



# Caminhos para a Eletromobilidade



# Eletromobilidade: a experiência das empresas de ônibus de Curitiba

É com grande entusiasmo e satisfação que a **CWBUS** lança este e-book. Nas próximas páginas, detalharemos os testes feitos pelas empresas de ônibus de Curitiba com veículos 100% elétricos, abordaremos a infraestrutura de recarga e destacaremos os principais pontos a serem considerados na implantação da eletromobilidade. Este documento se configura, assim, como um guia essencial, condensando todo o conhecimento adquirido ao longo desse processo.

Explorar as potencialidades dessa nova tecnologia é mais do que uma visão de futuro: é um compromisso com a sustentabilidade e a inovação. As empresas de ônibus de Curitiba, reconhecidas mundialmente por seu pioneirismo no transporte coletivo, são protagonistas dessa transformação. Este e-book é um convite à descoberta desse caminho elétrico, no qual as baterias dos veículos carregam não apenas eletricidade, mas também a promessa de um futuro pautado por uma mobilidade mais eficiente, ecológica e inteligente.

Embarque conosco nessa leitura. Cada seção vai revelar os desafios enfrentados e os sucessos obtidos. Queremos não apenas informar, mas inspirar a inovação, sendo o ponto de encontro para todos que queiram repensar a mobilidade urbana.

## Boa leitura!

Angelo Gulin Neto, presidente do Conselho da **CWBUS**

### EXPEDIENTE CWBUS

Angelo Gulin Neto, Presidente do Conselho  
Luiz Alberto Lenz César, Presidente-executivo  
Gelson Forlin, Gestor Técnico  
Renan Carreira, Gestor de Comunicação  
Gustavo Comeli, Assessor de Inovação  
Rafaela de Paula, Assessora de Comunicação

### E-Book Caminhos para a Eletromobilidade

**Produção e edição:** Gelson Forlin, Gustavo Comeli e Renan Carreira

#### Colaboração

José Carlos Travain, Gerente de Manutenção da Auto Viação Redentor  
Paulo Zageski, Gerente de Manutenção da Viação Sorriso de Curitiba  
Sergio Tarcisio, Gerente de Manutenção da empresa Transporte Coletivo Glória

*Todos os direitos reservados à CWBUS.*



# Introdução

O aquecimento global é uma realidade indiscutível. Suas consequências são cada vez mais evidentes e preocupantes. Desde 2015, com o **Acordo de Paris**, países de todo o mundo se comprometeram em conter as emissões de poluentes e lidar com os impactos das mudanças climáticas. Em várias regiões e cidades abundam políticas e iniciativas específicas com esse objetivo, com destaque para a **eletromobilidade**.

## Eletromobilidade

Também conhecida como mobilidade elétrica, é a aplicação da eletricidade como forma de propulsão de meios de transporte.

A eletromobilidade visa reduzir a dependência de combustíveis fósseis e diminuir as emissões de gases de efeito estufa associadas aos transportes convencionais.

## Acordo de Paris

Tratado internacional adotado em 2015 durante a 21ª Conferência das Partes (COP 21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC).

O objetivo principal do acordo é limitar o aumento da temperatura global a menos de dois graus Celsius acima dos níveis pré-industriais, buscando esforços para limitar o aumento a 1,5 grau Celsius.

A **CWBUS**, hub de inovação que atua na área de mobilidade urbana, tem desempenhado um papel fundamental ao acompanhar as empresas de ônibus, desde o estágio inicial, no planejamento e no desenvolvimento do processo de **implantação de veículos elétricos para o transporte coletivo de Curitiba**.

**A CWBUS apresenta neste e-book um resumo de todo o seu trabalho desenvolvido nos últimos anos sobre a eletromobilidade, alinhado a seus objetivos de desenvolver soluções inovadoras para um transporte sustentável e promover o debate sobre o modo de deslocamento nas cidades.**

# O início da jornada

A **CWBUS** começou a sua jornada no planejamento da implantação de ônibus elétricos no transporte coletivo de Curitiba, programada para o primeiro semestre de 2024, com praticamente dois anos de antecedência. No primeiro momento, identificou todos os *players* envolvidos na indústria da eletromobilidade – fornecedores de veículos, carregadores e infraestrutura – e promoveu encontros individuais para que eles detalhassem as características de seus produtos e como atuavam na cadeia de eletrificação. Isso foi importante para aprender sobre os diferentes componentes disponíveis no mercado e entender as variações que compõem o sistema elétrico.

No item veículos, a **CWBUS** teve uma visão clara do papel deles na mobilidade urbana, suas limitações e condicionantes. O ônibus elétrico, diferentemente de seu similar à combustão, tem a autonomia como um fator restritivo, exigindo um planejamento muito maior para a operação.

**“Como possui uma autonomia menor que o veículo à combustão, o veículo elétrico exige um esforço adicional na gestão da operação”.**

Gelson Forlin, gestor técnico da **CWBUS**

A autonomia de um veículo elétrico é um fator tão importante para a operação que requer uma atenção especial, pois é afetada por inúmeras variáveis. Entre elas, modo de condução, itinerário, demanda de passageiros, utilização do ar-condicionado, condições de trânsito, potência de carregamento e disponibilidade do veículo dentro da garagem, infraestrutura viária, entre outros.

**Curitiba contará com 70 ônibus elétricos em 2024.** A cidade estabeleceu que 33% de sua frota seja de baixa ou zero emissão de CO2 até 2030 e 100% até 2050. Hoje, a frota total é composta por cerca de 1.500 ônibus.



# Os desafios

Tão importante quanto à gestão dos ônibus, também merecem especial atenção o planejamento de pátio, a infraestrutura e a área de estacionamento. Isso se deve à necessidade de pontos de carregamento fixos, subestações de energia e áreas exclusivas de manutenção para operar os ônibus elétricos, em atendimento a exigências técnicas e legais. Os pontos de carregamento fixos desses veículos também exigem outras necessidades da operação, como no fluxo de entrada e saída da garagem, manutenção, lataria, cuidados com o ar-condicionado, limpeza, revisões, rodagem, carregamento/abastecimento e demais tarefas afins.

## Perguntas ainda sem resposta...

Atualmente, um ônibus elétrico custa cerca de 3 vezes mais que seu similar à combustão – por exemplo, levando-se em conta um padron, são R\$ 2,5 milhões contra R\$ 800 mil. **Há programas de financiamento específicos para a sua compra?**

A estimativa dos fabricantes é que a bateria que equipa os ônibus elétricos perca no máximo 20% de sua carga original em 8 anos, o mínimo aceitável para o veículo se manter operante. No entanto, ainda não se tem no Brasil operação com todo esse tempo para validar essa expectativa. **Será que de fato isso vai se confirmar? Existe essa garantia técnica?**

Ainda considerando a informação dos fabricantes quanto aos 8 anos de vida útil da bateria, e ponderando a velocidade do avanço tecnológico, parece certo que, em um período até mais curto, haverá baterias menores, mais leves e mais eficientes. **Como gerir essa nova tecnologia com a realidade dos veículos ainda em vida útil?** Sem esquecer que os valores das baterias devem ser significativamente afetados...

Outra informação levantada pela **CWBUS** junto aos fabricantes é referente à vida útil dos ônibus elétricos, de 16 anos, com a troca do pack de baterias após 8 anos. **Quanto aos componentes eletromotrizes, não há grandes preocupações, mas como estarão os demais componentes, como estrutura de carroceria, sistemas pneumáticos, hidráulicos, entre outros?**

A depender das respostas para as perguntas acima, **como ficaria o cálculo de retorno sobre o investimento?**

**“Uma das funções da CWBUS é estudar, levantar questionamentos e trabalhar para apresentar respostas”.**

Luiz Alberto Lenz César,  
presidente-executivo da **CWBUS**

# Quadro técnico de veículos testados

Modelo	Eletra/Mercedes	Eletra/Scania	Eletra/Mercedes
<b>Categoria</b>	Padron 12,1 mts	Padron 15 mts	Articulado 21 mts
<b>Chassi</b>	MBB/ O500U 4x2 Low entry	Scania/K310 6x2 Low entry	MBB/ O500DA 6x2 Low entry
<b>Carroceria</b>	Caio/e Millennium V	Caio/e Millennium IV	Caio/e Millennium IV
<b>Powertrain</b>	Motor de tração WEG 250L sem transmissão acoplado ao diferencial com eixo cardan	Motor de tração WEG 250L sem transmissão acoplado ao diferencial com eixo cardan	Motor de tração WEG 250L com transmissão Alisson T425
<b>Bateria Modelo</b>	WEG Lithium Ion	WEG LiFePO4	WEG LiFePO4
<b>Bateria Capacidade</b>	360 kW	480 kW	480 kW
<b>Autonomia</b>	200-250 km	240 km	170 km
<b>Empresa que testou</b>	Auto V. Redentor Ltda.	Auto V. Redentor Ltda.	Auto V. Redentor Ltda.
<b>Mês do teste</b>	Maio	Julho	Outubro
<b>Tomada de carga (tipo)</b>	CCS-2	CCS-2	CCS-2
<b>Carregador</b>	DC 150 kW (70-80 kW)	DC 150 kW (70-80 kW)	DC 150 kW (70-80 kW)
<b>Recarga (tempo)</b>	entre 4 e 5 horas	entre 4 e 6 horas	entre 4 e 6 horas

# Quadro técnico de veículos testados

Modelo	BYD DE11B Attivi Express	Volvo BZL Attivi	Marcopolo Attivi Integral (CC2 sem ar)	Marcopolo Attivi Integral (CC8 com ar)
<b>Categoria</b>	Articulado (20m)	Comum	Padron	Padron
<b>Chassi</b>	BYD/DE11B	Volvo BZL	Marcopolo Attivi Integral	Marcopolo Attivi Integral
<b>Carroceria</b>	Marcopolo	Marcopolo	Marcopolo	Marcopolo
<b>Powertrain</b>	Motor de tração eixo (cubo 4x)	Motor de tração central	Motor tração eixo central	Motor tração eixo central
<b>Bateria Modelo</b>	LiFe PO4 - BYD	NCA AKASOL	LiFePO4 - CATL	LiFePO4 - CATL
<b>Bateria Capacidade</b>	590 kW	376 kW	396 kW	396 kW
<b>Autonomia</b>	260 km	280 km	250 km	250 km
<b>Empresa que testou</b>	T.C. Gloria Ltda	Sorriso de Curitiba	Viação São Jose Filial	Viação São Jose Filial
<b>Mês do teste</b>	Abril	Agosto	Junho	Outubro
<b>Tomada de carga (tipo)</b>	CCS-2	CCS-2	CCS-2	CCS-2
<b>Carregador</b>	AC/DC 60 kW	DC 40 kW	DC 60 kW	DC 30 kW
<b>Recarga (tempo)</b>	entre 4 e 5 horas	6 horas	5,5 horas (20 ao 90%)	11 horas (20 ao 90%)

# Infraestrutura de recarga

Ciente da importância da estrutura de recarga dos ônibus elétricos, a **CWBUS** dedicou especial atenção às garagens, contando, inclusive, com a assessoria de uma empresa especializada em avaliação, diagnóstico e ensaios elétricos. Ela verificou a quantidade de ônibus que podem ser recarregados durante a madrugada, respeitando os limites de potência e demanda contratada; a energia consumida para esses carregamentos; a disponibilidade de demanda pela concessionária de energia do Estado do Paraná; e, por fim, o valor estimado para instalação da infraestrutura elétrica. Também comparou seis carregadores (WEG, EV BOX, ABB, Hitachi, Siemens e Efacec).

Nos sete modelos de ônibus elétricos testados em Curitiba não foram necessárias alterações das configurações de rede nas quatro garagens utilizadas. Os eletropostos fornecidos pelas próprias fabricantes, embora tenham atendido às expectativas, apresentaram alguns problemas, como na comunicação com a central de carregamento dos veículos e na sua instalação, pois nem todos eram compatíveis com a estrutura elétrica das garagens. Importante notar que esses testes foram feitos com um veículo por vez – portanto, para o planejamento de uma frota, as exigências devem ser diferentes.

Por exemplo, para a implantação dos 70 ônibus elétricos em Curitiba, programada para 2024, um estudo muito mais robusto foi necessário. Novamente, a **CWBUS** contou com a assessoria da empresa especializada, quando foi realizada uma nova análise nas garagens, investigando o impacto da inserção de estações de recarga das garagens e a estimativa do número de eletropostos/ônibus carregando em paralelo que podem ser alocados, considerando a estrutura elétrica atual e possíveis reforços de infraestrutura para alocar um maior número de eletropostos.

**“As estimativas mostram que, somente em infraestrutura elétrica, o investimento é de R\$ 8 mil a R\$ 10 mil por kilowatt (kW). Portanto, em projetos de dois megawatts (MW), o montante chega a R\$ 20 milhões por garagem.”**

Angelo Gulin Neto, presidente do Conselho da **CWBUS**

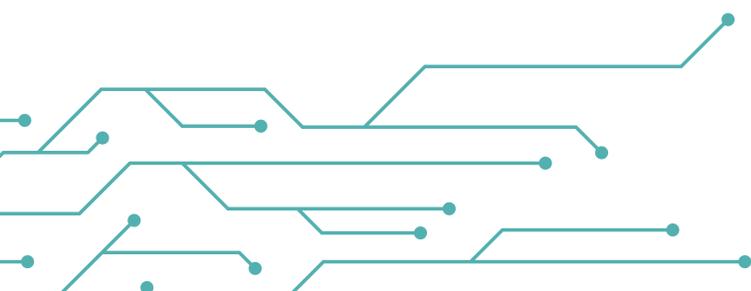
A **CWBUS** incluiu o estudo que englobará as considerações das possíveis fontes de energia e formatos de aquisições, visando a atender a meta de Curitiba - lembrando, contar com 33% de sua frota com baixa ou zero emissão de CO2 até 2030 e 100% até 2050.

# Demanda por energia

A indústria e as áreas residenciais representam as grandes demandas mundiais de energia. Com o aumento da quantidade de veículos elétricos no mundo, temos um novo consumidor. A pergunta é: **teremos energia para todos?** Neste tripé, esses três setores têm importâncias equivalentes em seus contextos.

Além disso, há questões urgentes para resolução em cada um. A demanda residencial não pode deixar de ser atendida.

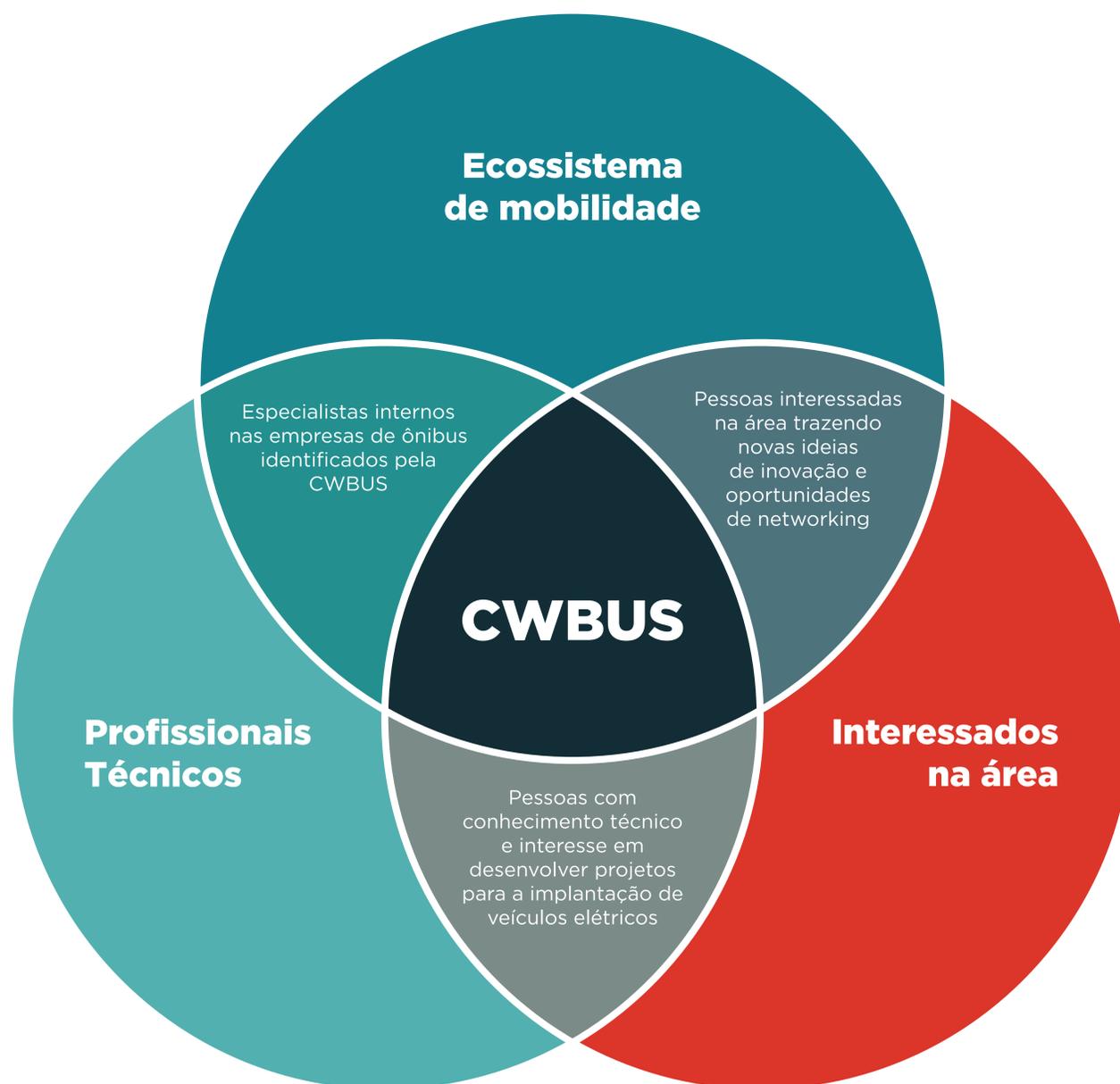
Ao mesmo tempo, há crescimento por parte das indústrias para atender o consumo e a geração de empregos. E, pela mobilidade, é preciso diminuir a emissão de poluentes.



# Grupos de trabalho

A **CWBUS** conseguiu avançar no processo de eletromobilidade em Curitiba porque também desempenhou um papel crucial ao identificar, reunir e coordenar profissionais altamente engajados no tema. Ao focar em construir uma equipe diversificada, a **CWBUS** foi capaz de aproveitar uma gama abrangente de conhecimentos, unindo talentos internos nas empresas de ônibus e colaboradores com interesse genuíno em desenvolver projetos para a implantação de veículos elétricos.

Ao reunir esses profissionais capacitados e proativos, a **CWBUS** criou grupos especializados, abrangendo aspectos técnico, operacional, econômico e de gestão. Essa abordagem multifacetada não apenas capitalizou os conhecimentos individuais, mas também facilitou uma **colaboração eficiente entre os grupos**, propiciando um trabalho completo no planejamento da eletromobilidade na capital que é referência mundial em transporte coletivo.



Como demonstra o gráfico, a **CWBUS** atuou como um elo vital, conectando e coordenando os profissionais técnicos e os interessados, resultando nos avanços significativos no **processo de eletromobilidade em Curitiba**.



# Nem só de tecnologia vive o transporte...

A **CWBUS** avalia que a eletromobilidade é uma oportunidade imperdível para qualificar o transporte coletivo e atender os anseios da sociedade por uma mobilidade mais eficiente, justa e sustentável – e trabalha para isso. Os ônibus elétricos ajudarão a atingir esses objetivos, não somente pela sua própria característica, mas principalmente por atrair mais passageiros, tirando veículos de passeio das ruas, infinitamente mais poluentes que os ônibus. Porém somente a mudança na matriz energética não é suficiente... **É preciso ir além!**

O ônibus elétrico traz a oportunidade de implantação de uma camada de serviços integrada à população, que vai muito além da questão tarifária, da roteirização e do tempo de deslocamento!

**Prioridade de deslocamento:** faixas exclusivas para os ônibus, preferências em conversões, cruzamentos e semáforos, aumentando consideravelmente sua velocidade média;

**Informação em tempo real:** implementar sistemas de informação em tempo real, como painéis eletrônicos nas paradas e aplicativos móveis, para fornecer aos passageiros informações precisas sobre horários, atrasos e condições do serviço;

**Vias com pavimentação melhor e traçados mais harmoniosos:** melhoria no conforto a bordo, segurança, velocidade e sensação de deslocamento;

**Mais tecnologia embarcada:** integração temporal, Wi-Fi, sistemas modernos de telemetria; cartões, câmeras, sensores; Pesquisa Origem-Destino em tempo real;

**Garantir segurança:** não apenas dentro dos veículos, mas em todo o itinerário dos passageiros, incluindo pontos de parada, acessos e terminais;

**Desenvolvimento de ciclovias:** integrar o transporte coletivo com opções de ciclovias, facilitando a intermodalidade e oferecendo alternativas mais sustentáveis para deslocamentos curtos;

**Equipes qualificadas:** rapidez na flexibilidade de alterar itinerários e expandi-los;

**Programas de educação:** implementar programas educacionais para incentivar o uso do transporte público, destacando seus benefícios ambientais, sociais e econômicos;

**Acessibilidade universal:** garantir que o transporte coletivo seja acessível a todos.

# Embarque conosco nesta jornada

Finalizar este e-book é mais do que concluir uma leitura: é abrir as portas para um futuro sustentável e inovador no transporte público. Durante praticamente dois anos, as empresas de ônibus de Curitiba mergulharam no universo da eletromobilidade, testando ônibus 100% elétricos e transformando desafios em oportunidades. Uma palavra que resume todo esse trabalho é **planejamento**. Cada passo foi cuidadosamente pensado.

A **CWBUS** não apenas oferece informações detalhadas, mas também se coloca à disposição para fornecer consultoria e assessoria em eletromobilidade para o transporte público. A jornada das empresas de ônibus de Curitiba, repleta de aprendizados e desafios superados, habilita a **CWBUS** a desenhar um plano personalizado para qualquer cidade que deseje abraçar a eletromobilidade.

As experiências compartilhadas, desde os testes iniciais até as negociações e intermediações, criam um arcabouço sólido para orientar os passos de outros centros urbanos rumo a um futuro de transporte público mais limpo, eficiente e sustentável.

## Conte com a CWBUS!

Luiz Alberto Lenz César,  
Presidente-executivo da **CWBUS**

---

### Patrocinadores:





**CW** **BUS**  
**INOVAÇÃO**

赤坂4丁目6番

赤坂4丁目6番