



EletroMobilidade
Transição para a Eletromobilidade
nas Cidades Brasileiras

CADERNO TÉCNICO DE REFERÊNCIA

PARA ELETROMOBILIDADE NAS CIDADES BRASILEIRAS



VOLUME II

PROJETO TRANSIÇÃO PARA A ELETROMOBILIDADE
NAS CIDADES BRASILEIRAS



EletroMobilidade
Transição para a Eletromobilidade
nas Cidades Brasileiras

CADERNO TÉCNICO DE REFERÊNCIA

PARA ELETROMOBILIDADE NAS CIDADES BRASILEIRAS



VOLUME II

PROJETO TRANSIÇÃO PARA A **ELETROMOBILIDADE**
NAS CIDADES BRASILEIRAS

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

CADERNO TÉCNICO DE REFERÊNCIA PARA ELETROMOBILIDADE NAS CIDADES BRASILEIRAS

VOLUME II

PROJETO TRANSIÇÃO PARA A **ELETROMOBILIDADE**
NAS CIDADES BRASILEIRAS

Coordenação-geral

Ana Waksberg Guerrini – Banco Mundial

Fernando Araldi – MDR

Alejandro Muñoz Muñoz – IABS

Elaboração de conteúdo

Francisco Burgos – IDOM

Edgar Cortés – IDOM

Laura Gutiérrez – IDOM

Estefania Mejía – IDOM

Daniel Rosas Satizábal – IDOM

Maria Alejandra Rodríguez – IDOM

Andrés Gartner – GoAscendal

Nicolás Gómez – GoAscendal

Leonardo Bustos – GoAscendal

Carlos Botello – GoAscendal

Vladimir Maciel – Urbana

Manoel Gomes – Urbana

Lucía Farrando – Tanoira & Cassagne

Jaime Uranga – Tanoira & Cassagne

Ignacio Zambón – Tanoira & Cassagne

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

Ariane Fucci Wady – IABS

Revisão ortográfica e gramatical

InPauta Comunicação

Coordenação editorial

Mariana Resende – InPauta Comunicação

Projeto gráfico e diagramação

Esa Gomes Magalhães – InPauta Comunicação

Bruno Silva Bastos – InPauta Comunicação

Foto da capa

Laís Moraes – InPauta Comunicação

Caderno Técnico de Referência para a Eletromobilidade nas Cidades Brasileiras (Volume II). Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR e Banco Mundial (autores). Fundo de Tecnologia Limpa - CTF (financiador) - Brasília, 2022.

ISBN: 978-65-87999-57-9

156p.

1. Eletromobilidade 2. Cidades Brasileiras I. Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR II. Banco Mundial III. Fundo de Tecnologia Limpa - CTF

CDU: 629.3. 908

SUMÁRIO

	DEFINIÇÃO DE TERMOS-CHAVE	6
	SIGLAS E ABREVIATURAS	14
	APRESENTAÇÃO	17
PARTE A		
	GUIA PARA A ESTRUTURAÇÃO INICIAL DE PROJETOS DE ELETROMOBILIDADE	
1.	INTRODUÇÃO	24
2.	ETAPA 1: PLANEJAMENTO INICIAL	33
3.	ETAPA 2: DIAGNÓSTICO	47
4.	ETAPA 3: FORMULAÇÃO DOS PARÂMETROS DO PROJETO	64
5.	ETAPA 4: AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DO FINANCIAMENTO	97
PARTE B		
	GUIA PARA FINANCIAMENTO NA FASE DE OPERAÇÃO DA FROTA ELÉTRICA	
6.	ETAPA 5: IMPLEMENTAÇÃO E MONITORAMENTO	118
7.	REFERÊNCIAS	148

DEFINIÇÃO DE TERMOS-CHAVE

BANCABILIDADE Capacidade de um projeto de ter condições apropriadas de investimento e liquidez para os pagamentos de capital e dívida necessários.

BATERIA Dispositivo que acumula energia e, por meio de reações eletroquímicas entre seus elementos (oxidorredução), produz corrente elétrica.

CARREGAMENTO INTELIGENTE O carregamento inteligente permite que os proprietários de pontos de carregamento e os operadores de rede gerenciem remotamente seus pontos de recarga, otimizando o consumo e os custos de energia. Por exemplo, configurando a recarga para começar à noite quando as tarifas são mais baixas.

CAPEX (CAPITAL EXPENDITURES) Investimento inicial de capital que pode incluir os custos de veículos e custos de aquisição da infraestrutura (incluindo todos os impostos de compra), bem como os custos de financiamento durante todo o período da dívida, caso um empréstimo tenha sido utilizado.

FOLHA DE CAIXA (CASH SWEEP) Obrigação de utilizar os fluxos de caixa disponíveis para o serviço da dívida.

CAUDA DA DÍVIDA Renda contínua do projeto após o pagamento total da dívida. No financiamento de projetos, há o período de construção e o período de operação. Supondo um projeto que precisa de 5 anos de construção e pode então ser operado por 25 anos, a dívida associada à construção está planejada para ser amortizada em, por exemplo, 15 anos. O período final é a diferença de tempo entre o final da amortização da dívida planejada e o final do período de operação, ou a cauda da dívida.

CLASSIFICAÇÃO DE CRÉDITO Uma classificação que indica a capacidade do emissor ou da emissão para cumprir suas obrigações financeiras. As classificações são divididas entre aquelas com grau de investimento (de AAA, o mais alto, a BBB-) e aquelas sem grau de investimento (de BB+ a B- ou B3, o mais baixo).

COMPLETION	A etapa final da obtenção de um empréstimo.
CONCESSÃO	Uma concessão é o processo pelo qual a administração pública ou empresa concede o direito de explorar determinados bens e serviços a outra empresa, geralmente administrada de forma privada.
CONDUÇÃO ECOLÓGICA	É uma forma de dirigir que controla e reduz o consumo desnecessário de combustível, melhora a segurança do motorista e reduz os riscos para os usuários dos serviços.
CONTRATO DE COMPRA E VENDA	Um acordo no qual uma parte concorda em comprar um produto de outra parte.
CONTRATO TAKE OR PAY	Um contrato no qual existe a obrigação de comprar periodicamente uma quantidade de produto a um preço estipulado.
CONVÊNIOS	Compromissos em um acordo de dívida para rácios e atividades que devem ser realizados.
COVENANTS	São obrigações que se aplicam aos tomadores de crédito. Eles servem tanto para impor determinadas condições como restringir algumas atividades do objeto do financiamento.
CUSTO DE CAPITAL	O custo de capital é o custo incorrido por uma empresa para financiar seus projetos de investimento com seus próprios recursos financeiros.
CUSTO DE MANUTENÇÃO	Na indústria de ônibus, a manutenção regular ou preventiva é a manutenção que deve ser realizada frequentemente para confirmar se os ônibus e a infraestrutura de apoio estão funcionando corretamente e se a substituição de peças é necessária. A manutenção periódica é realizada com menos frequência e consiste em uma revisão mais detalhada do funcionamento das máquinas e equipamentos. Para ônibus elétricos, o custo dessa manutenção está normalmente incluído nos custos de aluguel ou na garantia do fabricante.
CUSTO DO FINANCIAMENTO	É dado pela taxa de juros do empréstimo ou pela taxa de desconto exigida pelos investidores. Em uma emissão de títulos, por exemplo, corresponderia à taxa de colocação do instrumento. O outro fator a ser considerado no custo do financiamento é o prazo do financiamento. O banco tem normalmente um prazo fixo.

CUSTO MÉDIO PONDERADO DE CAPITAL (CMPC)	<p>Custo dos recursos utilizados pela empresa para operar. É uma medida financeira que tem o objetivo de abranger em um único número, expresso em termos percentuais, o custo das diferentes fontes de financiamento que um projeto utilizará.</p>
DESEMPENHO OPERACIONAL	<p>Capacidade de um operador de transporte de prestar o serviço de forma eficiente, ou seja, cumprir os indicadores de desempenho e minimizar os custos operacionais (combustível, lubrificantes, peças e acessórios, pneus, pessoal, entre outros).</p>
DÍVIDA PRINCIPAL	<p>Tipo de dívida em que o credor tem prioridade sobre a dívida subordinada para o pagamento das obrigações.</p>
DÍVIDA SUBORDINADA	<p>Tipo de dívida em que o credor tem prioridade em relação ao <i>equity</i>, mas fica atrás da dívida sênior.</p>
DUE DILIGENCE	<p>O processo de verificação da atual situação técnica e financeira contratual de uma empresa.</p>
EBITDA (sigla em inglês)	<p>Lucros antes de Juros, Impostos, Depreciação e Amortização. Indicador contábil da rentabilidade de uma empresa. É calculado como renda menos despesas, excluindo as despesas financeiras (impostos, juros, depreciação e amortização da empresa). Em inglês significa <i>Earnings before Interests, Taxes, Depreciations and Amortizations</i>.</p>
EQUITY	<p>Capital investido em um projeto por meio de recursos próprios. O capital social de uma empresa ou patrimônio líquido representa a quantidade de dinheiro que seria devolvida aos acionistas de uma empresa se todos os ativos da empresa fossem liquidados e todas as dívidas desta fossem reembolsadas. Também é frequentemente referido como <i>equity</i>.</p>
ESTADO DE CARGA DAS BATERIAS	<p>Indicador do estado de carga da energia armazenada em uma bateria. Esse indicador é expresso em porcentagem e varia de 0 a 100. Quando o estado de carga é igual a 100%, a bateria está totalmente carregada.</p>
EVENTOS DE ALÍVIO	<p>Eventos de força maior temporários que afetam o desenvolvimento do projeto.</p>
FINANCIAMENTO DE RECURSO LIMITADO	<p>Um tipo de empréstimo no qual o implementador oferece garantias parciais para cobrir determinados riscos do projeto.</p>
FINANCIAMENTO ESTRUTURADO	<p>Modalidade de financiamento na qual os fluxos de caixa do projeto são a única fonte de pagamento da dívida.</p>

FINANCIAMENTO EXTRAPATRIMONIAL Transações financeiras que não afetam as demonstrações financeiras de uma empresa.

FOLHA DE TERMOS Documento com os termos e condições da dívida.

FRENAGEM REGENERATIVA Processo no qual a energia cinética do veículo, que seria dissipada na forma de calor por meio do sistema de freio mecânico, é capturada e convertida em energia elétrica pelo motor de tração, atuando como gerador, e finalmente é armazenada na bateria.

GARANTIA Estruturação de mecanismos de garantia do pagamento da dívida, como os fundos de contingência.

GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) São gases que absorvem parte dos raios solares e os redistribuem como radiação na atmosfera. Eles podem ser emitidos por meio da combustão do combustível *diesel*. Exemplos são dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), óxidos nitrosos (NOx) e compostos orgânicos voláteis (COVs).

GERAÇÃO DE ENERGIA DISTRIBUÍDA Consiste na geração de energia elétrica por meio de diversas pequenas fontes de geração que são instaladas próximas aos pontos de consumo. A geração distribuída se baseia na cooperação entre essa microgeração e a geração de centrais elétricas convencionais.

JOINT VENTURE Acordo entre duas ou mais empresas no qual reúnem recursos para um propósito específico.

INDICADORES-CHAVE DE DESEMPENHO (ICD) Métricas de gestão para medir o desempenho da operação.

LIQUIDITY DAMAGE (LD) Danos de liquidez é o nível de perda estipulado devido à quebra de contrato.

Contrato no qual o arrendador adquire um bem (em projetos de eletromobilidade, geralmente o ônibus e/ou a bateria) para alugar a um cliente (arrendatário). Existem duas modalidades: *leasing* financeiro e *leasing* operacional.

LEASING *Leasing* é uma modalidade financeira, também denominada arrendamento mercantil no Brasil, que envolve a alienação fiduciária do ativo. Por regulamentação do Banco Central do Brasil, só pode ser efetuada por meio de uma instituição financeira ou de empresa especificamente autorizada para essa atividade.

LEASING FINANCEIRO	É a modalidade na qual o arrendatário tem a intenção de manter o bem no final do contrato, exercendo a opção de compra pelo valor previsto no contrato.
LEASING OPERACIONAL	É a modalidade na qual o locatário não tem a intenção de adquirir o bem ao final do contrato.
MERCADO	Um mercado no qual um ativo é pago e entregue na mesma data.
MERCADO DE ENERGIA REGULADO	O mercado de energia regulado é aquele que corresponde à demanda menor de eletricidade do mercado (predominantemente residencial) e suas tarifas são reguladas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), uma entidade vinculada ao Ministério de Minas e Energia.
MERCADO LIVRE DE ENERGIA	O Mercado Livre de Energia, criado em 1995 pela Lei nº 9.074, é uma iniciativa do governo brasileiro para criar um marco legal para maior competição e expansão estrutural do setor elétrico (geração, transmissão e distribuição de energia) principalmente por meio de recursos privados. Comparados aos preços cobrados pelas distribuidoras de energia no mercado regulado, os valores do Mercado Livre de Energia são extremamente competitivos, permitindo aos consumidores uma economia significativa em seus custos de energia.
NON RESOURCE FINANCE	Transações em que a dívida é paga com fluxos de caixa de um projeto, mas não com ativos do tomador da dívida.
ÔNIBUS ELÉTRICOS MOVIDOS A BATERIA	Também chamados de ônibus elétricos puros, os ônibus elétricos movidos a bateria são veículos que utilizam energia elétrica armazenada na bateria e convertida em força motriz por um motor elétrico. Quando as baterias ficam sem energia, elas devem ser reabastecidas. Para isso, a energia elétrica deve ser fornecida por uma fonte externa (carregador).
ÔNIBUS HÍBRIDOS	Os veículos híbridos combinam dois motores diferentes, geralmente de tração térmica (motor de combustão interna, podem ser movidos por <i>diesel</i> , gasolina, gás natural, etanol, entre outros) e de tração elétrica (motor elétrico).
PARCERIA PÚBLICO-PRIVADA (PPP)	Uma Parceria Público-Privada é um contrato de concessão de serviços ou obras públicas à iniciativa privada, sendo que esta (Parceria Privada) será remunerada por essa prestação, tanto por tarifas dos próprios usuários quanto de uma contraprestação do poder público (Parceiro Público).

PERCURSO MÉDIO MENSAL	Número médio de quilômetros percorridos pela frota de ônibus em operação durante um mês.
PERÍODO DE CARÊNCIA	Prazo concedido pela instituição financeira no qual o cliente não deve efetuar nenhum pagamento sobre a dívida durante determinado período.
PLAYERS	Atores envolvidos na transição da eletromobidade. Inclui todos aqueles que estão direta ou indiretamente afetados pela transição.
POLÍTICA NACIONAL DE MOBILIDADE URBANA	A PNMU é um instrumento da política de desenvolvimento urbano referida nos artigos 21 e 182, da Constituição Federal, que visa integrar os diferentes modos de transporte e melhorar a acessibilidade e a mobilidade de pessoas e cargas.
POTÊNCIA DE RECARGA	Quantidade de energia concedida pelo carregador para recarga do veículo, dada em kW.
POTÊNCIA ELÉTRICA	A quantidade de energia fornecida por unidade de tempo.
POTÊNCIA INSTALADA	Soma das potências nominais do equipamento elétrico instalado na unidade consumidora, em condições de entrar em operação, expressa em quilowatts (kW). No caso da garagem de ônibus elétricos, essa carga será dada pelo número de carregadores de ônibus e suas potências nominais, somadas aos outros equipamentos existentes na garagem.
PROGRAMA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO DO AR POR VEÍCULOS AUTOMOTORES (PROCONVE)	Órgão responsável pela emissão de regulamentos sobre emissões de veículos automotores.
PROGRAMA ROTA 2030 - MOBILIDADE E LOGÍSTICA	Programa com o objetivo de apoiar o desenvolvimento tecnológico, competitividade, inovação, segurança veicular, proteção ambiental, eficiência energética e qualidade de carros e caminhões, ônibus, chassis com motor e autopeças.
RAZÃO DE COBERTURA DO SERVIÇO DA DÍVIDA (RCSD)	Indica a disponibilidade de caixa para pagar uma dívida adquirida.

RAZÃO DE DISTRIBUIÇÃO-STOP	Corresponde à razão na qual o indicador RCSD não for atingido (definida pela instituição financeira). Nesse caso o pagamento aos investidores é interrompido e o dinheiro é usado para o pagamento da dívida.
RAZÃO DE COBERTURA DA VIDA DA DÍVIDA (RCVD)	Número de vezes que os fluxos de caixa do projeto ao longo da vida da dívida são capazes de pagar o saldo.
RAZÃO DE COBERTURA DA VIDA DO PROJETO (RCVP)	Capacidade de pagar a dívida após seu vencimento original, se ela não pôde ser paga a tempo.
RENDIMENTO	É o inverso do consumo de energia, ou seja, quantos quilômetros são possíveis percorrer com um kWh de energia.
RETORNO DO INVESTIMENTO	Período de retorno do investimento.
RISCO DE NÃO CONCLUSÃO	Risco de inadimplência na implementação do projeto.
SERVIÇO DA DÍVIDA	Soma dos pagamentos da dívida e dos juros pagos sobre a dívida.
SOCIEDADE DE PROPÓSITO ESPECÍFICO (SPE)	Empresa criada exclusivamente para desenvolver um projeto específico ou cumprir um objetivo específico.
SPREAD	O <i>spread</i> de um título é a diferença entre o rendimento desse título e o rendimento de um título considerado livre de risco. Algumas vezes, o <i>spread</i> também é calculado em relação às taxas de juros no mercado interbancário.
TAXA DE JUROS	A taxa de juros é o preço do dinheiro, ou seja, o preço a ser pago pelo uso de uma determinada quantia de dinheiro durante um determinado período de tempo. Seu valor indica a taxa de juros que deve ser paga em troca do uso de uma determinada quantia de dinheiro em uma transação financeira.
TIPO DE RECARGA POR CORRENTE ALTERNADA (CA)	Nos carregadores de CA, a transformação da corrente alternada (proveniente da subestação elétrica) é invertida em corrente contínua dentro do sistema de acionamento do ônibus elétrico. Essa inversão no inversor de tensão interno do ônibus resulta em um carregamento mais lento do que com carregadores de corrente contínua (CC) (a potência de carregamento normalmente varia de 120 kW ou menos, com 3-10 horas para uma carga completa, dependendo da capacidade da bateria).

TIPO DE RECARGA POR CORRENTE CONTÍNUA (CC)	Nos carregadores de CC, a transformação da corrente alternada (proveniente da subestação elétrica) é invertida em corrente contínua no carregador antes de chegar ao sistema de acionamento do ônibus elétrico. Essa pré-versão permite uma carga muito mais rápida do que com carregadores CA (a potência de carga varia normalmente de 120 kW ou mais, com 2-5 horas para uma carga completa, dependendo da capacidade da bateria).
TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)	Taxa Interna de Retorno é o retorno de um investimento. Em outras palavras, é a porcentagem de lucro ou perda que um investimento fará para os valores que não foram retirados do projeto. Corresponde à taxa que faz o Valor Presente Líquido (VPL) igual a 0.
TIR DO BLENDED EQUITY	É uma medida de retorno que considera tanto o <i>equity</i> quanto a dívida subordinada. É a mesma taxa de desconto, incluindo os fluxos de caixa do patrimônio líquido do investidor e da dívida subordinada. Normalmente é calculada após os impostos.
TIR DO ACIONISTA TOTAL	Soma da TIR via <i>equity</i> e via dívida subordinada.
TÍTULOS	Instrumento emitido por empresas e governos, entre outros, para se financiarem.
TÍTULOS VERDES	São títulos de renda fixa emitidos para financiar ações destinadas a combater a mudança climática.
CUSTO TOTAL DE PROPRIEDADE (CTP)	O TCO é uma avaliação dos custos de todo o ciclo de vida de um projeto. A análise de TCO inclui o preço de compra de um ativo, adicionando os custos de operação, manutenção e qualquer outro custo financeiro durante o período de projeto ou de concessão.
VALOR RESIDUAL	O valor de um ativo fixo no final de sua vida útil, líquido dos encargos de depreciação e amortização. O valor residual é o valor que a empresa espera realizar na venda do ativo fixo no final de sua vida útil.
VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)	Valor Presente Líquido é um critério de investimento que consiste em descontar as receitas e pagamentos de um projeto ou investimento a fim de saber quanto se ganha ou se perde com esse investimento.
WAIVER	É a dispensa de uma exigência ou de obrigações, geralmente de pagamento total ou parcial (principal, juros, etc.).

SIGLAS E ABREVIATURAS

A/C	Ar-condicionado
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANTP	Associação Nacional de Transporte Coletivo
BA	Bahia
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BM	Banco Mundial
BMZ	Ministério Alemão para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAPEX	<i>Capital Expenditures</i>
CC	Custo de combustível (R\$)
CCCP	Coefficiente de consumo de combustível ponderado (litros/km ou kWh/km)
CDC	Crédito Direto ao Consumidor
CIF	<i>Climate Investment Funds</i>
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CO	Monóxido de carbono
CO2	Dióxido de carbono
COFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
COVs	Compostos orgânicos voláteis
CTR	Caderno Técnico de Referência
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FGI	Fundo Garantidor do Investimento

FINAME	Financiamento de máquinas e equipamentos
FINEM	Financiamento a empreendimentos
GEE	Gases de Efeito Estufa
GIZ	Agência Alemã de Cooperação Internacional
IABS	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade
ICCT	<i>International Council on Clean Transportation</i>
ICMS	Imposto de Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
IFC	<i>International Finance Corporation</i>
II	Imposto de Importação
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
ITDP	<i>Institute for Transportation and Development Policy</i>
KfW	Banco Alemão de Desenvolvimento
kWh	Kilowatt-hora
LA-GREEN	<i>Latin American Green Bond Fund</i>
LAIF	<i>Latin American Investment Fund</i>
LOA	Lei Orçamentária Anual
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
MWh	Megawatt-hora
NOx	Óxidos nitrosos
OPEX	<i>Operational Expenditures</i>

P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PEE	Preço da Energia Elétrica (R\$/kWh)
PIS	Programa de Integração Social
PJ	Pessoa jurídica
PLC	Preço do litro de óleo <i>diesel</i> (R\$/litro)
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNME	Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica
PNMU	Política Nacional de Mobilidade Urbana
PPA	Plano PluriAnual
PQA	Produção Quilométrica Anual (km)
RCL	Receita Corrente Líquida
SEMOB	Secretaria de Mobilidade de Salvador
SPE	Sociedade de Propósito Específico
TCO	<i>Total Cost of Ownership</i>
TFB	Taxa Fixa do BNDES
TLP	Taxa de Longo Prazo
UE	União Europeia
WRI	<i>World Resources Institute</i>
ZEBRA	<i>Zero Emission Bus Rapid-deployment Accelerator</i>
ZEV	<i>Zero Emission Vehicles, ou Veículos Zero Emissão</i>

APRESENTAÇÃO

O aquecimento global é um processo de aumento da temperatura média do planeta devido a causas antropogênicas que podem provocar impactos ambientais negativos em longo prazo. Uma das formas de evitar sua ampliação é reduzir a emissão de **gases de efeito estufa (GEE)**, apontados por cientistas como um dos principais responsáveis pelo aumento da temperatura média da Terra. Com o objetivo de mitigar o aumento da temperatura média a máximo 2 graus Celsius, tratados internacionais, como o Acordo de Paris de 2015, foram iniciados. O Brasil é signatário de tratados internacionais que **visam reduzir a emissão de GEE**, nos quais foram estabelecidas metas de redução de emissões nesta e nas próximas décadas.

Os GEE podem vir de várias fontes de emissão móveis e fixas. Entre as principais fontes de emissão móveis de GEE associadas ao setor de transportes estão os veículos movidos a motores de combustão interna que utilizam combustíveis fósseis, como gasolina e *diesel*. Por isso, uma tendência que se apresenta ao longo dos próximos anos é **a substituição paulatina dos veículos a combustão por veículos movidos a eletricidade**. Os ganhos advindos da eletromobilidade, como a redução das emissões de GEE e demais poluentes provenientes das fontes móveis, são significativos, sendo consideráveis os efeitos na área da saúde e na qualidade de vida das pessoas.

Portanto, existe interesse das esferas federal, estadual e municipal pela descarbonização dos sistemas de transporte. As **cidades brasileiras, especialmente as metrópoles e cidades médias**, enfrentam um desafio particular nesse aspecto. A eletrificação da frota não pode apenas ser baseada nos veículos motorizados individuais. Isso porque elas já lidam com congestionamentos urbanos, e o resultado da eletrificação individual seria manter ou ampliar tais congestionamentos. Se, de um lado, não haveria emissões de GEE, do outro não melhoraria as condições de mobilidade das cidades brasileiras.

Desde que a energia utilizada para os componentes dos veículos elétricos (especialmente a bateria) e para recarga da operação seja proveniente de fontes renováveis, os sistemas sejam sustentáveis de forma financeira e operacional, entre outros aspectos, a transição para a eletromobilidade é uma opção para o desenvolvimento urbano sustentável que está de acordo com os objetivos e diretrizes da **Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU - Lei nº 12.587/2012) no Brasil**.

Instituições públicas e privadas no Brasil têm se engajado cada vez mais em processos de preparação de uma transição para a eletromobilidade no transporte público nas cidades.

Este Caderno Técnico de Referência (CTR) para a Eletromobilidade nas Cidades Brasileiras – Volume II tem como objetivo **orientar as cidades brasileiras na estruturação financeira de projetos para a adoção de frotas elétricas em seus sistemas de transporte público**.

O CTR foi estruturado a partir de etapas de implementação para diagnóstico, formulação de parâmetros, avaliação e seleção de alternativas de financiamento e a implementação e monitoramento de indicadores financeiros durante a etapa de operação para alcançar com sucesso a transição.

FINALIDADE DO CADERNO

O CTR Volume II visa orientar **municípios, instituições federais e autoridades de transporte** sobre as melhores práticas de financiamento e modelos de negócios para facilitar a **adoção de frotas elétricas** por meio de diretrizes que buscam aprimorar o conhecimento sobre processos de aquisição de frotas e de operação do **ponto de vista de concessões e parâmetros de financiamento**.

Os objetivos a serem abordados neste Caderno são:

- **Auxiliar no aperfeiçoamento de gestores e técnicos do setor de mobilidade urbana** e transportes das esferas pública, privada e da sociedade civil, especialmente no que se refere ao financiamento da eletromobilidade;

- **Apresentar estruturas de financiamento** para a efetiva introdução de ônibus elétricos em cidades brasileiras, considerando, para isso, suas especificidades em relação ao contexto geral de outros municípios;
- **Orientar cidades e outros atores interessados** na transição para a eletromobilidade na identificação dos inputs financeiros e operacionais para uma seleção adequada de modelos de financiamento e de negócios;
- **Fornecer orientação completa na estruturação do projeto** por meio de recomendações técnicas financeiras, operacionais e regulatórias para desenvolver o modelo de financiamento e de negócio mais adequado ao contexto local.

PÚBLICO-ALVO

O **Caderno Técnico de Referência para a Eletromobilidade nas Cidades Brasileiras – Volume II** é dirigido a todos os **órgãos públicos de todas as esferas**, técnicos das instituições públicas, fabricantes, empresas de energia, operadores de transporte público, instituições financeiras nacionais e internacionais, associações que promovem **veículos elétricos e todos aqueles interessados na mobilidade sustentável**. No âmbito dos órgãos públicos, o CTR Volume II é especialmente voltado para prefeituras e autoridades do setor de transporte de municípios de pequeno, médio e grande porte.

ESTRUTURA DO CADERNO

O Caderno Técnico de Referência para a Eletromobilidade nas Cidades Brasileiras – Volume II está dividido em duas partes: **PARTE A - GUIA PARA A ESTRUTURAÇÃO INICIAL DE PROJETOS DE ELETROMOBILIDADE** e **PARTE B - GUIA PARA FINANCIAMENTO NA FASE DE OPERAÇÃO DA FROTA ELÉTRICA**.

A **Parte A** tem como objetivo apresentar as possibilidades de mecanismos de financiamento para a introdução de frotas elétricas e da infraestrutura de apoio ao seu funcionamento

no contexto nacional, além de abordar aspectos relativos à capacidade fiscal e financeira pública dos municípios brasileiros. A seguir, são apresentadas alternativas e estratégias viáveis para o financiamento de ônibus elétricos dentro do contexto evidenciado.

A fim de guiar as cidades nesse processo, a **Parte A** foi estruturada a partir de cinco etapas principais, sendo elas:

- **Etapla 1: Planejamento inicial:** Este capítulo descreve em linhas gerais os primeiros passos que os municípios podem dar antes de iniciar a estruturação do projeto. Ele contém um *check list* ou devida diligência das questões a serem analisadas pelas equipes técnicas e/ou gestores das prefeituras e instituições relacionadas. Após a identificação dos elementos mais importantes para a elaboração do projeto, é possível prosseguir para o diagnóstico.

O próximo capítulo apresenta a segunda etapa dentro do processo principal, incluindo instruções relativas à coleta de informações-chave para posterior realização de um diagnóstico da situação em questão e à verificação da viabilidade de mobilização de investimentos para o projeto de eletromobilidade.

- **Etapla 2: Diagnóstico:** Este capítulo apresenta uma metodologia para desenvolver um diagnóstico que caracterize de forma mais detalhada os elementos da atual concessão do serviço de transporte público, bem como as condições financeiras e fiscais mais relevantes do município. A identificação e especificação desses elementos são fundamentais para a estruturação de um projeto de eletromobilidade viável. Entre os principais aspectos a serem abordados e desenvolvidos no diagnóstico destacam-se o levantamento do atual marco regulatório do transporte público, as partes interessadas no desenvolvimento de novos potenciais modelos de negócio, a capacidade do município de mobilizar investimentos, entre outros.
- **Etapla 3: Formulação dos parâmetros do projeto:** Neste capítulo são apresentados os potenciais critérios a serem

considerados pelas cidades para o desenvolvimento de um projeto de eletromobilidade no contexto do transporte público por ônibus, entre os quais estão critérios operacionais, financeiros, regulatórios e socioambientais e de governança. Além disso, são tratadas também neste capítulo eventuais mudanças e adequações necessárias ao financiamento e à implementação desses projetos pelos municípios.

- **Etapa 4: Avaliação e seleção do financiamento:** Este capítulo é composto por informações e orientações técnicas relativas às fontes de financiamento disponíveis e suas especificidades, de forma a facilitar a seleção de tipos de financiamento mais adequados à realidade e contexto dos municípios.

A **Parte B**, por sua vez, compreende as etapas finais de um arranjo-base para a estruturação de projetos de eletromobilidade no contexto municipal, mais especificamente no tocante à fase de implementação.

- **Etapa 5: Implementação e monitoramento:** Este capítulo fornece subsídios técnicos para a avaliação e o monitoramento de indicadores financeiros compreendidos por projetos de eletromobilidade no transporte público coletivo, mais especificamente durante a fase de operação dos ônibus elétricos. Com base em informações levantadas a partir de experiências de implementação desse tipo de projeto em países da América Latina e em algumas cidades brasileiras, são apresentadas aqui não apenas lições aprendidas já documentadas, mas também o que já são consideradas boas práticas nesse contexto, incluindo medidas relativas ao acompanhamento de operadores, fabricantes e empresas investidoras ao longo do processo de transição para a eletromobilidade no transporte público.

A Tabela 1 a seguir apresenta a estrutura do Caderno, indicando o conteúdo principal das etapas do processo para a estruturação financeira de projetos de eletromobilidade.

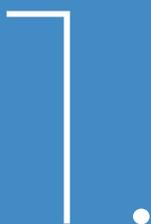
Tabela 1 – Estrutura do Caderno de Eletromobilidade nas Cidades Brasileiras – Volume II

Apresentação			
Finalidade do Caderno	Público-Alvo	Estrutura do Caderno	
PARTE A: GUIA PARA A ESTRUTURAÇÃO INICIAL DE PROJETOS DE ELETROMOBILIDADE			
Introdução			
Vantagens e barreiras para a transição			
Etapa 1: Planejamento inicial			
Passos iniciais para a estruturação	Faseamento e prazos do projeto		
Etapa 2: Diagnóstico			
Concessão de transporte público	Capacidade de mobilização de investimentos	Partes interessadas	Objetivos e metas das partes interessadas
Etapa 3: Formulação dos parâmetros do projeto			
Parâmetros operacionais	Parâmetros financeiros	Parâmetros regulatórios	Parâmetros socioambientais e de governança
Etapa 4: Avaliação e seleção do financiamento			
Fontes de financiamento	Seleção da melhor opção de financiamento		
PARTE B: GUIA PARA FINANCIAMENTO NA FASE DE OPERAÇÃO DA FROTA ELÉTRICA			
Etapa 5: Implementação e monitoramento			
Monitoramento de indicadores financeiros e avaliação do projeto	Mecanismos de concessão de subsídio	Financiamento para operação do sistema de transporte coletivo	Implementação de política de subsídios no orçamento municipal

Fonte: Elaboração própria.

PARTE A

**GUIA PARA A
ESTRUTURAÇÃO
INICIAL DE
PROJETOS DE
ELETROMOBILIDADE**



INTRODUÇÃO

As cidades brasileiras estão cada vez mais apontando a uma transição para uma mobilidade de baixo carbono, alocando porções maiores dos orçamentos a projetos de mobilidade urbana sustentável [1]. Resolver o problema das **emissões do setor de transportes requer uma visão holística** que priorize os benefícios sociais e ambientais para a sociedade, bem como a **sustentabilidade financeira** em longo prazo.

Os investimentos iniciais em ônibus elétricos em cidades onde ainda não há um entendimento sobre a tecnologia e a infraestrutura física, técnica e de recursos humanos para apoiá-las procuram ser graduais, incluindo uma pequena frota. As **condições financeiras** e as **concessões de transporte atuais**, que permitam a transição para a eletromobilidade no transporte público no Brasil, podem melhorar por meio de uma **revisão aprofundada** das melhores práticas na fase de estruturação de projetos. Esse é um dos principais objetivos deste CTR.

A transição para o transporte público elétrico é uma grande oportunidade e mote para as cidades melhorarem a infraestrutura e modernizarem a prestação de serviços de transportes coletivos – não apenas porque ônibus elétricos são mais silenciosos e não emissores de GEE, mas, **também, sob o ponto de vista da modernização da gestão e das concessões**. Apesar dos altos investimentos iniciais, **essa transição é possível por meio da estruturação das condições financeiras, das garantias contratuais, da revisão dos contratos de concessão vigentes, bem como do arcabouço legislativo e regulatório**.

Para atingir com sucesso a transição para as frotas elétricas, algumas barreiras precisam ser superadas, especialmente as **institucionais e financeiras**. Em **âmbito estadual e municipal**, uma parcela de novos modelos de contrato de concessão também procura incluir **metas e incentivos para a eletromobilidade**.

A eletromobilidade é uma oportunidade de contribuir para a melhoria da satisfação dos passageiros em um momento em que o sistema de transporte público por ônibus enfrenta uma queda na demanda, que nas últimas décadas se acentuou com a pandemia da Covid-19. Assim, é importante que a transição para a eletromobilidade seja incorporada a uma estratégia mais ampla de melhoria da mobilidade urbana.

A transição necessária para o transporte público limpo nas cidades brasileiras está progredindo em meio a oportunidades e desafios. Existe um contexto favorável à mudança, como os altos preços do *diesel* e a perspectiva de aumento da competitividade no mercado de ônibus elétricos movidos a bateria. O resultado dessa tendência significa que a diferença dos custos entre as duas tecnologias **torna-se cada vez menor**. A seguir, as vantagens e barreiras principais para a transição, **partindo-se do aspecto financeiro, serão desenvolvidas**.

1.1 VANTAGENS E BARREIRAS PARA A TRANSIÇÃO

A diferença entre o custo do investimento inicial ou Capex entre os ônibus diesel e os ônibus elétricos é **cada vez menor devido aos avanços tecnológicos**. A infraestrutura de recarga e a bateria são elementos novos que a operação de ônibus elétricos exige, porém os menores custos de operação e manutenção equilibram a balança entre as duas tecnologias no longo prazo. O custo inicial de investimento pode variar de acordo **com diversos elementos**, entre os quais se destacam os descritos na Figura 11:

Figura 1-1 – Elementos-chave que impactam o Capex na aquisição de ônibus elétricos



Fonte: Elaboração própria.

Como tem sido observado na literatura e em experiências internacionais de implantação de frotas de ônibus elétricos para a **prestação de serviços de transporte de passageiros**, a transição para a frota elétrica exige recursos elevados [2, 3, 4]. Entretanto, o elevado investimento inicial tende a ser **compensado no tempo**, principalmente se for levado em conta, além dos menores custos operacionais, que as **reduções das emissões de GEE, material particulado**, outros gases poluentes e ruídos acabam por refletir em **menor ocorrência de doenças**, principalmente **as cardiovasculares e respiratórias** – que impactam a qualidade de vida e a diminuição de despesas no orçamento municipal da saúde pública [5, 6, 7]. Daí a importância da caracterização de todos os aspectos envolvidos no investimento inicial e operacional.

De acordo com estudos do ICCT & C40 [8]¹ e da Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica – PNME [9]², foram identificadas as barreiras mostradas na Figura 12, que são específicas para o financiamento desse tipo de frota:

Figura 1-2 – Barreiras para o financiamento de frotas elétricas



Falta de articulação comercial e estatal

Destaca-se a importância do alcance de uma articulação comercial e estatal que favoreça o financiamento da frota elétrica e da infraestrutura de recarga, principalmente com condições preferenciais e alocação eficiente dos riscos e responsabilidades.

Regulação



O Brasil está no caminho certo em termos de alinhar o marco regulatório em nível federal e municipal com a Política Nacional de Mobilidade Urbana e a Agenda da Rota 2030. As concessões de transporte começam a ter uma postura mais alinhada com as necessidades da eletromobilidade (e.g., São José dos Campos, Salvador ou São Paulo). Esses enfoques são descritos no capítulo 3.1 Concessão de transporte público.

1 ICCT; C40 CITIES. **Accelerating a market transition in Latin America: new business models for electric bus deployment**, 2020

2 PLATAFORMA NACIONAL DE MOBILIDADE ELÉTRICA. **1º Anuário Brasileiro da Mobilidade**. 2021.



Fundos para o pagamento durante operação

A maioria das cidades depende de subsídios para superar os custos adicionais de aquisição de ônibus elétricos, que podem vir de fontes locais, nacionais ou internacionais e podem ser em dinheiro, em bens (por exemplo, terrenos) ou reduções de impostos. Como aspecto diferenciador, de acordo com as características de algumas cidades brasileiras, contribuições na forma de terrenos e medidas fiscais preferenciais poderiam ser úteis e reduziriam a necessidade de elevados recursos de caixa.

Envolvimento das empresas de energia



As empresas de energia poderiam fornecer serviços de energia aos operadores para a recarga dos ônibus, entretanto, as regulamentações atuais ainda não permitem que as empresas de distribuição incluam os carregadores em seus balanços. Para a transição à eletromobilidade, não é útil para as instituições governamentais o desenvolvimento de incentivos fiscais para a aquisição de veículos se as empresas de energia não forem capazes de realizar os trabalhos necessários para a implantação da rede.



Incentivos à transmissão da eletricidade

Os pontos fundamentais para impulsionar os investimentos no sistema de transmissão de eletricidade são a isenção de impostos de importação, a redução de impostos operacionais, a definição de incentivos às empresas para percentuais mínimos da frota elétrica e garantias de pagamento e renda mínima. Essas medidas devem ser articuladas pelo governo federal e devem incluir o consenso entre os agentes do mercado de energia e transmissão.



Fundos para o pagamento durante operação

A maioria das cidades depende de subsídios para superar os custos adicionais de aquisição de ônibus elétricos, que podem vir de fontes locais, nacionais ou internacionais e podem ser em dinheiro, em bens (por exemplo, terrenos) ou reduções de impostos. Como aspecto diferenciador, de acordo com as características de algumas cidades brasileiras, contribuições na forma de terrenos e medidas fiscais preferenciais poderiam ser úteis e reduziriam a necessidade de elevados recursos de caixa.

Envolvimento das empresas de energia



As empresas de energia poderiam fornecer serviços de energia aos operadores para a recarga dos ônibus, entretanto, as regulamentações atuais ainda não permitem que as empresas de distribuição incluam os carregadores em seus balanços. Para a transição à eletromobilidade, não é útil para as instituições governamentais o desenvolvimento de incentivos fiscais para a aquisição de veículos se as empresas de energia não forem capazes de realizar os trabalhos necessários para a implantação da rede.



Incentivos à transmissão da eletricidade

Os pontos fundamentais para impulsionar os investimentos no sistema de transmissão de eletricidade são a isenção de impostos de importação, a redução de impostos operacionais, a definição de incentivos às empresas para percentuais mínimos da frota elétrica e garantias de pagamento e renda mínima. Essas medidas devem ser articuladas pelo governo federal e devem incluir o consenso entre os agentes do mercado de energia e transmissão.

Disponibilidade da frota



Garantir a permanência da frota no sistema de transporte público até o pagamento total da dívida, o que pode ser alcançado por meio da concessão de licenças diferenciadas entre o fornecedor e o operador da frota. Essas considerações protegem contratualmente a implementação de novos modelos de negócios e garantem a continuidade da prestação de serviços públicos.



Articulação de atores

A articulação de atores tem gerado oportunidades e barreiras nos níveis federal e municipal. Oportunidades como, por exemplo, em São Paulo onde houve uma articulação entre os entes federativos, em suas esferas federais, estaduais e municipais, em torno de uma legislação que contempla medidas que favorecem a implementação da mobilidade elétrica nos transportes coletivos por ônibus. Os prestadores de serviços de transporte atualmente adquirem as frotas e têm contato direto com os passageiros, entretanto, a mudança da frota para ônibus elétricos é condicionada pelas políticas de mudança de frota em vigor no município ou pela lei federal, indicando barreiras à transição.

Fonte: Elaboração própria com base em ICCT & C40 [8]³ e da Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica – PNME [9]⁴.

A fim de superar as barreiras mencionadas, é importante a interação de vários atores, desde a **Etapa 1: Planejamento inicial** descrita no CTR. O envolvimento antecipado de atores, como fornecedores de ônibus elétricos, companhias de energia, investidores, operadores de transporte público e os governos em nível federal, estadual e municipal, **permite a identificação de diversos instrumentos de financiamento**

3 ICCT; C40 CITIES. **Accelerating a market transition in Latin America:** new business models for electric bus deployment, 2020.

4 PLATAFORMA NACIONAL DE MOBILIDADE ELÉTRICA. 1º Anuário Brasileiro da Mobilidade. 2021.

para alcançar sinergias, economia de escala e realocação de riscos entre os potenciais atores do sistema. Dessa forma, é importante buscar mecanismos de financiamento inovadores e coordenados entre instituições nacionais de desenvolvimento e instituições de financiamento multilaterais e internacionais. Esse trabalho articulado facilita uma distribuição favorável dos riscos e amplia o acesso a fundos com melhores condições de taxas, prazos, períodos de carência, entre outros.

Considerando que existe uma ampla **variedade de possíveis atores** em torno da eletromobilidade (ver Figura 1-3), é necessário assegurar o alinhamento entre os diferentes níveis governamentais, bem como entre os vários níveis institucionais, públicos e privados, para que as barreiras de governança possam ser superadas. A **academia e instituições de pesquisa** e desenvolvimento têm desenvolvido estudos que contribuem para um melhor entendimento da tecnologia elétrica e sua operação em ônibus.

Figura 1-3 – Setores que precisam de coordenação e fortalecimento institucional para a adoção da eletromobilidade



Fonte: Elaboração própria com base em WRI BRASIL [10] e em ICCT [11].

O envolvimento desses atores é um passo inserido no (1) **Planejamento inicial** do projeto de eletromobilidade, que corresponde à primeira etapa proposta neste CTR. Isso garante que nas etapas seguintes eles terão um impacto positivo na implementação do projeto. As quatro etapas restantes a serem seguidas pelo município interessado em implementar frotas de ônibus elétricos são: (2) **Diagnóstico**; (3) **Formulação de parâmetros**; (4) **Avaliação e seleção do financiamento**; e a (5) **Implementação e monitoramento em operação**. A Figura 1-4 ilustra o esquema do processo.

Figura 1-4 – Processo de implementação de frotas elétricas



Fonte: Elaboração própria.

A seguir, são apresentados os elementos e passos necessários, **em cada uma das etapas, de modo que possam ser utilizados por gestores e técnicos** para orientar a pesquisa e definição de financiamento no processo de implementação de um projeto de eletromobilidade, desde sua concepção até a implementação e monitoramento.

2.

ETAPA 1: PLANEJAMENTO INICIAL

Como toda tecnologia nova em implantação, o conhecimento prévio sobre veículos elétricos nas cidades brasileiras precisa ser desenvolvido. Os municípios, operadores e empresas de eletricidade são os primeiros a se envolver no processo de planejamento e de implementação.

O financiamento de projetos de eletromobilidade no transporte público nas cidades requer um planejamento coordenado dos programas das instituições e autoridades municipais, estaduais e federais. Os programas definidos pelas municipalidades podem facilitar o acesso aos financiamentos de bancos comerciais, internacionais ou multilaterais, devido ao respaldo desde o poder público. A primeira etapa definida neste CTR, considerando a estrutura geral proposta, é a de **planejamento do projeto como um todo**, desde seu início até sua implementação e monitoramento. O planejamento desde o nível estratégico (objetivos, atores envolvidos, e exploração inicial de fontes de financiamento) vai definir a viabilidade das opções disponíveis de financiamento para o projeto.

2.1 PASSOS INICIAIS PARA A ESTRUTURAÇÃO

O primeiro passo para iniciar a identificação do financiamento para um projeto de eletromobilidade é a construção de uma visão estratégica para desenvolver o projeto e a compreensão da situação atual do município. Para construir essa visão, é preciso revisar os documentos apresentados na Figura 2-1, a fim de analisar sua relação com o processo de implementação da eletromobilidade por meio da adoção de ônibus elétricos.

Figura 2-1 – Documentos a revisar para a estruturação financeira do projeto de eletromobilidade



Fonte: Elaboração própria.

Com base na revisão desses documentos, o próximo passo seria **avaliar o alinhamento entre as visões da prefeitura**, da autoridade de transporte e dos operadores do setor – *stakeholders* que atuam na cidade com o objetivo de garantir uma viabilidade inicial do projeto. Um plano **de governo municipal e leis municipais que promovem a redução de GEE e poluentes locais no município por meio da adoção de novas tecnologias** têm o potencial de acelerar a implementação do projeto e atrair um portfólio amplo de financiadores interessados. Dessa forma, a condição atual do orçamento do município, bem como desses documentos e especialmente das concessões de transporte público, tem que ser avaliada.

O escopo do projeto é estruturado a partir do nível estratégico, definindo pelo menos os elementos listados na Figura 2-2 a seguir:

Figura 2-2 – Definição do projeto em nível estratégico



Definição do projeto em nível estratégico

- Tamanho da frota a ser substituída ou frota nova
- Período de tempo para implementação do projeto
- Duas (2) fontes para mobilização de recursos financeiros

Fonte: Elaboração própria.

O tamanho da frota é um input inicial chave, uma vez que indicará se o projeto possui características de um projeto de menor escala, tal como um piloto, ou de um projeto de médio ou grande porte, no outro extremo. O período de tempo para a implementação subsidiará a priorização de determinados modelos de negócio em detrimento de outros, o que será apresentado e discutido em detalhe na Etapa 3 deste Caderno. Por fim, a definição em nível estratégico envolve a identificação de pelo menos duas fontes de recursos para o financiamento do projeto, tendo como requisito-base a verificação da capacidade de pagamento da cidade e/ou do implementador do projeto.

Uma vez que o implementador tenha a visão do projeto definida, deve-se identificar o faseamento do projeto. No capítulo a seguir, são indicados os principais elementos desta etapa.

2.2 FASEAMENTO E PRAZOS DO PROJETO

Após a identificação da visão estratégica, é possível identificar e estimar determinados prazos com maior precisão e, assim, dar forma ao projeto. O tempo de implementação de um projeto de eletromobilidade depende de fatores diversos, sendo muitos deles advindos dos aspectos relativos à experiência e ao contexto da cidade onde o projeto é realizado.

Além disso, deve-se levar em consideração a relevância de fatores externos à esfera técnica do projeto, tais como o papel das autoridades locais e de que forma o projeto pode ser afetado por suas ações, bem como a dimensão ou estrutura organizacional dos serviços relacionados ao projeto e até mesmo o ritmo de progressão de implementação previsto para alinhamento com os operadores, e assim por diante.

No âmbito financeiro, é fundamental considerar que o tempo necessário para uma estruturação financeira efetiva é variável, a depender, por exemplo, do conhecimento factual por parte do corpo técnico de gestores em questões muito específicas, características de processos complexos como o de estruturar um modelo de negócios para um projeto de eletromobidade. Nesse sentido e a fim de adotar um modelo de negócios adequado e eficiente dos pontos de vista técnico e operacional, é imprescindível que a estruturação do modelo seja feita tendo como eixo a sustentabilidade financeira do sistema, incluindo não só a disponibilidade de recursos para a implementação inicial do projeto, mas também as etapas seguintes, de forma a garantir sua continuidade.

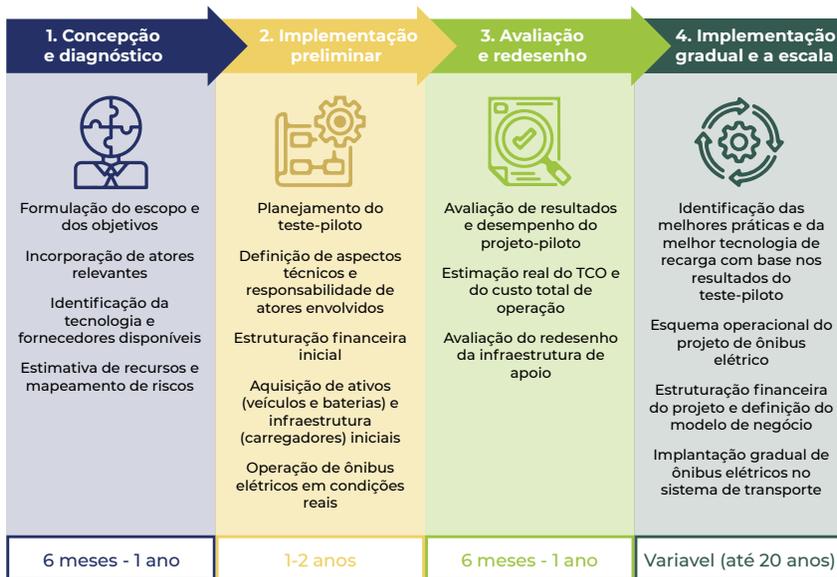
Assim, esta seção busca identificar a sucessão de ações realizadas por algumas cidades ao longo de seus processos de implementação. O objetivo aqui é de apresentar de forma mais detalhada as diferentes etapas incluídas que compõem o processo como um todo, atribuindo estimativas de intervalos de tempo às diferentes etapas do processo, além de apresentar de forma conceitual projeções relativas à necessidade de recursos para cada uma dessas fases.

Os processos de implantação de uma frota elétrica dependem de uma variedade de fatores que podem acelerar ou atrasar a implantação. O efetivo prazo de implantação do projeto tem um impacto direto em sua estruturação financeira, daí a importância de identificar desde o início do projeto os prazos estimados e possíveis riscos associados à transição – e as possíveis abordagens que podem ser adotadas a fim de minimizar os riscos e eventuais impactos negativos.

Quando não há apoio político, os projetos tendem a levar um período maior para definir os objetivos iniciais, estabelecer o modelo de negócio a ser adotado, avaliar os passos a serem dados, implementar as primeiras medidas e implantar as primeiras unidades para verificar sua adequação às rotas a serem operadas. Transcorrido o prazo inicial, a implementação propriamente dita poderá ser desenvolvida, cujos tempos finais de implementação podem ser afetados pela disponibilidade financeira do governo ou pelo tempo necessário para implementar as modificações exigidas pelo modelo de negócio selecionado.

Em termos gerais, quatro (4) fases distintas podem ser destacadas no processo de implementação de frotas elétricas (que têm correspondência com as etapas indicadas para este CTR na Figura 1-4). Cada uma das fases e seus objetivos e prazos estimados são descritos a seguir na Figura 2-3.

Figura 2-3 – Fases da implementação de projetos de ônibus elétricos



Fonte: Elaboração própria.

2.2.1 Concepção e diagnóstico

A etapa de concepção e diagnóstico inclui todas as atividades de preparação do projeto, incluindo as tarefas iniciais que procuram formular o escopo e os objetivos. A concepção do projeto também inclui a articulação entre os diferentes atores e/ou potenciais interessados, a definição da estratégia a ser implementada e a preparação da documentação necessária para a implementação, que incorpora todos os aspectos (técnicos, legais, financeiros, etc.) que permitirão a realização do projeto. Em muitos casos, a iniciativa de projetos como este parte do próprio corpo técnico e/ou autoridades atuantes no planejamento do setor de transportes da cidade ou do estado em que será desenvolvido, mas em outros pode ser fruto de objetivos mais ambiciosos definidos pela autoridade política, procurando reduzir, por exemplo, as emissões de GEE, com ações transversais e específicas para cada área de gestão no organograma municipal. É importante que os objetivos propostos sejam formulados na fase de concepção e que eles possam ser colocados em uma escala de tempo para gerar previsibilidade para todos os atores envolvidos.

Durante a fase de concepção, o envolvimento e o engajamento dos diversos atores que participarão de alguma forma no curso do projeto é não só altamente relevantes para a execução do projeto, mas também determinantes para a solidificação dos modelos e arranjos adotados e, conseqüentemente, para a sustentabilidade do sistema.

Um projeto sustentável é alcançado quando o alinhamento e o comprometimento da maioria dos atores envolvidos na busca dos objetivos são atingidos. Durante essa etapa, os objetivos e o plano de implementação serão revistos iterativamente, e as modificações necessárias (adaptações) serão feitas no projeto para que ele possa ser alinhado o máximo possível às necessidades das diferentes partes envolvidas. Para esse fim, é importante estabelecer uma comunicação sólida com a indústria, sindicatos, operadores, entre outros, para promover um alinhamento efetivo.

Uma vez alinhadas as expectativas e realizado o trabalho exploratório sobre outras experiências de implementação, a disponibilidade de fornecedores e aspectos como os regulamentos e normas nacionais existentes, a estratégia é definida, incluindo elementos como a localização de marcos e objetivos em uma linha de tempo, o mapeamento dos riscos de implementação, o tipo de normas a serem elaboradas, a necessidade de recursos (humanos, financeiros, dados, infraestrutura, etc.) e os elementos necessários para realizar o projeto como os regulamentos que o tornam viável.

A fase de concepção dura normalmente entre seis meses e um ano, dependendo da disponibilidade de recursos técnicos disponíveis para o órgão responsável. Os aspectos-chave a considerar na fase de concepção e diagnóstico são apresentados na Figura 2-4.

Figura 2-4 – Fase de concepção e diagnóstico de Projetos de ônibus elétricos



Fonte: Elaboração própria.

2.2.2 Implementação preliminar

Na América Latina, diversas cidades já demonstram avanço significativo na transição para a eletromobilidade. Por tratar-se de uma tecnologia em processo de consolidação no que se refere à disponibilidade de dados documentados, cidades como Santiago, São Paulo, Bogotá, Guayaquil e Cali têm se baseado em experiências adquiridas por meio de “testes-piloto” para o desenvolvimento efetivo de seus projetos em maior escala. O principal objetivo desse formato de implementação preliminar é de avaliar a viabilidade e nível de adequação dos instrumentos **projetados** para a implantação em larga escala. Além disso, a adoção de “pilotos” possibilita uma análise mais realista por parte das cidades implementadoras, uma vez que utiliza-se dos parâmetros resultantes de uma operação no local em vez de levar em consideração os parâmetros teóricos fornecidos pelos fabricantes.

Dessa forma, as autoridades podem operar um pequeno número de ônibus em condições reais de operação (a partir de aspectos referentes ao contexto local, tais como condições climáticas e variações de temperatura, carga média de passageiros, distâncias a serem percorridas diariamente em linhas e/ou potencialmente eletrificáveis, hábitos de condução dos motoristas em resposta às condições locais de congestionamento, entre outros), o que pode influenciar os resultados de produtividade esperados, permitindo uma estimativa um pouco mais precisa do número de ônibus necessários para implementar o projeto, sem reduzir o nível de serviço aos usuários.

Os testes-piloto têm, ainda, se mostrado bastante efetivos como ferramenta de conhecimento das diferentes tecnologias oferecidas pelos fabricantes ante a realidade local, possibilitando não apenas uma avaliação prévia de seu desempenho, mas também a inclusão das partes interessadas já em fase de planejamento (como o fornecedor dos ativos e a empresa distribuidora de energia). Assim, é de grande valia avaliar o nível de envolvimento que essas partes interessadas eventualmente terão à medida que o projeto avança.

Sugestões de potenciais papéis e responsabilidades de algumas partes interessadas no teste-piloto são apresentadas na Figura 2-5:

Figura 2-5 – Papel de responsabilidade do teste-piloto

Áreas do governo, geralmente federais

Concessão de licenças excepcionais e temporárias para a operação de ônibus que podem não atender aos requisitos atuais para operação regular (em termos de pesos de operação, por exemplo). Essas franquias também podem ser requeridas caso seja necessária a importação de veículos estrangeiros.

Operadores de transporte

Disponibilizar suas instalações e rotas para avaliar o desempenho e a produtividade dos ônibus em condições reais de operação. Isso também envolveria o treinamento de motoristas e provavelmente do pessoal de manutenção para realizar tarefas específicas durante o período do teste-piloto.

Fornecedores de ônibus

Concessão de licenças excepcionais e temporárias para a operação de ônibus que podem não atender aos requisitos atuais para operação regular (em termos de pesos de operação, por exemplo). Essas franquias também podem ser requeridas caso seja necessária a importação de veículos estrangeiros.

Empresas de distribuição de eletricidade

Concessão de licenças excepcionais e temporárias para a operação de ônibus que podem não atender aos requisitos atuais para operação regular (em termos de pesos de operação, por exemplo). Essas franquias também podem ser requeridas caso seja necessária a importação de veículos estrangeiros.

Fonte: Elaboração própria.

Os projetos-piloto podem ser implementados em um período menor, com o objetivo de poder avaliar o desempenho das operações em um período que abranja, por exemplo, diferentes condições de operação. Além disso, informações coletadas ao longo da implementação de pilotos podem indicar a necessidade de adaptações na infraestrutura disponível, com consequente aumento do prazo previsto para as etapas iniciais – aumento este que poderá ser incorporado ao planejamento geral do projeto.

Nesse sentido, é importante distinguir um teste-piloto de um processo de implantação gradual, uma vez que possuem formatos e objetivos diferentes. Em exemplos como os identificados acima, optou-se pela adoção de uma estratégia

de implantação progressiva, modelo no qual as unidades ou rotas são renovadas de forma bastante gradual. Assim, projetos implementados nesse formato não constituem testes-piloto, podendo ser considerados como parte efetiva dos processos de implantação principal.

2.2.3 Avaliação e redesenho

Conforme indicado em seções anteriores, a implementação de um projeto-piloto tem um grande potencial de o e a possibilidade de levantamento de uma série de informações, é conveniente levar a cabo uma avaliação detalhada dos diferentes aspectos que foram levados em consideração, a fim de redesenhar a estratégia proposta no início. Esse redesenho com base no desempenho operacional do projeto-piloto permite a identificação da melhor tecnologia (se mais de uma estiver sendo considerada) a ser implementada e quais são as rotas a serem priorizadas. Nessa fase, mais e melhores dados estariam disponíveis para permitir uma modelagem completa dos parâmetros operacionais, avaliando qual é a melhor alternativa em termos da parte do sistema a ser coberta.

Ter informações precisas sobre o desempenho dos veículos e as melhores opções permite obter dados exatos sobre o custo de provisão inicial, mas também estimar o custo total da operação durante toda a vida útil da frota, reforçando a possibilidade de fazer projeções sobre o esforço comprometido. Ao mesmo tempo, é avaliado o papel e a participação das partes interessadas no processo e, com base nisso, identificam-se claramente os acordos institucionais e a governança do processo.

Também importante é avaliar o redesenho da infraestrutura de apoio que havia sido estimada em uma etapa inicial, a fim de adaptá-la aos resultados do teste-piloto. Essa ocasião deve ser utilizada para modificar efetivamente a estratégia de acordo com as novas informações obtidas.

É importante que todo o processo e as métricas envolvidas no teste-piloto sejam documentados de forma padronizada

e que os dados – positivos e negativos – sejam publicados para que a informação seja socializada. Durante testes-piloto recentes em cidades da América Latina [12], alguns KPIs foram documentados para cada dia e jornada ao longo de um ano de operação. Esses KPIs medidos na fase de implementação preliminar junto com os elementos-chave da fase de avaliação preliminar e redesenho são apresentados na Figura 2-6.

Figura 2-6 – KPIs-chave na fase de implementação preliminar e elementos da avaliação detalhada de projetos de ônibus elétricos



Fonte: Elaboração própria.

A relevância da publicação dos resultados do teste-piloto, bem como os estudos técnicos dele derivados, permitirá justificar as razões das escolhas tecnológicas e operacionais, melhorando a transparência do processo e evitando desafios futuros.

Para a avaliação do projeto-piloto, pode ser considerado um período de aproximadamente seis meses a um ano,

dependendo da disponibilidade de recursos técnicos para analisar os resultados.

2.2.4 Implementação gradual e a escala

O plano final de implementação é construído com base nos resultados do teste-piloto, e os objetivos e metas são revistos de acordo com as lições aprendidas nesse caso, após ter sido submetido à revisão e análise conjunta com todas as partes interessadas. É importante observar que isso não significa que não haverá mudanças ou que a implantação ocorrerá de uma só vez para todo o sistema envolvido. A implantação envolve a implementação de uma estratégia consolidada que pode ser revista e atualizada, ajustada às necessidades e às mudanças tecnológicas.

A implantação é feita com base em uma estratégia de longo prazo, cujos custos são conhecidos, os objetivos são definidos ao longo de um horizonte de tempo prolongado e há um alinhamento ou compromisso (inclusive financeiro) das autoridades, operadores e outros atores para sua execução. A implantação pode ser progressiva por meio de linhas, rotas ou setores, ou pode ser rápida, procurando substituir a frota no menor tempo possível. Por sua vez, esse processo pode ser facilitado pela introdução de um novo modelo de negócio que favoreça a introdução dos novos veículos e práticas operacionais.

O aspecto mais relevante da implantação está relacionado com a sua governança. De acordo com o WRI (2019), é comum que projetos de ônibus elétricos encontrem limitações por falta de apoio institucional, seja por falta de planejamento ou de recursos. Nesse sentido, em muitas cidades não há leis ou planos para apoiar uma estratégia de implementação de ônibus elétricos ou, quando os planos existem, são ineficazes e não incluem metas claras ou incentivos financeiros. Em outros casos, pode haver falta de capacidade institucional, em termos de recursos ou autoridade jurisdicional, que permita uma adequada coordenação entre os

atores. Sobre esse aspecto, é importante que, como resultado das lições aprendidas com o teste-piloto, o projeto institucional seja bem estruturado para administrar o processo de transformação, que os papéis e responsabilidades sejam claros para liderar o processo e para fazer as correções necessárias à medida que os planos se desenvolvem. Por outro lado, é provável que surjam novos riscos durante o processo de implementação e é importante que essa liderança esteja preparada para gerenciá-los e adaptar-se à nova situação.

Essa governança procura ser transversal, pois inevitavelmente terá de lidar com aspectos que não são no momento gerenciados pelo sistema de transporte, tais como a disposição final das baterias, processo no qual terá de se envolver para alcançar os melhores resultados possíveis. Tal processo também pode gerar novas necessidades e interesses de outras partes interessadas, por exemplo os fabricantes locais podem procurar integrar seus produtos à estrutura de desenvolvimento industrial da fabricação de veículos.

O prazo de implementação pode variar muito de acordo com as características do sistema, o número de rotas e veículos a serem substituídos, bem como a porcentagem da frota a ser substituída. Pode-se supor, com base na experiência passada, que tal projeto pode levar de dois a dez anos⁵ para ser concluído.

O resumo da Etapa 1 é mostrado na Figura 2-7, apresentada a seguir.

⁵ Os prazos podem ser mais curtos se são considerados sistemas pequenos onde é feita uma compra para substituir todos os ônibus em operação, ou se apenas uma linha de um sistema mais abrangente deve ser eletrificada.

Figura 2-7 – Passos iniciais da estruturação, resumo da Etapa 1



Fonte: Elaboração própria.

O próximo capítulo apresenta a segunda etapa dentro do processo principal, incluindo instruções relativas à coleta de informações-chave para posterior realização de um diagnóstico da situação em questão e à verificação da viabilidade de mobilização de investimentos para o projeto de eletromobilidade.

3.

**ETAPA 2:
DIAGNÓSTICO**

A Etapa 2 do processo busca identificar e sistematizar as características das concessões de transporte público, bem como a **capacidade de mobilizar investimentos dentro do município**. Uma vez alcançada essa identificação, são definidos os atores que serão os responsáveis pelas mudanças necessárias descritas nas etapas seguintes.

Este capítulo apresenta uma metodologia para desenvolver um diagnóstico sobre as condições do município para estruturar um projeto de eletromobilidade. Inclui a análise do atual marco regulatório do transporte público e da capacidade do município de mobilizar investimentos e as partes interessadas no desenvolvimento de novos modelos de negócio.

O primeiro passo do diagnóstico é entender a natureza das atuais concessões de serviços de transporte público no município. O objetivo nessa etapa de diagnóstico é identificar as condições atuais das concessões que tornam possível uma transição efetiva para a eletromobilidade.

3.1 CONCESSÃO DE TRANSPORTE PÚBLICO

A transição de longo prazo e a escala para a eletromobilidade precisam de um gerenciamento das licitações que permitam às empresas operadoras o fornecimento de serviços de transporte público. Na maioria das cidades, o serviço de transporte público é fornecido por meio de concessões a empresas privadas pelo poder concedente. Se os serviços forem transferidos para uma empresa, tal **transferência só pode ser executada com base em um processo de licitação pública que resulta em um contrato**. Esses contratos são regidos pela Lei Federal nº 8.987/1995, com aplicação subsidiária da Lei Federal nº 8.666/1993 [13]. Na maioria das cidades brasileiras, os operadores são, em sua maioria, empresas privadas, com diferentes graus de modernização [14].

As características das concessões de transporte público tradicionais até 2020 podem ser resumidas da seguinte forma: contratos de longa duração, **prestação de serviços em toda a área urbana ou em grandes áreas**, aquisição e operação de ônibus pela mesma empresa, fontes de renda e remuneração aos operadores limitadas pela demanda dos usuários (tarifa), rigidez na introdução de novas tecnologias, poucos ou inexistentes incentivos para reduzir emissões na operação e processos e para a provisão para treinamento de pessoal associada às novas tecnologias.

As novas concessões, que incluem características mais desejáveis para a inclusão de ônibus elétricos, tendem a ter as seguintes características: contratos de menor duração, prestação de serviços em áreas menores para permitir o direcionamento de melhorias no serviço, separação da aquisição e da operação de ônibus para reduzir riscos, fontes diversificadas de receita e remuneração aos operadores (demanda de usuários, quilômetros percorridos, estacionamento nas ruas, subsídios cruzados, entre outros), **flexibilidade em relação à introdução de novas tecnologias de baixa ou zero emissão**, incentivos claros para reduzir emissões na operação e processos e treinamento de pessoal, observando um componente de inclusão social, para que as mesmas pessoas que já trabalham nas oficinas e também novos profissionais possam atender às necessidades da operação elétrica.

Na Figura 3-1 são mostradas as características mais relevantes a serem identificadas no diagnóstico das concessões municipais.

Figura 3-1 – Características das concessões tradicionais e das novas concessões para a eletromobilidade



Fonte: Elaboração própria.

Em consonância com a importância de reconhecer essas características das concessões de transporte público tradicionais e as que envolvem novas tecnologias está a mobilização de investimentos que é mais ágil devido a contratos com riscos distribuídos.

3.2 CAPACIDADE DE MOBILIZAÇÃO DE INVESTIMENTOS

Busca-se incluir os novos modelos de negócios voltados à eletromobilidade nas licitações e contratos de concessão ou Parceria Público-Privadas dos municípios. Nesse sentido, é fundamental nessa etapa de diagnóstico a identificação de critérios ambientais nas especificações e avaliações dos

serviços, cronogramas e metas de redução de poluentes, bem como os mecanismos e condições financeiras para a implementação da transição à eletromobilidade.

Além das condições financeiras, o diagnóstico deve incluir as **condições de acesso às instituições de fomento e fundos de investimento e as condições de garantia viabilizadas pelas prefeituras** como poder concedente. Atenção especial merece ser dada às possibilidades e restrições das finanças públicas municipais e estaduais.

Esta seção, portanto, trata das condições e limites associados às restrições orçamentárias e financeiras dos municípios, considerando os diferentes modelos de negócios – aquisição, *leasing*, entre outros; e dos distintos mecanismos de contratação dos serviços – licitações e contratos de concessão ou estruturação de parcerias público-privadas. Esse diagnóstico da capacidade de mobilização de investimentos e do orçamento municipal irá permitir a definição de responsabilidades, seja dos poderes concedentes, seja das concessionárias.

3.2.1 Identificação de alternativas

Destacam-se diferentes tipos de licitações e contratos de concessão e alternativas de investimento. Observam-se, por exemplo, casos de aquisição direta dos veículos por parte do poder concedente, ficando para as **operadoras a responsabilidade de manutenção** do sistema e oferta dos serviços. Em outros casos, os operadores têm a responsabilidade de adquirir os veículos, visando ao atendimento dos requisitos e cronogramas de redução de poluentes, ficando a **municipalidade com a responsabilidade de garantir as receitas operacionais** necessárias à manutenção do sistema. A definição da melhor alternativa dependerá da amplitude do programa de transição e das condições técnicas e financeiras das municipalidades.

No primeiro caso, tanto a aquisição dos veículos como a infraestrutura necessária dependerão de recursos orçamentários e extraorçamentários (outorgas ou outros meios),

combinados com financiamento de instituições de fomento e convênios com outros níveis de governo. Para tanto, poderão ser observados os limites legais de endividamento, a capacidade de pagamento e as condições de garantia. Quanto aos riscos dos operadores na manutenção do sistema, associados à combinação entre a demanda atendida e os valores das tarifas, pode haver a necessidade de compartilhamento de tais riscos com o poder concedente, **por meio da complementação dos valores das tarifas com subsídios**, o que dependerá igualmente das condições orçamentárias e financeiras em curto, médio e longo prazo.

Nos contratos de concessão em que os operadores assumem a responsabilidade pela renovação da frota, algumas condições dos modelos de negócios devem ser consideradas. Os operadores podem viabilizar as aquisições dos ônibus ou combinar a aquisição dos chassis, com operações de *leasing* para as baterias. Em ambos os casos, são minimizadas no curto prazo as necessidades de endividamento municipal. No segundo caso (**aquisição + leasing**), são diluídos os custos iniciais e seus impactos sobre as condições operacionais.

De todo modo, se tais modelos reduzem, no curto prazo, as necessidades de financiamento e endividamento por parte da municipalidade, por outro lado, se impõe a necessidade de estruturação de condições de garantia aos operadores, visando assegurar as receitas operacionais necessárias à manutenção dos serviços, incluindo a amortização dos investimentos e o custeio das operações de *leasing*. Aqui pode-se considerar **ainda a distribuição de responsabilidades na construção de infraestrutura**. De modo geral, pode ser diluída da mesma forma a construção ou reforma de garagens e pontos de recarga, mantendo-se a responsabilidade pública sobre o sistema viário.

As Tabelas 2 e 3 a seguir sistematizam as responsabilidades/ atribuições dos agentes nos projetos de transição para a eletromobilidade, baseadas nos contratos de concessão.

Tabela 2 – Contrato de Concessão com aquisição de frota e infraestrutura assumidas pela gestão municipal

Responsável	Responsabilidades
Poder Público Local: Poder Concedente	<ul style="list-style-type: none"> • Estruturação do projeto de eletromobilidade; • Gestão do sistema; • Viabilização dos recursos necessários ao investimento (orçamentários e extraorçamentários); • Articulação com instituições de fomento ou outros níveis de governo, buscando linhas de financiamento compatíveis com os limites e condições municipais (limites de endividamento e demais condições estabelecidas na Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF)); • Definição dos valores das tarifas e condições de equilíbrio econômico e financeiro dos contratos; • Programação de recursos orçamentários, visando aos subsídios necessários, em curto, médio e longo prazo, assegurando as condições de operação.
Concessionário ou operador	<ul style="list-style-type: none"> • Operação do sistema com manutenção dos serviços, conforme regras e parâmetros ambientais, sociais e econômicos estabelecidos em edital e contrato.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3 – Contrato de Concessão com renovação da frota pelo concessionário

Responsável	Responsabilidades
Poder Público Local: Poder Concedente	<ul style="list-style-type: none"> • Estruturação do Projeto de eletromobilidade; • Gestão do sistema; • Definição dos valores das tarifas e condições de equilíbrio econômico e financeiro dos contratos; • Constituição de garantias/ Estruturação de Fundo Garantidor visando cobertura financeira aos concessionários; • Programação de recursos orçamentários, visando aos subsídios em curto, médio e longo prazo, assegurando os custos operacionais, incluindo amortização dos investimentos, bem como o custeio das operações de <i>leasing</i>.
Concessionário ou operador	<ul style="list-style-type: none"> • Viabilização dos recursos necessários à aquisição dos veículos e construção ou reforma de garagens e pontos de recarga em prazos compatíveis com os cronogramas de redução de poluentes assumidos em contrato; • Constituição de garantias ou parcerias com investidores, visando à obtenção dos financiamentos necessários; • Viabilização de operações de <i>leasing</i> para as baterias; • Operação do sistema com manutenção dos serviços, conforme regras e parâmetros ambientais, sociais e econômicos estabelecidos em edital e contrato.

Fonte: Elaboração própria.

Recomenda-se, nessa fase de caracterização, que o município compreenda os papéis da autoridade concedente (geralmente o gabinete do(a) prefeito(a) ou uma agência responsável pelo sistema de transporte) e do atual concessionário que está prestando o serviço. Com base nessa identificação, mais interessados podem ser incluídos no processo para garantir o sucesso deste em relação à aquisição de ônibus elétricos, seu financiamento, condições de carga nas garagens, seguro dos novos veículos e instalações, envolvimento da mão de obra atual do operador e outras necessidades para adoção da nova tecnologia a serem levados em conta em sua operação.

3.3 PARTES INTERESSADAS

Com base nas experiências de cidades latino-americanas, como Santiago [15], Bogotá [16] e Lima [17], entre os primeiros passos para a implementação de um projeto de ônibus elétricos está o envolvimento prévio de atores que possam estimular o desenvolvimento do projeto.

São apresentados, a seguir, os papéis de todas as partes interessadas em um projeto de eletromobilidade no Brasil. As partes interessadas podem atuar na obtenção de financiamento para a implementação do projeto. Além da autoridade pública concedente, dos operadores (ou concessionários) e da autoridade de transporte, há atores que podem ser decisivos no processo de obtenção de financiamento para a aquisição e operação de ônibus elétricos.

3.3.1 Governo Federal

O governo federal dispõe do poder e a responsabilidade de orientar de forma regulamentar os projetos em nível estadual e municipal. Leis sobre mudanças climáticas em nível federal são de muita importância para que as cidades estruturem projetos que visem contribuir para a realização das metas de emissões em nível nacional. O governo federal pode emitir títulos verdes para agilizar os investimentos em projetos de baixas ou zero emissões. O financiamento de projetos de eletromobilidade por meio de Green Bonds no Brasil pode ser impulsionado pelo Decreto Federal nº 10.387/2020, que visa incentivar projetos de infraestrutura com benefícios sociais e ambientais [10, 18].

DECRETO Nº 10.387, DE 5 DE JUNHO DE 2020

Altera o **Decreto nº 8.874, de 11 de outubro de 2016**, para dispor sobre incentivo ao financiamento de projetos de infraestrutura com benefícios ambientais e sociais entre os quais apoia os projetos de aquisição de ônibus elétricos, por célula de combustível, e híbridos a biocombustível ou biogás.

3.3.2 Municípios

As prefeituras estão encarregadas de administrar a alocação do orçamento e as estratégias para reduzir as emissões do setor de transporte na cidade. A prefeitura, com a aprovação da Câmara e dos órgãos de controle, poderá criar fundos de garantia para a alocação de recursos para investimentos em projetos que reduzam o impacto das mudanças climáticas. Também devem definir as principais características das concessões de serviços de transporte público, bem como o valor das tarifas do transporte.

A autoridade de transporte fornece diretrizes, concede e fiscaliza os serviços de transporte público. Essa entidade desempenha um papel fundamental na exigência de padrões e indicadores mínimos para a prestação do serviço e uma definição adequada das condições das concessões aos operadores.

Além do setor de transporte, é importante que entidades em nível municipal dos setores da indústria, energia, saúde e meio ambiente estejam envolvidas na implementação de projetos de transporte. É fundamental identificar todas as entidades mencionadas a fim de compreender a dinâmica de interação entre elas.

3.3.3 Instituições financeiras

Dados os custos de aquisição de ônibus elétricos e infraestrutura de recarga, devem ser estruturados estímulos efetivos às instituições financeiras, de forma a elevar a participação dos atores desse setor fundamental para essa transição e mitigar os efeitos das limitações fiscais dos municípios, bem como das condições de garantia dos operadores.

As instituições financeiras podem alavancar projetos que mitigam o impacto das mudanças climáticas nas cidades. Alguns bancos de desenvolvimento, como o BNDES, oferecem linhas de financiamento com melhores opções do que os bancos comerciais para aqueles que procuram financiamento para projetos verdes. Por exemplo, as linhas de financiamento oferecem empréstimos em condições favoráveis, taxas mais baixas, períodos de carência mais longos, entre

outros. Muitos bancos comerciais dependem dos recursos liberados pelo BNDES para fazer empréstimos de alto porte. Porém, as condições do Brasil como país produtor de automóveis e o crescente interesse das cidades por fazer a transição estão atraindo bancos comerciais a abrir novas linhas de financiamento e bancos internacionais estão olhando para o Brasil para oferecer financiamento [1, 5].

3.3.4 Fabricantes

A baixa presença de fabricantes nacionais de ônibus elétricos e baterias gera concorrência dos fabricantes internacionais com os nacionais, que podem contar com benefícios fiscais. Essa disparidade exerce uma considerável pressão no mercado e os preços ainda não são competitivos ante os custos dos ônibus a diesel. A influência dos fabricantes sobre os modelos de financiamento é alta devido ao fato de que eles podem participar do modelo de negócio como financiadores do ônibus e/ou da bateria, ou para oferecer um leasing da bateria ao operador ou para a prefeitura.

3.3.5 Empresas de energia e subsidiárias

As empresas desse setor têm sido players principais no campo da mobilidade elétrica no Brasil, considerando seu papel como fornecedores de energia elétrica, que é imprescindível para o fornecimento de veículos elétricos. Suas principais ações têm se concentrado em iniciativas de projetos de demonstração, visando à pesquisa e compreensão da tecnologia de veículos elétricos, suas aplicações e implicações. Acima de tudo, elas procuram identificar as possibilidades de ação das empresas em termos de fornecimento de eletricidade, infraestrutura de recarga e novos modelos de negócios associados aos veículos elétricos. [10]

Nesse setor, esses esforços para o desenvolvimento da mobilidade elétrica são particularmente justificados pelo investimento compulsório em pesquisa e desenvolvimento por meio do Programa de P&D da Aneel (Lei nº 9991/2000). Embora a maioria dos projetos não esteja exclusivamente ligada à eletromobilidade, eles tiveram um impacto enorme nas ações

derivadas do setor elétrico em favor dos veículos elétricos no Brasil, promovendo uma maior reflexão sobre o assunto. Entretanto, as empresas de distribuição ainda não estão aptas a investir em ativos de transporte para apoiar a implementação de ônibus elétricos (infraestrutura de recarga).

3.3.6 Operadores de transporte público

Os operadores de transporte público são atores cruciais porque a adoção de novos modelos de negócio dependerá da transição para serem remunerados por outros itens que não sejam o de passageiros transportados. Como parte do diagnóstico, será fundamental identificar as demandas atuais dos operadores, os problemas e dinâmicas financeiras em relação à remuneração do serviço e os custos e receitas pela venda e compra de ônibus a diesel.

3.3.7 Empresas seguradoras

As seguradoras estão cada vez mais confiantes em realizar seguros para uma tecnologia que ainda está se desenvolvendo. São atores-chave no diagnóstico da cidade e busca-se a integração delas na fase inicial do projeto pois, no processo de financiamento, as instituições financeiras terão como requisito para qualquer negócio a inclusão de seguro para ônibus, baterias e infraestrutura de apoio à operação.

3.3.8 Pesquisa & Desenvolvimento

É importante identificar a presença de universidades que tenham realizado pesquisa e desenvolvimento em eletromobilidade. Essas instituições fornecem evidências e documentos técnicos relevantes para a implementação de projetos dessa natureza e, frequentemente, estão vinculadas à realidade do município ou estado onde estão localizadas.

Os interesses de todos esses atores nem sempre concordam entre si. Os objetivos e metas das partes interessadas precisam estar alinhados para facilitar a transição. A seguir, é apresentada uma análise dos alinhamentos das metas mais importantes entre os atores envolvidos.

3.4 OBJETIVOS E METAS DAS PARTES INTERESSADAS

A implementação de um projeto de frota de ônibus elétricos traz consigo complexidades que podem ser abordadas desde o início. É uma boa prática para as autoridades envolvidas ter, inicialmente, uma visão geral do sistema de transporte público e da rede de energia elétrica, a fim de definir os desafios e as oportunidades, mas também identificar e mensurar os benefícios. [1]

Nesse contexto, é importante definir claramente o escopo do projeto para estabelecer metas de curto e longo prazo. A transição para a mobilidade elétrica não é apenas uma questão de melhoria da qualidade dos serviços de transporte coletivo prestados, mas uma iniciativa que visa atender a um protocolo ambiental de redução de gases de efeito estufa e reduzir a poluição ambiental no município, colaborando também para as condições de saúde e a qualidade de vida da população, ou seja, sua proposição ambiental, é uma excelente oportunidade para também modernizar o sistema de transporte público e, potencialmente, oferecer um melhor serviço ao usuário.

Por outro lado, o escopo do projeto pode variar de acordo com os interesses das autoridades de transporte, mas, também, devido ao estado atual do sistema, à posição das partes interessadas envolvidas e às possibilidades financeiras. É importante ter em mente que não existe uma receita única que justifique o desenvolvimento de um projeto dessa natureza, e considerar as características específicas de cada local permite a obtenção dos melhores resultados. A partir dessa perspectiva:

- Busca-se um projeto-piloto para ter melhores informações sobre os parâmetros necessários e as tecnologias a serem adotadas em uma implantação em maior escala.
- O objetivo é iniciar um processo de implantação de frotas elétricas que abranja todo o sistema urbano. Nesse caso, propõe-se um cenário de transição gradual em que os veículos são incorporados por linha, por rota, por operador ou de forma escalonada para todos os operadores da cidade.

- Modernizar o modelo comercial e operacional pode favorecer modelos de adoção de sistemas elétricos.

A **identificação de objetivos claros e definidos** é importante não apenas para estabelecer uma linha de base e a forma de monitorar o progresso (bem como as ferramentas e métricas a serem utilizadas), mas também para gerar expectativas e alinhamento entre os diversos atores que compõem o sistema. Em muitos casos, empreender um processo de implantação de ônibus elétricos pode implicar uma mudança na forma institucional e organizacional do sistema. Assim, é importante envolver todos os atores institucionais que fazem parte desse processo.

Apesar dos objetivos precisarem estar bem definidos, as motivações para acelerar um projeto de implantação de ônibus elétricos podem responder a diferentes incentivos, estímulos e justificativas, como os indicados na Figura 3-2.

Figura 3-2 – Incentivos das municipalidades para a transição a ônibus elétricos

Incentivos das municipalidades para a transição



Fonte: Elaboração própria.

Dessa forma, é importante que a autoridade do projeto defina explicitamente seus objetivos e, eventualmente, sua

hierarquia. Por exemplo, a posterior definição de metas e a avaliação do progresso do projeto irão variar de acordo com os objetivos predefinidos. Um projeto que busca atingir metas predefinidas de impacto ambiental estabelecidas pela autoridade municipal envolverá um processo e planejamento diferentes do que um projeto que busca alcançar eficiência de custo ou melhoria do serviço de passageiros.

Além disso, é preciso identificar as metas e refletir o potencial da administração governamental para atingi-las em tempo hábil. A esse respeito, é importante levar em conta as restrições existentes e os compromissos a serem assumidos com todos os interessados ao estruturar o projeto, para que o plano de implementação seja realista. Esse plano incorpora metas de progresso intermediário, objetivos de progresso e, sobretudo, inclui os recursos necessários para assegurar que as metas intermediárias sejam cumpridas de acordo com o plano inicial.

Um último aspecto a ser considerado na definição dos objetivos é que eles não são estáticos, mas podem ser adaptados e modificados de acordo com a evolução do projeto e as lições aprendidas à medida que o projeto avança. A Figura 3-3 apresenta os elementos-chave relacionados à natureza dinâmica dos projetos de eletromobilidade.

Figura 3-3 – Dinamismo nos objetivos do projeto

A transição para frotas elétricas de ônibus é um processo complexo e dinâmico e, a depender da complexidade da rede em operação, pode ter um **impacto** nos níveis de **acessibilidade** ou **cobertura** da população.

Dinamismo nos objetivos do projeto

É possível que os **objetivos** inicialmente estabelecidos sejam **ambiciosos demais**, ou que os primeiros passos tenham mostrado que é necessária uma **mudança na orientação do projeto** em relação a:



Tipologia da frota



Cobertura do serviço



Localização dos carregadores



Plano operacional

Fonte: Elaboração própria.

A Figura 3-4 faz um resumo das atividades mais importantes da Etapa 2.

Figura 3-4 – Passos do diagnóstico, resumo da Etapa 2



Fonte: Elaboração própria.

No seguinte capítulo é apresentada a Etapa 3 na qual os parâmetros operacionais, financeiros, regulatórios e socioambientais e de governança são formulados, após a identificação das partes interessadas e seus objetivos e interesses.

4.

**ETAPA 3:
FORMULAÇÃO DOS
PARÂMETROS DO
PROJETO**

De modo a atingir os objetivos e metas das partes interessadas identificadas na Etapa 2 do diagnóstico, parâmetros operacionais, financeiros e regulatórios devem ser identificados para a avaliação da viabilidade do projeto.

A **Formulação de Parâmetros** descreve os objetivos e metas das partes interessadas para identificar onde há congruência e onde há divergência de objetivos. Os parâmetros sobre os quais este Caderno se concentra são mostrados na Figura 4-1:

Figura 4-1 – Parâmetros avaliados no CTR para a avaliação do financiamento



Fonte: Elaboração própria.

A identificação prévia dos parâmetros aqui descritos permitirá aos municípios:

- Aperfeiçoar os conhecimentos institucionais municipais e dos operadores de transporte público sobre a tecnologia elétrica.
- Aumentar a compreensão das autoridades públicas sobre os benefícios da transição para a mobilidade elétrica.

- Mapear as partes interessadas no contexto municipal.
- Compreender as necessidades de mudança do marco regulatório em nível municipal para acelerar a transição.
- Aumentar a eficiência nos processos de coordenação entre instituições financeiras, seguradoras, órgãos de controle de licitações, investidores, fabricantes de ônibus, montadoras, empresas de energia elétrica, entre outros.

A Figura 4-2 mostra os componentes relacionados a cada um dos parâmetros analisados na Etapa 3 de implantação do projeto de eletromobilidade. Há partes interessadas envolvidas nos três tipos de parâmetros que afetam as condições para financiamento do projeto.

Figura 4-2 – Componentes e partes interessadas envolvidas segundo o tipo de parâmetro



Fonte: Elaboração própria.

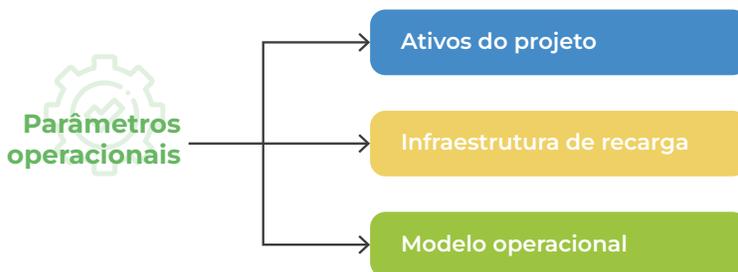
Este capítulo apresenta os parâmetros a serem definidos para que as cidades possam avançar de forma mais rápida nos projetos de eletromobilidade no transporte público. São apresentados critérios operacionais, financeiros, regulatórios, socioambientais e de governança, além das mudanças e adequações que os municípios poderiam realizar para financiar e implementar seus projetos.

4.1 PARÂMETROS OPERACIONAIS

Embora o tamanho de um projeto de eletromobilidade **possa variar consideravelmente dependendo das necessidades do sistema de transporte público**, considerando o nível de modernização da frota atual e da capacidade financeira do município, **parâmetros operacionais do projeto podem ser previamente identificados para avaliar a viabilidade técnica** e a melhor opção em termos técnicos para posterior implementação.

Esses elementos incluem aqueles relacionados aos **ativos do projeto** (veículos e baterias), à **infraestrutura de recarga** e ao modelo **operacional, que serão descritos a seguir**. Dependendo do modelo de negócio específico do projeto, pode haver diferentes atores responsáveis pela definição desses aspectos operacionais.

Figura 4-3 – Parâmetros operacionais do projeto



Fonte: Elaboração própria.

4.1.1 Ativos do projeto: veículos e baterias

Os veículos e as baterias correspondem **ao maior investimento de capital para o projeto de eletromobilidade** e determinam vários outros parâmetros relevantes para o planejamento do projeto. A decisão mais importante a ser tomada durante essa etapa do projeto é a tecnologia a ser escolhida em termos de veículos e **estratégia de recarga**, que afeta tanto os carregadores a serem comprados quanto as baterias dentro dos veículos (Figura 4-4).

Figura 4-4 – Ativos do projeto de eletromobilidade

Os ativos do projeto são principalmente os **veículos e baterias**. Os aspectos a ter em conta na definição de ativos operacionais incluem:

- Exploração de alternativas tecnológicas e cenários.
- Definição do capital e custo operacional dos veículos para cada cenário.
- Estratégia de carregamento (carregadores e baterias).
- Teste-piloto para avaliação do desempenho.
- Análise de viabilidade da padronização da frota.
- Plano de disposição de ativos.
- Formação do pessoal de manutenção.

Fonte: Elaboração própria

Estudos no Brasil têm sido realizados para identificar os modelos alternativos de veículos e fornecedores de baterias e a tecnologia associada à operação de ônibus elétricos disponíveis no mercado brasileiro [19, 20, 21]. Para a estruturação técnica do projeto, recomenda-se explorar todas as alternativas tecnológicas, analisando o custo necessário para o projeto, tanto de capital como operacional, e o cumprimento dos requisitos operacionais. Na Tabela 4 são apresentados **parâmetros operacionais de referência** para o

planejamento da operação de ônibus elétricos com recarga noturna. Dependendo das necessidades da operação (*i.e.*, **quilômetros percorridos, uso de Ar-Condicionado (A/C)**) e da capacidade da bateria dos ônibus, a operação terá **custos financeiros diferentes no longo prazo relacionados à substituição dos ativos**.

Tabela 4 – Parâmetros operacionais de referência para ônibus elétrico padron e articulado com recarga noturna

	Padron 	Articulado 
Consumo de energia com A/C (kWh/km)	1,05	1,92
Capacidade da bateria (kWh)	350	580
Tempo para recarga completa (h)	4,4 (carregador 80 kW)	3,9 (carregador 150 kW)
Estado de carga mínimo da bateria por segurança <i>State of Charge</i> - SOC (%)	10%	10%
Autonomia de nova bateria com A/C (km)	300	272
Degradação máxima permitida da bateria (%)	20%	20%
Vida útil da bateria (anos)	8	8
Autonomia com bateria degradada no ano 8 (km)	233	211

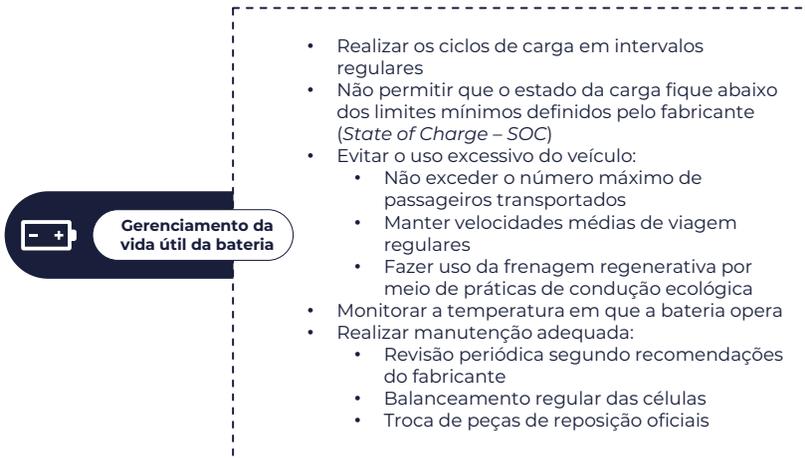
Fonte: Elaboração própria com base em entrevistas com BYD Brasil e WRI Brasil [22].

Um aspecto relevante é relacionado à **escala do projeto** e como isso impacta os custos de investimento associados. É aconselhável iniciar o processo **progressivamente** e que a fase inicial de planejamento e avaliação da frota a ser incorporada avalie o **custo de um teste-piloto e seus objetivos como um investimento futuro**. Muitos projetos incorporam uma fase-piloto com poucas unidades para avaliar seu desempenho em condições operacionais. Dessa forma, identifica-se qual tipologia de ônibus é a mais adequada para otimizar os custos totais de implantação em maior escala.

A realização de um teste-piloto poderia impactar decisões futuras. Se for feito um investimento em infraestrutura para o teste e se quisesse optar por veículos ou carregadores com outras características de acordo com os resultados, essas primeiras unidades representariam um investimento não recuperável para as autoridades. Portanto, recomenda-se que as unidades que fazem parte de um teste-piloto não sejam adquiridas pela Prefeitura, mas que as empresas fornecedoras disponibilizem os veículos por um determinado período para avaliar seu desempenho, para que as autoridades possam tomar a decisão mais objetiva possível.

Quanto ao efeito nos custos operacionais, espera-se que, para a maioria dos projetos de ônibus elétricos, esses custos **diminuem em comparação a uma operação de ônibus a diesel**, principalmente devido aos custos menores de energia (custos de eletricidade menores e mais estáveis do que os do *diesel*) [23]. Esses custos menores são garantidos também por meio de um gerenciamento adequado da bateria, seguindo as boas práticas apresentadas na Figura 4-5.

Figura 4-5 – Gerenciamento da vida útil da bateria dos ônibus elétricos



Fonte: Elaboração própria com base em Glücker et al. (2021) [24].

Para um correto gerenciamento da bateria, é essencial que a equipe de técnicos encarregados pelo controle da bateria tenha sido treinada e que haja um processo de monitoramento por parte do fabricante. Além disso, é recomendado realizar testes de desempenho padronizados em determinados pontos da vida útil da bateria, medidos em ciclos de descarga, a fim de monitorar seu desempenho⁶.

Ao decidir sobre os veículos que serão necessários para cada projeto, é importante levar em consideração essas diferenças, estimando cenários de custos operacionais com as diferentes alternativas disponíveis no mercado, levando em conta os *benchmarks* dos fabricantes. Por exemplo, um veículo **com maior capacidade de carga da bateria** e, portanto, com **maior autonomia**, pode exigir **apenas recarga noturna nas garagens em vez de recarga de oportunidade durante as horas de operação**, reduzindo tanto os custos de recarga quanto os custos de capital necessários para uma **infraestrutura de recarga mais avançada**. Porém, os ônibus de recarga noturna exigem um investimento maior de capital devido ao pacote maior de baterias.

É importante definir aspectos relacionados à aquisição de veículos, como a padronização do tipo de tecnologia que se aplica a todo o sistema, caso não exista, ou mesmo a toda a cidade ou região. Esse ponto torna-se muito relevante na fase inicial de concepção do projeto. A **padronização da frota permite economia** no fornecimento de peças de reposição, treinamento de motoristas e manutenção, e **compras em larga escala que reduzem o preço unitário por unidade comprada**.

Portanto, a entidade responsável pelo planejamento da implantação deve fazer a avaliação correta dos requisitos técnicos e operacionais e, se necessário, **projetar**

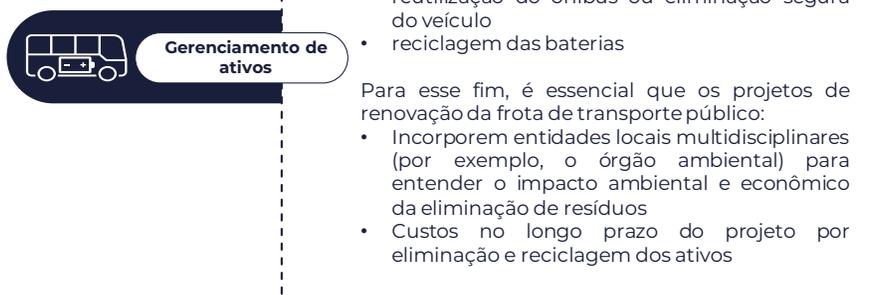
⁶ As normas técnicas IEC 62660 [IEC, 2018] e ISO 12.405 [ISO, 2018] definem os padrões para fazer testes de *performance* e de confiabilidade para baterias de lítio de veículos de propulsão elétrica, assim como requisitos de segurança.

antecipadamente a tipologia e as características da rede a ser operada, a fim de avaliar se as características técnicas dos veículos a serem incorporados possuem, por exemplo, autonomia suficiente para operar as rotas determinadas. Além das especificações técnicas compartilhadas pelos fabricantes, **é importante verificar se essas características foram verificadas em ambientes operacionais reais (a Tabela 4 apenas mostra valores de referência)**.

Em relação ao ponto anterior, a incorporação de frotas elétricas precisa levar em conta o modelo operacional atual e os atores que o compõem. Por exemplo, embora **algumas cidades estejam** migrando para modelos de negócios que buscam concentrar a operação da frota em uma ou poucas empresas, em outras a operação atual é fornecida por várias empresas [8]. Nesse cenário, é essencial discutir se a **uniformidade da frota entre os operadores é uma condição necessária** ou se o regulador deve estabelecer parâmetros unificados em relação às frotas e seus componentes (**configuração interna do veículo, baterias, tipo de carregador e tipo de corrente**) para reduzir os riscos associados à interoperabilidade.

Finalmente, o gerenciamento e eliminação dos ativos no final do prazo do projeto não é um aspecto menor (ver Figura 4-6). Com relação ao descarte final dos resíduos químicos das baterias, devem ser avaliadas alternativas para que elas possam ser recicladas para outros usos. Uma possibilidade para a correta eliminação dos ativos é avaliar os usos alternativos para baterias uma vez que sua vida útil tenha terminado, reutilizando-as em aplicações de armazenamento estacionário, tais como as residências ou a indústria. É importante considerar no projeto o tratamento de resíduos à medida que a tecnologia dos veículos elétricos se expande, incluindo a exploração de medidas para o desenvolvimento de um mercado secundário [27].

Figura 4-6 – Gerenciamento dos ativos no final da vida útil



Fonte: Elaboração própria com base em BID (2019) [16]⁷.

Dado que os projetos de eletromobilidade em transporte público são recentes, a maioria dos projetos ainda não atingiu sua vida útil projetada. Em uma indústria na qual as inovações tecnológicas estão ocorrendo em ritmo acelerado, é possível que os diagnósticos atuais da vida útil da bateria sejam conservadores e que, com uma gestão adequada, as baterias possam ter uma vida útil entre 10% e 20% mais longa do que a projetada [24, 26].

Os períodos de retorno mais longos dos ônibus elétricos comparados com os ônibus a *diesel*, exigem que os operadores de transporte operem esses veículos por períodos mais longos (de 10 a 15 anos). Uma vez transcorrido esse período, espera-se que o mercado de ônibus elétricos seja mais desenvolvido **e que a reposição e a venda de peças tenham uma maturidade semelhante à do *diesel*** [27, 26].

⁷ BID. Reporte: costos y tarifas de remuneración por vehículo y por kilómetro, para vehículos eléctricos de la flota Troncal y No troncal de la Fase III del Sistema Integrado de Transporte Público SITP. 2019.

4.1.2 Infraestrutura de recarga

A infraestrutura de recarga necessária para o projeto **é definida em conjunto com os ônibus elétricos escolhidos pela cidade**. Dessa forma, a tecnologia e o custo total dos carregadores dependem da tecnologia dos ônibus elétricos (**i.e., padron ou articulado, recarga noturna ou de oportunidade, piso baixo ou piso alto, etc.**). O custo dos carregadores e da infraestrutura de recarga é comumente inverso ao custo dos ônibus elétricos, já que a economia de um ônibus com menos baterias significará um custo maior de mais pontos de recarga para atingir a operação requerida.

Vale lembrar que o custo da infraestrutura de recarga vai ter um impacto ao longo do prazo de amortização. Dessa forma, recomenda-se avaliar as necessidades operativas para definir o tipo de recarga e, conseqüentemente, a infraestrutura necessária:

- **Recarga noturna em garagens:**
 - O ônibus tem um pacote maior de baterias do que os ônibus de recarga de oportunidade (variando entre 150 kWh e 550 kWh), porque a recarga é feita apenas no final do dia.
 - Ideal para **conhecer a tecnologia e avançar na transição**.
- **Recarga de oportunidade:**
 - O ônibus é recarregado ao longo da rota ou no final da rota. Portanto, é necessária uma bateria menor do que os ônibus de recarga noturna (variando de 80 kWh a 150 kWh).
 - Implementado em sistemas que já têm experiência e avanços na infraestrutura, instalando pontos de recarga estratégicos no sistema.
- **Recarga mista (noturna e de oportunidade)**

4.1.2.1 Responsabilidade pela infraestrutura de recarga

É importante que a definição das responsabilidades de operação e manutenção da infraestrutura de recarga seja **considerada no início do projeto**. O responsável pela operação de recarga na garagem depende do modelo de negócio escolhido para o projeto. Em um modelo tradicional, **o próprio operador é o responsável pelo processo de recarga do veículo**, mas, dependendo do modelo de negócio do projeto (como definido no capítulo 4.2 Parâmetros financeiros), a responsabilidade desse processo pode ser da **subsidiária de energia, do fornecedor de baterias ou do fornecedor da infraestrutura de recarga**.

Um projeto que visa implantar tecnologia elétrica geralmente requer a incorporação de um **ator essencial: a concessionária que fornece serviços de energia elétrica na área do projeto** [7]. Para frotas a *diesel*, os próprios operadores costumam gerenciar o abastecimento e têm experiência na construção de estações de bombeamento de combustível. No caso de estações de recarga elétrica, elas exigem a implantação de **redes especiais até as garagens e uma especialização técnica que normalmente se concentra apenas nas empresas desse campo**. Quando os carregadores são instalados ao longo de rotas, a coordenação com a empresa distribuidora de energia elétrica é ainda maior para a **correta cobertura e disponibilidade de energia nos pontos onde esses carregadores serão localizados**.

Essa incorporação de novos atores significará que é necessário um maior **grau de coordenação para garantir que a prestação de serviços não seja afetada**. As empresas de energia elétrica cada vez mais têm interesse em participar desses modelos de negócio na América Latina [28], disponibilizando seu conhecimento na transmissão e distribuição de energia elétrica. Por exemplo, no caso de quedas de energia, complicações com a infraestrutura de recarga ou questões similares, a empresa de energia pode prever e evitar interrupções do serviço e um impacto **negativo à remuneração do operador de transporte**. Portanto, a coordenação

e a gestão do sistema devem ser tratadas desde o início, e o regulador precisa ser fortalecido institucionalmente para estabelecer diretrizes de mitigação e formas de resolver conflitos com antecedência.

A disponibilidade de **infraestrutura de recarga exigirá obras adicionais**, o que pode causar impacto nos custos para o operador (por ter que alugar um novo local em uma base provisória ou por não ter espaço para manter sua frota), ou para a cidade, se os locais **atuais forem considerados impróprios para a instalação da infraestrutura necessária**. Uma mudança para outro local - se necessário - pode ter impacto no modelo operacional e nos custos financeiros ao longo do projeto.

Na Figura 4-7 é apresentado um resumo dos pontos-chave mencionados para a definição dos aspectos da infraestrutura de recarga.

Figura 4-7 – Pontos-chave na definição da infraestrutura de recarga



- **Definir a estratégia de recarga**
 - Recarga noturna em garagens
 - Recarga de oportunidade
 - Recarga mista
- **Definir a responsabilidade pelo serviço de recarga**
 - Pode ser assumida pelo operador, subsidiárias de energia, fornecedores de baterias ou fornecedores de infraestrutura de recarga
 - Estabelecimento de um modelo de cobrança da recarga, se feita pela distribuidora, pelo titular do eletroposto ou pelo operador do sistema de recarga, considerando que a REN 819/2018 possibilitou a prestação do serviço de recarga a qualquer interessado.
- **Definir o local para a instalação da infraestrutura e carregadores**
- **Definir desde o início a coordenação dos atores**
 - Visando mitigar possíveis riscos e assegurar a prestação contínua de serviços

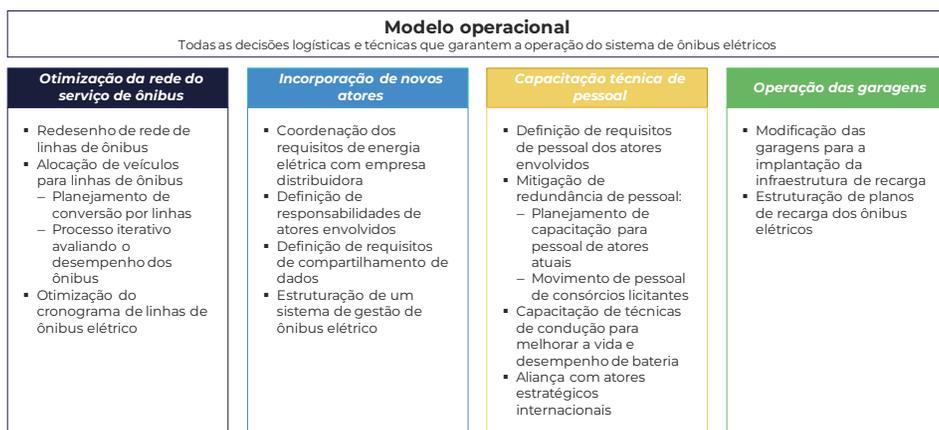
Fonte: Elaboração própria.

4.1.3 Modelo operacional

O modelo operacional inclui todos os **aspectos logísticos e técnicos necessários para a operação do sistema de ônibus elétricos**. Esses aspectos referem-se à definição de parâmetros (como o número de veículos em operação por motorista) e à estruturação de planos de recarga, alocação de veículos para linhas de ônibus, ao sistema de gestão para a operação dos ônibus elétricos e ao plano de treinamento técnico das equipes.

Todos esses aspectos são definidos pelo órgão regulador do transporte público da cidade para o projeto de eletromobidade antes da licitação ou alocação do contrato de operação. Isso garante que, **independentemente do operador ou dos diferentes modelos de negócios utilizados em cada projeto, a qualidade do serviço** seja a mesma em todo o sistema. Na Figura 4-8 são mostradas as fases do modelo operacional para a implantação da frota elétrica.

Figura 4-8 – Fases do modelo operacional da frota elétrica



Fonte: Elaboração própria com base em WRI BRASIL [10] e ITDP [29].

Um projeto de implementação de uma frota elétrica é, em essência, diferente de um projeto de implementação de uma frota convencional. Nesse sentido, é importante que as **autoridades locais se envolvam, e se sugere seguir os seguintes passos:**

- **Avaliação** do sistema tradicional em operação.
- **Identificação** das mudanças no modelo operacional para a transição do sistema tradicional ao sistema com ônibus elétricos (Figura 48).
- **Formulação** dos parâmetros técnicos mínimos e da rede para a operação elétrica.
- **Comparação** das especificações técnicas dos diferentes proponentes a fim de avaliar a melhor opção:
 - Exigir plano de desempenho operacional dos proponentes (se possível).

4.1.3.1 Otimização da rede do serviço de ônibus

Com o objetivo de otimizar a autonomia dos novos veículos, muitos projetos de transição de energia envolvem o redesenho da rede em operação. Recomenda-se desenvolver um processo interativo de uma análise detalhada dos parâmetros operacionais básicos considerando a implementação de veículos com autonomia limitada nas linhas. Alguns ajustes podem ser necessários nas rotas em operação, pois o desempenho dos ônibus pode não ser o esperado (devido às questões ambientais e geográficas fora do escopo da autoridade).

Considerando que esses ajustes podem resultar em alterações no traçado das rotas ou na área de cobertura do sistema, os gestores públicos podem enquadrar essas mudanças em **uma estratégia de comunicação e marketing mais ampla**, por meio do relançamento do sistema de transporte (podendo incluir a mudança do nome das linhas ou das cores dos ônibus), **envolvendo os usuários e fazendo-os participar das mudanças a serem realizadas.**

4.1.3.2 Incorporação de novos atores

A implantação desses projetos geralmente precisa da **incorporação de novos atores que estão comumente ausentes nas mesas de decisão dos projetos tradicionais de transporte público**. Os projetos de eletrificação do transporte público em muitos casos são realizados por meio do fornecimento de novos modelos comerciais, **promovendo a separação vertical na cadeia de prestação de serviços**, conforme descrito acima. Isso exige a geração de novos consensos, o fortalecimento de novas capacidades por parte das autoridades que serão responsáveis pela regulamentação e aplicação e, também, o desenvolvimento de novas relações entre os principais atores.

4.1.3.3 Capacitação técnica de pessoal

Outro aspecto importante relativo à operação de frotas elétricas está relacionado ao **treinamento de pessoal**. Embora os ônibus elétricos geralmente tenham melhor tecnologia interna que permitiria otimizar sua manutenção e, portanto, sua disponibilidade, a operação e manutenção desses novos veículos exigem um processo de treinamento da equipe e deve ser realizado com antecedência para tornar a transição o mais tranquila possível. Estes são alguns dos aspectos a serem considerados:

Figura 4-9 – Pontos-chave do treinamento da mão de obra na transição à eletromobilidade



Fonte: Elaboração própria com base em WRI (2022) [10].

4.1.3.4 Operação das garagens

Em termos operacionais, o **layout das garagens e edifícios** utilizados para o armazenamento e manutenção de veículos convencionais **pode não ser ideal para uma operação elétrica**. A esse respeito, é necessário considerar o espaço necessário para a recarga de veículos, bem como os transformadores e qualquer infraestrutura associada. É possível que apenas uma pequena adaptação à situação convencional seja necessária, mas é importante incluir isso no planejamento, pois pode ter consequências no custo inicial. A Figura 4-10 mostra o exemplo de uma das garagens em Bogotá (Colômbia) que precisou de obra civil para adequar o espaço para os carregadores dos ônibus elétricos.

Figura 4-10 – Garagem adequada com infraestrutura de recarga em Bogotá



Fonte: El Tiempo (2021) [30].

Todos os aspectos acima que implicam na transição para frotas elétricas precisam ser considerados no planejamento **a fim de minimizar os riscos e custos associados**. As autoridades municipais têm a capacidade de conduzir uma análise completa que lhes permita identificar os principais riscos e avaliar se o custo associado é compensado pelos benefícios, e assim definir estratégias que visem tornar essa transição a mais econômica possível. O processo de alinhamento com os operadores atuais ou potenciais **é importante para avaliar quais são os requisitos mínimos, a fim de minimizar o impacto** que a transição poderia ter na prestação de serviços e nos parâmetros financeiros descritos no capítulo a seguir.

4.2 PARÂMETROS FINANCEIROS

Devido aos altos custos de capital necessários para a implementação de projetos de ônibus elétricos, a **estruturação financeira é essencial para a viabilidade do projeto**. Os principais aspectos identificados a serem considerados e definidos durante o processo de estruturação financeira são:

1. Análise de custos
2. Definição do modelo de negócio
3. Mobilização de recursos
4. Indicadores financeiros e de rentabilidade

Esses aspectos não são necessariamente desenvolvidos em ordem cronológica, mas são avaliados simultaneamente em um processo iterativo, uma vez que as decisões tomadas em relação a cada um deles têm um impacto direto sobre os outros. A plataforma **online Financial Hub, apresentada na Figura 4-11, é uma ferramenta aberta em que as cidades brasileiras e instituições financeiras** se encontram e compartilham interesses na estruturação e financiamento de projetos.

Figura 4-11 – Financial Hub para a transição à eletromobilidade no Brasil

FINANCIAL HUB ELETROMOBILIDADE BRASIL

Guia conceitual sobre estruturação financeira para cidades interessadas na introdução de ônibus elétricos em seus sistemas de transporte público

PROJETOS SALVOS LINHAS DE FINANCIAMENTO REGISTRADAS

Insira o nome do cenário SALVAR CENÁRIO COMPARAR

PARÂMETROS PARA A ESTRUTURAÇÃO DO PROJETO	PARÂMETROS OPERACIONAIS & FINANCEIROS
1. Contabilidade da compra	7A. # Ônibus elétricos padron: # ÔNIBUS PADRON
2. Beneficiário do financiamento	7B. # Ônibus elétricos articulados: # ÔNIBUS ARTICULADO
3. Modelo de negócio	8. # Carregadores/ônibus: # CARREGADORES/ÔNIBUS
4. Viabilidade normativa	9. Prazo do projeto (Anos): PRAZO DO PROJETO
	10. Vida útil do projeto (Anos): VIDA ÚTIL DO PROJETO
	15A. Custo do ônibus padron (BRL): USD BRL
	15B. Custo do ônibus articulado (BRL):
	16. Custo do carregador (BRL): USD BRL
	CUSTO CARREGADOR

Fonte: Elaboração própria.

A ferramenta **Financial Hub** foi projetada para auxiliar na **toma-da de decisões** relativas à estruturação financeira do projeto.

Com essa ferramenta, as **entidades de transporte** e as **cidades** podem ter uma visão geral de como os aspectos discutidos neste capítulo se relacionam e afetam uns aos outros. Esses parâmetros estão definidos na plataforma para as cidades e para instituições financeiras.

4.2.1 Análise de custos

Enquanto a análise do custo total de propriedade (TCO) do projeto foi um dos parâmetros definidos durante a fase de pré-viabilidade e planejamento, a estruturação financeira é uma oportunidade de desenvolver ainda mais a análise de custo real com o conhecimento adquirido durante o planejamento operacional. Aspectos como os **objetivos e o cronograma do projeto, a tecnologia do ônibus e do carregador escolhida pela cidade para o sistema, entre outros, afetam diretamente o TCO do projeto.**

Recomenda-se que sejam realizadas demonstrações financeiras ou análises de fluxo de caixa para o cronograma do projeto, detalhando custos de capital, custos operacionais e custos fiscais, entre outros. Além disso, é importante incluir a receita esperada durante o prazo do projeto, o que exigirá o conhecimento das projeções de demanda do sistema e dos aumentos tarifários esperados. Essa análise deve ser bastante detalhada. Por exemplo, considerar a redução nos custos operacionais que a expansão da frota de ônibus elétricos

proporcionará, a redução nos custos de bateria, a melhoria do desempenho desta no futuro e até mesmo o efeito na demanda que a modernização e o redesenho do sistema de ônibus poderia causar⁸.

É importante lembrar na condução da análise de custos que os projetos de ônibus elétricos para transporte público são um processo iterativo. As decisões tomadas em relação ao modelo de negócio do projeto, financiamento e taxas de juros dos produtos financeiros adquiridos para o projeto afetam diretamente os custos do valor presente.

Para entender como o TCO do projeto se relaciona com o modelo de negócio e ao projeto de ônibus elétricos da cidade ou com a alternativa de financiamento escolhida, é aconselhável realizar várias análises sobre diferentes cenários do modelo de negócio e linhas de financiamento, que serão discutidos no próximo capítulo.

4.2.2 Definição do modelo de negócio

A definição do modelo de negócio é um dos aspectos mais importantes na estruturação de todo o projeto. Ela determinará os atores que desempenharão um papel no projeto do ônibus elétrico e, em grande parte, o risco associado ao investimento de capital. Quatro modelos de negócios principais são considerados para um projeto de ônibus elétrico. Na Figura 4-12 são mostrados os modelos operacionais possíveis para a implantação de uma operação de ônibus elétricos.

8 O TCO avalia a estrutura de custos associada à compra e operação de uma frota de ônibus elétricos. Há outros aspectos relevantes, como fatores socioambientais e externalidades relacionados à **redução da poluição, emissões e ruídos no setor de transporte público**, e a conseqüente melhoria da qualidade de vida e saúde da população, que refletem positivamente na avaliação do impacto da mudança tecnológica. **Esses benefícios**, que devem ser considerados ao decidir investir na implantação de frotas elétricas, **são discutidos no capítulo 4.4 – Parâmetros socioambientais e de governança**.

Figura 4-12 – Modelos operacionais



Fonte: Elaboração própria.

Embora a possibilidade de implementar alguns desses modelos de negócios possa variar conforme a organização institucional, para projetos de ônibus elétricos é preferível a existência de novos atores que diminuem o risco associado em comparação **com um modelo tradicional em que o operador assume a maior parte do risco**. No modelo tradicional, os novos entrantes podem ficar relutantes em participar de um projeto de migração para frotas elétricas. A presença desses novos atores **aumenta a capacidade geral de endividamento** do projeto e possibilita a aquisição de produtos financeiros que reduzem os custos e **aumentam a viabilidade do projeto**.

Independentemente do modelo de negócio escolhido por cada cidade, é importante que o prazo definido para o projeto corresponda o mais próximo possível da vida útil dos bens (veículos e baterias). Isso é benéfico **tanto para os operadores licitantes e poder concedente** que define os requisitos para a disposição dos ativos no final do projeto **quanto para os agentes financeiros ou empresas** que podem ser proprietários dos ativos e não precisam **adquirir novos veículos para atender aos requisitos técnicos do sistema**. Além disso, pode não ser necessário especular sobre o valor residual dos ativos dentro da análise de rentabilidade do projeto.

Entretanto, destacando o que já foi mencionado, também é importante definir antes do processo de licitação do projeto os requisitos para a disposição final de baterias e veículos para mitigar os efeitos ambientais negativos, o que será discutido com mais detalhes no capítulo **4.1.1 – Ativos do projeto: veículos e baterias**.

4.2.3 Fontes de recursos

Em relação às fontes de receita tradicionais que devem ser consideradas na análise de custos e estruturação financeira do projeto, independentemente do modelo de negócio, são identificados os financiamentos ou subsídios existentes, receitas de tarifas, receitas de publicidade e outras receitas durante a operação, e até mesmo receitas de vendas de ativos. As receitas tarifárias são normalmente utilizadas para cobrir despesas operacionais e não para investimento de capital em ativos do sistema, mas isso **não elimina a necessidade de incluí-las na estruturação financeira do projeto**. As receitas de publicidade em veículos, abrigos de ônibus e estações de recarga, aliadas ao aumento do interesse na tecnologia inovadora de ônibus elétricos, podem ajudar a reduzir a potencial escassez de recursos durante a operação de ônibus. O **resumo de possíveis fontes de recursos para projetos de eletromobilidade** é apresentado na Figura 4-13.

Figura 4-13 – Fontes de recursos para projetos de eletromobilidade em transporte público



Fonte: Elaboração própria.

Em relação à venda de ativos (veículos e baterias), embora seja aconselhável analisar cenários nos quais possam ser geradas receitas equivalentes ao valor residual dos ativos, o mercado secundário de veículos elétricos e baterias usados ainda não foi totalmente explorado. Portanto, esse tipo de receita não deve ter um efeito considerável sobre a viabilidade financeira do projeto. Entretanto, há cada vez mais casos de reutilização de baterias em outras indústrias e avanços na vida útil das baterias dos veículos elétricos, o **que representa um potencial para geração de receita futura para quem adquire as baterias** [24].

Para a estruturação financeira, também é fundamental considerar os incentivos que podem existir para projetos sustentáveis de transporte público, como sistemas de ônibus

elétricos. Isso inclui subsídios para a operação de transporte público coletivo, que geralmente são os mesmos dos sistemas convencionais de ônibus, e incentivos fiscais aplicáveis ao custo de aquisição de ônibus elétricos e, em menor medida, aos custos associados à operação.

Apesar da capacidade do sistema de gerar essas receitas, a viabilidade financeira de um projeto de eletromobilidade dependerá da aquisição de produtos financeiros e da capacidade de endividamento dos atores envolvidos no projeto. Esse financiamento **é concedido tanto por agências multilaterais quanto por entidades financeiras brasileiras interessadas** nesse tipo de projeto. A avaliação positiva que essas entidades dão à viabilidade financeira do projeto permitirá obter taxas de juros baixas que reduzem os custos associados. Por essa razão, uma estruturação financeira detalhada **que considere todos os parâmetros que foram expostos nesta seção** é essencial para acessar linhas adequadas de financiamento e para a implementação bem-sucedida do projeto. Essas linhas de financiamento disponíveis no mercado brasileiro são discutidas detalhadamente na seção **5.1 – Fontes de financiamento** deste documento.

Os aspectos políticos e regulamentares também têm um efeito importante sobre as alternativas de financiamento aplicáveis ao projeto. Por exemplo, os projetos de eletromobilidade em uma cidade que avançou na organização institucional das empresas reguladoras de transporte e possui estruturas regulatórias e de contratação para projetos desse tipo serão vistos de forma mais positiva pelas instituições financeiras que avaliam o projeto. Exemplos de regras e regulamentos alcançados no Brasil que têm um impacto positivo são discutidos **no capítulo 4.3 – Parâmetros regulatórios**. Além disso, o processo para definir a melhor alternativa de financiamento para cada projeto específico de eletromobilidade é desenvolvido no capítulo **5.2 – Seleção da melhor opção de financiamento**, em que as condições para escolher as alternativas de financiamento são detalhadas.

4.2.4 Indicadores financeiros e de rentabilidade

Uma estruturação financeira que se ajuste à realidade da cidade e do projeto dependerá do acesso a recursos para realização desse projeto e de uma taxa de juros de acordo com as capacidades de pagamento do implementador. Portanto, os indicadores mostrados na Figura 4-14 devem ser considerados:

Figura 4-14 – Indicadores financeiros e de rentabilidade para o sucesso do projeto

Taxa de financiamento

Esse valor serve como uma referência para a prefeitura ou outro garantidor do projeto ao obter financiamento de subsídios de atores, como o governo federal ou agências multilaterais, cuja agenda priorize esse tipo de projeto.

TIR do projeto

Indica a relação entre o **investimento realizado** e o **fluxo de caixa livre** do projeto. Esse valor é útil para analisar o retorno potencial do investimento e, geralmente, é desejável que seja superior ao custo de capital da empresa ou entidade que está avaliando o projeto para decidir realizá-lo.

TIR de capital próprio

Considera a estruturação financeira do projeto e a existência de dívida ao **calcular o retorno** somente sobre os fluxos de caixa relativos ao **capital próprio**. Se a quantidade necessária de capital próprio for menor, a rentabilidade do projeto tende a aumentar, pois os instrumentos de dívida tendem a ser menos caros do que os instrumentos de capital próprio.

Índice de cobertura da dívida

É a relação entre o **lucro operacional líquido** e as **obrigações totais** da dívida em um ano. Um índice de cobertura da dívida inferior a 1 indica que o devedor é incapaz de cobrir suas obrigações com suas receitas e seria obrigado a buscar recursos de outras fontes além de sua operação. Valores superiores a 1 indicam que o devedor pode cobrir todas as suas obrigações com sua receita, entretanto, um valor ideal varia entre 1,25 e 2, pois evidencia uma alta capacidade de pagamento por parte do devedor e é o índice mínimo de cobertura da dívida normalmente solicitado pelas instituições de empréstimo.

Fonte: Elaboração própria.

Esses indicadores financeiros não são os únicos a serem considerados durante a vida do projeto, mas são os mais importantes na **fase inicial de estruturação financeira**. O conjunto de indicadores que precisam ser monitorados durante a operação do projeto são desenvolvidos no capítulo **6.3 – Monitoramento de indicadores financeiros e avaliação do projeto**.

A seguir, são apresentados os **parâmetros regulatórios a serem revisados para se obter uma melhor compreensão dos contratos e concessões, seus aspectos positivos, bem como a estrutura de tributação nos três níveis federativos**.

4.3 PARÂMETROS REGULATÓRIOS

Para a implementação dos mecanismos de financiamento propostos, serão apresentados os instrumentos regulatórios a serem analisados e, em alguns casos, modificados.

O desenvolvimento de uma **estrutura legal** específica para a implementação da renovação da frota de ônibus começa com **diretrizes** gerais estabelecidas em **nível nacional** e continua com a **regulamentação** em nível **municipal**.

Esse marco regulatório inclui objetivos e prazos específicos para sua implementação, além de incentivos particulares, tais como os apresentados na Figura 4-15:

Figura 4-15 – Incentivos do arcabouço regulatório



Fonte: Elaboração própria.

4.3.1 Licitações e contratos

Em relação às licitações e contratos novos que serão parte da estruturação financeira do projeto, recomenda-se as seguintes ações para dois possíveis cenários: novas licitações e contratos já assinados que ainda não finalizaram o período de concessão:

- A. Novas propostas:** prever nos documentos de licitação:
- a) cláusulas que exijam ônibus elétricos; ou b) favorecer aquelas que incluam uma frota elétrica alimentada por fontes renováveis de energia; c) promover a integração de consórcios em licitações e *joint ventures* com diferentes entidades, por exemplo, com fornecedores de energia.

B. Contratos já assinados e com base em um marco regulatório: como previsto no ponto da obrigação fazeada acima (por exemplo, impondo uma obrigação de renovação de frotas por etapas), a possibilidade de introduzir uma obrigação de renovação da frota operada no momento pelo operador (ou uma porcentagem) deve ser avaliada em cada caso, seja por acordo das partes ou por uma modificação unilateral pelo operador. A viabilidade do acima exposto e suas consequências (por exemplo, o restabelecimento do equilíbrio econômico-financeiro do contrato) surgiriam da análise das regulamentações aplicáveis a cada município e das cláusulas específicas do contrato assinado.

Para viabilizar a **participação das distribuidoras de energia nos modelos de financiamento**, o Artigo 8º, da Lei nº 10.848 (Venda de energia elétrica), precisaria ser alterado, pois ele não permite que essas entidades realizem atividades fora do escopo da concessão, permissão ou autorização (exceto nos casos previstos na lei e nos respectivos contratos de concessão).

4.3.2 Tributação

Nessa Etapa 3 da formulação de parâmetros, é essencial a **identificação dos tributos relacionados à aquisição e operação dos ônibus elétricos**. Alguns dos impostos têm variações entre estados, como o IPI ou o ICMS. Quatro tributos principais incidem sobre a importação de ônibus elétricos ou seus componentes [31]:

Figura 4-16 – Impostos no Brasil em projetos de eletromobilidade



Fonte: Elaboração própria.

Há vários exemplos no Brasil de incentivos fiscais que poderiam ser aplicados para tornar mais acessível a aquisição de ônibus elétricos diante da urgência da transição. Um exemplo em nível federal é o regime de Ex-Tarifário, em que se pode reduzir o Imposto de Importação de componentes ou até mesmo do veículo completo. Em 2016, por exemplo, a Câmara de Comércio Exterior (Camex), que rege o Imposto de Importação, reduziu temporariamente para 2% as alíquotas sobre uma série de bens de capital, incluindo importantes componentes de ônibus elétricos.

Além disso, poderia ser prevista uma redução temporária das taxas de importação para ônibus novos, não utilizados, **movidos exclusivamente por um motor elétrico** (e

seus acessórios), **buscando também a produção local** (por exemplo, reduzindo a taxa para 0% se o solicitante tiver um plano de produção local para essas mercadorias).

A seguir, são revisados os benefícios sociais e ambientais que justificam em grande parte a realização do projeto para a transição à eletromobilidade. Ademais, a inclusão desses parâmetros socioambientais depende da governança existente no lugar de implementação, que é explorada no seguinte capítulo.

4.4 PARÂMETROS SOCIOAMBIENTAIS E DE GOVERNANÇA

Os benefícios sociais e ambientais aderidos à transição para a eletromobilidade podem desencadear em médio e longo prazo impactos positivos na economia e no cumprimento de metas de redução de emissões de GEE e de poluentes locais. A renovação das frotas melhora a qualidade do ar e a saúde pública nas cidades. Além disso, países da América Latina que têm avançado em projetos de eletromobilidade **enxergam o mercado crescente para tecnologias de acionamento elétrico como forma de criar empregos** por meio de novas oportunidades na fabricação, infraestrutura e serviços [28].

As instituições financeiras, especialmente os bancos multilaterais e de desenvolvimento, têm um foco principal nos benefícios de geração e de mitigação de emissões. Dessa forma, a seguir são apresentados os principais benefícios ambientais e sociais, além das necessidades de governança para **monitorar e assegurar esses benefícios**.

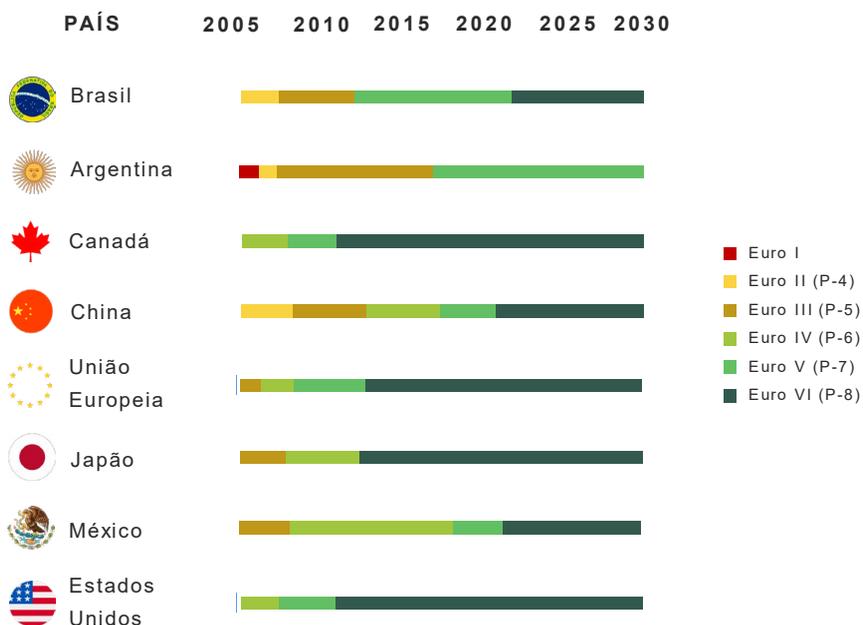
4.4.1 Benefícios ambientais

A transição para a eletromobilidade significa uma redução de custos dos sistemas de saúde nas cidades. A troca de ônibus *diesel* poluentes com tecnologias de combustão P-5 ou

inferior representa uma diminuição de concentração dos óxidos de nitrogênio e material particulado no ar da cidade. Para atingir de forma mais rápida esses objetivos ambientais e de saúde, os **países proíbem, faseadamente, a aquisição de novos ônibus e veículos de carga que não cumprirem com um mínimo de tecnologia de emissão do motor** [3].

A Figura 4-17 apresenta uma linha de tempo com a legislação da tecnologia para veículos pesados em países da América Latina e outros lugares do mundo. O Brasil tem previsto a aquisição de ônibus com no mínimo uma tecnologia P-8 desde o ano de 2022. Na América Latina, o Brasil posiciona-se como um dos países que já exigem a incorporação de tecnologia Euro VI ou P-8 nas frotas de transporte público.

Figura 4-17 – Legislação de tecnologia do motor da frota de ônibus no Brasil e em outros países do mundo



Fonte: Elaboração própria com base na PNME (2021) [9] e Telles Pascoal *et al.*, 2018 [3].

Além dos benefícios para a qualidade do ar e para uma melhor qualidade de vida da população, a transição para ônibus elétricos traz mais uma vantagem. Os ônibus elétricos não **dependem do petróleo e, portanto, são menos suscetíveis a variações de preço no mercado de combustível** e a instabilidades na sua produção e distribuição [10].

4.4.2 Benefícios sociais

A implementação de frotas elétricas representa um desafio para garantir a manutenção dos postos de trabalho atuais, bem como a inclusão social de todos os setores da população de um mercado e uma indústria que estão em crescimento. Entretanto, a transição à eletromobilidade pode incentivar a implantação de novas fábricas para fornecer os veículos e os componentes da infraestrutura de recarga para fornecer energia elétrica. [8].

Um aspecto-chave a seguir na identificação do potencial de geração de empregos é o início de planos de adaptação da mão de obra por parte do implementador e dos operadores de transporte. Esses planos são os documentos gestores que orientam o projeto à integração de trabalhadores que participavam da operação diesel.

4.4.3 Governança

O aspecto de governança do setor político e institucional é crucial em qualquer região do mundo. Esse elemento se refere à presença, envolvimento e incentivos de diferentes instituições públicas e privadas. Além disso, deve haver uma sincronização temporal de interesses em nível político e regulatório nas três esferas de governo (municipal, estadual e federal) e com o mercado. O alinhamento das agendas entre diferentes níveis de governo, bem como em vários níveis institucionais, públicos e privados, é necessário para superar as restrições de forma ordenada/paralela.

A multiplicidade de municípios e organizações **definido políticas diferenciadas**, com objetivos divergentes, em

termos de tempo ou propósito, **significa que o setor financeiro** pode concentrar esforços em certos lugares ou em certos projetos, deixando de lado outros com igual impacto, mas menos “atraentes”. A fim de articular esforços **e de visibilizar os benefícios sociais e ambientais para atrair financiadores para os projetos de eletromobilidade**, o implementador pode procurar a coordenação dos atores que se articulam e conduzem as iniciativas dos projetos de veículos elétricos. Essa identificação dos atores que “governam” a transição é detalhada na Figura 4-18.

Figura 4-18 – Definição de governança do projeto

Quem governa?	Como se governa?
<p>Definir, identificar e classificar os atores que se articulam dentro do projeto no contexto local</p>	<p>Identificar e caracterizar os instrumentos criados para desenvolver o projeto e outras ações de eletromobilidade</p>
<p>Identificar o papel de cada setor:</p> <ul style="list-style-type: none"> → Setor político → Indústria de veículos → Setor elétrico → Setor de inovação → Academia → Operadores de serviços de transporte público 	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender a presença ou a falta de interesse genuíno de governantes. • Dimensionar a autonomia da cidade • Identificar: <ul style="list-style-type: none"> → Políticas públicas facilitadoras → Leis e planos estratégicos no município

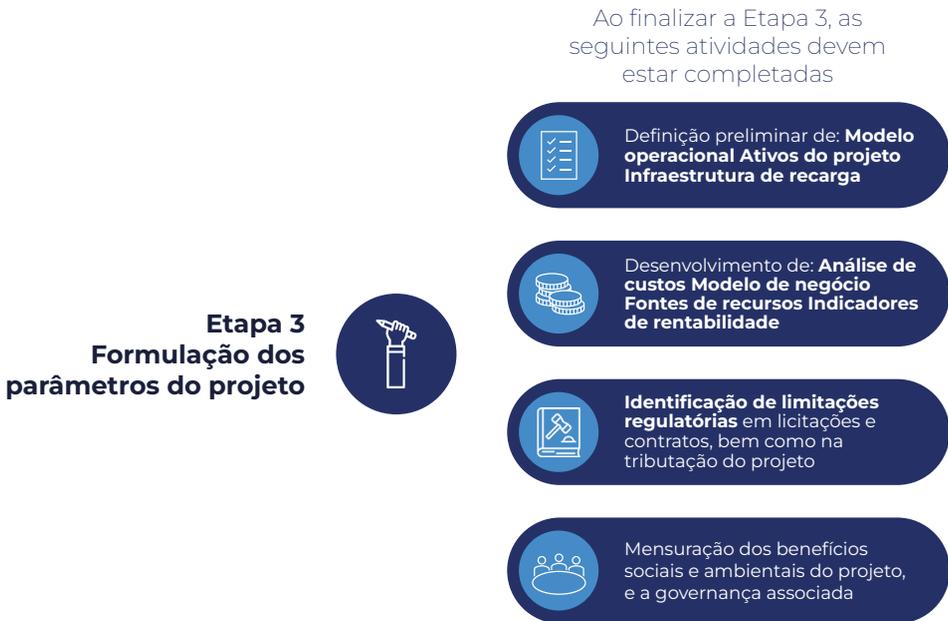
Fonte: Elaboração própria com base em WRI Brasil (2022) [10] e CAF (2019) [28].

A Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica (PNME), por exemplo, faz a articulação de atores e a transferência de conhecimento para os municípios e o setor público federal [4]. A PNME serve de exemplo como uma instituição que concentra a oferta e articula a forma de “governar” de todos os atores apresentados na Figura 4-18 para estabelecer metas

e planos de longo prazo que facilitam a busca de financiamento e a implementação do projeto.

A Figura 4-19 mostra as atividades que se espera que tenham sido implementadas ao final da Etapa 3 da estruturação.

Figura 4-19 – Passos para a formulação dos parâmetros do projeto, resumo da Etapa 3



Fonte: Elaboração própria.

A seguir, é analisada a forma de avaliação e seleção de financiamento pelas instituições financeiras para materializar o projeto de eletromobilidade.

5.

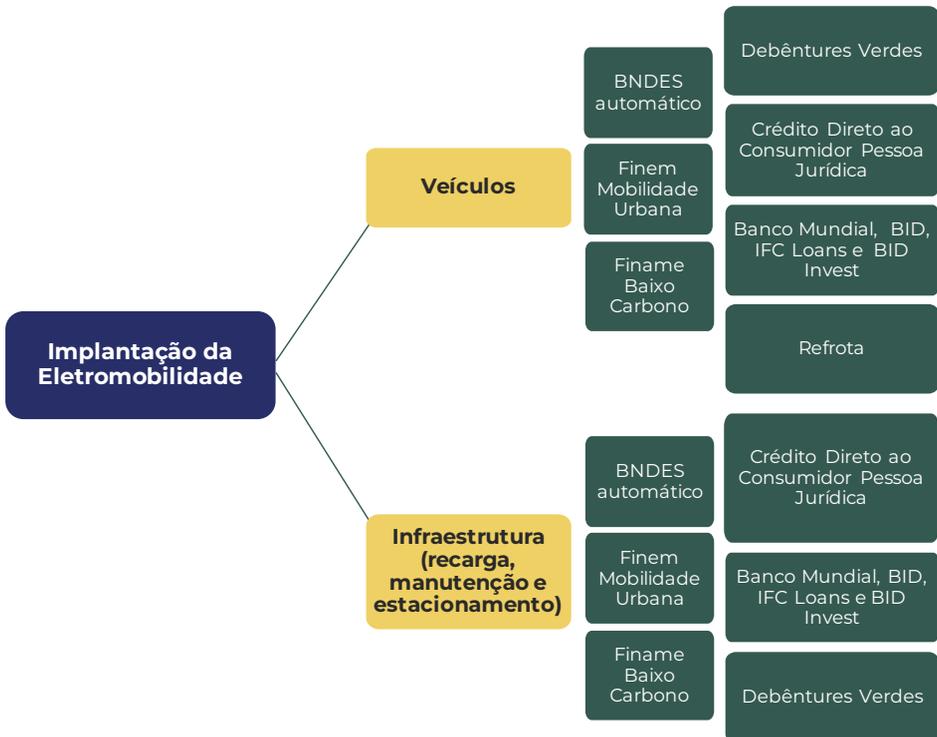
ETAPA 4: AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DO FINANCIAMENTO

A Etapa 4 para a implantação da eletromobilidade nos sistemas de transporte público consiste na busca de fontes de financiamento, sua avaliação e seleção. **Há uma crescente lista de fontes de financiamento no Brasil** as quais as cidades e todos aqueles interessados podem acessar.

5.1 FONTES DE FINANCIAMENTO

Existem linhas para o financiamento de infraestrutura e para a compra de veículos. A aquisição de baterias não possui linhas específicas e requer outras modalidades, além do crédito tradicional ofertado pelos bancos de fomento (ver Figura 5-1).

Figura 5-1 – Síntese das linhas de financiamento



Fonte: Elaboração própria com base em BNDES, BID, Banco Mundial, MDR, IFC [1, 32] e entrevistas a bancos

Os recursos das diferentes linhas existentes podem ser combinados para um melhor compromisso de retorno de risco e respectiva viabilidade econômico-financeira (ver detalhamento na Tabela 5). Entretanto, qualquer que seja a combinação, **o risco de não conformidade do operador precisa ser minimizado ou mitigado**. Este, em especial, é um ponto de atenção. A limitação para acessar as linhas de crédito ou financiamento é dada pelas condições de **sustentabilidade financeira** dos operadores e, portanto, pela capacidade de endividamento e de geração de caixa (que, em última instância, relaciona-se com a política tarifária da concessão do transporte público).

Tabela 5 – Linhas de financiamento disponíveis para implantação de projetos de eletromobility: aquisição integral de veículos ou de infraestrutura de recarga e manutenção

Fontes de financiamento	Objetos de financiamento	Condições de financiamento	Contrapartidas e requisitos	Valores financiados	Taxas de Juros	Prazos	Carência
BNDES Automático	Aquisição de veículos ou implementação de infraestrutura (requer a classificação de atividade Cnae)	Até 100% do valor	<p>Livre negociação entre a instituição financeira credenciada e o beneficiário do financiamento.</p> <p>Possibilidade de utilizar o BNDES FCI (Fundo Garantidor do Investimento) para complementar as garantias oferecidas pela empresa.</p>	Até R\$ 150 milhões para projetos de investimento empresarial	0,95% ao ano + Taxa Selic ou TLP ou TLB + taxa do agente financeiro	Até 20 anos	Até 3 anos

Fontes de financiamento	Objetos de financiamento	Condições de financiamento	Contrapartidas e requisitos	Valores financiados	Taxas de Juros	Prazos	Carência
Mobilidade Urbana	Estudos e projetos; obras civis; montagens e instalações; veículos e utensílios; treinamento; despesas pré-operacionais; novas máquinas e equipamentos nacionais creditados ao BNDES; e máquinas e equipamentos importados sem equipamentos nacionais similares	Para micros, pequenas e médias empresas (MPMEs), até 100% dos itens financeiros. Para estados e municípios, até 90% do valor total do projeto, limitado a 100% dos itens financeiros. Para outros clientes, até 80% do valor total do projeto, limitado a 100% dos itens financeiros.	Para apoio direto: garantias reais (tais como hipoteca, penhor, propriedade fiduciária, recebíveis, etc.) e/ou pessoais (tais como fiança ou aval), definidas na análise da operação. Para apoio indireto: negociado entre a instituição financeira credenciada e o cliente. O BNDES pode subscriver até 50% do valor das debêntures emitidas pelo beneficiário para a execução do projeto. Nesse caso, a soma do valor financiado e das debêntures subscritas, que corresponde ao apoio total do BNDES, não poderá ser superior a 80% do valor total dos itens financeiros.	Mínimo de R\$ 40 milhões	Apoio direto (TLP + 1,3% ao ano + Taxa de risco de crédito variável conforme risco do cliente e prazos do financiamento) Apoio indireto (TLP + 1,45% ao ano + Taxa do agente financeiro negociada entre a instituição e o cliente)	Até 34 anos	Até 6 meses após a entrada em operação do projeto

Fontes de financiamento	Objetos de financiamento	Condições de financiamento	Contrapartidas e requisitos	Valores financiados	Taxas de Juros	Prazos	Carência
Baixo Carbono	<p>Financiamento para a aquisição e comercialização de sistemas de geração de energia solar e eólica, aquecedores solares de água, ônibus e caminhões elétricos, híbridos e aqueles movidos exclusivamente por biocombustíveis e outras máquinas e equipamentos com índices de eficiência energética mais elevados ou que contribuam para a redução das emissões de gases de efeito estufa. Todos os produtos devem ser novos, de fabricação nacional e credenciados no Credenciamento Fina- mento (CFI) do Sistema BNDES.</p>	Até 100% do valor	<p>Livre negociação entre a instituição financeira credenciada e o beneficiário do financiamento.</p> <p>Possibilidade de utilizar o BNDES FGI (Fundo Garantidor do Investimento) para complementar as garantias oferecidas pela empresa.</p>	Não informado	TFB, TLP ou Selic + 0,95% ao ano + Taxa do agente financeiro (até 3,5% a.a.)	Até 10 anos	Até 2 anos. No financiamento da Taxa Fixa do BNDES (TFB), o período de carência é de até 1 ano.

Fontes de financiamento	Objetos de financiamento	Condições de financiamento	Contrapartidas e requisitos	Valores financiados	Taxas de Juros	Prazos	Carência
Refrota	Financiamento do setor público e privado para a implantação e requalificação de sistemas e melhorias na mobilidade urbana das pessoas - veículos do sistema de transporte por ônibus dos tipos: 1: Microônibus, Miniônibus, Midi-bus e Ônibus básicos; 2: Ônibus Padrão, Ônibus Articulado e Ônibus Biarticulado.	Até 95% do valor do investimento	Contrapartida mínima de 5% do valor do investimento	Não informado	6% ao ano + Taxa diferencial de juros de até 2% + Taxa de risco de crédito de até 1% + Taxa de risco de crédito de até 1%.	Até 20 anos	Até 48 meses
Debêntures verdes	Projetos que proporcionam benefícios ambientais relevantes na mobilidade urbana, transporte público e saneamento.	Variáveis	Lastro nos recebíveis, mas com atenuação do risco do operador	A depender das garantias oferecidas	Dependência do mercado (Para 2022, entre 6,9% e 7,4% ao ano)	Depende do mercado	Depende do mercado

Fontes de financiamento	Objetos de financiamento	Condições de financiamento	Contrapartidas e requisitos	Valores financiados	Taxas de Juros	Prazos	Carência
Bancos Comerciais CDC-PJ (Crédito Direto ao Consumidor Pessoa Jurídica)	Destinado à aquisição de bens duráveis e serviços ou mesmo sem propósito específico.	A depender do perfil de risco do tomador e das características específicas dos projetos	Garantias reais e garantias com endosso de terceiros	A depender das garantias oferecidas	Dependência do mercado (Para 2022, igual ou acima de 9,8% ao ano)	Depende do mercado	Depende do mercado
IFC Loans	Empréstimos para o setor privado destinados à aquisição de bens duráveis, como veículos, máquinas, equipamentos, além de obras civis associadas aos projetos	A depender do perfil de risco do tomador e das características específicas dos projetos	Garantias reais e garantias com endosso de terceiros	A depender das garantias oferecidas	Dependência do mercado (Para 2022, entre 8,5% e 9,8% ao ano)	Depende do mercado	Depende do mercado
Banco Mundial	Empréstimos para o setor público destinados à aquisição de bens duráveis, como veículos, máquinas, equipamentos, além de obras civis associadas aos projetos	A depender do perfil de risco da municipalidade, do grau de risco do país e das características específicas dos projetos	Garantias soberanas	A depender das garantias oferecidas	Dependência do mercado (Para 2022, entre 8,5% e 9,8% ao ano)	Depende do mercado	Depende do mercado

Fontes de financiamento	Objetos de financiamento	Condições de financiamento	Contrapartidas e requisitos	Valores financiados	Taxas de Juros	Prazos	Carência
BID Invest	Empréstimos para o setor privado destinados à aquisição de bens duráveis, como veículos, máquinas, equipamentos, além de obras civis associadas aos projetos de energia limpa	A depender do perfil de risco do tomador e das características específicas dos projetos	Garantias reais e garantias com endosso de terceiros	A depender das garantias oferecidas	Dependência do mercado (Para 2022, entre 8,5% e 9,8% ao ano)	Depende do mercado	Depende do mercado
BID	Empréstimos para o setor público destinados à aquisição de bens duráveis, como veículos, máquinas, equipamentos, além de obras civis associadas aos projetos	A depender do perfil de risco da municipalidade, do grau de risco do país e das características específicas dos projetos	Garantias soberanas	A depender das garantias oferecidas	Dependência do mercado (Para 2022, entre 8,5% e 9,8% ao ano)	Depende do mercado	Depende do mercado

Fonte: Elaboração própria com base em BNDES, BID, Banco Mundial, MDR, IFC e entrevistas

A maior parte dos financiamentos incentivados são disponibilizados pelo BNDES. Apenas o Refrota é ofertado pela Caixa Econômica Federal (com recursos do Ministério do Desenvolvimento Regional).

A modalidade CDC-PJ é a mais comum entre os bancos comerciais. Exigem garantias reais e/ou com endosso de terceiros. Os bancos das montadoras de veículos adotam o CDC-PJ nos financiamentos das aquisições de frotas feitas por operadores de transporte urbano.

Já as **debêntures verdes**, são tratadas como as “debêntures incentivadas de infraestrutura”, cuja regulação se dá por meio da Lei Federal nº 12.431/2011, alterada pela Lei nº 12.715/2012, que define as formas de acesso aos benefícios fiscais. Dessa forma, esses títulos de dívida podem se constituir em ativos atraentes nas carteiras de investimento do tipo “finanças verdes” ou ESG (fundos que prezam ações privadas em prol do meio ambiente, sociais e de governança corporativa direcionada aos menores acionistas).

Destaca-se o potencial das **debêntures verdes associadas aos projetos de eletromobilidade serem adquiridas com recursos da União Europeia (UE)**, por meio do novo fundo Lagreen. Em 2020, o Centro de Investimentos da União Europeia para a América Latina (Laif), o Ministério Alemão de Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ) e o Banco Alemão de Desenvolvimento (KfW) assinaram um acordo para uma contribuição de 15 milhões de euros da UE para o Fundo Latino-Americano de Títulos Verdes, conhecido como Lagreen.

O Lagreen apoiará particularmente os **emissores iniciantes** e aqueles comprometidos com a transparência e a qualidade ambiental dos ativos subjacentes. Todos os setores definidos nos **Princípios do Green Bond** que atendam às metas de redução das emissões de gases de efeito estufa, adaptação às mudanças climáticas e conservação da biodiversidade serão metas de investimento elegíveis, ou seja, as eventuais debêntures verdes dos projetos de eletromobilidade serão enquadráveis.

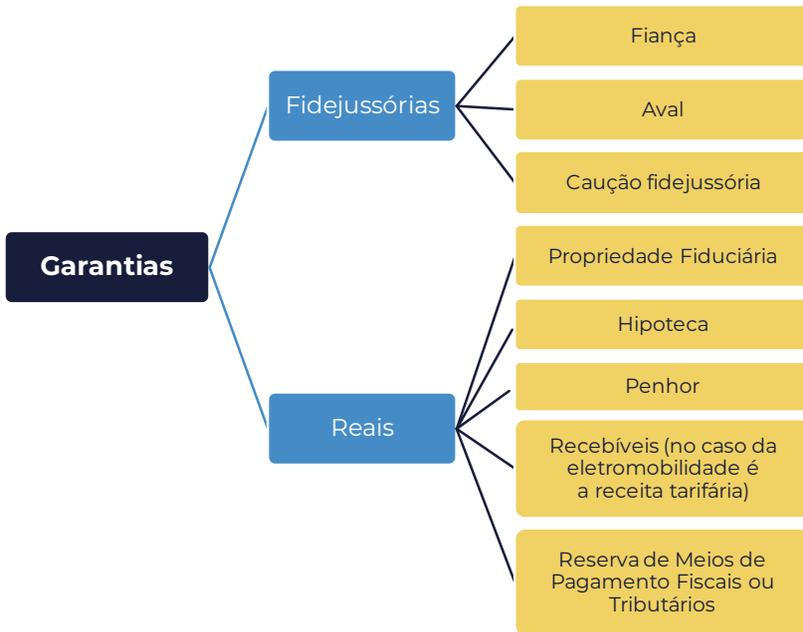
Essa iniciativa é complementada por outra já em curso no Brasil. O Banco de Desenvolvimento Alemão (KfW) escolheu cinco cidades brasileiras para financiar projetos de mobilidade urbana sustentáveis (Curitiba, Fortaleza, Recife, Salvador e Guarulhos). A iniciativa faz parte de um acordo de cooperação entre a instituição europeia, o BNDES e o Ministério do Desenvolvimento Regional. O aporte será de € 450 mil, contabilizando os cinco projetos. Os recursos para os estudos de pré-viabilidade desses projetos são do governo alemão (Ministério de Cooperação Econômica e Desenvolvimento – BMZ) e as contratações serão realizadas diretamente pelo KfW.

As instituições multilaterais, por seu turno, podem ser divididas em dois blocos: financiamento do setor público e financiamento do setor privado. Banco Mundial (BM) e Banco Interamericano (BID) financiam o setor público. Podem oferecer financiamento às administrações municipais para a implantação da infraestrutura e aquisição de veículos.

A vantagem está na possibilidade de adquirir maquinário e veículos importados – o BNDES preferencialmente financia equipamentos produzidos no Brasil (embora haja lista de “exceções”). Por outro lado, o financiamento tem a necessidade de aprovação do Poder Executivo e do Senado Federal, uma vez que são exigidas garantias soberanas. Já o **IFC e BID Invest financiam empresas privadas, todavia é necessário que as empresas cumpram os requisitos de concessão de crédito e de oferta de garantias**, além do risco cambial representado por empréstimos em moeda estrangeira. Durante esse processo de avaliação, recomenda-se que as cidades levem em consideração essas **limitações da natureza das empresas a serem financiadas**.

Independentemente da modalidade do empréstimo contratado, todos exigem garantias. As garantias podem ser de dois tipos: reais ou fidejussórias (terceiros) – ver Figura 52, que sumariza as garantias típicas de financiamento para aquisição de veículos, máquinas e equipamentos. O maior desafio é construir uma **combinação de garantias** que dê viabilidade ao financiamento das aquisições de veículos e infraestrutura, e diminua o risco associado.

Figura 5-2 – Síntese das possibilidades de garantia



Fonte: Elaboração própria com base nos requisitos do BNDES.

A garantia é crucial em qualquer financiamento e, no caso de projetos para implementação da eletromobilidade, não é diferente. Os veículos ainda não possuem mercado secundário com liquidez de revenda, as baterias têm tempo de vida útil relativamente curto e os demais equipamentos para recarga são ativos de aplicação específica. Essas características implicam que os ativos reais não são garantias suficientes na concessão dos empréstimos, e garantias adicionais – fidejussórias – tenham que ser adicionadas.

Uma das possibilidades é a própria prefeitura ser avalista quando não houver interesse ou viabilidade financeira por parte das empresas especializadas do setor privado. Assim, o poder público municipal ofertaria parte das garantias de terceiros. Entretanto, a combinação com garantias do setor

público, de forma a assegurar condições de amortização por parte das concessionárias, e as condições operacionais do sistema também podem apresentar complicações, pois dependem das condições fiscais das prefeituras e dos respectivos ordenamentos jurídicos, bem como de provisões orçamentárias (como a existência de fundos ou recursos previamente alocados para essa finalidade).

As condições das finanças públicas locais merecem atenção, também em função **das restrições orçamentárias**, seja para a **viabilização de recursos** destinados à contrapartida local dos financiamentos e investimentos, seja para garantia dos recursos para a contraprestação pública nos casos de PPP, ou ainda, na programação de recursos visando aos subsídios necessários para a prestação de serviços pelos concessionários (será exposto na Parte B deste documento).

5.2 SELEÇÃO DA MELHOR OPÇÃO DE FINANCIAMENTO

Devido à especificidade das cidades brasileiras, **não há um modelo único de negócios e de financiamento** que atenda suas necessidades e condições específicas. É preciso que os atores privados e as prefeituras adotem ou desenvolvam um modelo de negócio mais adequado à realidade local e escolham a melhor opção de financiamento [2]. A **realidade brasileira é muito diversa para se pensar num “modelo brasileiro”**, tal qual se fala de “modelo chileno” ou de um “modelo colombiano”. O “modelo brasileiro” em desenvolvimento pode não ter um padrão de financiamento específico, mas um portfólio de alternativas que se adéque aos diferentes portes de municípios e às suas respectivas escalas e capacidades, como ilustra a Figura 5-3.

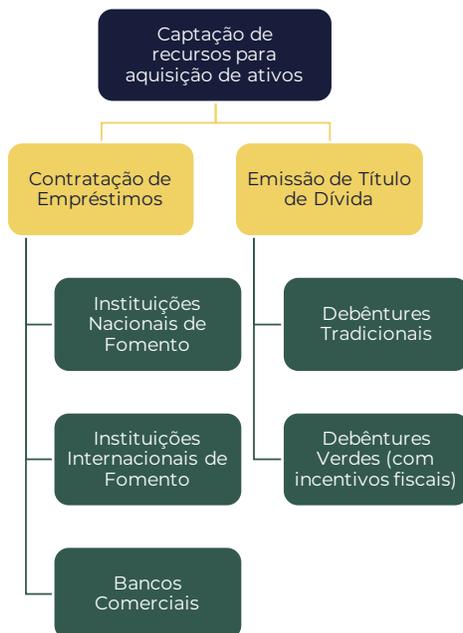
Figura 5-3 – Condicionantes para seleção da melhor opção de financiamento



Fonte: Elaboração própria.

A ferramenta **Financial Hub**, desenvolvida pelo Ministério do Desenvolvimento Regional, leva em consideração essas diferentes possibilidades para seleção do melhor financiamento em função do modelo de negócio, da estrutura regulatória do município (viabilidade normativa), das garantias do projeto, da classificação de risco de crédito da prefeitura, e do beneficiário do financiamento para aquisição do veículo (municipalidade, PPP, operador, etc.).

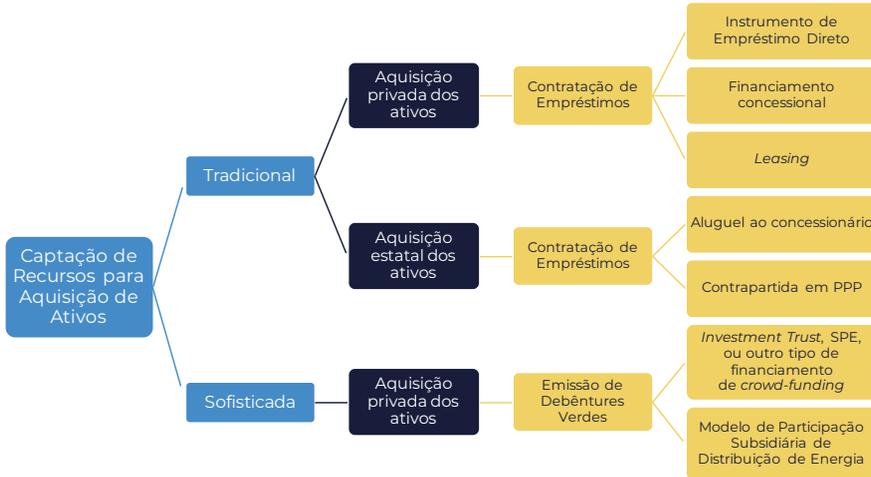
Figura 5-4 – Alternativas de captação de recursos



Fonte: Elaboração própria.

Situações com uma frota maior e uma estrutura regulatória que permita outros arranjos contratuais, para além das concessões comuns, permitiriam o acesso a fontes alternativas de recursos, como demonstrado na Figura 5-4. Trata-se de hipóteses em que não haveria dependência apenas de contratos de empréstimos, abrindo a possibilidade de participação de empresas subsidiárias de energia, por exemplo, ou ainda, da criação de Sociedades de Propósito Específico (SPE), conforme ilustrado na Figura 5-5.

Figura 5-5 – Opções de financiamento para a captação de recursos



Fonte: Elaboração própria.

Dos elementos apresentados nas sistematizações acima, há um conjunto de condições de alta complexidade para a maioria dos municípios. Além de condições técnicas de gestão e governança para, por exemplo, a constituição de **Sociedades de Propósito Específico (SPE)**, se apresentam inúmeras dificuldades relativas à gestão de riscos e garantias.

A SPE, porém, pode ser a alternativa que consiga a menor taxa de juros de financiamento. Isso porque há outros instrumentos adicionais de garantia, como os chamados de **covenants**, que são “obrigações de fazer ou de não fazer”, que tenham por objeto monitorar o fluxo de caixa do projeto ou a empresa. Essas obrigações e restrições são impostas pelo credor no contrato de financiamento (ou escritura de emissão de debênture) ao tomador (projeto) e, em determinados casos, a seus acionistas [33].

Covenants, no caso específico das SPE [34], são mecanismos de controle e intervenção no projeto de eletromobilidade que visam:

- Garantir que a SPE construa e opere o projeto de eletromobilidade conforme premissas técnicas e econômicas previstas.
- Alertar credores com antecedência sobre potenciais problemas ou desvios.
- Proteger as garantias empenhadas. Portanto, vão além da obrigação do tomador de pagar juros e principal da dívida, cumprir a legislação, construir, operar e manter o projeto.

Algumas dessas obrigações e restrições vigoram até **completion** (físico ou financeiro), outras, até a quitação integral do financiamento. Seu descumprimento, quando não consentido pelo credor (**waiver**), traz penalidades específicas previstas contratualmente.

Justamente por possuir mecanismos adicionais de garantia e permitir ao investidor maior controle sobre o projeto de investimento e sua gestão, os modelos de negócios que envolvem **PPP** e resultam em uma **SPE** estão associados a **menores taxas de juros** do que os modelos tradicionais ou verticalmente integrado.

O **leasing** (total ou parcial), por sua vez, é uma possibilidade bastante atraente por exigir menos complexidade das partes envolvidas e ainda assim apresentar taxas de juros mais atrativas. As operações de **leasing** no Brasil se caracterizam como **arrendamento mercantil**, uma modalidade financeira que envolve a alienação fiduciária do ativo, sendo reguladas pelo Banco Central do Brasil (Bacen) e que só podem ser efetuadas por meio de uma instituição financeira ou de empresa especificamente autorizada para esse fim, conforme estabelecido na Resolução Bacen nº 2.309, em seu artigo 1º [35].

Todavia, por conta das condições financeiras e de endividamento dos operadores ou pela exigência de garantias, para um conjunto de municipalidades, a viabilização da introdução da eletromobilidade pode se dar sob a forma de **aluguel** – como nos casos **de São José dos Campos, Salvador ou mesmo São Paulo**. A aquisição dos veículos (e eventualmente dos demais ativos) pode ser efetuada pela prefeitura (que

é responsável pela contratação dos empréstimos) e estes são locados aos operadores, em contrato que se responsabilizam pela manutenção deles. Em outros casos, os veículos podem ser adquiridos pelo setor privado. Na Figura 5-6 são apresentadas as formas de aquisição dos veículos de forma geral.

Figura 5-6 – Formas de aquisição dos veículos



Fonte: Elaboração própria com base em [10].

Caso o **beneficiário do financiamento for uma entidade pública**, o “arrendamento” dos ônibus e da infraestrutura de recarga não poderá ser por meio do *Leasing*, e, sim, de um contrato de locação. Esse tipo de contrato de locação pode apresentar algumas limitações, como o prazo máximo para o arrendamento dos bens, que é de 5 anos, e a renovação do contrato ao seu final.

Do ponto de vista da administração pública, a prefeitura seria proprietária e locadora dos ônibus e equipamentos, e as concessionárias seriam locatárias deles. Nessa condição, o contrato é regido pelo direito privado (artigos 565 a 578, do Código Civil), sendo que o poder público municipal estipulará o seu prazo de vigência. Esse prazo, inclusive, pode coincidir com o prazo da concessão.

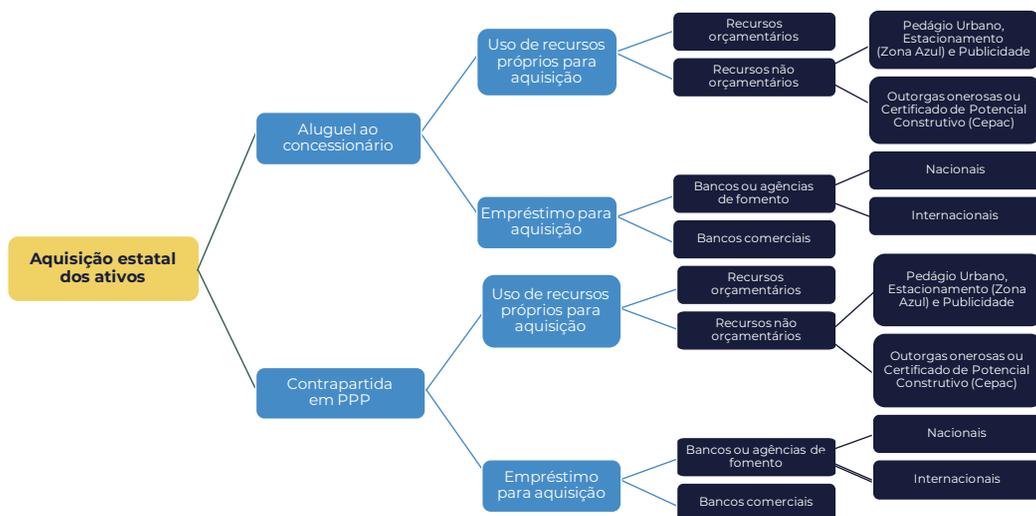
Nos casos de aluguel, sendo locador o setor público, há o exemplo da cidade de São Paulo. Os atuais contratos de concessão definem em sua Cláusula 3.48 a **possibilidade de uso pela concessionária de frota municipal, ficando sob sua**

responsabilidade o pagamento de aluguel e manutenção.

Assim, pode ter variações do locatário, que é comumente a prefeitura ou o operador de transporte.

A aquisição de ativos por parte do poder público **exige melhores condições financeiras da municipalidade**, capacidade de endividamento e as devidas **autorizações no âmbito da Lei de Responsabilidade Fiscal** (como a aprovação de operações pelo Senado Federal) e capacidade de gestão e de obtenção de recursos que não sejam exclusivamente orçamentários. A Figura 5-7 **ilustra os recursos possíveis que podem ser utilizados na aquisição estatal** dos ativos de eletromobilidade.

Figura 5-7 – Recursos para aquisição estatal de ativos de eletromobilidade



Fonte: Elaboração própria.

A Figura 5-8 faz um resumo das atividades da Etapa 4 para a implementação do projeto. Ao finalizar essa etapa, a Prefeitura já terá identificado a melhor opção de financiamento que funcionará com o modelo de negócio predefinido.

Figura 5-8 – Passos da avaliação e seleção da melhor opção de financiamento, resumo da Etapa 4



Fonte: Elaboração própria.

Ao finalizar a Etapa 4, a cidade completa todos os passos para a seleção da melhor opção de financiamento com base no diagnóstico da situação atual, a compreensão dos interesses de todas as partes interessadas e a seleção prévia do modelo de negócio mais adequado à realidade da cidade aonde vai ser desenvolvido o projeto. A seguir, a PARTE B deste CTR avalia os indicadores de monitoramento sugeridos para a cidade mensurar na fase de operação, uma vez adquiridos os ônibus elétricos e a infraestrutura de recarga.

PARTE B

**GUIA PARA
FINANCIAMENTO
NA FASE DE
OPERAÇÃO DA
FROTA ELÉTRICA**

6.

**ETAPA 5:
IMPLEMENTAÇÃO E
MONITORAMENTO**

Este capítulo fornece uma descrição de como avaliar e monitorar os diferentes indicadores financeiros durante a vida do projeto que garantam o pagamento e disponibilidade da frota. São apresentadas as melhores práticas para acompanhar operadores, fabricantes e empresas investidoras em projetos de eletromobilidade no transporte público em relação aos mecanismos de concessão de subsídio e à remuneração esperada pela prestação do serviço.

6.1 MECANISMOS DE CONCESSÃO DE SUBSÍDIO

O poder concedente, seja administração direta ou indireta, buscará caracterizar de forma mais precisa **possível os custos operacionais e a tarifa técnica**, como base para a remuneração esperada dos operadores, obtendo-se o valor por passageiro pagante, de forma a determinar claramente **as projeções de custeio do sistema pela tarifa paga pelo usuário**, as necessidades de receitas acessórias, bem como as necessidades de subsídios advindos do orçamento municipal. Nesse último caso, **é essencial o cruzamento com a disponibilidade orçamentária municipal**, ou seja, a **projeção dos subsídios necessários à manutenção do sistema e seu peso na Receita Corrente Líquida** – RCL no médio e longo prazo.

6.1.1 Sistematizando os elementos operacionais

Independentemente das características da política tarifária – seja tarifa pública paga pelo usuário, como única fonte de receitas para o sistema; ou tarifa subsidiada, por meio de subsídio cruzado ou de transferências do orçamento municipal – é crucial o detalhamento dos custos operacionais e das condições de demanda do transporte coletivo. Somente assim será possível dimensionar as condições de equilíbrio do sistema, seja para o cálculo dos reajustes das tarifas, seja

para a determinação dos recursos orçamentários e extra-orçamentários necessários à manutenção dos serviços, com a qualidade e custo esperados.

6.1.1.1 *Passageiros equivalentes*

O valor da tarifa pública é obtido pela divisão do custo total dos serviços pelo número de passageiros pagantes. Por outro lado, seja por **políticas sociais locais**, seja por **determinações constitucionais** (gratuidade de transporte a idosos, a desempregados, meias passagens a estudantes, etc.) **há um volume de subsídios cobertos de forma cruzada** ou por recursos orçamentários.

Os passageiros transportados compõem uma variável fundamental para o dimensionamento da oferta dos serviços, sendo um elemento importante a sua caracterização de acordo com a categoria tarifária – **Tarifa Comum, Vale-transporte, Estudante, Gratuidade, entre outros**. Essa caracterização permite a projeção das possibilidades de ampliação de subsídios e seu volume em relação às receitas. O número de passageiros equivalentes se dá pela ponderação do número de usuários beneficiados pelas distintas categorias de desconto somada aos usuários pagantes, constituindo-se, assim, o volume de passageiros que efetivamente pagam pelo custo dos sistemas de transporte.

O conceito de passageiro equivalente permite determinar os mecanismos de subsídio cruzado, na medida em que se imputa aos usuários pagantes os valores equivalentes aos descontos e gratuidades concedidos. Porém, dadas as condições sociais e econômicas, tal forma de financiamento do sistema é complexo. Por isso, a importância do conceito de passageiros equivalentes também deve ser considerada para dimensionar o volume de subsídios assumidos pelo poder público pelos recursos orçamentários, seu peso na composição do orçamento e as condições de sua implementação em função do quadro fiscal do município.

6.1.1.2 Custos fixos e variáveis

Os custos de operação e de manutenção (Opex) **são avaliados em R\$/km**, representando nos custos variáveis aqueles que têm relação direta com a quilometragem percorrida. Trata-se de elementos de custo como **Combustível, Lubrificantes, Custos de Rodagem, Peças e acessórios, sendo o combustível – óleo diesel o item de maior custo**. Esse custo operacional é avaliado em km/l e, no caso de ônibus elétricos, em km/kWh. Estabelecendo-se o preço desses insumos em R\$/l ou R\$/kWh é possível determinar os custos variáveis R\$/ano, por km percorrido e por passageiro.

Na nota técnica **Avaliação Técnico-Econômica de Ônibus Elétrico no Brasil**, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) apresenta a seguinte estimativa [36]:

Um ônibus elétrico a bateria apresenta custo de manutenção 24% inferior a um modelo *diesel* P7, independentemente de a recarga ser realizada no ponto de abastecimento ou ao longo da rota (MDIC, 2018b). Testes operacionais realizados na cidade de Salvador (BA) identificaram que o **valor de manutenção de ônibus elétricos pode ser até 25% menor**, se comparado aos similares a *diesel*. De acordo com o fabricante de tais veículos, a redução se deve à composição do motor por apenas três grandes componentes que necessitam de manutenção periódica.”

Outros indicadores são apresentados no Estudo de Viabilidade Econômico-Financeira para os serviços de transporte da Secretaria de Mobilidade – Semob, Salvador – BA [37] que apresenta os custos variáveis do transporte coletivo para ônibus a *diesel* e elétricos. Baseando-se na metodologia da ANTP, os custos variáveis são relacionados aos coeficientes básicos de consumo, variando de acordo com a quilometragem do sistema.

Para o cálculo do custo do combustível para veículos movidos a *diesel*, foi utilizada a seguinte expressão:

$$CC = CCCP \times PLC \times PQA$$

CC – Custo de Combustível (R\$)

CCCP – Coeficiente de Consumo de Combustível Ponderado (litros/km)

PLC – Preço do Litro de óleo *diesel* (R\$/litro)

PQA – Produção Quilométrica Anual (km)

Para o cálculo desse custo para veículos elétricos, considerou-se o quilowatt ao contrário de litros:

$$CC = CCCP \times PEE \times PQA$$

CC – Custo de Combustível (R\$)

CCCP – Coeficiente de Consumo de Combustível Ponderado (kWh/km)

PEE – Preço da Energia Elétrica (R\$/kWh)

PQA – Produção Quilométrica Anual (km)

Os mesmos procedimentos são adotados para os custos relativos a lubrificantes e peças e acessórios, sendo que, para os veículos elétricos, nesses itens se considerou o coeficiente equivalente a dois terços do valor utilizado para os veículos a *diesel*.

Quanto aos custos fixos, estes não têm relação direta com a quilometragem realizada. Tais custos se classificam em **Depreciação** (Veículos, Garagens e Equipamentos); **Despesas**

de Pessoal (Operação, Manutenção e Fiscalização); **Despesas administrativas**; **Despesas de comercialização**; **Remuneração do capital**; e **Locação de Garagens, Veículos e equipamentos**. Assim como para os custos variáveis, o método da ANTP detalha as formas de cálculo para esses elementos do custo fixo.

Entre esses elementos, destaca-se para a determinação do fluxo de caixa do sistema a Remuneração do Capital Imobilizado. Trata-se da remuneração do capital em veículos, terrenos, edificações e equipamentos de garagens, almoxarifado, equipamentos, veículos de apoio e infraestrutura. Esse destaque se apresenta pelo fato de tais custos, para os modelos de negócios que envolvem a aquisição de infraestrutura voltada aos veículos elétricos, serem superiores aos seus equivalentes a *diesel*. Dessa forma, esses custos devem estar refletidos no fluxo de caixa da operação, visando assegurar as condições de equilíbrio econômico-financeiro nos contratos de concessão, bem como para o dimensionamento do volume de subsídios necessários para a justa remuneração dos operadores.

6.1.2 Remuneração esperada pela prestação dos serviços

A prestação de serviços de transporte coletivo de passageiros busca refletir nos contratos de concessão a cobertura de todos os custos fixos e variáveis uma margem de lucro que garanta aos empresários e investidores, como em qualquer atividade econômica, o retorno adequado pelos serviços prestados. Essa remuneração **esperada se inserirá nos editais de licitação e definirá os valores das tarifas aos usuários**, bem como a participação do setor público na manutenção do sistema. Um exemplo de detalhamento dos custos do sistema de transporte, com a remuneração dos operadores e custo de operação de infraestrutura é apresentado por São Paulo na Tabela 6.

Tabela 6 – Custos do sistema de transporte coletivo urbano de passageiros na cidade de São Paulo

QUANTO CUSTA O SISTEMA DE TRANSPORTE (R\$)			
DISCRIMINAÇÃO	R\$ / mês	POR PASSAGEIRO	
		TOTAL	EQUIVALENTE
1 - CUSTO DO SISTEMA DE TRANSPORTE (1.1 + 1.2) ⁽¹⁾	748.200.283	3,42	7,26
1.1 CUSTO DE OPERAÇÃO DE TRANSPORTE (remuneração dos operadores)	682.360.485	3,12	6,62
1.1.1 Custo de Operação (Concessão + Permissão)	638.582.885	2,92	6,20
1.1.1.1 Custos fixos (Pessoal de operação, manutenção e fiscalização, manutenção de equipamentos e despesas administrativas)	368.312.844	1,68	3,57
1.1.1.2 Depreciação (veículos, garagens e equipamentos)	56.984.513	0,26	0,55
1.1.1.3 Custos variáveis (diesel, rodagem, lubrificantes, peças e acessórios)	199.638.318	0,91	1,94
1.1.1.4 Contribuição sobre a receita (2% conforme Lei Federal nº 12.546/11)	13.647.210	0,06	0,13
1.1.2 Lucro Bruto da Operação (1.1 - 1.1.1)	43.777.600	0,20	0,42
1.1.2.1 Imposto de renda e CSSL (1.1.2 - x 34%)	14.884.384	0,07	0,14
1.1.2.2 Lucro do operador (1.1.2 - 1.1.2.1)	28.893.216	0,13	0,28
1.2 CUSTOS DE OPERAÇÃO DA INFRAESTRUTURA	65.839.798	0,30	0,64
1.2.1 Terminais (operação, segurança, limpeza e manutenção dos terminais)	18.932.167	0,09	0,18
1.2.2 Comercialização de Créditos do Bilhete Único (parcela do Município nas taxas de recargas e estrutura para comercialização)	11.649.475	0,05	0,11
1.2.3 Gerenciamento (fiscalização e gerenciamento do sistema)	32.158.157	0,15	0,31
1.2.4 Operação das bilheterias dos terminais	3.100.000	0,01	0,03

Fonte: Prefeitura de São Paulo [38].

6.1.3 Política tarifária e subsídio

Num primeiro cenário, pode-se indicar que a tarifa pública, ou seja, o preço público definido pelo poder concedente cobrado dos usuários do sistema, somado a outras receitas, como publicidade nos veículos e terminais e, nestes, a locação de espaços comerciais e de serviços, cubra todos os custos da operação, incluindo a remuneração da concessionária.

Entretanto, nem todos os passageiros transportados são passageiros pagantes, havendo gratuidades e descontos em função de determinações constitucionais ou políticas sociais locais. Ademais, em determinadas circunstâncias sociais e econômicas, nem sempre é possível ao poder público transferir aos usuários pagantes o custo integral do sistema, de forma a mantê-lo em patamares satisfatórios à população e, ao mesmo tempo, garantir a qualidade e regularidade dos serviços. Por isso, a tarifa pública, cobrada desses usuários, na maioria das cidades brasileiras, é menor do que a tarifa de remuneração, aquela que efetivamente remunera a concessionária pela prestação dos serviços.

Assim, a tarifa de remuneração busca preservar a equação econômico-financeira dos contratos de concessão, estabelecendo-se nestes os critérios de revisão e reajuste. Nem sempre o valor da tarifa de remuneração está associado ao valor da tarifa pública, sendo necessário que o poder público defina com clareza essa diferenciação.

Se nos modelos de negócio convencionais essa equação já é de difícil equilíbrio, nos casos de custos iniciais mais elevados, derivados de um processo de transição para a eletromobilidade, se impõe a participação ainda mais relevante do poder local com investimentos significativos na aquisição de veículos, equipamentos e infraestrutura e / ou elevação de subsídios diretos durante o período de concessão.

Daí a importância da clareza e precisão da política tarifária, definindo-se os custos reais dos passageiros transportados e passageiros equivalentes pagantes, as fontes alternativas de recursos, as alternativas possíveis de subsídio cruzado, e, especialmente, o volume de subsídios diretos do orçamento

municipal e seu peso no conjunto da arrecadação. A tabela a seguir, extraída da planilha de cálculo tarifário em São Paulo, ainda que sem os impactos da introdução da eletromobidade, fornece um exemplo de detalhamento dos custos, permitindo o dimensionamento das fontes e dos subsídios necessários para a manutenção do sistema.

Tabela 7 – Resumo da planilha tarifária do sistema de transporte coletivo urbano de passageiros na cidade de São Paulo

1. O QUE É O SISTEMA DE TRANSPORTE	R\$
1.1 TARIFA PROPOSTA PARA JAN/20 (R\$)	4,40
1.2 PASSAGEIROS TRANSPORTADOS (inclui todas as modalidades de pagamento de tarifa) - milhões/mês	218,7
1.3 PASSAGEIROS EQUIVALENTES (exclui gratuidades, integração ônibus-ônibus e considera cada estudante pagante igual a 0,5 pagante e cada integração com trilhos comum igual a 0,82 pagante) - milhões/mês	103,1
1.4 FROTA (inclui reserva técnica operacional) Unidades de veículos	14.077

DISCRIMINAÇÃO	% relativo	R\$ milhões/mês	R\$ por passageiro equivalente	R\$ milhões/ano
2. QUANTO CUSTA O SISTEMA DE TRANSPORTE	100%	748,2	7,26	8.978,4
2.1 CUSTO DE OPERAÇÃO DO TRANSPORTE (ônibus, pessoal, diesel, lucro do operador, etc.)	91%	682,4	6,62	8.188,3
2.2 CUSTO DE OPERAÇÃO DA INFRAESTRUTURA (comercialização de créditos do Bilhete Único, terminais, gerenciamento)	9%	65,8	0,64	790,1
3. QUEM PAGA A CONTA DO TRANSPORTE	100%	748,2	7,26	8.978,4
3.1 USUÁRIO + EMPREGADOR	64%	476,0	4,62	5.711,7
3.1.1 Usuário pagante	49%	368,9	3,58	4.426,7
3.1.2 Empregador (participação no custeio do Vale-Transporte)	14%	107,1	1,04	1.284,9

DISCRIMINAÇÃO	% relativo	R\$ milhões/mês	R\$ por passageiro equivalente	R\$ milhões/ano
3.2 MUNICÍPIO (recursos orçamentários da Prefeitura do Município de São Paulo)	35%	259,7	2,52	3.116,6
3.2.1 Subsídio direto ao usuário	28%	209,3	2,03	2.512,0
3.2.1.1 Política de transporte coletivo (integração ônibus-ônibus e ônibus-trilhos)	5%	35,6	0,35	426,9
3.2.1.2 Política educacional (custo da gratuidade e meia tarifa dos estudantes)	8%	61,4	0,60	736,7
3.2.1.3 Políticas sociais (idosos e pessoas com deficiência)	15%	112,4	1,09	1.348,4
3.2.2 Recursos públicos municipais para infraestrutura	7%	50,4	0,49	604,6
3.3 OUTRAS FONTES (multas, publicidade, taxas de recarga, aluguéis)	2%	12,5	0,12	150,1

Fonte: Prefeitura de São Paulo [38].

Nesse caso, 35% dos custos do sistema de transporte são assumidos com recursos orçamentários do município, sendo 7% para a infraestrutura e 28% em subsídios diretos ao usuário, distribuídos entre integração, meia tarifa a estudantes e gratuidades decorrentes de políticas sociais, como idosos e pessoas com deficiência. Considerando a Receita Corrente Líquida do Município de São Paulo, para o ano de 2019, esses 35% dos custos de transporte equivalem a 5,75% da RCL. Guardadas as condições e especificidades de cada localidade, estimativas e projeções desse tipo são essenciais para determinar as condições de manutenção e equilíbrio do sistema em médio e longo prazo.

É preciso considerar os diversos riscos que podem elevar as necessidades de repasses e subsídios municipais ou aprofundar a precariedade dos serviços. Tais riscos podem ser

resumidos como as possibilidades de queda de demanda, a elevação de custos operacionais, como *diesel*, lubrificantes, peças e acessórios, elevação dos preços de ativos, dificuldade de implantação de novas tecnologias, perda de receitas públicas e desequilíbrio fiscal, incorrendo em inadimplemento das prefeituras locais, entre outros. Importante ressaltar que todos esses riscos se referem ao veículo a *diesel*, sendo que, em relação ao elétrico, de forma simétrica tem também risco de demanda e incerteza dos custos operacionais devido à nova tecnologia.

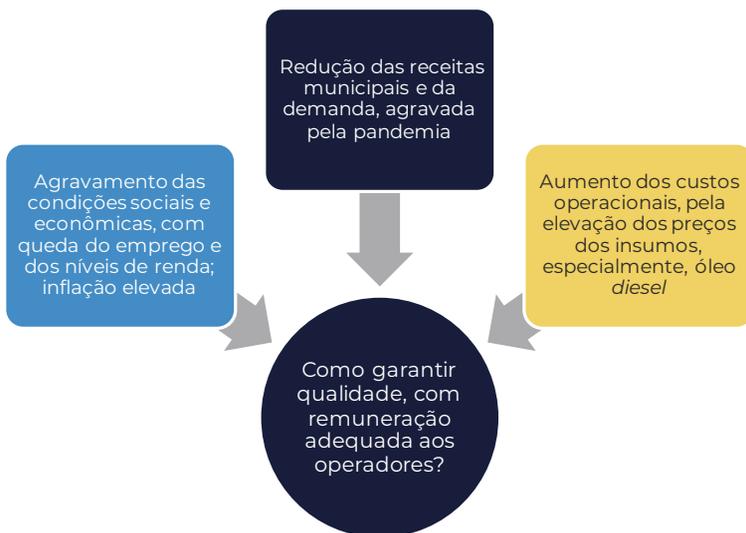
No caso dos ônibus movidos a eletricidade por bateria, como já apontado, os custos de operação e manutenção são menores do que os dos ônibus movidos a óleo *diesel*, demonstrando que essa transição poderá resultar, além dos ganhos ambientais, em condições favoráveis de equilíbrio econômico do sistema no longo prazo. Porém, quando se acrescentam em tais custos a amortização dos investimentos da infraestrutura necessária e dos veículos elétricos, a revisão dos repasses e subsídios é necessária para garantir o equilíbrio da operação.

A seguir, passos para a avaliação do financiamento para a operação do sistema de transporte coletivo nas cidades brasileiras.

6.2 FINANCIAMENTO PARA OPERAÇÃO DO SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO

A sustentabilidade do sistema de transporte coletivo urbano, em médio e longo prazo, depende de condições que assegurem o equilíbrio econômico e financeiro dos contratos de concessão. A questão de como garantir serviços de transporte coletivo urbano de passageiros com quantidade e qualidade, com custos reduzidos e tarifas acessíveis e, ao mesmo tempo, com a justa remuneração das empresas operadoras impõe desafios bastante complexos à gestão pública local.

Figura 6-1 – Complexidade dos sistemas de transporte no contexto atual.



Fonte: Elaboração própria.

O contexto atual e as perspectivas para o futuro próximo de agravamento das condições sociais e econômicas, com queda dos níveis de renda, inflação elevada, redução das receitas municipais, redução da demanda, agravada pela pandemia, além do aumento dos custos operacionais do sistema pela elevação dos preços dos insumos, especialmente óleo *diesel*, torna praticamente inviável a manutenção dos serviços com qualidade, e, de outro lado, a remuneração adequada às empresas concessionárias, baseando-se exclusivamente em receitas decorrentes das tarifas pagas pelos usuários.

No caso da transição para ônibus movidos a bateria, o menor custo operacional em relação ao ônibus a diesel se deve, especialmente, em função dos altos custos operacionais associados ao óleo *diesel*, lubrificante e peças móveis e acessórios. Dessa forma, é possível projetar para o médio e longo prazo vantagens econômicas aos usuários, setor público e operadores compensando os custos fixos mais elevados

(ver ferramenta *Costs and Emissions Appraisal Tool for Transit Buses* - CEA Tool – desenvolvida pela WRI) [39].

Além das condições de financiamento dos investimentos, condições de garantia, acesso a recursos de diversas fontes de fomento, bem como os riscos associados a essas operações, temas já tratados nas etapas do projeto até aqui desenvolvidas, coloca-se em pauta, as condições de financiamento dos custos operacionais do sistema. Não se trata de modelagem detalhada dos processos de cálculo de custos operacionais, pois para isso existem guias práticos e modelos de planilhas, como os disponibilizados pela Associação Nacional de Transportes Públicos = ANTP.⁹ Neste documento, busca-se apontar os elementos que são observados quando da estruturação do modelo de negócio e do programa de transição para a eletromobilidade, de forma a assegurar no curto, médio e longo prazo as condições de garantia do equilíbrio econômico e financeiro dos novos contratos de concessão.

6.3 MONITORAMENTO DE INDICADORES FINANCEIROS E AVALIAÇÃO DO PROJETO

Esta seção descreve indicadores de rentabilidade que analisam a capacidade do projeto de eletromobilidade para converter receitas em lucros; índices que são essenciais para que o banco determine se o fluxo de caixa gerado é suficiente para pagar a dívida; e o perfil da dívida, que explica os elementos que a compõem, tais como o prazo, a vida média e o cronograma de amortizações que são críticos para os projetos de ônibus elétricos.

⁹ ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE COLETIVO – ANTP. **Custos dos serviços de transporte público por ônibus:** método de cálculo. 2017.

A Figura 6-2 mostra os indicadores financeiros sugeridos na Etapa 5 de implementação e monitoramento do projeto de ônibus elétricos. Cada um dos indicadores é explicado de forma geral, bem como seu impacto no projeto e as diferenças em relação à operação a *diesel*. No nível estratégico deste CTR, o comportamento e os valores esperados de cada um desses indicadores financeiros são definidos pela instituição financeira e as condições próprias do financiamento e dependendo do beneficiário, que pode ser a prefeitura, um ente privado ou uma empresa por meio de licitação.

Figura 6-2 – Indicadores financeiros para a estruturação de projeto de eletromobilidade



Fonte: Elaboração própria.

6.3.1 Indicadores de rentabilidade

Quais são os indicadores de rentabilidade?

- São os indicadores que o banco analisa para avaliar a gestão do projeto, sua viabilidade e como as receitas da operação dos ônibus elétricos se transformam em lucros para o acionista e para o projeto como um todo.
- É necessário realizar uma análise das premissas do modelo financeiro para que os indicadores reflitam a realidade do projeto de energia renovável por meio da compreensão do setor e da região de desenvolvimento.

A seguir são descritos os indicadores de rentabilidade mais importantes.

6.3.1.1 TIR do Equity

O que é a Taxa Interna de Retorno (TIR) do Equity?

- É a medida da taxa de retorno esperada pelos investidores sobre seu investimento de capital no projeto. O cálculo desse indicador deve ser feito com base no retorno de caixa do investimento de capital. Para o cálculo, devem ser considerados somente os fluxos de caixa destinados ao pagamento dos acionistas da SPE.
- Esse é o indicador mais importante para os investidores, pois permite verificar se o investimento no projeto é aceitável com base no retorno esperado. Os investidores decidem se o investimento no projeto é aceitável, comparando a TIR do equity com uma taxa de obstáculo.

As taxas de obstáculos são determinadas com base nos seguintes elementos:

- Custo médio ponderado de capital dos investidores dos ativos de eletromobilidade;
- Retorno adicional sobre o custo de capital necessário para um risco específico;
- Competitividade de mercado;
- Viabilidade do projeto.

Intervalo de uma TIR de projeto

No Brasil, o caso de São Paulo tem uma TIR do projeto para os projetos de energia renovável dentro de um intervalo de 9% e 14% a.a.

Fonte: Análise da implantação de ônibus zero emissão na frota de um operador de ônibus da cidade de São Paulo, ICCT & C40, 2022 [23]

6.3.1.2 TIR do *blended Equity*

A dívida subordinada é um instrumento de renda fixa, cuja cobrança pelo titular acompanha o pagamento aos outros credores comuns. É um mecanismo que pode ser utilizado no financiamento dos ativos de eletromobilidade devido ao Capex elevado. São características da dívida subordinada:

- O titular é o último na ordem de prioridade para a cobrança da dívida;
- O titular assume um risco maior de perda em caso de liquidação;
- Oferece um retorno maior.

6.3.1.3 Outros indicadores de rentabilidade

Além do cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR), também é importante analisar outros indicadores, que são apresentados abaixo. O indicador, sua lógica e método de cálculo são descritos na Tabela 8.

O que é a TIR do *Blended Equity*?

- É uma medida de retorno que considera tanto o *equity* quanto a dívida subordinada. É a mesma taxa de desconto, incluindo os fluxos de caixa do patrimônio líquido do investidor, quem será o beneficiário de financiamento e da dívida subordinada. Normalmente é calculada após os impostos pagos pela operação dos ônibus.
- Os investidores também podem investir sob a forma de dívida subordinada. Normalmente, o *equity* é mínimo em comparação com a dívida subordinada.

Tabela 8 – Indicadores de rentabilidade-chave

Medida	Descrição	Objetivo	Cálculo
Valor Presente Líquido (VPL)	Fluxos de caixa futuros descontados do projeto (a taxa de desconto pode ser a taxa de obstáculo).	Mostra se o lucro líquido do projeto será positivo ou negativo, avaliado no valor atual.	$VPL = \sum C_i / (1+r)^t$ <p> C_i = Caixa no período i r = taxa de desconto do período i t = número de períodos total </p>
Período de retorno (payback)	Tempo previsto para que o projeto recupere o investimento. Para projetos de eletromobilitade, os períodos de retorno variam de 10 anos a 15 anos dependendo da taxa de retorno, Capex total, entre outras variáveis [36].	Indica o tempo necessário para que o projeto gere uma margem positiva em relação ao investimento inicial.	Payback=número de anos
Período de reembolso com desconto	Período de retorno, avaliando os fluxos de caixa no valor atual.	Mostra o tempo necessário para que o projeto recupere o investimento, considerando o valor do dinheiro no tempo.	Payback descontado=número de anos
Taxa de retorno do investimento	Fluxos de caixa futuros comparados com o valor do investimento	Permite avaliar a margem de lucro em relação ao investimento inicial	Índice de rentabilidade -investimento=VPL/ investimento
Margem operacional	Margem de lucro nas atividades comerciais normais da empresa do projeto	Ela permite determinar a rentabilidade do projeto decorrente de suas principais atividades.	Margem operacional=lucro operacional/ receitas
TIR do Projeto	TIR calculada a partir dos fluxos de caixa do projeto antes do serviço da dívida e das contribuições.	Ela permite avaliar a taxa de retorno dos fluxos de caixa do projeto.	TIR=r tal que VPL=0

6.3.2 Indicadores financeiros

É necessário que os bancos estabeleçam os rácios mínimos exigidos para a concessão de dívidas, pois isso permite reduzir o risco de crédito para viabilizar os projetos de eletromobilidade. Se em algum período o índice estabelecido não for gerado, será necessário avaliar modificações nas condições de pagamento da dívida. No decorrer da execução do projeto de eletromobilidade, a instituição financeira realizará um monitoramento periódico para garantir o cumprimento dos rácios mínimos estabelecidos durante a vigência do pagamento da frota elétrica e da infraestrutura de recarga.

6.3.2.1 Rácios de cobertura

Os índices de cobertura determinam o nível de proteção que um banco terá para receber os pagamentos do serviço da dívida. Dependendo do nível de risco do projeto, podem ser necessários rácios mais altos para conceder o financiamento. Do ponto de vista do banco, a análise que reduz o risco de crédito são os índices de cobertura que cobram importância no financiamento de ativos que estão entrando nas novas linhas de financiamento dos bancos como os ônibus e a infraestrutura de recarga.

Os rácios que devem ser monitorados durante a implementação do financiamento são:

- Rácio de Cobertura do Serviço da Dívida (RCSD)
- Rácio de Cobertura da Vida da Dívida (RCVD)
- Rácio de Cobertura de Vida do Projeto (RCVP)

Vale mencionar que o Rácio de Cobertura do Serviço da Dívida (RCSD) permite que os bancos definam os principais termos do financiamento, como o montante máximo do projeto a ser financiado, o *equity* total necessário para o primeiro ano e os seguintes, e a distribuição de dividendos aos seus investidores.

Os três indicadores principais são apresentados na Tabela 9. Esses indicadores são monitorados pelas instituições financeiras durante a vida útil dos empréstimos e cobram especial importância no financiamento dos ativos de eletromobilidade que começam a ter visibilidade no mercado brasileiro.

Tabela 9 – Rácios de cobertura

Indicador	Rácio de Cobertura do Serviço da Dívida (RCSD)	Rácio de Cobertura da Vida da Dívida (RCVD)	Rácio de Cobertura de Vida do Projeto (RCVP)
Definição	É o indicador mais importante para os bancos, pois mostra se o fluxo de caixa do projeto é suficiente para pagar a dívida. É usado para determinar o grau de alavancagem aprovado para um projeto.	Número de vezes que os fluxos de caixa do projeto ao longo da vida da dívida são capazes de pagar o saldo. É como o RCSD, mas leva em conta toda a vida útil do empréstimo para o pagamento dos ativos de eletromobilidade.	Capacidade de pagar a dívida após seu vencimento original, se ela não pôde ser paga no prazo.
Fórmula	$\text{RCSD} = \frac{\text{fluxo de caixa livre durante o ano}}{\text{serviço da dívida durante o ano}}$	$\text{RCVD} = \frac{\text{fluxo de caixa livre desde o início da operação até o vencimento da dívida levado ao valor presente}}{\text{dívida pendente ou saldo}}$	$\text{RCVP} = \frac{\text{fluxo de caixa livre desde o início da operação até o final do projeto levado ao valor presente}}{\text{dívida pendente ou saldo}}$

Vale mencionar que o RCSD é o indicador mais relevante para os bancos na concessão do financiamento e permite definir os principais termos do financiamento, como o montante máximo do projeto a ser financiado (Capex total dos ativos de eletromobilidade) e o *Equity* necessário para o primeiro ano e os seguintes, e a distribuição de dividendos aos seus investidores. O mínimo do RCSD deve ser definido pelo

banco, dependendo do risco do projeto. O tipo de financiamento que assegura com maior probabilidade o cumprimento do RCSD é o de financiamento estruturado, que é a **modalidade de financiamento na qual os fluxos de caixa do projeto são a única fonte de pagamento da dívida**. A modalidade do financiamento estruturado ou “*project financing*” é comumente feito pelo privado com uma participação ativa do operador para fazer seguimento dos cumprimentos dos indicadores.

Os bancos devem assegurar que o projeto a ser financiado por meio do financiamento estruturado gere fluxos de caixa suficientes para cobrir o serviço da dívida em todos os períodos. Quanto mais arriscado o projeto, maior será o índice definido para que haja mais segurança do correto pagamento da dívida, de acordo com as condições estipuladas. Se o RCSD mínimo requerido inicialmente não for cumprido em qualquer período, podem ser feitas modificações nos valores de amortização para sanar a situação, o que é comum nos períodos de amortização dos ativos de eletromobilidade.

Os índices de cobertura são fundamentais para determinar o montante da dívida a ser concedida pelo banco. Em vez de valores preestabelecidos, recomenda-se que os bancos calculem esses índices (em particular o RCSD) para estabelecer o montante da dívida para a aquisição dos ativos de eletromobilidade.

6.3.2.2 *Índice de endividamento /Equity*

Os índices de cobertura são fundamentais para determinar o montante da dívida a ser concedida pelo banco. Em vez de valores preestabelecidos, recomenda-se que os bancos calculem esses índices (em particular o RCSD) para estabelecer o montante da dívida. O índice de endividamento */equity* ou em inglês *ratio Debt to Equity* reflete o risco do projeto. Os projetos de alto risco, como os projetos de eletromobilidade, têm um baixo índice de endividamento */equity*. Em projetos de eletromobilidade, espera-se que o índice de endividamento */equity* do beneficiário do financiamento seja de 20/80 ou 30/70, mostrando o músculo financeiro necessário para entrar nesse empréstimo. Esse índice é mais comum, já que o índice de endividamento */equity* é alterado à medida que os reembolsos de capital são realizados, deve diminuir até chegar a

zero no início do período de cauda da dívida. Em projetos de eletromobilidade, espera-se que o índice endividamento

O projeto pode ser apoiado por fundos de contingência, seja de capital ou dívida, como os seguintes exemplos:

- **Dívida:** Financiamento de contingência: § os projetos devem ter financiamento de contingência para cobrir os custos adicionais durante a execução.
- **100% de capital de contingência:** após a conclusão da execução, a SPE solicita um “empréstimo-ponte”, cujo montante é igual ao *equity (Equity bridge loan)*, que são empréstimos de curto prazo que cobrem temporariamente os custos de capital dos investidores do projeto.
- **Projetos sem Equity:** os projetos que são estruturados para proteger seus riscos de receita com um contrato de *offtake* proporcionam maior certeza de geração de fluxo de caixa.

Do ponto de vista da instituição financeira, os projetos de capital são preferíveis, pois transferem uma determinada porcentagem do risco para os investidores. Além disso, como o capital dos investidores está comprometido, eles estarão mais interessados no sucesso do projeto. Por outro lado, é do interesse dos bancos que a SPE tenha fundos de contingência para que os custos adicionais possam ser cobertos durante a fase de execução, permitindo que o projeto seja sustentável.

6.3.3 Perfil do serviço da dívida

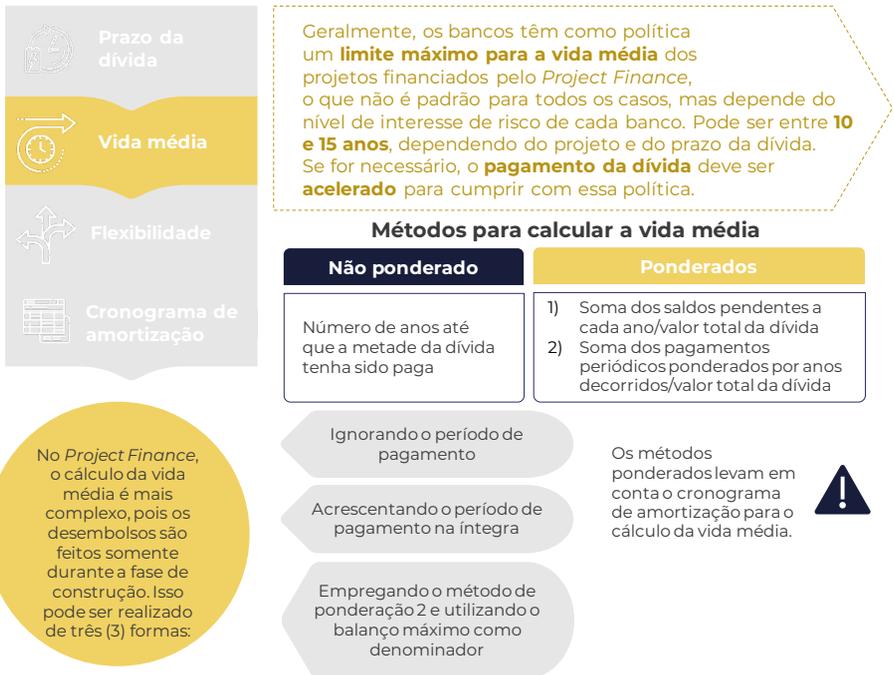
O perfil do serviço da dívida é composto pelo prazo, vida média, flexibilidade da dívida e cronograma de amortização. Cada um desses elementos afeta o retorno para os investidores e para os bancos. Os elementos da dívida variam de acordo com o perfil da empresa que necessita de financiamento. A seguir, são descritos os principais pontos-chave que determinam as possíveis variações dos elementos que definem o perfil do serviço da dívida.

Figura 6-3 – Perfil do serviço da dívida: prazo da dívida



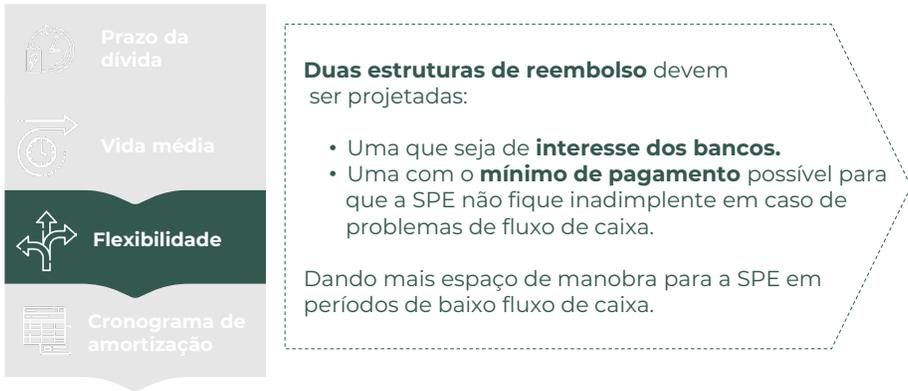
Fonte: Elaboração própria

Figura 6-4 – Perfil do serviço da dívida: vida média



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6-5 – Perfil do serviço da dívida: flexibilidade



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6-6 – Perfil do serviço da dívida: cronograma de amortização



Fonte: Elaboração própria.

O perfil do serviço da dívida vai definir a sustentabilidade do financiamento e a necessidade de um subsídio. Uma vez identificado déficit na fase de operação para cobrir as despesas do financiamento e da operação, podem ser avaliados mecanismos de concessão de subsídio, a seguir.

6.4 IMPLEMENTAÇÃO DE POLÍTICA DE SUBSÍDIOS NO ORÇAMENTO MUNICIPAL

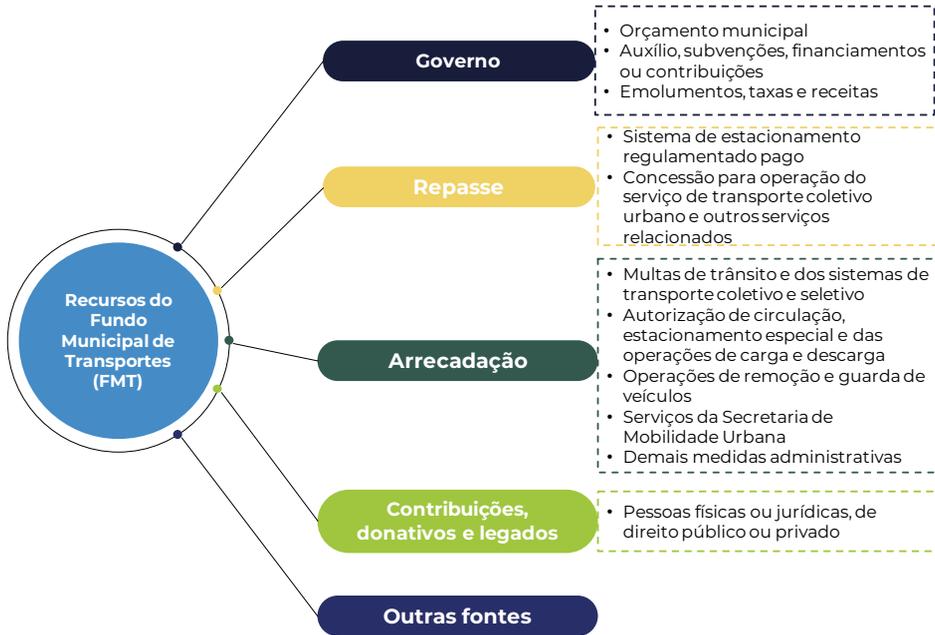
Sinteticamente, os recursos voltados aos investimentos (Despesas de Capital) podem vir de receitas de capital – operações de crédito e transferências de capital, e na maioria das vezes são complementados por receitas correntes –, Receitas Tributárias e Transferências Correntes. Os recursos destinados aos subsídios, por outro lado, vêm das receitas correntes, necessariamente, tendo como fontes em alguns casos Fundos Municipais, combinados com recursos do Tesouro Municipal. Por exemplo, as despesas com subsídio podem ser classificadas nos orçamentos municipais com as seguintes rubricas.

Órgão - Secretaria Municipal de Mobilidade e Transportes - SMT
Função Transporte
Subfunção Transportes Coletivos Urbanos
Programa - Melhoria da mobilidade urbana universal
Atividade - Compensações tarifárias do sistema de ônibus
Contribuições
Outras Despesas Correntes

Seja por meio dos investimentos em aquisição ou instalação (despesas de capital), ou das contribuições para as compensações tarifárias (subsídios), caracterizadas como despesas correntes de caráter continuado, devem estar previstas no Plano Plurianual – PPA e detalhadamente apresentadas na Lei Orçamentária Anual – LOA.

Com relação às fontes de recursos que se vinculam aos Fundos destinados ao sistema de transportes, um exemplo bastante abrangente vem do Fundo Municipal de Transportes de São José dos Campos, instituído pela Lei nº 5.185, de 1º de abril de 1998, alterada pela Lei nº 10.312, de 04 de maio de 2021, estabelecendo em seu artigo 3º, as fontes de recursos que compõem o Fundo.

Figura 6-7 – Recursos do Fundo Municipal de Transportes de São José dos Campos



Fonte: Elaboração própria com base em Prefeitura de São José dos Campos (1998) [40].

Esses recursos do Fundo de Transportes de São José dos Campos se destinam ao desenvolvimento, implantação, incentivo, investimento e custeio de projetos relativos a [40]:

- Sistemas de planejamento, gerenciamento e apoio à operação dos transportes coletivo e seletivo urbano¹⁰;
- Infraestrutura dos transportes coletivo e seletivo urbano;

¹⁰ O transporte seletivo ou especial é aquele destinado a atender exclusivamente o servidor, individualmente, sem relação com o serviço coletivo e ordinário. Entende-se também como transporte regular rodoviário seletivo o serviço que se utiliza de veículos equipados com poltronas reclináveis, estofadas, numeradas, com bagageiros externos e porta-pacotes em seu interior, com apenas uma porta, não sendo permitido o transporte de passageiros em pé.

- Engenharia de tráfego;
- Sistemas, equipamentos e dispositivos relativos à sinalização viária; e
- Sistemas, equipamentos e dispositivos de apoio ao planejamento, operação e fiscalização do trânsito.

No Brasil, visando à manutenção dos serviços com qualidade, e, de outro lado, a remuneração adequada às empresas concessionárias, capitais como Brasília, São Paulo, Belo Horizonte, Curitiba, entre outras capitais e grandes cidades, têm políticas de subsídio à operação de distintas naturezas e origens.

A seguir são apresentados alguns estudos de caso de cidades que implementaram frotas elétricas e as soluções de financiamento adotadas.

6.4.1 Estudos de caso de modelos de financiamento

As experiências de cidades que já implementaram ônibus elétricos permitem avaliar os modelos de financiamento adotados para diferentes contextos. A seguir, são apresentados casos de implantação de frotas elétricas que demonstram as estratégias marcadas, soluções de financiamento e os prazos necessários para a implementação.



Shenzhen, China

O processo de eletrificação da frota de ônibus em Shenzhen (China) durou oito anos, desde 2009, quando o governo local elaborou um plano para renovar a frota com veículos mais limpos, até 2017, quando 100% da frota foi eletrificada. Os testes-piloto começaram em 2011, com uma incorporação gradual a cada ano, até ultrapassar 16.000 ônibus elétricos em 2017. É importante destacar que, para alcançar esse objetivo, foram necessários subsídios significativos do governo federal e local da China, que até 2016 cobriram mais da metade do custo inicial para a incorporação dos veículos elétricos.

Fonte: Elaboração própria. Foto: *Xataka (2018) [41]*.

Londres



Em 2016, o Go-Ahead tornou-se o primeiro operador na cidade de Londres a realizar uma conversão de frota para ônibus elétricos, depois de superar diversos obstáculos logísticos para adaptar suas instalações à nova infraestrutura necessária, bem como para adotar novas práticas para agilizar e otimizar o fornecimento dos serviços de acordo com as exigências de recarga.

Paralelamente, o *Transport for London* (TfL) vem realizando testes-piloto para a introdução de veículos elétricos e veículos de baixas emissões em corredores de ônibus selecionados, bem como a adaptação de novas instalações para a operação elétrica, com o objetivo de ter todos os ônibus neutros em emissões até 2034.

Fonte: Elaboração própria. Foto: *Electrive* (2019) [42].

Paris



Em Paris (França), a implantação de ônibus elétricos ainda está em andamento. O objetivo das autoridades e da empresa pública fornecedora do serviço de transporte *Regie Autonome des Transports Parisiens* (RATP) é renovar todos os quase 5.000 veículos até 2025, dos quais pelo menos 3.000 sejam elétricos. O primeiro marco no âmbito desse plano foi o lançamento de uma licitação pública em 2018, que visava a aquisição de 800 ônibus elétricos. O processo envolve o incentivo ao desenvolvimento de fornecedores locais e a criação de uma parceria entre a RATP e empresa local de energia elétrica para avaliar a viabilidade do projeto.

Fonte: Elaboração própria. Foto: *Via Trolebus* (2019) [43].

Santiago



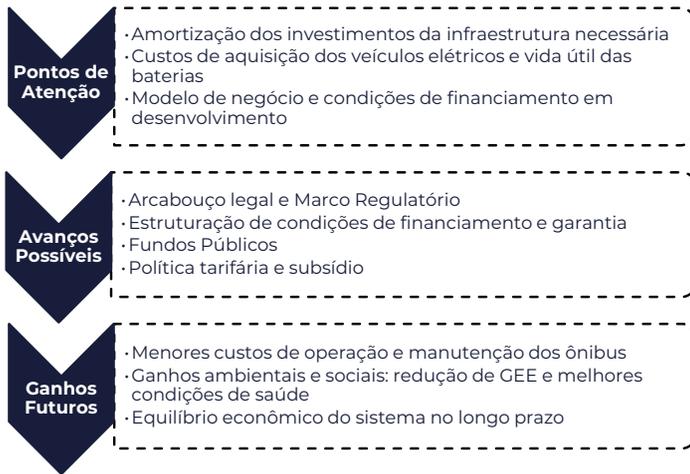
O processo de incorporação gradual de frotas elétricas no sistema de transporte metropolitano em Santiago (Chile) teve início em 2016, quando foi formado um consórcio entre o operador MetBus e a ENEL X. Isso levou ao desenvolvimento de estudos de viabilidade e aos primeiros testes-piloto para verificar a adequação dessa tecnologia às rotas em operação.

Em 2017, foram definidas as metas de transição energética, estabelecendo que até 2050 todos os veículos de transporte público no país devem ser elétricos (em Santiago, a meta deve ser alcançada em 2035). No final de 2018 e início de 2019, os primeiros 100 ônibus elétricos entraram em operação com o governo federal contribuindo para a operação com fundos públicos. A partir dessa experiência, o modelo implementado foi replicado em outros corredores, com aproximadamente 800 veículos elétricos operando na cidade desde 2021.

Fonte: Elaboração própria com base em [15]. Foto: Recargados (2020) [44].

Em resumo, a identificação dos indicadores financeiros, tanto críticos como os de monitoramento regular, é um passo muito importante antes da implantação definitiva do projeto. A definição do subsídio e os mecanismos de receitas vão definir aqueles indicadores que serão mais críticos do que outros. O monitoramento desses indicadores de forma transparente entre todos os atores envolvidos será parte essencial do sucesso do projeto ao longo da concessão. Esse monitoramento é parte dos principais pontos de atenção, avanços possíveis e ganhos futuros, anotados na Figura 6-8.

Figura 6-8 – Pontos de atenção, avanços possíveis e ganhos futuros



Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 6-9 é apresentado o resumo das atividades que visam orientar as cidades ou implementadores do projeto a atingir condições financeiras sustentáveis durante a etapa de operação.

Figura 6-9 – Passos para a implementação e monitoramento do projeto, resumo das atividades da Etapa 5



Fonte: Elaboração própria

A Etapa 5 é um processo de passos que deve ser iterativo durante a vida útil do projeto para garantir a continuidade do serviço com ônibus elétricos, além de abrir a possibilidade de atrair mais interesse de investimento para expandir a frota elétrica da cidade. Apresentar finanças saudáveis no primeiro projeto em escala na cidade pode demonstrar a todas as partes interessadas a atratividade financeira e econômica dos projetos de eletromobilidade. Mesmo se não for possível obter subsídios nas fases iniciais do projeto, o monitoramento dos indicadores de rentabilidade aqui apresentados pode garantir a continuidade da operação enquanto as fontes de receitas são diversificadas.

7.

REFERÊNCIAS

- [1] ZEBRA. **Investing in electric bus deployment in Latin America**, 2020.
- [2] C40 CITIES FINANCE FACILITY. **Modelos y Fuentes de financiación para proyectos de movilidad de cero emisiones en México**. Ciudad de México, 2021.
- [3] Pascoal, E. T.; FURTADO, A. E.; FERREIRA FILHO, V. S. **Eletromobilidade no Brasil: iniciativas, oportunidades e desafios**, 2018.
- [4] PLATAFORMA NACIONAL DE MOBILIDADE ELÉTRICA. **Mapeamento e diagnóstico das iniciativas sobre mobilidade elétrica no Brasil**, 2018.
- [5] MOBILITAS. **Avanços dos ônibus elétricos na América Latina**, 2021.
- [6] ICCT. **Avaliação Internacional de Políticas Públicas para Eletromobilidade em Frotas Urbanas**, 2018.
- [7] BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE. **Electric Buses in Cities Driving Towards Cleaner Air and Lower CO2**, 2018.
- [8] ICCT; C40 CITIES. **Accelerating a market transition in Latin America: new business models for electric bus deployment**, 2020.
- [9] PLATAFORMA NACIONAL DE MOBILIDADE ELÉTRICA. **1º Anuário Brasileiro da Mobilidade**, 2021.
- [10] WRI BRASIL. Guia de Eletromobilidade: orientações para a estruturação de projetos no transporte coletivo por ônibus. **Mobilidade Urbana de Baixo Carbono**, 2022.
- [11] ICCT. **International Evaluation of Public Policies for Electromobility in Urban Fleets**, 2018. [Online].

- [12] SUBSECRETARÍA DE PLANIFICACIÓN DE LA MOVILIDAD. **Buses Eléctricos**. Prueba Piloto de Buses de Combustibles Alternativos. Buenos Aires, 2021.
- [13] ROLIM, F.; BRASILEIRO, A.; SANTOS, E. **Competition in Brazilian bus and coach services**: the results of recent competitive tendering processes. 2010. [Online].
- [14] ARAGÃO, J.; BRASILEIRO, A. **The Brazilian Urban Bus Industry**: present challenges and future perspectives, 1999. [Online]. Disponível em: <http://hdl.handle.net/2123/6585>.
- [15] THE WORLD BANK. **Lessons from Chile**: experience with e-mobility, 2019.
- [16] BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. **Reporte**: Costos y tarifas de remuneración por vehículo y por kilómetro, para vehículos eléctricos de la flota Troncal y No troncal de la Fase III del Sistema Integrado de Transporte Publico SITP, 2019.
- [17] BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. **Análisis y diseño de modelos de negocio y mecanismos de financiación para buses eléctricos en Lima**, Perú. 2020.
- [18] WRI. **How to Enable Electric Bus Adoption in Cities Worldwide**, 2020.
- [19] EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Avaliação Técnico-Econômica de Ônibus Elétrico no Brasil**, 2020.
- [20] SLOWIK, P. *et al.* **Avaliação Internacional de Políticas Públicas para Eletromobilidade em Frotas Urbanas**. PROMOB-e, 2018.

- [21] ALBUQUERQUE, C. *et al.* **Eletromobilidade no transporte coletivo: o caso da cidade de São Paulo.** PROMOB-e, 2019.
- [22] WRI BRASIL. **Guia de eletromobilidade: orientações para estruturação de projetos no transporte coletivo por ônibus,** 2022.
- [23] ICCT; C40. **Análise da implantação de ônibus zero emissão na frota de um operador de ônibus da cidade de São Paulo,** 2022.
- [24] GLÜCKER, P. *et al.* Prolongation of Battery Lifetime for Electric Buses through Flywheel Integration. **Energies**, v. 14, n. 4, 2021.
- [25] ITDP. **Operationalizing E-bus Fleets: lessons learned from China** ITDP, 2020.
- [26] AAMODT, A.; CORY, K.; CONEY, K. **Electrifying Transit: a guidebook for implementing battery electric buses.** National Renewable Energy Lab. (NREL), 2021.
- [27] MAIO, P. *et al.* **Resultados del piloto de buses eléctricos en Buenos Aires.** Tecnologías alternativas en el transporte público, CAF, 2021.
- [28] CAF. **La electromovilidad en el transporte público de América Latina,** 2019.
- [29] ITDP. **From Santiago to Shenzhen: how electric buses are moving cities,** 2021.
- [30] EL TIEMPO. **Bogotá toma un nuevo aire con los patios de recarga de Enel X,** 03-2021. [Online]. Disponível em: <https://www.eltiempo.com/contenido-comercial/bogota-toma-un-nuevo-aire-con-los-patios-de-recarga-de-enel-x-572113>.

- [31] WRI BRASIL. **Incentivos tributários podem fomentar transição para ônibus elétricos a bateria no Brasil**, 10-05-2021. [Online]. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/cidades/incentivos-tributarios-podem-fomentar-transicao-para-onibus-eletricos-bateria-no-brasil>.
- [32] WORLD BANK. **Green your bus ride clean buses in Latin America**, 2019.
- [33] BORGES, L. F.; BORGES, X. Covenants: instrumento de garantia em project finance. **Revista do BNDES**, v. 6, n. 11, p. 117-136, 199.
- [34] HOFFMAN, S. L. **The law and business of international project finance**. Ardsley: 3. ed. Cambridge, 2008.
- [35] BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Resolução N. 2.309**, 1-05-2022. [Online]. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/pre/normativos/res/1996/pdf/res_2309_v2_L.pdf.
- [36] BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. 09-2020. [Online]. Disponível em: http://shinyepe.brazilsouth.cloudapp.azure.com:3838/simulador_onibus/Onibusv3/.
- [37] C40 CITIES. **Estudo de viabilidade econômico-financeira para os serviços de transporte da Secretaria de Mobilidade** – Semob, Salvador – BA, Salvador, Bahia, 2021.
- [38] SÃO PAULO (Cidade). **Valores das Tarifas Vigentes a partir de 01/01/2020, 04-2022**. [Online]. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/mobilidade/institucional/sptrans/acesso_a_informacao/index.php?p=227887.

- [39] WRI BRASIL. **Ônibus elétricos valem a pena? Nova ferramenta ajuda cidades a entender custos e benefícios, 17-09-2019.** [Online]. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/2019/09/onibus-elet-ricos-valem-pena-nova-ferramenta-ajuda-ci-dades-entender-os-custos-e-beneficios>. Acesso em: 24 abr. 2022.
- [40] SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. Secretaria Municipal de Transportes. São José dos Campos, **Lei 5.185, de abril de 1998**, 1/04/1998. [Online]. Disponível em: <https://servicos2.sjc.sp.gov.br/legislacao/Leis/1998/5185.pdf>. Acesso em: 01 maio 2022.
- [41] ÁLVAREZ, R. **Los 16.359 autobuses públicos de Shenzhen ahora son eléctricos:** China se sigue esforzando por ser un país verde, 01-2018. [Online]. Disponível em: <https://www.xataka.com/energia/los-16-359-autobuses-publicos-de-shenzhen-ahora-son-electricos-china-se-sigue-esforzando-por-ser-un-pais-verde>.
- [42] ELECTRIVE. **22 more BYD-ADL electric buses for London**, 10-2019. [Online]. Disponível em: <https://www.electrive.com/2019/10/14/22-more-byd-adl-electric-buses-for-london/>.
- [43] VIA TROLEBUS. **Paris escolhe três fabricantes para fornecerem até 800 ônibus elétricos**, 05-2019. [Online]. Disponível em: <https://viatrolebus.com.br/2019/05/paris-escolhe-tres-fabricantes-para-fornecer-ate-800-onibus-eletricos/>. Acesso em: 04 abr. 2022.
- [44] RECARGADOS. **Santiago de Chile ya suma 776 buses eléctricos en su red de transporte público**, 06-2020. [Online]. Disponível em: <https://recargados.net/santiago-de-chile-ya-suma-776-buses-electricos-en-su-red-de-transporte-publico/>.

Executor



Realização

