

Diretrizes e propostas para um **plano nacional da cadeia de ônibus elétricos** no **Brasil**

Edgar Barassa



NAÇÕES UNIDAS

CEPAL



cooperação
alemã

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

Deseo registrarme



NACIONES UNIDAS



www.cepal.org/es/publications



www.instagram.com/publicacionesdelacepal



www.facebook.com/publicacionesdelacepal



www.issuu.com/publicacionescepal/stacks



www.cepal.org/es/publicaciones/apps

Diretrizes e propostas para um plano nacional da cadeia de ônibus elétricos no Brasil

Edgar Barassa



NAÇÕES UNIDAS

CEPAL



cooperação
alemã

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Esse documento foi elaborado por Edgar Barassa, consultor independente contratado pelo Escritório no Brasil da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) das Nações Unidas, sob a supervisão técnica de Camila Gramkow, Diretora interina do Escritório da CEPAL no Brasil, e Gabriela de Souza Oliveira, Assistente de Gerenciamento de Programas do Escritório da CEPAL no Brasil, no âmbito das atividades no Brasil do Programa de Cooperação entre a CEPAL e o Ministério Federal Alemão de Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ), por meio da Cooperação Técnica Alemã (GIZ) – Programa CEPAL-BMZ /GIZ 2022-2024, chamado “Cidades Inclusivas, Sustentáveis e Inteligentes (CISI)”. As atividades culminaram na elaboração deste documento, que contou com a cooperação técnica do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC) do Brasil.

As Nações Unidas e os países que representam não são responsáveis pelo conteúdo de links a sites externos incluídos nesta publicação.

A menção a qualquer empresa, produto ou serviço comercial não implica o endosso pelas Nações Unidas ou pelos países que representam.

As opiniões expressadas neste documento, que não foi sujeito à revisão editorial, são de exclusiva responsabilidade do autor e podem não coincidir com as das Nações Unidas ou as dos países que representam, BMZ, GIZ ou MDIC.

Publicação das Nações Unidas
LC/TS.2024/116
Distribuição: L
Copyright © Nações Unidas, 2024
Todos os direitos reservados
Impresso nas Nações Unidas, Santiago
S.2401066 [pt]

Essa publicação deve ser citada como: E. Barassa, “Diretrizes e propostas para um plano nacional da cadeia de ônibus elétricos no Brasil”, *Documentos de Projetos* (LC/TS.2024/116), Santiago, Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), 2024.

A autorização para reproduzir total ou parcialmente esta obra deve ser solicitada à Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), Divisão de Documentos e Publicações: publicaciones.cepal@un.org. Os Estados Membros das Nações Unidas e suas instituições governamentais podem reproduzir esta obra sem autorização prévia. Somente se solicita que mencionem a fonte e informem à CEPAL tal reprodução.

Índice

Sumário executivo	7
Introdução.....	13
I. Motivações para a construção de um Plano Nacional para a Cadeia de Ônibus Elétricos no Brasil	19
A. Posicionamento em mercados regionais e globais	19
B. Incentivo à indústria nacional e suas competências locais	20
C. Desenvolvimento econômico e multiplicadores de emprego e renda	20
D. Coordenação/Governança Estratégica e Estímulo ao Investimento	20
E. Agenda ambiental, sustentabilidade urbana e melhor qualidade de vida	20
II. Riscos diante de um cenário de ausência de uma estratégia nacional para o segmento	21
A. Desindustrialização e perda de protagonismo	21
B. Impactos econômicos (emprego e renda) e sociais negativos.....	22
III. Principais objetivos e a vocação protagonista do Brasil frente à produção dos ônibus elétricos	23
IV. O quadro de políticas públicas e o marco legal e normativo associado à cadeia de ônibus elétricos.....	27
A. Ex-tarifários	27
B. Lei da Informática e PADIS.....	28
C. Lei do Bem	28
D. Programas do BNDES	28
1. BNDES FINAME Baixo Carbono.....	28
2. Linhas de Apoio à Exportação.....	28
3. Programa BNDES ROTA 2030: Descarbonização da Mobilidade e da Logística	29
4. Programa Mais Inovação	29
5. Fundo Clima	29

E.	Programas da FINEP e EMBRAPII	29
F.	Normas Técnicas e Regulamentações	30
G.	Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)	30
H.	Programa APEX	30
V.	As políticas públicas com foco na cadeia de ônibus elétricos: MOVER e Nova Indústria	
	Brasil como pontos de ancoragem desse plano	31
A.	Programa Nova Indústria Brasil	31
B.	Programa MOVER	32
1.	Ampliação do Escopo de Mobilidade	32
2.	Requisitos Obrigatórios	33
3.	Tributação Verde	33
4.	Incentivos para Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)	33
5.	Atração de Investimentos	33
6.	Programas Prioritários	33
7.	Fundo Nacional de Desenvolvimento Industrial e Tecnológico (FNDIT)	33
C.	Integrações e conexões com a Proposta de Plano Nacional para a Cadeia de Ônibus Elétricos	33
VI.	Volumes de produção & mercado esperados para o setor: Perspectivas de crescimento	
	da produção de ônibus elétricos no Brasil	35
VII.	Componentes e sistemas: Escopo da cadeia produtiva deste plano à luz	
	de sistemas veiculares e eixos de ações	39
A.	Sistema Veicular do <i>Powertrain</i>	40
B.	Sistema Veicular dos Acumuladores de Energia	41
C.	Sistema Veicular dos Componentes Complementares	42
D.	Sistema Veicular de Integração de Componentes: Chassis e Carroceria	43
E.	Sistema Veicular das Estações de Recarga	44
VIII.	Agendas estratégicas e propostas de ações para a cadeia produtiva	
	de ônibus elétricos	47
A.	Propostas Transversais para o Plano Nacional da Cadeia Produtiva dos Ônibus Elétricos	48
1.	Eixo 1: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira	48
2.	Eixo 2: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I)/Competências	50
3.	Eixo 3: Regulação de Produtos e suas Tecnologias	51
B.	Propostas específicas: Sistema Veicular dos Componentes do <i>Powertrain</i>	53
1.	Eixo 1: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira	53
2.	Eixo 2: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) / Competências	54
3.	Eixo 3: Regulação de Produtos e suas Tecnologias	54
C.	Propostas específicas: Sistema Veicular dos Acumuladores de Energia	55
1.	Eixo 1: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira	55
2.	Eixo 2: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) / Competências	56
3.	Eixo 3: Regulação de Produtos e suas Tecnologias	57
D.	Propostas específicas: Sistema Veicular dos Componentes Complementares	58
1.	Eixo 1: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira	58
2.	Eixo 2: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) / Competências	59
3.	Eixo 3: Regulação de Produtos e suas Tecnologias	59
E.	Propostas específicas: Sistema Veicular da Integração de Componentes	60
1.	Eixo 1: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira	60

2.	Eixo 2: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) / Competências.....	61
3.	Eixo 3: Regulação de Produtos e suas Tecnologias.....	62
F.	Propostas específicas: Sistema Veicular das Estações de Recarga.....	62
1.	Eixo 1: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira.....	62
2.	Eixo 2: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) / Competências.....	63
3.	Eixo 3: Regulação de Produtos e suas Tecnologias.....	63
IX.	Considerações Finais e Recomendações Estruturantes.....	65
	Referências Bibliográficas.....	67
	Anexos	71
Anexo A1	72
Anexo A2	74
Anexo A3	95
	Quadros	
Quadro A1.1	Relação geral das reuniões regulares dos GTs realizadas e suas datas	73
Quadro A1.2	Relação geral das reuniões complementares realizadas e suas datas.....	73
Quadro A2.1	GT 1 Componentes de <i>Powertrain</i> – Eixo 1: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira	74
Quadro A2.2	GT 1 Componentes de <i>Powertrain</i> – Eixo 2: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) / Competências.....	77
Quadro A2.3	GT 1 Componentes de <i>Powertrain</i> – Eixo 3: Regulação de Produtos e suas Tecnologias.....	81
Quadro A2.4	GT 2 Integração de Componentes – Eixo 1: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira	82
Quadro A2.5	GT 2 Integração de Componentes – Eixo 2: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) / Competências.....	83
Quadro A2.6	GT 2 Integração de Componentes – Eixo 3: Regulação de Produtos e suas Tecnologias.....	85
Quadro A2.7	GT 3 RESS (baterias) – Eixo 1: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira	86
Quadro A2.8	GT 3 RESS (baterias) – Eixo 2: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) / Competências.....	87
Quadro A2.9	GT 3 RESS (baterias) – Eixo 3: Regulação de Produtos e suas Tecnologias	89
Quadro A2.10	GT 4 SIST. Complementares – Eixo 1: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira	90
Quadro A2.11	GT 4 SIST. Complementares – Eixo 2: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) / Competências.....	91
Quadro A2.12	GT 4 SIST. Complementares – Eixo 3: Regulação de Produtos e suas Tecnologias.....	92
Quadro A2.13	GT 4 Infraestrutura – Eixo 1: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira	92
Quadro A2.14	GT 4 Infraestrutura – Eixo 2: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) / Competências.....	93
Quadro A2.15	GT 4 Infraestrutura – Eixo 3: Regulação de Produtos e suas Tecnologias.....	94
	Gráficos	
Gráfico 1	Volumes de produção de ônibus elétricos urbanos no Brasil, 2024-2039.....	36
Gráfico 2	Média de volumes de produção de ônibus elétricos urbanos no Brasil, 2024-2039	37

Diagramas

Diagrama 1	Visão geral dos produtos e elementos que compõem o Sistema Veicular do <i>Powertrain</i>	40
Diagrama 2	Visão geral dos produtos e elementos que compõem o Sistema Veicular Acumuladores de Energia.....	41
Diagrama 3	Visão geral dos produtos e elementos que compõem o Sistema Veicular Componentes Complementares.....	43
Diagrama 4	Visão geral dos produtos e elementos que compõem o Sistema Veicular Integração de Componentes.....	44
Diagrama 5	Visão geral dos produtos e elementos que compõem o Sistema Veicular	45

Sumário executivo

O Brasil, assim como outros países da América Latina e o Caribe, encontra-se diante de uma janela de oportunidade histórica para superar a tripla armadilha do desenvolvimento que acomete a região, caracterizada por baixo crescimento econômico, alta desigualdade e frágeis capacidades institucionais (Salazar-Xirinachs, 2023). Para promover transformações estruturais que conduzam a um futuro mais produtivo, inclusivo e sustentável, a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) das Nações Unidas propõe um Grande Impulso (*Big Push*) para a Sustentabilidade, que consiste em uma estratégia de mobilização e coordenação de investimentos transformadores do estilo de desenvolvimento, cujo ingrediente fundamental é a ampliação das políticas de desenvolvimento produtivo verde e inclusivo (CEPAL, 2024). O desenvolvimento produtivo verde e inclusivo é central para a construção de um novo estilo de desenvolvimento, uma vez que o desenvolvimento de capacidades nas cadeias produtivas sustentáveis, viabilizam, por um lado, a urgente descarbonização e a sustentabilidade ambiental do setor produtivo, e, por outro lado, promovem a competitividade, a produtividade, a geração de empregos e de renda, dentre outros benefícios socioeconômicos associados a um modelo de desenvolvimento mais ecológico, mais próspero e mais inclusivo.

A eletrificação do transporte coletivo é uma das áreas estratégicas identificadas pela CEPAL no âmbito de um Grande Impulso para a Sustentabilidade (CEPAL, 2024), dado seu potencial significativo para a promoção da sustentabilidade, oferecendo uma série de benefícios, incluindo maior eficiência energética, redução das emissões de poluentes e gases de efeito estufa, além de impactos positivos na saúde pública, qualidade de vida e competitividade econômica. Nesse contexto, a eletrificação da frota de transporte urbano associada com o desenvolvimento produtivo de sua cadeia é uma estratégia central para o desenvolvimento de uma mobilidade urbana de baixo carbono e de um futuro produtivo, inclusivo e sustentável.

No Brasil, a ausência de um Plano Nacional de Mobilidade Elétrica representa uma lacuna que pode impedir o avanço da mobilidade urbana sustentável e dificulta a atração de investimentos necessários para a introdução de ônibus elétricos nas cidades. Essa lacuna pode representar uma oportunidade perdida para o país capturar as vantagens de novas tecnologias, desenvolvimento de cadeias produtivas e crescimento econômico sustentável.

A proposta de um Plano Nacional para a Cadeia Produtiva de Ônibus Elétricos no Brasil busca preencher essa lacuna, oferecendo diretrizes claras e estratégicas para posicionar o país como líder regional no setor de ônibus elétricos. O Brasil já possui um histórico de protagonismo na produção global de ônibus, sendo um dos principais produtores mundiais, com forte presença no mercado latino-americano. A transição para a eletrificação dos veículos é essencial para que o país mantenha e expanda sua liderança no setor, exigindo o desenvolvimento de novas competências, adaptação de processos produtivos e intensificação das atividades de pesquisa e inovação.

Nesse sentido, a CEPAL, em uma parceria técnica com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC) da República Federativa do Brasil, com o apoio do Ministério Federal Alemão de Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ), por meio da Cooperação Técnica Alemã (GIZ), estabeleceram uma parceria técnica para a construção de recomendações para a formulação de um Plano Nacional para a Cadeia de Ônibus Elétricos.

Foram mobilizados mais de 100 atores chave, representando cerca de 70 instituições com efetiva atuação no setor da eletromobidade, incluindo empresas do setor produtivo, bancos e instituições de financiamento, acadêmicos e especialistas, sociedade civil e autoridades do poder público (ver lista de participantes – Anexo 3). De novembro de 2023 a junho de 2024, esses atores se organizaram em quatro grupos de trabalho (GTs) estruturados em torno dos componentes dos ônibus elétricos (GT1 Powertrain; GT2 Integração de Componentes; GT3 Sistema de Armazenamento de Energia “Recarregável” (RESS); e GT4 Sistemas Complementares e Infraestrutura) e dialogaram em mais de dez encontros de forma presencial em Brasília e de forma remota (ver detalhes da metodologia no Anexo 1).

Partindo da identificação do grau de maturidade tecnológica de cada parte de cada componente do ônibus elétrico, por meio da identificação do Technology Readiness Level (TRL) nos próximos 5, 10 e 15 anos, a metodologia de trabalho dos GTs levou a mais de 100 recomendações para permitir o desenvolvimento do pleno potencial produtivo para cada elo da cadeia de ônibus elétricos no Brasil nos próximos anos (ver lista completa no Anexo 2). As recomendações obtidas são fruto de um processo de diálogo social com atores chave e de uma metodologia estruturada para a identificação de consensos sobre as políticas públicas necessárias para impulsionar a cadeia de ônibus elétricos no país. As recomendações mais aclamadas pelos participantes foram:

- **Meta de Nacionalização de Componentes:** Atingir índice de nacionalização de 80% dos ônibus elétricos em até 10 anos, fortalecendo a produção local e reduzindo a dependência de importações.
- **Incentivos Fiscais e Atração de Empresas para Produção Local:** Criar incentivos fiscais para promover a nacionalização gradual de produtos inicialmente montados em Completely Knocked Down (CKD), além de oferecer condições de crédito favoráveis para atrair novas empresas ao Brasil, com o objetivo de estabelecer a produção local de componentes atualmente não fabricados.
- **Ação Integrada para Veículos Pesados e Elétricos:** Implementar um programa de fiscalização de emissões para veículos pesados, enquanto padroniza os critérios de fabricação e homologação de veículos elétricos. Esta ação deve utilizar o estudo da FABUS/ANTP para garantir segurança e qualidade, além de revisar a Resolução CONTRAN 749/2018 para atualizar as normas de segurança e homologação, alinhando-as aos avanços tecnológicos.
- **Capacitação de Mão de Obra Qualificada:** Desenvolver um programa de capacitação para aprimorar habilidades técnicas em todos os níveis da cadeia produtiva de ônibus elétricos, com foco especial na inclusão de pessoas de baixa renda, em colaboração com instituições públicas e privadas.

- **Crédito para Manufatura de Componentes Estratégicos:** Facilitar o acesso a linhas de crédito específicas para a produção de componentes estratégicos (como ímãs), fortalecendo a capacidade produtiva nacional.
- **Plataforma de Exportação e Novos Negócios:** Desenvolver uma plataforma de exportação para garantir a produção em larga escala de componentes e ônibus elétricos, e assegurar sua competitividade internacional por meio de benefícios específicos (Câmara Setorial com Apex-Brasil para exportação).
- **Ônibus Elétricos no Programa "Caminho da Escola":** Incluir ônibus elétricos e infraestrutura de recarga no programa "Caminho da Escola", assegurando que ambos utilizem produtos desenvolvidos no Brasil.
- **Subvenções para P&D em Componentes e Peças Nacionais:** Criar subvenções para empresas e projetos de P&D focados em componentes do peças de ônibus elétricos, utilizando recursos de instituições como FINEP e BNDES.
- **Promoção da Economia Circular:** Promover a reutilização de componentes e matéria-prima, incentivando práticas de economia circular para reduzir o impacto ambiental e o desperdício na cadeia produtiva.
- **Produção & Nacionalização de Componentes de Baterias:** Criar incentivos fiscais para apoiar a produção local de baterias, com foco em células, módulos e pacotes, promovendo a nacionalização progressiva ao longo de 5, 10 e 15 anos.
- **Monitoramento de SOH (State of Health):** Tornar acessível o parâmetro do estado de saúde nas baterias para facilitar o gerenciamento do ciclo de vida das baterias em primeira vida (em até 10 anos).
- **Incentivos para P&D em Reciclagem de Baterias:** Atualizar incentivos de P&D para promover a reciclagem de baterias, alinhando-os com as políticas públicas de sustentabilidade e economia circular (em até 10 anos).
- **Padronização de Plugues e Conectores:** Padronizar plugues e conectores para o padrão tipo 2/CCS2, alinhando-se ao estágio de maturidade tecnológica no Brasil.

A estrutura do documento está organizada em oito capítulos, abordando desde as motivações para sua criação até as considerações finais. O primeiro capítulo aborda as motivações para a criação do plano nacional, explicando a necessidade de uma estratégia específica para este setor. O segundo capítulo examina os riscos de não se adotar uma estratégia nacional, analisando suas implicações e desafios. O terceiro capítulo posiciona o Brasil com o objetivo de ser protagonista na cadeia de ônibus elétricos no contexto latino-americano e regional, estabelecendo a visão estratégica para que o Brasil seja uma das lideranças neste setor. O quarto capítulo analisa o marco legal e normativo para o setor, com foco nas políticas públicas convergentes que apoiam a cadeia de ônibus elétricos no Brasil. O quinto capítulo examina as duas principais políticas públicas existentes no país que ancoram a estratégia para esta cadeia: o Programa Mover e o Programa Nova Indústria Brasil. As perspectivas de crescimento da produção, considerando este arcabouço de políticas existentes e as expectativas dos atores envolvidos, são apresentadas no sexto capítulo, que projeta os volumes esperados para o setor nos próximos quinze anos. Para responder à pergunta sobre como atingir essas metas de crescimento, o sétimo capítulo define e caracteriza o escopo deste plano a luz dos sistemas veiculares. E, por fim, o oitavo capítulo delinea as ações estratégicas e agendas mandatárias para essa cadeia produtiva.

O último e oitavo capítulo apresenta um conjunto de ações estratégicas destinadas a impulsionar a cadeia produtiva dos ônibus elétricos no Brasil, por meio de intervenções estruturadas em três eixos principais: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira, Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), e

Regulação de Produtos e suas Tecnologias. Este capítulo apresenta em detalhe todas as proposições de ações elaboradas a partir da articulação dos Grupos de Trabalho (GTs) com foco em sistemas específicos. Além disso, esse capítulo também sistematiza proposições transversais aplicáveis a todos os segmentos da cadeia produtiva, as quais, em um caráter mais geral indicam com propriedade os principais caminhos a se perseguir para a promoção deste setor produtivo no Brasil.

Abaixo as propostas transversais que caracterizam as principais proposições por eixo:

Eixo 1: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira

O primeiro eixo foca na criação de um ambiente econômico favorável à expansão da produção de ônibus elétricos, por meio de incentivos fiscais, estabelecimento de metas de produção, facilitação de crédito, apoio à exportação e subsídios diretos.

- **Incentivos Fiscais:** A implementação de desonerações fiscais temporárias sobre a importação de componentes críticos, como baterias e ímãs permanentes, é proposta para viabilizar a escalabilidade da produção nacional. Adicionalmente, isenções fiscais e incentivos tributários direcionados à produção local são recomendados para atrair investidores e empresas, fortalecendo a indústria nacional. Tais incentivos devem ser coordenados com a reforma tributária, criando um ambiente propício ao crescimento sustentável da produção.
- **Metas de Produção para a Cadeia Nacional:** A proposta inclui o estabelecimento de metas ambiciosas para aumentar a nacionalização da cadeia produtiva, elevando a participação brasileira dos atuais 59% para 80% em dez anos. Isso envolverá o desenvolvimento de capacidades tecnológicas locais e a criação de políticas que incentivem a produção nacional, vinculando essas metas ao Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e a programas de compras públicas.
- **Programa de Crédito e Financiamento:** O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) desempenhará um papel crucial ao fornecer crédito e financiamento para a manufatura de componentes e produtos acabados. A criação de uma câmara de discussão temática é sugerida para ajustar periodicamente os parâmetros de financiamento, alinhando-os com o estágio de desenvolvimento tecnológico e a prontidão da manufatura.
- **Programa de Exportação e Inserção nas Cadeias Globais:** Para enfrentar a competitividade dos produtos asiáticos, o Brasil deve buscar acordos bilaterais e multilaterais para melhor posicionar os produtos brasileiros no mercado internacional. Recomenda-se criar uma câmara setorial específica para o setor de ônibus elétricos dentro da Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (APEX) para facilitar negociações e apoiar a internacionalização dos produtos.
- **Subsídios Diretos:** Os subsídios devem ser estruturados para estimular a demanda por ônibus produzidos localmente, incentivando a manufatura nacional e promovendo a sustentabilidade financeira dos municípios. Programas como o PAC e Caminhos da Escola podem alocar subsídios para a compra de ônibus com alto índice de nacionalização, fortalecendo a cadeia produtiva interna.

Eixo 2: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) / Competências

Este eixo visa fomentar a inovação tecnológica e o desenvolvimento de competências necessárias para sustentar o crescimento da cadeia produtiva dos ônibus elétricos.

- **Incentivos Fiscais para PD&I:** A concessão de incentivos fiscais específicos para atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação é essencial para atrair investimentos e promover o avanço tecnológico na cadeia produtiva. O programa MOVER pode ser um veículo para

esses incentivos, abrangendo aspectos de economia circular, como logística reversa e reciclagem de baterias, fortalecendo a sustentabilidade ambiental.

- **Subvenção Econômica:** Apoiar projetos de alto risco tecnológico é fundamental para promover a inovação no setor. Subvenções econômicas direcionadas a startups e empresas de base tecnológica são recomendadas para superar desafios tecnológicos e estimular a manufatura estratégica, com o apoio de agências como Finep e BNDES.
- **Metas de Inovação e Ações Estruturantes:** A promoção da inovação aberta e a facilitação da transferência de tecnologia são propostas como ações estruturantes. A criação de uma rede de laboratórios e infraestrutura para PD&I é vital para garantir o desenvolvimento contínuo e a aplicação prática das inovações na cadeia produtiva.
- **Programa de Capacitação Tecnológica:** A formação e qualificação de profissionais é crucial para atender às demandas tecnológicas do setor. Parcerias entre indústria, instituições de ensino e operadoras de transporte devem ser estabelecidas para criar programas de formação específicos, incluindo capacitação contínua e reciclagem profissional.

Eixo 3: Regulação de Produtos e suas Tecnologias

Este eixo aborda a necessidade de estabelecer requisitos regulatórios e especificações técnicas que garantam a eficiência, a sustentabilidade e a competitividade dos produtos fabricados.

- **Requisitos e Especificações de Componentes e Produtos Acabados:** A adesão a iniciativas como The Responsible Supply Chain Initiative (RSCI) e a definição de normas específicas para células de bateria são essenciais para promover a transparência e a responsabilidade socioambiental na cadeia produtiva de ônibus elétricos.
- **CrITÉrios Técnicos de Eficiência Energética:** A definição de critérios técnicos específicos para eficiência energética, incluindo a redução da massa dos componentes e o aumento da eficiência dos produtos, é fundamental para assegurar a competitividade do setor no longo prazo.

O conjunto de ações propostas neste documento visa criar um ecossistema robusto e integrado que suporte o crescimento sustentável da cadeia produtiva de ônibus elétricos no Brasil. Assim, as diretrizes apresentadas aqui figuram-se como passos fundamentais para a difusão da eletrificação no transporte público brasileiro. No entanto, é importante reconhecer que esta proposta de Plano Nacional para a Cadeia Produtiva de Ônibus Elétricos aborda apenas uma parte desse setor e seus desafios ante a jornada de eletrificação do transporte público. Outros aspectos, como a previsibilidade da demanda, a flexibilidade para a adoção de novos modelos de negócio e o desenvolvimento da infraestrutura de recarga como um todo, também desempenham um papel fundamental no sucesso dessa transição. Ao fornecer um roteiro claro e abrangente para o desenvolvimento da indústria de ônibus elétricos, esse plano estabelece as bases para uma transformação no cenário da mobilidade urbana no país.

Estima-se que a adoção de uma forte estratégia de nacionalização da cadeia de ônibus elétricos no Brasil, tal qual a proposta no presente documento, poderá gerar até 280.318 novos empregos até 2030 e poderá aumentar o Produto Interno Bruto (PIB) 0,4 pontos percentuais, representando um adicional anual médio de R\$ 3,1 bilhões (Barassa et al., 2022).

Introdução

A mobilidade urbana pode ser entendida como as condições e instrumentos ofertados pelas cidades para viabilizar e facilitar o deslocamento de cidadãos e bens/serviços, com o objetivo de promover as relações sociais e econômicas e outras demandas da população relacionadas (WRI, 2018). Este é um dos temas centrais de variadas agendas públicas e está diretamente ligado aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, notadamente ao objetivo número 11 “Cidades e Comunidades Sustentáveis” (ONU (Organización de las Naciones Unidas), 2018). A Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) tem desenvolvido uma abordagem para apoiar os países da ALC na construção de estilos de desenvolvimento sustentáveis chamada de “Big Push (ou Grande Impulso) para a Sustentabilidade” (CEPAL, 2020a). O grande impulso almejado neste marco é rumo ao crescimento econômico e a promoção da igualdade, de modo que se construa um modelo de desenvolvimento mais sustentável no seu tripé econômico, social e ambiental (CEPAL, 2020a; CEPAL/FES, 2019; Gramkow (Org.), 2020). Esta abordagem combina uma eficiência tripla baseada no pilar i) schumpeteriano, segundo a qual uma matriz produtiva mais integrada, complexa e intensiva em conhecimento gera externalidades positivas de aprendizado e inovação que se irradiam para toda a cadeia de valor; ii) keynesiano, que destaca que há ganhos de eficiência (de escala e de escopo) da especialização produtiva em bens cuja demanda cresce relativamente mais, gerando efeitos multiplicadores e impactos positivos na economia e nos empregos; e iii) de sustentabilidade, que diz respeito à viabilidade econômica, justiça social e sustentabilidade ambiental. O estilo de desenvolvimento pela CEPAL defendido, sob a premissa da referida eficiência tríplex, pauta as proposições de diretrizes e estratégias neste documento apresentados para a cadeia produtiva de ônibus elétricos no Brasil.

A eletrificação da frota de transporte urbano no Brasil pode ter um grande efeito positivo na sustentabilidade, pois oferece múltiplos benefícios. Além do aumento da eficiência energética e redução das emissões de poluentes locais e gases de efeito estufa, os benefícios também compreendem a diminuição de riscos de doenças, aumento da qualidade de vida, aumento da produtividade e a competitividade da economia nacional. Neste contexto, a abordagem do Grande Impulso para a Sustentabilidade preconiza a coordenação de políticas para mobilizar investimentos transformadores

do estilo de desenvolvimento, os quais devem ser complementares e coordenados rumo à construção de um padrão de mobilidade mais sustentável, resiliente e baixo em carbono e, simultaneamente, mais inclusivo e promotor da competitividade sistêmica da economia brasileira.

No âmbito dessa discussão contemporânea, enxerga-se um momento ímpar de reflexão e prospecção de alternativas para aperfeiçoamento da lógica e da operação da mobilidade urbana. Ressalta-se que este não é um movimento pontual, dirigido a uma ou outra cidade, mas sim de um movimento amplificado desdobrado e apresentado em escala global, tendo como palco as grandes cidades, conglomerados urbanos e as capitais globais.

Sobretudo, esse processo de reflexão e potenciais mudanças foi acelerado principalmente nos últimos dez anos, sob a égide de uma mobilidade que seja feita de forma mais eficiente e de menor impacto ambiental. Nessa linha, um meio de transporte central de destaque, que se coloca em franca transformação, é o transporte coletivo – único do seu tipo ofertado via força de lei, regulado e operado com participação da esfera pública. Enxerga-se, nesta linha de mudanças, uma tentativa de reposicionamento do transporte coletivo via ônibus urbanos, que anseia por uma maior integração no sistema, melhor qualidade ao serviço prestado, acessibilidade aos clientes e mais inteligência operacional. Em consonância a esse refinamento da operação, verifica-se uma efervescência na prospecção e aplicação de novas tecnologias nos ônibus urbanos baseadas na eletrificação veicular, como um dos elementos que compõe a mobilidade de baixo-carbono (BloombergNEF, 2020; International Energy Agency (IEA), 2023).

A eletrificação é uma alternativa promissora para o alcance de uma mobilidade urbana de baixo-carbono do transporte coletivo. Além do aumento da eficiência energética e redução das emissões de poluentes locais e gases de efeito estufa, os benefícios também compreendem a diminuição de riscos de doenças, aumento da qualidade de vida, aumento da produtividade e a competitividade da economia nacional. Neste contexto, a abordagem defendida pela CEPAL do Grande Impulso para a Sustentabilidade preconiza a coordenação de políticas para mobilizar investimentos transformadores do estilo de desenvolvimento; investimentos esses quais devem ser complementares e coordenados para construção de um padrão de mobilidade mais sustentável e inovador. Para isso, a aplicação de tecnologias como motores elétricos, baterias e recombinações tecnológicas híbridas, por exemplo, colocam-se como componentes fundamentais para o alcance deste objetivo (Barassa, 2019, 2023; Barassa; Cruz; Wolffenbüttel, 2023).

Este processo de eletrificação do transporte coletivo se encontra em marcha e ampliação. Por exemplo, segundo o EV Outlook 2024, o estoque mundial dos ônibus elétricos a bateria consiste em 635.000 unidades em 2023 (representando cerca de 3% da frota global). Neste mesmo ano, quase 50.000 ônibus elétricos foram vendidos em todo o mundo (International Energy Agency (IEA), 2024). Ao olhar para a América Latina, verifica-se também um crescimento da introdução das tecnologias de ônibus elétricos. O contexto latino-americano tem demonstrado convergência ao comportamento internacional e mostra envergadura relevante na difusão tecnológica, pois é uma das regiões (para além da China) com maior crescimento na frota de ônibus elétricos a bateria. Segundo a Plataforma E-Bus Radar (2024), que monitora as frotas de ônibus elétricos a bateria nas cidades latino-americanas, até junho de 2024, a América Latina tinha um total de 5.449 ônibus elétricos, dos quais aproximadamente 80% correspondiam a ônibus elétricos a bateria de diferentes tamanhos, e cerca de 20% restante a trólebus, que estão em cidades como São Paulo e Cidade do México (Labmob (Laboratório de Mobilidade Sustentável), 2024).

Chile e Colômbia lideram o mercado de ônibus elétricos a bateria, com frotas de 2.310 e 1.590 ônibus elétricos, respectivamente, circulando principalmente em suas capitais: Santiago de Chile e Bogotá (sem contar com aquelas em processo de licitação). O crescimento da frota de ônibus elétricos está sendo facilitado pela criação de modelos de negócio que permitem a participação de novos atores como integradores de soluções (empresas de energia, investidores e outros fabricantes, como os de infraestrutura de recarga).

Este crescimento do número de ônibus de baixa emissão na região tem sido apoiado pela implementação de estratégias, leis e planos nacionais de estímulo à mobilidade elétrica, os quais priorizam e estabelecem metas específicas para a transição à mobilidade de baixo carbono (Barassa, 2023). Vários países latino-americanos já iniciaram sua inserção no segmento dos veículos elétricos com a proposição de Planos Nacionais para a Eletromobilidade, como é o caso de Chile, Costa Rica, Colômbia, Equador, Panamá e República Dominicana, na América Latina, bem como os europeus Alemanha, Áustria, França, Noruega, Suécia, além da Índia e outros. As motivações para a construção dos Planos, embora alinhadas às especificidades dos países proponentes, têm em geral sido fortemente orientadas pela questão ambiental e da saúde pública, a partir de metas de redução de emissões, descarbonização da frota e maior eficiência energética.

A leitura destes planos, evidencia uma característica em comum que aponta para a pluralidade dos atores que participaram de sua construção. As metas e propostas para a eletromobilidade são claras e dispõem de recomendações de rodadas de (re)avaliação e calibração periódica.

No caso brasileiro, ainda não há um Plano Nacional de Mobilidade Elétrica aprovado ou implementado, muito embora esforços anteriores tenham sido empreendidos. Esta lacuna na definição de uma estratégia clara impacta diretamente a realização de investimentos pelas empresas do setor e a introdução de ônibus de baixo carbono nas cidades.

Consequentemente, o país poderá perder a chance de capturar um amplo conjunto de janelas de oportunidades relacionadas a novas tecnologias, cadeias produtivas, desenvolvimento de uma nova economia e alavancagem do emprego e renda em nível nacional. A falta de um plano nacional de mobilidade elétrica acarreta incertezas regulatórias e falta de direcionamento claro para os atores envolvidos, o que compromete o avanço sustentável da mobilidade urbana e a transição para um sistema de transporte mais limpo e eficiente.

Tendo em vista essa ausência é que se posiciona a presente proposta de Plano Nacional para a Cadeia de Ônibus Elétricos no Brasil com os fins de prover contribuições contundentes para um plano de mobilidade elétrica levando em conta as perspectivas de cadeia produtiva, formação de competências e atividades de pesquisa e desenvolvimento locais.

O presente relatório é resultado de atividades realizadas no Brasil no âmbito do Programa Cidades Inclusivas, Sustentáveis e Inteligentes (CISI), implementado pela Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) das Nações Unidas com o apoio do Ministério Federal Alemão de Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ), por meio da Cooperação Técnica Alemã (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit – GIZ). O Programa CISI, que esteve vigente de 2022 a 2024, teve como objetivo contribuir para o desenvolvimento sustentável da conectividade urbana em países selecionados da América Latina, com foco nos ônibus elétricos. As atividades realizadas no Brasil, em cooperação técnica com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC), especialmente por meio da Secretaria de Desenvolvimento Industrial, Inovação, Comércio e Serviços (SDIC), tiveram como finalidade desenvolver uma Proposta de Plano Nacional para a Cadeia Produtiva de Ônibus Elétricos no Brasil e foram realizadas. O presente documento apresenta os resultados dessas atividades, realizadas entre novembro de 2023 a junho de 2024.

A iniciativa responde à necessidade constatada de criar uma estratégia nacional consensuada, consolidando discussões e esforços de diversos stakeholders, visando estabelecer metas, diretrizes claras e ações concretas para impulsionar o desenvolvimento da mobilidade elétrica urbana no Brasil. A necessidade de um esforço nessa direção foi destacada no documento "Impulsionando Investimentos em Ônibus Elétricos no Brasil: Uma Agenda de Trabalho" (Gramkow, Oliveira, 2023), fruto de um processo de match-making entre ofertantes, demandantes e financiadores de ônibus elétricos no Brasil, que apontou a importância central de um Plano Nacional de Eletromobilidade no país.

O ponto de chegada com esse marco é apontar diretrizes e agendas estratégicas neste segmento de atividades, assim como direcionar e ampliar os esforços e investimentos, orientando as escolhas no campo da eletromobilidade. O Brasil apresenta histórico significativo de protagonismo na produção global de ônibus, destacando-se consistentemente como um dos principais produtores de ônibus urbanos e rodoviários. Em 2019, por exemplo, o país se posicionou entre os cinco maiores produtores globais, ficando atrás apenas da China e da Índia e superando importantes economias como as europeias e os Estados Unidos. Esse desempenho não se limita apenas ao mercado interno; o Brasil também se afirma como um grande *hub* de exportação de ônibus, particularmente para a América Latina, que representa o principal mercado externo do país para esses bens. Em 2020, por exemplo, as exportações brasileiras de ônibus para a América Latina ultrapassaram os 800 milhões de dólares, evidenciando a solidez e a maturidade da cadeia produtiva nacional (Barassa et al., 2022).

Este cenário de protagonismo é sustentado por uma cadeia madura e consistente, com forte atuação em pesquisa, desenvolvimento e engenharia, especialmente no setor de ônibus a diesel e que deve ser trasladada também ao setor de ônibus elétricos. As propostas de diretrizes para um plano da cadeia produtiva que serão apresentadas poderão encaminhar a liderança brasileira na região no setor de ônibus elétricos e promover a integração com os demais países da América Latina. A integração regional, especialmente a integração produtiva em setores dinâmicos, verdes e inovadores como o da eletromobilidade poderá impulsionar o desenvolvimento estrutural da região. Para tanto, serão necessárias políticas específicas para reforçar setores estratégicos, dinâmicos e verdes e suas cadeias de valor a nível regional.

O avanço da eletrificação dos veículos aponta para uma nova rota tecnológica que está ganhando cada vez mais tração no mercado global. Para que o Brasil mantenha e expanda sua liderança no setor de ônibus, é imperativo que a indústria nacional se prepare adequadamente para essa transição tecnológica. Isso envolve o desenvolvimento de novas competências, a adaptação dos processos produtivos e a intensificação das atividades de pesquisa e inovação voltadas para a eletrificação dos veículos. A capacidade de adaptar-se rapidamente a essas novas demandas tecnológicas é necessária para assegurar que o país continue a ser um dos líderes na produção de ônibus, agora impulsionada pela tecnologia “eletrificada”. Assim, o Brasil poderá não apenas manter sua relevância no mercado latino-americano, mas também expandir sua presença em mercados globais emergentes que buscam soluções de transporte mais sustentáveis e eficientes. Em suma, a transição para ônibus elétricos representa não apenas uma mudança necessária para atender às demandas ambientais e de sustentabilidade, mas também uma oportunidade estratégica para o Brasil alavancar suas competências e robustez industrial.

O desenvolvimento das Diretrizes e Propostas para o Plano Nacional da Cadeia de Ônibus Elétricos no Brasil foi baseado em uma metodologia colaborativa e participativa, envolvendo múltiplos atores da indústria de eletromobilidade. Esse processo incluiu workshops e a formação de Grupos de Trabalho (GTs) que mobilizaram mais de 100 atores chave, representando cerca de 70 instituições com efetiva atuação no setor da eletromobilidade, incluindo empresas do setor produtivo, bancos e instituições de financiamento, acadêmicos e especialistas, sociedade civil e autoridades do poder público. O projeto iniciou oficialmente em 21 de novembro de 2023, com um evento em Brasília, onde foram apresentados os objetivos, entregáveis e datas-chave. Este encontro alinhou expectativas e engajou os participantes com os objetivos do plano. No mesmo dia, ocorreu o primeiro workshop, onde foram discutidas e validadas por 47 participantes, as Arquiteturas Veiculares e os componentes da cadeia produtiva, como a integração de chassi e carroceria, Powertrain, acumuladores de energia e sistemas complementares. Também foram definidos os eixos de análise e ciclos temporais do plano, estabelecendo-se os Grupos de Trabalho (GTs) com seus membros, coordenadores e cronograma de reuniões.

De dezembro de 2023 a maio de 2024, os GTs realizaram mais de 10 reuniões (quinzenais) virtuais para analisar aspectos críticos da cadeia produtiva. Quatro GTs foram formados, estruturados em torno dos componentes dos ônibus elétricos: GT 1, focado no Powertrain; GT 2, dedicado à integração de

componentes; GT 3, voltado para o Sistema de Armazenamento de Energia Recarregável (RESS); e GT 4, concentrado nos sistemas complementares e infraestrutura. As discussões estruturadas dos GTs se organizaram em torno de três eixos principais de políticas públicas, baseadas na revisão da literatura e da experiência internacional, que foram: "Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira", "Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação e Competências" e "Regulação de Produtos e suas Tecnologias".

Além das reuniões regulares, foram realizadas reuniões extraordinárias com entidades tais como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e a Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (APEX) para alinhar e potencializar iniciativas conjuntas, garantindo uma abordagem coordenada para o desenvolvimento da cadeia produtiva. Em 7 de junho de 2024, o segundo workshop foi realizado em Brasília, agregando 44 participantes, com a finalidade de consolidar e priorizar os resultados dos GTs em termos das recomendações de políticas a compor o referido Plano Nacional.

Partindo da identificação do grau de maturidade tecnológica de cada parte de cada componente do ônibus elétrico, por meio da identificação do Technology Readiness Level (TRL) nos próximos 5, 10 e 15 anos, a metodologia de trabalho dos GTs (ver maiores detalhes no Anexo 1) levou a mais de 100 recomendações para permitir o desenvolvimento do pleno potencial produtivo para cada elo da cadeia de ônibus elétricos no Brasil nos próximos anos (detalhadas no Anexo 2), que são apresentadas nas próximas páginas deste documento.

As ricas discussões geraram insumos fundamentais para a identificação e proposição das ações apontadas, de modo que o presente documento é resultado de um esforço coletivo e das contribuições de diversas pessoas que atuam com o tema. Faz-se um agradecimento a todos os mais de 100 participantes das atividades, que estão listados no Anexo 3. Cabe um reconhecimento especial aos pontos focais de cada GT, identificados no Anexo 3, que desempenharam um papel central na organização dos grupos e na liderança das discussões.

Desta feita, a presente proposta de plano nacional para a cadeia produtiva de ônibus elétricos está organizada em oito capítulos, além desta introdução e caracterização de contexto, com o objetivo de fornecer direções e estratégias claras para a indústria nacional. A estrutura do documento é pensada para guiar o leitor através de uma análise detalhada das motivações, desafios, e diretrizes essenciais para posicionar o Brasil como um líder no setor de ônibus elétricos.

O primeiro capítulo aborda as motivações para a criação do plano nacional, explicando a necessidade de uma estratégia específica para este setor. Neste capítulo, são retomados os resultados do primeiro *workshop* realizado no marco do projeto de construção do referido plano, os quais destacam aspectos relevantes como o posicionamento internacional, incentivo à indústria nacional e tecnológica, desenvolvimento econômico, coordenação e governança estratégica, estímulo ao investimento, sustentabilidade urbana e qualidade de vida, e a transição para o transporte sustentável.

O segundo capítulo examina os riscos de não se adotar uma estratégia nacional, analisando suas implicações e desafios. Este capítulo também se baseia nos resultados do primeiro *workshop*, identificando riscos como desindustrialização e perda de protagonismo, impactos econômicos e de emprego, perda de competitividade e dependência externa, impactos sociais e metas não alcançadas.

A compreensão dos objetivos do plano é apresentada e aprofundada no terceiro capítulo, que posiciona o Brasil como protagonista na cadeia industrial de ônibus elétricos no contexto latino-americano e regional. Este capítulo estabelece a visão estratégica para que o Brasil se torne um líder regional neste setor.

No quarto capítulo, é analisado o marco legal e normativo para o setor, com foco nas políticas públicas sinergistas e convergentes que apoiam a cadeia de ônibus elétricos no Brasil. São discutidos, por exemplo, o papel do BNDES, da Lei da Informática, do Programa PADIS, e da Lei do Bem, entre outros programas que, apesar de não serem específicos para ônibus elétricos, acabam por abrangê-los.

O quinto capítulo examina as duas principais políticas públicas existentes no país que ancoram a estratégia para esta cadeia: o Programa Mover e o Programa Nova Indústria Brasil. Esses programas são instrumentos chave que promovem e trazem a eletrificação dentro de seus escopos metas e alvos preconizados para o setor de ônibus elétricos.

As perspectivas de crescimento da produção, considerando este arcabouço de políticas existentes e as expectativas dos atores envolvidos, são apresentadas no sexto capítulo. Este capítulo projeta os volumes esperados para o setor nos próximos quinze anos, proporcionando uma visão das futuras tendências de mercado que impactam as ações e investimentos relacionados.

Para responder à pergunta sobre como atingir essas metas de crescimento, o sétimo capítulo define e caracteriza o escopo dos sistemas veiculares, e o oitavo capítulo delinea as ações estratégicas e agendas mandatórias para a cadeia produtiva. A análise abrange os sistemas veiculares alvo de composição dos ônibus elétricos: componentes do *powertrain*, acumuladores de energia, componentes complementares, integração de componentes, chassis/carrocerias, e estações de recarga, organizados em eixos relacionados: (1) a estímulos à cadeia produtiva, (2) pesquisa, desenvolvimento e inovação e competências, bem como aos (3) aspectos de regulação de produtos e suas tecnologias.

Por fim, demonstram-se as considerações finais e recomendações estruturantes, destacando pontos igualmente importantes e diretrizes complementares, como o planejamento energético e infraestrutura, que são convergentes para a efetiva implementação e êxito do plano.

Ao final deste documento, após as Considerações Finais, encontram-se disponíveis para consulta as referências bibliográficas utilizadas. Adicionalmente, são apresentados os seguintes anexos: (1) Metodologia do processo de construção das propostas ora apresentadas; (2) Quadro geral de ações elaboradas pelos Grupos de Trabalho (GTs) e (3) Lista de Participantes. Esses anexos visam proporcionar um entendimento mais detalhado das atividades desenvolvidas, bem como reconhecer a contribuição dos envolvidos.

Em suma, vislumbra-se com este documento, fornecer um roteiro claro e abrangente para o desenvolvimento da indústria de ônibus elétricos, por meio da proposição de diretrizes e ações prioritárias para um Plano Nacional para a Cadeia de Ônibus Elétricos no Brasil. Este plano forma parte de uma necessária governança que deva ser desenvolvida, na qual todas as partes interessadas e componentes da cadeia produtiva, desde a produção até a reciclagem final, assumam papel ativo e estejam coordenadas entre si a fim de modo a assegurar uma transição para a mobilidade elétrica de modo sustentável e economicamente viável.

I. Motivações para a construção de um Plano Nacional para a Cadeia de Ônibus Elétricos no Brasil

Este plano busca abordar as necessidades prementes do país, considerando uma gama diversificada de fatores que incluem tanto o cenário internacional quanto os imperativos locais. Com uma abordagem estratégica, busca-se posicionar o Brasil como um líder regional na indústria de transporte sustentável, abordando questões econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais. Todas essas motivações foram extraídas do primeiro *Workshop* do projeto de construção do Plano Nacional para Cadeia Produtiva De Ônibus Elétricos que capturou as ideias, visões e entendimentos dos especialistas do setor¹. Durante este encontro, foram discutidos os desafios e oportunidades atuais, permitindo a compreensão das necessidades e potencialidades do Brasil. As contribuições dos especialistas foram fundamentais para moldar as motivações deste plano. A seguir, listam-se e descrevem-se os pontos coletados.

A. Posicionamento em mercados regionais e globais

O Brasil é um dos maiores mercados de transporte na América Latina, com uma infraestrutura significativa para o transporte rodoviário e expressiva frota de veículos. O Brasil é um dos maiores produtores de ônibus do mundo, com uma indústria robusta que atende tanto ao mercado interno quanto o internacional, sobretudo na região da América Latina. A crescente demanda por soluções de mobilidade sustentável, como ônibus elétricos, oferece ao Brasil uma oportunidade única para expandir sua presença regional e global.

¹ Ver, a esse respeito, o Anexo: Notas metodológicas de execução do projeto.

B. Incentivo à indústria nacional e suas competências locais

A promoção da indústria brasileira como referência na produção de ônibus elétricos é central neste plano, visando não apenas à redução da dependência de importações, mas também à promoção de inovação e competitividade. Através do estímulo aos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) para componentes críticos e parcerias estratégicas, busca-se fomentar a tecnologia nacional e garantir protagonismo do país com conteúdo local neste setor.

C. Desenvolvimento econômico e multiplicadores de emprego e renda

Este plano visa não apenas manter, mas também impulsionar o crescimento econômico através da criação e manutenção de empregos em todos os níveis da indústria de ônibus elétricos. Ao promover um ambiente propício para investimentos e inovação, busca-se contribuir de forma significativa para o Produto Interno Bruto (PIB) nacional, gerando impactos positivos na economia e na qualidade de vida geral da população.

D. Coordenação/Governança Estratégica e Estímulo ao Investimento

A eficiente coordenação dos investimentos privados representa um pilar fundamental para o sucesso deste plano estratégico. A abordagem do Grande Impulso (Big Push) para a Sustentabilidade, nesse sentido, é certa, pois oferece um framework essencial para orientar a coordenação eficiente dos investimentos privados no plano estratégico de eletromobilidade (Gramkow; Oliveira, 2023). Este modelo enfatiza a necessidade de políticas que assegurem previsibilidade na demanda, oferta e financiamento, ao mesmo tempo em que se cria um ambiente favorável de governança setorial e regulatória. Através da promoção de uma governança estratégica robusta, almeja-se não apenas atrair investimentos significativos, mas também assegurar que esses investimentos sejam direcionados de forma sustentável e alinhados aos objetivos de longo prazo da cadeia produtiva de ônibus elétricos. Essa abordagem não apenas fortalecerá a competitividade do setor no mercado global, mas também consolidará a posição do Brasil como líder regional na transição para tecnologias de transporte descarbonizadas.

E. Agenda ambiental, sustentabilidade urbana e melhor qualidade de vida

Este plano reconhece a importância dos ônibus elétricos na redução da poluição do ar nas cidades e na promoção da saúde pública. Ao priorizar a sustentabilidade urbana, busca-se melhorar a qualidade de vida da população, criando ambientes urbanos melhores através de um transporte público mais limpo e eficiente. Ademais, este plano responde à urgência de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e alinhar-se às metas ambientais globais, conforme estabelecido no Acordo de Paris, que é a meta mais recente e em vigor celebrada pelas nações para combater as mudanças climáticas. O Acordo de Paris estabeleceu compromissos entre as nações para a mitigação das emissões, adaptação às mudanças climáticas e financiamento adequado, servindo como um marco internacional para orientar os esforços nacionais e globais em direção a sustentabilidade (Ministério do Meio Ambiente Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2016). Ao oferecer soluções de transporte público eficientes e sustentáveis, busca-se promover uma transição para um sistema de transporte mais resiliente, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis e garantindo um sistema de transporte alinhado com as agendas do futuro, também sinergista a Agenda 2030 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis das Nações Unidas.

II. Riscos diante de um cenário de ausência de uma estratégia nacional para o segmento

A ausência de uma estratégia para o Brasil na indústria dos ônibus elétricos apresenta riscos para a manutenção e geração de emprego e renda, por exemplo. Este plano busca abordar as necessidades prementes do país, considerando uma gama diversificada de fatores que incluem tanto o cenário internacional quanto os imperativos locais. Com uma abordagem estratégica, busca-se posicionar o Brasil como um líder regional na indústria de transporte sustentável, abordando questões econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais. Todos esses riscos potenciais também foram extraídos do primeiro *workshop* do projeto de construção do plano que capturou as ideias, visões e entendimentos dos especialistas do setor. Sem uma estratégia bem definida, o país corre o risco de ficar para trás em um mercado promissor, perdendo oportunidades de desenvolvimento econômico sustentável, inovação tecnológica e melhorias ambientais relacionadas.

A. Desindustrialização e perda de protagonismo

A ausência de um plano nacional para a cadeia de ônibus elétricos poderia impactar na desindustrialização do país, especialmente no setor de ônibus, comprometendo seu papel de destaque na indústria global já estabelecido. Tal cenário teria um impacto negativo direto, por exemplo, na balança comercial brasileira, levando à perda de protagonismo e influência no mercado regional. A falta de um plano nacional específico comprometeria a competitividade do Brasil no mercado internacional, sobretudo latino-americano, resultando em uma redução das exportações e uma crescente dependência de tecnologia externa. Isso poderia expor o país a vulnerabilidades relacionadas à disponibilidade e ao preço de produtos essenciais, minando sua autonomia e capacidade de resposta a choques externos.

B. Impactos econômicos (emprego e renda) e sociais negativos

A falta de um plano articulado poderia desencadear uma série de impactos econômicos e sociais significativos. O choque à indústria, a redução de empregos e a dependência excessiva de importações seriam consequências prováveis, levando a uma diminuição dos investimentos, possíveis quedas no Produto Interno Bruto (PIB) e atrasos tecnológicos prejudiciais ao crescimento estruturado que se deseja ao país. No que se refere aos impactos sociais, a ausência de um posicionamento concreto na cadeia dos ônibus elétricos pode resultar na perda de uma participação significativa na indústria do futuro, caracterizada por empregos qualificados que demandam maior sofisticação intelectual e conhecimento técnico. Esta cadeia produtiva, que revela um alto potencial de inovação e desenvolvimento tecnológico, oferece oportunidades para a criação de empregos de alta qualidade e para o fortalecimento do capital humano brasileiro. Além disso, sem uma estratégia definida, o Brasil corre o risco de não alcançar as metas de redução de emissões, comprometendo os compromissos ambientais e o desenvolvimento sustentável do país. Portanto, é essencial reconhecer e explorar as potencialidades dessa indústria, tanto para o progresso socioeconômico quanto para o cumprimento das metas ambientais.

III. Principais objetivos e a vocação protagonista do Brasil frente à produção dos ônibus elétricos

O objetivo geral deste plano é propor e estruturar ações estratégicas para os próximos quinze anos, visando a consolidação e ampliação da cadeia produtiva de ônibus elétricos no Brasil, incluindo manufatura, pesquisa e desenvolvimento, criação de competências, regulação e homologação de produtos que se façam necessárias.

Para o alcance deste objetivo geral, foram delineados três objetivos específicos, destacados a seguir:

- i) **Identificar ações estratégicas de estímulo à cadeia produtiva brasileira e à manufatura de ônibus elétricos.** Neste objetivo, considera-se a identificação de ações por linhas específicas, tais como incentivos fiscais, metas de produção para a cadeia nacional, programas de crédito e financiamento, programas de exportação de produtos acabados e subsídios diretos.
- ii) **Identificar ações estratégicas para pesquisa, desenvolvimento e inovação e criação de competências tecnológicas e de manufatura.** Nessa linha, são considerados também incentivos fiscais, programas de financiamento e subvenção econômica, bem como aspectos relacionados a metas de inovação e ações estruturantes, o programa de capacitação profissional e tecnológica para o fortalecimento das competências locais e subsídios diretos.
- iii) **Identificar ações estratégicas para a regulação de produtos e suas tecnologias.** Isso inclui a identificação de ações nas linhas de requisitos e especificações de componentes e produtos acabados, critérios técnicos de eficiência energética, ações relacionadas a reparo, reutilização, remanufatura e reciclagem de produtos e componentes, bem como a classificação desses componentes e produtos acabados estratégicos.

A seguir, são listados os principais resultados esperados do ponto de vista qualitativo, refletindo as impressões, opiniões e contribuições de todos os participantes desta jornada, sem ordenação de prioridade, uma vez que todos são igualmente relevantes e interdependentes.

- i) **Previsibilidade e Planejamento à Produção e Demanda.** Um dos resultados esperados com a implementação desta proposta de plano nacional para a cadeia de ônibus elétricos é proporcionar uma previsibilidade robusta tanto para o crescimento da produção desses veículos nos próximos anos quanto para a visualização da demanda potencial por parte das cidades. A existência de um plano estratégico bem delineado, que projeta o comportamento dos volumes de produção ao longo dos anos e as ações necessárias para sustentar esse crescimento, permite alcançar um nível significativo de previsibilidade. Essa previsibilidade, por sua vez, facilita um planejamento mais eficiente e eficaz dos investimentos, assim como a implementação das cidades no que tange à adoção de ônibus elétricos. A harmonização entre a demanda urbana e a oferta da cadeia produtiva é essencial para garantir o sucesso dessa transição tecnológica. Dessa forma, o plano nacional se configura como um alicerce fundamental para a compreensão do crescimento do setor nos próximos anos, destacando as áreas onde investimentos e ações são necessários para suportar e incentivar esse desenvolvimento.
- ii) **Liderança e Integração Regional Latino-americana.** Com a implementação deste plano, almeja-se que o Brasil assumira uma posição de liderança regional no setor de ônibus elétricos, desempenhando um papel de protagonismo e promovendo a integração com os demais países da América Latina. Este objetivo visa estabelecer uma visão mais abrangente e regional da cadeia produtiva, aproveitando de forma estratégica as matérias-primas disponíveis no continente. O Brasil, que historicamente tem sido um fornecedor para esses mercados, continuará a exercer sua liderança, garantindo uma cadeia produtiva regional robusta e sustentável. O plano prevê o fortalecimento das competências nacionais em produção, tecnologia e pesquisa e desenvolvimento (P&D), o que reduzirá a dependência de importações e aumentará a autonomia tecnológica do país. A aceleração do beneficiamento local de matérias-primas essenciais, como o lítio, incrementará a competitividade e o potencial de exportação da indústria brasileira de ônibus elétricos. A integração regional proposta por este plano não apenas consolidará a posição do Brasil como líder na América Latina, mas também garantirá a sustentabilidade a longo prazo do ecossistema produtivo.
- iii) **Transição Justa com Empregos Qualificados e Multiplicação dos Efeitos de Renda para o Brasil.** A proposta do plano defende vigorosamente a geração de empregos qualificados no Brasil, ressaltando os significativos efeitos multiplicadores de renda que podem ser alcançados com o desenvolvimento de uma indústria complexa como a de ônibus elétricos. O plano enfatiza que a plena captura dos benefícios econômicos e tecnológicos dessa cadeia produtiva é viabilizada pela internalização de atividades criativas, intelectuais, de formação e construção desses produtos no Brasil. Ao fomentar a qualificação da mão-de-obra nacional e incentivar a pesquisa e desenvolvimento (P&D) local, o plano visa não apenas fortalecer a capacidade produtiva, mas também garantir que os avanços gerados por essa indústria reverberem amplamente na economia brasileira. Esse enfoque estratégico assegura que o Brasil não seja apenas um consumidor de tecnologia, mas sim um protagonista na criação e inovação, consolidando-se como um dos centros destacáveis na produção de ônibus elétricos. Assim, a internalização dessas atividades se configura como um pilar essencial do plano, promovendo um desenvolvimento econômico sustentável, inclusivo e capaz de gerar alto valor agregado aos produtos e serviços brasileiros.

- iv) **Modernização Urbana e Novos Modelos de Negócio.** De forma e caráter mais complementar, o plano também impulsionará a modernização urbana, melhorando a qualidade de vida através de serviços essenciais sustentáveis. A introdução de novos modelos de negócios facilitará a entrada de ônibus elétricos no mercado, promovendo a reorganização dos centros urbanos. A coordenação estratégica garantirá a viabilidade econômica dos projetos, incluindo sua participação em licitações e processos de aquisição governamentais. Estabelecer normas e regulamentações adequadas garantirá a segurança, qualidade e interoperabilidade dos ônibus elétricos, aumentando a confiança dos consumidores e incentivando a adoção dessas tecnologias.

IV. O quadro de políticas públicas e o marco legal e normativo associado à cadeia de ônibus elétricos

O objetivo desta sessão é apresentar o marco legal e regulatório existente que possui interface ou sinergia com o tema dos ônibus elétricos, particularmente no que tange à sua cadeia produtiva no Brasil. A análise abrange elementos importantes como os ex-tarifários, a Lei de Informática, o PADIS (Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores), a Lei do Bem, programas do BNDES, programas da FINEP e EMBRAPPII, e diversas normas técnicas e regulamentações.

Todas as políticas, apontamentos e instrumentos destacados nesta sessão foram extraídos ao longo das rodadas de construção colaborativa dentro dos grupos de trabalho². Essas rodadas permitiram um diagnóstico da situação atual, identificando onde e em que medida é perceptível a existência de políticas que dialogam, de alguma forma, com o setor dos ônibus elétricos. Através dessas discussões colaborativas, foi possível mapear as iniciativas existentes e delinear estratégias mais eficazes para o futuro, garantindo que o plano seja bem fundamentado e reflita as necessidades e potencialidades identificadas durante as explanações desta sessão.

É importante ressaltar que este arcabouço legal não é exclusivo dos ônibus elétricos, mas se estende a eles, pois os componentes que compõem esta cadeia produtiva são igualmente contemplados pelas referidas políticas públicas. A abrangência dessas regulamentações e incentivos cria um ambiente propício para a competitividade e a sustentabilidade na produção e implementação de ônibus elétricos.

A. Ex-tarifários

Os ex-tarifários são instrumentos utilizados para reduzir temporariamente as alíquotas de importação de bens de capital, informática e telecomunicações que não possuem produção nacional (Ministério do Desenvolvimento, 2023). Eles são essenciais para a cadeia de ônibus elétricos, pois permitem a

² Ver, em maior detalhamento, o Anexo: Notas metodológicas de execução do projeto.

importação de tecnologias avançadas a custos mais baixos, facilitando a modernização tecnológica necessária para a produção desses veículos. Um exemplo específico é o ex-tarifário para IGBT Transistor Bipolar de Porta Isolada (IGBT) e ímãs, componentes críticos para a eletrônica de potência e sistemas de tração elétrica. A redução nos custos desses componentes é vital para a viabilidade econômica dos ônibus elétricos.

B. Lei da Informática e PADIS

A Lei da Informática (Lei nº 8.248/1991) oferece incentivos fiscais para empresas que investem em pesquisa e desenvolvimento (P&D) de software, hardware e automação. Para a cadeia de ônibus elétricos, esses incentivos estimulam a inovação e a produção local de componentes eletrônicos, reduzindo a dependência de importações e aumentando a competitividade da indústria nacional. O Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores (PADIS) incentiva o desenvolvimento e a produção de semicondutores e *displays*, oferecendo isenção de impostos federais sobre a importação e comercialização de insumos e equipamentos.

C. Lei do Bem

A Lei do Bem (Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005) proporciona incentivos fiscais às empresas que investem em inovação tecnológica, permitindo deduções no imposto de renda e isenção de impostos sobre produtos importados para P&D. Este instrumento, amplamente utilizado na indústria de mobilidade, aplica-se também a empresas da cadeia de ônibus elétricos, facilitando investimentos em novas tecnologias e desenvolvimento de novos produtos. A continuidade e expansão desses incentivos no setor de ônibus elétricos são essenciais para impulsionar avanços tecnológicos e manter a competitividade do Brasil na indústria de mobilidade sustentável.

D. Programas do BNDES

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) desempenha um papel destacável no apoio ao desenvolvimento sustentável e na modernização da infraestrutura de transporte no Brasil. As iniciativas do BNDES abrangem uma variedade de programas e linhas de financiamento que incentivam a transição para tecnologias de mobilidade mais limpas e eficientes, incluindo a introdução e expansão da frota de ônibus elétricos. A seguir, são descritas as principais linhas de atuação do BNDES que impactam diretamente o setor de ônibus elétricos, alvo deste plano.

1. BNDES FINAME Baixo Carbono

Considera o financiamento para aquisição e comercialização de sistemas de geração de energia solar e eólica, aquecedores solares, ônibus e caminhões elétricos, híbridos e movidos exclusivamente a biocombustível e demais máquinas e equipamentos com maiores índices de eficiência energética ou que contribuam para redução da emissão de gases de efeito estufa. Todos os produtos devem ser novos, de fabricação nacional e credenciados no Credenciamento Finame (CFI) do Sistema BNDES (BNDES, 2024).

2. Linhas de Apoio à Exportação

O BNDES possui linhas de financiamento voltadas para a exportação, fundamentais para a inserção dos produtos brasileiros no mercado internacional. No setor de ônibus elétricos, essas linhas permitem que fabricantes nacionais obtenham recursos para desenvolver e exportar veículos e componentes relacionados, fortalecendo a posição do Brasil na indústria de mobilidade elétrica (BNDES, 2024).

3. Programa BNDES ROTA 2030: Descarbonização da Mobilidade e da Logística

O Programa BNDES ROTA 2030 é uma iniciativa voltada para a inovação e a sustentabilidade na indústria automotiva brasileira. Refere-se a apoio não reembolsável para projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação em descarbonização da mobilidade e da logística, do setor automotivo. O programa apoia projetos de pesquisa e desenvolvimento, bem como a implantação de novas tecnologias que contribuam para a redução das emissões de carbono no setor de transporte (BNDES, 2024c).

4. Programa Mais Inovação

O Programa Mais Inovação do BNDES visa fomentar a inovação tecnológica em diversos setores da economia brasileira, incluindo o de transportes. Através deste programa, empresas de ônibus elétricos podem obter financiamento para projetos que envolvam o desenvolvimento de novas tecnologias, aprimoramento de produtos e processos, e implementação de soluções inovadoras que aumentem a eficiência e reduzam o impacto ambiental dos veículos. Considera o financiamento direto e indireto, aos seguintes itens de uso, previstos pelo Conselho Monetário Nacional P&D&I compatíveis com a nova Política Industrial ou políticas nacionais ligadas ao Meio Ambiente; plantas pioneiras; difusão tecnológica; digitalização e parques tecnológicos (BNDES, 2024b).

5. Fundo Clima

O Fundo Clima, vinculado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), foi criado em 2009 com a finalidade de garantir recursos para projetos voltados à mitigação das mudanças climáticas. Este fundo oferece linhas de financiamento específicas que impactam diretamente o setor de ônibus elétricos:

- Indústria Verde: Apoiar a indústria na transição para tecnologias mais sustentáveis, incluindo a fabricação de veículos elétricos e a adoção de processos produtivos mais eficientes e menos poluentes (BNDES, 2024a).
- Logística de Transporte, Transporte Coletivo e Mobilidade Verdes: Financia projetos que visam a modernização da logística de transporte e a implementação de soluções de mobilidade urbana sustentáveis, como a aquisição de ônibus elétricos e a criação de infraestrutura de apoio (BNDES, 2024a).

Além disso, o BNDES, utilizando recursos do Fundo Clima e do FAT (Fundo de Amparo ao Trabalhador), investiu R\$ 4,5 bilhões na renovação da frota de ônibus em municípios brasileiros³.

E. Programas da FINEP e EMBRAPII

Os recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) geridos pela FINEP oferecem apoio a projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação. Este apoio é essencial para as empresas da cadeia de ônibus elétricos que buscam desenvolver novas tecnologias e processos. O programa FINEP - Mais Inovação Brasil – Mobilidade Urbana oferece financiamento para projetos de inovação em mobilidade urbana, incluindo soluções tecnológicas para o transporte urbano. Este programa pode apoiar o desenvolvimento de tecnologias específicas para ônibus elétricos e infraestrutura de recarga (FINEP, 2024).

A EMBRAPII apoia projetos de inovação tecnológica em parceria com empresas e instituições de pesquisa. Os projetos estruturantes cobertos são iniciativas de impacto e relevância para o desenvolvimento industrial, incluindo a produção de ônibus elétricos (Embrapii, 2024).

³ Este investimento permitiu a aquisição de 1.034 ônibus elétricos. É importante destacar que este número se refere aos veículos adquiridos através deste investimento específico e não deve ser confundido com a quantidade total de ônibus elétricos atualmente em operação no Brasil, que, de acordo com o e-Bus Radar, é da ordem de 556, a considerar o panorama de julho de 2024.

F. Normas Técnicas e Regulamentações

A norma ABNT NBR 15570/2021 estabelece os requisitos de desempenho e segurança para ônibus urbanos, incluindo critérios técnicos para a fabricação e operação de veículos elétricos. Garantir a conformidade com esta norma é essencial para a segurança e qualidade dos ônibus elétricos.

As normas de segurança padronizadas, estabelecidas pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) e pelo CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito), asseguram que os ônibus elétricos e seus componentes atendam aos requisitos de segurança e conformidade. Além disso, regulamentos técnicos do INMETRO para baterias, carregadores e conectores garantem a segurança e a qualidade desses componentes utilizados em veículos elétricos, visando padronizar e certificar esses componentes para o mercado nacional.

Os padrões de certificação conforme normas IEC 61851-1: 2017, IEC 61851-21-2: 2018, IEC 61851-23: 2014, IEC 62196-1: 2022, IEC 62196-3: 2022 estabelecem especificações técnicas e requisitos de segurança para sistemas de carregamento de veículos elétricos. Essas normas internacionais garantem a qualidade e a interoperabilidade dos equipamentos. As normas brasileiras da ABNT, como NBR 5410, NBR 61851 e NBR 17019, regulam a instalação elétrica, sistemas de carregamento de veículos elétricos e a segurança em sistemas de armazenamento de energia, garantindo a segurança e a qualidade das instalações e equipamentos elétricos no Brasil.

G. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, estabelece diretrizes importantes para o manejo adequado dos resíduos sólidos no Brasil. Esta legislação visa promover a gestão integrada e o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos, fomentando a redução na geração de resíduos, o aumento da reciclagem e o tratamento dos resíduos perigosos. No contexto da cadeia produtiva dos ônibus elétricos, a PNRS pode desempenhar um papel fundamental na criação de um marco setorial para a reciclabilidade e a economia circular, especialmente no que se refere aos componentes críticos como as baterias. As baterias de íon-lítio, que são essenciais para o funcionamento dos ônibus elétricos, possuem um ciclo de vida embarcado e, ao final de sua vida útil, requerem processos específicos de descarte e reciclagem. A implementação da PNRS abre caminho para o desenvolvimento de tecnologias e práticas inovadoras de reciclagem e reuso desses componentes, alinhando-se com os princípios da economia circular e garantindo que os materiais contidos nas baterias sejam recuperados e reintegrados ao ciclo produtivo.

H. Programa APEX

A Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (Apex-Brasil) desempenha um papel robusto no fortalecimento da presença internacional dos produtos brasileiros que demonstra potencial também para a emergente cadeia de ônibus elétricos. A Apex pode apoiar este setor ao promover a exportação de ônibus elétricos fabricados no Brasil para mercados na América Latina e além, alinhando-se com políticas que fomentam sinergias estratégicas entre diferentes setores produtivos (APEX, 2024).

As iniciativas de promoção comercial podem incluir a participação em feiras internacionais, missões comerciais e rodadas de negócios, onde empresas brasileiras possam apresentar seus produtos e tecnologias a potenciais compradores e investidores internacionais. Além disso, a Apex pode desenvolver projetos com abordagem setorial, focados na promoção da indústria brasileira de ônibus elétricos no mercado internacional. Esses projetos poderiam envolver parcerias estratégicas com governos e empresas de outros países latino-americanos, facilitando a entrada e a expansão dos produtos brasileiros nesses mercados (APEX, 2024).

V. As políticas públicas com foco na cadeia de ônibus elétricos: MOVER e Nova Indústria Brasil como pontos de ancoragem desse plano

A presente proposta de Plano Nacional para a Cadeia Produtiva de Ônibus Elétricos se conecta fortemente com dois instrumentos atuais que demonstram sinergia e convergência: o Programa Nova Indústria Brasil (NIB) e o Programa Mobilidade Verde e Inovação (MOVER). Estes programas abrangem para dentro de seus instrumentos, a eletrificação dos transportes e o fortalecimento da cadeia produtiva nacional, proporcionando um cenário favorável para a integração do nosso plano.

Ainda, o programa Nova Indústria Brasil e o MOVER foram geridos e desenvolvidos dentro do próprio Ministério da Indústria, Comércio e Desenvolvimento (MDIC). Fundamentalmente, ambos tiveram a mesma orientação ministerial, demonstrando o papel estratégico do MDIC na demanda e apoio à construção destas diretrizes. E, no que tange o presente documento e proposta de Plano Nacional para a Cadeia Produtiva de Ônibus Elétricos, reforça-se a participação ativa do Ministério em apoio à sua realização, reforçando a importância da pasta para o avanço da indústria de ônibus elétricos e a promoção de cadeias produtivas no Brasil.

A seguir, discute-se estes programas e como a presente proposta pode ser integrada a eles, recomendando-se sua inclusão no guarda-chuva das políticas públicas já em vigência no país (referente a julho de 2024).

A. Programa Nova Indústria Brasil

O Programa Nova Indústria Brasil (NIB), lançado em janeiro de 2024, com o objetivo de impulsionar a indústria nacional até 2033, utilizará instrumentos como subsídios, empréstimos com juros reduzidos e ampliação de investimentos federais (Ministério do Desenvolvimento, Indústria, 2024). Adicionalmente, oferecerá incentivos tributários e fundos especiais para estimular setores específicos da economia, incluindo a agroindústria, saúde, infraestrutura urbana, tecnologia da informação, bioeconomia e defesa.

O programa é estruturado em seis missões, destacando-se a Missão 3: Infraestrutura, Saneamento, Habitação e Mobilidade Sustentáveis, que assume especial relevância para o avanço da eletromobilidade e o fortalecimento da cadeia produtiva de baterias. Antecipando o conteúdo a ser abordado no Capítulo 7, é importante mencionar a proposta de um programa de nacionalização dos acumuladores de energia no Brasil, no contexto das iniciativas apresentadas neste plano.

Uma das metas aspiracionais para 2033 incluem aumentar em 25 pontos percentuais o adensamento produtivo na cadeia de transporte público sustentável (MDIC - Ministério do Desenvolvimento, 2024). Para o alcance dessa meta, a Missão 3 preconiza o desenvolvimento de nichos industriais focados em Eletromobilidade e na Cadeia Produtiva da Bateria, áreas-alvo estratégicas devido ao seu potencial significativo para impulsionar a inovação tecnológica, a sustentabilidade ambiental e a competitividade econômica. Para alcançar esses objetivos, a missão será estruturada em torno de diversos pilares fundamentais: Prioridades de Financiamento, Ambiente de Negócios, Conformidade com Normas Ambientais e de Sustentabilidade, Contratações Públicas e Ações Específicas para o Alcance da Missão.

As prioridades de financiamento serão divididas em duas categorias principais. Os financiamentos não reembolsáveis serão direcionados para tecnologias que diminuam as emissões de carbono no transporte, soluções de economia circular para a redução de resíduos e o desenvolvimento da aviação do futuro. Já os financiamentos reembolsáveis focarão no desenvolvimento e implementação de sistemas de propulsão elétrica, híbrida e outros combustíveis alternativos, visando a redução de emissões em relação à gasolina e ao diesel. Estes financiamentos incluirão veículos associados a soluções sustentáveis e inteligentes, abrangendo setores aeronáuticos e marítimos.

Para criar um ambiente de negócios propício ao desenvolvimento desses nichos industriais, serão adotadas estratégias como a racionalização dos encargos setoriais sobre energia elétrica, a desburocratização da instalação de estações aduaneiras no interior e a retomada das exportações de serviços. Além disso, haverá um foco rigoroso na conformidade com normas ambientais e de sustentabilidade, bem como na segurança da mobilidade e na confiabilidade das estruturas digitais, através do Programa de Indicadores Mínimos de Desempenho Energético e da Rede de Aprendizagem em Eficiência Energética e Gestão de Energia (RedEE).

B. Programa MOVER

O Programa MOVER, implementado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) do Brasil, representa uma evolução significativa em relação ao seu antecessor, Rota 2030. Este novo programa amplia seu escopo, deixando de ser restrito ao setor automotivo para se transformar em uma política abrangente de Mobilidade e Logística Sustentável de Baixo Carbono. A seguir, detalham-se as principais inovações e componentes do programa, de acordo com MDIC (2024)⁴, assim como suas implicações e perspectivas.

1. Ampliação do Escopo de Mobilidade

Como apontado, o MOVER não se limita mais ao setor automotivo tradicional, mas abrange toda a mobilidade e logística sustentável. Essa mudança é chave para uma abordagem holística da mobilidade urbana, integrando veículos leves, pesados e sistemas de transporte.

⁴ Ver, a esse respeito, <https://www.gov.br/planalto/pt-br/acompanhe-o-planalto/noticias/2023/12/mover-novo-programa-ampliacoes-para-mobilidade-verde-e-descarbonizacao>.

2. Requisitos Obrigatórios

Os requisitos estabelecidos pelo programa Rota 2030 foram ampliados. Agora, todos os veículos comercializados no Brasil devem atender aos critérios de rotulagem veicular, que incluem eficiência energética e segurança. A eficiência energética será avaliada desde a produção de energia ("do poço à roda"), e haverá uma exigência de material reciclado na fabricação dos veículos, com um índice mínimo esperado acima de 50%. Além disso, a partir de 2027, será implementada a medição da pegada completa de carbono dos veículos ("do berço ao túmulo"), uma inovação que visa fornecer uma avaliação ambiental mais abrangente.

3. Tributação Verde

O sistema de tributação verde "bônus-malus" será implementado, onde os veículos serão tributados com base em vários indicadores ambientais e de desempenho, incluindo a fonte de energia, consumo energético, potência do motor, reciclabilidade e desempenho estrutural. Este sistema não implica em renúncia fiscal, pois as alíquotas serão ajustadas de acordo com os indicadores ambientais dos veículos.

4. Incentivos para Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)

O MOVER oferece incentivos fiscais para empresas que investem em P&D. O dispêndio mínimo para P&D aumentou para entre 0,3% e 0,6% da receita operacional bruta, e cada real investido poderá gerar créditos financeiros entre R\$ 0,50 e R\$ 3,20, utilizáveis para abatimento de quaisquer tributos administrados pela Receita Federal do Brasil. Este aumento visa fomentar maior inovação e desenvolvimento tecnológico no setor.

5. Atração de Investimentos

O programa inclui medidas para estimular a realocação de plantas industriais estrangeiras para o Brasil. Empresas que transferirem suas operações terão créditos financeiros equivalentes ao imposto de importação sobre a transferência de equipamentos, além de abatimentos no IRPJ (Imposto sobre a Renda das Pessoas Jurídicas) e na CSLL (Contribuição Social sobre o Lucro Líquido) relativos à exportação de produtos e sistemas desenvolvidos no Brasil.

6. Programas Prioritários

Há uma redução do imposto de importação para fabricantes que importam peças e componentes sem similar nacional, desde que invistam 2% do total importado em projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação na cadeia de fornecedores. Este incentivo visa fortalecer a cadeia produtiva local e promover a inovação.

7. Fundo Nacional de Desenvolvimento Industrial e Tecnológico (FNDIT)

Uma das principais inovações do MOVER é a criação do FNDIT, gerido pelo BNDES e coordenado pelo MDIC. Este fundo é dedicado à inovação e modernização industrial, com investimentos previstos entre R\$ 300 milhões e R\$ 500 milhões anuais, superando o investimento médio anual de R\$ 200 milhões do Rota 2030. O FNDIT é visto como um marco na neointustrialização do Brasil, aproximando o BNDES do setor industrial e reforçando o compromisso com o desenvolvimento sustentável.

C. Integrações e conexões com a Proposta de Plano Nacional para a Cadeia de Ônibus Elétricos

A integração do Plano Nacional para a Cadeia de Ônibus Elétricos com o Programa Nova Indústria Brasil e o Programa MOVER é altamente recomendada. A sinergia entre as políticas pode ser explorada para fortalecer a cadeia e infraestrutura de mobilidade sustentável e a cadeia produtiva de baterias, essenciais para a eletrificação do transporte público.

A convergência entre o Programa MOVER e a proposta do Plano Nacional para a Cadeia Produtiva de Ônibus Elétricos é evidente em vários aspectos, principalmente no que diz respeito à pesquisa e desenvolvimento (P&D). O estabelecimento de um fundo de mobilidade que abrange todos os componentes, incluindo as autopeças produzidas localmente, é um ponto de interseção entre os dois projetos.

Outro ponto de convergência é a exigência de que empresas habilitadas para comercializar veículos no Brasil tenham projetos de investimento no país, o que implica um investimento mínimo em P&D. Essa integração é essencial para promover o desenvolvimento tecnológico e a inovação na indústria automotiva nacional.

Há mais uma interseção que consiste na preocupação com a eficiência energética e critérios de mensuração. No entanto, o desafio reside em como aplicar métricas de eficiência energética para veículos pesados, como os ônibus, alvo deste plano.

Além disso, o MOVER converge com as metas estabelecidas pelo Programa Nova Indústria Brasil (NIB), especialmente no que diz respeito à definição de metas para baterias. Este Plano Nacional para a Cadeia Produtiva de Ônibus Elétricos aborda diretamente essa questão, oferecendo uma oportunidade para alinhar as ações do MOVER com as metas estabelecidas pelo NIB.

A necessidade de subsidiar e coordenar as ações entre os dois programas é fundamental para garantir a eficácia das políticas públicas. A definição de requisitos obrigatórios, como reciclabilidade, também é um ponto de interseção, especialmente no que diz respeito aos veículos pesados. Essa abordagem pode induzir a economia circular e promover a sustentabilidade na indústria automotiva.

A questão da pegada de carbono também é destacada, com ênfase na necessidade de estabelecer métricas específicas para veículos pesados. Enquanto os veículos leves estão com parâmetros mais avançados para a reciclagem, os veículos pesados requerem uma abordagem a ser mais sofisticada. Sendo assim, este Plano Nacional para a Cadeia Produtiva de Ônibus Elétricos pode ser um catalisador e desempenhar um papel importante ao abordar essas questões e promover a sustentabilidade na indústria de transporte.

Em resumo, as ações aqui propostas pelo Plano Nacional de Ônibus Elétricos estão alinhadas com as necessidades identificadas pelo Programa MOVER, especialmente no que diz respeito à pesquisa e desenvolvimento, eficiência energética, reciclabilidade e pegada de carbono. No entanto, a implementação bem-sucedida dessas políticas exigirá uma coordenação eficaz entre os atores, instituições de fomento e setor privado.

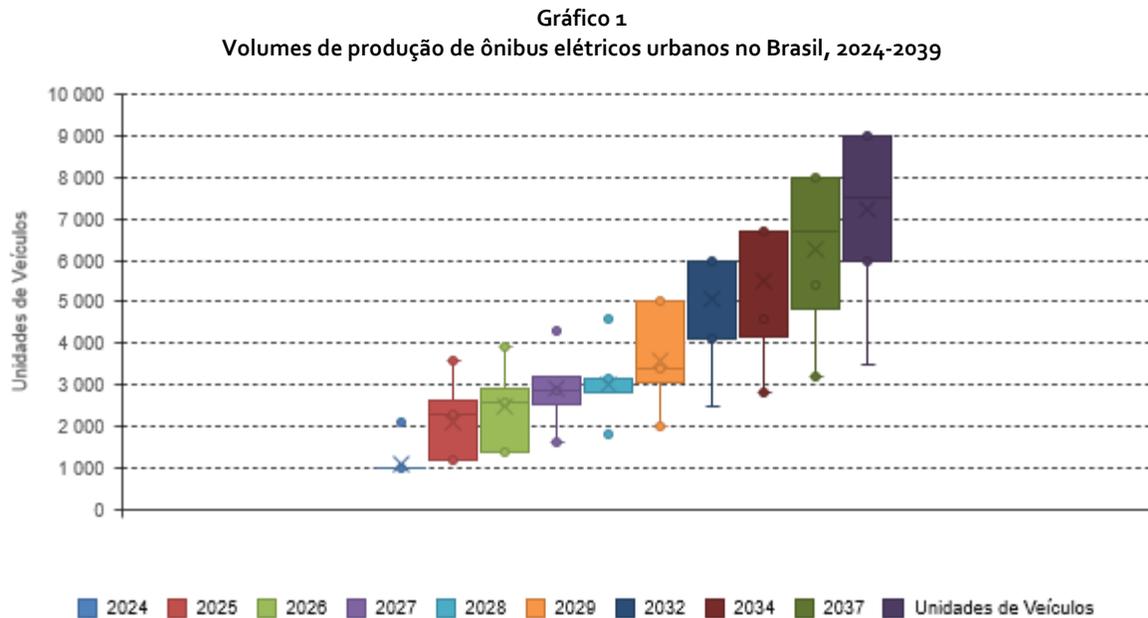
VI. Volumes de produção & mercado esperados para o setor: Perspectivas de crescimento da produção de ônibus elétricos no Brasil

O objetivo deste capítulo das recomendações para um Plano Nacional para a Cadeia Produtiva de Ônibus Elétricos é demonstrar as perspectivas de crescimento da produção de ônibus elétricos no Brasil, oferecendo uma visão geral dos volumes esperados. Esta investigação e análise foi conduzida a partir das percepções dos participantes do setor e deste projeto, baseando-se em suas experiências e conhecimentos específicos. As informações fornecidas foram codificadas e analisadas de forma agregada, garantindo a confidencialidade das fontes, de modo que os resultados reflitam a visão geral do setor e participantes, e não a perspectiva de um participante ou instituição específica.

No âmbito da produção de ônibus no Brasil, entende-se por produção todas as atividades de montagem e manufatura realizadas no território nacional, inclusive quando estas envolvem componentes importados, desde que tais atividades ocorram em unidades industriais localizadas no país. Ademais, os números apresentados refletem não apenas a capacidade de atendimento ao mercado interno, mas também as potencialidades de exportação para mercados regionais, como o da América Latina, destacando a importância estratégica da indústria brasileira no fortalecimento da mobilidade sustentável na região.

Este exercício de previsão dos volumes de produção constata uma visão clara e consensuada de perspectiva de crescimento. Ainda, esta visão referendou a proposta de desenvolvimento de ações e políticas do Plano em janelas temporais de cinco, dez e quinze anos. Os volumes projetados fornecem uma base para as ações e formulação de estratégias e políticas que visem o crescimento sustentado do setor de ônibus elétricos no Brasil ao longo de anos (alvo do próximo capítulo).

Inicialmente, apresenta-se um gráfico do tipo BOX PLOT⁵. Este gráfico resulta diretamente do questionário realizado com os participantes do projeto. O gráfico 1 representa a média obtida a partir deste questionário, ilustrando os volumes de produção dos ônibus urbanos até 2040.



Fonte: Elaboração própria a partir das contribuições dos especialistas.

Na sequência, derivado deste primeiro gráfico, demonstra-se o gráfico de média de produção que ilustra os volumes médios esperados de produção de ônibus elétricos projetados até 2040. Este gráfico é fundamental para visualizar a tendência de crescimento e as metas de produção a longo prazo, permitindo a definição de marcos e objetivos intermediários.

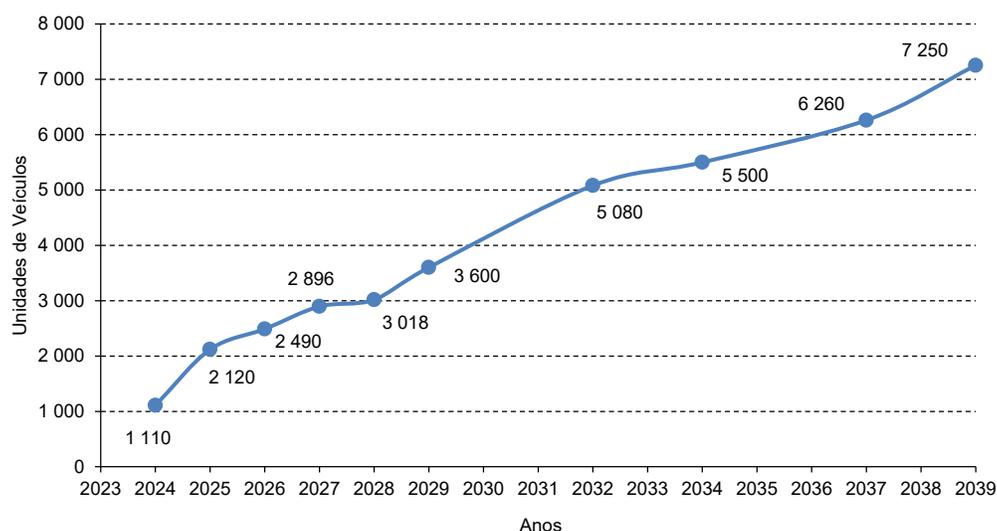
Ao analisar a janela temporal de 2024 a 2039, com foco na visão de crescimento da produção de ônibus elétricos no Brasil, de acordo com a opinião dos participantes do projeto e atores da indústria, são identificados três momentos distintos no desenvolvimento deste setor:

- **Primeira Fase de Crescimento Inicial Conservador (2024-2028):** A primeira fase, que se estende até 2028, apresenta um crescimento tímido em termos de volumes de produção. Iniciando com uma ordem de grandeza de 1.000 unidades anuais em 2024, a produção atinge pouco mais de 3.000 unidades até 2028. Este crescimento gradual reflete um período de construção, adaptação e estabelecimento das bases produtivas e tecnológicas necessárias para a expansão da indústria de ônibus elétricos no Brasil. A perspectiva mais conservadora neste período pode ser atribuída aos desafios iniciais de implementação pelas cidades, ajustes de mercado e consolidação de políticas públicas de apoio. Além disso, nesta fase, observa-se ausência de maturidade em áreas críticas de manufatura, como a produção de ímãs e células de baterias no Brasil, que ainda não estão estabelecidas.

⁵ O gráfico box plot oferece uma visualização da distribuição dos dados, destacando: a Amplitude Interquartil (IQR), que é a diferença entre o terceiro quartil (Q₃) e o primeiro quartil (Q₁), representando a dispersão central dos dados; a Mediana, que é o valor central dos dados e divide a distribuição em duas partes iguais; os Mínimos e Máximos, que são os valores extremos da distribuição e fornecem uma visão dos limites de produção esperados; e os Outliers, que são valores atípicos que podem indicar variações significativas na produção. As estatísticas descritivas apresentadas pelo box plot ajudam a entender a variação e a tendência central dos volumes de produção, oferecendo uma base para comparações temporais.

- Segunda Fase de Crescimento Acelerado (2029-2034):** A partir de 2029, observa-se uma visão mais otimista de crescimento para o setor, marcando um salto significativo na produção. Até 2034, a produção anual de ônibus elétricos alcança cerca de 5.500 unidades. Este aumento inclui veículos destinados tanto ao mercado nacional quanto às exportações. Diversos fatores contribuem para este crescimento acelerado, como a maturação das tecnologias, a ampliação das plantas produtivas no Brasil e infraestrutura de suporte, incentivos governamentais robustos e uma maior aceitação do mercado e/ou ampliação da difusão nas cidades. A integração de políticas como o Programa NIB e o Programa MOVER correspondem a este avanço, proporcionando suporte financeiro e regulatório. Nesta fase, é possível vislumbrar uma maturidade tecnológica e de manufatura maior para a fabricação de baterias no Brasil, refletindo diretamente no crescimento dos volumes de produção nacionais.
- Terceira Fase de Estabilização e Platô de Produção (2035-2039):** Após o ciclo de crescimento acelerado, a partir de 2035, o setor atinge um platô de estabilização até 2039. Neste período, a produção anual se estabiliza em torno de 7.000 unidades, alcançando um ápice de aproximadamente 7.250 unidades no final do período analisado. Esta fase de estabilização sugere que o mercado atinja um equilíbrio entre oferta e demanda, com a capacidade produtiva ajustada às necessidades do mercado doméstico e internacional. A estabilização pode ser vista como um reflexo da consolidação do setor, onde a eficiência produtiva e a integração de novas tecnologias alcançam um ponto de maturidade. As atividades de manufatura e a produção de ímãs e células de baterias, desenvolvidas na segunda fase, continuam sendo aprimoradas.

Gráfico 2
Média de volumes de produção de ônibus elétricos urbanos no Brasil, 2024-2039



Fonte: Elaboração própria a partir das contribuições dos especialistas.

A análise das perspectivas de crescimento da produção de ônibus elétricos no Brasil de 2024 a 2039 revela três fases distintas: crescimento inicial mais conservador, seguido por um período de aceleração significativa, e, finalmente, a estabilização. As projeções indicam que, com a continuidade do suporte governamental e a adaptação do mercado, o Brasil tem envergadura para se tornar um dos líderes na produção de ônibus elétricos, atendendo tanto às demandas nacionais quanto internacionais, especialmente na América Latina.

VII. Componentes e sistemas: Escopo da cadeia produtiva deste plano à luz de sistemas veiculares e eixos de ações

O objetivo deste capítulo é definir e caracterizar brevemente os cinco sistemas veiculares, elaborados dentro do escopo deste Plano, que compõem a cadeia produtiva de ônibus elétricos. Para facilitar a compreensão e permitir uma abordagem sistêmica dos diversos componentes envolvidos, essa cadeia pode ser segmentada em cinco sistemas principais:

- i) *Powertrain*: Inclui os motores elétricos e a eletrônica de potência, responsáveis pela conversão e gerenciamento de energia para a propulsão do veículo.
- ii) *Acumuladores de Energia*: Envolve as baterias eletroquímicas, que armazenam e fornecem energia elétrica necessária para o funcionamento e tração dos ônibus elétricos.
- iii) *Componentes Complementares*: Compreende sistemas voltados a direção, frenagem, suspensão, ventilação, ar-condicionado e outros, que impactam a eficiência e o desempenho global do veículo.
- iv) *Integração de Componentes (Chassis e Carroceria)*: Refere-se à estrutura física do Chassis e Carroceria do veículo, incluindo a distribuição de peso e a integração dos componentes de propulsão (*powertrain*, acumuladores de energia e componentes complementares).
- v) *Estações de Recarga*: Infraestrutura para a operação dos ônibus elétricos, responsável pelo fornecimento de energia para recarregar as baterias.

Este capítulo, portanto, serve como uma introdução necessária ao posicionar o leitor para o pleno entendimento das agendas que serão listadas no capítulo seguinte. Ao detalhar os sistemas veiculares, é possível apreender uma visão estruturada dos componentes críticos e dos focos de atuação desta cadeia produtiva, aprofundando o entendimento das iniciativas e diretrizes para promoção da cadeia de ônibus elétricos no Brasil.

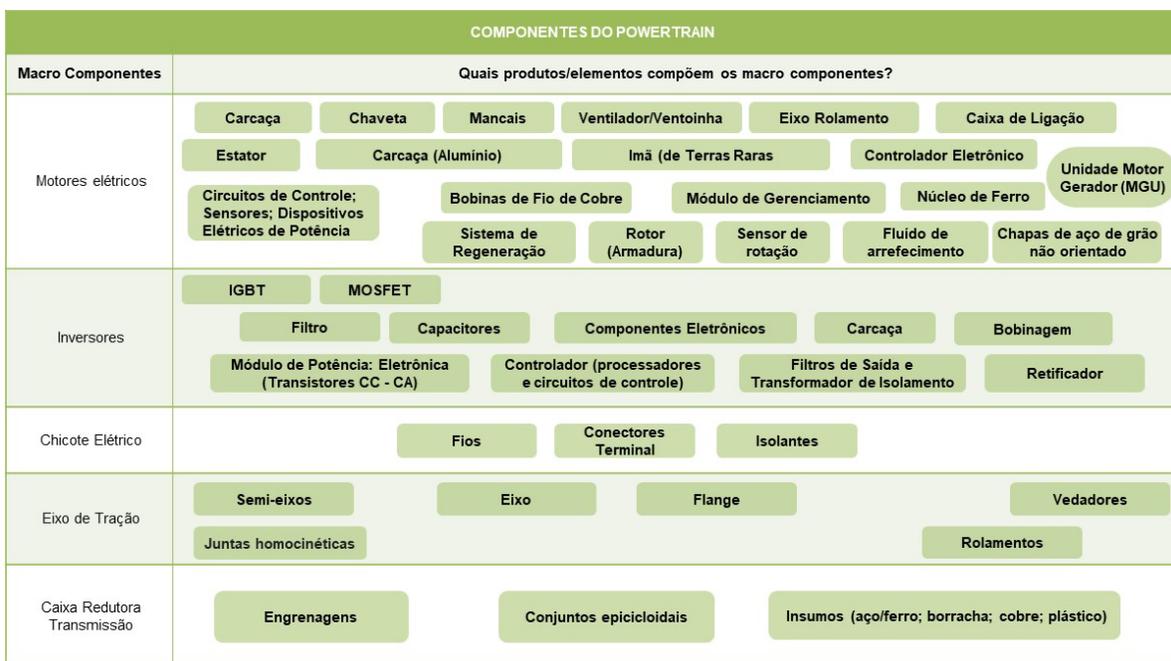
A. Sistema Veicular do *Powertrain*

Define-se aqui o *powertrain* elétrico como o conjunto de componentes integrados responsáveis por gerar a força que será transmitida às rodas, o que resultará na tração do veículo (Barassa, 2019; Chan, 2007; Denton, 2017).

Os motores elétricos apresentam certa “simplicidade mecânica” se comparados aos motores à combustão, com menos partes móveis. Enquanto um motor à combustão pode ter até 2000 partes móveis, um motor elétrico geralmente não tem mais de 20. Isso resulta em menor necessidade de manutenção e maior confiabilidade. A ausência de sistemas como transmissões, embreagens, armazenamento e bombas de combustível, motores de partida, turbocompressores e sistemas de escape nos ônibus elétricos simplifica ainda mais o *powertrain* (Barassa, 2023).

Além disso, a frenagem regenerativa permite a utilização do próprio motor elétrico para reduzir a velocidade do veículo, ao mesmo tempo que recarrega as baterias, aumentando a eficiência energética. Este sistema aproveita a energia que seria dissipada em calor nos freios convencionais, transformando-a em eletricidade.

Diagrama 1
Visão geral dos produtos e elementos que compõem o Sistema Veicular do *Powertrain*



Fonte: Elaboração própria a partir das contribuições dos especialistas.

A eletrônica de potência (inversores) desempenha o papel nos ônibus elétricos de gerenciar a conversão e distribuição de energia elétrica. Componentes como retificadores, conversores de tensão, filtros de entrada e inversores são essenciais para o funcionamento do veículo. Eles controlam o torque e a potência do motor, gerenciam sistemas auxiliares e monitoram os fluxos de energia.

Ainda, dentro do sistema veicular do *powertrain*, destacam-se os chicotes elétricos, que desempenham as conexões entre as máquinas e equipamentos de alta tensão, garantindo a transmissão de energia elétrica. Esses elementos, juntamente com os motores elétricos e a eletrônica de potência, formam um conjunto integrado, fundamental para a composição deste sistema específico.

B. Sistema Veicular dos Acumuladores de Energia

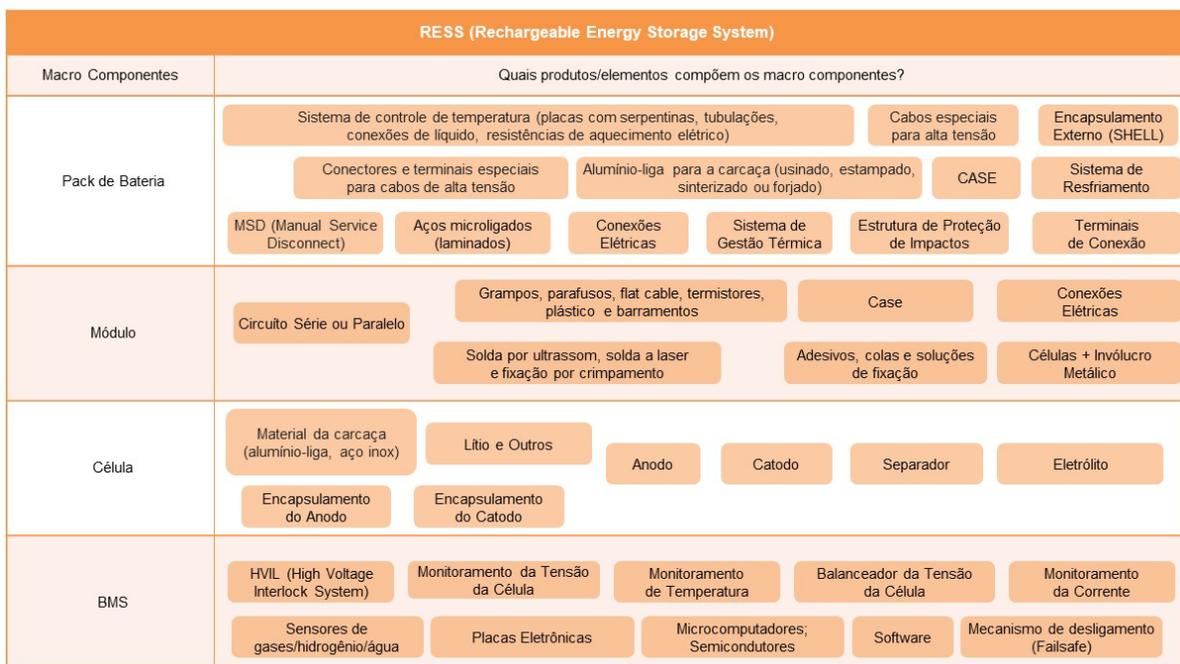
As baterias eletroquímicas são essenciais para o armazenamento e fornecimento de energia aos ônibus elétricos. Desde a primeira bateria moderna desenvolvida por Alessandro Volta em 1800, a tecnologia evoluiu significativamente, culminando na predominância das baterias de íon-lítio devido ao seu desempenho superior em termos de densidade energética, eficiência e ciclo de vida (Barassa, 2015).

A célula é a unidade básica de uma bateria de íon-lítio utilizada em ônibus elétricos. Cada célula é composta por um ânodo, um cátodo, um eletrólito e um separador. O ânodo é geralmente feito de grafite, enquanto o cátodo é composto por materiais como óxido de lítio e metal, comumente lítio-cobalto, lítio-ferro-fosfato ou lítio-níquel-manganês-cobalto. O eletrólito, que pode ser um líquido ou gel, facilita o movimento dos íons de lítio entre o ânodo e o cátodo durante os ciclos de carga e descarga. O separador, uma membrana porosa, evita o contato direto entre o ânodo e o cátodo, prevenindo curtos-circuitos enquanto permite a passagem de íons de lítio (Climate Smart Mining Initiative; Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP), 2020; Cruz, 2020; Golembiewski *et al.*, 2015).

As células podem ter várias geometrias, incluindo cilíndrica, prismática e *pouch*. Cada uma dessas geometrias possui características específicas em termos de arranjo dos eletrodos, resistência mecânica, troca de calor, energia específica mássica e volumétrica. Por exemplo, baterias cilíndricas têm alta resistência mecânica e boa densidade energética, enquanto baterias *pouch* são mais flexíveis e podem ter maior densidade específica.

Diferentes químicas de íon-lítio, como Lítio Ferro Fosfato (LiFePO₄), Níquel Manganês Cobalto (NMC), Níquel Cobalto Alumínio (NCA) e Lítio Enxofre (Li-S), oferecem combinações variadas de estabilidade térmica, densidade de energia e vida útil. Cada tipo de bateria é escolhido com base nas necessidades específicas de desempenho e segurança do veículo.

Diagrama 2
Visão geral dos produtos e elementos que compõem o Sistema Veicular Acumuladores de Energia



Fonte: Elaboração própria a partir das contribuições dos especialistas.

Um módulo, por sua vez, é composto por várias células conectadas em série e/ou em paralelo para alcançar a tensão e capacidade desejadas. A interconexão das células em um módulo é feita através de barramentos e conectores que asseguram a distribuição uniforme de corrente e tensão. Além disso, os módulos são equipados com sensores de temperatura e tensão que monitoram as condições operacionais de cada célula individualmente. Esses sensores são críticos para garantir a segurança e a eficiência do módulo, prevenindo situações de sobreaquecimento ou sobrecarga.

Por fim, o pacote de bateria, ou *battery pack*, é uma estrutura que agrupa múltiplos módulos para fornecer a energia necessária ao funcionamento do ônibus elétrico. O pacote é geralmente acondicionado em um compartimento robusto e seguro, resistente a impactos e condições ambientais adversas. Esse compartimento pode incluir sistemas de gestão térmica, como ventilação ou refrigeração líquida, para manter a temperatura operacional ideal das células e módulos. Além disso, o pacote de bateria é projetado para ser modular e substituível, facilitando a manutenção e a substituição de módulos individuais quando necessário.

De forma transversal, deve-se referenciar o Sistema de Gestão de Bateria (BMS), que é o componente que monitora e gerencia todas as células e módulos dentro do pacote de bateria. O BMS é responsável por diversas funções críticas, incluindo o balanceamento de carga entre as células, monitoramento da tensão e temperatura de cada célula, e a proteção contra sobrecarga, descarga profunda e sobreaquecimento. Além disso, o BMS otimiza a performance da bateria, prolongando sua vida útil e garantindo a segurança operacional.

C. Sistema Veicular dos Componentes Complementares

Os sistemas complementares de um ônibus elétrico são sistemas, que operam além do *powertrain* elétrico e dos acumuladores de energia, incluindo o sistema de direção, sistema de suspensão, sistema de freios, sistema de HVAC (ar-condicionado), sistema de transmissão (eixo), entre outros.

O sistema de direção em um ônibus elétrico é responsável por controlar a trajetória do veículo. Este sistema pode ser hidráulico, elétrico ou eletro-hidráulico.

Já o sistema de suspensão é fundamental para garantir o conforto dos passageiros e a estabilidade do veículo em diversas condições de rodagem. Ele absorve os impactos provenientes das irregularidades da via, mantendo a aderência dos pneus ao solo. O sistema de freios, por sua vez, remete à segurança operacional do ônibus elétrico, permitindo a desaceleração e a parada controlada do veículo. Além dos freios convencionais, os ônibus elétricos geralmente utilizam sistemas de frenagem regenerativa, que convertem a energia cinética em energia elétrica durante a frenagem, aumentando a eficiência energética e a autonomia do veículo.

O sistema HVAC (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*) é essencial para manter o conforto térmico dentro do ônibus, independentemente das condições climáticas externas. Nos ônibus elétricos, o sistema HVAC é especialmente projetado para ser eficiente energeticamente, utilizando compressores elétricos e tecnologias de recuperação de calor.

Por fim, o sistema de transmissão em um ônibus elétrico, é responsável por transferir a potência do motor elétrico para as rodas. Este sistema pode incluir eixos motrizes com motores elétricos integrados, eliminando a necessidade de um diferencial tradicional e melhorando a eficiência energética. A simplicidade e a eficiência dos sistemas de transmissão elétrica contribuem para a redução do peso e do espaço ocupado.

Diagrama 3
Visão geral dos produtos e elementos que compõem o Sistema Veicular Componentes Complementares

SISTEMAS COMPLEMENTARES	
Macro Componentes	Quais produtos/elementos compõem os macro componentes?
Sistema de Direção	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">Sistema Elétrico (Caixa Direção)</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">ou Sistema Hidráulica/Elétrica</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">Sistema de Direção: Caixa de Direção, Assistência Elétrica</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">Sistema de Direção (Elétrico / Hidráulico); Tacógrafo</div> </div>
Sistema de Suspensão	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">Sistema de Suspensão</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">Suspensão (Sist. Pneumático); Trem Motriz (Motor Elétrico); Cardam; Acoplam. Direto</div> </div>
Sistema de Freios	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">Sistema de cilindro mestre eletromecânico/elétrico com integração ao sistema de propulsão;</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">Sistema de Freios: Tambores, Lonas, Linhas, Reservatórios, Compressor de Ar</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">Rodas e Pneus</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">Freio (Sist.); Rodas (Alumínio/Aço); Pneus (Borracha)</div> </div>
HVAC	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">Corpo de válvulas de controle, chiller</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">Compressor de Alta Voltagem</div> </div>
Sistema de Transmissão (Eixo)	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; background-color: #f0f0f0; text-align: center;">Eixos/Aço;</div>
Outros	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">Baterias auxiliares de lítio/novas tecnologias de chumbo (derivados do carbono)</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">Sistemas Auxiliares; Telemetria; Segurança (DWS - AEBS etc)</div> </div>

Fonte: Elaboração própria a partir das contribuições dos especialistas.

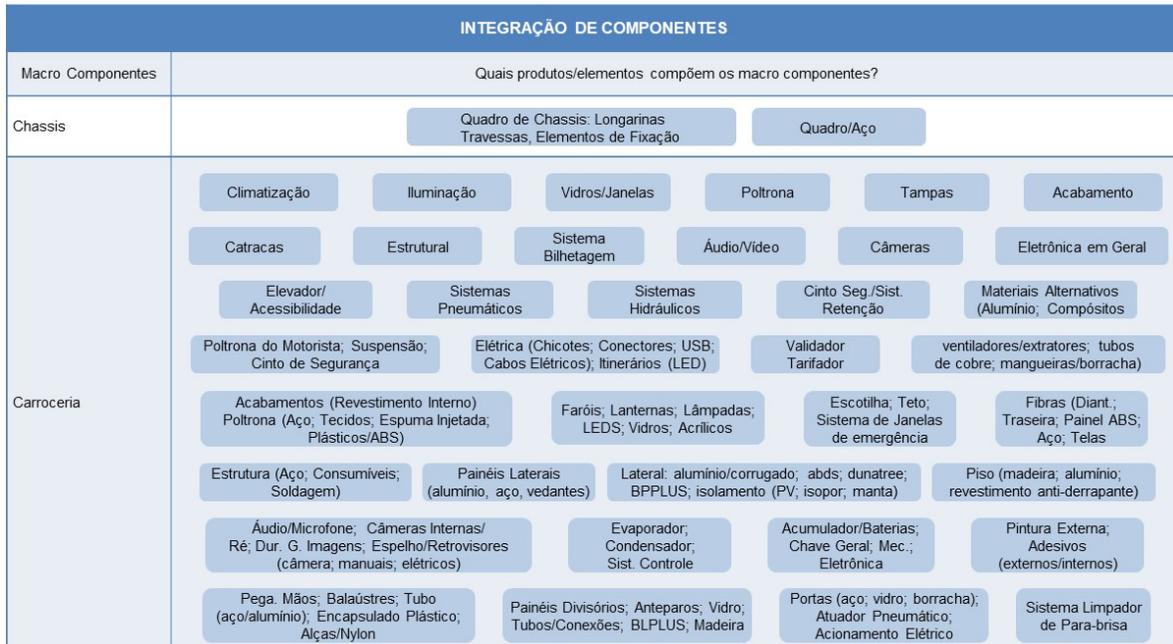
Além dos sistemas mencionados, os ônibus elétricos incorporam outros sistemas complementares que desempenham funções específicas. Entre eles estão os sistemas de iluminação, tanto internos quanto externos, os sistemas de *infotainment* e comunicação, que melhoram a experiência dos passageiros, e os sistemas de monitoramento e diagnóstico, que fornecem dados em tempo real sobre o desempenho do veículo, permitindo a manutenção preventiva e a otimização das operações.

D. Sistema Veicular de Integração de Componentes: Chassis e Carroceria

Nos ônibus elétricos, a integração dos componentes estruturais, como chassis e carroceria, difere significativamente dos ônibus convencionais. A distribuição de peso e o espaço ocupado pelos sistemas são modificados devido à inclusão das baterias e à "simplificação" dos motores e sistemas de transmissão. Estas mudanças exigem novos materiais e arquiteturas estruturais para otimizar a eficiência e a autonomia dos veículos (Barassa, 2023; C4o Cities Finance Facility, 2020).

Os chassis tradicionais, geralmente feitos de aço ou alumínio, são projetados para suportar motores à combustão e sistemas de transmissão pesados. No entanto, com a simplificação dos motores elétricos e a adição das baterias, a distribuição de peso e o espaço precisam ser reavaliados. Materiais compostos e não metálicos estão sendo testados para reduzir o peso total do veículo, permitindo a inclusão de baterias maiores e aumentando a sua autonomia.

Diagrama 4
Visão geral dos produtos e elementos que compõem o Sistema Veicular Integração de Componentes



Fonte: Elaboração própria a partir das contribuições dos especialistas.

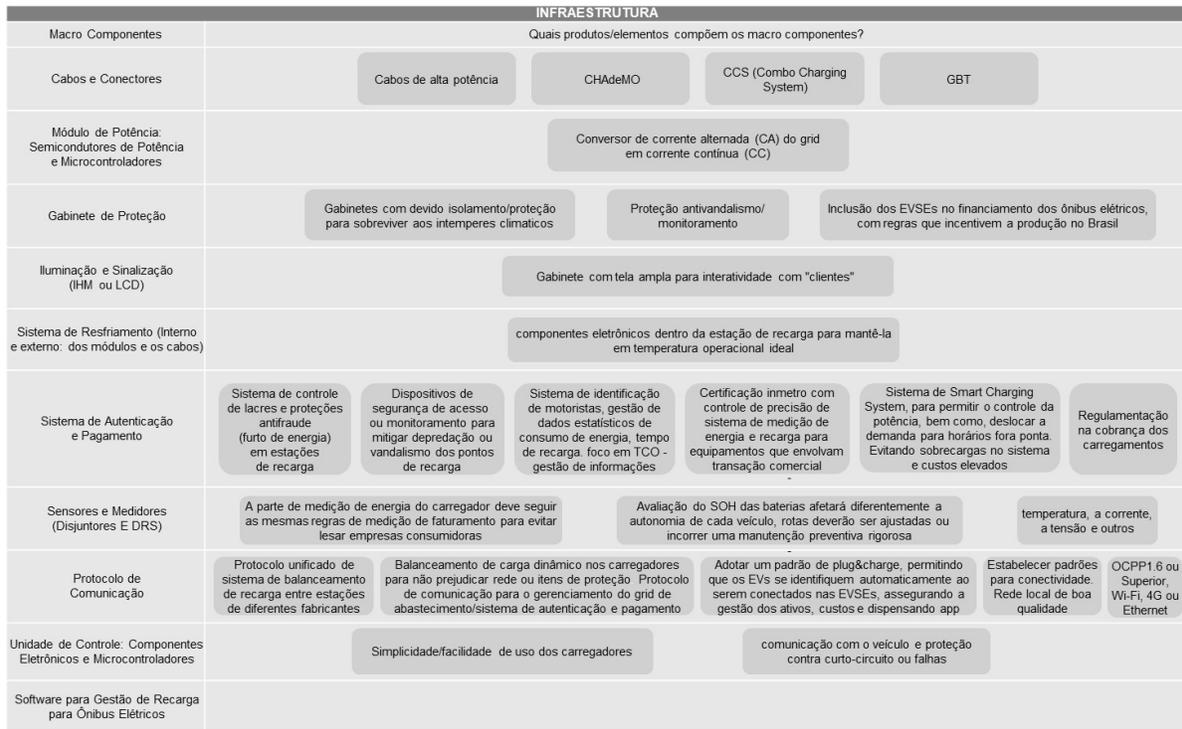
E. Sistema Veicular das Estações de Recarga

As estações de recarga, ou *electric vehicle supply equipment* (EVSE), são responsáveis por fornecer a energia necessária para as baterias dos ônibus. Existem dois tipos principais de estações de recarga: aquelas que entregam energia em corrente contínua (CC) e aquelas em corrente alternada (CA) (Barassa, 2019; Denton, 2017).

A maioria dos veículos elétricos possui um conversor CA-CC integrado, permitindo a conversão da corrente alternada da rede elétrica. No entanto, a tendência global é a utilização de estações de recarga em corrente contínua, que permitem tempos de recarga significativamente menores. Estações de recarga rápidas, com potências de 350 a 600 kW, podem recarregar um ônibus em 5 a 20 minutos, enquanto estações semirrápidas, com potências de 65 a 150 kW, podem levar até 5 horas. (Bernard; Hall; Lutsey, 2021; C40 Cities Finance Facility, 2020).

As estações de recarga podem ser desagregadas ou modularizadas, proporcionando flexibilidade na instalação e operação. Estações desagregadas separam o gabinete de recarga do dispensador, enquanto as modularizadas combinam ambos em uma única unidade. A escolha entre esses tipos depende das necessidades específicas de operação e do espaço disponível.

Diagrama 5
Visão geral dos produtos e elementos que compõem o Sistema Veicular



Fonte: Elaboração própria a partir das contribuições dos especialistas.

VIII. Agendas estratégicas e propostas de ações para a cadeia produtiva de ônibus elétricos

O presente capítulo visa apresentar as propostas de ações estratégicas e suas respectivas agendas relacionadas aos sistemas veiculares que integram Plano Nacional para a Cadeia Produtiva de Ônibus Elétricos. Estas ações, longe de serem um fim em si mesmas, constituem uma proposta de arcabouço de estímulos ao setor, refletindo a visão industrial e da complexa teia de cadeia produtiva e manufatura de ônibus no Brasil a partir de um longo processo de consultas e trabalho colaborativo desenvolvido com diversos representantes do setor. As ações doravante propostas estão de acordo com as demandas do setor e preveem uma sistematização progressiva nos próximos anos. Logo, à medida que se prevê aumento dos volumes de produção, a atuação governamental se torna indispensável para interpretar as ações recomendadas à luz de políticas públicas.

Para facilitar a compreensão e a operacionalização das estratégias propostas, este capítulo está organizado em cinco seções que representam os diferentes sistemas veiculares, além de uma seção inicial das ações transversais a todos os sistemas, pós processadas e sistematizadas. Na sequência, cada subseção do sistema veicular será examinada à luz de três eixos principais: (1) Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira, (2) Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) e Competências, e (3) Regulação de Produtos e suas Tecnologias. Estes eixos permitem uma abordagem holística e integrada das políticas necessárias para promover a adoção e a expansão dos ônibus elétricos no Brasil. Ações estratégicas são, portanto, integradas em um contexto mais amplo de desenvolvimento industrial, abrangendo diversos eixos fundamentais.

Eixo 1: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira

O primeiro eixo se concentra no fomento à cadeia produtiva nacional, incluindo incentivos fiscais, metas de produção, programas de crédito e financiamento, iniciativas de exportação e subsídios diretos.

Eixo 2: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) / Competências

O segundo eixo aborda a necessidade de fomentar a inovação e o desenvolvimento tecnológico, bem como a criação de competências locais. Inclui também programas de financiamento subsidiado, subvenções econômicas, metas de inovação, apoio à propriedade intelectual e capacitação tecnológica.

Eixo 3: Regulação de Produtos e suas Tecnologias

O terceiro eixo focaliza a regulação de produtos e suas tecnologias, estabelecendo requisitos e especificações para componentes e produtos acabados, critérios técnicos de eficiência energética, e diretrizes para o reparo, reutilização, remanufatura e reciclagem.

Assim, essa proposta capitular delinea um caminho estruturado para a implementação de ônibus elétricos, abordando não apenas as necessidades tecnológicas e produtivas, mas também os aspectos regulatórios e de inovação.

A. Propostas Transversais para o Plano Nacional da Cadeia Produtiva dos Ônibus Elétricos

Esta seção visa apresentar um conjunto de ações estratégicas transversais para toda a cadeia produtiva dos ônibus elétricos no Brasil. A partir da construção de Grupos de Trabalho (GTs) focados em sistemas específicos, foram identificadas sinergias e convergências que resultaram em proposições de ações transversais. Este exercício abrange todos os componentes da cadeia produtiva e seus respectivos setores, seguindo três eixos de trabalho desenvolvidos ao longo do projeto. Em um caráter geral, estas propostas transversais indicam os principais caminhos a se perseguir para a promoção deste setor produtivo no Brasil.

1. EIXO 1: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira

a) Incentivos Fiscais

A promoção da cadeia produtiva de ônibus elétricos requer a implementação de desonerações fiscais temporárias sobre a importação de componentes críticos, como baterias e ímãs permanentes. Essas desonerações são fundamentais para viabilizar a escalabilidade da produção, permitindo o alcance de volumes que justifiquem a fabricação local desses componentes. Tal medida visa estimular a produção até que se atinja uma escala sustentável, minimizando o impacto inicial dos altos custos associados a esses itens.

Adicionalmente, é imperativo estabelecer isenções fiscais e outros incentivos tributários para toda e qualquer iniciativa ligada a produção local, visando atrair investidores e empresas ao país, promovendo o fortalecimento da indústria nacional. A coordenação entre as esferas nacional, regional e local, alinhada aos parâmetros da nova reforma tributária, é crucial para o êxito dessa estratégia. Esses incentivos tributários devem ser planejados de forma a criar um ambiente econômico favorável à instalação de novas fábricas e à ampliação das existentes, bem como à transferência de tecnologia e ao desenvolvimento de inovações no setor.

A combinação de desonerações temporárias e incentivos fiscais deve ser acompanhada de políticas públicas que visem, a longo prazo, a redução gradual dessas benesses à medida que a produção local se consolide e se torne competitiva no mercado global. Para assegurar a efetividade dessas medidas, pode ser adequado estabelecer metas e condicionantes específicos, com avaliações periódicas de desempenho das empresas, que determinarão a continuidade ou a modificação dos incentivos. A implementação dessas estratégias requer um planejamento e coordenação eficientes entre os diferentes níveis de governo, garantindo a escalabilidade e a sustentabilidade da cadeia produtiva de ônibus elétricos no Brasil.

b) Metas de Produção para a Cadeia Nacional

Estabelecer metas para aumentar a participação da produção brasileira na cadeia da indústria do transporte público sustentável é essencial. Atualmente, a produção brasileira representa 59% da cadeia de ônibus elétricos (MDIC - Ministério do Desenvolvimento, 2024), com o objetivo de alcançar 80% de nacionalização nos próximos 10 anos (perspectiva dos GTs). Para atingir essa meta, é necessário vincular as metas de produção às do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), promovendo a difusão da tecnologia dos ônibus elétricos.

A nacionalização de itens críticos, como baterias, deve ser incentivada através da instalação de plantas piloto e da escalabilidade de produção de células no Brasil. Essa estratégia busca desenvolver a capacidade tecnológica e produtiva nacional, reduzindo a dependência de importações. Além disso, ampliação das políticas de compras públicas, como por exemplo, o programa Caminhos da Escola, associada a subsídios diretos, pode garantir a demanda necessária para justificar a produção local, fortalecendo a cadeia produtiva nacional.

c) Programa de Crédito e Financiamento

Facilitar e disponibilizar crédito é essencial para apoiar a cadeia produtiva de ônibus elétricos. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) desempenha um papel central nessa direção ao oferecer programas de crédito e financiamento para a manufatura de componentes e produtos acabados, incentivando o crescimento dessa cadeia produtiva no Brasil. A criação de uma câmara de discussão temática, ou, Grupo de Trabalho pode ser uma alternativa eficaz para ajustar periodicamente os parâmetros de financiamento, levando em consideração a prontidão de manufatura e o estágio de desenvolvimento tecnológico. Pois, essa câmara de discussão teria a função de atuar como um termômetro para o BNDES, monitorando a evolução do conteúdo local e ajustando os incentivos conforme a maturidade da indústria. Além disso, a câmara poderia fornecer recomendações sobre políticas de apoio e desenvolvimento, garantindo que o financiamento seja direcionado de forma eficiente e alinhado com as necessidades do setor. Ao promover um ambiente de diálogo contínuo entre governo, setor financeiro e indústria, a câmara pode contribuir para a adaptação rápida às mudanças de mercado e tecnológicas, fortalecendo a cadeia produtiva de ônibus elétricos no Brasil.

d) Programa de Exportação e Inserção nas Cadeias Globais

Considerando a competitividade de preço dos produtos asiáticos, é fundamental para o Brasil buscar acordos bilaterais e multilaterais para melhorar a posição dos produtos brasileiros neste setor dos ônibus elétricos no mercado internacional. Essa estratégia deve incluir a negociação de acordos bilaterais entre governos nacionais, visando aumentar a visibilidade e a competitividade dos ônibus elétricos brasileiros.

Complementarmente, a criação de uma câmara setorial específica para o setor de ônibus elétricos dentro da Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (APEX) pode fomentar a viabilização desses comerciais bilaterais e multilaterais para a exportação de ônibus elétricos produzidos no Brasil. Esta câmara deve articular as empresas fabricantes com mercados globais, com ênfase no Mercosul. A APEX, ainda, pode também apoiar eventos, missões estratégicas e capacitações para a exportação, fortalecendo a capacidade das empresas brasileiras de competir no cenário internacional.

e) Subsídios Diretos

Os subsídios devem ser orientados à demanda, isto é, direcionados para cidades que adquiram ônibus produzidos no Brasil. Esta condição “puxa” a oferta, por sua vez, e promove a manufatura de componentes e a integração de chassis e carroceria no país. O PAC e o Programa Caminhos da Escola, como referenciados aqui, podem alocar subsídios diretos para a compra de ônibus, desde que demonstrem altos índices de nacionalização, incentivando a produção local. Esses subsídios devem ser

estruturados de maneira a garantir a sustentabilidade financeira dos municípios e a promover a modernização do transporte público, reduzindo a emissão de gases de efeito estufa e melhorando a qualidade do ar nas cidades.

2. EIXO 2: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I)/Competências

a) Incentivos Fiscais

Incentivos fiscais, também, devem ser aplicados para promover a pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) na cadeia produtiva dos ônibus elétricos. O programa MOVER pode incluir componentes desta cadeia em seu escopo, beneficiando-se dos incentivos fiscais oferecidos. Além disso, o programa deve considerar aspectos de economia circular, como logística reversa, remanufatura e reciclagem, especialmente para baterias. Esses incentivos são essenciais para impulsionar a inovação e garantir a competitividade do setor.

A implementação de uma política de incentivo fiscal específica para PD&I pode atrair investimentos e fomentar o desenvolvimento de tecnologias nacionais, ou, por assim dizer, tropicalizadas. Incentivos fiscais voltados para PD&I têm o potencial de catalisar avanços tecnológicos, aumentar a eficiência da produção e promover a sustentabilidade ambiental. Além disso, ao incluir práticas de economia circular, os incentivos podem ajudar a criar um ciclo de produção mais sustentável e reduzir os impactos ambientais associados à fabricação e descarte de componentes.

Ainda, esses incentivos fiscais devem ser estruturados para estimular a colaboração entre universidades, institutos de pesquisa e empresas, criando um ecossistema favorável à inovação.

b) Subvenção Econômica

Apoiar projetos de alto risco e incertezas tecnológicas é essencial para promover a inovação no referido setor. Subvenções econômicas devem ser direcionadas a startups e empresas de base tecnológica, superando desafios e impulsionando a manufatura estratégica. Agências como a Finep e o BNDES, além das agências estaduais, desempenham um papel central nesse processo, oferecendo suporte financeiro para projetos inovadores.

Esses incentivos devem ser alinhados com políticas de desenvolvimento da cadeia de ônibus elétricos em perspectiva regional, promovendo a descentralização da inovação e garantindo que múltiplas regiões do país possam se beneficiar do crescimento do setor.

Ainda, ao fornecer subvenções econômicas, é possível mitigar os riscos financeiros associados ao desenvolvimento de novas tecnologias, incentivando as empresas a investirem em pesquisa e desenvolvimento (P&D) sem comprometer sua viabilidade financeira.

Ademais, apoiar projetos de alto risco também implica em criar um ecossistema favorável à inovação, onde empresas emergentes possam colaborar com universidades e institutos de pesquisa para desenvolver soluções tecnológicas avançadas.

c) Metas de Inovação e Ações Estruturantes

Promover a troca de informações entre agentes, facilitando a inovação aberta, também é relevante para o avanço tecnológico no setor de ônibus elétricos. Facilitar a transferência de tecnologia, apoiar a proteção à propriedade intelectual e desenvolver roadmaps e projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) são ações estruturantes fundamentais para o sucesso do setor. A criação de uma rede de laboratórios e infraestrutura para PD&I é crucial para impulsionar o desenvolvimento tecnológico e garantir a evolução contínua da cadeia produtiva.

Esses esforços devem ser coordenados para assegurar a efetividade e o impacto positivo na cadeia produtiva dos ônibus elétricos. A integração de centros de pesquisa e desenvolvimento com a indústria é vital para garantir que as inovações sejam aplicadas de maneira prática e que possam ser

rapidamente incorporadas ao mercado. A colaboração entre instituições de pesquisa, universidades e empresas permite que as tecnologias emergentes sejam adaptadas às necessidades da indústria e que as soluções inovadoras sejam escaladas de forma eficiente. A criação de redes de laboratórios e a implementação de infraestrutura para PD&I não apenas suportam a pesquisa e o desenvolvimento, mas também facilitam a colaboração interdisciplinar e a troca de conhecimento. Além disso, o suporte à proteção da propriedade intelectual assegura que as inovações desenvolvidas possam ser protegidas e monetizadas, incentivando mais investimentos em pesquisa e desenvolvimento.

As agências regulatórias desempenham expressivo papel no suporte ao desenvolvimento e à inovação, por meio de seus programas regulamentados de pesquisa e desenvolvimento (PD&I). Um exemplo significativo é o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), que visa fomentar a inovação tecnológica e a eficiência no setor elétrico por meio de financiamento e apoio a projetos de PD&I. Esse programa pode direcionar seus recursos para o setor de ônibus elétricos, especialmente no desenvolvimento de infraestrutura de recarga de forma abrangente, como estações de carregamento e sistemas de gerenciamento de energia. A alocação de recursos para esse setor pode acelerar a integração dos ônibus elétricos na matriz de transporte público, promovendo avanços em infraestrutura de suporte, o que é crucial para a ampliação e difusão dos ônibus elétricos.

d) Programa de Capacitação Tecnológica

Estabelecer parcerias da indústria e cidades/operadores com instituições como o SENAI, universidades federais e colégios técnicos é fundamental para promover uma qualificação profissional adequada. Essas colaborações podem facilitar a criação de programas de formação específicos, abrangendo desde a sensibilização inicial até a formação técnica avançada necessária para a manutenção e operação de ônibus elétricos.

Ademais, acrescenta-se a necessidade da implementação de programas de formação contínua e reciclagem profissional para assegurar que a força de trabalho se mantenha atualizada. Esse enfoque não só prepara profissionais para as exigências atuais do mercado, mas também contribui para a adaptação contínua às evoluções tecnológicas e às novas demandas da mobilidade elétrica.

Por fim, o papel das próprias montadoras e encarregadores também é fundamental nesse processo. Empresas do setor devem investir na formação e capacitação de mão de obra especializada para atuar em garagens e oficinas, garantindo que os técnicos e mecânicos estejam aptos a lidar com as especificidades dos ônibus elétricos. Essas iniciativas podem incluir a criação de programas de treinamento interno, oferecimento de cursos especializados e desenvolvimento de centros de excelência técnica. A integração desses esforços com as iniciativas acadêmicas e de formação profissional contribuirá para o desenvolvimento de uma força de trabalho qualificada, essencial para o crescimento sustentável e a competitividade do setor dos ônibus elétricos.

3. EIXO 3: Regulação de Produtos e suas Tecnologias

a) Requisitos e Especificações de Componentes e Produtos Acabados

Garantir a adesão a iniciativas como The Responsible Supply Chain Initiative (RSCI) e estabelecer normas específicas para células de bateria (primeira e segunda vida) e pacotes de baterias são ações fundamentais para promover a transparência e a responsabilidade socioambiental na cadeia produtiva de ônibus elétricos. O RSCI é um exemplo de iniciativa que define padrões para práticas sustentáveis e responsáveis ao longo da cadeia de suprimentos. Implementar iniciativas semelhantes pode fortalecer a responsabilidade ambiental e social, além de garantir práticas consistentes e reconhecidas globalmente.

Além disso, a adoção de tais certificações e normas contribui para a consolidação de um mercado mais transparente e sustentável. A implementação dessas práticas não apenas eleva os padrões de qualidade e segurança, mas também reforça a ética e a responsabilidade ambiental da indústria.

b) Critérios Técnicos de Eficiência Energética

Definir critérios técnicos de eficiência energética específicos para os ônibus elétricos e seus componentes é fundamental para garantir a sustentabilidade e a competitividade do setor. A redução da massa dos componentes é uma estratégia essencial para melhorar a eficiência energética. Componentes mais leves exigem menos energia para movimentar o veículo, resultando em maior autonomia e melhor desempenho.

Aumentar a eficiência dos produtos é igualmente importante. Isso inclui a implementação de tecnologias que oferecem melhor conversão da energia elétrica em movimento, como máquinas elétricas de ímãs permanentes. Sistemas de recuperação de energia durante a frenagem também contribuem para a eficiência geral.

Portanto, estabelecer e aplicar critérios técnicos de eficiência energética são passos essenciais para promover a sustentabilidade e melhorar a viabilidade econômica dos ônibus elétricos.

c) Reparo, Reutilização, Remanufatura e Reciclagem

Estabelecer diretrizes para o reparo, reutilização, remanufatura e reciclagem de componentes e produtos acabados, especialmente baterias, é crucial para promover a economia circular e a sustentabilidade do setor. Metas de reciclabilidade devem ser implementadas, considerando abordagens como a logística reversa e a remanufatura. Essas práticas são essenciais para minimizar o impacto ambiental e promover a reutilização dos recursos. A criação de programas de reciclagem e a implementação de políticas de responsabilidade estendida do produtor são essenciais para garantir que os componentes dos ônibus elétricos sejam reciclados de maneira eficiente e sustentável.

d) Classificação dos Componentes e Produtos Acabados Estratégicos

Classificar componentes e produtos acabados estratégicos, como ímãs permanentes, células e sistemas de climatização, é necessário para garantir o desenvolvimento e a competitividade da cadeia produtiva dos ônibus elétricos. Essa classificação deve orientar políticas de incentivo e suporte à produção, assegurando o fortalecimento da indústria nacional e a inserção competitiva no mercado global. A criação de um catálogo de componentes estratégicos pode facilitar a identificação de oportunidades de investimento e promover a integração dos diversos elos da cadeia produtiva.

Feitas essas considerações transversais, as ações em cada um dos sistemas veiculares —componentes do *powertrain*, acumuladores de energia, integração de componentes, sistemas complementares e infraestrutura/estações de recarga— serão demonstradas em termos dos eixos mencionados a seguir. Acrescenta-se aos fatos mencionados que as ações a serem apresentadas refletem aquelas que foram priorizadas pelos atores pertencentes à cadeia ao longo das discussões realizadas em reuniões de trabalho, cujo encerramento ocorreu no segundo workshop do projeto de construção do plano. O processo colaborativo de construção do plano elencou mais de 100 ações, mas, como resultado do segundo workshop, o grupo consentiu em uma priorização que levou a recomendações de ações prioritárias⁶. Na sequência, o quadro síntese demonstra as ações priorizadas plotadas em cada eixo.

⁶ A lista completa de todas as ações apontadas durante esse processo está disponível no Anexo 2 Quadro Geral de Ações Elaboradas pelos GTs para conferência.

B. Propostas específicas: Sistema Veicular dos Componentes do *Powertrain*

1. EIXO 1: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira

No contexto do estímulo à cadeia produtiva brasileira para componentes de *powertrain*, as ações estratégicas foram delineadas com o objetivo de fortalecer a produção nacional, promover a inovação tecnológica e incentivar a competitividade da indústria. Cada ação é categorizada e possui um horizonte temporal específico, permitindo um planejamento estruturado e direcionado. A seguir, são detalhadas as ações prioritárias, suas categorias e os prazos de implementação.

a) Incentivos Fiscais

Ação Prioritária: Criar incentivos fiscais para promover a nacionalização gradual dos produtos inicialmente montados em CKD (*Completely Knocked Down*)⁷, implementando e supervisionando esses incentivos ao longo de cinco anos, com uma redução gradual, conforme avanço de produção local estabelecida. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Desenvolver ações estratégicas de cunho fiscal para gerar demanda interna em larga escala, como a institucionalização do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) de forma perene, e a criação de linhas de financiamento específicas para estados e municípios, estruturando e implementando ações contínuas que ampliem a demanda interna, incentivando a sustentabilidade e a expansão da cadeia produtiva nacional. Horizonte Temporal: Médio Prazo (10 anos).

b) Programa de Crédito e Financiamento para Manufatura de Componentes e Produtos Acabados

Ação Prioritária: Facilitar o acesso a linhas de crédito específicas para a manufatura de componentes estratégicos, como ímãs, transistores e SMCs (Sheet Molding Compounds)⁸, desenvolvendo e disponibilizando linhas de financiamento direcionadas para a produção desses componentes, impulsionando a capacidade produtiva nacional. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Atrair novas empresas para a produção local de componentes atualmente não fabricados no Brasil, oferecendo condições favoráveis de crédito para a instalação de empresas estrangeiras ou novas indústrias nacionais, criando um ambiente favorável para que essas empresas se estabeleçam no país e promovendo a diversificação e ampliação da base industrial. Horizonte Temporal: Médio Prazo (10 anos).

c) Programa de Exportação de Produtos Acabados e Inserção nas Cadeias Globais

Ação Prioritária: Desenvolver uma plataforma de exportação de produtos e novos modelos de negócios que garantam volumes consistentes de produção e venda, oferecendo benefícios específicos para a exportação, assegurando a competitividade dos produtos brasileiros no mercado internacional, e estruturando-a para incentivar a produção em grande escala e a inserção dos produtos brasileiros nas cadeias globais de valor. Horizonte Temporal: Longo Prazo (15 anos).

d) Subsídios Diretos

Ação Prioritária: Incluir os ônibus elétricos e seus componentes do *powertrain* fabricados localmente no programa "Caminho da Escola", garantindo que a infraestrutura de recarga também utilize soluções desenvolvidas no Brasil, promovendo a adoção desses ônibus e infraestrutura de

⁷ *Completely Knocked Down* (CKD) refere-se a um produto, ou kit, que é entregue em peças e montado no destino pela empresa, revendedor ou até mesmo pelo consumidor final.

⁸ Referem-se a compósitos termofixos (plásticos reforçados com fibra de vidro) que oferecem uma ótima combinação de propriedades mecânicas, elétricas e térmicas (<http://www.fbmix.com.br/index.php?pagina=aplicacoes>).

recarga por meio de subsídios diretos, fortalecendo a produção nacional e incentivando o uso de novas tecnologias. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

2. EIXO 2: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) / Competências

No contexto da pesquisa, desenvolvimento e inovação, as ações estratégicas delineadas visam impulsionar a indústria nacional de *powertrain*, fortalecendo as competências locais e promovendo a inovação tecnológica. Cada ação é categorizada e possui um horizonte temporal específico, possibilitando um planejamento estruturado e orientado para o desenvolvimento e a competitividade do setor. A seguir, são detalhadas as ações prioritárias, suas categorias e os prazos de implementação.

a) Incentivos Fiscais

Ação Prioritária: Criar uma política fiscal que facilite a importação de componentes e sistemas destinados a projetos de pesquisa para instituições de ciência e tecnologia (ICTs) e empresas, com a implementação de medidas fiscais específicas. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Estabelecer incentivos fiscais em programas de formação interna para colaboradores na área de propulsão elétrica, incluindo iniciativas como FORMARE e cursos oferecidos pelo SENAI dentro das montadoras, e desenvolver programas contínuos de capacitação para fortalecer competências internas e promover a especialização em tecnologias de propulsão elétrica. Horizonte Temporal: Médio Prazo (10 anos).

b) Programa de Financiamento Subsidiado em Tecnologias e Processos de Manufatura Estratégicos

Ação Prioritária: Desenvolver subvenções econômicas para empresas e projetos de P&D, focando no desenvolvimento de componentes do *powertrain* e estratégicos para ônibus elétricos, utilizando recursos de instituições como FINEP e BNDES, e criar financiamento subsidiado para esses projetos, estimulando a inovação e o desenvolvimento tecnológico. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Criar projetos de inovação para o desenvolvimento e produção de componentes que atualmente não possuem produção nacional, como ímãs, e incentivar a inovação e a produção de componentes críticos no país, reduzindo a dependência de importações e fortalecendo a cadeia produtiva nacional. Horizonte Temporal: Médio Prazo (10 anos).

c) Programa de Capacitação Tecnológica e Criação de Competências Locais

Ação Prioritária: Investir na formação de mecânicos e prestadores de manutenção, em parceria com instituições como o SENAI, universidades federais e colégios técnicos, promovendo a qualificação profissional e atendendo às demandas do mercado de mobilidade elétrica. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Garantir a capacitação de profissionais da indústria para suportar as necessidades das montadoras, através do desenvolvimento de programas específicos que visem atender às exigências técnicas e promover a inovação no setor. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

d) Subsídios Diretos

Ação Prioritária: Garantir a formação de pessoas de baixa renda através de subsídios junto a instituições particulares, promovendo a inclusão social e o desenvolvimento de competências técnicas e científicas. Horizonte Temporal: Longo Prazo (15 anos).

3. EIXO 3: Regulação de Produtos e suas Tecnologias

No âmbito da regulação de produtos e suas tecnologias, as ações estratégicas visam assegurar a conformidade com padrões de sustentabilidade, eficiência e segurança, promovendo a adoção de práticas

responsáveis na cadeia produtiva. Cada ação foi categorizada conforme sua natureza e possui um horizonte temporal definido, delineando uma trajetória para o cumprimento dos objetivos estabelecidos.

a) Requisitos e Especificações de Componentes e Produtos Acabados

Ação Prioritária: Garantir a adesão ao *The Responsible Supply Chain Initiative* (RSCI), promovendo a transparência e a responsabilidade socioambiental ao longo da cadeia de suprimentos. Horizonte Temporal: Longo Prazo (10 anos).

b) Critérios Técnicos de Eficiência Energética

Ação Prioritária: Garantir a eficiência na fabricação e produção dos *powertrains*, promovendo o uso sustentável de recursos e a redução do consumo de energia com a implementação de tecnologias e práticas de produção mais eficientes. Horizonte Temporal: Muito Longo Prazo (15 anos).

c) Reparo, Reutilização, Remanufatura e Reciclagem de Componentes e Produtos Acabados

Ação Prioritária: Realizar a reutilização de componentes e matéria-prima, promovendo a economia circular e a redução do desperdício, contribuindo para a redução do impacto ambiental e a conservação de recursos naturais. Horizonte Temporal: Médio Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Garantir a qualificação da mão de obra para o reparo, promovendo a capacitação técnica e profissional dos trabalhadores do setor com a implementação de programas de formação e treinamento para capacitar profissionais no reparo e manutenção de componentes de *powertrain*, assegurando a qualidade e a segurança dos serviços prestados. Horizonte Temporal: Médio Prazo (10 anos).

d) Classificação dos Componentes e Produtos Acabados Estratégicos

Ação Prioritária: Incentivar a produção nacional de ímã permanente para consumo e exportação, visando reduzir a dependência de importações e promover a competitividade da indústria nacional, fortalecendo a cadeia produtiva e impulsionando as exportações. Horizonte Temporal: Médio Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Estabelecer uma política para minerais críticos, como ímãs permanentes, garantindo o suprimento desses materiais e reduzindo os riscos de escassez, promovendo a segurança e a estabilidade da cadeia de abastecimento. Horizonte Temporal: Médio Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Criar uma política de importação para os MOSFET⁹ e IGBT¹⁰, garantindo o acesso a esses componentes essenciais para a produção de *powertrains* e assegurando o suprimento estável e a competitividade da indústria automotiva nacional. Horizonte Temporal: Médio Prazo (10 anos).

C. Propostas específicas: Sistema Veicular dos Acumuladores de Energia

1. EIXO 1: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira

No contexto do estímulo à cadeia produtiva brasileira de baterias para veículos elétricos, diversas ações estratégicas foram delineadas para promover o desenvolvimento tecnológico, a nacionalização de componentes e a inserção competitiva no mercado global. Cada ação está categorizada e possui um horizonte temporal definido, visando o alcance progressivo dos objetivos estabelecidos.

a) Incentivos Fiscais

Ação Prioritária: Criar um programa de incentivo fiscal para apoiar a nacionalização de componentes de baterias, com destaque para a produção de células, módulos e pacotes, com incentivos progressivos ao longo de janelas temporais de 5, 10 e 15 anos, para fomentar a produção local de

⁹ MOSFET (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*) é um transistor de efeito de campo de semiconductor de óxido metálico.

¹⁰ Um dos elementos a eletrônica de potência é o IGBT (*Insulated Gate Bipolar Transistor*) – Transistor Bipolar de Porta Isolada.

componentes de baterias, com apoio financeiro e isenções tributárias vinculadas ao aumento do índice de nacionalização. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Construir NCMs (Nomenclatura Comum do Mercosul)¹¹ específicas para cada elemento da bateria (célula, módulo, pack), facilitando a identificação e a tributação adequada dos diferentes componentes e desta forma, simplificando os procedimentos de importação/exportação e promovendo a transparência fiscal. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Realizar a revisão dos mecanismos de incentivo fiscal, com análise dos resultados obtidos e identificação de eventuais gargalos ou oportunidades de aprimoramento, visando ajustes necessários para otimizar os resultados e maximizar o impacto na cadeia produtiva de baterias. Horizonte Temporal: Médio Prazo (10 anos).

Ação Prioritária: Avaliar a redução ou exclusão dos incentivos para importação de matérias-primas e componentes de baterias, incentivando a produção local e a autossuficiência na cadeia produtiva, com vistas a promover a substituição gradual por fornecedores locais e fortalecer a indústria nacional. Horizonte Temporal: Longo Prazo (15 anos).

b) Metas de Produção para Cadeia Nacional

Ação Prioritária: Introduzir metas de emissões de gases de efeito estufa (GHG) ao longo do ciclo de vida dos veículos, correlacionando os objetivos do PROCONVE¹² com os planos de mitigação climática municipais e estaduais, promovendo a sustentabilidade ambiental e alinhando-se aos compromissos climáticos. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

c) Programa de Exportação de Produtos Acabados e Inserção nas Cadeias Globais

Ação Prioritária: Implementar programas específicos de exportação para aumentar a escala da produção nacional de baterias para veículos elétricos, desenvolvendo estratégias de exportação para ampliar a presença dos produtos brasileiros nos mercados latino-americano e outros internacionais, aumentando a competitividade e gerando receitas de exportação. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Estabelecer acordos comerciais (acordos bilaterais e multilaterais) com países e blocos econômicos estratégicos para promover a exportação de baterias brasileiras, expandindo o acesso a mercados globais emergentes, visando facilitar o acesso aos mercados internacionais e fortalecer a posição do Brasil como fornecedor global de baterias para veículos elétricos. Horizonte Temporal: Médio Prazo (10 anos).

2. EIXO 2: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) / Competências

No âmbito do estímulo à pesquisa, desenvolvimento e inovação na cadeia produtiva de baterias para veículos elétricos, diversas ações estratégicas foram delineadas com o objetivo de fortalecer a capacidade tecnológica e competitiva do Brasil. Cada ação está categorizada e possui um horizonte temporal definido, visando impulsionar a inovação e o avanço tecnológico neste setor.

a) Incentivos Fiscais

Ação Prioritária: Estabelecer que o Programa MOVER deve priorizar aspectos da economia circular, promovendo o desenvolvimento de processos de logística reversa, testes de células em escala para circularidade, remanufatura e reciclagem de baterias de Lítio, promovendo a sustentabilidade e a gestão responsável de recursos. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

¹¹ É uma codificação de comércio exterior de todos os países membros do Mercosul. Instituído desde janeiro de 1995, o NCM tem a função de classificar mercadorias de forma padronizada.

¹² O Proconve, ou Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores, é uma política que visa reduzir as emissões de poluentes dos veículos para atingir os padrões de qualidade do ar. Adaptado de <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/proconve/>.

Ação Prioritária: Criar financiamentos atrativos e recursos não reembolsáveis para estimular investimentos na cadeia de células e refino, considerando a incipiência desta cadeia produtiva e disponibilizando recursos financeiros para empresas interessadas em investir na produção de células de baterias e no refinamento de materiais, visando fortalecer a infraestrutura tecnológica do setor. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Implementar financiamentos para o desenvolvimento de plantas industriais e processos de mineração de Lítio e outros materiais provenientes das baterias, com foco na verticalização da cadeia produtiva, visando reduzir a dependência de importações e promover a autonomia tecnológica do país. Horizonte Temporal: Médio Prazo (10 anos).

b) Subvenção Econômica em Tecnologias e Processos de Manufatura Estratégicos e de Alto Risco

Ação Prioritária: Incentivar a ampliação de editais de subvenção para projetos relacionados à cadeia produtiva de baterias, visando estimular a inovação e a pesquisa em áreas estratégicas e de alto risco, voltados à melhoria da eficiência, segurança e sustentabilidade das baterias para veículos elétricos. Horizonte Temporal: Médio Prazo (10 anos).

c) Metas de Inovação e Ações Estruturantes

Ação Prioritária: Criar um *roadmap* de localização da cadeia produtiva de baterias, considerando critérios como a pegada de carbono do produto, escala de produção, insumos e vantagens competitivas nacionais, que possa orientar a expansão e o desenvolvimento da cadeia produtiva de baterias no Brasil, alinhado aos objetivos de sustentabilidade e competitividade. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Incentivar projetos e parcerias de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) para o avanço da cadeia produtiva de baterias, por meio de programas governamentais e agências reguladoras, em colaboração com instituições de pesquisa e empresas do setor. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

3. EIXO 3: Regulação de Produtos e suas Tecnologias

No âmbito da regulação de produtos e tecnologias relacionadas às baterias para veículos elétricos, diversas ações estratégicas foram delineadas para estabelecer requisitos, normas e critérios técnicos que garantam a segurança, eficiência e sustentabilidade desta importante componente. Cada ação está categorizada e possui um horizonte temporal definido, visando promover a padronização, transparência e adequação dos produtos e processos relacionados às baterias.

a) Requisitos e Especificações de Componentes e Produtos Acabados

Ação Prioritária: Criar normas ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)¹³ para células de bateria de segundo uso e normas INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia)¹⁴ para pacotes de baterias, com o objetivo de unificar e tornar compulsória a aplicação dessas normas, visando garantir a qualidade e segurança dos produtos. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

¹³ Sua função é definir normas e regras técnicas – que afetam o comércio, a indústria e até a prestação de serviços no Brasil -, além de administrá-las. Extraído de <https://laboro.edu.br/blog/o-que-e-abnt/>.

¹⁴ Objetiva fortalecer as empresas nacionais, aumentando sua produtividade por meio da adoção de mecanismos destinados à melhoria da qualidade e da segurança de produtos e serviços. Retirado de <https://www.gov.br/participamaisbrasil/instituto-nacional-de-metrologia-qualidade-e-tecnologia->.

Ação Prioritária: Tornar visível e acessível o parâmetro SOH (*State of Health*) nos veículos, possibilitando a definição do EOL (*End of Life*) em primeira vida das baterias, que permitam monitorar e comunicar o estado de saúde das baterias aos usuários, facilitando a gestão e planejamento do ciclo de vida dos componentes. Horizonte Temporal: Médio Prazo (10 anos).

b) Critérios Técnicos de Eficiência Energética

Ação Prioritária: Estabelecer requisitos e métricas de eficiência energética para baterias, considerando diversos parâmetros como consumo de energia por distância percorrida, capacidade de armazenamento, peso, recuperação de energia e ciclo de vida, possibilitando sua inclusão como parâmetro decisório em licitações públicas e processos de aquisição de veículos. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

c) Reparo, Reutilização, Remanufatura e Reciclagem de Componentes e Produtos Acabados

Ação Prioritária: Atualizar incentivos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e manufatura para reciclagem no Programa MOVER com a Revisão e fortalecimento dos incentivos financeiros e políticas públicas destinados ao desenvolvimento de tecnologias e processos de reciclagem de baterias, visando promover a sustentabilidade e economia circular na cadeia produtiva. Horizonte Temporal: Médio Prazo (10 anos).

Ação Prioritária: Criar investimentos em fábricas de mineração de metais para suprir a demanda por materiais provenientes das baterias, reduzindo a dependência de importações e promovendo a segurança e autonomia do abastecimento. Horizonte Temporal: Médio Prazo (10 anos).

D. Propostas específicas: Sistema Veicular dos Componentes Complementares

1. EIXO 1: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira

Neste eixo, voltado para o estímulo à cadeia produtiva brasileira de sistemas complementares, as ações estratégicas visam oferecer incentivos fiscais, promover a produção nacional, garantir previsibilidade à indústria e expandir as exportações para mercados globais.

a) Incentivos Fiscais

Ação Prioritária: Oferecer incentivos para toda a cadeia produtiva, com foco especial em itens-chave, incluindo medidas como redução de encargos tributários. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Criar um plano de incentivos para a produção dos sistemas complementares integráveis a todos os ônibus, visando fortalecer a indústria nacional. Horizonte Temporal: Médio Prazo (10 anos).

b) Metas de Produção para Cadeia Nacional

Ação Prioritária: Implementar um programa para garantir os volumes necessários e proporcionar previsibilidade à indústria nos próximos 15 anos, promovendo a estabilidade e o crescimento sustentável do setor. Horizonte Temporal: Longo Prazo (15 anos).

c) Programa de Crédito e Financiamento para Manufatura de Componentes e Produtos Acabados

Ação Prioritária: Definir um grau de nacionalização desejável para guiar o financiamento, alinhado com um plano de adensamento para a cadeia e o veículo, estabelecendo critérios claros de nacionalização para orientar o financiamento oferecido por instituições como o BNDES, com o objetivo de promover o desenvolvimento da cadeia produtiva e do veículo. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

d) Programa de Exportação de Produtos Acabados e Inserção nas Cadeias Globais

Ação Prioritária: Identificar mercados externos potenciais e negociar tratados comerciais para exportação, para facilitar a exportação dos produtos acabados, visando expandir a presença global da indústria nacional. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Criar uma câmara/organização setorial dedicada à promoção e facilitação das exportações de ônibus elétricos, em colaboração com a Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (Apex-Brasil), para fortalecer a presença internacional da indústria brasileira. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

2. EIXO 2: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) / Competências

Neste eixo, direcionado para pesquisa, desenvolvimento e inovação, as estratégias visam promover a integração de sistemas complementares, apoiar o desenvolvimento de novas tecnologias e capacitar a mão de obra qualificada para impulsionar a competitividade e a inovação na indústria de sistemas complementares.

a) Incentivos Fiscais

Ação Prioritária: Incluir a gama de componentes dos sistemas complementares dentro do MOVER, visando fomentar a pesquisa, desenvolvimento e inovação nesse setor. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

b) Subvenção Econômica em Tecnologias e Processos de Manufatura Estratégicos e de Alto Risco

Ação Prioritária: Apoiar o desenvolvimento de novas tecnologias de ímãs permanentes para máquinas elétricas dos sistemas complementares relacionados ao ar-condicionado, visando aprimorar a eficiência e o desempenho de máquinas elétricas. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

c) Metas de Inovação e Ações Estruturantes

Ação Prioritária: Promover parcerias estratégicas com universidades para impulsionar a pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias e soluções inovadoras. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Ampliar e aprofundar as parcerias com universidades para garantir um ambiente propício à pesquisa e desenvolvimento contínuos. Horizonte Temporal: Médio Prazo (10 anos).

d) Programa de Capacitação Tecnológica e Criação de Competências Locais

Ação Prioritária: Estimular *startups* para desenvolver sistemas de telemetria, tarifação e gerenciamento veicular. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Criar um programa estruturante para capacitar mão de obra qualificada, envolvendo instituições públicas e privadas, para desenvolver habilidades e competências necessárias em todos os níveis da cadeia produtiva, por meio de parcerias entre instituições públicas e privadas. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

3. EIXO 3: Regulação de Produtos e suas Tecnologias

Neste eixo, voltado para a regulação de produtos e suas tecnologias, as ações estratégicas visam estabelecer requisitos, normas e critérios técnicos para garantir a segurança, eficiência energética e qualidade dos sistemas complementares.

a) Requisitos e Especificações de Componentes e Produtos Acabados

Ação Prioritária: Criar uma norma específica para segurança e manutenção de ônibus elétricos, visando garantir padrões elevados de qualidade e segurança. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Estabelecer um laboratório específico para validar e homologar produtos e veículos completos desse tipo, que possa conduzir testes e certificar a conformidade de produtos e veículos completos de ônibus elétricos, assegurando sua qualidade e conformidade com as normas. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Estruturar uma rede de laboratórios credenciados para homologação dos sistemas complementares, garantindo sua conformidade com os padrões estabelecidos. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

b) Critérios Técnicos de Eficiência Energética

Ação Prioritária: Definir critérios técnicos específicos para avaliar a eficiência energética dos sistemas de climatização, com ênfase na avaliação do desempenho do ar-condicionado e seu consumo de energia, visando garantir a eficiência operacional dos ônibus elétricos. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Envolver e engajar o INMETRO na definição e especificação dos critérios técnicos estabelecidos, bem como na certificação dos produtos e sistemas complementares, garantindo sua conformidade com os padrões de eficiência energética. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

c) Classificação dos Componentes e Produtos Acabados Estratégicos

Ação Prioritária: Identificar outros itens estratégicos como controle térmico, por exemplo, telemetria e outros que devem ser alvo de priorização também. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

E. Propostas específicas: Sistema Veicular da Integração de Componentes

1. EIXO 1: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira

No contexto do estímulo à cadeia produtiva nacional, foram delineadas diversas ações estratégicas com o objetivo de fortalecer a indústria local, promover a eficiência energética e incentivar a produção nacional. Cada uma dessas ações visa criar um ambiente propício para o desenvolvimento sustentável e competitivo do setor automotivo no país.

a) Incentivos Fiscais

Ação Prioritária: Criar um ambiente de segurança jurídica para atrair investidores, promovendo estabilidade e previsibilidade nas políticas fiscais e regulatórias, incentivando investimentos estratégicos na cadeia produtiva nacional. Horizonte Temporal: Médio Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Estabelecer medidas que facilitem a importação de componentes críticos não produzidos no Brasil, priorizando fornecedores da América Latina, garantindo o abastecimento de componentes essenciais para a indústria nacional. Horizonte Temporal: Médio Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Instituir incentivos fiscais para fabricantes de produtos com alto índice de eficiência energética e reciclabilidade. Horizonte Temporal: Longo Prazo (10 anos).

b) Metas de Produção para Cadeia Nacional

Ação Prioritária: Alcançar um índice de nacionalização de 80% dos componentes da cadeia produtiva automotiva para aumentar a produção local de componentes de forma progressiva, reduzindo a dependência de importações e fortalecendo a indústria nacional. Horizonte Temporal: Longo Prazo (10 anos).

c) Subsídios Diretos

Ação Prioritária: Subsidiar municípios para a compra de produtos nacionais, expandindo programas como o atual Programa Caminho da Escola, fortalecendo a cadeia produtiva nacional e promovendo a mobilidade sustentável. Horizonte Temporal: Médio Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Estabelecer parcerias com institutos de educação e empresas para conscientizar a população e sensibilizar governos municipais e estaduais. Horizonte Temporal: Médio Prazo (5 anos).

2. EIXO 2: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) / Competências

Neste eixo, voltado para a pesquisa, desenvolvimento e inovação, as ações estratégicas são fundamentais para impulsionar a competitividade e a sustentabilidade da indústria automotiva brasileira. Com foco na capacitação tecnológica e na criação de competências locais, bem como na implementação de medidas de inovação e incentivo à indústria, estas ações visam fortalecer a cadeia produtiva nacional e promover avanços significativos no setor.

a) Incentivos Fiscais

Ação Prioritária: Criar medidas que facilitem a importação de componentes críticos não fabricados no Brasil, articuladas com um programa e compromisso de metas de nacionalização. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

b) Subvenção Econômica em Tecnologias e Processos de Manufatura Estratégicos e de Alto Risco

Ação Prioritária: Criar programas para incentivar a indústria na aquisição de ferramentas e máquinas com novas tecnologias para montagem de ônibus elétricos, promovendo a modernização e a eficiência na produção de veículos elétricos. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

c) Metas de Inovação e Ações Estruturantes

Ação Prioritária: Criar programa de fiscalização de emissões para veículos pesados em circulação, direcionado aos proprietários, visando reduzir as emissões de veículos pesados e promover a sustentabilidade ambiental. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Estabelecer programas de incentivo para instalação de empresas internacionais em território nacional, fabricantes de componentes eletrônicos indispensáveis para a produção de ônibus elétricos. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

d) Programa de Capacitação Tecnológica e Criação de Competências Locais

Ação Prioritária: Articular rede pública e privada de capacitação tecnológica e formação de competências para o ecossistema da mobilidade elétrica, com cursos técnicos e de graduação, em todos os níveis, visando capacitar profissionais para atender às demandas do setor de mobilidade elétrica. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Adaptar as ações realizadas no item anterior, considerando alternativas incrementais para soluções que se mostrarem inviáveis ou rapidamente obsoletas, considerando a reavaliação e ajuste contínuo dos programas de capacitação, garantindo que estejam alinhados com as necessidades do mercado e as tendências tecnológicas emergentes. Horizonte Temporal: Médio Prazo (10 anos).

3. EIXO 3: Regulação de Produtos e suas Tecnologias

Neste eixo, focado na regulação de produtos e suas tecnologias, as ações estratégicas visam estabelecer critérios e requisitos técnicos, promover a eficiência energética e incentivar práticas sustentáveis de reparo, reutilização, remanufatura e reciclagem de componentes e produtos acabados.

a) Requisitos e Especificações de Componentes e Produtos Acabados

Ação Prioritária: Definir critérios a nível nacional, padronizando o estudo da FABUS (Associação Nacional dos Fabricantes de Ônibus) /ANTP (Associação Nacional de Transportes Públicos) para veículos elétricos, para a fabricação e homologação de veículos elétricos, visando garantir a segurança e qualidade dos produtos. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Estimular a revisão da resolução CONTRAN 749/2018, que trata de normas de segurança e homologação, promovendo atualizações e melhorias nas normativas de segurança veicular, visando acompanhar os avanços tecnológicos e garantir o acompanhamento das regulamentações frente ao estado da arte tecnológico. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

b) Critérios Técnicos de Eficiência Energética

Ação Prioritária: Estabelecer metas e prazos para a eficiência energética em cidades e municípios, com definição de percentuais de troca de tecnologia, incentivando a adoção de tecnologias mais limpas e sustentáveis. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Estabelecer critérios para retirada de frota antiga de circulação e delimitar áreas de baixa emissão nas cidades para reduzir a poluição urbana. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

c) Reparo, Reutilização, Remanufatura e Reciclagem de Componentes e Produtos Acabados

Ação Prioritária: Criar política para estabelecer critérios para reparo, reutilização, remanufatura e reciclagem de componentes e produtos, contribuindo para a economia circular e a redução do impacto ambiental. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

F. Propostas específicas: Sistema Veicular das Estações de Recarga

1. EIXO 1: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira

Neste eixo, voltado para o estímulo à cadeia produtiva brasileira, as ações estratégicas buscam promover incentivos fiscais e programas de crédito e financiamento para o desenvolvimento da infraestrutura necessária para a implantação de sistemas de recarga e eletroterminais públicos.

a) Incentivos Fiscais

Ação Prioritária: Revisar e ampliar os incentivos fiscais para as empresas que optam por produzir estações de recarga no Brasil, além de créditos tributários para investimentos, visando estimular a produção nacional de carregadores elétricos. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Incentivar com benefícios fiscais a aquisição de infraestrutura acoplada a tecnologias de geração de fontes renováveis, como painéis solares, e baterias externas complementares à rede elétrica, visando promover a sustentabilidade e a eficiência energética. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

b) Programa de Crédito e Financiamento

Ação Prioritária: Desenvolver e implementar programas de crédito e financiamento específicos para a indústria de infraestrutura de recarga completa com condições favoráveis, como linhas de crédito especiais e taxas de juros subsidiadas, para investimentos em eletropostos, transformadores, obras civis, entre outros. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

c) Subsídios Diretos

Ação Prioritária: Implementar um programa nacional de subsídio para eletroterminais públicos destinados ao transporte coletivo, visando incentivar a adoção de veículos elétricos e a expansão da infraestrutura de recarga em áreas urbanas. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

Ação Prioritária: Integrar programas federais de apoio à compra de ônibus, como o PAC, com soluções para infraestrutura, garantindo uma abordagem abrangente para o desenvolvimento sustentável do transporte público elétrico. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

2. EIXO 2: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) / Competências

Neste eixo, voltado para pesquisa, desenvolvimento e inovação, as ações estratégicas visam fomentar a capacitação, investimento em P&D e a inserção de infraestrutura de recarga completa nos programas de incentivo.

a) Incentivos Fiscais

Ação Prioritária: Inserir o tema de infraestrutura de recarga completa dentro do Programa MOVER para acesso aos incentivos fiscais destinados à pesquisa e desenvolvimento (P&D) nessa área. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

b) Subvenção Econômica em Tecnologias e Processos de Manufatura Estratégicos e de Alto Risco

Ação Prioritária: Continuar realizando projetos de P&D para infraestrutura de recarga/corredores sustentáveis, por meio de programas como o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL, com foco na mobilidade elétrica eficiente. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

c) Programa de Capacitação Tecnológica e Criação de Competências Locais

Ação Prioritária: Estabelecer e promover um programa de capacitação profissional para instalação e operação de infraestrutura de recarga em parceria com instituições como o SENAI e Institutos Federais, visando qualificar profissionais para instalação e operação de infraestrutura de recarga, contribuindo para o desenvolvimento da cadeia produtiva e o avanço da mobilidade elétrica no país. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

3. EIXO 3: Regulação de Produtos e suas Tecnologias

Neste eixo, focado na regulação de produtos e tecnologias, as ações estratégicas visam padronizar, incentivar a eficiência energética e promover a produção local por meio de estímulos fiscais.

a) Requisitos e Especificações de Componentes e Produtos Acabados

Ação Prioritária: Padronizar plugues e conectores em linha ao tipo 2/CCS2, considerando o estágio de maturação e difusão dessa rota tecnológica no Brasil. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

b) Critérios Técnicos de Eficiência Energética

Ação Prioritária: Fomentar o incentivo à utilização de energias renováveis em garagens ou locais, visando aprimorar a eficiência do sistema como um todo. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

c) Classificação dos Componentes e Produtos Acabados Estratégicos

Ação Prioritária: Incentivar a produção local de estações de recarga rápidas por meio de estímulos fiscais e tributários, especialmente durante o período de estabelecimento da indústria e do mercado nacional. Horizonte Temporal: Curto Prazo (5 anos).

IX. Considerações Finais e Recomendações Estruturantes

A jornada para desenvolver o Plano Nacional para a Cadeia de Ônibus Elétricos foi marcada por uma série de etapas metodológicas planejadas e executadas. Desde o seu *kick-off* em Brasília (21/11/23), onde os objetivos e entregáveis foram delineados, até o segundo *workshop* (07/06/24), onde os resultados foram consolidados e priorizados, cada fase do projeto foi conduzida de forma estruturada e colaborativa.

Durante as reuniões regulares dos Grupos de Trabalho (GTs), especialistas e representantes de diversos setores da sociedade civil, governo e indústria se reuniram para analisar os diferentes aspectos da cadeia produtiva de ônibus elétricos. Esses grupos, distribuídos em três eixos principais, focaram em questões como estímulo à produção nacional, pesquisa e inovação, e regulação de produtos e tecnologias.

O resultado desse processo foi a formulação de ações estratégicas específicas, projetadas para impulsionar o desenvolvimento da indústria de ônibus elétricos no Brasil. Essas ações incluíram desde incentivos fiscais para a produção local até programas de capacitação tecnológica e criação de competências locais. Cada medida foi planejada para promover o avanço da cadeia produtiva, aumentando a competitividade do país nesse setor em ascensão.

No entanto, é importante reconhecer que esta proposta de Plano Nacional para a Cadeia Produtiva de Ônibus Elétricos aborda apenas uma parte desse setor e seus desafios ante a jornada de eletrificação do transporte público. Outros aspectos, como a previsibilidade da demanda, a flexibilidade para a adoção de novos modelos de negócio e o desenvolvimento da infraestrutura de recarga como um todo além do planejamento e aplicação da perspectiva de economia circular na eletromobidade, também desempenham um papel fundamental no sucesso dessa transição.

A consideração da circularidade das baterias de lítio é um aspecto fundamental na discussão da cadeia produtiva de ônibus elétricos, dado seu potencial impacto ambiental e econômico. A adoção desse conceito foi amplamente apoiada nos grupos de trabalho, refletindo uma crescente conscientização sobre a necessidade de práticas sustentáveis ao longo do ciclo de vida das baterias. A circularidade não apenas facilita o acondicionamento adequado das baterias para uma segunda vida útil, mas também aprimora o rastreamento e a pegada de sustentabilidade, garantindo que os materiais

possam ser recuperados e reutilizados de maneira eficiente. Este enfoque já mostrou aderência em outros estudos relevantes, como outro conduzido pela CEPAL em parceria com a Prefeitura de São Paulo, evidenciando a importância de incorporar estratégias de circularidade no planejamento e desenvolvimento da mobilidade elétrica nesta cidade. Além disso, a circularidade das baterias contribui para a redução da dependência de matérias-primas e para a mitigação dos impactos ambientais, reforçando a sustentabilidade e a competitividade da cadeia produtiva no contexto global.

A infraestrutura necessária para suportar a operação dos ônibus elétricos, nesse sentido, é fundamental. Agências reguladoras como a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) e o próprio Ministério de Minas e Energia (MME) têm um papel chave nesse contexto, pois podem se posicionar de maneira estratégica para incentivar, dissertar, apoiar e regular o dimensionamento adequado de toda a infraestrutura e da adaptação/reforço da rede elétrica existente para atender às novas demandas energéticas.

Além disso, as cidades podem promover novos modelos de negócio para apoiar uma maior previsibilidade da demanda. Iniciativas como parcerias público-privadas, concessões e outros mecanismos de financiamento podem ser exploradas para garantir a sustentabilidade econômica e operacional dos sistemas de transporte público eletrificado. Esses modelos de negócio não apenas asseguram a continuidade do serviço, mas também atraem investimentos e fomentam a inovação tecnológica.

Os acordos comerciais regionais e a potencialização do comércio internacional também desempenham um papel vital na ampliação dessa cadeia produtiva. Facilitar e atrair o investimento estrangeiro direto, fomentar as parcerias e redes tecnológicas e promover a exportação de componentes e ônibus elétricos brasileiros são estratégias que podem acelerar o desenvolvimento do setor e aumentar a competitividade do país no mercado global de mobilidade elétrica. Para a cadeia de ônibus elétricos, poderia ser estratégico a formação de uma Câmara Setorial Temática focada especificamente na promoção dos ônibus elétricos, a qual, pelo escopo de atuação da Apex, poderia ser apoiado pela Agência. Por suposição, esta câmara atuaria como um fórum de colaboração entre o governo, a indústria e outras partes interessadas, visando desenvolver ações coordenadas de promoção comercial, comunicação e iniciativas estruturantes. As ações desta câmara seriam realizadas por meio de convênios estabelecidos com associações empresariais representativas dos setores produtivos brasileiros, garantindo que as necessidades e desafios específicos da indústria de ônibus elétricos sejam devidamente atendidos.

Portanto, este Plano Nacional para a Cadeia de Ônibus Elétricos alcança e deve ser visto como um dos passos necessários em direção à difusão da eletrificação no transporte público brasileiro. Ao fornecer um roteiro claro e abrangente para o desenvolvimento da indústria de ônibus elétricos, esse plano estabelece as bases para uma transformação no cenário da mobilidade urbana no país. No entanto, para que essa visão se concretize, é essencial que todas as partes interessadas demonstrem coordenação em suas ações e que se estabeleça uma governança clara e eficaz.

Referências Bibliográficas

- APEX (2024), Soluções APEX [S. l.] Disponível em: <https://apexbrasil.com.br/br/pt/solucoes.html>. Acesso em: 16 jul. 2024.
- Barassa, Edgar (2023), Geografia produtiva da indústria de veículos de transporte público no Brasil e impacto da COVID-19 sobre as cadeias de fornecimento. 1. ed. Santiago de Chile: CEPAL, 2023. Disponível em: <https://www.cepal.org/pt-br/publicaciones/68736-geografia-productiva-industria-veiculos-transporte-publico-brasil-impacto-covid>.
- _____*et al.* (2022), Oferta de ônibus elétrico no Brasil em um cenário de recuperação econômica de baixo carbono. Santiago de Chile: [s. n.], 2022. Disponível em: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47833/1/S2100966_pt.pdf.
- _____(2019), A Construção de uma Agenda para a Eletromobilidade no Brasil: Competências Tecnológicas e Governança. 2019. 243 f. Tese de doutorado - Instituto de Geociências, UNICAMP, [s. l.], 2019. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/1094309?guid=1645056005960&returnUrl=%2Fresultado%2Flistar%3Fguid%3D1645056005960%26quantidadePaginas%3D1%26codigoRegistro%3D1094309%231094309&i=6>.
- _____(2015), Trajetória Tecnológica do Veículo Elétrico: Atores, Políticas e Esforços Tecnológicos no Brasil. [s. l.], 2015.
- Barassa, Edgar; Cruz, Robson Ferreira da; Wolffenbüttel, Rodrigo Foresta (2023), 3 Anuário Brasileiro da Mobilidade Elétrica 2023: 3. ed. Brasília: PNME, 2023. v. 4 Disponível em: pnme.org.br.
- Bernard, Marie Rajon; Hall, Dale; Lutsey, Nic (2021), Charging Infrastructure to Support the Electric Mobility Transition in France. [s. l.], n. November, 2021.
- BLOOMBERGNEF. BNEF EVO Report 2020 | BloombergNEF | Bloomberg Finance LP. [S. l.], 2020.
- BNDES (2024a), Fundo Clima. [S. l.], 2024a. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/fundo-clima>. Acesso em: 16 jul. 2024.
- _____(2024b), Programa BNDES Mais Inovação. [S. l.], 2024b. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/programa-bndes-mais-inovacao>. Acesso em: 2 jul. 2024.

- _____. (2024c), Programa Prioritário BNDES Rota 2030. [S. l.], 2024c. Disponível em: https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/!ut/p/z1/fY4xD4JADIV3foULL-mpRFmJg8aQKDEmcAupeGoVegiH8ed7ENDNpe-lrg9LQTqTieNAYsWaYYwKkvFFVzSkGQtIJJWlbBmvV5vQnobraDoT8THYx4dgMg-tfNj24l_vGv4TyUAM51-BIO7PpwxB5pqNehtITnxWTUbcGDJt3n_kipsulSsuxMg5YanY6MYVBfENG6-qgbXGorpLy-cuGDc2ll2TQSteX-zV2qA3E3MB1UOmHzDp7Vw!. Acesso em: 2 jul. 2024.
- C40 CITIES FINANCE FACILITY. Electric Bus Technology and Infrastructure Planning Report. [S. l.: s. n.], 2020.
- CEPAL/FES (Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe/Fundação Friedrich Ebert Stiftung) (2019), "Big Push Ambiental: Investimentos coordenados para um estilo de desenvolvimento sustentável", Perspectivas, Nº 20, LC/BRS/TS.2019/1 e LC/TS.2019/14, Santiago de Chile e São Paulo.
- CEPAL (2024), América Latina y el Caribe ante las trampas del desarrollo: transformaciones indispensables y cómo gestionarlas (LC/SES.40/3-P/-*), Santiago.
- _____. (2020a), Construir un nuevo futuro: una recuperación transformadora con igualdad y sostenibilidad, LC/SES.38/3-P/Rev.1, Santiago de Chile.
- Chan, C. C. (2007), The State of the Art of Electric, Hybrid, and Fuel Cell Vehicles With their superior fuel economy and performance, hybrid vehicles will likely increase in popularity in coming years; further development of control theory for hybrids is essential for their. *Fellow IEEE*, [s. l.], v. 95, n. 4, p. 704–718, 2007.
- CLIMATE SMART MINING INITIATIVE; ENERGY SECTOR MANAGEMENT ASSISTANCE PROGRAM (ESMAP). Reuse and Recycling: Environmental Sustainability of Lithium-Ion Battery Energy Storage Systems. 1. ed. Washington: World Bank, 2020. Disponível em: www.worldbank.org.
- Cruz, Robson Ferreira da (2020), Análise do TCO (Total Cost Ownership) de um Veículo Comercial Leve elétrico considerando a produção local de baterias de Lítio. 2020. Monografia - Universidade de São Paulo, [s. l.], 2020.
- Denton, Tom (2017), *Electric and Hybrid Vehicles*. [S. l.]: Routledge; 1 edition (3 July 2017), 2017.
- EMBRAPII (2024), Institucional. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://embrapii.org.br/institucional/>. Acesso em: 16 jul. 2024.
- FINEP (2024), Chamadas Públicas. [S. l.], 2024. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/chamadas-publicas/chamadapublica/729>. Acesso em: 2 jul. 2024.
- Golembiewski, Birte *et al.* (2015), Identifying trends in battery technologies with regard to electric mobility: Evidence from patenting activities along and across the battery value chain. *Journal of Cleaner Production*, [s. l.], v. 87, n. C, p. 800–810, 2015.
- Gramkow, Camila; Oliveira, Gabriela (2023), Impulsionando investimentos em ônibus elétricos no Brasil: uma agenda de trabalho. Brasília: [s. n.], 2023. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmninnnibpcajpcgiclfefindmkaj/https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/63558728-5555-420e-b7ae-e8689afo1d57/content>.
- Gramkow, Camila (Org.) (2020), "Investimentos transformadores para um estilo de desenvolvimento sustentável: Estudos de casos de grande impulso (Big Push) para a sustentabilidade no Brasil" Documentos de Projetos, LC/BRS/TS.2020/1, Santiago de Chile, CEPAL.
- International Energy Agency (IEA) (2024), *Global EV Outlook 2024 Moving towards increased affordability*. Paris: [s. n.], 2024. Disponível em: iea.org.
- _____. (2023), *Global EV Outlook 2023*. Paris: [s. n.], 2023. Disponível em: <https://www.iea.org/events/global-ev-outlook-2023>.
- LABMOB (Laboratório de Mobilidade Sustentável) (2024), E-BUS RADAR. Ônibus Elétricos América Latina. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www.ebusradar.org/en/>.
- MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria (2024), Nova Indústria Brasil é marco para a retomada do setor — Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2024/janeiro/nova-industria-brasil-e-marco-para-a-retomada-do-setor>. Acesso em: 16 jul. 2024.
- Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (2023), O que é o Ex-tarifário. [S. l.], 2023.
- Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (2024), Nova indústria Brasil – Nova indústria Brasil – forte, transformadora e sustentável: Plano de Ação para a neointustrialização 2024-2026. Brasília: [s. n.], 2024.

- Ministério do Meio Ambiente Conselho Nacional do Meio Ambiente (2024), Acordo de Paris. [S. l.], 2016.
Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris.html>.
Acesso em: 16 jul. 2024.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas) (2018), Objetivo 11. Ciudades y comunidades sostenibles. [S. l.], 2018.
- Salazar-Xirinachs, José Manuel (2023), "Repensar, reimaginar, transformar: los 'qué' y los 'cómo' para avanzar hacia un modelo de desarrollo más productivo, inclusivo y sostenible", diciembre.
<https://hdl.handle.net/11362/69112>.
- WRI. Mobilidade não é sinônimo de transporte | WRI Brasil [S. l.] (2018), Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/mobilidade-nao-e-sinonimo-de-transporte>. Acesso em: 11 dez. 2022.

Anexos

Anexo A1

O processo metodológico de construção das recomendações

A seguir, detalham-se esses marcos do processo metodológico que levou à construção as propostas apresentadas no presente documento.

Kick-off do Projeto e Primeiro *Workshop*

O projeto teve seu início oficial em 21 de novembro de 2023, com um encontro presencial realizado em Brasília. Neste evento, foi feito o lançamento e a apresentação do projeto, detalhando os entregáveis e estabelecendo as datas-chave para as futuras atividades. Este momento alinhou as expectativas e engajou os envolvidos com os objetivos do plano.

Também no dia 21 de novembro, ocorreu o primeiro *workshop* presencial em Brasília. Durante este *workshop*, foram discutidas e validadas as Arquiteturas Veiculares e os componentes-alvo da cadeia produtiva, como a integração de componentes (chassis e carroceria), o *Powertrain* (motores elétricos, inversores e sistemas auxiliares), os acumuladores de energia (baterias, incluindo células, módulos e packs), e os sistemas complementares (ar-condicionado, cabos de alta tensão e outros). Além disso, foram analisados os eixos de análise, como investimentos e competências, e definida a duração dos ciclos temporais do plano. Os resultados alcançados incluíram a validação das arquiteturas veiculares, dos eixos de análise e dos ciclos temporais, a criação de Grupos de Trabalho (GTs) com definição de membros e coordenadores, o estabelecimento preliminar do roteiro de trabalho dos GTs com datas-chave e entregáveis, e a determinação da frequência das reuniões dos GTs.

Reuniões dos GTs

Entre dezembro de 2023 e maio de 2024, considerando mais de uma dezena de reuniões regulares em formato quinzenal às sextas feiras, foram realizados os encontros virtuais dos GTs. Os Grupos de Trabalho foram estruturados de forma a abranger diferentes aspectos críticos da cadeia produtiva. Foram formados quatro GTs: GT 1, focado nos componentes de *Powertrain*; GT 2, dedicado à integração de componentes; GT 3, voltado para o Sistema de Armazenamento de Energia Recarregável (RESS); e GT 4, concentrado nos sistemas complementares e infraestrutura. Esta divisão permitiu uma análise detalhada e especializada de cada área, facilitando a troca de conhecimentos, a cooperação entre os especialistas, a identificação de desafios e a formulação de ações específicas. É válido destacar que mais de 100 participantes se envolveram ao longo de toda essa jornada.

Os GTs se organizaram em torno de três eixos principais. O Eixo 1, "Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira", focou em estratégias para promover o fortalecimento, estruturação e ampliação da indústria nacional de ônibus elétricos, incentivando a produção local e o desenvolvimento de fornecedores. O Eixo 2, "Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação e Competências", direcionou os esforços para impulsionar a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação no setor, visando aumentar as competências tecnológicas e a competitividade do país. Por fim, o Eixo 3, "Regulação de Produtos e suas Tecnologias", teve como objetivo estabelecer normas e regulamentações adequadas para os produtos e tecnologias relacionados aos ônibus elétricos.

Quadro A1.1
Relação geral das reuniões regulares dos GTs realizadas e suas datas

REUNIÕES	DATAS
REUNIÃO DOS GTS – EIXO 1	09/02/2024
REUNIÃO DOS GTS – EIXO 1	23/02/2024
REUNIÃO DOS GTS – EIXO 1	08/03/2024
REUNIÃO DOS GTS – EIXO 1	22/03/2024
REUNIÃO DOS GTS – EIXO 2	05/04/2024
REUNIÃO DOS GTS – EIXO 2	19/04/2024
REUNIÃO DOS GTS – EIXO 2	26/04/2024
REUNIÃO DOS GTS – EIXO 3	03/05/2024
REUNIÃO DOS GTS – EIXO 3	17/05/2024
REUNIÃO DOS GTS – EIXO 3	24/05/2024

Fonte: Elaboração própria.

Reuniões complementares

Além das reuniões regulares dos Grupos de Trabalho (GTs), foram realizadas reuniões complementares de participação voluntária, visando integrar ações de outros órgãos governamentais com sinergia no tema da cadeia produtiva de ônibus elétricos. Essas reuniões adicionais incluíram apresentações de entidades como o BNDES, Finep, Apex e outros programas governamentais de grande envergadura e robustez. O objetivo dessas sessões foi alinhar e potencializar as iniciativas conjuntas, garantindo uma abordagem coordenada e abrangente para o desenvolvimento da cadeia alvo do plano no Brasil.

Quadro A1.2
Relação geral das reuniões complementares realizadas e suas datas

REUNIÕES	DATAS
REUNIÃO COMPLEMENTAR: BNDES	14/05/2024
REUNIÃO COMPLEMENTAR: APEX	27/05/2024
REUNIÃO COMPLEMENTAR: FINEP	28/05/2024

Fonte: Elaboração própria.

Segundo *Workshop*

Em 7 de junho de 2024, foi realizado o segundo *workshop* presencial em Brasília, demonstrando 44 participantes. A agenda deste evento incluiu a apresentação e consolidação dos resultados dos GTs, discussão de consensos, recomendações e apontamentos, e a estruturação do documento base. Os resultados esperados deste *workshop* foram a consolidação de insumos essenciais para a escrita do Plano Nacional, alvo deste documento, a partir dos resultados encontrados.

Anexo A2

Quadro Geral de Ações Elaboradas pelos GTs

Quadro A2.1

GT 1 Componentes de *Powertrain* – Eixo 1: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira

Categorias	Ações complementares (5 anos)	Ações complementares (10 anos)	Ações complementares (15 anos)
1. Incentivos fiscais	<ul style="list-style-type: none"> • Criar incentivo fiscal, para consolidação da demanda e nacionalização, dos produtos inicialmente CKD possuindo um plano de nacionalização gradativo e previamente aprovado (supervisão e acompanhamento) - Prazo de 5 anos para nacionalização dos componentes com incentivo fiscal com redução gradual. (desde que sem produção local) (4º) (empate) • Incentivar fabricação nacional dos componentes do powertrain • Incentivar compra de componentes que não possuem produção nacional ou similares - para empresas com produção nacional corrente • Estabelecer que o frotista que tiver o maior número de veículos elétricos pagará menos impostos • Ampliar o Plano nacional de semicondutores. Projeto, Produção, venda e exportação • Estabelecer que para produtos fabricados no Brasil, maior % de conteúdo local menor o imposto • Estimular o desenvolvimento da indústria nacional: Gerar emprego e renda, promover a inovação tecnológica e fortalecer a economia nacional • Priorizar margem de preferência para a compra dos ônibus • Plano nacional Imã, aços especiais laminados, cobre. Projeto, Produção, venda e exportação. (Plano Nacional para Minerais) • Planilha elaborada pelo grupo • Componentes críticos. Condicionar a importação a transferência de tecnologia 	<ul style="list-style-type: none"> • Criar ações estratégicas para gerar demanda interna com escala, por exemplo, o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), buscando torná-lo perene, e linhas de financiamento para estados e municípios. (2º) (empate) • Criar ações estratégicas para impulsionar as exportações e o acesso a mercados, como na América Latina, incluindo linhas de financiamento à exportação e fortalecimento da atuação do Sistema de Promoção de Exportações e Comércio Exterior (Ministério das Relações Exteriores/Itamaraty, APEX, etc.) • Gerar atuação institucional no âmbito do Mercosul com o objetivo de auxiliar e impulsionar a adoção de novos modelos de negócios que viabilizem a aquisição de ônibus elétricos nos diferentes países, por exemplo, por meio de leilões nos principais municípios dos países do Mercosul • Gerar leilões, e rotas específicas de circulação de ônibus elétricos exemplo: Trans Santiago e Trans Millenium na América Latina • Priorizar margem de preferência para a compra dos ônibus • Ampliar o Plano nacional de semicondutores. Projeto, Produção, venda e exportação • Incentivar compra de componentes que não possuem produção nacional ou similares - para empresas com produção nacional corrente • Estabelecer que para produtos fabricados no Brasil, maior % de conteúdo local menor o imposto • Estabelecer que o frotista que tiver o maior número de veículos elétricos pagará menos impostos • Plano nacional Imã, aços especiais laminados, cobre. Projeto, Produção, venda e exportação • Estimular o desenvolvimento da indústria nacional: Gerar emprego e renda, promover a inovação tecnológica e fortalecer a economia nacional 	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliar o Plano nacional de semicondutores. Projeto, Produção, venda e exportação • Estimular o desenvolvimento da indústria nacional: Gerar emprego e renda, promover a inovação tecnológica e fortalecer a economia nacional • para produtos fabricados no Brasil, maior % de conteúdo local menor o imposto • Estabelecer que o frotista que tiver o maior número de veículos elétricos pagará menos impostos • Priorizar margem de preferência para a compra dos ônibus • Plano nacional Imã, aços especiais laminados, cobre. Projeto, Produção, venda e exportação

Categorias	Ações complementares (5 anos)	Ações complementares (10 anos)	Ações complementares (15 anos)
2. Metas de produção para cadeia nacional	<ul style="list-style-type: none"> • Criar novos modelos de negócios para os municípios brasileiros que viabilizem a escala dos investimentos em mobilidade elétrica • Criar linhas de financiamento público aos Estados e Municípios via BNDES para o apoio à renovação de frota do transporte público dos Estados e Municípios • Desenvolver o segmento de imãs para motores elétricos e o fornecimento de terras raras • Ampliar o orçamento público para aquisição de ônibus elétricos com conteúdo local (Novo PAC) • Associar com a política do FINAME BAIXO CARBONO • Mapear a cadeia produtiva e as capacidades locais de produção dos principais componentes dos ônibus elétricos, identificando as empresas locais, os principais componentes e o valor que representam do investimento em um ônibus. A partir disso, definir uma estratégia de nacionalização com os demais instrumentos de política. - iniciativa para todos os GTs e não apenas o de <i>powertrain</i>- Grupo de trabalho • Padronizar os veículos, tamanho, disposição de assentos, piso alto e baixo, número de portas. Com isso se busca escala e padrões de <i>powertrain</i> e outros • Criar novos modelos de negócios para garantir os volumes e produção e venda • Estabelecer revisão contínua do credenciamento junto ao BNDES, aumentando nível de conteúdo local • Acompanhar regularmente as capacidades produtivas locais realizado por associações privadas como ABVE, AEA, entre outras + reforço: Política de Acompanhamento MDIC • Capacitação universidades de empresas, inclusive pequenos e médios fornecedores 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer revisão contínua do credenciamento junto ao BNDES • Acompanhar regularmente as capacidades produtivas locais realizado por associações privadas como ABVE, AEA, entre outras • Gerar aumento de volume de produção nacional de aço e previsibilidade de produção • Criar novos modelos de negócios para garantir os volumes e produção e venda 	<ul style="list-style-type: none"> • Criar novos modelos de negócios para garantir os volumes e produção e venda • Criar GT para estudo de novos modelos de negócios para garantir os volumes e produção e venda, explorando possibilidades como renovação de frota, melhoria do transporte para pequenas cidades, etc • Gerar aumento de volume de produção nacional de aço e previsibilidade de produção • Estabelecer revisão contínua do credenciamento junto ao BNDES • Acompanhar regularmente as capacidades produtivas locais realizado por associações privadas como ABVE, AEA, entre outras
3. Programa de crédito e financiamento para manufatura de Componentes e produtos acabados	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar Linha de Crédito Desenvolvimento (LCD) do BNDES para disponibilizar recursos complementares ao Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT) • Ativar o Fundo Nacional de Desenvolvimento Industrial e Tecnológico (FNDIT) no âmbito do Programa MOVER (Mobilização para o Desenvolvimento da Indústria Nacional de Componentes para Veículos Automotores) • Criar linhas para componentes estratégicos, como por exemplo: Imã, transistors, SMC, outros (5°) (empate) • Macro Componentes - para empresas com produção nacional corrente: para compra de novos equipamentos de produção e laboratórios 	<ul style="list-style-type: none"> • Tornar perene o Programa BNDES Mais Inovação, que atualmente tem uma vigência de 5 anos e disponibiliza recursos do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT) para o apoio a projetos de inovação com taxa subsidiada (TR) • Fomentar à criação de Joint Ventures na cadeia produtiva para fortalecer as empresas e aumentar a competitividade do setor. Isso inclui parcerias com empresas novas e/ou entre empresas já estabelecidas na cadeia produtiva • Atrair novas empresas para produção local de componentes, principalmente os componentes que não possuem produção nacional. - para empresas que desejam produzir no país (6°) (empate) 	<ul style="list-style-type: none"> • Atrair novas empresas para produção local de componentes, principalmente os componentes que não possuem produção nacional. - para empresas que desejam produzir no país • Comprar equipamentos de extração de materiais estratégicos e produção de novos materiais - matéria prima

Categorias	Ações complementares (5 anos)	Ações complementares (10 anos)	Ações complementares (15 anos)
	<ul style="list-style-type: none"> • Criar crédito diferenciado para componentes sem produção ou similar nacional para a internalização • Gerar ampliação de parque fabril com linhas de crédito para empresas já instaladas no país • Atrair novas empresas para produção local de componentes, principalmente os componentes que não possuem produção nacional. - para empresas que desejam produzir no país • Comprar equipamentos de extração de materiais estratégicos e produção de novos materiais - matéria prima • Atualizar linhas de produção de empresas nacionais 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprar equipamentos de extração de materiais estratégicos e produção de novos materiais - matéria prima • Macro Componentes - para empresas com produção nacional corrente: para compra de novos equipamentos de produção e laboratórios • Criar crédito diferenciado para componentes sem produção ou similar nacional para a internalização 	<ul style="list-style-type: none"> • Macro Componentes - para empresas com produção nacional corrente: para compra de novos equipamentos de produção e laboratórios • Criar crédito diferenciado para componentes sem produção ou similar nacional para a internalização
4. Programa de exportação de produtos acabados E inserção nas cadeias globais	<ul style="list-style-type: none"> • Articular externamente na América Latina com apoio das entidades públicas de promoção à exportação (Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos - APEX, Ministério das Relações Exteriores - Itamaraty) • Desonerar as exportações - Imposto sobre Produtos Industrializados - IPI, Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços - ICMS, Programa de Integração Social/Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público - PIS/PASEP e Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social – COFINS • Melhorar a logística de exportação e importação dos componentes com e sem fabricação nacional • Criar Novos Modelos de negócios para garantir os volumes e produção e venda - benefícios a exportação • Matéria prima – para a cadeira de exploração e produção da matéria prima • Macro Componentes - para empresas com produção nacional corrente: para exportação desses componentes • Melhorar a logística, linha de crédito e incentivos fiscais para exportação de produtos acabados. Verificar globalmente o mercado para os produtos produzidos localmente, com políticas específicas para Macro Componentes, Componentes e Matéria prima • Criar políticas específicas para os países na América latina - Chile e Colômbia • Melhorar a logística de exportação e importação dos componentes com e sem fabricação nacional • Realizar estudos de mercado para a demanda de ônibus e componentes na América Latina • Criar um Reintegra ônibus (Reintegra, sigla para Regime Especial de Reintegração de Valores Tributários para Empresas Exportadoras, é um programa criado pelo governo brasileiro com o objetivo de incentivar a exportação de produtos manufaturados 	<ul style="list-style-type: none"> • Criar Novos Modelos de negócios para garantir os volumes e produção e venda Gerar benefícios a exportação • Matéria prima – para a cadeira de exploração e produção da matéria prima • Macro Componentes - para empresas com produção nacional corrente: para exportação desses componentes • Melhorar a logística, linha de crédito e incentivos fiscais para exportação de produtos acabados. Verificar globalmente o mercado para os produtos produzidos localmente, com políticas específicas para Macro Componentes, Componentes e Matéria prima • Criar políticas específicas para os países na América Latina - Chile e Colômbia • Melhorar a logística de exportação e importação dos componentes com e sem fabricação nacional • Realizar estudos de mercado para a demanda de ônibus e componentes para outros mercados (África etc) (APEX) 	<ul style="list-style-type: none"> • Criar Novos Modelos de negócios para garantir os volumes e produção e venda - benefícios a exportação (3º) (empate) • Matéria prima – para a cadeira de exploração e produção da matéria prima • Macro Componentes - para empresas com produção nacional corrente: para exportação desses componentes • Melhorar a logística, linha de crédito e incentivos fiscais para exportação de produtos acabados. Verificar globalmente o mercado para os produtos produzidos localmente, com políticas específicas para Macro Componentes, Componentes e Matéria prima • Criar políticas específicas para os países na América latina - Chile e Colômbia • Melhorar a logística de exportação e importação dos componentes com e sem fabricação nacional • Realizar estudos de mercado para a demanda de ônibus e componentes para outros mercados (África etc) (APEX)

Categories	Ações complementares (5 anos)	Ações complementares (10 anos)	Ações complementares (15 anos)
	<ul style="list-style-type: none"> PROEX Ônibus Exportação (O Proex, sigla para Programa de Financiamento às Exportações, é um programa do Governo Federal brasileiro criado com o objetivo de facilitar o acesso das empresas brasileiras ao crédito para financiar suas exportações. O programa é administrado pelo Banco do Brasil, que atua como agente financeiro exclusivo da União) 		
5. Subsídios diretos	<ul style="list-style-type: none"> Fornecer subsídios diretos aos Estados e Municípios para a implementação de projetos de mobilidade elétrica nos centros urbanos, associados à aquisição de produtos locais Viabilizar novo modelo de negócios para ampliação e renovação das frotas de ônibus elétricos, como empresas de energia ou compra centralizada e leasing para os frotistas Fornecer subsídios para a criação da cadeia IGBT e imã Fornecer matéria prima para extração de materiais estratégicos e produção de novos materiais. Componentes sem produção corrente local Estruturar um grande programa de P&D,I com o P&D ANEEL para viabilizar subvenção para novos modelos de ônibus elétricos Fornecer subsídios de aquisição para equipamentos para linha de produção, mesmo importados Contemplar os ônibus elétricos fabricados localmente no programa caminho da Escola, incluindo também a infraestrutura de recarga com soluções nacionais (1°) 	<ul style="list-style-type: none"> Estruturar um grande programa de P&D,I com o P&D ANEEL para viabilizar subvenção para novos modelos de ônibus elétricos Canalizar recursos do P&D ANEEL para o FNDIT (Fundo Nacional de Desenvolvimento e Inovação Tecnológica) recém-constituído no âmbito do novo Regime Automotivo, alavancando recursos para P&D Fornecer matéria prima para extração de materiais estratégicos e produção de novos materiais Componentes sem produção corrente local Fornecer subsídios para a criação da cadeia IGBT e imã 	<ul style="list-style-type: none"> Fornecer subsídios para a criação da cadeia IGBT e imã. Componentes sem produção corrente local Fornecer matéria prima para extração de materiais estratégicos e produção de novos materiais Canalizar recursos do P&D ANEEL para o FNDIT (Fundo Nacional de Desenvolvimento e Inovação Tecnológica) recém-constituído no âmbito do novo Regime Automotivo, alavancando recursos para P&D

Fonte: Elaboração própria a partir das contribuições dos especialistas.

Quadro A2.2
GT 1 Componentes de Powertrain – Eixo 2: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) / Competências

Categories	Ações complementares (5 anos)	Ações complementares (10 anos)	Ações complementares (15 anos)
1. Incentivos fiscais	<ul style="list-style-type: none"> Criar política fiscal para importação de componentes e sistemas para projeto de pesquisa, ICTs e Empresas (somente redução fiscal para pesquisa e desenvolvimento, benchmarking) (5°) (empate) Estabelecer para a formação interna dos colaboradores da empresa na área de propulsão elétrica (FORMARE, SENAI interno a montadora) Reduzir os impostos para investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento 	<ul style="list-style-type: none"> Estabelecer para a formação interna dos colaboradores da empresa na área de propulsão elétrica (FORMARE, SENAI interno a montadora) (1°) (empate) Seguir com o programa "Mover" Criar política fiscal para importação de componentes e sistemas para projeto de pesquisa, ICTs e Empresas Criar política fiscal para importação de componentes e sistemas para projeto de pesquisa, ICTs e Empresas (somente redução fiscal para pesquisa e desenvolvimento, benchmarking) 	<ul style="list-style-type: none"> Seguir com o programa "Mover" Criar política fiscal para importação de componentes e sistemas para projeto de pesquisa, ICTs e Empresas Estabelecer para a formação interna dos colaboradores da empresa na área de propulsão elétrica (FORMARE, SENAI interno a montadora) Criar política fiscal para importação de componentes e sistemas para projeto de pesquisa, ICTs e Empresas (somente redução fiscal para pesquisa e desenvolvimento, benchmarking)

Categorias	Ações complementares (5 anos)	Ações complementares (10 anos)	Ações complementares (15 anos)
2. Programa de financiamento subsidiado em tecnologias e processos de manufatura estratégicos	<ul style="list-style-type: none"> • Criar projetos de inovação para desenvolvimento e produção de componentes sem produção nacional, ex: imã • Estabelecer Cyber Security - estímulo para implementação e P&D. • Estimular a implementação e P&D (ADAS) (Advanced Driver Assistance Systems) • Criar programa para aceleração de startups do setor • Desenvolver subvenção econômica para empresas e para projetos de P&D com foco no desenvolvimento de componentes do powertrain ou até mesmo de componentes estratégicos para ônibus elétricos via FINEP e BNDES (4º) (empate) 	<ul style="list-style-type: none"> • Criar projetos de inovação para desenvolvimento e produção de componentes sem produção nacional, ex: imã (6º) (empate) • Estabelecer Cyber Security - estímulo para implementação e P&D • Estimular a implementação e P&D (ADAS) (Advanced Driver Assistance Systems) • Criar programa para aceleração de startups do setor 	<ul style="list-style-type: none"> • Criar projetos de inovação para desenvolvimento e produção de componentes sem produção nacional, ex: imã • Estabelecer Cyber Security Estimular a implementação e P&D - ADAS/AD (AD - Autonomous Driving) • Criar programa para aceleração de startups do setor
3. Subvenção econômica em tecnologias e processos de manufatura estratégicos e de alto risco	<ul style="list-style-type: none"> • Criar projetos de inovação para desenvolvimento e produção de componentes sem produção nacional, ex: imã • Estabelecer Cyber Security - estímulo para implementação e P&D • Definir projetos estruturantes pelo governo federal para componentes de PWT • Estimular a implementação e P&D (ADAS) (Advanced Driver Assistance Systems) • Fornecer subsídios para startups desenvolver seus produtos inovadores. • Criar projetos disruptivos, multidisciplinares, consorcio de empresas e ICTs, exemplo <https://www.unicaragil.de/en/> 	<ul style="list-style-type: none"> • Criar projetos de inovação para desenvolvimento e produção de componentes sem produção nacional, ex: imã • Estabelecer Cyber Security - estímulo para implementação e P&D. • Definir projetos estruturantes pelo governo federal para componentes de PWT. • Estimular a implementação e P&D (ADAS) (Advanced Driver Assistance Systems) • Fornecer subsídios para startups desenvolver seus produtos inovadores • Criar projetos disruptivos, multidisciplinares, consorcio de empresas e ICTs, exemplo <https://www.unicaragil.de/en/> 	<ul style="list-style-type: none"> • Criar projetos de inovação para desenvolvimento e produção de componentes sem produção nacional, ex: imã • Estabelecer Cyber Security - estímulo para implementação e P&D • Definir projetos estruturantes pelo governo federal para componentes de PWT • Estimular a implementação e P&D (ADAS) (Advanced Driver Assistance Systems) • Fornecer subsídios para startups desenvolver seus produtos inovadores • Criar projetos disruptivos, multidisciplinares, consorcio de empresas e ICTs, exemplo <https://www.unicaragil.de/en/>
4. Metas de inovação e ações estruturantes	<ul style="list-style-type: none"> • Criar HUB de inovação para o setor de eletromobilidade, software dos componentes, para telemetria do ônibus, para interação com a infraestrutura, semáforos, ruas, pedestres, etc • Criar Linhas FAPESP e CNPQ para pesquisa e inovação 	<ul style="list-style-type: none"> • Congresso Universitário Nacional da Mobilidade Elétrica • Criar projetos de inovação para desenvolvimento e produção de componentes sem produção nacional, ex: imã • Criar política fiscal para importação de componentes e sistemas para projeto de pesquisa (somente redução fiscal para pesquisa e desenvolvimento, benchmarking) 	<ul style="list-style-type: none"> • Congresso Universitário Nacional da Mobilidade Elétrica. • Criar projetos de inovação para desenvolvimento e produção de componentes sem produção nacional, ex: imã • Criar política fiscal para importação de componentes e sistemas para projeto de pesquisa (somente redução fiscal para pesquisa e desenvolvimento, benchmarking) • Estabelecer Cyber Security - legislação/regulação

Categorias	Ações complementares (5 anos)	Ações complementares (10 anos)	Ações complementares (15 anos)
	<ul style="list-style-type: none"> • Criar projetos de inovação para desenvolvimento e produção de componentes sem produção nacional, ex: imã • Revisar política fiscal para importação de componentes e sistemas para projeto de pesquisa. (somente redução fiscal para pesquisa e desenvolvimento, benchmarking) • Estabelecer Cyber Security - legislação/regulação • Definir projetos estruturantes pelo governo federal para componentes de PWT • Congresso Universitário Nacional da Mobilidade Elétrica • Incentivar feiras e Workshop • Incentivar intercâmbio entre ICTs/Universidades para formação e troca conhecimento. (Ciências sem fronteiras) • Desenvolver projetos de inovação de telemetria e conectividade • ADAS - legislação/regulação • Conselho Universitário Nacional da Mobilidade Elétrica 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer Cyber Security - legislação/regulação • Criar HUB de inovação para o setor de eletromobilidade, software dos componentes, para telemetria do ônibus, para interação com a infraestrutura, semáforos, ruas, pedestres, etc. • Definir projetos estruturantes pelo governo federal para componentes de PWT • Incentivar Intercâmbio entre ICTs/Universidades para formação e troca conhecimento. (Ciências sem fronteiras) • Desenvolver projetos de inovação de telemetria e conectividade • Conselho Universitário Nacional da Mobilidade Elétrica • ADAS - legislação/regulação 	<ul style="list-style-type: none"> • Criar HUB de inovação para o setor de eletromobilidade, software dos componentes, para telemetria do ônibus, para interação com a infraestrutura, semáforos, ruas, pedestres, etc. • Definir projetos estruturantes pelo governo federal para componentes de PWT • Incentivar Intercâmbio entre ICTs/Universidades para formação e troca conhecimento. (Ciências sem fronteiras) • Desenvolver projetos de inovação de telemetria e conectividade • Conselho Universitário Nacional da Mobilidade Elétrica • ADAS - legislação/regulação
5. Programa de capacitação tecnológica e criação de competências locais	<ul style="list-style-type: none"> • Investir em formação de mecânicos e prestadores de manutenção. Senai, Universidades Federais, colégios técnicos, etc (3º) (empate) • Garantir capacitação de técnicos e tecnólogos para manutenção pelas escolas técnicas. • Expandir a capacitação para todas as regiões no país, devido a aplicação nas cidades mais remotas do país • Garantir capacitação da polícia e corpo de bombeiros das cidades menores, para acidentes, etc • Garantir capacitação de profissionais da indústria para suportar as necessidade de aplicação das montadoras. (2º) (empate) 	<ul style="list-style-type: none"> • Expandir a capacitação para todas as regiões no país, devido a aplicação nas cidades mais remotas do país • Incentivar intercâmbio entre ICTs/Universidades para formação e troca conhecimento. (Ciências sem fronteiras) • Garantir capacitação de profissionais para software • Estabelecer Cyber Security - capacitação universidades e empresas • ADAS - capacitação universidades e empresas • Desenvolver espírito empreendedor para criação de startup 	<ul style="list-style-type: none"> • Expandir a capacitação para todas as regiões no país, devido a aplicação nas cidades mais remotas do país • Incentivar intercâmbio entre ICTs/Universidades para formação e troca conhecimento. (Ciências sem fronteiras) • Garantir capacitação de profissionais para software • Estabelecer Cyber Security - capacitação universidades e empresas • ADAS - capacitação universidades e empresas • Desenvolver espírito empreendedor para criação de startup

Categorias	Ações complementares (5 anos)	Ações complementares (10 anos)	Ações complementares (15 anos)
	<ul style="list-style-type: none"> • Garantir capacitação de profissionais para software • Criar linhas FAPESP e CNPQ para pesquisa e formação • Incentivar intercâmbio entre ICTs/Universidades para formação e troca conhecimento. (Ciências sem fronteiras) • Estabelecer Cyber Security - capacitação universidades e empresas • ADAS - capacitação universidades e empresas, inclusive pequenos e médios fornecedores • Desenvolver espírito empreendedor para criação de startup 		
6. Subsídios diretos	<ul style="list-style-type: none"> • Garantir formação de pessoas de Baixa renda por subsídios junto a instituições particulares • Realizar montagem e atualização de laboratórios para máquinas elétricas, inversores, etc (EMPRESAS e ICTs) • Realizar montagem e atualização de laboratórios caracterização de ímãs (EMPRESAS e ICTs) • Realizar montagem e atualização de laboratórios para testes de interferência eletromagnéticas • Incentivar intercâmbio entre ICTs/Universidades para formação e troca conhecimento. (Ciências sem fronteiras) • Estabelecer dinamômetro para veículos elétricos pesados • Fornecer subsídios para atrair novos profissionais para software • Fornecer subsídios diretos para startups estruturação da empresa 	<ul style="list-style-type: none"> • Garantir formação de pessoas de baixa renda por subsídios junto a instituições particulares • Realizar montagem e atualização de laboratórios para máquinas elétricas, inversores, etc (EMPRESAS e ICTs) • Realizar montagem e atualização de laboratórios caracterização de ímãs (EMPRESAS e ICTs) • Realizar montagem e atualização de laboratórios para testes de interferência eletromagnéticas • Incentivar intercâmbio entre ICTs/Universidades para formação e troca conhecimento. (Ciências sem fronteiras) • Estabelecer dinamômetro para veículos elétricos pesados • Fornecer subsídios para atrair novos profissionais para software • Fornecer subsídios diretos para startups estruturação da empresa 	<ul style="list-style-type: none"> • Garantir formação de pessoas de baixa renda por subsídios junto a instituições particulares (7º) • Realizar montagem e atualização de laboratórios para máquinas elétricas, inversores, etc (EMPRESAS e ICTs) • Realizar montagem e atualização de laboratórios caracterização de ímãs (EMPRESAS e ICTs) • Realizar montagem e atualização de laboratórios para testes de interferência eletromagnéticas • Incentivar intercâmbio entre ICTs/Universidades para formação e troca conhecimento. (Ciências sem fronteiras) • Estabelecer dinamômetro para veículos elétricos pesados • Fornecer subsídios para atrair novos profissionais para software • Fornecer subsídios diretos para startups estruturação da empresa

Fonte: Elaboração própria a partir das contribuições dos especialistas.

Quadro A2.3
GT 1 Componentes de *Powertrain* – Eixo 3: Regulação de Produtos e suas Tecnologias

Categories	Ações complementares (5 anos)	Ações complementares (10 anos)	Ações complementares (15 anos)
1. Requisitos e especificações de componentes e produtos acabados	<ul style="list-style-type: none"> • Priorizar regulamentação Sobre ADAS e Cyber Security • Garantir adesão ao The Responsible Supply Chain Initiative (RSCI) • Estabelecer critérios técnicos padronizados para licitação dos ônibus, em relação ao powertrain • Estabelecer crash test para veículos elétricos • Realizar estudo comparativo sobre os testes de validação dos veículos elétricos em relação aos veículos a combustão 	<ul style="list-style-type: none"> • Priorizar regulamentação Sobre ADAS e Cyber Security • Garantir adesão ao The Responsible Supply Chain Initiative (RSCI) (5º) (empate) • Revisar critérios técnicos padronizados para licitação dos ônibus, em relação ao powertrain • Estabelecer crash test para veículos elétricos 	<ul style="list-style-type: none"> • Priorizar regulamentação Sobre ADAS e Cyber Security • Garantir adesão ao The Responsible Supply Chain Initiative (RSCI) • Consolidar critérios técnicos padronizados para licitação dos ônibus, em relação ao powertrain • Estabelecer crash test para veículos elétricos
2. Critérios técnicos de eficiência energética	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar relação do peso e eficiência energética para incentivos fiscais • Garantir eficiência na fabricação e produção dos powertrains • Estabelecer regulação - Emissão de CO₂ na produção dos componentes, com base nos dados reais dos ônibus já em circulação 	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar relação do peso e eficiência energética para incentivos fiscais • Garantir eficiência na fabricação e produção dos powertrains • Estabelecer regulação - Emissão de CO₂ na produção dos componentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar relação do peso e eficiência energética para incentivos fiscais • Garantir eficiência na fabricação e produção dos powertrains (7º) (empate) • Estabelecer regulação - Emissão de CO₂ na produção dos componentes
3. Reparo, reutilização, remanufatura e reciclagem de componentes e produtos acabados	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar reutilização de componentes e matéria prima (2º) • Realizar reuso/tratamento fluidos de refrigeração para máquinas elétricas e inversores • Criar um grupo de trabalho para discussão da reciclagem e descarte dos componentes do powertrain • Garantir qualificação da mão de obra para reparo • Estabelecer Cyber Security - trava para o sistema de controle • Estabelecer sistema para previsão de vida/desgaste dos componentes do trem de potência elétrico • Realizar reciclagem do material da máquina elétrica 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar reutilização de componentes e matéria prima • Criar um grupo de trabalho para discussão da reciclagem e descarte dos componentes do powertrain • Garantir qualificação da mão de obra para reparo (1º) • Realizar reciclagem do material da máquina elétrica 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar reutilização de componentes e matéria prima • Criar um grupo de trabalho para discussão da reciclagem e descarte dos componentes do powertrain • Garantir qualificação da mão de obra para reparo • Realizar reciclagem do material da máquina elétrica
4. Classificação dos componentes e productos acabados estratégicos	<ul style="list-style-type: none"> • Chapas - Aços de alta eficiência e alta resistência • Incentivar produção nacional de Imã permanente para consumo e exportação (3º) • Criar política de importação para os MOSFET e IGBT • Política de minerais críticos, imãs permanentes (4º) 	<ul style="list-style-type: none"> • Chapas - Aços de alta eficiência e alta resistência • Incentivar produção nacional de Imã permanente para consumo e exportação • Criar política de importação para os MOSFET e IGBT (6º) (empate) • Política de minerais críticos, imãs permanentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Chapas - Aços de alta eficiência e alta resistência • Incentivar produção nacional de Imã permanente para consumo e exportação • Criar política de importação para os MOSFET e IGBT • Política de minerais críticos, imãs permanentes

Fonte: Elaboração própria a partir das contribuições dos especialistas.

Quadro A2.4
GT 2 Integração de Componentes – Eixo 1: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira

Categories	Ações complementares (5 anos)	Ações complementares (10 anos)	Ações (15 anos)
1. Incentivos fiscais	<ul style="list-style-type: none"> • Criar um cenário com segurança jurídica para atrair investidores. (1º) (empate) • Criar condições que assegurem o crescimento horizontal • Condicionar a importação de componentes críticos a transferência de tecnologias. Sem produção nacional. • Criar base teste antes de homologar as obrigações (transição reforma tributária) • Avaliar conformidade das propostas com a reforma tributária. (Reforma tributária precisa ser progressiva e articulada com a política industrial ex. Imposto Seletivo.) • Criar medidas que protejam a produção nacional contra a importação de ônibus prontos e semiprontos • Reduzir custo logístico para a indústria nacional ser mais competitiva na exportação e condicionar a importação de componentes • Criar medidas que facilitem a importação de componentes críticos que não são fabricados no Brasil e priorizar fornecedores instalados na América Latina (curto prazo). (2º) (empate) 	<ul style="list-style-type: none"> • Seguir com programas de incentivo • Desenvolver previsibilidade para política industrial • Estabelecer transparência e isonomia dos incentivos (municipal, estadual, federal) • Criar incentivo para produção local • Criar medidas que protejam contra a importação de componentes fabricados no Brasil, para ônibus • Promover ações específicas de incentivos fiscais que reforcem as exportações – um drawback melhorado reduzindo gradualmente o coeficiente de importações • Incentivos fiscais para fabricantes de produtos com maior índice de eficiência energética e reciclabilidade (5º) (empate) 	
2. Metas de produção para cadeia nacional	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer metas efetivas de produção com acompanhamento do cronograma, considerando a capacidade de infraestrutura dos municípios, oferecendo apoio técnico para os estudos • Estabelecer critérios e oferecer apoio aos municípios que aderirem a troca de tecnologia, estimular o uso de Ônibus Zero emissões em suas frotas de transporte público, estabelecendo metas para impulsionar os planos de mobilidade urbana (Governo Federal), inclusive Caminho da Escola • Estabelecer a Política sobre economia circular, maturação para descarte legal (certificação de empresa capacitada) • Estabelecer PAC para o setor privado financiando o operador • Monitorar o crescimento da oferta e demanda comparando os resultados das políticas implantadas • Ocupar capacidade ociosa da indústria com volume estimado em 9 mil unidades ano • Elevar a taxa de impostos para veículos prontos e semiprontos, importados 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar a capacidade instalada • Avaliar consolidação do mercado e avaliar a redução de incentivos e abertura de mercado • Atingir o índice nacionalização dos componentes em 80%. (6º) (empate) 	<ul style="list-style-type: none"> • Produzir as células das baterias no Brasil em escala
3. Programa de crédito e financiamento para manufatura de componentes e produtos acabados	<ul style="list-style-type: none"> • Criar linhas de créditos para pequenos fornecedores • Fornecer fundos garantidores de crédito para empresas com selo verde 		
4. Programa de exportação de produtos acabados e inserção nas Cadeias globais	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver fornecedores no Brasil, reduzir custo aduaneiro e melhorar a eficiência logística (fretes, desembarço, armazenagem) 		

Categorias	Ações complementares (5 anos)	Ações complementares (10 anos)	Ações (15 anos)
	<ul style="list-style-type: none"> • Priorizar componentes críticos produzidos em países da América Latina e outros com os quais o Brasil guarda acordo comercial, para desenvolver políticas de livre mercado e gerar competitividade • Incentivar a produção de baterias no Brasil a fim de se reduzir o custo de produção possibilitando a produção em escala e gerando mais competitividade com outros mercados • Gerar competitividade igualitária, para fabricantes • Criar um regime fiscal que a curto prazo desonere a importação de componentes críticos não fabricados no Brasil e a médio e longo prazo, incentive a produção local • Mobilizar uma ação de estruturação junto à APEX para criação de um projeto que contemple a promoção da exportação de ônibus elétricos 		
5. Subsídios diretos	<ul style="list-style-type: none"> • Subsidiar municípios, como exemplo, o atual Programa C. da Escola (3º) (empate) • Contribuir na promoção de produção nacional (Governo Federal) • Incentivar o uso do transporte coletivo • Divulgar a produção em eventos, nacionais e internacionais • Criar parcerias com institutos de educação e empresas para conscientizar a população e sensibilizar governos municipais e estaduais (4º) (empate) • Desenvolver comissão permanente em parceria com as empresas para avaliar a necessidade de mudança de cultura quanto à cadeia (educação, indústria, governos) • Estabelecer políticas públicas e regulamentações nas três esferas de governo que incentivem o uso de Ônibus Elétricos em frotas de transportes públicos e escolares (Caminho da Escola) • Fortalecer o relacionamento com a APEX como meio de promoção dos produtos e serviços brasileiros no exterior, a fim de atrair investimentos estrangeiros • Criar um Sistema Único de Mobilidade (SUM) no mercado interno e externo • Oferecer programas de fomento a longo prazo para empresas investirem em renovação do parque fabril e tecnologia 		

Fonte: Elaboração própria a partir das contribuições dos especialistas.

Quadro A2.5
GT 2 Integração de Componentes – Eixo 2: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) / Competências

Categorias	Ações complementares (5 anos)	Ações complementares (10 anos)
1. Incentivos fiscais	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir o custo de impostos para consultorias especializadas em serviços que promovam acesso da Indústria a linhas de fomento e habilitação a programas do Governo • Criar novas linhas de financiamento para Bolsas de Estudo e Pesquisa; oferecer valor competitivo ao bolsista • Criar medidas que facilitem a importação de componentes críticos que não são fabricados no Brasil (curto prazo) articulados com um programa e compromisso (metas) (4º) (empate) de desenvolver um produto similar local (Offset) • Reorganizar o sistema de incentivos em razão da reforma tributária, com atenção ao Imposto Seletivo 	

Categorias	Ações complementares (5 anos)	Ações complementares (10 anos)
2. Programa de financiamento subsidiado em tecnologias e processos de manufatura estratégicos	<ul style="list-style-type: none"> • Criar Plano que disponibilize apoio financeiro para desenvolvimento de novas tecnologias • Priorizar as rotas tecnológicas críticas • Desenvolver indicadores para acompanhar o alinhamento das empresas com as políticas de desenvolvimento sustentável • Ampliar programa de financiamento para dar suporte a transferência de tecnologia • Criar instituição de linhas de crédito direcionadas à fabricação de componentes estratégicos • Desburocratizar e facilitar o acesso a linhas de financiamento 	
3. Subvenção econômica em tecnologias e processos de manufatura estratégicos e de alto risco	<ul style="list-style-type: none"> • Criar startups voltadas para o desenvolvimento de tecnologias de alto risco, estabelecendo condições que retenham a tecnologia criada no Brasil • Criar polos (conjunto de startups) para favorecer desenvolvimento cooperativo • Criar fundo de tecnologias verdes para receber transferências de recursos econômicos de países financiadores desde que a produção seja nacional • Criar programas para incentivar a indústria na aquisição de ferramentas e máquinas com novas tecnologias para montagem de ônibus elétrico (2°) (empate) • Apoiar financeiramente as universidades para criarem laboratórios especializados em ensaios específicos da cadeia de ônibus elétricos, priorizar em ensaios ainda indisponíveis (testes) • Seguir com manual de desmontagem • Seguir com relatório de conformidades • Seguir com diagnóstico NTU/ANTP 	
4. Metas de inovação e ações estruturantes	<ul style="list-style-type: none"> • Criar programa de fiscalização de emissões para veículos pesados, em circulação para o proprietário (1°) (empate) • Criar programas para incentivo para instalação de empresas internacionais em território nacional, fabricantes de componentes eletrônicos indispensáveis para a produção de ônibus elétricos (3°) (empate) • Desenvolver formação de competência em gestão de ativos intangíveis e propriedade intelectual • Desenvolver parcerias com institutos de educação que promovam a qualificação dos colaboradores • Criar observatório que monitore, avalie e prospecte iniciativas na área de inovação, sendo fundamental coordenar essas ações em nível macro de modo que não se percam ou fiquem isoladas 	
5. Programa de capacitação tecnológica e criação de competências locais	<ul style="list-style-type: none"> • Fornecer prêmio de recompensa/incentivo para empresas e profissionais inovadores, como a promoção pelo governo de produtos e serviços, bem como priorização de contratação para fins de uso público • Priorizar, no âmbito de compras públicas, produtos/serviços de empresas que comprovem o alinhamento com a proposta de Neo Industrialização do Governo alinhado ao desenvolvimento, social, ambiental e econômico • Divulgar os programas para contratação de mestres e doutores pelas empresas • Desenvolver formação de competência em informação tecnológica (documentos de patentes) • Estimular diretrizes para cooperação internacional entre empresas para geração de emprego e conhecimento no Brasil • Criar um Observatório para o tema Ônibus elétrico: 1) que articule ações de capacitação tecnológica e competências locais 2) produza e acompanhe um mapa de competências regionais • Articular rede pública e privada de capacitação tecnológica e formação de competências para o ecossistema da mobilidade elétrica: cursos técnicos, científicos e Comercial em todos os níveis (5°) (empate) • Tornar permanente linhas de crédito e orçamento que apoiem a inovação e pesquisas de novas tecnologias 	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptar as ações realizadas no item anterior, pensar em alternativas incrementais para soluções que se mostrem inviáveis ou de rápida obsolescência em 5 anos (6°) (empate)
6. Subsídios diretos	<ul style="list-style-type: none"> • Estimular portfólio de subsídio para pesquisa, desenvolvimento e inovação em tecnologias prioritárias • Criar polos - Fundos de tecnologia verde 	

Fonte: Elaboração própria a partir das contribuições dos especialistas.

Quadro A2.6
GT 2 Integração de Componentes – Eixo 3: Regulação de Produtos e suas Tecnologias

Categorias	Ações complementares (5 anos)
1. Requisitos e especificações de componentes e produtos acabados	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosticar se as ações estão funcionando adequadamente • Definir critérios a nível nacional padronizando o estudo da FABUS/ANTP para elétricos (1º) (empate) • Adaptar ISO 17840 (guia de respostas a emergências para ônibus), e outras normas relacionadas • Revisar vistoria INMETRO/retrofit - resolução CONTRAN 916/2022 • Criar regulação para padronizar conectores de ônibus elétricos • Estimular revisão da resolução CONTRAN 749/2018 (Norma segurança e homologação) (2º) (empate)
2. Critérios técnicos de eficiência energética	<ul style="list-style-type: none"> • Definir critérios baseados em performance do veículo (aceleração e frenagem em rampas, em plano etc.) • Estabelecer padronização de comparativo de consumo operacional (autonomia, consumo de energia por componente, estimar custo de manutenção por km) • Tornar obrigatório instalação de sistema de Rastreamento e limitador de velocidade segura de acordo com o padrão estabelecido pelo contratante, custos instalações, desinstalações, manutenção, e mensalidade • Estabelecer Metas/prazos (obrigatoriedades Cidades e Municípios) e criar lei federal para definir metas (até 20%, até 30%) com percentual de troca da tecnologia (3º) (empate) • Estabelecer critérios para retirar frota antiga de circulação (4º) (empate) • Desenvolver qualificadores de componentes • Definir Métricas com a rota tecnológica • Criar segurança política, que garanta o compromisso das metas sem alterações nas legislação • Desenvolver órgão independente que verifique o controle de emissões dos transportes públicos • Delimitar áreas de baixa emissão nas cidades (proibir a circularização) (5º) (empate) • Criar políticas que incentivem a aquisição de elétricos EV - Ex. Isenção de IP.VA e penalização para aquisição de frotas a diesel
3. Reparo, reutilização, remanufatura e reciclagem de componentes e produtos acabados	<ul style="list-style-type: none"> • Tornar obrigatório o fabricante exigir que o fornecedor recolha os componentes e faça o descarte ambientalmente correto ao final da vida útil (uso, reparo, reutilização e remanufatura) • Criar política estabelecendo critérios para essa categoria (6º) (empate)
4. Classificação dos componentes e produtos acabados estratégicos	<ul style="list-style-type: none"> • Criar classificação específica para cada tipo de componentes estratégicos por exemplo a composição química das baterias, em função do risco e segurança e eficiência. • Fornecer certificado de origem • Fornecer qualificador de eficiência energética • Fornecer selo de certificação de reuso/reciclabilidade, baseado em critérios da política de economia circular • Tornar obrigatório regulação de produtos e suas tecnologias • Criar definição de critérios e níveis de eficiência energética

Fonte: Elaboração própria a partir das contribuições dos especialistas.

Quadro A2.7
GT 3 RESS (baterias) – Eixo 1: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira

Categories	Ações complementares (5 anos)	Ações complementares (10 anos)	Ações (15 anos)
1. Incentivos fiscais	<ul style="list-style-type: none"> • Criar um programa para apoiar o desenvolvimento tecnológico e incentivar a cadeia produtiva de baterias, seguindo o exemplo do PADIS, com incentivos em fases distintas para a nacionalização de peças e componentes conforme o aumento do MRL em janelas temporais de 5, 10 e 15 anos, além de oferecer incentivos como custo de capital para empréstimos (FINAME, BID) e isenções atreladas ao índice de nacionalização, promovendo a abertura e atualização de fábricas para a produção de packs de baterias, células e componentes específicos(1º) • Oferecer incentivos para o uso de BESS na infraestrutura de recarga enquanto a infraestrutura de transmissão e distribuição não atende à demanda • Proporcionar incentivos para a importação de matéria-prima (que não tem fabricação nacional-local) para atender às demandas iniciais • Avaliar espelhamento de ações (voltadas às baterias de tração) no Programa Recicla+ (MMA) que objetiva o tratamento de resíduos sólidos • Incluir no Arcabouço Regulatório atual (relacionado a reciclagem) elementos eletroeletrônicos e as baterias de tração de veículos (diversas químicas) • Incluir estrutura tributária favorável para elementos em 2ª vida (eletroeletrônicos e baterias de tração) • Construir e criar NCMs específicas para cada elemento da bateria (célula, módulo, pack) (7º) • Estruturar forecast de volumes estimados de venda de Veículos desde Levíssimos até pesados e ESS (Energy Storage Systems) de Energia Solar e Eólica 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar a manufatura por meio de incentivos semelhantes aos já existentes/praticados para adensamento de manufatura e escala de produção • Considerar o Caderno do BNDES (Abordagem reversa) como uma opção para um possível plano de incentivos fiscais • Incentivar a atualização dos parques fabris e a nacionalização de peças e componentes • Avaliar a eficácia dos recursos disponibilizados e considerar a necessidade de fomentos específicos (O NIB apoia os parques fabris) • Avaliar que os incentivos devem contemplar insumos, componentes, sistemas e manufatura • Implementar incentivos em fases específicas/distintas • Realizar a revisão dos mecanismos de incentivo, analisar os resultados atingidos e identificar os gargalos (2º) (empate) 	<ul style="list-style-type: none"> • Fazer avaliação para redução/exclusão dos Incentivos para importação de MP e componentes de pack de baterias e células (4º) (empate)
2. Metas de produção para cadeia nacional	<ul style="list-style-type: none"> • Alinhar o plano de implantação de infraestrutura de energia e recarga com o Forecast de Veículos baterias de tração • Introduzir, além dos requisitos e metas do PROCONVE (tailpipe), metas de emissões GHG ao longo do ciclo de vida, no escopo do berço ao túmulo - - Correlacionar os objetivos e metas dos Planos de Mitigação Climática municipais e estaduais, com as demandas de veículos (6º) (empate) • Desenvolver um plano nacional com metas de produção e frota de ônibus elétricos (previsibilidade e segurança política) • Dominar a tecnologia de empacotamento de baterias em SKD (Semi Knocked Down) e CKD (Completely Knocked Down) com linhas automatizadas. SKD refere-se à montagem de veículos com algumas partes pré-montadas, enquanto CKD refere-se à montagem com todas as partes desmontadas (?) [Implementar a Manufatura] • Estabelecer metas de veículos de baixa emissão (BEVs) para o programa Caminho da Escola, incluindo infraestrutura 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar e/ou ajustar o atingimento de metas de produção, levando em consideração o impacto da penetração no mercado internacional de novas tecnologias • Avaliar os resultados do investimento em P&D na fabricação de células com competitividade 	

Categorias	Ações complementares (5 anos)	Ações complementares (10 anos)	Ações (15 anos)
3. Programa de crédito e financiamento para manufatura de componentes e produtos acabados	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliar o financiamento com recursos do Fundo Clima para aquisição de baterias • Implementar a Precificação de Carbono • Criar Projetos de Financiamento para Aquisição do pack de baterias • Criar Projetos de Financiamento para viabilizar a operação de reparo e remanufatura (third parties) do pack de baterias • Criar linhas de financiamento para adaptação dos laboratórios para testes de baterias 	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar a implementação do conceito de PPPs que envolvam todos os atores para o desenvolvimento da cadeia de ônibus elétrico 	<ul style="list-style-type: none"> • Criar financiamento de fabricas de Refinamento e Mineração de metais (Lítio e outros metais) das baterias inservíveis advindas de final de vida
4. Programa de Exportação de Produtos acabados e inserção nas Cadeias globais	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar programas específicos de exportação para aumentar a escala da produção nacional (5º) (empate) • Criar um programa de normatização e homologação nacional de baterias por tipo em cooperação com outros países para viabilizar a exportação • Harmonizar os mecanismos de exportação para Sistemas de Armazenamento de Energia em Baterias (BESS) e Sistemas de Armazenamento de Energia Recarregável (RESS) 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar e, eventualmente atualizar, os programas de exportação de componentes e sistemas automotivos (com possível inserção de incentivos) • Estabelecer acordos com países e blocos econômicos estratégicos (por exemplo, o modelo de acordos como Brasil-Argentina, Mercosul e expandir para outros mercados/regiões, como o México e países do leste europeu) (3º) (empate) 	
5. Subsídios diretos	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar Subvenções (específicos para projetos voltados a bateria e componentes, manufatura, circularidade/Reciclagem) correlacionadas com o aumento de volumes/maturidade do mercado • Implementar novas ondas de Subsídios (como o exemplo concreto do PAC) com foco no fortalecimento da indústria nacional 	<ul style="list-style-type: none"> • 	

Fonte: Elaboração própria a partir das contribuições dos especialistas.

Quadro A2.8
GT 3 RESS (baterias) – Eixo 2: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) / Competências

Categorias	Ações complementares (5 anos)	Ações complementares (10 anos)
1. Incentivos fiscais	<ul style="list-style-type: none"> • Criar incentivo para capacitação, abrangendo os diversos tipos e tamanhos de empresas (ex. PME / MEI / Startups) • Estabelecer que o Programa MOVER deve fomentar os aspectos da economia circular e permitir o desenvolvimento dos processos logística reversa, testes de células em escala para circularidade, remanufatura e reciclagem de baterias de Lítio (4º) 	<ul style="list-style-type: none"> • Criar programas governamentais em ICTs e universidades para apoio a pesquisa acadêmica bateria e componentes • Criar Benefícios fiscais para empresas que investem no P&D de tecnologias de ônibus elétricos • Criar Benefícios fiscais para empresas que investem em P&D de reciclabilidade (ex. aumento do conteúdo reciclado) e processos sustentáveis da cadeia de ônibus elétricos • Incluir atualização do Programa MOVER conforme demandas/requisitos do mercado e sinergia com outras legislações/regulações • Criar desenvolvimento de P&D e MFG sobre mineração de Lítio e outros materiais a partir das baterias em escala industrial

Categories	Ações complementares (5 anos)	Ações complementares (10 anos)
2. Programa de financiamento subsidiado em tecnologias e processos de manufatura estratégicos	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer o MOVER e outros programas que contemplem fabricação de baterias avançadas, produção de componentes, automação de processos, desenvolvimento de softwares, sistemas de segurança e integração com energias renováveis • Criar financiamentos atrativos e recursos não reembolsáveis para incentivar investimentos na cadeia de células / refino em face a incipiência desta cadeia produtiva (1º) (empate) 	<ul style="list-style-type: none"> • Criar revisões e atualizações da estratégia de financiamentos atrativos e recursos não reembolsáveis para incentivar investimentos na cadeia de células / refino (cadeia produtiva inexistente no Brasil ainda) • Criar financiamento e desenvolver Plantas Industriais e processos de mineração de Lítio e outros materiais provenientes das Baterias (3º)
3. Subvenção econômica em tecnologias e processos de manufatura estratégicos e de alto risco	<ul style="list-style-type: none"> • Continuar com os programas e chamadas voltadas a projetos de P&D para desenvolvimento e fabricação nacional de baterias 	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivar a ampliação de editais de subvenção para projetos relacionados a cadeia produtiva de baterias (6º)
4. Metas de inovação e ações estruturantes	<ul style="list-style-type: none"> • Criar roadmap de localização da cadeia produtiva de baterias (considerando pegada de carbono do produto, escala de produção, insumos, vantagens competitivas nacionais (instaladas e/ou potenciais, etc) (2º) (empate) • Criar arcabouço cooperativo (normativo, de incentivos fiscais etc.) de PDI e de produção (particularmente nesse caso, uma vez que a viabilização de produção demanda escala) • Incrementar a cooperação Universidade-empresa (introdução de novas pesquisas acerca dos problemas empresariais, com a academia proporcionando melhorias por intermédio direto das pesquisas) • Criar PD&I visando a diminuição do custo de fabricação (nacionalização de tecnologias) • Criar ação estruturante para implementação de guia que oriente os projetos de infraestrutura de recarga, voltada aos ônibus urbanos, nos municípios brasileiros • Incentivar projetos e parcerias de PD&I, via programas da ANP, ANM e ANEEL, para o desenvolvimento da cadeia produtiva de baterias no Brasil, para os diversos tipos de tecnologias (químicas, formas, etc) (5º) • Criar programa que promova intercâmbio (ex. ERASMUS) para encurtar curva de aprendizagem e avançar para próximas etapas da mobilidade sustentável e vinculados a metas/compromissos de interação dos conhecimentos adquiridos • Busca de sinergia entre academia e meio empresarial, atuando na transferência de conhecimento e resultando em possíveis esforços inovativos 	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivar projetos e parcerias de PD&I, via programas da ANP e ANEEL, para o desenvolvimento da cadeia produtiva de baterias no Brasil
5. Programa de capacitação tecnológica e criação de competências locais	<ul style="list-style-type: none"> • Continuar os Projetos Estruturantes SENAI e Embrapii Manufatura de baterias de íon Li - projeto 1 - fabricação de células; projeto 2 - fabricação dos packs de baterias • Criar capacitação em logística reversa e economia circular visando segundo uso de baterias • Criar capacitação em reciclagem e extração de metais de células de bateria 	

Fonte: Elaboração própria a partir das contribuições dos especialistas.

Quadro A2.9
GT 3 RESS (baterias) – Eixo 3: Regulação de Produtos e suas Tecnologias

Categories	Ações complementares (5 anos)	Ações complementares (10 anos)
1. Requisitos e especificações de componentes e produtos acabados	<ul style="list-style-type: none"> • Investir em infraestrutura laboratorial para realização de ensaios de baterias no Brasil • Definir normas e regras de homologação de baterias quanto a sua segurança • Definir normas e regras de homologação de baterias quanto a sua utilização, manutenção, reparo e segundo uso. • Criar normas ABNT para células de bateria de segundo uso e criar normas INMETRO para os pacotes de baterias (fundir ações e tornar a aplicação compulsória (ex: portaria) (4º) (empate) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tornar visualizável e acessível o parâmetro SOH nos veículos a fim de habilitar a definição do EOL (End of life) em primeira vida (6º) (empate)
2. Critérios técnicos de eficiência energética	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar possibilidade de criação de Selo Verde para células e pacotes de baterias. (incluindo as recicladas) • Criar promoção das iniciativas industriais com foco no meio ambiente através de métricas que permitam a comparação entre diferentes tecnologias considerando os processos produtivos (reciclabilidade) • Estabelecer requisitos e métricas de eficiência energética para baterias, como consumo de energia por distância percorrida, capacidade de armazenamento, peso e carga útil, recuperação de energia, ciclo de vida da bateria e climatização, considerando parâmetros de KWH/kg, KWH/l, por exemplo; e com isso, permite-se aprimorar o processo de licitações públicas, contemplando esse requisito de eficiência energética como um parâmetro decisório principal, além do preço do produto • SELO PNE/programa nacional de etiquetagem 	<ul style="list-style-type: none"> • Reavaliar os critérios de selo verde para células e pacotes de baterias (incluindo as recicladas)
3. Reparo, reutilização, remanufatura e reciclagem de componentes e produtos acabados	<ul style="list-style-type: none"> • Criar classificação fiscal (ou mecanismos viabilizadores) para que o país possa receber matéria prima de baterias isentas de impostos (ou até com incentivos fiscais) para reciclagem no parque industrial brasileiro, desde que não tenha fabricação local desses insumos • Buscar um balanço entre a Circularidade e "Competição" com produtos fabricados novos • (de especificações para classificação de baterias) Segundo Uso em Veículos x Outras Aplicações x Reciclagem • Atualização da Normativa CONAMA 041/2008 para inclusão das Baterias de Mobilidade, energia solar e eólica • Aprimorar a Política Nacional de Economia Circular para colocar em linha com a Reforma Tributária que estará em vigor • Atualizar Regulatória dos Índices de Reciclabilidade - MOVER • Incluir Indústrias e processos de Reciclagem de Baterias nas aprovações de financiamento via BNDES e outros • Atualização da Lei 12.977/2014 incluindo critérios técnicos e de garantia para venda de peças de segundo uso (incluindo Baterias de Lítio) 	<ul style="list-style-type: none"> • Atualização de Incentivos de P&D e manufatura para Reciclagem no MOVER (5º) • Criar investimento em Fábricas de Mineração de Metais (1º)

Fonte: Elaboração própria a partir das contribuições dos especialistas.

Quadro A2.10
GT 4 SIST. Complementares – Eixo 1: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira

Categories	Ações complementares (5 anos)	Ações complementares (10 anos)	Ações complementares (15 anos)
1. Incentivos fiscais	<ul style="list-style-type: none"> • Viabilizar a produção local de componentes e produtos dos sistemas complementares, adotando uma abordagem de realocação da produção (conforme apropriado ao conceito de MOVER) • Explorar a vantagem das emissões no processo produtivo, considerando a matriz limpa do Brasil • Oferecer incentivos para toda a cadeia produtiva, especialmente para itens-chave, como financiamento e redução de encargos. (5º) • Criar um plano de incentivos para a produção dos sistemas complementares que possam ser integrados a todos os ônibus • Reduzir impostos para a aquisição de ferramentas de desenvolvimento de software embarcado 	<ul style="list-style-type: none"> • Criar um plano de incentivos para a produção dos sistemas complementares que possam ser integrados a todos os ônibus (6º) • Realizar acompanhamento dos resultados e realizar redirecionamento de políticas conforme necessário 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorar os resultados e prover potencial redirecionamento de políticas se necessário
2. Metas de produção para cadeia nacional	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivar com metas a produção de direção elétrica e sistemas de ar-condicionado high-voltage, compressores de ar (freios) com motor elétrico acoplado, bombas de direção com motor elétrico acoplado, inversores de motores para sistemas auxiliares que controlam os motores do compressor de freio e compressores de ar condicionado, e eixos de tração com motores elétricos integrados. Além disso, incentivar os componentes de gerenciamento térmico da bateria de alta voltagem (tração) • Avaliar como o Regime Automotivo pode contribuir para a produção local e prever o término do estímulo • Implementar um programa que garanta os volumes necessários para proporcionar previsibilidade à indústria nos próximos 5 anos • Identificar os itens-chave para nacionalizar, considerando oligopólio, patentes, relevância no custo e risco de escassez • Desenvolver um programa que valorize o processamento e os produtos de terras raras, quando aplicável aos sistemas complementares 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar um programa que garanta os volumes necessários para proporcionar previsibilidade à indústria nos próximos 10 anos • Implementar um programa que garanta os volumes necessários para proporcionar previsibilidade à indústria nos próximos 15 anos • Desenvolver um programa que valorize o processamento e os produtos de terras raras, quando aplicável aos sistemas complementares 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar um programa que garanta os volumes necessários para proporcionar previsibilidade à indústria nos próximos 15 anos (4º)
3. Programa de crédito e financiamento para manufatura de componentes e produtos acabados	<ul style="list-style-type: none"> • Definir um grau de nacionalização desejável para guiar o financiamento (BNDES, etc.), alinhado com um plano de adensamento para a cadeia e o veículo (1º) • Incentivar a indústria de ferramentaria nacional por meio de crédito nacional adequado para os sistemas complementares e sua cadeia relacionada, uma ação estruturante para todos os Grupos de Trabalho (GTs) 		
4. Programa de exportação de produtos acabados e inserções em cadeias globais	<ul style="list-style-type: none"> • Reparametrizar o sistema Drawback para favorecer a cadeia do ponto de vista da produção local • Identificar mercados externos potenciais e negociar tratados comerciais para exportação (3º) • Identificar componentes-chave nos quais seria possível competir para exportar, considerando o uso intensivo de energia, domínio da tecnologia, matéria-prima e investimento estratégico da indústria no país/região 		

Categorias	Ações complementares (5 anos)	Ações complementares (10 anos)	Ações complementares (15 anos)
	<ul style="list-style-type: none"> • Criar uma câmara/organização setorial específica para a cadeia de ônibus elétricos em conjunto com a APEX, visando promover a exportação dos ônibus (2º) • Incorporar os componentes dos ônibus elétricos à câmara setorial do próprio Sindipeças, que já existe na APEX (referência: Brazilian Autoparts), aproveitando as sinergias para o alinhamento com outros programas de eletrificação e estímulos combinados para peças comuns em caminhões/veículos leves 		
5. Subsídios diretos	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar subsídios para moldes de alumínio injetado destinados às carcaças dos sistemas complementares • Incentivar subsídios para o desenvolvimento de software embarcado nacional 		

Fonte: Elaboração própria a partir das contribuições dos especialistas.

Quadro A2.11
GT 4 SIST. Complementares – Eixo 2: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) / Competências

Categorias	Ações complementares (5 anos)	Ações complementares (10 anos)
1. Incentivos fiscais	<ul style="list-style-type: none"> • Conceber um programa de P&D com recursos obrigatórios para os sistemas complementares de forma geral • Incluir a gama de componentes dos sistemas complementares dentro do MOVER (4º) • Avaliar índices de produção local para adequar novas alíquotas das importações 	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar índices de produção local para adequar novas alíquotas das importações
3. Subvenção econômica em tecnologias e processos de manufatura estratégicos e de alto risco	<ul style="list-style-type: none"> • Apoiar novas tecnologias, como ar condicionado, motores auxiliares e compressores de ar condicionado, para enfrentar os desafios climáticos brasileiros • Apoiar o desenvolvimento de novas tecnologias de ímãs permanentes para máquinas elétricas (5º) • Investir em novas tecnologias para sistemas de direção e suspensão, áreas estratégicas e críticas para a P&D nacional • Desenvolver sistemas de conforto térmico para a cabine • Implementar um multiplicador para incentivar a P&D em itens estratégicos, com duração de até 5 anos 	<ul style="list-style-type: none"> • Estimular novas tecnologias habilitadoras de sistemas complementares que se apresentam no horizonte 10 anos
4. Metas de inovação e ações estruturantes	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar um programa específico voltado para os sistemas complementares deste item, em relação ao programa MOVER • Promover parcerias com universidades para fomentar a pesquisa e desenvolvimento (2º) 	<ul style="list-style-type: none"> • Promover parcerias com universidades para fomentar a pesquisa e desenvolvimento (6º)
5. Programa de capacitação tecnológica e criação de competências locais	<ul style="list-style-type: none"> • Estimular startups para desenvolver sistemas de telemetria, tarifação e gerenciamento veicular (3º) • Desenvolver a indústria alinhada com a capacitação da mão de obra • Criar um programa estruturante para capacitar mão de obra qualificada em todos os níveis, envolvendo instituições públicas e privadas (1º) 	

Fonte: Elaboração própria a partir das contribuições dos especialistas.

Quadro A2.12
GT 4 SIST. Complementares – Eixo 3: Regulação de Produtos e suas Tecnologias

Categories	Ações complementares (5 anos)
1. Requisitos e especificações de componentes e produtos acabados	<ul style="list-style-type: none"> • Criar uma norma específica para segurança e manutenção de ônibus elétricos (2º) • Estabelecer um laboratório específico para validar e homologar produtos e veículos completos desse tipo • Estruturar uma rede de laboratórios credenciados para homologar (1º)
2. Critérios técnicos de eficiência energética	<ul style="list-style-type: none"> • Definir critérios de eficiência energética para sistemas de climatização, com foco principal no teste de desempenho do ar condicionado e seu consumo energético, o que é crucial para entender dentro do contexto (5º) • Envolver o INMETRO nessa discussão e especificação da norma técnica aplicada, bem como sua certificação (3º) • Inserir o processo de certificação nos órgãos oficiais, incluindo a participação da ABNT nesse circuito • Criar um laboratório específico para medição da eficiência energética do veículo completo
3. Reparo, reutilização, remanufatura e reciclagem de componentes e produtos acabados	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver um sistema de garantias para atestar a qualidade dessa remanufatura • Inserção do MOVER como ponto de apoio nos estudos referentes a remanufatura e certificação
4. Classificação dos componentes e produtos acabados estratégicos	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar outros itens estratégicos como controle térmico, por exemplo, telemetria e outros que devem ser alvo de priorização também (4º)

Fonte: Elaboração própria a partir das contribuições dos especialistas.

Quadro A2.13
GT 4 Infraestrutura – Eixo 1: Estímulo à Cadeia Produtiva Brasileira

Categories	Ações complementares (5 anos)
1. Incentivos fiscais	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar e ampliar os incentivos fiscais para as empresas que optam por produzir carregadores elétricos no Brasil (Isso pode incluir isenções fiscais, reduções de impostos sobre a produção e importação de componentes sem fabricação local, além de créditos tributários para investimentos) (4º) • Integrar de políticas para financiamento/subsídio na aquisição da infra no programa Mover • Definir as características de carregadores compatíveis com intercambialidade/ integração na rede • Implementar Imunidades Recíprocas para que abrangesse também aquisição de infraestrutura de recarga e montagem de garagens para manutenção e recarga do transporte público • Incentivar com e benefícios fiscais a aquisição de infraestrutura que esteja acoplada a tecnologias de geração de fontes renováveis (por exemplo: painéis solares) e baterias externas complementares a rede de energia (3º) • Criação de programa estruturante específico aos municípios de incentivo aos corredores elétricos e postos de recarga (demonstrando estações de recarga rápidas e ultrarápidas) que leva em consideração as especificidades regulatórias de cada cidade
2. Metas de produção para cadeia nacional	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer metas para as estações de recarga que estejam diretamente alinhadas com a demanda por veículos elétricos perante as cidades brasileiras (acoplamento entre oferta e demanda no caso brasileiro)
3. Programa de crédito e financiamento para manufatura de componentes e produtos acabados	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver e implementar programas de crédito e financiamento específicos para a indústria de infraestrutura de recarga completa (eletropostos e transformadores/ obras civis / entre outros, quando necessário) com condições favoráveis e taxas de juros subsidiadas. (Isso pode incluir linhas de crédito especiais, garantias de empréstimos e parcerias público-privadas para investimentos em infraestrutura de produção, entendido, amplamente, como benefício tributário) (5º)

Categorias	Ações complementares (5 anos)
4. Programa de exportação de produtos acabados e inserção nas cadeias globais	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer um programa alinhado com as metas de exportação de veículos, garantindo que os produtos de infraestrutura brasileiros acompanhem essa exportação • desenvolver e promover ativamente um programa de exportação para os carregadores elétricos fabricados no Brasil (isso pode incluir iniciativas de marketing internacional, participação em feiras e eventos do setor, além de apoio logístico e financeiro para expandir as exportações) • Estabelecer metas de exportação progressivas compatíveis com o crescimento do setor de ônibus, alinhando-se para que os veículos e a infraestrutura relacionada possam ser exportados (prioriza-se o atendimento à demanda interna, enquanto observa-se a retomada das exportações para a América Latina e outros mercados globais, sempre com base na produção local)
5. Subsídios diretos	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar um programa nacional de subsídio para eletroterminais públicos destinados ao transporte coletivo (2º) • Integrar programas federais de apoio à compra de ônibus (como o PAC, por exemplo) com soluções para infraestrutura. (1º) • Subsídios para aquisição de equipamentos fabricados localmente para as cidades e operadores (Isso pode ajudar a impulsionar a produção local e fortalecer a indústria nacional de mobilidade elétrica)

Fonte: Elaboração própria a partir das contribuições dos especialistas.

Quadro A2.14 GT 4 Infraestrutura – Eixo 2: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) / Competências

Categorias	Ações complementares (5 anos)
1. Incentivos fiscais	<ul style="list-style-type: none"> • Inserir o tema de infraestrutura de recarga completa dentro do Programa MOVER para que possa ter acesso aos incentivos fiscais ali colocados para a P&D (1º) • Oferecer incentivos para empresas que investem em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias relacionadas à fabricação de estações de recarga, estimulando a inovação e a criação de soluções mais eficientes e econômicas • Isenção ou Redução de Impostos sobre Importação: Isentar ou reduzir os impostos de importação sobre equipamentos e componentes sem fabricação local utilizados na fabricação de estações de recarga
2. Programa de financiamento subsidiado em tecnologias e processos de manufatura estratégicos	<ul style="list-style-type: none"> • Financiar infraestrutura de recarga considerando outras rotas de abastecimento veicular, como indutiva e pantógrafos, bem como sistemas auxiliares de energia (solar e BESS) para o operador e/ou cidade • Prever financiamento de infra de recarga quando do lançamento de linhas de financiamento de tecnologias veiculares elétricas - para o operador e/ou cidade, e outros se cabível conforme política BNDES
3. Subvenção econômica em tecnologias e processos de manufatura estratégicos e de alto risco	<ul style="list-style-type: none"> • Oferecer subvenção econômica via FINEP MAIS INOVAÇÃO, permitindo a incorporação de infraestrutura de recarga para ônibus elétricos em projetos de manufatura de novas tecnologias de recarga e P&D relacionada • Continuar realizando projetos de P&D para infraestrutura de recarga/corredores sustentáveis, por meio do Programa de PDI da ANEEL. (Por exemplo, projetos realizados na Chamada N.º 022/2018: Desenvolvimento de Soluções em Mobilidade Elétrica Eficiente) (2º)
4. Metas de inovação e ações estruturantes	<ul style="list-style-type: none"> • Integrar a infraestrutura de recarga completo no programa Mover • Garantir que todos os programas nacionais de infraestrutura contemplem as diferentes tecnologias de recarga, incluindo pantógrafos, pantógrafos invertidos e carregadores por indução, alinhados com os fabricantes de ônibus para acoplamento tecnológico • Compatibilizar a oferta e o desenvolvimento de outros equipamentos, como sistemas de armazenamento e transformadores de alta/média tensão
5. Programa de capacitação tecnológica e criação de competências locais	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar e estimular competências profissionais relacionadas à gestão de recarga (software) e hardware, com foco na infraestrutura de recarga • Estabelecer e promover um programa de capacitação profissional para instalação e operação de infraestrutura de recarga, por meio de instituições como o SENAI e Institutos Federais (3º) • Implementar um programa de capacitação para normas de segurança e manutenção, também oferecido pelo SENAI e Institutos Federais
6. Subsídios diretos	<ul style="list-style-type: none"> • Contemplar os ônibus elétricos fabricados localmente no Programa Caminho da Escola, incluindo também a infraestrutura de recarga completa (com soluções nacionais)

Fonte: Elaboração própria a partir das contribuições dos especialistas.

Quadro A2.15
GT 4 Infraestrutura – Eixo 3: Regulação de Produtos e suas Tecnologias

Categorias	Ações complementares (5 anos)
1. Requisitos e especificações de componentes e produtos acabados	<ul style="list-style-type: none"> • Certificar as estações de recarga produzidas/comercializadas no Brasil conforme norma nacional NBR/ABNT (Compulsório) • Padronizar plugues e conectores em linha ao tipo 2/CCS2 considerando o estágio de maturação dessas tecnologias (capacidades e novas tecnologias) e que sejam compatíveis com sistema elétrico brasileiro (1º) • Estabelecer normas e padrões (INMETRO) relacionados à infraestrutura de recarga, abrangendo conectores, plugues, desempenho e segurança, entre outros • Implementar um coeficiente fiscal extra: percentual da frota eletrificada + coeficiente de CO2 não emitido = percentual tributário • Quanto às instalações elétricas, recomendar que as garagens estejam em conformidade com a NBR 5410, NBR 61851-1 e NBR 17019 (Recomenda-se a rejeição de soluções provisórias ou tecnicamente contraindicadas, como a derivação de medidores de energia de unidades existentes, uso de tomadas e plugues fora do padrão ou especificação, cabos com bitolas inadequadas e equipamentos de proteção fora de especificação)
2. Critérios técnicos de eficiência energética	<ul style="list-style-type: none"> • Estruturar ações para fomentar o incentivo à utilização de energias renováveis (sistemas fotovoltaicos) em garagens ou locais, visando aprimorar a eficiência do sistema como um todo. (3º) • Estabelecer critérios gerais para aprimorar a eficiência dos equipamentos, como o fator de potência (por exemplo, para estações acima de 30 kW, a eficiência deve ser superior a 94%. O foco está na redução de gastos e desperdícios de energia)
3. Reparo, reutilização, remanufatura e reciclagem de componentes e produtos acabados	<ul style="list-style-type: none"> • Incluir as estações de recarga na política nacional de resíduos sólidos como medida estabelecida • Estabelecer requisitos de serviço de manutenção ou garantia mínima para assegurar a longevidade e operacionalidade dos produtos • Inserir políticas de logística reversa para coleta de materiais obsoletos, considerando por exemplo as estações de recarga na política nacional de resíduos sólidos
4. Classificação dos componentes e produtos acabados estratégicos	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar as possibilidades de expansão das soluções contempladas pela norma para incluir outras áreas relacionadas • Incentivar a produção local por meio de estímulos fiscais e tributários, especialmente até que a indústria e o mercado se estabeleçam (2º)

Fonte: Elaboração própria a partir das contribuições dos especialistas.

Anexo A3

Lista de Participantes (em ordem alfabética)

Participante	Instituição
Adriana Abdenur	PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA
Adriana Taqueti	TEVX/HIGR
Adriano dos Reis Laureno	PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA
Adriano Souza	VALEO
Alana Sousa	CAIO
Alberto Gomes	AUTEL
Alessandro Bernardo Marchesan	MARCOPOLO
Alexandre Parker	ANFAVEA
Alexandre Polesi	ABVE
Alexandre Sakai	SIEMENS
Altair Garcia	DIEESE - INDUSTRIALL-BR
Ana Chies	MARCOPOLO
Ana Lage	SENAI
André Fortes Chaves	BARASSA & CRUZ CONSULTING
André Carvalho	FINEP
André Pinheiro Francimat	MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
Andrej Frizler	GIZ
Amauri Pyziak	VOLVO
Ariel Donega e Silva	S&P GLOBAL
Aroaldo Silva	SMABC
Bernardo Serra	ITDP
Bruno de Almeida Ribeiro	MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
Bruno Paiva	BYD
Bruno Plattek	BNDES
Bruno Portella	FUNDEP
Camila Gramkow	CEPAL
Camila Unis Krepsky	MGI
Camilo Adas	SAE BRASIL
Caoni Farias Ponchio	MARCOPOLO SA
Carlos Colombo	MINISTÉRIO DA FAZENDA
Carlos Eduardo Lemos	ANFAVEA -MERCEDES -BENZ
Carlos Padilla	APEX
Carmen Araujo	ICCT BRASIL
Carmen Sanches	ANEEL
Celio Luis Paulo	MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
Claudio Castro (Ponto Focal GT4)	SCHAEFFLER
Claudio Francisco	EMBRAPII
Claudio Severino	VOLVO
Cristina Reis	MINISTÉRIO DA FAZENDA
Daiane Meireles da Cruz	MARCOPOLO
Daniel de Alvarenga Reis	MARCOPOLO
Daniel Reis	MARCOPOLO
Danilo Pinheiro Machado	BNDES
Derryck Souza	BOSCH

Participante	Instituição
Domingos Alves Rade	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS MECÂNICAS - ABCM
Edgar Barassa	BARASSA & CRUZ CONSULTING
Eduardo Bento	BUSSCAR, FABRICANTE DE CARROCERIA DE ÔNIBUS
Eduardo Javier Muñoz	BRAVO MOTOR COMPANY
Eduardo Siqueira	WRI BRASIL
Eduardo Soriano Lousada	MCTI
Eleonora Pazos	UITP
Eliana Alves de Oliveira (Ponto Focal GT2)	FABUS/ CAIO
Eloir Pagnan	WEG
Emilio Chernavsky	MGI
Fabiana Morelli	UITP
Felipe Augusto Machado	MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
Felipe Cerqueira Guth	CICS
Felipe Gasperin Mocelin	COMIL
Felipe Martins	WEG
Fernando Araldi	MINISTÉRIO DAS CIDADES
Fernando Campagnoli	MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
Fernando Mallmann	AEA
Fernando Portella	ELETRA
Filipe de Oliveira Souza	BNDES
Flamínio Fichmann	ABVE
Flavia Consoni	UNICAMP/ PNME
Flávio Alves	IRIZAR
Franco César Bernardes	MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
Gabriel Aidar	BNDES
Gabriel Bertholdo Vargas	SENAI
Gabriel Tenenbaum de Oliveira	C40 CITIES
Gabriela De Souza Oliveira	CEPAL
Gabriela Podcameni	CASA CIVIL
Gilcarlo Prosdocimo	VOLVO
Guilherme de Castro	PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA
Gustavo Giusti	MARCOPOLO
Gustavo Jimenez	GIZ
Gustavo Tineli	ABRABAT
Heitor Amancio	TEVX MOTORS GROUP
Henrique Leonel	BYD
Iêda Maria Alves De Oliveira	ELETRA
Igor Isquierdo Celeste	APEX
Ilan Cuperstein	C40 CITIES
Jary Guerra	AUTEL
Jairo de Lima Souza	AEA
Jairo Silva	INTELBRAS
Jaqueline Iaksch	VOLVO
Javier Muñoz	BRAVO MOTOR COMPANY
Javier Pantoja	ZF
Jean Carlo Giacomel Casado	VOLVO
Jefferson dos Santos Oliveira	MARCOPOLO
João Domingues	NANSEN
João Martins	MARCOPOLO

Participante	Instituição
João Pedro Tabelini	NANSEN
João Roberto dos Santos	CAIO
José Antônio do Nascimento	UITP
Jose Marques	BRAVO MOTOR COMPANY
Juliano Leoratto	MARCOPOLO
Juliano Mendes	BATERIAS MOURA/ ABRABAT
Júlio C. Filla Jr	BYD
Leandro de Oliveira Albuquerque	MME
Leticia Leal	ANEEL
Lincoln Teixeira Costa Junior	VALEO
Lourenço Alberto	PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA
Luana Candido	SINDIPEÇAS/ WEG
Lucas Aguiar	MARCOPOLO
Lucas de Oliveira	MARCOPOLO
Luciano José Galhardo de Oliveira	CAIO
Luciano Cunha de Sousa	EMBRAPPI
Ludhiana Brock	OTIMABRASIL
Luis Sacco	VALEO
Luis Szeles	BOSCH
Luiz Balcewicz	VOLVO
Luiz Fernando Carli	CAIO
Luiz Sergio Costa	BNDES
Marcel Martin	ICCT BRASIL
Marcelo Rezende (Ponto Focal GT3)	BORGWARNER
Marcelo Sanches Cairoli (Ponto Focal GT3)	RE-TECK BRASIL
Marcelo Santiago	BOSCH
Marcio Oliveira	MARCOPOLO
Marcio Venício Pilar	STE/ANEEL
Marco Antonio Zanussi Barreto (Ponto Focal GT1)	FEI/ POLI USP
Marcos Miguel Mahfud	WEG
Margarete Gandini	MDIC
Maria Tesser	GIZ
Mariélio da Silva	NANSEN
Marina Gama	BNDES
Martha Madeira	BNDES
Matheus Manfrin	ZF
Matheus Rodrigues	INTELBRAS
Matteus Freitas	NTU
Mauro Catharino Vieira da Luz	MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
Naiara Silva Barbosa	BNDES
Natalia Chaves	GIZ
Paula Coelho da Nobrega	MINISTÉRIO DAS CIDADES
Paulo Henrique Franco Ferreira	SCHAEFFLER
Paulo Jorge Santo Antonio	AEA
Paulo Luciano de Carvalho	ANEEL
Paulo Renato Pereira Villarim Meira	BNDES
Paulo Ricardo Mendes Valença	MME
Pedro Palma	ABCM

Participante	Instituição
Pedro Gonçalves Venancio	MAHLE
Rafael Andrade Prato	SCHAEFFLER
Rafael Dubeux	MINISTÉRIO DA FAZENDA
Rafael Neumann	DANFOSS
Rafael Pedroni	VALEO
Raquel Teixeira Gomes Magri	UNICAMP
Renan Spadim	IRIZAR / FABUS
Renata Filgueiras	DIEESE
Renato Carlos de Almeida	CNM/ CUT
Renato Florence	MARCOPOLO
Ricardo Bastos	ABVE
Ricardo Itoo	ZF
Ricardo Kenzo	INSTITUTO DE ENGENHARIA
Roberto De Luca	MARCOPOLO
Roberto Seara Machado Pojo Rego	CICS
Robson Ferreira	BARASSA & CRUZ CONSULTING
Rodrigo Comin	VALEO
Rodrigo Pastl	CNI
Rodrigo Rossi	VOLKSWAGEN CAMINHÕES E ÔNIBUS
Sabrina Cima de Souza	BARASSA & CRUZ CONSULTING
Sandro Amauri Ghirau	TEVX MOTORS GROUP
Silvio Furtado	ZF
Thaise Kemer	GIZ
Thiago Costa	SP GLOBAL
Thiago Vieira	C40 CITIES
Thomas Paris Caldellas	MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
Tiago Schneider Basso	MARCOPOLO
Tony Gerber	ZF
Uallace Moreira	MDIC
Valerio Mendes Marochi	SISTEMA FIEP
Valério Mendes Marochi	INSTITUTO SENAI DE INOVAÇÃO EM ELETROQUÍMICA
Vanessa Adriane Gessner Lazzari	WEG
Verena Hitner	CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL
Wagner Setti	WEG / SINDIPEÇAS
Warley Soares	DIEESE
Zeno Nadal	OTSMAH



A eletrificação das frotas de ônibus revela-se um setor estratégico para um futuro produtivo, inclusivo e sustentável no Brasil. O país apresenta especial potencial de liderança neste setor, a partir da ampliação de investimentos sustentáveis e fortalecimento da indústria nacional. O presente documento relata o processo de diálogo social com atores-chave e uma metodologia estruturada para a identificação de consensos sobre as políticas públicas necessárias para impulsionar a cadeia de ônibus elétricos no país. O resultado foi a construção de recomendações para promover o desenvolvimento do pleno potencial produtivo da cadeia.