




eletrorj
mobilidade

1º Fórum RJ Eletromobilidade

**Nova Matriz Energética
e o Futuro do
Transporte Rodoviário por Ônibus no
Estado do Rio de Janeiro**



12 e 13 de março de 2024

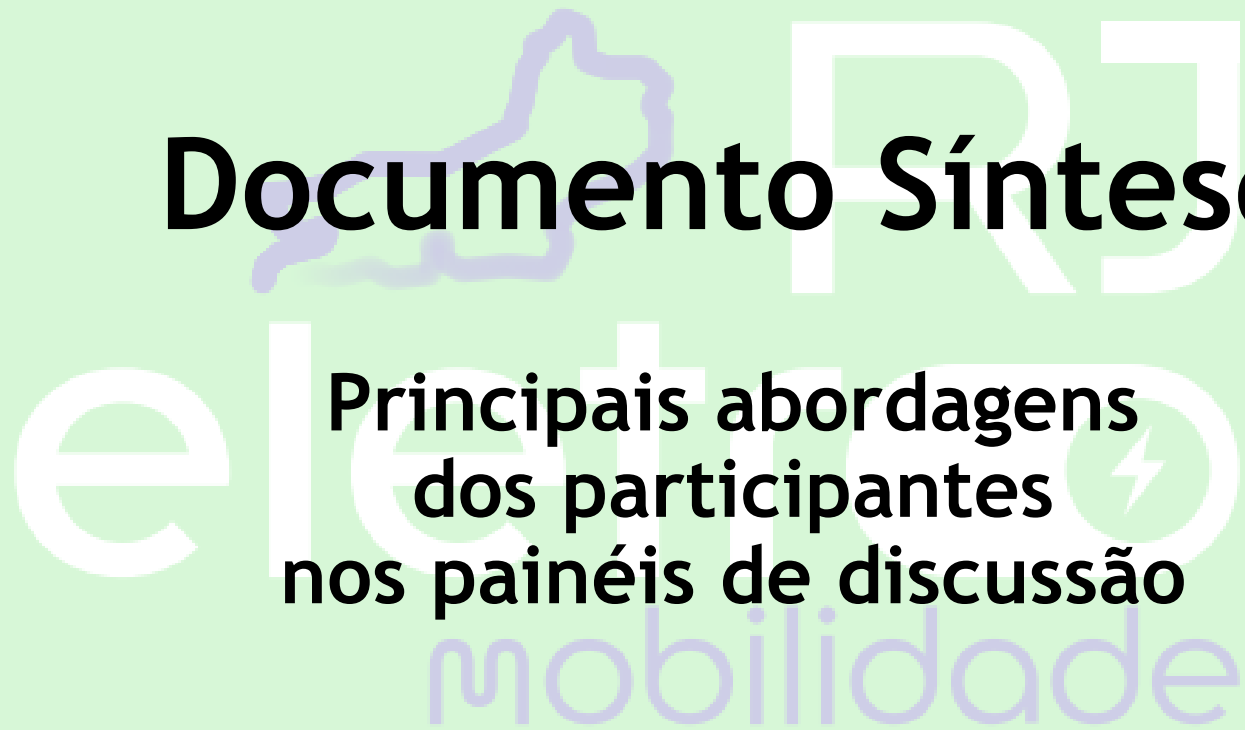
Estádio de Remo da Lagoa

Rio de Janeiro | RJ | Brasil

eletrô
mobilidade

Documento Síntese

**Principais abordagens
dos participantes
nos painéis de discussão**



Painel 1

terça 12 - 10:30 às 11:30

A transição das cidades para a eletromobilidade no transporte público

Painel de contexto e cenário atual da eletromobilidade no transporte público

Simone Costa

Assessora Chefe da Secretaria Executiva do Fundo de Mobilidade Urbana Sustentável
Secretaria Municipal de Transportes | Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro

Alferes Soares Alves

Gerência de Desenvolvimento e Inovação Tecnológica
SPTrans | Prefeitura de São Paulo, SP

Thiago Augusto Sielski Marquardt

Gestor da Área de Planejamento e Desenvolvimento
Urbanização de Curitiba (Urbs), PR

José Augusto Valente

Consultor em Mobilidade Urbana

Rio de Janeiro - RJ

2019

previsão de apenas ônibus com emissão zero a partir de 2025

2026

mercado de crédito de carbono

2030

40% de empregos verdes no Rio

até 2030

20% da frota deverá ser de emissão zero

até 2030

Distrito Neutro - zona de baixas emissões no Centro (área de 2 km²)

2050

carbono zero

Rio de Janeiro - RJ

ISS neutro

redução de impostos para atividades com emissão zero

ecogaragem em Paciência para BRT

área de 10.445 m²

frota de 50 ônibus Padron

autonomia por veículo de 260 km por dia

**projeto para 35 estações na cidade
e 3.500 ônibus para o sistema alimentador**

São Paulo - SP

13.500 ônibus | 1.340 linhas | 41 garagens
7,1 milhões de passageiros por dia útil | 163 mil viagens programadas por dia útil

9 áreas operacionais
homogeneidade operacional e econômica

sistema com grupos
estrutural (9 lotes)
local de articulação regional (10 lotes)
local de distribuição (13 lotes)

Política de Mudança do Clima no Município de São Paulo

estabelecidas metas de redução de emissão de 100% até 2023
NOx (óxidos de nitrogênio)
MP (material particulado)
CO₂ (gás carbônico)

250 km de autonomia para o VEB (veículo elétrico básico)

São Paulo - SP

reduções observadas com o uso de
201 trólebus (com rede aérea) e 84 ônibus elétricos a bateria

CO₂
26.000 toneladas

NOx
61 toneladas

MP
0,51 tonelada

óleo diesel
11 milhões de litros

São Paulo - SP

desafios da transição

valores dos veículos e impacto no fluxo de caixa do projeto

infraestrutura elétrica

influência do dólar nos preços do veículo e das peças de reposição

disponibilidade de tipologias de veículos

autonomia dos veículos

durabilidade das baterias

energia elétrica (tarifação específica para a eletromobilidade)

linhas de financiamento

Curitiba - PR

não mudamos a forma de pensar o transporte coletivo há 70 anos

existe um novo perfil de usuário

ainda há dificuldade para se entender o cliente

o desafio da perda de passageiros

a necessidade da sustentabilidade financeira do sistema

Curitiba - PR

innovar é preciso

Urbs iniciando testes técnicos com ônibus 100% elétricos em 2023

**viabilidade financeira da eletromobilidade
extremamente dependente da vida útil das baterias**

**estratégia de recarga para prover máxima autonomia
incluindo carregamento noturno + 2 horas de recarga no entrepico**

José Augusto Valente

como Consultor Técnico, defendeu a eletromobilidade (ônibus elétricos, especificamente) sob a ótica da integração com os demais modos de transporte - em especial, os de alta capacidade

Painel 2

terça 12 - 11:45 às 12:45

Perspectivas para a eletromobilidade nas cidades brasileiras

Sessão com panorama, planos e perspectivas

Professor Márcio de Almeida d'Agosto

Doutor em Engenharia de Transportes | COPPE/UFRJ

Richele Cabral Gonçalves

Diretora de Mobilidade Urbana | SEMOVE

Filipe Souza

Gerente de Mobilidade Urbana

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)

Thomas Maltese

Gerente Sênior do projeto Zero Emission Bus Rapid-deployment Accelerator (ZEBRA)

C40 - América Latina

Virgínia Bergamaschi Tavares

Coordenadora de Eletromobilidade | WRI Brasil

COPPE/UFRJ

ônibus representam apenas 0,6% da frota circulante do modo rodoviário

**porém são responsáveis por um 1/3 da atividade de passageiros
e por 13% da demanda de energia**

frota atual de ônibus das capitais é a mais velha em 30 anos

a despeito do contínuo investimento em renovação

descarbonização da frota

defesa da adoção de um programa estruturado neste sentido

SEMOVE

processo de eletrificação da frota

**defesa de um planejamento cuidadoso das ações
com tomadas de decisão sob bases sólidas**

BNDES

desafios operacionais

histórico operacional limitado

dimensionamento da infraestrutura de recarga

dimensionamento da rede elétrica

plano de carregamento adequado

limitações de autonomia em itinerários longos

BNDES

desafios financeiros

veículos em média 3,5 vezes mais caros do que os equivalentes a diesel

ausência de valor de revenda

custos operacionais e de manutenção mais baixos

muitos operadores e municípios não atendem a requisitos de ordem bancária, de governança e de saúde financeira

BNDES

benefícios e oportunidades sócio-econômicos

**ônibus suprem 86% do transporte público coletivo
inclusão social e redução do consumo de energia, de acidentes e de congestionamentos**

**baixo custo operacional
40% menor**

**vida útil superior
operação por até 15 anos**

**motoristas
mais saúde física mental e produtividade, com menos calor, ruído e vibrações**

**passageiros
viagens mais confortáveis, com menos ruído, calor e vibrações**

BNDES

benefícios e oportunidades ambientais

mitigação de efeito estufa (CO₂)

menos material particulado, que leva a diversas doenças dos sistemas respiratório e cardiovascular

**menos óxidos de nitrogênio (NOx) e óxidos de enxofre (SOx)
implicações de gases de efeito estufa (GEE) e chuva ácida na saúde**

**menos poluição sonora
veículos são incrivelmente silenciosos**

**novos modelos de negócio
discussão aberta**

BNDES

pelo mundo

96% dos ônibus na China são elétricos

Shenzen - primeira cidade do mundo a eletrificar 100% de sua frota de 16.400 ônibus, em 2017

Europa como segundo maior mercado

Londres anunciou 1000º ônibus

América Latina

Santiago (Chile) conta com 2.000 ônibus

Bogotá (Colômbia) possui 1.486 veículos

no resto do mundo, a frota a combustão interna ainda cresce

BNDES

no Brasil

**142 ônibus a bateria foram adotados em operações piloto
em 13 municípios e 3 sistemas metropolitanos**

**4 fabricantes credenciados no BNDES
BYD + Eletra + Marcopolo + Mercedes-Benz**

107.000 ônibus em operação no transporte público

13,3 mil ônibus a diesel produzidos para o mercado interno

**potencial de vendas entre R\$ 5,2 bilhões e R\$ 34,7 bilhões em 2033
a depender do cenário adotado**

C40

2º semestre de 2023

América Latina: 5.052 ônibus elétricos
mais da metade convencionais a bateria

Brasil: 444 ônibus elétricos
mais da metade trólebus

previsões

8.170 ônibus novos entre 2024 e 2025
total 12.212

17.972 ônibus novos entre 2026 e 2030
total 20.184

30.564 ônibus novos entre 2031 e 2050
total 60.784

WRI Brasil

**Brasil líder de demanda do mercado latino-americano
investimento em ônibus elétricos e infraestrutura de recarga superando US\$ 5,3 bilhões
e quase 11.000 ônibus até 2030**

oportunidade de fornecimento de pelo menos 1.105 ônibus elétricos por ano, em média

Curitiba: meta de 33% da frota com emissão zero no transporte coletivo até 2030

Santiago: pioneira no setor no continente, hoje com 2.000 ônibus no seu sistema de transporte coletivo

**Índia: anunciada em 2022 pela estatal CESL uma das maiores licitações do mundo
para a aquisição de 5.450 ônibus elétricos**

Painel 3

terça 12 - 14:15 às 15:15

Desafios e soluções para modelos de negócio aplicados nas cidades brasileiras

Painel sobre modelos de negócios para a eletrificação do setor

Bernardo Serra

Gerente de Políticas Públicas e Clima | Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP Brasil)

Francisco Antônio Caldas de Andrade Pinto

Presidente | Metrobus Transporte Coletivo, Goiânia, GO

Ademar Ferreira de Freitas

Coordenador de Infraestrutura de Mobilidade Urbana
Secretaria Estadual de Desenvolvimento Urbano | Governo da Bahia

Simoni Soares da Silva

Presidente da Autarquia Municipal de Mobilidade, Trânsito e Cidadania
Prefeitura de Cascavel, PR

ITDP Brasil

**modelos de implantação econômico-institucionais
de eletrificação de frota**

ITDP Brasil

MODELO 1 - aquisição e operação pública

empresa pública, ou de capital misto, dedicada a adquirir veículos por meio de compra ou aluguel e operar o sistema de transporte público coletivo

empresa pública articula as organizações responsáveis pela operação e implantação de toda a infraestrutura associada de energia, recarga, vias, garagens etc.

operação e manutenção realizadas diretamente ou por meio de contratações públicas pontuais, tais como o fretamento da operação, terceirização de manutenção e sistemas de monitoramento, por exemplo

BRT Rio de Janeiro [diesel] + Panamá + Rosário (Argentina)

ITDP Brasil

MODELO 2 - incorporação na concessão existente

Poder Concedente mantém apenas atividades regulatórias e delega as atribuições de aquisição - via compra ou aluguel - de veículos, sistemas, operação e manutenção à concessionária do sistema de transporte público coletivo

atividades pré-operacionais são atribuídas às delegatárias do sistema, desde elaboração dos projetos executivos e obtenção de recursos, meios de implantação e integração dos investimentos, até o início da efetiva operação e exploração comercial dos serviços

**BRT São Paulo + BRT Salvador +
Região Metropolitana de Goiânia (em implantação, com adaptações)**

ITDP Brasil

MODELO 3 - compra pelo poder público e operação privada

Poder Concedente realiza licitação para compra de veículos e implantação dos sistemas de recarga

alternativa desonera as empresas concessionárias de realizar investimentos em aquisição e renovação de frota e implantação de infraestrutura de recarga

operação delegada para operador privado e novas regras sobre posse e manutenção dos veículos devem ser criadas

alinhado com a grande maioria das propostas que chegaram para o Governo Federal, por meio das cartas consulta do Novo PAC

**Cascavel + São José dos Campos (Linha Verde) +
Região Metropolitana de Belém + Governo da Bahia**

ITDP Brasil

MODELO 4 - aluguel pelo poder público e operação privada

Poder Concedente realiza licitação para aluguel de veículos e implantação dos sistemas de recarga (a provisão pelo poder público desonera as empresas concessionárias da realização de investimentos em aquisição e renovação de frota e em implantação de infraestrutura de recarga)

há um contrato A, focado na implantação de veículos e sistemas, que poderá contemplar elementos como supervisão de manutenção, obras civis de garagem, adequação de rede elétrica, implantação de infraestrutura de recarga, fornecimento de energia e demais sistemas

veículos adquiridos no contrato A são cedidos ou locados para operadores de contrato B

São José dos Campos (exceto Linha Verde)

ITDP Brasil

cinco principais frentes para a elaboração de políticas públicas federais

ITDP Brasil

custos de investimento em capital

altos custos de investimento em veículos e baterias (devido à produção limitada de componentes no país e modelos rígidos de contratação pública) e em infraestrutura associada de energia, recarga, via e garagens

baixo poder de negociação do ente público nos processos de aquisição de veículos

ITDP Brasil

capacidades e estruturas administrativas locais

capacidade limitada dos municípios na estruturação de modelos de negócios com participação financeira do poder concedente em investimentos ou subvenções e também no aspecto técnico e de estrutura administrativa, para planejamento operacional, monitoramento, contratação de bens e serviços, elaboração e acompanhamento de contratos

ITDP Brasil

cofinanciamento de custos operacionais

**capacidade orçamentária e fiscal limitadas, para custear e investir
no sistema de transporte público coletivo**

ITDP Brasil

ambiente regulatório

**rigidez do ambiente regulatório para acelerar a transição tecnológica,
engajamento de operadores de transporte público na transição tecnológica
e desafio de atrair novos atores para o mercado**

ITDP Brasil

governança, transparência e comunicação

**descontinuidade das ações no médio prazo
e desconfiança em novos modelos de gestão por parte da população e operadores**

Goiânia - GO

instituída a Rede Metropolitana de Transportes Coletivos, por Lei Complementar

Câmara Deliberativa de Transportes Coletivos

delibera sobre questões estratégicas do TC e estabelece a política pública de transporte que rege o sistema

- expressão do Poder Concedente -

Companhia Metropolitana de Transportes Concedidos

braço executivo que planeja, organiza, gerencia, controla e fiscaliza a operação de todas as modalidades de Transporte Coletivo Público da Região Metropolitana de Goiânia

- delegatária do Poder Concedente -

Operadoras

responsáveis pela produção e execução dos serviços ofertados na RMTc

Bahia

**sistema estruturado em anéis tarifários
baseados na distância percorrida e na área de atendimento**

**tarifa associada à linha, independentemente da viagem realizada pelo passageiro
Anel 1 - 21,1 km | Anel 2 - 40,0 km | Anel 3 - 60,0 km**

desafios enfrentados

**alto custo inicial de implementação
necessidade de implantação de infraestrutura de recarga e manutenção
adaptação tecnológica e treinamento de pessoal
dificuldade financeira das empresas em absorver os custos da renovação da frota**

estudos específicos - obtenção de dados para subsidiar a renovação da frota

experimentos - projeto piloto para obtenção de dados e confirmação da viabilidade operacional

Bahia

opção do Governo da Bahia

fornecimento do material rodante pelo Estado
contratação de serviços de operação e manutenção do sistema

contratante
definição de arranjo operacional

contratada
fornecimento de infraestrutura de garagem com carregamento + capacitação
e treinamento de prestadores de serviço + suporte técnico e manutenção

remuneração: quilometragem percorrida multiplicada pelo custo quilométrico do veículo

Bahia

desafios enfrentados

vias de topografia acidentada
temperaturas elevadas aumentando a pressão no ar-condicionado
intenso fluxo de embarque e desembarque
grande quantidade de passageiros (maior peso) exigindo maior potência do motor

comparativos

capacidade da bateria: 324 kWh
desempenho médio: 1,24 kWh/km
custo médio do kWh: R\$ 0,75

capacidade de tanque de 300 L (equivalente a 324 kWh)
desempenho de 2,5 km/L (equivalente a 1,24 kWh/km)
custo do L do diesel R\$ 5,26

veículos elétricos têm custos cerca de 85% menores do que os a diesel

Cascavel - PR

modelo do projeto: Geração - Abastecimento - Consumo
investimento público e operação privada

operação de crédito com finalidade específica para
a aquisição de veículos com baixa emissão de carbono destinados ao TC,
bem como equipamentos e acessórios destinados ao
abastecimento na geração de energia por fontes renováveis
prazo de 156 meses

R\$ 43,244 milhões de investimento | 15 ônibus elétricos (10% da frota total)
prazo de entrega: 12 meses

projeto integrado: ônibus + carregadores + treinamento dos motoristas
garantias: disponibilização de peças e manutenção

comparativo elétrico x diesel

aquisição (E = 2,7 vezes D | custo maior) + operação (E = 15% de D | custo anual menor)
retorno do investimento em 6 anos (payback)

aspectos a considerar: depreciação + ar-condicionado + bateria (perda de autonomia, reciclagem)

Painel 4

terça 12 - 15:30 às 16:30

Perspectivas de quem implanta e quem opera

Painel sobre pontos de atenção na transição para a eletromobilidade

Virgínia Bergamaschi Tavares

Coordenadora de Eletromobilidade | WRI Brasil

Luiz Gustavo Silva da Oliveira

Assessor Especial de Transição Energética | Secretaria de Estado de Energia e Economia do Mar do Rio de Janeiro

Guilherme Wilson

Gerente de Planejamento e Controle | SEMOVE

Flávio Felipe Carvalho Pimenta

Gerente para Mobilidade Elétrica | Nansen

Gustavo Tannure

Diretor | EZ Volt

SEENEMAR - RJ

**ciclo da transição energética como vetor de desenvolvimento socioeconômico no estado
organizando ações estaduais de curto prazo com metas e objetivos de longo prazo**

**desenho da agenda estratégica de Transição Energética
consulta pública para coleta de ideias para as diretrizes estratégicas de transição energética
dez2023**

**elaboração da Política Estadual de Transição Energética
consolidação das diretrizes estratégicas de transição energética e elaboração de PL para envio à ALERJ
abr2024**

**desenho dos Planos de Ação da Transição Energética
Consulta Pública para os planos de ação para a transição energética, que orientará políticas e programas
jul2024**

**elaboração dos instrumentos para implementação dos planos de ação
discussão de decretos e resoluções, entre outros, que estabelecerão o planejamento das ações de transição energética
dez2024 e adiante**

**desenho de programas e projetos específicos
coordenação entre as várias secretarias para implementação dos planos de ação da política de transição energética
dez2024 e adiante**

**avaliação dos resultados e metas, para revisão da política e planos de ação
com indicadores definidos nos planos de ação**

SEENEMAR - RJ

Transição Energética

processo de mudança de sistemas de energia, de uma condição inicial para uma nova condição, em geral menos intensiva em carbono

definição geral que deixa de lado questões específicas de tecnologias, localidades, territórios, políticas...

Estado do Rio

aspectos a compatibilizar, em busca de uma janela de oportunidade

inovação + sistema existente

discussão fundamental para entender os determinantes e impactos das transições energéticas e avaliar a possibilidade de que se produza mais benefícios às localidades analisadas, de modo justo

maior produtor de petróleo e gás natural do Brasil

matriz elétrica mais intensiva em carbono que a média brasileira

forte indústria offshore e naval

grande impacto socioeconômico das indústrias fósseis no estado

SEENEMAR - RJ

Estado do Rio

convergência / algumas iniciativas já existentes, a serem concatenadas

Política Estadual de Mudanças Climáticas

Plano Estadual de Desenvolvimento Rural Sustentável, de Agroecologia e Produção Orgânica

Programa Estadual de Gestão de Resíduos Integrada e Sustentável

Programa de Distrito Industriais

programa BlueRio

Grupo de Trabalho de Eólica Offshore

Programa de Corredores Sustentáveis

inovação com respaldo científico e acadêmico, com empresas, centros de pesquisas, universidades, ecossistemas de inovação aberta e outros agentes que têm um potencial de catalisar o desenvolvimento de novas indústrias e serviços no estado

Parque Tecnológico da UFRJ | CENPES | CEPEL

UFRJ | UERJ | PUC | UFF | UENF

IFF | IFRJ | MIT REAP | Energy Hub SDP

e ainda: diversas dentre as maiores empresas de energia

SEMOVE

**entidade expôs a preocupação dos operadores
quanto aos pontos sensíveis a serem verificados no processo de mudança**

Nansen

BRT Salvador

recarrega simultânea de 20 ônibus Eletra
capacidade por veículo 240 kW - tempo máximo de carga de 3h30min - 190 km de autonomia
potência mínima necessária para carregamento de cada bateria (240 kWh / 3,5 h): 69 kW
considerando a curva de carga, estabeleceu-se um mínimo de 80 kW por conector

equipamento tipo DC 160 kW (Corrente Contínua)
com conectores padrão plug in Combined Charging System 2 (CCS2), usado na Europa

wifi, ethernet e 4G | módulo RFID
tensão de entrada 380 V trifásico | frequência de entrada 50/60 Hz
IHM LCD sensível ao toque de 7 polegadas
peso 400 kg | dimensões 750 mm x 750 mm x 1800 mm (l x p x a)

potência total instalada em carregadores: $10 \times 160 \text{ kW} = 1.600 \text{ kW}$
necessária a utilização de infraestrutura com capacidade de fornecimento mínimo de 1.600 kW

outras cidades

Cascavel, PR

São José dos Campos, SP (VLP)

EZ Volt

desafios vencidos na operacionalização das garagens em São Paulo

análise da infraestrutura elétrica disponível no local

dimensionamento de rede de recarga mínima de modo a gerar impacto mínimo na operação da garagem

implantação da solução de forma imediata para viabilizar o início da operação

consulta à concessionária de energia elétrica para custo e prazo de implantação de nova subestação em alta tensão

construção e implantação de projeto de rede de recarga expansível que atenda a frota definitiva

aquisição de energia no Mercado Livre de Energia para redução dos custos operacionais

assessoria na captação de financiamentos para custear a infraestrutura

Painel 5

quarta 13 - 10:30 às 11:45

Lições aprendidas de planejamento e implantação

Trocas de experiências sobre planejamento e implantação

Pablo Silva Souza

Diretor de Planejamento de Transportes | Secretaria Municipal de Mobilidade da Prefeitura de Salvador, BA

Paulo José Barenco Pinto

Secretário Municipal de Transporte e Mobilidade Urbana | Volta Redonda, RJ

Carlos Eduardo Cardoso de Souza

Diretor B2G (Business-to-Government / Negócios com Governo) | ENEL

Gabriel Kropsch

Presidente do Conselho Empresarial de Energia e Transição Energética
Associação Comercial do Rio de Janeiro (ACRJ)

Salvador - BA

2015

motores Euro 5 - implantação em 100% na frota de ônibus de Salvador

2023

implementação de motores Euro 6

2023

implementação de ônibus elétricos zero emissões - 20% da Frota do BRT

próxima etapa: 100 novos ônibus

(operação de crédito com o Banco Mundial de US\$ 75 milhões)

para se chegar a 70% da frota do BRT

Volta Redonda - RJ

início das operações com ônibus elétricos em out2017 / BYD

característica experimental

pontos diferentes dos das linhas convencionais

1 linha com 2 veículos

20 viagens de 13,3 km | 10 partidas por terminal nos dias úteis | 265,5 km por dia

16 viagens nos sábados | 212,85 km por dia

média mensal de 6.639 km | PMM (por veículo): 3.319,5 km

ENEL

restrições orçamentárias e falta de recursos econômicos municipais e estaduais para implantação de cidades inteligentes ainda são as principais barreiras para a transição verde

ACRJ

matriz energética do RJ

64,67% geração termelétrica (UTE)
16,81% geração nuclear (UTN)
10,99% geração hidrelétrica (UHE, CGH, PCH)
7,29% solar (UFV)
0,24% eólica (EOL)

como saber se uma fonte é 'limpa'

emissões de GEE (gases de efeito estufa) - CO₂, CH₄, outros
poluição do Ar
renovabilidade (uso de RECURSOS)
impacto ambiental

Eficiência Energética (conversão da energia primária em utilizável)
descentralização (geração próxima ao consumo)

análise do ciclo de vida
extração, produção, transporte, disposição de resíduos