação, definirá o agente responsável pela implantação dos veículos e da infraestrutura de recarga, incluindo obras civis e sistemas em um contrato de longo prazo. A remuneração do contrato poderá ser realizada de duas formas distintas: (i) recebimento pela disponibilidade pelos ativos para o Poder Concedente, ou (ii) locação de ativos para o operador privado.

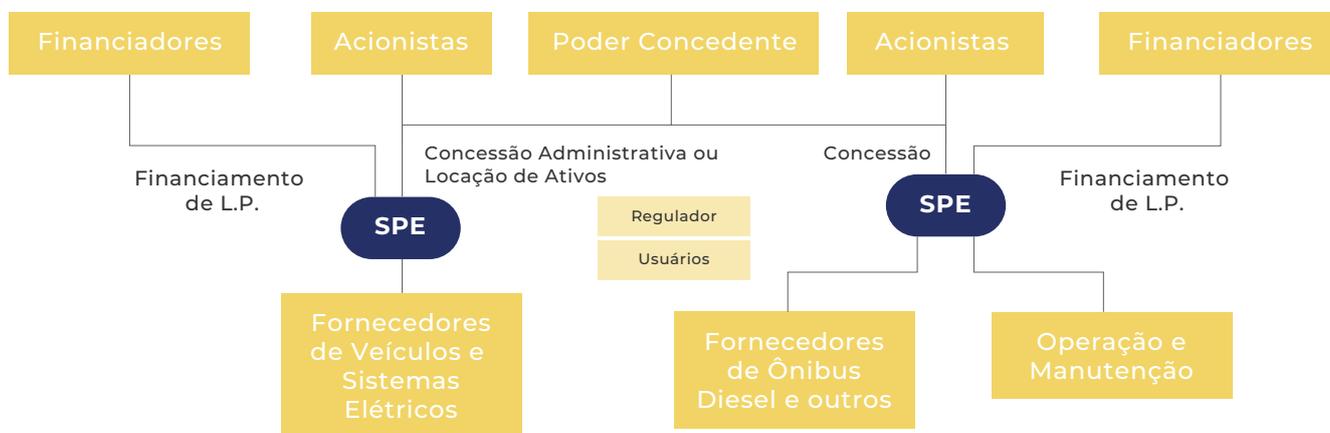
É importante que este contrato envolva somente, ou preponderantemente, a implantação de tais ativos. À medida que a manutenção dos sistemas e, eventualmente, a própria manutenção dos veículos forem incorporadas ao contrato, parcial ou completamente, o arranjo passaria a constituir uma parceria público-privada (PPP) administrativa, com remuneração de longo prazo pelo ativo disponibilizado.

O segundo contrato representa a estrutura corrente de contratos de concessão operacionais, em que os agentes operadores locariam diretamente da primeira SPE, ou então indiretamente por meio do Poder Concedente, os veículos elétricos para a realização da operação de Eletromobilidade.

Desta forma, os operadores teriam como vantagem a especialização em suas atividades, o que reduz fatores de utilização de motoristas e pessoal de apoio operacional, fiscalização e controle, dentre outros. Os exemplos de implantação e operação em contratos especializados foram observados na implantação da Eletromobilidade de Santiago, na “Red Metropolitana” ou “Red”, quando a empresa distribuidora de energia (ENEL) adquiriu e locou os veículos para operação privada com garantia de recebimento proveniente do Governo Central do Chile, e na Colômbia, onde uma *Joint Venture* formada pela Volvo com os operadores locais foi bem-sucedida na implantação e operação de veículos elétricos no corredor Transmilênio.

A figura a seguir sintetiza a organização dos agentes nesta concepção. Observa-se que a primeira SPE (à esquerda do gráfico) é o ente especializado na aquisição de ativos e na contratação de financiadores de longo prazo voltados à Eletromobilidade. Por meio de Contrato firmado com o Poder Concedente, os veículos adquiridos e financiados são disponibilizados à segunda SPE (à direita da figura) que possui natureza operacional, sendo responsável pela operação e, usualmente, pela manutenção destes ativos. Com base na operação dos ativos relacionados à Eletromobilidade, a segunda SPE presta os serviços diretamente aos usuários finais do transporte público de passageiros. Observa-se que neste modelo o Poder Concedente não é o tomador de financiamentos necessários para a aquisição de ativos, mas um agente especializado na compra e locação de ativos para terceiros.

**Figura 12 – Modelo de implantação e operação de ônibus elétricos sob responsabilidade privada em dois contratos especializados**



Fonte: Elaboração própria. Observação: LP – Longo Prazo.

### 2.3.4 Aspectos operacionais

A especialização de contratos deste modelo implica em um papel ativo, mais relevante do Poder Concedente nas funções de planejamento e gestão dos contratos, precipuamente na gestão das interfaces entre o fornecimento e o uso dos veículos elétricos e sistemas. Assim, o Poder Concedente deverá inicialmente realizar um processo de planejamento amplo sobre as linhas em que serão implantados os veículos elétricos, realização de locais apropriados para recarga e dimensionamento de equipamentos e sistemas, além do detalhamento sobre como será realizada a operação. Com base nestes projetos poderá contratar a aquisição, ou disponibilidade, de veículos, sistemas e reformas civis para sua implantação, de um operador especializado. Na segunda vertente contratual será necessário revisar o equilíbrio econômico-financeiro dos contratos existentes para que se trate da substituição de custos de investimentos da operação em veículos a combustão pelos novos veículos elétricos.

### 2.3.5 Aspectos jurídicos

No contrato de implantação, na aquisição dos ativos (ônibus, bateria, sistemas e obras civis), o Poder Público poderá optar pela aquisição direta, regida pela Lei Federal nº 14.133/2021, ou pela locação, *leasing*, regida pela norma. Conforme se evolua em direção a um modelo que incorpore um maior número de funções associadas à manutenção e, eventualmente, substituição de ativos no término de sua vida útil, o contrato de longo prazo poderá migrar para um modelo de Parceria Público-Privada na modalidade de Concessão Administrativa. Ter dois contratos, se bem desenvolvidos e geridos, pode representar aumento de eficiência no serviço prestado e ganho de qualidade para o usuário final.

É possível planejar uma alternativa em que se separa os contratos de operação, provisão de veículos e infraestrutura. Neste cenário, a divisão de responsabilidade acontece entre três atores, com maiores níveis de especialização, diferentes métricas de remuneração e incentivos para a busca por eficiência. Importante ressaltar que quanto maior for a quebra contratual, maior será a responsabilidade do Poder Concedente nas funções de planejamento e gestão de interfaces contratuais.

#### 2.3.5.1 Barreiras e oportunidades

As discussões realizadas sobre o modelo de implantação e operação privada em contratos especializados apontaram como barreiras o fato de o Poder Público não conseguir assumir imediatamente a responsabilidade pela aquisição de veículos em larga escala. A segunda barreira é o fato de que este modelo pode representar uma alternativa adequada como objetivo de longo prazo, quando seriam adquiridas centenas de veículos no processo de transição para a Eletromobilidade. Contudo, para a aquisição de 25 veículos não haveria escala suficiente para atrair a atenção de um investidor financeiro, tal como um fundo de investimentos ou um fornecedor de veículos. Em contrário, a segregação em dois contratos resultaria na necessidade de se duplicar estruturas administrativas para gestão contratual, criando importantes custos de transação.

Nos aspectos positivos identificou-se um potencial para melhoria nos níveis de serviço, uma vez que as empresas contratadas seriam mais especializadas nas atividades específicas sob sua responsabilidade. Também

se avaliou que a introdução de um agente financeiro ajudaria a aliviar as dificuldades financeiras pelas quais passam os operadores, devido ao cenário de redução da demanda em decorrência da pandemia de Covid-19.

Como barreiras à implementação do modelo, foram citados a dificuldade do Poder Público em garantir que todos os atores operem em sincronia, dado que é mais complexo realizar a gestão de vários contratos em comparação a um contrato único, e o fato de que a divisão em vários contratos pode ser pouco atraente para os outros atores, principalmente no caso de um projeto-piloto.

Por fim, a observação do recente caso de insucesso em São José dos Campos aponta para a direção de se aguardar o desenvolvimento deste modelo antes de se adotar em Belo Horizonte.

**Tabela 9 – Barreiras e oportunidades do modelo de implementação e operação privada em dois contratos**

Pontos negativos, Desafios e Barreiras	Pontos positivos e Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior dificuldade para o Poder Público em garantir que todos os atores envolvidos trabalhem em sincronia;</li> <li>• A gestão de vários contratos é mais difícil e onerosa para o Poder Público do que a gestão de um contrato único;</li> <li>• A divisão de contratos é pouco atraente para os atores privados, no caso de um projeto pequeno, falta de economias de escala;</li> <li>• Em um projeto-piloto, com menos veículos, o número de atores seria muito grande, considerando o tamanho da operação;</li> <li>• Duplicação de custos de gestão em múltiplos contratos pode resultar em custos econômicos mais elevados a longo prazo;</li> <li>• Experiências “malsucedidas” no Rio de Janeiro e em São José dos Campos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não seria necessário para o Poder Público assumir a responsabilidade pela aquisição imediata da frota e equipamentos;</li> <li>• Modelo diferente do modelo atual, que é motivo de discussões e entraves;</li> <li>• Menor dificuldade financeira na aquisição da frota;</li> <li>• O projeto-piloto seria a oportunidade para empresas que têm interesse em um aumento da escala da operação posterior;</li> <li>• Possibilita um escalonamento da aquisição da frota;</li> <li>• Possibilita a descentralização da operação do sistema, trazendo para a operação empresas mais especializadas.</li> </ul>

Fonte: Elaboração própria com base nas discussões realizadas.

# 3.

---

## DELINEAMENTO DO PROJETO-PILOTO NO MUNICÍPIO

Este capítulo apresenta a discussão dos quatro aspectos centrais do Projeto (aspectos operacionais, aspectos jurídicos, aspectos econômico-financeiros e aspectos sociais), de acordo com o contexto e com as discussões realizadas com a equipe do Município.

Primeiro são consideradas as especificidades da realidade municipal, baseando-se especialmente na definição de seus cenários operacionais, como: quantidade de linhas, características das frotas, quilometragem rodada, tipo de tecnologia veicular e de recarga, entre outros.

Em seguida são apontadas orientações sobre as possíveis soluções contratuais para a implementação da Eletromobilidade considerando questões institucionais, financeiras e jurídicas.

Na sequência, o capítulo indica o caminho para o desenho e desenvolvimento do modelo de avaliação econômico-financeiro para que o município possa estruturar seu projeto de Eletromobilidade.

São apresentados e considerados os dados de entrada, como os custos de energia, combustível, lubrificantes, peças e acessórios, e são abordadas as reflexões e escolhas das premissas tomadas para a obtenção dos custos de operação dos ônibus elétricos, os custos de aquisição de veículos e infraestrutura, seus tempos de vida útil, valor residual, depreciação e taxa de remuneração.

São apresentadas as análises dos resultados encontrados e a comparação de cenários possíveis para a eletrificação nos municípios:

- Avaliação de CAPEX e OPEX acrescido, evitado e total em cada um dos cenários para o horizonte do projeto;

- Avaliação econômica da substituição de parte da frota por veículos elétricos.

Por fim, o capítulo explora as perspectivas sociais relacionadas à adesão à Eletromobilidade para o projeto-piloto desenhado para o município. São considerados os impactos de caráter social, como desigualdades territoriais, de gênero, raça e renda e os impactos de caráter ambiental.

## 3.1 DEFINIÇÃO DE CENÁRIOS OPERACIONAIS

Este item considera as especificidades da realidade municipal para o estudo e definição de possíveis cenários para a operação dos novos veículos elétricos na cidade, como: quantidade de linhas, características das frotas, quilometragem rodada, tipo de tecnologia veicular e de recarga, entre outros.

### 3.1.1 Autonomia dos veículos elétricos

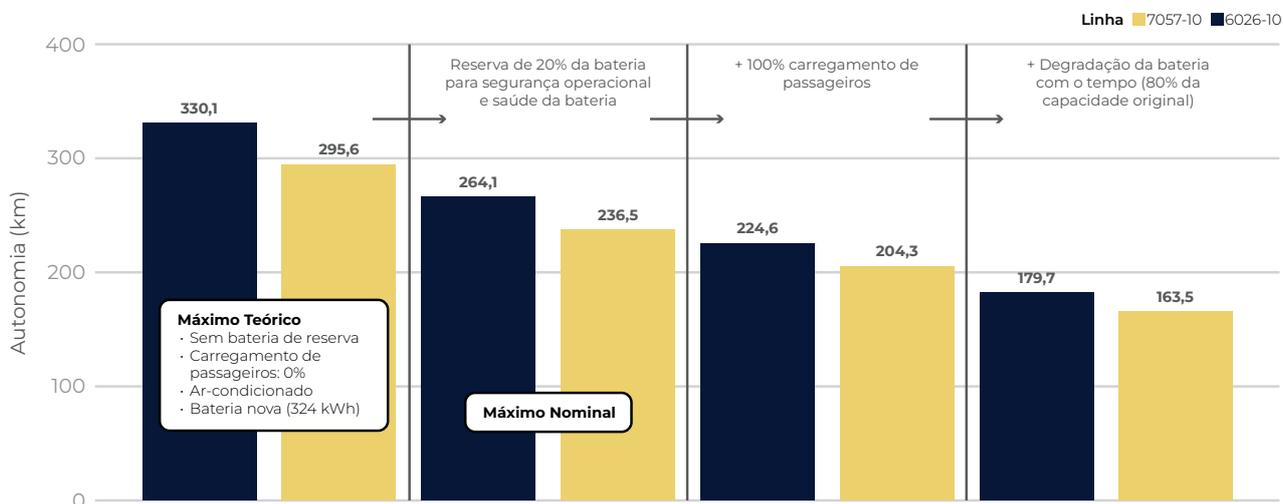
Várias experiências com projetos de ônibus elétrico apontam para uma autonomia de 250 quilômetros por carga. Atualmente, algumas municipalidades estão definindo a autonomia mínima nos contratos, como nos casos de: Bogotá (260 quilômetros), do projeto-piloto de São Paulo (250 quilômetros) e de São José dos Campos (250 quilômetros). No entanto, estas autonomies se referem à capacidade máxima das baterias, e para a operação deve-se considerar uma reserva operacional de 20% da carga total, de forma a preservar a saúde da bateria e emergências operacionais.

Para a definição da autonomia dos veículos elétricos a ser considerada neste estudo, observou-se o estudo desenvolvido pelo projeto *Zero Emission Bus Rapid-Deployment Accelerator* (ZEBRA, 2022 [12]) que apresentou uma discussão sobre o desempenho operacional e econômico da transição de uma frota de ônibus a *diesel* para uma frota de ônibus elétrico a bateria, tendo em conta a experiência de São Paulo<sup>8</sup>. Foram obtidos resultados de simulação do consumo de energia para analisar o impacto de diferentes parâmetros no desempenho da autonomia de ônibus elétrico. A simulação foi realizada para as 20 linhas operadas por uma empresa e foram destacados os resultados de duas linhas: a de maior (7057-10) e a de menor consumo energético (6026-10). Os resultados estão apresentados na Figura 13.

---

<sup>8</sup> Análise da implantação de ônibus zero emissão na frota de um operador da cidade de São Paulo. ZEBRA, 2022. Disponível em: <https://theicct.org/wp-content/uploads/2022/03/hdv-brasil-analise-da-implantac%CC%A7a%CC%83o-de-o%C-C%82nibus-zero-emissa%CC%83o-sa%CC%83o-paulo-mar22.pdf>.

**Figura 13 – Impacto de variáveis-chave na autonomia estimada dos ônibus elétricos que operam as linhas 7057-10 e 6026-10**



Fonte: ZEBRA (2022).

Os resultados indicam que a autonomia de um ônibus elétrico para a realidade dos trajetos das 20 linhas em estudo – considerando a operação com 20% de reserva de bateria para segurança operacional e saúde da bateria e com 100% de carregamento de passageiros – está entre aproximadamente 205 e 225 quilômetros por carga. Em uma análise mais conservadora e realizando um arredondamento, **para este estudo foi considerada a autonomia de 200 quilômetros**, levando em conta a reserva de bateria de 20% e o carregamento de 100% dos passageiros.

Como tempo de recarga completa, considerou-se o indicado nas fichas técnicas do fabricante BYD:

- **Veículo Padron:** para um veículo de 13,2 metros e piso alto, indica-se que o **período de carga completa** é de 5 horas. Como taxa de recarga (% da bateria por minuto e quilômetros por minuto) utilizou-se a premissa de recarga linear, observando o tempo de recarga completa de 5 horas e autonomia de carga completa de 250 quilômetros. Portanto, os valores obtidos foram de 0,83 quilômetro por minuto.
- **Veículo Articulado:** para um veículo de 23 metros e piso alto indica-se que o **período de carga completa** é de **3 ou 7 horas**, a depender do tipo de carregador utilizado. Como taxa de recarga utilizou-se a premissa de recarga linear, observando o tempo de recarga completa de 3 a 7 horas e autonomia de carga completa de 250 quilômetros. Portanto, os valores obtidos foram de 1,39 quilômetro por minuto na recarga rápida e 0,59 quilômetro por minuto na recarga rápida.

### 3.1.2 Cenários avaliados

Conforme discutido acima, a questão da autonomia diária dos veículos é uma preocupação, uma vez que no teste realizado anteriormente em Belo Horizonte foram observadas autonomias baixas em relação ao esperado. Assim, é importante considerar a busca por opções que possam ampliar a utilização dos veículos elétricos, visto que quanto maior o uso, maiores podem ser os ganhos operacionais e os ganhos em relação aos indicadores socioeconômicos.

Assim, para o desenho deste projeto-piloto de financiamento foram avaliados dois tipos de cenários para a infraestrutura de recarga, seguindo a **tecnologia *plug-in* tradicional** que o município já tinha optado no teste anterior realizado em 2021: i) recarga lenta nas garagens e ii) recarga lenta nas garagens e recarga de oportunidade nos terminais, de forma a se ampliar a autonomia diária dos veículos.

Para a definição dos cenários foram consideradas as especificações técnicas divulgadas pelo fabricante BYD como referências de base. Segundo o fabricante, atualmente estão disponíveis para o mercado brasileiro dois tipos diferentes de carregadores. O primeiro deles, chamado neste estudo de “carregadores lentos”, apresenta 2 *plug-ins* de carregamento com uma potência máxima de 40 kW cada. Estes carregadores são recomendados para a utilização tanto nos veículos do tipo Padron quanto nos veículos articulados.

O tempo de carregamento estimado pelo fabricante para os veículos do tipo Padron está entre 4 e 5 horas, utilizando os dois *plugs* do equipamento simultaneamente, enquanto o tempo para os veículos articulados com as mesmas condições está entre 6 e 7 horas.

O segundo tipo de carregadores disponíveis, chamado neste estudo de “carregadores rápidos”, apresenta 2 *plug-ins* de carregamento com uma potência máxima de 100 kW cada. A utilização dos carregadores rápidos é recomendada pelo fabricante apenas para os veículos articulados, com um tempo de carregamento estimado para estes veículos de 2 a 3 horas, utilizando-se os dois *plugs* do equipamento.

Os tipos de carregadores disponíveis para cada tipo de veículo foram importantes para a definição dos cenários estudados e suas variações. Para os veículos do tipo Padron foi considerada somente a utilização de carregadores lentos, enquanto para os veículos articulados foram consideradas as duas possibilidades disponíveis: carregadores lentos ou carregadores rápidos.

A tabela abaixo apresenta os cenários e suas variações consideradas, assim como os tempos de recarga considerados em cada um deles.

Tabela 10 – Cenários avaliados

Cenário	Momento de recarga	Tipo de veículo	Tipo de infraestrutura de recarga	Tempo de recarga completa
1A	Apenas recarga noturna	Padron	Carregadores lentos (2 x 40 kW)	5 horas
		Articulado	Carregadores lentos (2 x 40 kW)	7 horas
1B	Apenas recarga noturna	Padron	Carregadores lentos (2 x 40 kW)	5 horas
		Articulado	Carregadores rápidos (2 x 100 kW)	3 horas
2A	Recarga noturna e recargas de oportunidade nos terminais	Padron	Carregadores lentos (2 x 40 kW)	5 horas
		Articulado	Carregadores lentos (2 x 40 kW)	7 horas
2B	Recarga noturna e recargas de oportunidade nos terminais	Padron	Carregadores lentos (2 x 40 kW)	5 horas
		Articulado	Carregadores rápidos (2 x 100 kW)	3 horas

Fonte: Elaboração própria a partir de especificações técnicas da BYD.

### 3.1.3 Estudo da operação dos veículos elétricos

Conforme citado anteriormente, o Município optou pelo desenho de um projeto-piloto com 25 veículos elétricos, sendo 20 veículos Padron e 5 veículos articulados. Definiu-se também que a nova frota de veículos elétricos deveria operar nas **linhas troncais do sistema MOVE** de forma a se aproveitar os corredores de ônibus de infraestrutura segregada para se maximizar os ganhos operacionais e se minimizar as possíveis perdas ou possíveis problemas.

Os corredores do BRT MOVE apresentam-se como ambiente mais favorável, pois, seus trajetos não apresentam declividades muito acentuadas como observado em vias por onde passam as linhas que operam também fora dos corredores. Além disto, considerou-se que as linhas troncais são aquelas que apresentam os maiores níveis de demanda, o que faria com que os novos veículos elétricos pudessem ser experimentados por uma maior quantidade de usuários.

A partir deste recorte definido, a operação dos veículos nas linhas troncais do sistema MOVE foi estudada em detalhe para a identificação dos veículos que poderiam ser substituídos, as oportunidades associadas e os potenciais indicadores operacionais obtidos com a implementação do projeto-piloto.

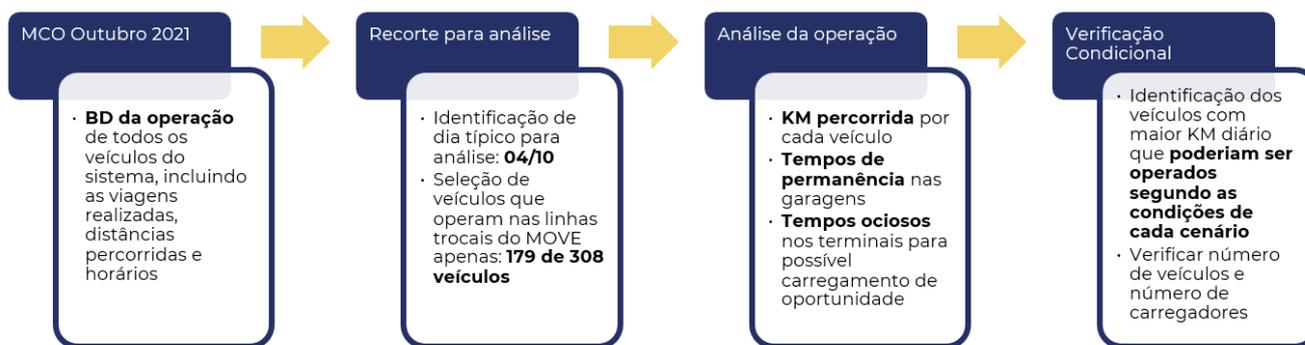
O estudo da operação dos veículos apresentada neste item teve como objetivo a comparação da quilometragem total a ser substituída (dos atuais veículos a *diesel* pelos futuros veículos elétricos) entre os cenários, assim como a comparação da quantidade de infraestrutura de carregamento necessária para cada caso. Porém, é importante destacar que o estudo realizado se configura como uma avaliação da operação atual dos

veículos em um cenário de inclusão de uma nova tecnologia. Não se trata de uma otimização operacional, que deverá ser realizada durante a implementação do projeto em busca de melhores resultados.

O estudo foi realizado a partir do banco de dados fornecido pela BHTrans, com a indicação do registro da operação de todos os ônibus do sistema municipal durante o mês de outubro de 2021, incluindo todas as viagens realizadas, distâncias percorridas pelos veículos e horários de início e término destas viagens. A partir do banco de dados recebido foi realizado um recorte para a avaliação, seguido da análise da operação dos veículos neste recorte e da verificação condicional dos veículos que atenderiam aos critérios para serem substituídos pelos veículos elétricos.

A Figura 14 abaixo ilustra todo o processo do estudo operacional realizado, descrito na sequência.

**Figura 14 – Passo a passo do estudo da operação dos veículos**



Fonte: Elaboração própria.

A análise do registro da operação dos ônibus no sistema municipal de Belo Horizonte mostrou que não há um padrão para a operação de cada veículo no sistema. Isto ocorre porque não há uma obrigatoriedade para a utilização de um veículo específico em uma linha específica por parte dos operadores do sistema. Assim, os operadores são livres para a alocação dos seus veículos, para a operação das partidas e linhas que estão sob sua responsabilidade, contanto que cumpram as exigências contratuais em relação ao nível do serviço prestado.

Ou seja, um veículo que opera em uma determinada linha em um dia, não necessariamente operará nesta mesma linha nos dias seguintes. A alocação de um veículo pode ainda considerar a operação em diferentes linhas e diferentes terminais ao longo de um mesmo dia.

Esta característica do sistema de Belo Horizonte, que também é comum em vários outros sistemas de transportes, tornou necessária a escolha de um “dia típico” para a realização da análise da operação dos veículos. Desta forma, realizou-se uma comparação entre os padrões de operação

dos veículos entre todos os dias registrados na base de dados fornecida, para a identificação do dia em que a operação registrada apresentasse a menor variação em relação à operação registrada nos outros dias do mês. O “dia típico” identificado e selecionado para análise foi o dia 04 de outubro de 2021, dentre todos os dias do mês de outubro fornecidos.

Em seguida, nos registros do dia escolhido houve o recorte relacionado às linhas de operação: foram selecionados os veículos que apresentaram, naquele dia, operação somente nas linhas troncais do sistema MOVE. Assim, dos 308 veículos em operação atualmente no sistema MOVE, foram selecionados 179 veículos para estudo. Para cada um destes veículos foram calculados:

- A quilometragem total percorrida por cada veículo;
- Os tempos de permanência de cada veículo nas garagens; e
- Os tempos ociosos de cada veículo nos terminais ao longo da operação.

Com base nestas informações, partiu-se para uma verificação condicional de cada um desses veículos, com o objetivo de identificar aqueles que apresentavam padrões de operação que pudessem possibilitar tanto a realização dos carregamentos necessários quanto a realização de suas viagens com a autonomia fornecida pelas baterias.

No caso dos cenários em que foram considerados os carregamentos de oportunidade nos terminais considerou-se que para estes carregamentos o tempo ocioso é de pelo menos 30 minutos. Assim, para cada veículo com tempo ocioso nos terminais, calculou-se uma autonomia total adquirida no dia para verificação. Para o cálculo da autonomia adquirida pelos carregamentos de oportunidade foi considerada a mesma taxa de carregamento que os carregamentos noturnos. Então, quanto maior o tempo ocioso de cada veículo ao longo dia, maior foi a autonomia adquirida considerada.

A Tabela 11 abaixo indica quais foram os parâmetros considerados para a seleção dos veículos que poderiam ser substituídos pelos veículos elétricos com base na operação estudada.

**Tabela 11 – Parâmetros considerados para a seleção dos veículos**

<b>Cenário</b>	<b>Momento de recarga</b>	<b>Tipo de veículo e carregador</b>	<b>KM rodada máxima por veículo<sup>9</sup></b>	<b>Tempo mínimo na garagem</b>
<b>1A</b>	Apenas recarga noturna	Padron + recarga lenta	200 km	5 horas
		Articulado + recarga lenta	200 km	7 horas
<b>1B</b>	Apenas recarga noturna	Padron + recarga lenta	200 km	5 horas
		Articulado + recarga rápida	200 km	3 horas
<b>2A</b>	Recarga noturna e recargas de oportunidade nos terminais	Padron + recarga lenta	200 km + 50km por horas de carregamento de oportunidade	5 horas
		Articulado + recarga lenta	200 km + 35km por horas de carregamento de oportunidade	7 horas
<b>2B</b>	Recarga noturna e recargas de oportunidade nos terminais	Padron + recarga lenta	200 km + 50km por horas de carregamento de oportunidade	5 horas
		Articulado + recarga rápida	200 km + 80km por horas de carregamento de oportunidade	3 horas

Fonte: Elaboração própria.

Entre todos os veículos que atenderam aos parâmetros definidos para cada cenário, foram selecionados aqueles com as maiores quilometragens diárias, com o objetivo de maximizar a operação dos veículos elétricos a favor de melhores resultados operacionais. Os veículos selecionados em cada um dos cenários são apresentados nos itens seguintes, seguidos de uma comparação entre os resultados de cada cenário.

### *3.1.3.1 Cenários 1A e 1B: apenas recarga noturna*

Os veículos selecionados nos cenários 1A e 1B foram os mesmos e por isto seus resultados estão apresentados em conjunto. A única diferença entre os cenários está no tempo necessário para o carregamento noturno dos veículos articulados nas garagens, 7 horas ou 3 horas, e observou-se que entre os veículos com as maiores quilometragens diárias, todos eles passaram mais de 7 horas nas garagens.

Os 20 veículos do tipo Padron selecionados apresentaram quilometragens diárias entre 202,3 e 100,5 km, com operação nas linhas 62, 63, 64, 67 e 85 do sistema MOVE. Os 5 veículos articulados selecionados apresentaram quilometragens diárias entre 202,6 e 182,0 km, com operação nas linhas 50, 51, 61, 67 e 82.

A tabela abaixo lista todos os veículos selecionados e suas características associadas.

<sup>9</sup> Pequenas variações da quilometragem diária rodada por veículo acima dos valores máximos foram admitidas devido ao grau de incerteza considerado na análise.

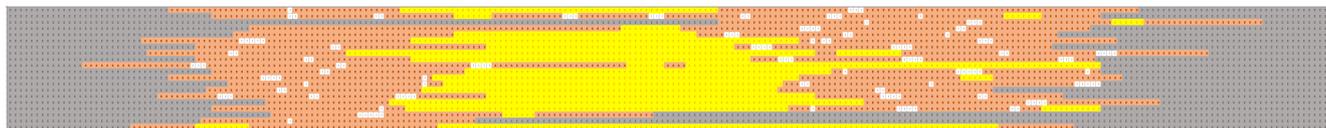
Tabela 12 – Veículos selecionados nos Cenários 1A e 1B

Veículo	Tipo	KMs rodado	Linha operada	Operador	Terminal de operação
10754	Padron	202.3	62	VIACÃO JARDINS LTDA.	Venda Nova
20565	Padron	185.3	85	VIACÃO PROGRESSO LTDA.	São Gabriel
20577	Padron	181.5	64	VIACÃO TORRES LTDA	Venda Nova
10837	Padron	176.8	62	VIACÃO JARDINS LTDA.	Venda Nova
10816	Padron	176.8	63	MILENIO TRANSPORTES LTDA.	Venda Nova
30603	Padron	176.4	67	VIACÃO SIDON LTDA.	Vilarinho
10809	Padron	175.5	62	MILENIO TRANSPORTES LTDA.	Venda Nova
10815	Padron	172.0	63	MILENIO TRANSPORTES LTDA.	Venda Nova
30607	Padron	167.5	67	VIACÃO SIDON LTDA.	Vilarinho
20548	Padron	167.1	62	Não identificado	Venda Nova
20566	Padron	166.7	67	VIACÃO PROGRESSO LTDA.	Vilarinho
10691	Padron	163.1	64	CIDADE BH TRANSPORTES LTDA.	Venda Nova
20570	Padron	160.2	67	VIACÃO PROGRESSO LTDA.	Vilarinho
30655	Padron	150.2	67	VIACÃO SIDON LTDA.	Venda Nova
20538	Padron	142.0	85	Não identificado	São Gabriel
10762	Padron	136.5	62	VIACÃO JARDINS LTDA.	Venda Nova
20567	Padron	135.9	67	VIACÃO PROGRESSO LTDA.	Vilarinho
20594	Padron	118.9	67	VIACÃO GLOBO LTDA.	Vilarinho
10813	Padron	101.6	63	MILENIO TRANSPORTES LTDA.	Venda Nova
10806	Padron	100.5	62	MILENIO TRANSPORTES LTDA.	Venda Nova
20515	Articulado	202.6	67	VIACÃO PROGRESSO LTDA.	Vilarinho
30542	Articulado	198.1	82	BETTANIA ONIBUS LTDA.	São Gabriel
40527	Articulado	193.1	51	URCA AUTO ONIBUS LTDA.	Pampulha
40545	Articulado	187.5	50	RODOPASS TRANSP. COL. DE PASSG. LTDA.	Pampulha
10792	Articulado	182.0	61	MILENIO TRANSPORTES LTDA.	Venda Nova

Fonte: Elaboração própria.

Adicionalmente, as figuras a seguir ilustram o padrão de operação observado nos veículos selecionados. Os esquemas representam a operação de cada veículo entre os tempos ociosos noturnos (nas garagens) observados. Os tempos ociosos noturnos estão representados na cor cinza, os tempos em operação ou trânsito entre garagem e terminais estão representados na cor laranja, os tempos ociosos diurnos longos (maiores que 30 minutos) estão representados em amarelo e os tempos ociosos diurnos curtos (menores que 30 minutos) estão representados em branco.

**Figura 15 – Padrão de operação dos veículos Padron selecionados nos Cenários 1A e 1B**



Fonte: Elaboração própria com dados BHTrans.

**Figura 16 – Padrão de operação dos veículos Articulados selecionados nos Cenários 1A e 1B**



Fonte: Elaboração própria com dados BHTrans.

### 3.1.3.2 Cenário 2A: recarga noturna e recarga de oportunidade

Os 20 veículos do tipo Padron selecionados apresentaram quilometragens diárias entre 267,2 e 167,1 km, com operação nas linhas 62, 63, 64, 67 e 85 do sistema MOVE. Os 5 veículos articulados selecionados apresentaram quilometragens diárias entre 257,1 e 228,5 km, com operação nas linhas 50, 51 e 65.

A tabela abaixo lista todos os veículos selecionados e suas características associadas.

**Tabela 13 – Veículos selecionados no Cenário 2A**

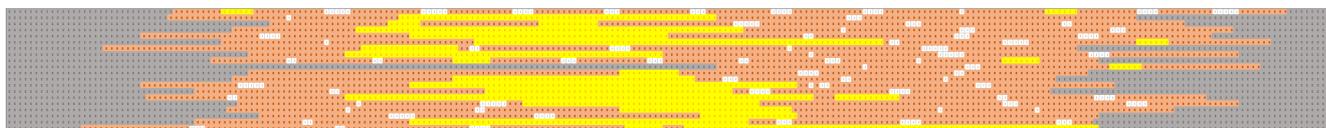
Veículo	Tipo	KMs rodado	Linha operada	Operador	Terminal de operação
10777	Padron	267.2	64	RODAP OPERADORA DE TRANSPORTES LTDA.	Venda Nova
10802	Padron	254.8	62	VIACÃO JARDINS LTDA.	Venda Nova
20589	Padron	245.2	67	VIACÃO GLOBO LTDA.	Vilarinho
20585	Padron	244.1	85	VIACÃO TORRES LTDA.	São Gabriel
10836	Padron	241.8	62	VIACÃO JARDINS LTDA.	Venda Nova
30602	Padron	240.6	67	VIACÃO SIDON LTDA.	Vilarinho
10756	Padron	240.1	62	VIACÃO JARDINS LTDA.	Venda Nova
10690	Padron	219.4	64	CIDADE BH TRANSPORTES LTDA.	Venda Nova
10760	Padron	211.2	64	VIACÃO JARDINS LTDA.	Venda Nova
30630	Padron	211.0	67	VIACÃO SIDON LTDA.	Vilarinho
10754	Padron	202.3	62	VIACÃO JARDINS LTDA.	Venda Nova
20565	Padron	185.3	85	VIACÃO PROGRESSO LTDA.	São Gabriel

Veículo	Tipo	KMs rodado	Linha operada	Operador	Terminal de operação
20577	Padron	181.5	64	VIACÃO TORRES LTDA.	Venda Nova
10837	Padron	176.8	62	VIACÃO JARDINS LTDA.	Venda Nova
10816	Padron	176.8	63	MILENIO TRANSPORTES LTDA.	Venda Nova
30603	Padron	176.4	67	VIACÃO SIDON LTDA.	Vilarinho
10809	Padron	175.5	62	MILENIO TRANSPORTES LTDA.	Venda Nova
10815	Padron	172.0	63	MILENIO TRANSPORTES LTDA.	Venda Nova
30607	Padron	167.5	67	VIACÃO SIDON LTDA.	Vilarinho
20548	Padron	167.1	62	Não identificado	Venda Nova
40505	Articulado	257.1	50	COLETUR -COLETIVOS URBANOS LTDA.	Pampulha
10747	Articulado	256.5	65	RODAP OPERADORA DE TRANSPORTES LTDA.	Vilarinho
40534	Articulado	239.3	50	URCA AUTO ONIBUS LTDA.	Pampulha
40528	Articulado	229.5	51	URCA AUTO ONIBUS LTDA.	Pampulha
10801	Articulado	228.5	51	VIACÃO JARDINS LTDA.	Pampulha

Fonte: Elaboração própria.

Adicionalmente, as figuras a seguir ilustram o padrão de operação observado nos veículos selecionados. Os esquemas representam a operação de cada veículo entre os tempos ociosos noturnos (nas garagens) observados. Os tempos ociosos noturnos estão representados na cor cinza, os tempos em operação ou trânsito entre garagem e terminais estão representados na cor laranja, os tempos ociosos diurnos longos (maiores que 30 minutos) estão representados em amarelo e os tempos ociosos diurnos curtos (menores que 30 minutos) estão representados em branco.

**Figura 17 – Padrão de operação dos veículos Padron selecionados no Cenário 2A**



Fonte: Elaboração própria com dados BHTrans.

**Figura 18 – Padrão de operação dos veículos Articulados selecionados no Cenário 2A**



Fonte: Elaboração própria com dados BHTrans.

### 3.1.3.3 Cenário 2B: recarga noturna e recarga de oportunidade

Os 20 veículos do tipo Padron selecionados foram os mesmos selecionados para o Cenário 2B. A diferença deste Cenário está na seleção dos 5 veículos articulados selecionados que, com a recarga rápida, apresentaram quilometragens diárias entre 325,4 e 299,4 km, com operação nas linhas 50, 61, 64 e 65.

A tabela abaixo lista os veículos articulados selecionados e suas características associadas.

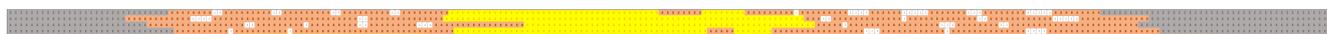
**Tabela 14 – Veículos articulados selecionados no Cenário 2B**

Veículo	Tipo	KMs rodado	Linha operada	Operador	Terminal de operação
20529	Articulado	325.4	65	VIACÃO GLOBO LTDA.	Vilarinho
10788	Articulado	306.5	64	MILENIO TRANSPORTES LTDA.	Venda Nova
10751	Articulado	303.7	61	AUTO OMNIBUS FLORAMAR LTDA.	Venda Nova
10791	Articulado	301.3	61	MILENIO TRANSPORTES LTDA.	Venda Nova
40508	Articulado	299.4	50	COLETUR -COLETIVOS URBANOS LTDA.	Pampulha

Fonte: Elaboração própria.

A figura a seguir ilustra o padrão de operação observado nos veículos articulados selecionados. Os esquemas representam a operação de cada veículo entre os tempos ociosos noturnos (nas garagens) observados. Os tempos ociosos noturnos estão representados na cor cinza, os tempos em operação ou trânsito entre garagem e terminais estão representados na cor laranja, os tempos ociosos diurnos longos (maiores que 30 minutos) estão representados em amarelo e os tempos ociosos diurnos curtos (menores que 30 minutos) estão representados em branco.

**Figura 19 – Padrão de operação dos veículos Articulados selecionados no Cenário 2B**



Fonte: Elaboração própria com dados BHTrans.

### 3.1.3.4 Resultados comparados

A Tabela 15 a seguir apresenta os resultados comparados entre os cenários avaliados, como a quilometragem diária total rodada pelos veículos substituídos e o dimensionamento do número de carregadores necessários em cada um dos cenários.

**Tabela 15 – Resultados comparados por Cenário**

Tipo de Veículo		Padron		Articulados			
# de Veículos		20		5			
Cenário		1A e 1ª	2A e 2B	1A	1B	2A	2B
Padrão de recarga		Noturno	Noturno + Oportunidade	Noturno		Noturno + Oportunidade	
Tipo de carregador		Lento		Lento	Rápido	Lento	Rápido
KM diária rodada		3.156,6 km	4.156,7 km	963,3 km	963,3 km	1.210,9 km	1.536,4 km
Alternativa: Carregamento noturno nas garagens e de oportunidade nos terminais	# Carregadores noturnos	20	20	5	3	5	3
	# Carregadores de oportunidade	-	4	-	-	3	3
Alternativa: Carregamento noturno e de oportunidade nos terminais	# Carregadores combinados	20	20	5	3	5	3

Fonte: Elaboração própria.

Para o cálculo do número de carregadores necessários foi realizada uma análise integrada dos padrões de operação de cada veículo selecionado, a distribuição de seus tempos ociosos diurnos longos utilizados para o carregamento de oportunidade e o terminal de operação de cada um destes veículos. Deste modo, foi possível calcular o número mínimo de carregadores necessários, e cada carregador pode ser utilizado por mais de um veículo de forma intercalada, a depender da sua localização, um terminal específico ou garagem, e dos momentos em que as recargas devem acontecer.

Além disto, considerou-se também duas alternativas de localização dos carregadores, que se relacionam diretamente com os modelos de negócios que serão discutidos nos itens seguintes deste capítulo. Considerou-se uma primeira alternativa com carregamento noturno nas garagens e carregamento de oportunidade nos terminais, adequada para um modelo de negócios que considera a aquisição dos veículos e infraestrutura pelos concessionários.

Também foi considerada como outra alternativa o carregamento noturno e de oportunidade nos terminais, adequada para um modelo de negócios em que a aquisição dos veículos e infraestrutura de carregamento é de responsabilidade de órgão público.

### **3.1.4 Potencial de otimização da operação dos novos veículos**

Conforme citado no item anterior, o estudo da operação realizada não teve como objetivo a realização de uma otimização da operação dos veículos de forma a maximizar a quilometragem rodada pelos veículos elétricos, ou a alocação eficiente dos períodos de carregamento por oportunidade. O estudo se constituiu na análise de como a operação dos

veículos elétricos poderia ser encaixada nos padrões de operação observados atualmente no sistema MOVE de Belo Horizonte.

Porém, entende-se que, de posse dos veículos elétricos, os operadores naturalmente buscarão otimizar a operação dos veículos de forma a maximizar a quilometragem diária dos veículos e com isto reduzir os seus custos operacionais. A otimização da operação dos veículos é um exercício frequente praticado pelos operadores do sistema, que buscam sempre uma alocação mais eficientes de veículos no sentido de reduzir os custos operacionais e maximizar seus retornos financeiros, e para isto dispõem de softwares e profissionais especializados neste procedimento.

Considerando-se que, a partir dos resultados obtidos no estudo de caso apresentado no item anterior, há ainda um grande potencial de otimização da operação de forma a permitir que os veículos elétricos operem quilometragens diárias mais próximas às autonomias máximas das baterias e que os períodos de carregamento de oportunidade sejam alocados de forma a ampliar as autonomias adquiridas ao longo do dia, além daquela obtida pelo carregamento noturno.

Neste sentido, a tabela a seguir apresenta uma estimativa das quilometragens diárias totais que poderiam ser obtidas após o processo de otimização da operação dos veículos elétricos. Para isto, considerou-se que, nos cenários com carregamento de oportunidade, cada veículo pode ter pelo menos 90 minutos de tempo ocioso para carregamento nos terminais.

**Tabela 16 – Potencial de otimização da operação**

<b>Tipo de Veículo</b>	Padron		Articulados		
<b># de Veículos</b>	20		5		
<b>Cenário</b>	1A e 1ª	2A e 2B	1A e 1B	2A	2B
<b>Padrão de recarga</b>	Noturno	Noturno + Oportunidade	Noturno	Noturno + Oportunidade	
<b>Tipo de carregador</b>	Lento		Lento ou Rápido	Lento	Rápido
<b>KM diária rodada no estudo de caso</b>	3.156,6 km	4.156,7 km	963,3 km	1.210,9 km	1.536,4 km
<b>KM diária rodada POTENCIAL</b>	4.000,0 km	5.500,0 km*	1.000,0 km	1.250,0 km*	1.500,0 km*

Fonte: Elaboração própria.

(\*) Com 90 minutos de carregamento por oportunidade nos terminais.

## 3.2 AVALIAÇÃO ECONÔMICO-FINANCEIRA

A avaliação financeira do Projeto-Piloto de Transição para a Eletromobidade foi feita com o objetivo de apurar os impactos da adoção de novas

tecnologias sobre o custo arcado pelos agentes operadores, e seu reflexo sobre a variação da necessidade de receitas a serem geradas, seja por variação no valor da tarifa do usuário, seja por subsídio a ser viabilizado pelo Município em favor das empresas operadoras. A seguir apontam-se os princípios metodológicos utilizados, para posteriormente indicar-se as fontes de dados, e por fim os resultados finais.

### 3.2.1 Metodologia

A metodologia adotada para a avaliação econômico-financeira do Projeto-Piloto de Transição para a Eletromobilidade pode ser denominada de “substituição orçamentária planejada”. Neste modelo utilizou-se uma planilha de custos típica adotada pelo setor de transporte público, na qual são incluídos os custos fixos e variáveis decorrentes do uso de veículos elétricos, sendo deduzidos os mesmos custos dos veículos a combustão substituídos pelos veículos elétricos. Assim, no modelo de “substituição orçamentária planejada” calcula-se o diferencial de custos agregados do sistema com e sem a adoção de veículos elétricos.

A Planilha Tarifária foi originalmente proposta pelo Grupo Executivo de Integração da Política de Transportes (GEIPOT)<sup>10</sup> em 1982, através do lançamento das Instruções Práticas para Cálculo de Tarifas de Ônibus Urbanos, e atualizada com a edição da metodologia em 1996. A concepção do modelo de planilha tarifária teve por objetivo harmonizar o cálculo do valor da tarifa para o usuário de transporte público dentre os diversos entes da federação, unificando os procedimentos metodológicos e sugerindo indicadores que auxiliassem os órgãos que dispusessem de limitação técnica para fazer um levantamento completo de seus preços e parâmetros tarifários.

Após a decisão de reestruturar o setor federal de transportes em 2001, que levou à extinção do GEIPOT, a planilha tarifária permaneceu em uso por grande parte dos gestores de transportes públicos em diferentes Municípios, Estados e na União.

Motivadas pelas manifestações populares de junho de 2013, em 2016 a Frente Nacional de Prefeitos e a Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP) realizaram grande esforço de revisão e atualização da planilha tarifária para as condições correntes de prestação de serviços públicos de transporte de passageiros. Este esforço resultou na apuração de novos parâmetros de produtividade e fontes de informações referenciais, muitas das quais foram utilizadas no presente Estudo.

---

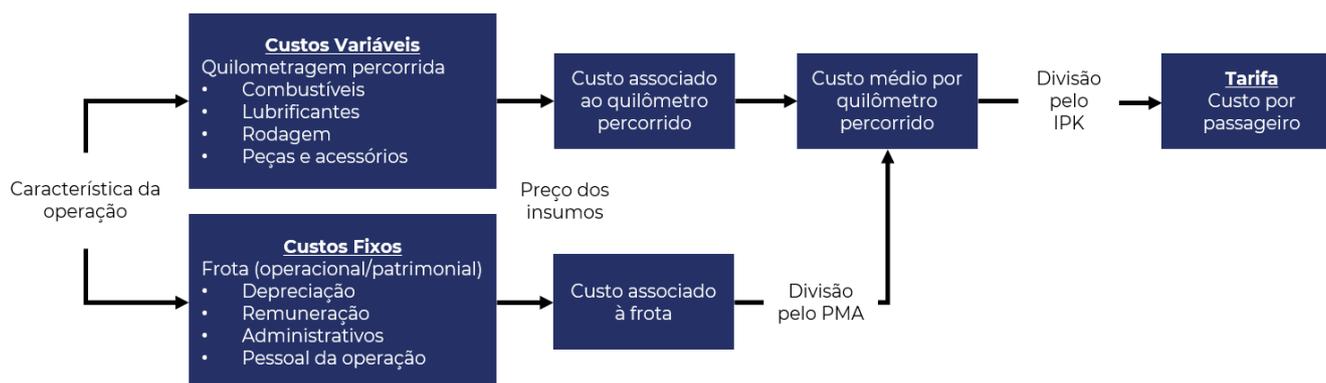
10 Em 1965 foi criado, através do decreto nº 57.003, de 11 de outubro de 1965, o Grupo Executivo de Integração da Política de Transportes (GEIPOT), com o objetivo de coordenar e desenvolver uma série de estudos de transportes (como contrapartida brasileira a um convênio firmado com o Banco Internacional para a Reconstrução e o Desenvolvimento). Posteriormente, em 1969 o GEIPOT foi transformado em Grupo de Estudos para Integração da Política de Transportes, subordinando-o ao Ministério de Estado dos Transportes. O GEIPOT foi transformado em Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes através da Lei nº 5.908, de 20 de agosto de 1973, mantendo-se a sigla GEIPOT.

A planilha tarifária é uma representação sintética dos custos econômicos decorrentes da prestação dos serviços de transporte público. Conforme amplamente aceito pela doutrina sobre a matéria, as empresas privadas contratadas para a prestação de serviços públicos devem ser adequadamente remuneradas pela prestação dos serviços, na forma e na quantidade definida pelo órgão gestor, seja diretamente pelo Poder Concedente, seja através do pagamento da tarifa pelo usuário.

Sendo este o caso em tela, é correto afirmar que a planilha tarifária tem por objetivo converter os custos decorrentes da prestação de serviços públicos na forma e na quantidade definidos pelo Poder Concedente em valor de tarifa para os usuários.

A figura a seguir apresenta o desenho esquemático da metodologia utilizada na determinação da tarifa do usuário.

**Figura 20 – Metodologia de cálculo tarifário**



Fonte: Elaboração própria.

A partir desta concepção geral, cabe citar de forma expedita os cálculos realizados. As planilhas de custos se dividem basicamente em duas partes, variáveis e fixos. Os custos variáveis são os decorrentes da operação do veículo e neles englobam os seguintes itens:

- Combustíveis;
- Lubrificantes;
- Rodagem;
- Peças e acessórios.

Os custos variáveis são obtidos em função do consumo de cada insumo por quilômetro percorrido (pelo veículo), multiplicado pelo seu respectivo preço unitário. Já os custos fixos independem da operação do veículo e neles se enquadram os seguintes itens:

- Depreciação;
- Remuneração;
- Administrativos;
- Pessoal da operação.

Após apurados os custos fixos de cada veículo, estes são transformados em custos por quilômetro. Esta transformação é feita pelo quociente entre o custo total fixo anual e o Percurso Médio Anual (PMA), que por sua vez é obtido pelo total de quilômetros percorridos anualmente na operação das linhas, por característica de serviço, dividido pelo número de veículos destinados à operação do sistema, inclusive os reservas.

O valor final da tarifa por usuário é obtido pela soma dos custos por quilômetro (considerados os custos variáveis e os fixos), dividido pelo Índice de Passageiros por Quilômetro (IPK), o qual é calculado pela relação entre a quantidade de passageiros transportados e o número de quilômetros percorridos. A figura a seguir simplifica o detalhamento metodológico descrito.

**Figura 21 – Exemplo de cálculo tarifário**



Fonte: Elaboração própria.

No modelo de “substituição orçamentária planejada”, adotado para a transição para a Eletromobilidade, foram calculados os custos variáveis unitários de veículos elétricos e a combustão, assim como as variações dos custos fixos com a depreciação e a remuneração do capital. Não se considera que a substituição de uma parte de veículos a combustão por elétricos leve a alterações relevantes em:

- Custos com pessoal operacional, particularmente custos com motoristas, pessoal de fiscalização e controle operacional;

- Quanto aos custos com pessoal de manutenção, não se considerou alterações relevantes. Por um lado, os processos associados à manutenção de motores elétricos tendem a ser mais simples em comparação à manutenção de motores a combustão. Por outro lado, as novas tecnologias introduzidas por veículos elétricos levarão a novas atividades especializadas, o que criará novas posições de manutenção. Para o Projeto-Piloto, devido ao número proporcionalmente reduzido de veículos a combustão substituídos por veículos elétricos, não deverá haver alteração significativa no número de funcionários alocados a estas atividades. Mas recomenda-se que estes valores sejam efetivamente auferidos antes do início das operações;
- Custos com pessoal administrativos não deverão sofrer alterações significativas em virtude da substituição tecnológica.

Os parâmetros de produtividade e os custos unitários (expostos a seguir) foram multiplicados pelo número de veículos e pela quilometragem operacional e não operacional (detalhada nos demais capítulos deste relatório), de forma a se obter os custos totais da situação com veículos elétricos e sem veículos elétricos. Esta comparação, ou “substituição financeira planejada”, indicou qual seria o impacto pecuniário sobre os contratos de concessão das atuais empresas operadoras.

### 3.2.2 Dados de entrada e premissas

Os Contratos de Concessão para a operação do sistema de transporte público de Belo Horizonte possuem uma equação própria firmada à época da licitação. Nesta equação foram estabelecidos os diversos parâmetros que embasam o modelo remuneratório das empresas Concessionárias.

Apesar de muitos dos parâmetros vigentes que se encontram em discussão em diferentes esferas administrativas, não seria possível extrair para o presente relatório quais os parâmetros de consenso que produziram resultados aceitos por todas as partes. Por esta razão, em vez de se utilizar parâmetros dos contratos de concessão, foram utilizados parâmetros provenientes de pesquisas e da Nova Planilha Tarifária elaborada e publicada pela Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP).

Os dados se centraram em fevereiro de 2022, sendo este o ponto focal de realização das comparações. De acordo com flutuações comuns em preços como combustível, energia e veículos, os resultados da comparação poderão variar de acordo com o mês em que sejam realizadas. As principais origens de dados são apontadas a seguir:

- Parâmetros de consumo de *diesel*, óleo, lubrificantes, peças e acessórios dos veículos a combustão: Parâmetros pesquisados e publicados em sede da Nova Planilha Tarifária elaborada e publicada pela Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP);
- Parâmetros de preço de *diesel*: média dos preços anunciados pela Agência Nacional do Petróleo (ANP) para distribuidores de

combustíveis de Belo Horizonte. Note-se que o porte médio de uma empresa de ônibus é usualmente menor do que o porte de uma distribuidora, de forma que o valor do *diesel* poderá eventualmente estar subestimado;

- Parâmetros de preços de veículos a *diesel* (pesados, padron e articulados): preços observados em Nota Fiscal utilizados para a elaboração dos estudos de viabilidade econômico-financeira-da licitação para concessão da operação do Sistema de Transporte Público de Passageiros da Região Metropolitana do Recife (STPP – RMR) em fevereiro de 2022. Não foram observados parâmetros públicos mais recentes em outros Municípios, de forma que se manteve os valores adotados;
- Parâmetros de preços de veículos elétricos com recarga Plug-In ou por Ultracapacitor: Cotação formalizada em sede de Procedimento de Manifestação de Interesse realizado pela Prefeitura do Município do Rio de Janeiro em 2020 para o Projeto de BRT da Avenida Transbrasil, ajustada por variações de câmbio. Os valores em dólares americanos foram comparados a preços observados em outros projetos internacionais. Eventuais diferenças se devem à incidência de impostos, que no Brasil é mais elevada do que em outros países, e às circunstâncias vigentes na cadeia produtiva de veículos pesados. As cotações poderão variar de forma significativa entre a presente data e a data de efetiva aquisição dos veículos devido a diversos fatores como taxa de câmbio, oferta ou escassez de insumos e outras. Ressalva-se que poderá haver diferença razoável no preço dos veículos para cada Estado do Brasil devido às alíquotas e formas de cálculo da incidência do ICMS;
- Parâmetros de preço de energia: valores aos consumidores em média tensão, conforme a grade tarifária disponibilizada pela CEMIG para o mês de fevereiro de 2022, detalhada no item 1.5.1 do presente Relatório;
- Parâmetros de consumo de energia, lubrificantes, peças e acessórios dos veículos elétricos: referências bibliográficas sobre a experiência internacional, incluindo os seguintes estudos:
  - Ministério de Desenvolvimento Regional do Brasil e Banco Interamericano de Desenvolvimento, “Guia de Eletromobidade, Orientações para estruturação de projetos no transporte coletivo por ônibus”, 2022;
  - Grütter, Jürg, Grütter Consulting AG: “Rendimiento Real de Buses Híbridos y Eléctricos. Rendimiento ambiental y económico de buses híbridos y eléctricos basados en grandes flotas operacionales” [13];
  - Orbea, Jone: “Modelos de negocio para la adopción de flotas eléctricas: Experiencias Internacionales”. World Resources Institute, outubro de 2017 [14];

- Corporación Andina de Fomento: “La electromovilidad en el transporte público en América Latina”, 2019 [15];
- The World Bank: “Green Your Bus Ride, Clean Buses in Latin America, Summary report”, Janeiro de 2019 [16].

Com base na pesquisa bibliográfica formulada e na consolidação das diversas fontes utilizadas para o cálculo do modelo de “substituição orçamentária planejada”, foram consolidados os parâmetros detalhados a seguir.

**Tabela 17 – Parâmetros considerados para o cálculo do modelo de “substituição orçamentária planejada” – Parte 1 de 2**

	Pesado			Padron		
	<i>Diesel</i>	<i>Plug-In</i>	Ultracapa- citor	<i>Diesel</i>	<i>Plug-In</i>	Ultracapa- citor
Investimento em veículo						
Preço Aquisição Inicial – Veículo	552.500	1.450.000	2.000.000	595.000	1.525.000	2.200.000
Preço Renovação - Veículo (ano 7)	512.500	0	0	545.000	0	0
Preço Renovação - Bateria (ano 7)	0	725.000	0	0	725.000	0
Custo Variável	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Consumo de Combustível / Energia	0,498	1,149	1,300	0,546	1,282	1,600
Preço do combustível ou Kw/h	5,2260	0,5882	0,5882	5,226	0,5882	0,5882
Consumo com Peças e Acessórios	6,00%*	16.575	16.575	6,00%*	17.850	17.850
Consumo de lubrificantes	5,00%*	0,25%	0,25%	3,00%*	0,25%	0,25%
Equipamentos	0	0	0	0	0	0
Custo da Estação de Recarga em R\$	0	105.000	350.000	0	105.000	0
Infraestrutura	0	0	0	0	0	0
Custo da Estação de Recarga em R\$	0	15.000	15.000	0	15.000	15.000

\*Referência do custo de um veículo movido a *diesel*.

Fonte: Consolidado de MDR (2022), Grütter Consulting AG (2015), Orbea (2017), CAF (2019) e World Bank (2019).

**Tabela 18 – Parâmetros considerados para o cálculo do modelo de “substituição orçamentária planejada” – Parte 2 de 2**

	Articulado 18 m			Articulado 23 m		
	<i>Diesel</i>	<i>Plug-In</i>	<i>Ultracacipacitor</i>	<i>Diesel</i>	<i>Plug-In</i>	<i>Ultracacipacitor</i>
Investimento em veículo						
Preço Aquisição Inicial – Veículo	1.150.000	3.229.067	4.057.000	1.650.000	3.610.480	4.350.000
Preço Renovação – Veículo (ano 7)	0	0	0	0	0	0
Preço Renovação – Bateria (ano 7)	0	1.370.850	0	0	1.587.300	0
Custo Variável	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Consumo de Combustível / Energia	0,833	1,250	1,900	0,952	1,370	1,900
Preço do combustível ou Kw/h	5,226	0,5882	0,5882	5,226	0,5882	0,5882
Consumo com Peças e Acessórios	6,60%*	37.950	37.950	6,60%*	54.450	54.450
Consumo de lubrificantes	3,00%*	0,25%	0,25%	3,00%*	0,25%	0,25%
Equipamentos	0	0	0	0	0	0
Custo da Estação de Recarga em R\$	0	105.000	0	0	105.000	0
Infraestrutura	0	0	0	0	0	0
Custo da Estação de Recarga em R\$	0	15.000	15.000	0	15.000	15.000

\*Referência do custo de um veículo movido a *diesel*.

Fonte: Consolidado de MDR (2022), Grütter Consulting AG (2015), Orbea (2017), CAF (2019) e World Bank (2019).

### 3.2.3 Resultados

A partir do produto entre os valores unitários de produtividade, os preços de insumos e os volumes de quilômetros que serão percorridos pelos veículos elétricos e que deixarão de ser percorridos pelos veículos a combustão, chegou-se aos valores de custos operacionais variáveis expostos a seguir.

**Tabela 19 – Custos operacionais variáveis**

	<b>OPEX ACRESCIDO / ANO</b>	<b>OPEX EVITADO / ANO</b>
Energia / combustível	1.125.477,64	4.729.644,10
Lubrificantes / arla	35.472,33	236.482,21
Peças e Acessórios	546.750,00	1.093.500,00
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>1.707.699,97</b>	<b>6.059.626,31</b>
<b>TOTAL 7 ANOS</b>	<b>11.953.899,80</b>	<b>42.417.384,17</b>

Fonte: Elaboração própria.

Certamente serão nos custos variáveis que serão encontradas as maiores diferenças em favor dos veículos elétricos. Considerando-se os parâmetros de consumo compilados da literatura sobre o tema e os preços vigentes em fevereiro de 2022, o dispêndio com energia será cerca de 23,80% do dispêndio com combustível nos veículos a combustão.

Os custos com peças e acessórios serão cerca de 50% dos custos de veículos a combustão, enquanto os custos com lubrificantes e arla serão somente de 15% dos custos previstos. No total, os custos médios para os veículos elétricos serão de 28,18% dos custos por quilômetro por veículo a combustão. Com uma operação de segurança de 200 km ao dia, de forma a não se chegar ao nível mínimo de 20% da bateria, em 25 dias ao mês, o diferencial de custo anual será de R\$ 4.351.926,34. Para os sete anos remanescentes de contrato, o total acumulado será de R\$ 30.463.484,37. Após o término do contrato o veículo permanece com seu adquirente pelo valor patrimonial residual.

No lado dos investimentos, o diferencial de preços entre os veículos convencionais a combustão e os veículos elétricos, somados aos custos com investimentos em sistemas de recarga e obras civis necessárias à sua implantação, resulta na tabela a seguir.

**Tabela 20 – CAPEX acrescido e evitado**

	<b>CAPEX ACRESCIDO</b>	<b>CAPEX EVITADO</b>
<b>Frota</b>		
Investimentos Iniciais	46.645.337,00	17.650.000,00
<b>Equipamentos</b>		
Carregadores	2.625.000,00	
<b>Infraestrutura</b>	375.000,00	
<b>TOTAL 15 ANOS</b>	<b>49.645.337,00</b>	<b>17.650.000,00</b>

Fonte: Elaboração própria.

Assim, há um acréscimo de R\$ 31.995.337,00 em decorrência da substituição planejada de veículos elétricos por veículos a combustão. Este valor é próximo à economia de custos operacionais variáveis ao longo de 7 anos. Contudo, a esta conta deve-se acrescentar o custo, as taxas de remuneração e amortização do capital, resultando na análise agregada exposta na tabela a seguir.

Tabela 21 – Análise agregada

Veículos Elétricos	Inv. Inic.		Vida Útil (anos)		Valor Residual		Depreciação Anual		Remuneração Anual			Custos Variáveis	Custos Planilhados
	Veículo	Bateria	Veículo	Bateria	Veículo	Bateria	Veículo	Bateria	Prazo	Tx. Rem.	Veículo		
Articulados	9.291.087	6.854.250	15	7	5,00%	0,00%	588.436	979.179	7	8,95%	647.225	306.728	
Padron	16.000.000	14.500.000	15	7	5,00%	0,00%	1.013.333	2.071.429	7	8,95%	1.114.573	648.875	
Pesados	0	0	15	7	5,00%	0,00%	0	0	7	8,95%	0	0	
Equipamentos		2.625.000		7		0,00%		375.000	7	8,95%	117.469	0	
Infraestrutura		375.000		7		0,00%		53.571	7	8,95%	16.781	0	
<b>TOTAL</b>		<b>49.645.337</b>					<b>5.080.947</b>				<b>2.851.651</b>		<b>9.640.298,27</b>

Veículos Diesel	Inv. Inic.		Vida Útil (anos)		Valor Residual		Depreciação Anual		Remuneração Anual			Custos Variáveis	Custos Planilhados
	Veículo		Veículo		Veículo		Veículo	Bateria	Prazo	Tx. Rem.	Veículo		
Articulados	5.750.000		12		5,00%		455.208		7	8,95%	372.031		
Padron	11.900.000		10		10,00%		1.071.000		7	8,95%	729.559		
Pesados	0		8		10,00%		0		7	8,95%	0		
<b>TOTAL</b>	<b>17.650.000</b>						<b>1.526.208</b>				<b>1.101.590</b>		<b>8.687.424,88</b>

**DIFERENCIAL TOTAL DE CUSTOS FIXOS E VARIÁVEIS NO MODELO DE "SUBSTITUIÇÃO ORÇAMENTÁRIA PLANEJADA"**

**952.873,39**

Fonte: Elaboração própria.

Conclui-se que, de acordo com a apuração de custos por planilha tarifária, haverá um custo adicional a ser coberto por alguma fonte alternativa de recurso, qual seja, elevação tarifária ou subvenções diretas, de aproximadamente R\$ 952.873,39 ao ano.

Entretanto, note-se que este modelo possui como premissa implícita a delegação integral das atividades de aquisição, implantação, operação e manutenção de veículos elétricos pela iniciativa privada. Conforme este modelo seja adequado às condições efetivas do Município, os resultados poderão ser deveras diferentes, conforme será exposto nos capítulos subsequentes.

### 3.3 ASPECTOS JURÍDICOS SOBRE O MODELO DEFINIDO

Em Belo Horizonte a forma da execução do serviço público de transporte coletivo tem como fundamento a Lei Federal 8.987/1995. O Poder Público é responsável pelo desenho e pela delegação da execução ao privado, com alocação dos riscos financeiros para os operadores.

A capital mineira possui importantes dispositivos legislativos que vão ao encontro das premissas de sustentabilidade e, em especial, a mitigação dos efeitos da Mudança Climática, quais sejam: (i) Lei Municipal nº 10.134/2011, que institui a Política Municipal de Mobilidade Urbana, tendo como uma de suas diretrizes, “estimular o uso de combustíveis renováveis e menos poluentes” (artigo 4º, inciso IV); (ii) a Lei nº 10.175/2011, que instituiu a política municipal de mitigação dos efeitos da mudança climática; (iii) o Decreto nº 14.794/2012, que tem por objetivo o planejamento urbano-ambiental orientado para redução e mitigação dos gases de efeito estufa e como meta reduzir as emissões de gases causadores do efeito estufa para 1,05 toneladas de CO<sub>2</sub> por habitante até o ano de 2030.

No que diz respeito ao transporte coletivo, é possível iniciar a transição com a implementação de frota de ônibus elétrico. Esta passagem congrega vários desafios intrínsecos à atividade, dentre eles destaca-se a necessidade de alinhamento entre todos os atores (governos, operadores, financiadores, fabricantes e fornecedores da tecnologia) para que a transição aconteça de forma eficiente.

Do ponto de vista técnico, as premissas partiram da operação no Sistema MOVE com bateria de carregamento *plug-in*, conforme tabela abaixo.

**Tabela 22 – Cenário operacional**

<b>Veículos substituídos- quantidade</b>	<b>Linha</b>	<b>Infraestrutura de recarga- carregadores</b>
20 Veículos convencionais	Linhas Troncais do MOVE	Recarga noturna e /ou noturna e de oportunidade carregamento <i>plug-in</i>
05 Veículos articulados	Linhas Troncais do MOVE	Recarga noturna e /ou noturna e de oportunidade carregamento <i>plug-in</i>

Fonte: Elaboração própria.

Neste contexto, para formular e avaliar a modalidade de negócios mais adequada para projetos de transporte público (que envolvam integral ou parcialmente componentes de ônibus elétricos), a cidade pode considerar quatro alternativas:

- Responsabilidade integral pública;
- Responsabilidade privada ou Concessão Global;
- Responsabilidade compartilhada entre o público e privado em único contrato;
- Responsabilidade privada em dois contratos.

No decorrer do Projeto-Piloto de Financiamento de Ônibus Elétrico foram feitas capacitações e aberto diálogo junto ao Poder Público, de maneira que todas as possibilidades para a transição fossem exploradas e discutidas.

Diante das possibilidades jurídicas e econômicas e tendo em mente as características locais do município, a escolha do projeto-piloto foi o da Responsabilidade Integral Pública.

Portanto, a aquisição de veículos elétricos e implantação dos sistemas de recarga serão responsabilidades do Poder Concedente e o Concessionário receberá os ativos como bens vinculados à Concessão e, portanto, como bens reversíveis.

Aqui traremos um apanhado dos contratos e de alguns pontos legais que deverão ser observados para se levar a efeito a proposta.

Em Belo Horizonte existem 4 contratos assinados em 28 de julho de 2008, cujo prazo de vigência é de 20 anos (cláusula sexta) e com possibilidade de alteração do prazo da concessão, condicionada à revisão do contrato (19.13 c/c 30.2).

A atual concessão do transporte coletivo por ônibus de Belo Horizonte é dividida em quatro bacias operacionais operadas por concessionárias distintas, conhecidas como Redes de Transporte e Serviços (RTS).

- Contrato RTS nº 1: Consórcio PAMPULHA (Milênio Transportes Ltda. + Auto Omnibus Floramar Ltda. + Cidade BH Transportes Ltda. + Coletivos Asa Norte Ltda. + Lig Transportes e Serviços Ltda. + Plena Transportes e Turismo Ltda. + Rodap Operadora de Transportes Ltda. + São Dimas Transporte Ltda. + Turilessa Ltda. + Viação Carneirinhos Ltda. + Viação Jardins Ltda. + Viação Sandra Ltda.);
- Contrato RTS nº 2: Consórcio BHLESTE (Viação Globo Ltda. + Coletivos Boa Vista LTDA. + Sagrada Família Ônibus S.A + S&M Transportes S.A + Via Sul – Transportes Coletivos S.A + Viação Getúlio Vargas Ltda. + Viação São Geraldo Ltda. + Viação Progresso Ltda. + Viação Torres Ltda.);
- Contrato RTS nº 3: Consórcio DEZ (Betânia Ônibus Ltda. + Auto Omnibus Nova Suíça Ltda. + Coletivos São Lucas Ltda. + Transcobel – Transporte Coletivo Belo Horizonte Ltda. + Via BH Coletivos Ltda. + Via Oeste Transportes Ltda. + Viação Paraense Ltda. + Viação Santa Edwiges Ltda. + Viação Sidon Ltda. + Viação Zurick Ltda.);
- Contrato RTS nº 4: Consórcio DOM PEDRO II (Rodopass Transporte Coletivo de Passageiros Ltda. + Belo Horizonte Transporte Urbano Ltda. + Coletur – Coletivos Urbanos Sociedades Ltda. + Salvador Empresa de Transporte Ltda. + São Cristóvão Transportes Ltda. + Urca Auto Ônibus Ltda. + Viação Anchieta Ltda. + Viação Euclásio Ltda. + Viação Fenix Ltda.).

As regras gerais definidas no contrato determinam:

- I. Prazo de contrato por 20 anos, com possibilidade de alteração do prazo da concessão, condicionada à revisão do contrato (Cláusulas 19.13 c/c 30.2 do Contrato);
- II. O Poder Concedente pode modificar unilateralmente as disposições do contrato para melhor adequação ao interesse público, respeitado o equilíbrio econômico-financeiro (Cláusula 13 do Contrato);
- III. O Poder Concedente, em face das necessidades dos serviços, pode, mediante manifestação prévia da BHTRANS, modificar o padrão da frota e os requisitos mínimos de operação do serviço (Cláusula 14 do Contrato);
- IV. A BHTRANS poderá exigir o uso de combustíveis menos poluentes ou de veículos que utilizem tecnologia mais limpa (Anexo III do Edital – item 2.4.6);
- V. Os bens revertidos ao Poder Concedente deverão estar em condição de utilização por pelo menos 24 (vinte e quatro) meses (Cláusula 7.6 do Contrato).

O Contrato de Concessão define prazo, obrigações e a remuneração, cuja fonte de custeio é a arrecadação tarifária, bem como tem espaço legal definido para inserção da frota de ônibus elétrico.

Para tanto, é necessário parecer/estudo técnico que fundamente a alteração contratual e estabeleça claramente as condições técnicas que envolvem a inserção da frota elétrica, tais como: o tipo e número de ônibus que deverão ser adquiridos; a infraestrutura necessária para carregamento e o dimensionamento das cargas; localização precisa dos pontos de recarga; o treinamento e capacitação de pessoal para operação com a definição do manual a ser observado; definição do modo de entrega do veículo para o Concessionário, prazo de início de operação plena, especificações para questões operacionais que possam comprometer a prestação do serviço.

Além disto, do ponto de vista econômico, se houver desequilíbrio o cálculo do valor e a forma do pagamento de reequilíbrio econômico-financeiro do contrato devem estar especificados. Se o desequilíbrio for a favor do Concessionário, é necessária a respectiva dotação orçamentária que irá suportar a obrigação.

Certo também que o Poder Concedente deverá preparar seu pessoal para a devida fiscalização da operação, vez que o veículo possui nova tecnologia e integrará a operação padrão.

Por fim, após estudos o aditivo celebrado deverá ser publicado no diário oficial e encaminhado ao órgão de Controle Externo (Tribunal de Contas).

### 3.4 ASPECTOS DE IMPACTO SOCIAL

Este item explora as perspectivas sociais relacionadas à adesão à Eletromobilidade para o projeto-piloto desenhado para o município. São considerados os impactos de caráter social, como desigualdades territoriais, de gênero, raça e renda.

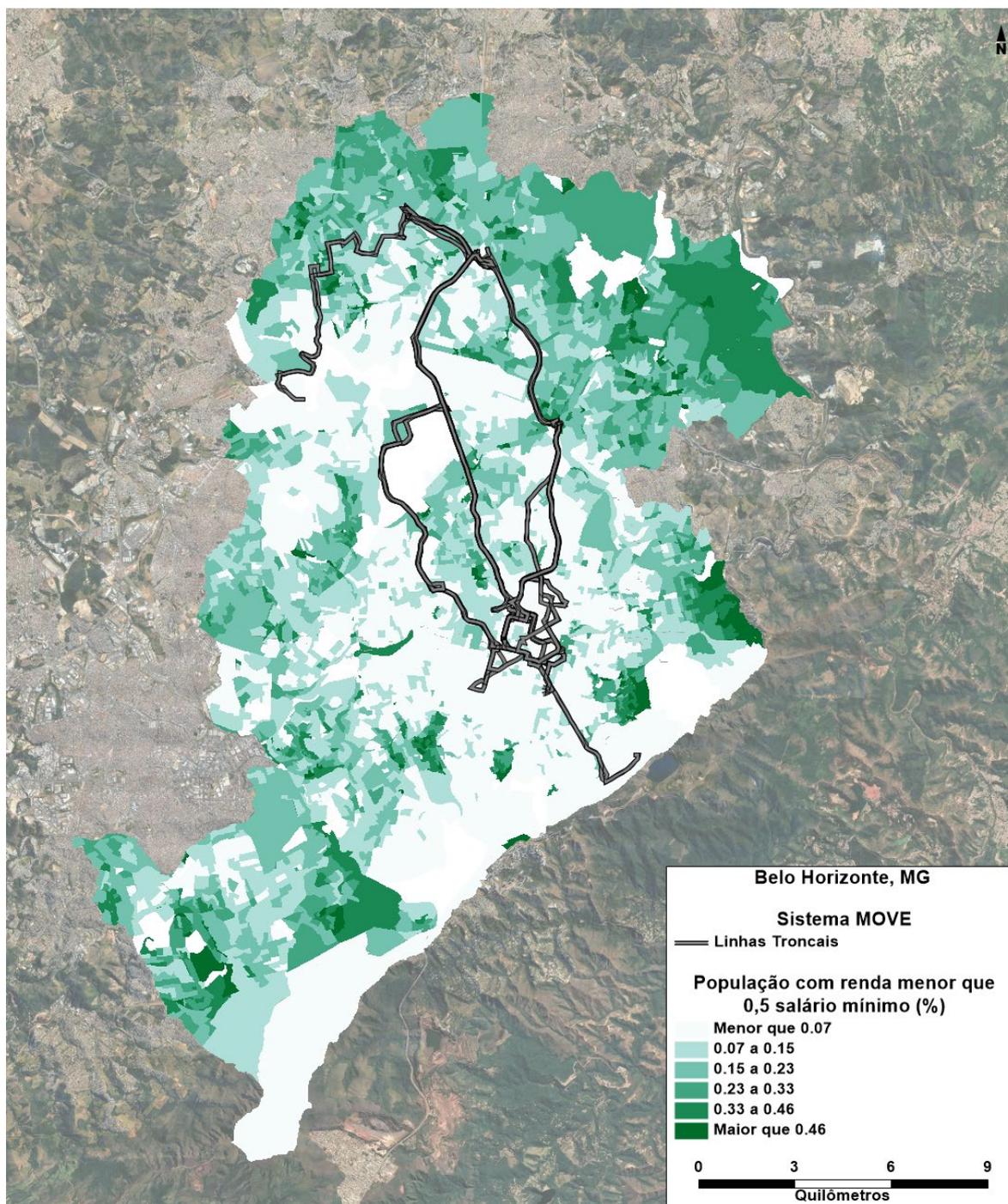
Para a análise foram consideradas as distribuições espaciais das linhas troncais do Sistema MOVE e de dois grupos da população residente de Belo Horizonte: as pessoas com renda menor que meio salário-mínimo; e as mulheres que se declararam negras. Para a análise foram utilizados os dados do IBGE do Censo de 2010.

Os grupos escolhidos representam as populações socialmente menos favorecidas de Belo Horizonte. O primeiro representa o grupo social de menor renda, ou seja, com menor acesso financeiro às oportunidades da cidade e, conseqüentemente, mais dependentes do sistema de um acesso mais facilitado aos sistemas públicos. O segundo grupo, de mulheres negras, foi escolhido porque representa o grupo social historicamente menos favorecido devido às questões de gênero e raça.

A avaliação do acesso destes grupos às linhas troncais do Sistema MOVE pode ser considerada como um parâmetro de escolha, para suportar as decisões em fases futuras da implementação do projeto-piloto de ônibus elétrico em Belo Horizonte. A identificação das linhas troncais que proporcionam maior acesso das populações menos favorecidas ao sistema de transportes da cidade pode ser um indicativo para a escolha das linhas em que os ônibus elétricos operarão futuramente.

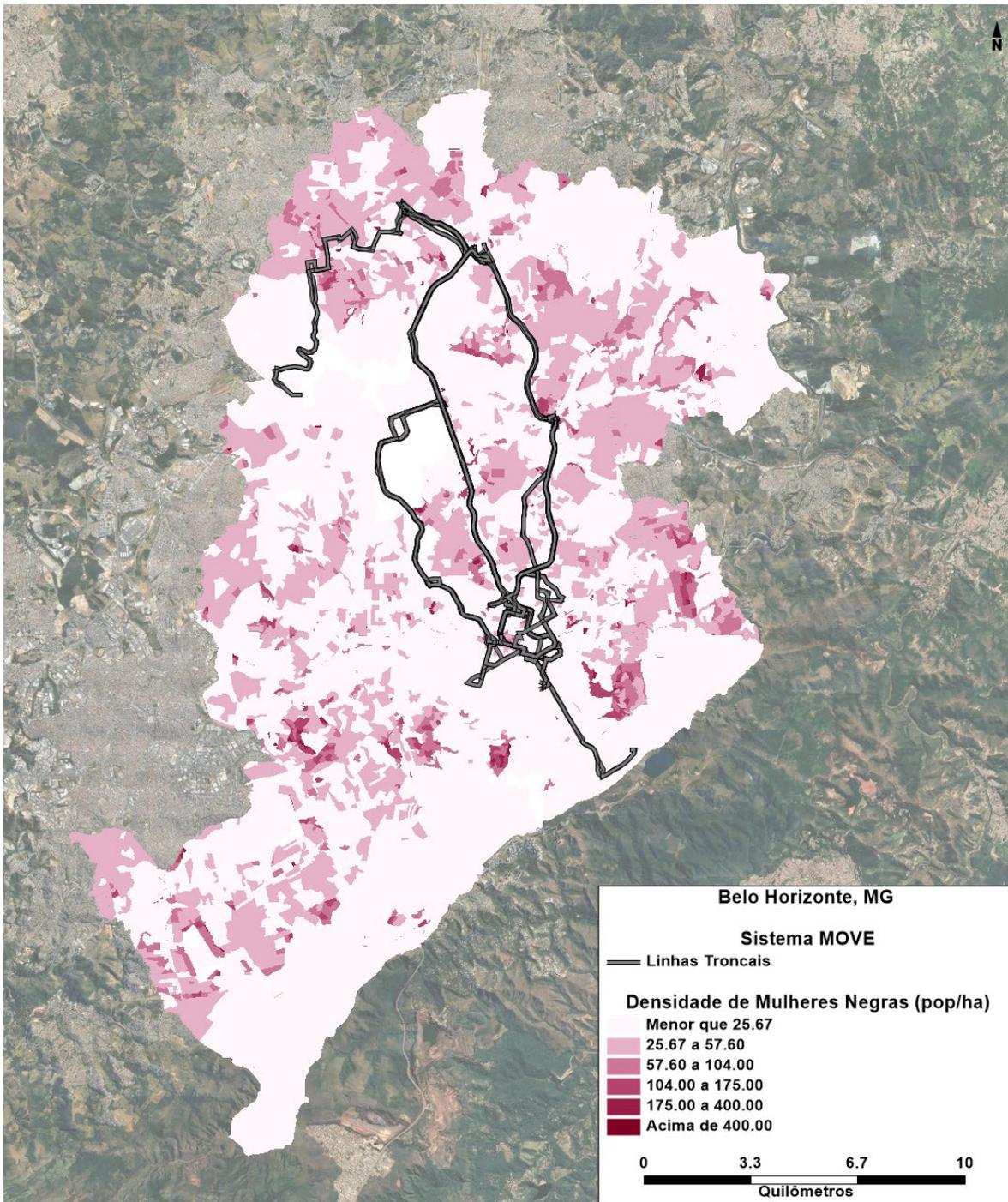
Inicialmente foram considerados os dados do IBGE para a avaliação da distribuição espacial destes grupos no território do município. As figuras apresentadas a seguir mostram a distribuição espacial tanto das pessoas com renda menor que meio salário-mínimo (Figura 22) quanto das mulheres negras (Figura 23) no território de Belo Horizonte.

**Figura 22 – Distribuição da população com renda menor que meio salário-mínimo**



Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE (2010) e BHTrans (2021).

Figura 23 – Distribuição da população de mulheres negras



Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE (2010) e BHTrans (2021).

Para a avaliação do acesso dos grupos menos favorecidos a cada uma das linhas troncais do sistema MOVE foram calculadas as isócronas das estações e dos traçados das linhas consideradas.

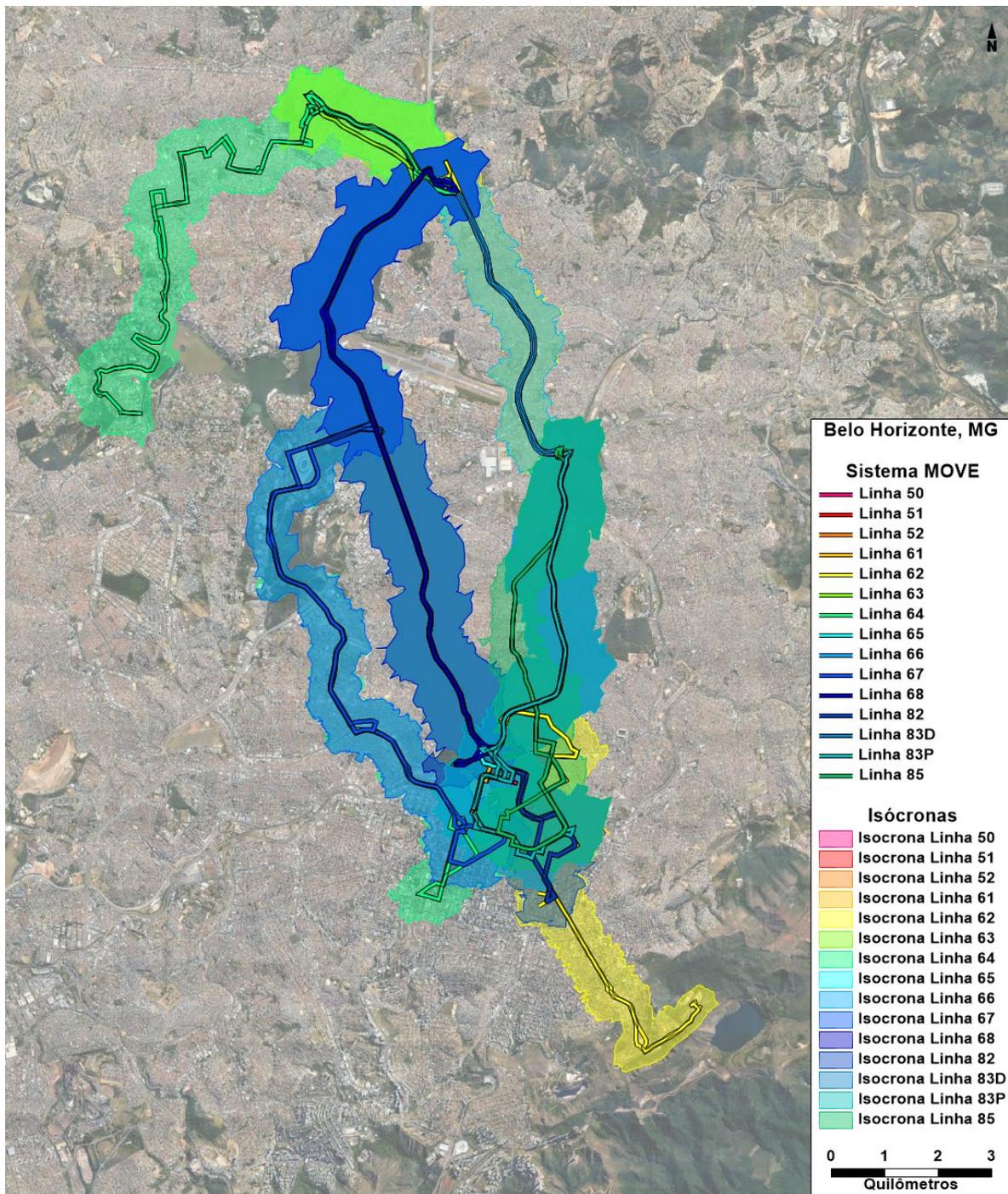
Para as isócronas das estações foi considerada uma distância de 1 km para o acesso à estação. Ou seja, para cada estação foi calculada a área no entorno da estação na qual a população percorre no máximo 1 km no sistema viário existente para acessar a estação.

Para as isócronas das linhas troncais foi considerada uma distância de 500 metros para o acesso direto à linha. Ou seja, para cada linha foi calculada a área no seu entorno na qual a população percorre no máximo 500 metros no sistema viário existente para acessar a linha.

A partir das isócronas calculadas, foi realizada uma consolidação das isócronas das estações e das linhas correspondentes a cada uma das linhas troncais de forma a se obter, para cada linha troncal do MOVE, a área a ser considerada para a avaliação das suas populações residentes quanto aos grupos socialmente menos favorecidos de menor renda e de mulheres negras.

A Figura 24 a seguir representa as isócronas calculadas para cada uma das linhas troncais do MOVE.

Figura 24 – Isócronas calculadas para as linhas troncais do MOVE

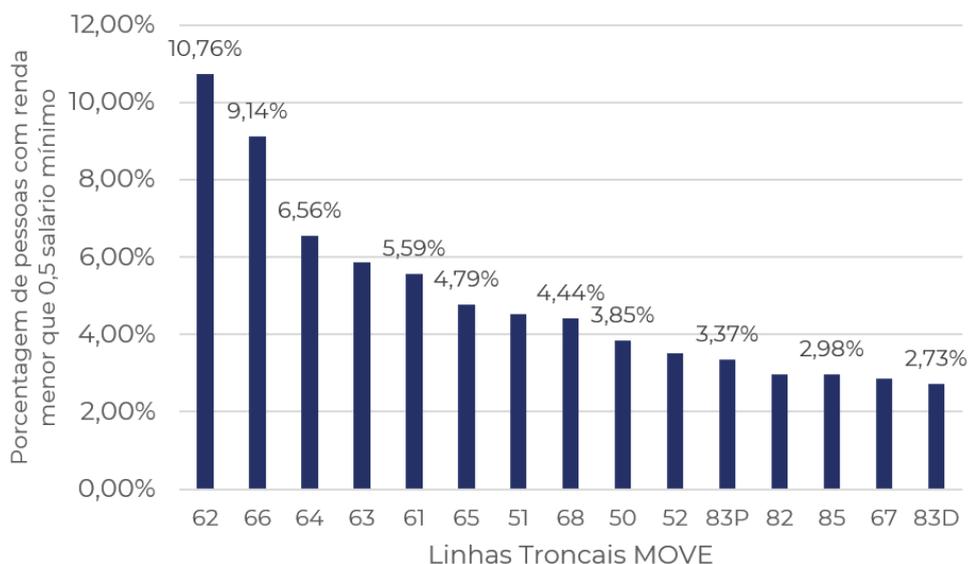


Fonte: Elaboração própria com dados do BHTrans (2021).

A partir das áreas calculadas, foram calculadas as porcentagens da população de pessoas com renda menor que meio salário-mínimo e da população de mulheres negras que residem nestas áreas em relação ao total destas populações do Município de Belo Horizonte.

A Figura 25 abaixo mostra a porcentagem de pessoas com renda menor que meio salário-mínimo com acesso a cada uma das linhas troncais do MOVE.

**Figura 25 – Porcentagem de pessoas com renda menor que meio salário-mínimo com acesso às linhas troncais do MOVE**

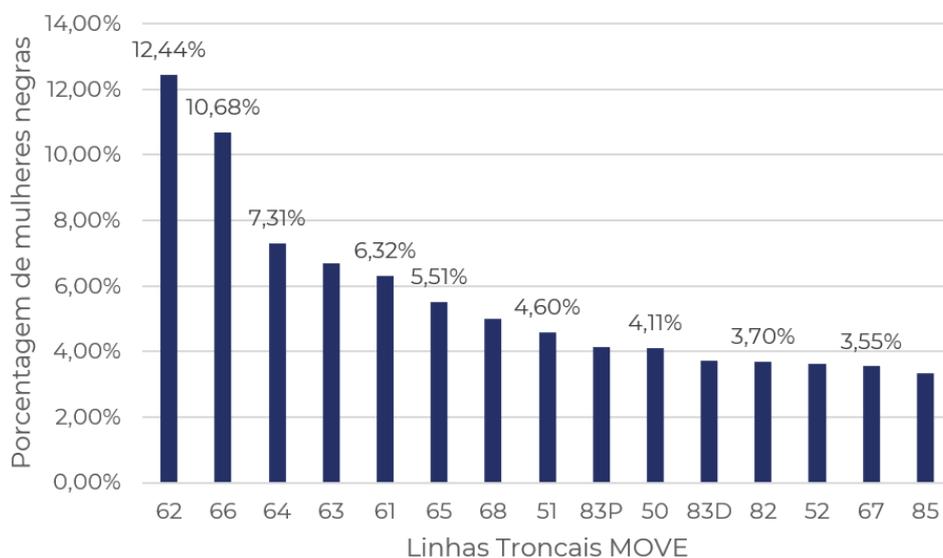


Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE (2010) e BHTrans (2021).

A análise mostra que as linhas troncais que apresentam acesso a uma maior parte das pessoas de menor renda na cidade de Belo Horizonte são as linhas 62 e 66 com, respectivamente, 10,76% e 9,14% das pessoas com renda menor que meio salário-mínimo de Belo Horizonte residentes no seu entorno.

A Figura 26 a seguir mostra a porcentagem de mulheres negras com acesso a cada uma das linhas troncais do MOVE.

**Figura 26 – Porcentagem de mulheres negras com acesso às linhas troncais do MOVE**



Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE (2010) e BHTrans (2021).

Os resultados obtidos mostram que as linhas troncais que proporcionam maior acesso às mulheres negras da cidade de Belo Horizonte também são as linhas 62 e 66 com, respectivamente, 12,44% e 10,68% das mulheres negras de Belo Horizonte residentes no seu entorno.

### 3.5 ASPECTOS AMBIENTAIS

É relevante notar, adicionalmente, que a substituição de veículos de tecnologia Euro 5 por veículos elétricos levará a uma redução considerável no total de emissões provocadas.

Para o cálculo da redução de emissões de gases poluentes utilizou-se a metodologia da Agência de Proteção Ambiental dos EUA (USEPA), também adotada pela Cia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB). Esta metodologia foi adaptada para refletir os parâmetros impostos pela legislação vigente quanto à renovação da frota de veículos.

Geralmente assume-se que a emissão de poluentes e o consumo de combustível estão relacionados à variação de velocidade e às distâncias percorridas. Porém, a emissão de poluentes também é influenciada pelas características dos combustíveis e condições dos próprios veículos (modelo, tipo, idade, estado de conservação etc.). Consideram-se cinco poluentes principais resultantes de emissões evaporativas: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), hidrocarbonetos (HC), óxido de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), e óxido de enxofre (SO<sub>x</sub>).

A emissão de poluentes como HC, CO, CO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> é inversamente proporcional à velocidade média dos veículos, sendo dos demais constantes. Contudo, o impacto da substituição de veículos a combustão por veículos elétricos sobre a velocidade média do transporte público ou individual foi considerada não relevante. Assim, não foram consideradas alterações nos padrões de emissão dos veículos a *diesel* entre as situações com e sem projeto.

A referida metodologia calcula os fatores de emissão para veículos leves e pesados, levando em consideração a velocidade do ciclo de teste de 31,5 Km/h (USEPA). O volume das emissões é multiplicado pelo volume de quilômetros estimados para cada tipo de veículo, Padron e articulados.

No caso do Sistema de Transporte Público de Belo Horizonte tem-se uma conjuntura nova, na qual todos os novos veículos foram adequados às normas de emissão de poluentes do tipo Euro 5, desde 1º de janeiro de 2012. No entanto, as normas estabelecidas pelo Proconve (Programa de controle de emissões veiculares) indicam que a partir de 2022 tornou-se obrigatória a adoção da tecnologia Euro 6, de forma que no futuro a expectativa de emissão de poluentes veiculares será novamente reduzida.

A tabela a seguir aponta os padrões de emissão de gases tóxicos e material particulado com base nos diferentes perfis de veículos.

**Tabela 23 – Padrões de emissão de gases tóxicos e material particulado com base nos diferentes perfis de veículos**

	Ônibus Pesado - Euro 5	Ônibus Pesado - Euro 6
	g/km	g/km
CO	1,876368472	0,538525438
HC	0,284858743	0,018
NO <sub>x</sub>	8,430206915	2,631368031
SO <sub>x</sub>	0,82	0,164
CO <sub>2</sub>	1209	1209
Mat. Particulado	0,151048327	0,021488924

Fonte: CETESB.

Para os demais perfis de veículos, considerou-se o volume de emissão de gases proporcional ao consumo de combustível, conforme a tabela apresentada a seguir.

Tabela 24 – Volume de emissão de gases

	Pesado		Padron		Articulado 18 m		Articulado 23 m	
	Euro 5	Euro 6	Euro 5	Euro 6	Euro 5	Euro 6	Euro 5	Euro 6
Consumo de Combustível	0,498		0,546		0,833		0,952	
Emissões (g / km)								
CO	0,00170	0,00050	0,00186	0,00055	0,00284	0,00084	0,00325	0,00096
HC	0,00120	0,00010	0,00132	0,00011	0,00201	0,00017	0,00229	0,00019
NO <sub>x</sub>	0,04020	0,01260	0,04406	0,01381	0,06727	0,02108	0,07688	0,02410
SO <sub>x</sub>	0,01490	0,00300	0,01633	0,00329	0,02493	0,00502	0,02849	0,00574
CO <sub>2</sub>	0,18010	0,18010	0,19740	0,19740	0,30137	0,30137	0,34442	0,34442

Fonte: Elaboração própria.

Para o caso em tela, considerou-se também a substituição dos veículos a *diesel* por veículos do tipo Euro 6, de acordo com as normas estabelecidas pelo Proconve para 2022, chegando-se à conclusão de que serão evitados cerca de 405 quilos de poluentes emitidos ao ano, conforme os resultados expostos a seguir.

Tabela 25 – Emissões evitadas

Emissões Evitadas (Kg / ano)	Padron	Articulado
CO	2,04	0,85
HC	1,44	0,60
Nox	48,24	20,18
Sox	17,88	7,48
CO2	216,12	90,41
<b>TOTAL</b>	<b>285,72</b>	<b>119,53</b>

Fonte: Elaboração própria.

Assim, somente os veículos contemplados no Projeto-Piloto de Transição para a Eletromobilidade evitarão a emissão de quase três toneladas de poluentes ao longo de um horizonte de 7 anos.

# 4.

## FINANCIAMENTO DE ATIVOS

Este capítulo explora as possíveis opções e alternativas relacionadas às fontes de financiamento para o transporte público, dando particular ênfase às possibilidades para o modelo de negócios definido.

Junto a estas perspectivas são apresentadas as fontes de financiamento viáveis para o projeto-piloto que podem contribuir para a compreensão do Município sobre as suas alternativas para o financiamento de veículos e equipamentos.

### 4.1 FONTES DE FINANCIAMENTO PRIVADO

As fontes de financiamento voltadas à iniciativa privada buscam criar canais de financiamento das empresas operadoras para a aquisição de veículos, equipamentos e sistemas. Naturalmente, este somente será o caso se esta responsabilidade for efetivamente alocada a este agente.

Conforme práticas adotadas no setor, há duas fontes principais de financiamento, quais sejam, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), principalmente a Linha Finame (Financiamento de Máquinas e Equipamentos), e os Bancos Comerciais vinculados às montadoras de veículos.

No caso de aquisição de veículos e pequenos volumes financeiros de sistemas, a operação de financiamento junto ao BNDES deverá ser (necessariamente) realizada por meio de repasse por um agente financeiro. O agente financeiro assume o risco de crédito da operação, usualmente contando com os ativos (veículos e equipamentos) como colateral para seus empréstimos.

Porém, dada a inerente dificuldade em se resgatar como colateral ativos que sejam empregados na prestação de um serviço público essencial, é comum e necessário que os agentes financeiros contem com garantias suplementares. Estas garantias poderão ser garantias fidejussórias provenientes dos acionistas das empresas Concessionárias, ou a sub-rogação de garantias contratuais existentes nos Contratos de Concessão.

Caso a linha utilizada para o financiamento seja o FINAME, linha mais comum para aquisição de veículos a combustão, o custo da operação corresponde à Taxa de Longo Prazo (TLP) (atualmente em IPCA + 5,0% ao ano), acrescido de um *spread* setorial de 1,3%, somado ao custo de repasse e risco do agente financeiro. Tem-se como padrão uma taxa de financiamento que corresponde ao IPCA mais cerca de 12,5% ao ano. Para que este tipo de fornecimento seja concretizado, é necessário o credenciamento do fornecedor de equipamentos junto ao FINAME, de acordo com requisitos postos pelo BNDES.

Uma fonte alternativa de financiamento de veículos, muitas vezes menos onerosa, é o financiamento via bancos de empresas montadoras, na modalidade de crédito direto aos consumidores. As montadoras contam com fontes próprias de captação de recursos e naturalmente associam o financiamento à aquisição de veículos. As condições de financiamento seguem (geralmente) as condições de mercado, sendo o veículo a principal garantia da operação. De forma análoga às operações de financiamento realizadas junto ao agente de repasse do BNDES, a análise de crédito contemplará também os aspectos contratuais associados à prestação dos serviços e ao balanço das empresas financiadas.

Dependendo da fonte, o crédito direto ao consumidor poderá ser menos oneroso do que operações originadas no BNDES, particularmente se a origem do recurso utilizado por montadoras for a captação internacional.

Cabe destacar também a progressiva migração deste mercado para operações caracterizadas como "*Project Finance*". Nesta modalidade, o crédito do financiamento é baseado na geração de caixa do projeto, havendo garantias limitadas de empresa Operadora. Para que se organize uma operação de *Project Finance*, é necessário:

- Que a tomadora do crédito seja uma SPE;
- A vinculação de recebíveis do sistema a uma conta específica, que pagará os agentes financeiros de acordo com a ordem de preferência contratualmente estabelecida;
- As ações da SPE são vinculadas como garantia suplementar.

Tais operações são operações de elevada complexidade, de forma que atualmente não existem operações de Project Finance em projetos de mobilidade sobre ônibus, apesar destes serem comuns em projetos sobre trilhos. Contudo, observa-se que o mercado está migrando para este modelo, como forma de reduzir a dependência do balanço patrimonial das empresas operadoras como garantia subsidiária para os agentes financeiros.

Como aspecto positivo, ao serem adotadas estas soluções de financiamento haverá implicações positivas sobre temas como governança, transparência e gestão financeira do sistema.

## 4.2 FONTES DE FINANCIAMENTO PÚBLICO

É importante considerar a existência de diversos canais de financiamento do Município baseados em programas e projetos. Particularmente, projetos que envolvam temas como sustentabilidade ambiental, inovação tecnológica e impacto social tendem a ser bem avaliados em diversos canais de financiamento. Em contrapartida, aspectos administrativos e institucionais podem representar um desafio de tempo, tendo em vista a necessidade de se aprovar o endividamento junto à câmara de vereadores, e no caso de operações de financiamento internacional ainda será necessário aprovar a operação junto à Comissão de Financiamentos Externos (COFIEEX), órgão composto por diferentes esferas da gestão federal e cuja Secretaria Executiva é a Secretaria de Assuntos Econômicos Internacional (SAIN), do Ministério da Economia. Além da aprovação do COFIEEX, é necessária a chancela da comissão de assuntos internacionais do Senado Brasileiro.

Além de aspectos institucionais, limites ao endividamento podem ser um desafio adicional para diferentes Municípios, apesar de este não ser o caso de Belo Horizonte no presente momento.

Quanto às operações diretamente contratadas junto aos bancos comerciais, observa-se como principal desafio o aceite ao risco de crédito. No caso de inadimplemento pelo Município, o Banco deverá recorrer à fila de credores, estando sujeito ao recebimento de precatórios que representarão uma fração do valor financiado. Por esta razão, usualmente a análise de crédito impede operações de financiamento convencionais.

Como principais fontes de financiamento nacionais, encontramos as agências de desenvolvimento econômico, social e tecnológico, tais como o BNDES, a FINEP e a Caixa Econômica Federal (CEF). Estas agências realizam o repasse de linhas de crédito constitucionais, que muitas

vezes apresentam condições favorecidas em comparação às operações junto aos Bancos Comerciais. Não obstante, estas agências realizam a priorização de projetos de alto impacto social, econômico e tecnológico, como é por certo o caso da transição para a Eletromobilidade. Além das operações convencionais, destaca-se a possibilidade de uso do Pró-Transporte, linha desenvolvida e gerenciada pelo Ministério de Desenvolvimento Regional que tem como principal agente de repasse a Caixa Econômica Federal.

No plano internacional, observa-se a presença relevante de agências multilaterais de desenvolvimento voltadas ao financiamento de Estados e Municípios. Estas agências trabalham com o financiamento dedicado a um programa ou um projeto que (como citado) tenha alto impacto social, econômico e tecnológico. As condições de financiamento favorecidas têm como contrapartida a necessidade de aprovação na comissão de assuntos internacionais do Senado e da COFIEX.

Além das operações de crédito direto ao Município, observa-se a possibilidade de a tomadora ser uma empresa pública operacional ou uma empresa pública de investimentos. Empresas públicas independentes podem se endividar fora do limite do Setor Público, desde que demonstrem que a geração de caixa de sua operação é suficiente para saldar os endividamentos contratados.

Já as Empresas de Investimentos constituem solução específica para a gestão dos ativos do Município, como por exemplo a PBH Ativos. As empresas de Investimentos possuem autonomia normativa para operacionalizar decisões de cunho financeiro dentro de determinadas políticas públicas do Município, observada a sua sustentabilidade de longo prazo.

Conforme exposto adiante, a PBH Ativos foi compreendida como a peça-chave para a viabilização do plano de financiamento, e da consequente viabilização financeira, do Projeto-Piloto de Transição para a Eletromobilidade em Belo Horizonte.

# 5.

## RECOMENDAÇÕES PARA IMPLANTAÇÃO E MONITORAMENTO

Este capítulo orientará os objetivos da administração pública para a construção de metas a curto, médio e longo prazos para a Eletromobilidade do transporte público do Município — principalmente atentando-se para os *inputs* identificados e compartilhados pela equipe durante as discussões e capacitações. São abordadas a importância da construção de visão comum para implementação da Eletromobilidade e da definição de objetivos claros que devem estar alinhados com esta visão. Aqui também são abordadas as diretrizes para a definição de metas mensuráveis que permitam avaliar o progresso da transição para a Eletromobilidade e a definição de prazos para execução das atividades associadas.

Adicionalmente serão recomendados instrumentos para a definição de indicadores e para o monitoramento dos resultados desejados, assim como uma reflexão sobre como a eletrificação pode contribuir para a qualificação do transporte coletivo no país, bem como os dados que precisam ser coletados para monitorar e avaliar a eficiência dos ônibus elétricos perante estas expectativas.

### 5.1 VISÃO, OBJETIVO, METAS E PRAZOS

Apesar de o projeto-piloto ser um passo inicial para a transição da frota de ônibus do sistema de transporte público para a Eletromobilidade, esta etapa necessita de uma definição estratégica de como se dará a implementação da política no município de Belo Horizonte, com o estabelecimento de visão, objetivos, metas e prazos.

A Visão trata sobre o que se deseja se atingir no futuro, definindo a ambição do projeto. É importante que a visão incorpore o quadro que se

deseja alcançar e deve-se evitar definições extensas ou visões muito difíceis de alcançar, considerando o patamar atual. É importante que a visão também seja de consenso de todos os atores envolvidos e esteja alinhada com os interesses múltiplos e com as outras estratégias adotadas pelo município. Para o projeto de Belo Horizonte, a partir das discussões no âmbito da elaboração do projeto, identificou-se como visão:

## **VISÃO**

**“No ano de 2040, o município de Belo Horizonte contará com 50% da frota do sistema de transporte coletivo municipal operando com ônibus elétrico a bateria.”**

Para que a visão se torne realidade, é necessário que sejam estabelecidos objetivos claros e concisos de forma que estabeleçam as mudanças que devem ser realizadas e devem estar alinhados com a visão. É interessante que os objetivos traduzam especialmente os benefícios que a transição para a Eletromobilidade acarretará para o município de Belo Horizonte. Como objetivos, podem ser considerados pela cidade os seguintes:

## **OBJETIVOS**

- a) **Redução de emissões provenientes do sistema de transporte coletivo;**
- b) **Atração de usuários para o sistema;**
- c) **Redução dos custos operacionais do sistema.**

Após a definição de objetivos, devem ser estabelecidas metas mensuráveis para permitir o acompanhamento do atendimento aos objetivos definidos. As metas buscam orientar as ações que devem ser desempenhadas no curto, médio e longo prazos. As metas que podem ser adotadas para o projeto de Belo Horizonte, de acordo com as discussões realizadas e o PREEGE, estão apresentadas a seguir:

## **METAS**

- a) **Redução em 2,01% das emissões totais (tCO<sub>2e</sub>) em relação às emissões totais do setor de Transporte no ano de 2040. Meta alinhada com o PREGEE;**
- b) **Alcançar 32% da proporção modal em 2030 (alinhado com Plan-Mob) e ampliá-la até 2040;**
- c) **Redução em 25% dos custos operacionais do sistema de transporte público municipal no ano de 2040.**

As ações e prazos para o atendimento da visão, objetivos e metas estabelecidas estão apresentadas na tabela seguinte.

Tabela 26 – Ações e prazos para alcance da visão, objetivos e metas estabelecidas

AÇÕES	2022	2024	2026	2028	2030	2032	2034	2036	2038	2040
Definição do escopo do projeto-piloto	■									
Planejamento da infraestrutura de recarga	■									
Planejamento e definição do modelo de negócios	■									
Definição da equalização financeira do projeto-piloto		■								
Implementação do projeto-piloto (25 veículos)		■								
Treinamento e capacitação do pessoal técnico, de gestão e mecânicos		■								
Avaliação dos benefícios, desafios e aprendizados do projeto-piloto			■							
Estudo para definição de linhas que podem trafegar com ônibus elétrico, devido à condição viária de Belo Horizonte e tecnologia		■								
Revisão do modelo de negócios para escalonamento da transição			■							
Planejamento para o escalonamento da transição da frota em médio prazo (20% da frota)			■							
Transição em 5% da frota			■	■						
Transição em 10% da frota				■	■					
Transição em 15% da frota					■	■				
Transição em 20% da frota						■	■			
Avaliação do alcance parcial das metas estabelecidas pelos compromissos assinados pela Prefeitura (PREGEE, PlanMob e Race to Zero)					■	■				
Revisão do modelo de negócio para escalonamento da transição da frota no longo prazo (50% da frota)						■	■			
Planejamento para o escalonamento da transição da frota no longo prazo (50% da frota)						■	■			
Transição em 30% da frota							■	■		
Transição em 40% da frota								■	■	
Transição em 50% da frota									■	■
Avaliação do alcance total das metas estabelecidas pelos compromissos assinados pela Prefeitura (PREGEE, PlanMob e Race to Zero)										■
Revisão do modelo de negócios para transição completa da frota									■	■
Planejamento para o escalonamento da transição da frota na sua totalidade (100%)										■

Fonte: Elaboração própria.

## 5.2 MONITORAMENTO

Conforme abordado no item anterior, um projeto-piloto de financiamento de ônibus elétricos se insere em um contexto de início de transição de uma cidade em direção à Eletromobilidade. Neste sentido, ao longo da operação dos novos veículos é importante realizar o monitoramento da eficiência da nova tecnologia em relação a seus objetivos sociais, ambientais e econômicos.

Um projeto-piloto de ônibus elétricos é a principal ferramenta de avaliação da implantação e operação da nova tecnologia no contexto próprio de um município. Por meio de um piloto é possível obter uma estimativa de como os ônibus elétricos se comportarão no contexto local e se serão capazes de atender às necessidades e expectativas da cidade, levando em consideração seus desafios de transporte público.

Os dados coletados durante um projeto-piloto são de extrema importância e determinarão se o desempenho observado se compara àquele esperado dos ônibus. Assim, o projeto-piloto deve ser conduzido de maneira retroalimentada para que, após o início da coleta de dados e com base nas evidências produzidas, o planejamento e a operação dos veículos possam ser revisitados, assim como o próprio modelo de negócios escolhido.

Para que os resultados obtidos por meio do projeto-piloto permitam a avaliação e reflexão sobre a inserção da nova tecnologia, é importante que todos os dados e informações sejam levantadas e monitoradas para os dois tipos de tecnologia: a tecnologia elétrica que está sendo testada e a tecnologia anterior que continuará em operação no restante do sistema de transporte, no caso os ônibus a *diesel*.

O monitoramento do projeto-piloto de ônibus elétricos deve considerar diversos grupos de informações a serem levantadas e comparadas, tanto com base em dados dos veículos, equipamentos e modelo econômico-financeiro quanto na realização de pesquisas de percepção dos usuários.

A tabela a seguir apresenta um compilado dos indicadores que podem ser utilizados para a avaliação do projeto-piloto de ônibus elétricos, assim como seus objetivos dentro do processo de monitoramento.

**Tabela 27 – Indicadores que podem ser utilizados para a avaliação do projeto-piloto de ônibus elétricos**

<b>Tipo de Informação</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Possíveis indicadores</b>
<b>Características dos veículos)</b>	Comparação entre veículos semelhantes, a <i>diesel</i> e elétricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo</li> <li>• Peso</li> <li>• Dimensões</li> <li>• Capacidade de passageiros</li> <li>• Capacidade da bateria, entre outros</li> </ul>
<b>Custos de capital</b>	Comparação dos investimentos iniciais para cada tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custo do veículo</li> <li>• Custo das infraestruturas de recarga</li> </ul>
<b>Condições operacionais</b>	Estabelecem as condições de contorno da operação, de forma a permitir a comparação entre veículos com operações semelhantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condições topográficas</li> <li>• Condições climáticas da cidade ou local do teste</li> <li>• Extensão percorrida com prioridade viária no trajeto planejado</li> <li>• Número de pontos de embarque e desembarque</li> </ul>
<b>Operação dos veículos</b>	Avaliação da performance dos veículos e baterias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quilometragem diária percorrida por veículo</li> <li>• Percurso médio diário</li> <li>• Velocidade média por viagem</li> <li>• Disponibilidade do veículo</li> <li>• Consumo energético por viagem</li> <li>• Passageiros transportados por viagem</li> <li>• Índice de passageiros por km</li> </ul>
<b>Recarga</b>	Comparação do consumo energético de cada tecnologia e custos associados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarifa de energia elétrica</li> <li>• Energia consumida por recarga</li> <li>• Estado de carga por veículo</li> <li>• Tempo médio gasto de recarga por veículo</li> <li>• Custo do <i>diesel</i></li> <li>• Consumo de <i>diesel</i> por quilômetro rodado</li> </ul>
<b>Manutenção dos veículos e da infraestrutura</b>	Comparação da demanda por manutenção e possíveis falhas reportadas entre as tecnologias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivo e duração das paradas para manutenção</li> <li>• Quilometragem média entre falhas</li> <li>• Índice de falhas por mês</li> <li>• Percepção qualitativa dos desafios de manutenção e satisfação dos profissionais responsáveis por esta função</li> </ul>
<b>Benefícios ambientais</b>	Verificação das emissões evitadas com a inclusão da tecnologia elétrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Economia de energia</li> <li>• Emissão evitada de gases de efeito estufa</li> <li>• Emissão evitada de poluentes locais</li> <li>• Redução de emissões de ruídos</li> </ul>
<b>Percepção dos usuários e motoristas</b>	Comparação do nível de conforto e satisfação reportado pelos usuários para cada um dos tipos de veículos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percepção qualitativa da satisfação de usuários e motoristas. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nível de ruído interno</li> <li>• Nível de vibração interna</li> <li>• Estado de conservação</li> <li>• Locais de embarque e desembarque</li> <li>• Performance dos motoristas (para usuários)</li> </ul> </li> <li>• Satisfação geral com a experiência</li> </ul>

Fonte: Elaboração própria, com base nos registros do Tumi E-bus Mission e ITDP (2021).

Conforme indicado na tabela, algumas informações são importantes para o estabelecimento das condições de contorno da comparação de indicadores entre as duas tecnologias em uso no Município. Entre elas destaca-se as condições topográficas da linha em que os veículos operam, a distribuição e número de paradas e as condições climáticas.

Linhas que percorrem topografias mais acentuadas usualmente apresentam um maior gasto energético para ambas as tecnologias, enquanto linhas com um maior número de paradas podem apresentar um menor gasto energético na tecnologia elétrica devido aos mecanismos existentes de regeneração de energia<sup>11</sup> nos momentos de parada, o que não acontece nos veículos a diesel convencionais. Além disto, destaca-se a necessidade do registro das condições climáticas, uma vez que a temperatura local pode afetar diretamente o consumo energético.

Recomenda-se que seja estabelecida uma rotina de registro de informações para cada um dos novos veículos elétricos, que também deve ser realizada naqueles veículos diesel que apresentam as condições de operação mais próximas às condições a que os veículos elétricos serão submetidos. Os registros devem ser diários, também observando os períodos de permanência dos veículos nas garagens ou terminais, assim como os deslocamentos realizados fora da operação com passageiros.

A avaliação e comparação dos indicadores devem ser realizadas com maior frequência no início da operação do projeto-piloto, visto que se trata do momento em que será mais provável a ocorrência de falhas técnicas ou necessidade de ajustes operacionais. Ademais, a avaliação dos indicadores deve ser utilizada como parâmetro para a identificação dos pontos mais sensíveis da nova operação e que podem ser passíveis de ajustes imediatos, à medida que são identificados.

Para a realização de pesquisas de satisfação com usuários e motoristas, recomenda-se que sejam iniciadas após a estabilização da operação dos novos veículos, para se evitar que os desafios naturais do início da operação de uma nova tecnologia não gerem resultados de percepção negativos, contrários à continuidade do projeto-piloto. A realização das pesquisas de satisfação, a partir do momento em que os desafios iniciais já foram superados, pode trazer uma melhor percepção da opinião dos usuários e motoristas sobre a nova tecnologia em relação à tecnologia a *diesel*.

## 5.3 TREINAMENTOS INICIAIS

É importante considerar que o projeto-piloto em questão trata da introdução de uma nova tecnologia na operação do transporte público da cidade, o que representa o surgimento de novas peculiaridades à operação em relação à tecnologia que é utilizada atualmente. Entre elas estão

---

<sup>11</sup> Os mecanismos de regeneração de energia em veículos elétricos permitem a conversão da energia cinética do veículo em energia elétrica. Desta forma, em momentos específicos do ciclo mecânico é realizado o armazenamento da energia transformada para utilização no próprio veículo, reduzindo a utilização das baterias. A conversão de energia cinética em energia elétrica acontece quando o veículo reduz a sua velocidade, como em obstáculos, curvas e nas estações e pontos de parada.

novos procedimentos para os motoristas e para o pessoal responsável pela manutenção da nova frota.

Tendo em vista esta mudança, recomenda-se que previamente ao início da operação seja implementado um ciclo de treinamentos para as equipes que estarão envolvidas na operação dos novos veículos. Tais treinamentos são importantes para a difusão do conhecimento em relação aos novos veículos, que atualmente estão concentrados com os fabricantes dos novos veículos, já habituados com a nova tecnologia e com os procedimentos relacionados ao seu uso e manutenção.

Desta maneira, é importante que a transferência de conhecimento diretamente dos fabricantes/fornecedores para os responsáveis pela operação dos veículos seja efetiva e que ocorra logo após a aquisição dos veículos, anteriormente à preparação da operação.

Para que a transferência de conhecimento seja efetiva e contribua com a implementação do projeto-piloto na cidade deve-se envolver os fabricantes e fornecedores de equipamentos no projeto logo após a aquisição dos ativos. Este envolvimento deve ser acordado previamente, durante as negociações da compra para a celebração dos contratos, de forma que a cidade possa receber todo o suporte necessário para a capacitação do pessoal local.

Os treinamentos devem ser fornecidos diretamente pelos fabricantes e fornecedores para os responsáveis pela operação dos novos veículos e equipamentos, ou seja, os motoristas e os técnicos de manutenção.

A tabela abaixo lista os treinamentos mínimos esperados para uma operação de sucesso da nova tecnologia.

**Tabela 28 – Treinamentos recomendados para as equipes dos operadores dos novos veículos**

<b>Tema</b>	<b>Público-alvo</b>	<b>Conteúdo</b>	<b>Objetivo</b>
<b>Operação de frotas elétricas</b>	Equipe do operador responsável pelo desenho da operação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operação de veículos elétricos</li> <li>• Procedimentos e tempos de recarga</li> <li>• Procedimentos de manutenção e sua periodicidade</li> <li>• Práticas de otimização do gasto energético</li> <li>• Práticas para maximização da vida útil das baterias e componentes elétricos</li> </ul>	Capacitar os operadores a introduzir a nova tecnologia aos seus esquemas de operação, de forma a garantir uma boa e eficiente utilização dos ativos
<b>Condução de veículos elétricos</b>	Motoristas dos novos veículos elétricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características e dispositivos dos veículos</li> <li>• Boas práticas para direção</li> <li>• Equipamentos de segurança</li> <li>• Boas práticas para segurança</li> <li>• Protocolos de emergência</li> <li>• Noções básicas de mecânica</li> </ul>	Motivar práticas de direção segura e profissional e facilitar uma operação disciplinada da frota de veículos adquirida

<b>Tema</b>	<b>Público-alvo</b>	<b>Conteúdo</b>	<b>Objetivo</b>
<b>Formação de treinadores para condução de veículos elétricos</b>	Equipe selecionada dos operadores que poderá replicar os treinamentos posteriormente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características e dispositivos dos veículos</li> <li>• Boas práticas para direção</li> <li>• Equipamentos de segurança</li> <li>• Boas práticas para segurança</li> <li>• Protocolos de emergência</li> <li>• Noções básicas de mecânica</li> </ul>	Capacitar a equipe dos operadores para ministrar o treinamento a futuros motoristas
<b>Manutenção de veículos</b>	Equipe de manutenção responsável	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características e componentes dos veículos</li> <li>• Mecânica dos veículos elétricos</li> <li>• Componentes elétricos e manutenção das baterias</li> <li>• Rotinas de verificação e substituição de componentes</li> </ul>	Inserir as práticas de manutenção recomendadas para a maximização da vida útil dos veículos e componentes
<b>Formação de treinadores para condução de veículos elétricos</b>	Equipe selecionada dos operadores que poderá replicar os treinamentos posteriormente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características e componentes dos veículos</li> <li>• Mecânica dos veículos elétricos</li> <li>• Componentes elétricos e manutenção das baterias</li> <li>• Rotinas de verificação e substituição de componentes</li> </ul>	Capacitar a equipe dos operadores para ministrar o treinamento a futuros técnicos de manutenção
<b>Recarga dos veículos e carregadores</b>	Equipe responsável pela recarga e manutenção dos equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características e dispositivos dos veículos e equipamentos</li> <li>• Procedimentos de segurança ao realizar a recarga</li> <li>• Componentes elétricos e manutenção dos equipamentos</li> </ul>	Inserir as práticas recomendadas para a recarga dos veículos e manutenção dos equipamentos, assim como garantir a realização dos procedimentos de segurança necessários
<b>Formação de treinadores para condução de veículos elétricos</b>	Equipe selecionada dos operadores que poderá replicar os treinamentos posteriormente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características e dispositivos dos veículos e equipamentos</li> <li>• Procedimentos de segurança ao realizar a recarga</li> <li>• Componentes elétricos e manutenção dos equipamentos</li> </ul>	Capacitar a equipe dos operadores para ministrar o treinamento a futuros técnicos

Fonte: Elaboração própria.

Assim como apresentado na tabela, é importante que o esquema de treinamentos acordado com o fabricante e fornecedores considere também que deve haver uma continuidade no repasse do conhecimento, à medida que a operação do projeto-piloto ocorra. Isto acontece porque a renovação do quadro de funcionários responsáveis demandará a repetição dos treinamentos à medida que novos motoristas ou técnicos de manutenção são alocados na operação dos veículos elétricos. Desta forma, é importante também formar, dentro das equipes responsáveis, profissionais que possam ministrar os mesmos treinamentos no futuro, com os ajustes necessários conforme o conhecimento dos operadores sobre a nova tecnologia que se desenvolve.

Outra possibilidade para garantir uma boa manutenção e operação dos novos veículos é, no momento da aquisição dos ativos, acordar diretamente com o fabricante e fornecedores a realização de uma supervisão da manutenção. Esta supervisão poderá acontecer somente nos períodos iniciais da operação do projeto-piloto, como pode também se estender por um longo prazo, garantindo uma melhor transição do conhecimento sobre os ativos e ainda contribuindo na solução rápida de eventuais problemas ou falhas que possam acontecer.

# 6.

---

## PROJETO-PILOTO DE FINANCIAMENTO

Este último capítulo aborda a estratégia de financiamento para a solução escolhida pelos atores consultados. Nos próximos itens apresentam-se as etapas de implementação, desde a consolidação de definições públicas até a solicitação de financiamento e as questões relativas ao equilíbrio financeiro da proposta.

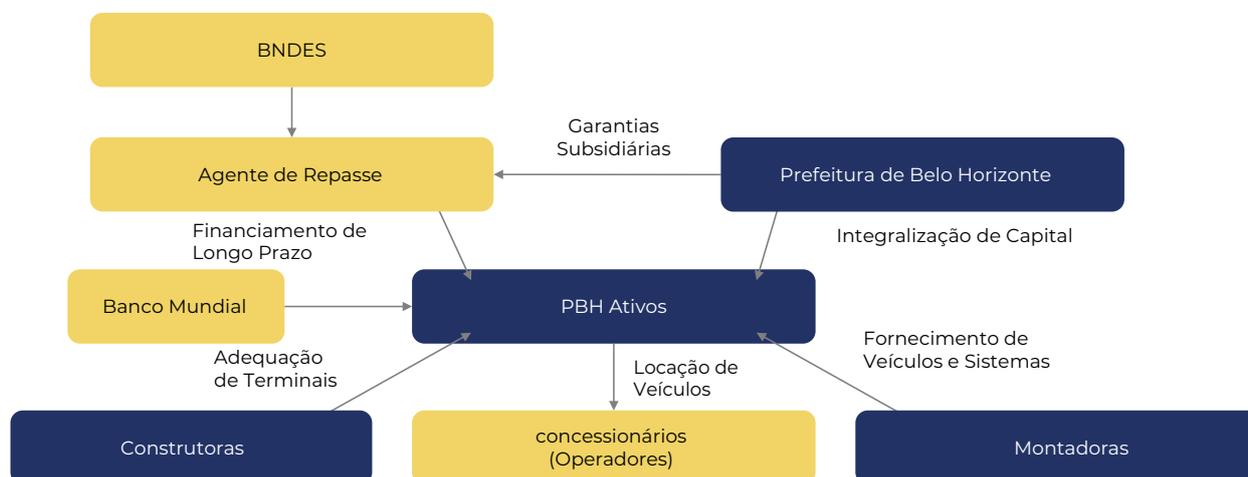
### 6.1 ESTRATÉGIA DE FINANCIAMENTO

O projeto-Piloto de Financiamento constitui uma proposição de estrutura financeira que demonstra a sustentabilidade de se contratar recursos para a realização de investimentos de longo prazo no sistema de transporte público. Dentre as diversas alternativas avaliadas em conjunto com agentes do Município de Belo Horizonte, do Ministério de Desenvolvimento Regional, do Banco Mundial e demais agentes envolvidos no desenho da melhor solução proposta, foi compreendido que as principais diretrizes seriam:

- Modelo de Negócios: aquisição de frota pelo Setor Público e correspondente locação à iniciativa privada;
- Agente a ser financiado: PBH Ativos;
- Agentes financiadores: BNDES ou Banco Mundial.

Sobre estas premissas, foi construída a solução sintetizada a seguir, onde são apresentados os principais agentes e as relações contratuais que os vincularão.

**Figura 27 – Agentes e relações contratuais**



Fonte: Elaboração própria.

Neste modelo, por meio da PBH Ativos, o Poder Público financia e adquire a frota, equipamentos e sistemas de empresas especializadas, conforme o dimensionamento que seja concluído dos Projetos Básicos de Engenharia que verão ser contratados. Estes ativos adquiridos serão locados para a operação da iniciativa privada, que ficará responsável pelo fornecimento de energia, guarda e manutenção dos veículos durante o carregamento.

Para este modelo, a PBH Ativos poderá contar com duas fontes de financiamento, entre outros, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDDES), ou o Banco Mundial, via Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento. Junto ao BNDDES as linhas de financiamento disponíveis serão:

- **BNDDES: Fundo Clima Mobilidade Urbana**

- Financiamento de até 50% CAPEX do projeto ou programa para o qual o aplicante requer recursos, limitado a R\$ 80 milhões por beneficiário ao ano;
- Taxa de Juros: fixa de 3% ao ano como custo de captação, adicionada a uma taxa de Remuneração do BNDDES de 1,3% ao ano, somado a um spread de risco e repasse de agente financeiro limitado a 3% ao ano;
- Prazo máximo de 20 anos de financiamento, com máximo de 3 anos de carência.

- **BNDES: Fundo Clima Máquinas e Equipamentos Eficientes**
  - Financiamento de até 100% CAPEX do projeto ou programa para o qual o aplicante requer recursos, limitado a R\$ 80 milhões por beneficiário ao ano;
  - Taxa de Juros: fixa de 0,1% ao ano como custo de captação, adicionada a uma taxa de Remuneração do BNDES de 0,9% ao ano, somado a um spread de risco e repasse de agente financeiro limitado a 3% ao ano;
  - Prazo máximo de 20 anos de financiamento, com máximo de 3 anos de carência.
- **BNDES: FINAME (apenas para complementação, se necessária, de equipamentos não enquadrados nas demais categorias)**
  - 50% do valor de CAPEX;
  - Taxa de Juros: TLP (IPCA + 5,0% ao ano) como custo de captação, adicionada a uma taxa de Remuneração do BNDES de 1,45% ao ano, somado a um spread de risco e repasse de agente financeiro a definir;
  - Prazo máximo de 15 anos de financiamento, com máximo de 1 ano de carência.

Independentemente da linha de financiamento acionada, será necessário fazer uso de agentes de repasse, uma vez que se trata de operação de pequeno porte. Recomenda-se (neste caso) o uso do Banco de Desenvolvimento do Estado de Minas Gerais (BDMG), ou o Banco Comercial de relacionamento mais próximo à PBH Ativos, tais como o Banco do Brasil ou a Caixa Econômica Federal. A ficha a seguir sintetiza o cadastro para enquadramento da operação.

**Tabela 29 – Síntese do cadastro para enquadramento da operação**

<b>Agente Tomador do Crédito</b>	PBH Ativos
<b>Agente de Repasse</b>	BDMG Banco do Brasil Caixa Econômica Federal
<b>Valor do Investimento</b>	R\$ 49.650.000,00
<b>Valor do Empréstimo</b>	R\$ 49.650.000,00

<b>Objetos: Veículos, Sistemas e Obras Cíveis</b>	<p><b>20 veículos Padron</b>, de piso alto, com carroceria de até 13,2 m e bateria de 324 kWh</p> <p><b>5 veículos articulados</b>, de piso alto padrão BRT, com carroceria de até 23m e bateria de 516 kWh</p> <p><b>20 carregadores “lentos”</b>, AC, com 2 plugs de 40kW cada</p> <p><b>3 carregadores “rápidos”</b>, DC, com 2 plugs de 100 kW cada</p> <p>Instalação de carregadores e adequação de instalações elétricas nos Terminais Venda Nova, Vilarinho e Pampulha</p>
<b>Garantias</b>	<p><b>Vinculação</b> dos recebíveis provenientes da locação de veículos</p> <p><b>Ativos</b> desvinculados da PBH Ativos</p> <p><b>Garantias suplementares</b> fornecidas pela Prefeitura do Município de Belo Horizonte, tais como a vinculação de recursos do FPM ou a cessão de direitos creditórios provenientes de atividades econômicas realizadas no Município</p>
<b>Cronograma de Desembolso</b>	Desembolso único mediante apresentação de Nota Fiscal e vistoria local
<b>Convenants</b>	Não afetação dos ativos dados em garantia

Fonte: Elaboração própria.

Caso a opção por financiamento seja realizada junto ao Banco Mundial, deve-se utilizar as linhas de Empréstimo Flexível ou Empréstimo de Rápido Desembolso. As linhas de Empréstimo de Rápido Desembolso possuem mais de 60% de suas liberações realizadas em um prazo menor de 2 anos, o que certamente seria o caso de um Projeto-Piloto. Neste caso o limite de empréstimo seria estabelecido de acordo com a necessidade do Município e o seu índice CAPAG. Atualmente Belo Horizonte possui Nota CAPAG “B”, havendo espaço excedente para a abertura de crédito no valor de R\$ 50 milhões.

As linhas caracterizam-se por elevada flexibilidade para customizar formas de amortização, prazos de carência e mesmo os prazos máximos de pagamento, estando limitados a 35 anos, com “*duration*” máximo de 20 anos. Para estas linhas as taxas base estimadas são a *Secured Overnight Financing Rate* (SOFR), somada a um *spread* de 1,07% ao ano. Às taxas base se somam um *up front fee* correspondente a 0,25% do montante financiado e uma taxa de compromisso de crédito (*commitment fee*) de 0,25% ao ano, paga semestralmente, sobre os saldos não desembolsados. Ressalva-se que há certa possibilidade de conversão de todas as condições para taxas pré-fixadas em reais. Neste caso, a ficha de pré-enquadramento do projeto será a que se apresenta abaixo:

Tabela 30 – Ficha de pré-enquadramento do projeto

<b>Agente Tomador do Crédito</b>	Prefeitura de Belo Horizonte / PBH Ativos
<b>Agente de Repasse</b>	Não se aplica
<b>Valor do Investimento</b>	R\$ 49.650.000,00
<b>Valor do Empréstimo</b>	R\$ 49.650.000,00
<b>Objetos: Veículos, Sistemas e Obras Cíveis</b>	<p><b>20 veículos Padron</b>, de piso alto, com carroceria de até 13,2 m e bateria de 324 kWh</p> <p><b>5 veículos articulados</b>, de piso alto padrão BRT, com carroceria de até 23m e bateria de 516 kWh</p> <p><b>20 carregadores “lentos”</b>, AC, com 2 plugs de 40kW cada</p> <p><b>3 carregadores “rápidos”</b>, DC, com 2 plugs de 100 kW cada</p> <p><b>Instalação de carregadores</b> e adequação de instalações elétricas nos Terminais Venda Nova, Vilarinho e Pampulha</p>
<b>Garantias</b>	<p><b>Vinculação dos recebíveis</b> provenientes da locação de veículos</p> <p><b>Ativos</b> desvinculados da PBH Ativos</p> <p><b>Garantias suplementares</b> fornecidas pela Prefeitura do Município de Belo Horizonte</p> <p><b>Aval da União</b> (aprovação COFIEIX / Câmara de Assuntos Externos do Senado)</p>
<b>Cronograma de Desembolso</b>	<b>Desembolso único</b> mediante apresentação de Nota Fiscal e vistoria local
<b>Convenants</b>	A negociar

Fonte: Elaboração própria.

## 6.2 ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO

Para a implantação do projeto nas condições propostas, as principais etapas são sintetizadas na figura a seguir.

**Figura 28 – Etapas para a implementação do projeto-piloto**



Fonte: Elaboração própria.

### **Etapa 1: Consolidação de Definições Públicas**

Nesta etapa, o Poder Público repassará e revisará os temas desenvolvidos ao longo deste Relatório, apresentando adequações e atualizações quanto ao conjunto de linhas, número de veículo e quilometragem dos veículos que serão substituídos por veículos elétricos. Neste sentido, serão identificados os operadores que irão operar estes veículos e definidos os locais de recarga.

Por fim, serão definidas as condições que deverão permanecer os ativos ao longo do período de locação.

### **Etapa 2: Providências internas PBH Ativos**

Para que a PBH Ativos possa colocar em marcha o projeto desenhado, poderão ser necessários ajustes em regulamento interno, desvinculação de ativos ou outras fontes de garantias e avaliação de seus recursos físicos, humanos e técnicos para a execução da operação proposta.

### **Etapa 3: Memorando de Contrato de Locação PBH Ativos – Operadores**

Uma vez cumpridas as etapas próprias da Municipalidade, a etapa seguinte envolverá a negociação sobre valores de locação, consolidando os custos acrescidos e evitados, precipuamente com a aquisição de veículos e os custos variáveis, em busca de um contrato que resulte em impacto neutro sobre o equilíbrio financeiro do sistema.

### **Etapa 4: Projeto Básico da Engenharia dos Terminais**

Em paralelo às negociações e definidos com exatidão os locais de recarga, deverá ser realizado o dimensionamento de cargas, comparação à capacidade corrente e cálculo de necessidades de novos investimentos nos sistemas de transmissão e distribuição de energia. Feito este dimensionamento, será elaborado o projeto de adequação de obras civis com a respectiva orçamentação.

## Etapa 5: Solicitação de Financiamento

Cumpridas as etapas precedentes, será plenamente factível que o Poder Concedente dê entrada ao Protocolo de Carta Consulta com o agente financiador desejado. Para tanto deverá encaminhar os documentos do tomador do empréstimo, engenharia, meio ambiente e demais condições específicas do projeto, conforme solicitado por cada agente financiador específico.

## 6.3 EQUILÍBRIO FINANCEIRO

Com base nos estudos realizados no Capítulo 3, torna-se simples calcular a equação financeira do Projeto-Piloto de Transição para a Eletromobidade. A empresa PBH Ativos será (como desenvolvido anteriormente) responsável pelo financiamento, aquisição e locação dos veículos elétricos e sistemas para as empresas Concessionárias. Assim, ao lado das entradas de caixa a empresa contará com (i) recebimento dos valores de locação firmados com as empresas Concessionárias, e (ii) desembolso do financiamento feito por um dos agentes financeiros desenvolvidos no capítulo 4, BNDES ou Banco Mundial. As saídas de caixa da empresa corresponderão aos investimentos realizados.

Na ponta contrária desta equação, as empresas Concessionárias do Município de Belo Horizonte farão a locação destes veículos, por um lado arcando com os custos de locação e custos variáveis associados à operação dos veículos elétricos; por outro, evitarão os desembolsos com custos variáveis associados à operação de veículos a combustão, assim como a depreciação e remuneração do capital investido nos veículos que passaram a ser locados.

O objetivo do projeto é partir de um equilíbrio neutro para o custo do sistema, isto é, de uma posição em que em princípio não há ganho ou perda prevista para a empresa operadora, que substitui custos atuais de compra, operação e manutenção de veículos a combustão por novos custos de locação, operação e manutenção de veículos elétricos de forma idêntica. Neste contexto, a equação desta (observada anteriormente) é apresentada a seguir<sup>12</sup>:

---

12 Um ponto a ser destacado é que a substituição de custos utilizada como referência reduz a necessidade de investimentos dos atuais operadores no sistema, representando um alívio na pressão sobre o caixa das empresas, que se encontra pressionado por força das perdas decorrentes da queda de demanda ao longo de todo o período de Covid-19.

**Tabela 31 – Custos incluídos e custos excluídos**

Custos Incluídos		Custos Excluídos	
Locação de veículos elétricos	7.072.930,57	Depreciação do Capital: Veículos a Combustão	1.526.208
		Remuneração do Capital: Veículos a Combustão	1.101.591
Custos Variáveis de Veículos Elétricos	1.614.494,59	Custos Variáveis de Veículos a Combustão	6.059.626,31
Energia	1.032.272,26	Combustível	4.729.644,10
Lubrificantes / arla	35.472,33	Lubrificantes / arla	236.482,21
Peças e Acessórios	546.750,00	Peças e Acessórios	1.093.500,00
<b>TOTAL</b>	<b>8.687.425</b>	<b>TOTAL</b>	<b>8.687.425</b>

Fonte: Elaboração própria.

Com base nesta metodologia, a PBH Ativos poderá cobrar uma locação de R\$ 7.072.930,57 ao ano para gerar um impacto neutro sobre o equilíbrio econômico-financeiro do sistema.

Em uma primeira simulação, caso a PBH Ativos recorra ao BNDES para o financiamento da aquisição de veículos, considerar-se-á as seguintes condições de operação:

- Prazo de financiamento equivalente ao horizonte da vida útil dos ativos, 15 anos;
- 100% do ativo financiado, correspondendo a um valor de investimento em ativos físicos de R\$ 49.645.337;
- O valor de investimento foi acrescido de um seguro contratual “hipotético” sobre a vida útil das baterias pelo prazo de 7 anos contados da entrega do veículo, seguro este representando uma garantia contratual de funcionalidade a ser incluída no valor de aquisição dos veículos. O acréscimo de valor correspondeu a um adicional de 7,5% sobre o valor das baterias, representando um valor de R\$ 1.601.568,75 ao montante financiado<sup>13</sup>;
- Montante financiado total de R\$ 51.246.906;
- Custos de financiamento *all in* de 4,0% ao ano;
- Acréscimo de custos administrativos com a contratação de um verificador independente, responsável por acompanhar diariamente as condições de operação e manutenção dos veículos locados pela PBH

<sup>13</sup> Valores indicados como hipótese por empresas de seguro em consulta informal, não havendo formalização de proposta sobre o tema em decorrência da ausência de uma base de dados. O seguro contratual de funcionalidade deverá ser efetivado no modelo de “auto-seguro” pelas empresas fornecedoras de baterias.

Ativos às empresas operadoras. A equipe de gerenciadora é estimada em dois funcionários, cujas atribuições deverão demandar cerca de 90 a 120 minutos de trabalho ao dia, havendo um período de 8 horas mensais adicionais para elaboração de relatório técnico. O custo estimado para o verificador independente é de R\$ 32.000,00 / mês.

O fluxo de caixa da PBH Ativos é apresentado a seguir:

**Tabela 32 – Fluxo de caixa da PBH Ativos**

	<b>Ano 0</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>
<b>Receita</b>	0,00	7.072.930,57	7.072.930,57	7.072.930,57
<b>Impostos</b>	0,00	258.161,97	258.161,97	258.161,97
<b>Custos Variáveis</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Investimentos</b>	51.246.905,75	0,00	0,00	0,00
<b>Captação de Dívida</b>	51.246.905,75	0,00	0,00	0,00
<b>Custos de Financiamento</b>	0,00	4.609.203,09	4.609.203,09	4.609.203,09
Juros	0,00	2.049.876,23	1.947.503,16	1.841.035,16
Amortização	0,00	2.559.326,86	2.661.699,94	2.768.167,94
<b>SALDO DE CAIXA</b>	<b>0,00</b>	<b>2.205.565,51</b>	<b>2.205.565,51</b>	<b>2.205.565,51</b>
	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>	<b>Ano 6</b>	<b>Ano 7</b>
<b>Receita</b>	7.072.930,57	7.072.930,57	7.072.930,57	7.072.930,57
<b>Impostos</b>	258.161,97	258.161,97	258.161,97	258.161,97
<b>Custos Variáveis</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Investimentos</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Captação de Dívida</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Custos de Financiamento</b>	4.609.203,09	4.609.203,09	4.609.203,09	4.609.203,09
Juros	1.730.308,44	1.615.152,65	1.495.390,64	1.370.838,14
Amortização	2.878.894,65	2.994.050,44	3.113.812,46	3.238.364,96
<b>SALDO DE CAIXA</b>	<b>2.205.565,51</b>	<b>2.205.565,51</b>	<b>2.205.565,51</b>	<b>2.205.565,51</b>

	<b>Ano 8</b>	<b>Ano 9</b>	<b>Ano 10</b>	<b>Ano 11</b>
<b>Receita</b>	7.072.930,57	7.072.930,57	7.072.930,57	7.072.930,57
<b>Impostos</b>	258.161,97	258.161,97	258.161,97	258.161,97
<b>Custos Variáveis</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Investimentos</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Captação de Dívida</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Custos de Financiamento</b>	4.609.203,09	4.609.203,09	4.609.203,09	4.609.203,09
Juros	1.241.303,54	1.106.587,56	966.482,94	820.774,13
Amortização	3.367.899,55	3.502.615,54	3.642.720,16	3.788.428,96
<b>SALDO DE CAIXA</b>	<b>2.205.565,51</b>	<b>2.205.565,51</b>	<b>2.205.565,51</b>	<b>2.205.565,51</b>
	<b>Ano 12</b>	<b>Ano 13</b>	<b>Ano 14</b>	<b>Ano 15</b>
<b>Receita</b>	7.072.930,57	7.072.930,57	7.072.930,57	7.072.930,57
<b>Impostos</b>	258.161,97	258.161,97	258.161,97	258.161,97
<b>Custos Variáveis</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Investimentos</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Captação de Dívida</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Custos de Financiamento</b>	4.609.203,09	4.609.203,09	4.609.203,09	4.609.203,09
Juros	669.236,97	511.638,33	347.735,74	177.277,04
Amortização	3.939.966,12	4.097.564,77	4.261.467,36	4.431.926,05
<b>SALDO DE CAIXA</b>	<b>2.205.565,51</b>	<b>2.205.565,51</b>	<b>2.205.565,51</b>	<b>2.205.565,51</b>

Fonte: Elaboração própria.

Caso seja feita a opção pelo financiamento no Banco Mundial, a equação é apresentada a seguir.

**Tabela 33:** Fluxo de caixa da PBH Ativos

	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>	<b>Ano 6</b>	<b>Ano 7</b>
<b>Receita</b>	0,00	7.072.930,57	7.072.930,57	7.072.930,57
<b>Impostos</b>	0,00	258.161,97	258.161,97	258.161,97
<b>Custos Variáveis</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Investimentos</b>	51.246.905,75	0,00	0,00	0,00
<b>Captação de Dívida</b>	51.246.905,75	0,00	0,00	0,00
<b>Custos de Financiamento</b>	0,00	4.126.861,61	4.126.861,61	4.126.861,61
Juros	0,00	1.260.673,88	1.190.165,66	1.117.922,94
Amortização	0,00	2.866.187,73	2.936.695,95	3.008.938,67
<b>Up Front Fee</b>	128.117,26	0,00	0,00	0,00
<b>SALDO DE CAIXA</b>	-128.117,26	2.303.906,99	2.303.906,99	2.303.906,99
	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>	<b>Ano 6</b>	<b>Ano 7</b>
<b>Receita</b>	7.072.930,57	7.072.930,57	7.072.930,57	7.072.930,57
<b>Impostos</b>	258.161,97	258.161,97	258.161,97	258.161,97
<b>Custos Variáveis</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Investimentos</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Captação de Dívida</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Custos de Financiamento</b>	4.126.861,61	4.126.861,61	4.126.861,61	4.126.861,61
Juros	1.043.903,05	968.062,27	890.355,81	810.737,76
Amortização	3.082.958,56	3.158.799,34	3.236.505,81	3.316.123,85
<b>Up Front Fee</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SALDO DE CAIXA</b>	2.303.906,99	2.303.906,99	2.303.906,99	2.303.906,99
	<b>Ano 8</b>	<b>Ano 9</b>	<b>Ano 10</b>	<b>Ano 11</b>
<b>Receita</b>	7.072.930,57	7.072.930,57	7.072.930,57	7.072.930,57
<b>Impostos</b>	258.161,97	258.161,97	258.161,97	258.161,97
<b>Custos Variáveis</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Investimentos</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Captação de Dívida</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Custos de Financiamento</b>	4.126.861,61	4.126.861,61	4.126.861,61	4.126.861,61
Juros	729.161,12	645.577,69	559.938,10	472.191,78
Amortização	3.397.700,50	3.481.283,93	3.566.923,51	3.654.669,83
<b>Up Front Fee</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SALDO DE CAIXA</b>	2.303.906,99	2.303.906,99	2.303.906,99	2.303.906,99

	<b>Ano 12</b>	<b>Ano 13</b>	<b>Ano 14</b>	<b>Ano 15</b>
<b>Receita</b>	7.072.930,57	7.072.930,57	7.072.930,57	7.072.930,57
<b>Impostos</b>	258.161,97	258.161,97	258.161,97	258.161,97
<b>Custos Variáveis</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Investimentos</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Captação de Dívida</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Custos de Financiamento</b>	4.126.861,61	4.126.861,61	4.126.861,61	4.126.861,61
Juros	382.286,90	290.170,37	195.787,76	99.083,35
Amortização	3.744.574,71	3.836.691,25	3.931.073,85	4.027.778,27
<b>Up Front Fee</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SALDO DE CAIXA</b>	2.303.906,99	2.303.906,99	2.303.906,99	2.303.906,99

Fonte: Elaboração própria.

Pode-se concluir que a operação de financiamento, aquisição e locação de ativos pela PBH Ativos deverá resultar em um importante excedente de caixa. Este excedente, que garantirá um índice de cobertura do serviço da dívida superior a 1,50, é resultado de um custo de financiamento inferior ao custo de remuneração do capital evitado pelas empresas Concessionárias. Este diferencial de taxas, financiamento vis a vis remuneração do capital evitado, somado ao diferencial de custos operacionais variáveis, faz com que a transição para a Eletromobilidade se dê com claras vantagens financeiras, sociais e ambientais para o Município.

# 7.

---

## REFERÊNCIA

- [1] Prefeitura de Belo Horizonte. Contrato de concessão RTS N° 1. Contrato de concessão de serviço público de transporte coletivo urbano de passageiros no Município de Belo Horizonte, na área de operação Venda Nova/Pampulha, que fazem entre si o Município e Consórcio DEZ.
- [2] Prefeitura de Belo Horizonte. **Contrato de concessão RTS N° 2.** Contrato de concessão de serviço público de transporte coletivo urbano de passageiros no Município de Belo Horizonte, na área de operação Norte/Nordeste/Leste, que fazem entre si o Município e Consórcio BH LESTE.
- [3] Prefeitura de Belo Horizonte. **Contrato de concessão RTS N° 3.** Contrato de concessão de serviço público de transporte coletivo urbano de passageiros no Município de Belo Horizonte, na área de operação Barreiro/Oeste, que fazem entre si o Município e Consórcio DEZ.
- [4] Prefeitura de Belo Horizonte. **Contrato de concessão RTS N° 4.** Contrato de concessão de serviço público de transporte coletivo urbano de passageiros no Município de Belo Horizonte, na área de operação Noroeste e área de operação em comum, que fazem entre si o Município e Consórcio DOM PEDRO II.
- [5] Justen Filho, Marçal. **Teoria geral das concessões de serviços públicos.** 1 ed., 2. Reimpressão. São Paulo: Dialética, 2003, p. 61.
- [6] Mahmoud, M., R. Garnett, M. Ferguson, and P. Kanaroglou. Electric Buses: A Review of Alternative Powertrains. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 62, p. 673–84, set. 2016. DOI <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.019>
- [7] World Resources Institute. **How to enable electric bus adoption in cities worldwide:** a guiding report for city transit agencies and bus operating entities. Ross Center for Sustainable Cities program. Washington, D. C., 2019. Disponível em: <https://wrirosscities.org/sites/default/files/how-to-enable-electric-bus-adoption-cities-worldwide.pdf>

- [8] Ministério do Desenvolvimento Regional, World Resources Institute e Banco Interamericano de Desenvolvimento. **Guia de Eletromobilidade**: Orientações para estruturação de projetos no transporte coletivo. Brasília, 2022. Disponível em: [https://www.gov.br/mdr/pt-br/asuntos/mobilidade-e-servicos-urbanos/Guia\\_Eletromobilidade.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/asuntos/mobilidade-e-servicos-urbanos/Guia_Eletromobilidade.pdf)
- [9] BNEF (Bloomberg New Energy Finance). **Electric Buses in Cities — Driving Towards Cleaner Air and Lower CO2**. 2018. Disponível em: <https://about.bnef.com/blog/electric-buses-cities-driving-towards-cleaner-air-lower-co2/>
- [10] Stringer, D., and J. Ma. **Where 3 Million Electric Vehicle Batteries Will Go When They Retire**. Bloomberg Businessweek, 2018. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/features/2018-06-27/where-3-million-electric-vehicle-batteries-will-go-when-they-retire>
- [11] Walker, S. B.; Young, S. B.; Fowler, M. **Repurposing electric vehicle batteries for energy storage to support the smart grid**. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2015. Disponível em: [http://canrev.ieee.ca/en/cr73/Repurposing\\_Electric\\_Vehicle\\_Batteries\\_for\\_Energy\\_Storage\\_to\\_Support\\_the\\_Smart\\_Grid.pdf](http://canrev.ieee.ca/en/cr73/Repurposing_Electric_Vehicle_Batteries_for_Energy_Storage_to_Support_the_Smart_Grid.pdf)
- [12] ZEBRA – Zero Emission Bus Rapid-deployment Accelerator. **Análise da implantação de ônibus zero emissão na frota de um operador de ônibus na cidade de São Paulo**, 2022. Disponível em: <https://theicct.org/wp-content/uploads/2022/03/hdv-brasil-analise-da-implantac%CC%A7a%CC%83o-de-o%CC%82nibus-zero-emissa%C%83o-sa%CC%83o-paulo-mar22.pdf>
- [13] Grütter, J., Grütter Consulting AG. **Rendimiento Real de Buses Híbridos y Eléctricos**. Rendimiento ambiental y económico de buses híbridos y eléctricos basados en grandes flotas operacionales. Plataforma REPIC. Suíça, fevereiro de 2015. Disponível em: <https://www.repic.ch/wp-content/uploads/2020/07/Spanisch.pdf>
- [14] Orbea, Jone. **Modelos de negocio para la adopción de flotas eléctricas**: Experiencias Internacionales. World Resources Institute, outubro de 2017. Disponível em: [https://ledslac.org/wp-content/uploads/2017/08/09-Capacitacion-2\\_Tendencias-mundiales-en-modelos-de-negocio-para-buses.pdf](https://ledslac.org/wp-content/uploads/2017/08/09-Capacitacion-2_Tendencias-mundiales-en-modelos-de-negocio-para-buses.pdf)
- [15] CAF. Corporación Andina de Fomento. **La electromovilidad en el transporte público en América Latina**. 2019. Disponível em: <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1466>
- [16] The World Bank. **Green your bus ride**. Clean Buses in Latin America, Summary report. Janeiro de 2019. Disponível em: <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/410331548180859451/green-your-bus-ride-clean-buses-in-latin-america-summary-report>
- [17] ITDPBRASIL. **O papel da regulamentação na transição para a eletromobilidade**. Blogpost, 29 de junho. 2020. Disponível em: <https://itdpbrasil.org/o-papel-da-regulamentacao-na-transicao-para-eletromobilidade>





# EletoMobilidade

Transição para a Eletromobilidade  
nas Cidades Brasileiras

Executor



Realização



MINISTÉRIO DO  
DESENVOLVIMENTO REGIONAL 