

DIA 1 - terça 12 de março de 2024 - Painel 1 - 10:30 às 11:30

## SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS | Eletrificação da frota



Alferes Soares Alves

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

# Sistema de Transporte Coletivo por Ônibus

São Paulo

ELETRIFICAÇÃO DA FROTA



CIDADE DE  
SÃO PAULO



# São Paulo Transporte S.A.

**A São Paulo Transporte – SPTrans é responsável pela gestão de um dos maiores sistemas de transporte público por ônibus do mundo**

- Planejamento do sistema
- Programação de linhas e frota
- Fiscalização dos serviços e terminais
- Controle de receita e remuneração das operadoras
- Fomentar o desenvolvimento tecnológico com vistas ao conforto, acessibilidade e preservação do meio ambiente



# Dados gerais



**7,1 milhões**  
passageiros em  
dias úteis



**1.340**  
linhas



**150**  
linhas noturnas



**13.500**  
veículos  
cadastrados



**100%**  
frota acessível



**450 milhões**  
litros de diesel/ano



**163 mil**  
viagens  
programadas  
(dias úteis)



**2,3 milhões**  
quilômetros  
percorridos/dia



**31**  
terminais de  
transferência



**20.380**  
pontos de  
paradas



**11,3 milhões**  
bilhetes ativos

# Equipamentos embarcados



**10 mil**  
USB



**1,1 mil**  
catracas dupla



**100%**  
frota monitorada



**5,3 mil**  
Wi-Fi



**9,7 mil**  
ar-condicionado



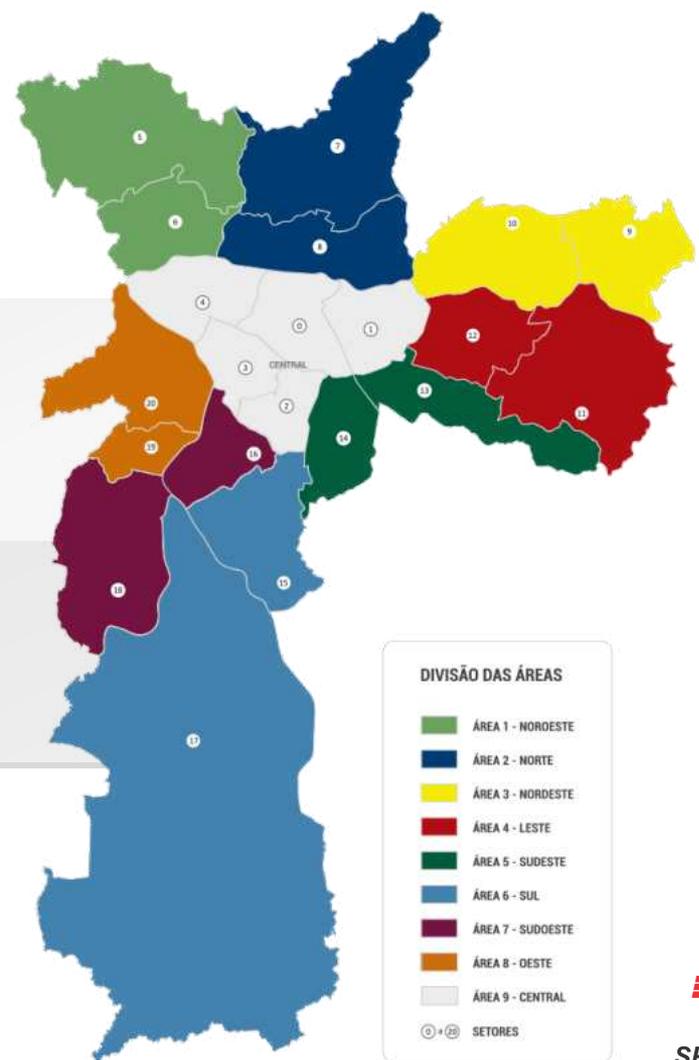
**8,7 mil**  
recargas



# Divisão das áreas

São Paulo está dividida em **8 áreas operacionais**, circundando a região central/área neutra.

A divisão das áreas busca a homogeneidade **operacional e econômica** do sistema



# Composição do Sistema de Transporte



**Grupo Estrutural**  
9 lotes

## ESTRUTURAL

- Ônibus maiores que utilizam as principais vias da cidade (avenidas e corredores) até o centro.



**Grupo Local de Articulação Regional**  
10 lotes

## LOCAL DE ARTICULAÇÃO REGIONAL

- Ônibus de porte médio que ligam o bairro aos grandes corredores e outras regiões.



**Grupo Local de Distribuição**  
13 lotes

## LOCAL DE DISTRIBUIÇÃO

- Ônibus de pequeno porte que circulam dentro dos bairros e alimentam terminais, estações do Metrô/CPTM e subcentros regionais.

# Tipologia do Sistema de Transporte

TIPO DE ÔNIBUS	PBT MÍN. (t)	COMP. TOTAL (m)	PORTAS (QTDE)	ÁREA RESERVADA P/ CADEIRA DE RODAS	CAPACIDADE (Sentados + em pé)	TOTAL REF. FEVREIRO/2024
 MINIÔNIBUS	≥ 7	≤10,0	2	≥ 01	≥ 34	1.678
 MIDIÔNIBUS	≥ 10	≤12,0	3	≥ 01	≥ 50	3.177
 BÁSICO	≥ 16	≤ 14,0	3	≥ 01	≥ 70	1.546
 eBÁSICO	≥ 16	≤ 14,0	3	≥ 01	≥ 70	45
 PADRON	≥ 16	≤14,0	3 ou 4	≥ 01	≥ 80	4.293
	≥ 16	≤15,0	3 ou 5	≥ 01	≥ 93	
 ePADRON	≥ 16	≤14,0	3 ou 4	≥ 01	≥ 80	39
 TRÓLEBUS	≥ 16	≤15,0	3 ou 5	≥ 01	≥ 93	201
 ARTICULADO	≥ 26	> 15,0	6	≥ 01	≥ 120	2.281

TOTAL: 13.260

# Legislação

## Lei Municipal nº 16.802 de 17/01/2018

- Lei Municipal nº 14.933
- Promulgada em 05 de junho de 2009
- Institui a Política de Mudança do Clima no Município de São Paulo

- Deu nova redação ao art. 50 da Lei nº 14.933/2009
- Artigo 50 (redação antiga): *"Os programas, contratos e autorizações municipais de transportes públicos devem considerar redução progressiva do uso de combustíveis fósseis, ficando adotada a meta progressiva de redução de, pelo menos, **10% (dez por cento)** a cada ano, a partir de **2009** e a utilização, em **2018**, de combustível renovável não-fóssil por todos os ônibus do sistema de transporte público do Município".*

# Principais Políticas e Metas - Legislação

## Lei Municipal nº 16.802 de 17/01/2018

- Metas de redução das emissões de poluentes;

Parâmetro	Ao final de 10 anos	Ao final de 20 anos
CO <sub>2</sub> FÓSSIL	50%	100%
MP (MAT. PARTICULADO)	90%	95%
NO <sub>x</sub>	80%	95%

- Referem-se exclusivamente às emissões no uso final (escapamento) e não no ciclo de vida do combustível.

# Aspectos Contratuais

- 01/10/2021 - Revogação da Portaria SMT.GAB nº 81/2020, pela Portaria SMT/SETRAM nº 8, de 01/10//2021.
- Dezembro/2022 - Assinatura de novo aditivo contratual:
  - Metas anuais de redução de emissões de poluentes, em consonância com a Lei;
- Fevereiro/2023 - As concessionárias apresentaram novo cronograma de atendimento às metas;
  - A totalidade das concessionárias optou por veículos elétricos.

**TABELA DE REFERÊNCIA**

Ano	NOx (%)	MP (%)	CO <sub>2</sub> (%)
2023	52,9	75,8	1,3
2024	58,2	78,6	12,4
2025	64,3	81,7	25,2
2026	69,3	84,3	35,7
2027	74,7	87,0	47,0
<b>2028</b>	<b>80,5</b>	<b>90,0</b>	<b>59,0</b>
2029	84,7	92,2	67,9
2030	91,9	95,8	83,0
2031	95,7	97,8	90,0
2032	99,6	99,8	99,2
2033	100	100	100

# Padrões Técnicos - SPTrans



Os manuais dos padrões técnicos elaborados pela SPTrans disponíveis no link:

<https://www.sptrans.com.br/manuais-tecnicos-e-resolucoes/>

# Características Básicas – Veículo Elétrico

Descritivo	Especificação
Veículo	Piso Baixo
Suspensão	Pneumática Integral
Recursos da Suspensão	Movimentação Vertical
Acessibilidade	Rampas
Direção	Elétrica - Hidráulica
Autonomia (VEB)	250 km
Freios (VEB)	Pneumático (ABS) / Elétrico (Regenerativo)
Tempo de Recarga (VEB)	3 a 4 Horas
Motor de Tração	Síncrono ou Assíncrono Trifásico / Grau de Proteção > IPW55
Ponto de Recarga (VEB)	01 por veículo
Conforto	Ar Condicionado / WiFi / Carregador USB
Sistema de Tração Elétrica	Inversores de Frequência Variável Microcontrolados
Segurança	Sistemas de Detecção de Baixa Isolação e de Supressão de Incêndio das Baterias
Sistema de Auto Diagnóstico	Diagnóstico e Registro de Falhas do Sistema de Tração
Cuidados Adicionais	Laudo técnico de instituto idôneo assegurando a isolação elétrica do veículo

# Requisitos de Desempenho – Veículo Elétrico a Bateria

## ■ Velocidade / Aceleração

Tempo (seg.) – Pavimento Plano	Velocidade Mínima (km/h)
5	23
10	40
15	50
30	60

Aclives Rampas (%)	Velocidade Mínima (km/h)	Aceleração Máximas (m/s <sup>2</sup> )
0	60	1,30
5	40	0,60
12	25	0,30
17	15	0,25

**Nota:** Caso haja aclives superiores a 17% nas linhas onde os ônibus elétricos irão operar, o operador deverá informar ao fabricante do veículo essa condição, para que este adote as soluções técnicas necessárias que permitam ao veículo superar essas rampas.

# Eletromobilidade: projeto piloto

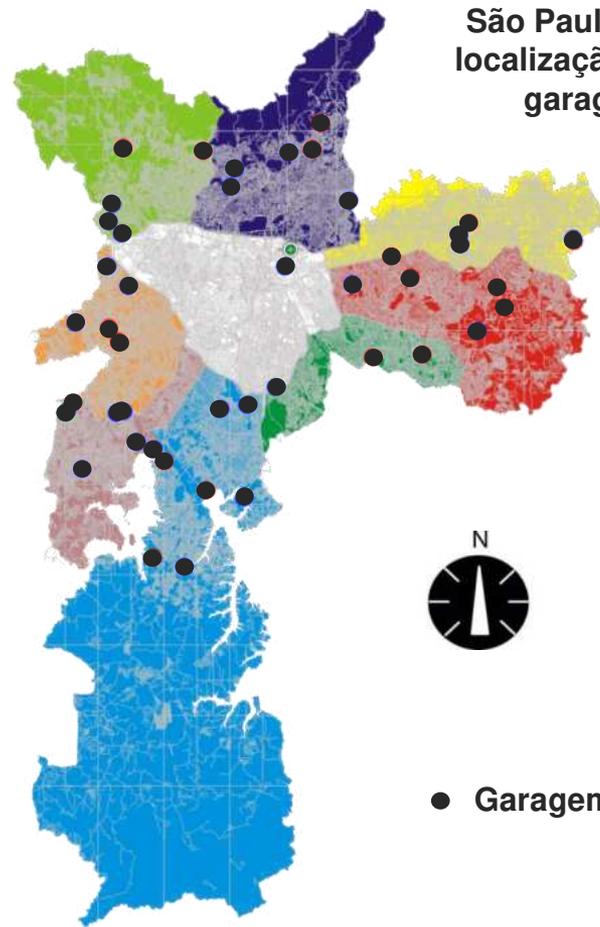


# Eletromobilidade: projeto piloto

## Consultas ao concessionário de energia local

- Estudo da disponibilidade de energia nos endereços das garagens;
- Prazo e custo para a execução das obras de rede, quando necessárias adequações;
- Disponibilização dos indicadores de interrupções de energia nas localidades das garagens.
- Maioria das garagens com entrada de energia em média tensão.

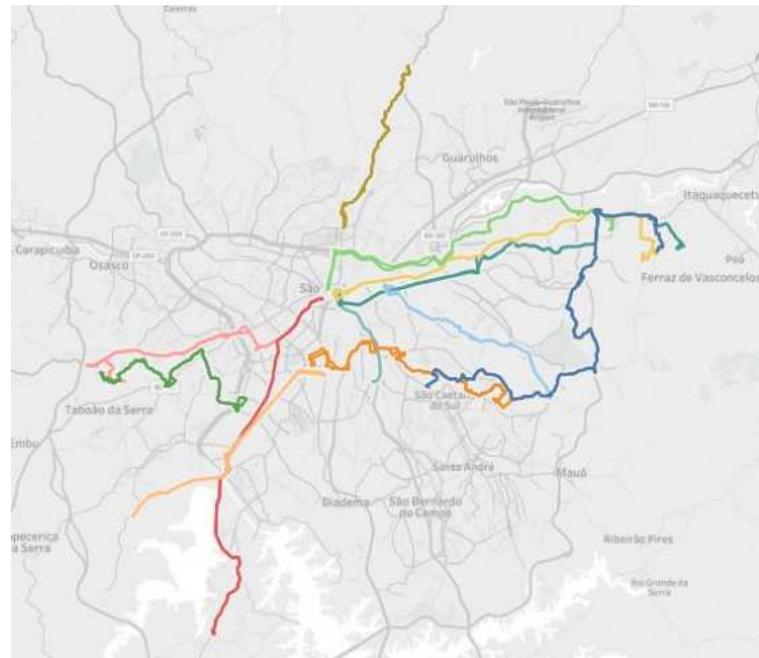
Mapa da Cidade de São Paulo com a localização das 41 garagens



# Eletromobilidade: projeto piloto

## Critérios técnicos e operacionais - Escolha da operadora

- Quilometragem diária da linha:
  - ✓ Entre **200 e 250 km** (autonomia do veículo).
- Média de passageiros / veículo dia:
  - ✓ **≥ 650** (operação com elevado nível de ocupação).
- Quantidade de veículos na linha:
  - ✓ **≥ 20** (comparativo entre tecnologias).
- Percurso total da linha por viagem:
  - ✓ **≥ 25 km** (manter elevada ciclagem da bateria).
- Proximidade do ramal de alta tensão:
  - ✓ Menor custo de instalação.



# Projeto Piloto

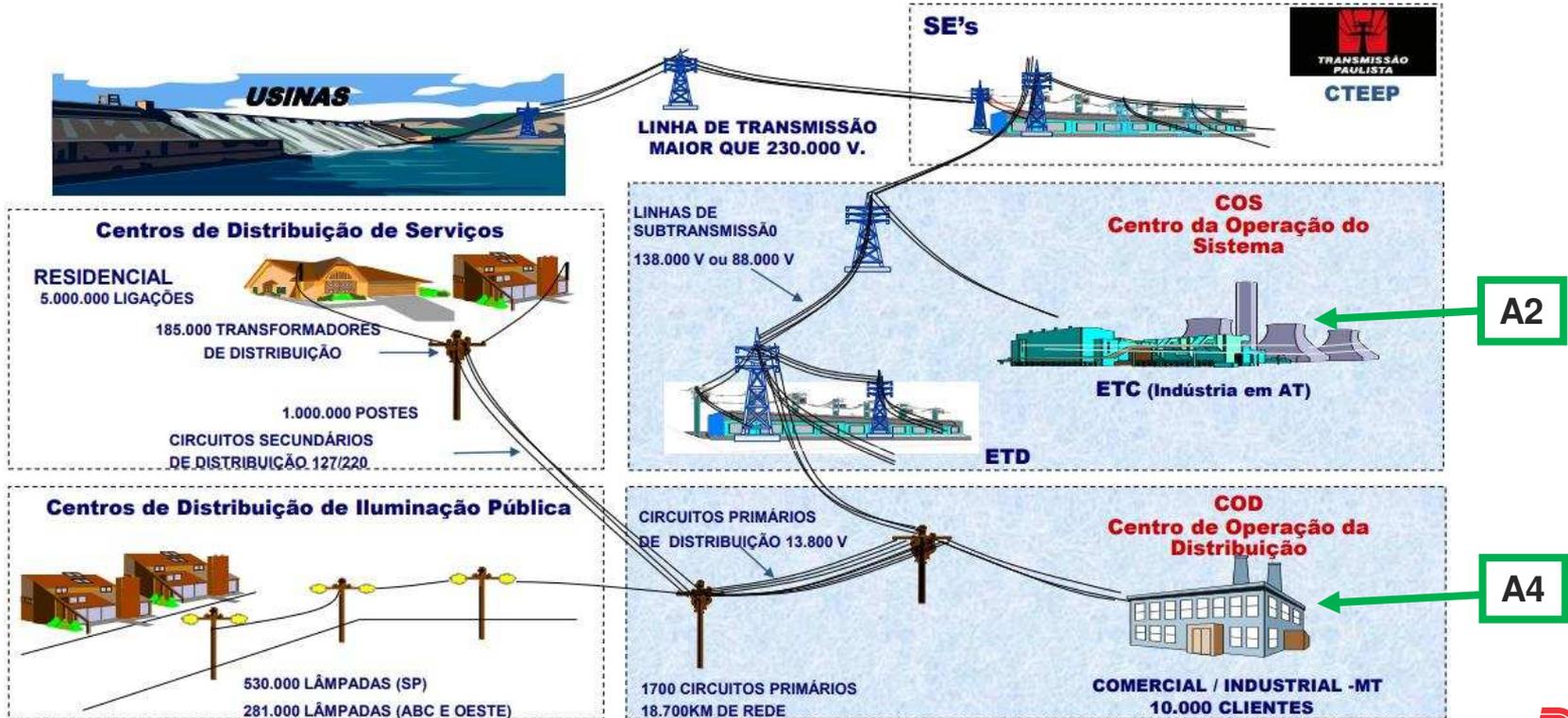
## Proposta BYD – Financiamento e fornecimento dos veículos e da Infraestrutura de Recarga

- Solução fechada que inclui desde a geração até a alimentação dos ônibus:
  - ✓ Energia de origem fotovoltaica.
  - ✓ Transmissão da energia.
  - ✓ Instalação da subestação.
  - ✓ Instalação de 15 carregadores.
  - ✓ Operação e manutenção.

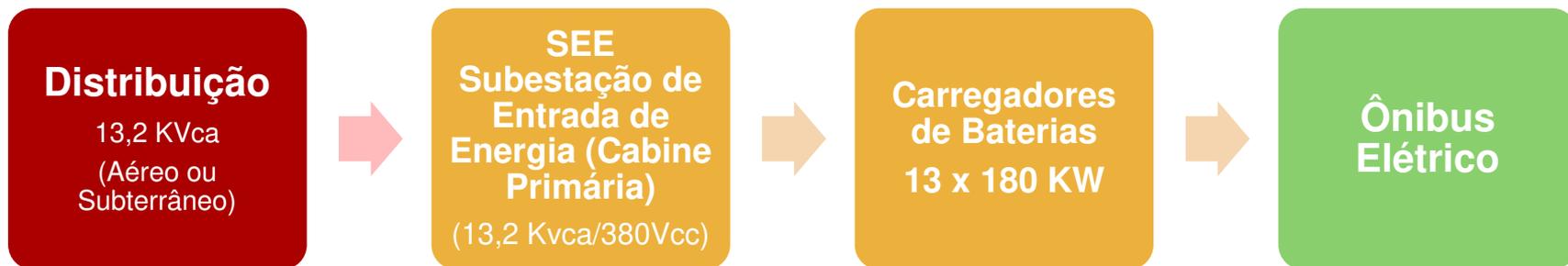


Fonte: BYD (2018)

# INFRAESTRUTURA ELÉTRICA



# INFRAESTRUTURA ELÉTRICA – Média Tensão



**Padrão Subgrupo A4:** A concessionária fornece a energia elétrica em tensão primária de distribuição - 13,8, 21, 23 ou 34,5 KVca.

- regulamentado pela Resolução ANEEL 1000
- atende demandas até 2.500 KW

# INFRAESTRUTURA ELÉTRICA – Alta Tensão



- Padrão Subgrupo A2:** A concessionária fornece a energia elétrica em alta tensão - 88 ou 132 KVca
- regulamentado pela Resolução ANEEL nº 1000.
  - atende potências superiores a 2.500 KW

# Carregadores CA – Frota Piloto



- Tensão de entrada: 380 Vca
- Tensão de saída: 380 Vca
- Potência: 80 KW

# Carregadores CC



- Tensão de entrada: 380 Vca
- Tensão de saída: 600 Vcc
- Potência: 150 ou 180 KW

# Segurança



- PMESP Corpo de Bombeiros
- NR-10

- Equipes internas em treinamento

## 1. Objetivo

Transmitir as ações básicas necessárias ao primeiro atendimento nas ocorrências emergenciais que envolvam os ônibus elétricos à bateria. Conceitos de segurança e eletricidade, assim como suas características técnicas e operacionais, serão abordados visando resguardar e garantir a integridade física da tripulação, passageiros e pessoas do entorno.

# Preços comparativos

## Custo do Consumo de Energia

Tipo de Tecnologia <sup>(1)</sup>	Consumo Unidade/km <sup>(2)</sup>	Custo do Combustível/ Energia R\$/km <sup>(3)</sup>	Comparação Relativa
Ônibus a Bateria	1,49 kWh/km	R\$ 0,8716*	32,24%
Sistema Trólebus	3,00 kWh/km	R\$ 2,2308**	82,53%
Diesel	0,630 litro/km	R\$ 2,7027***	100,0%

Nota 1: Veículo Padron com ar condicionado, exceto Trólebus.

Nota 2: Resultados Operacionais

Nota 3: Base Julho/2023

Nota 4: Consumo do ônibus a bateria e trólebus: Período nov/2022 a junho/2023.

(\*) Ônibus a Baterias – R\$ 0,585/kWh;

(\*\*) Sistema Trólebus - Subclasse Tração Elétrica – R\$ 0,7436/kWh;

(\*\*\*) Diesel - R\$ 4,29/Litro.

Fontes: ENEL e Área Remuneração SPTrans.

Data base: agosto/2023

# Eletrromobilidade:

**201 tróibus + 84 elétricos a bateria deixam de emitir anualmente:**

- CO<sub>2</sub> → 26.000 toneladas
- NO<sub>x</sub> → 61 toneladas
- MP → 0,51 tonelada

**E também deixou de consumir:**

- Em torno de 11.000.000 litros de Diesel

# Desafios da transição

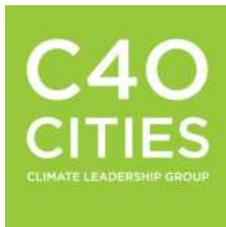
- Valor dos veículos e impacto no fluxo de caixa do projeto;
- Infraestrutura elétrica;
- Influência do dólar no preço do veículo/peças de reposição;
- Disponibilidade da tipologia de veículos;
- Autonomia dos veículos;
- Durabilidade das baterias;
- Energia elétrica (tarifação específica para eletromobilidade);
- Linhas de financiamentos.



ENTREGA DE CINQUENTA ÔNIBUS ELÉTRICOS PARA A CIDADE DE SÃO PAULO



# Convênios de Cooperação Técnica



# ATENDE+

Transporte gratuito, porta a porta, destinado exclusivamente, às pessoas com autismo,

surdocegueira ou deficiência física mobilidade altamente reduzida.

**99%**  
de aprovação  
os usuários



Ricardo Nunes  
**PREFEITO DE SÃO PAULO**



Celso Gonçalves Barbosa  
**SECRETÁRIO DE MOBILIDADE E TRÂNSITO**

Gilmar Pereira Miranda  
**SECRETÁRIO EXECUTIVO DE TRANSPORTE E MOBILIDADE URBANA**

Levi dos Santos Oliveira  
**DIRETOR PRESIDENTE**



Wagner Chagas Alves  
**DIRETOR DE OPERAÇÕES**

Valdemar Gomes de Melo  
**DIRETOR DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTE**

George William Gidali  
**DIRETOR DE GESTÃO DA RECEITA E REMUNERAÇÃO**

Anderson Clayton Nogueira Maia  
**DIRETOR DE ADMINISTRAÇÃO E DE INFRAESTRUTURA**

Claudio Bispo dos Santos  
**DIRETOR DE RELAÇÕES INTERNAS**

## Sobre esta apresentação, contate:



Nome da área e/ou e-mail

## Curta, siga e fale com a SPTrans:



[sptrans.com.br](http://sptrans.com.br)



[facebook.com/SPTransOficial](https://facebook.com/SPTransOficial)



[twitter.com/SPTrans](https://twitter.com/SPTrans)



[youtube.com/SPTransSP](https://youtube.com/SPTransSP)



[instagram.com/SPTransOficial](https://instagram.com/SPTransOficial)



[tiktok.com/@sptrans.oficial](https://tiktok.com/@sptrans.oficial)



156





**CIDADE DE  
SÃO PAULO**



**CIDADE DE  
SÃO PAULO**  
MOBILIDADE E  
TRANSPORTES

