

RELATÓRIO

Seminário



**Caminhos para a
eletromobilidade
urbana em São Paulo**

São Paulo, outubro de 2025.

EVENTO: INSTITUCIONAL

Ricardo Nunes – *Prefeito de São Paulo*

José Renato Nalini – *Secretário Executivo de Mudanças Climáticas*

Celso Jorge Caldeira – *Secretário Municipal de Mobilidade Urbana e Transporte*

Luis Felipe Vidal Arellano – *Secretário Municipal da Fazenda*

Rodrigo Kenji De Souza Ashiuchi – *Secretário Municipal do Verde e do Meio Ambiente*

Victor Hugo Borges – *Diretor Presidente da São Paulo Transportes S.A. - SPTrans*

Luciana Feldman – *Chefe de Gabinete da Secretaria Executiva de Mudanças Climáticas*

EVENTO: REALIZAÇÃO



**PREFEITURA DE
SÃO PAULO**

EVENTO: APOIO



RELATÓRIO: REALIZAÇÃO



**PREFEITURA DE
SÃO PAULO**
SECRETARIA DE
MUDANÇAS CLIMÁTICAS

RELATÓRIO: EDITORIAL E PRODUÇÃO

Fábio Mariano Espíndola – *Gerente de Mobilidade Sustentável e Eficiência Energética Urbana*

Camila Cristina da Costa Moreira – *Residente em Gestão Pública*

Mariana Teixeira Xavier – *Estagiária*

Amanda Craveiro Silva – *Estagiária*

PALAVRA DO SECRETÁRIO

ELETROMOBILIDADE EM MARCHA

A intensificação das emergências climáticas impõe à sociedade humana o compromisso de encarar com seriedade a mais grave ameaça que a humanidade já enfrentou.

São Paulo se antecipou, mercê da postura visionária do Prefeito Ricardo Nunes, ao criar uma Secretaria Executiva de Mudanças Climáticas. Atribui-se a ela a articulação de todas as demais Secretarias do Município e o diálogo com a sociedade civil, Academia, empresariado e Terceiro Setor, em busca de soluções.

Uma delas, hoje irreversível, é a eletrificação veicular. O projeto exitoso da eletromobilidade começou com os ônibus e a adoção de um modelo inteligente uniu governo e iniciativa privada, a servir de inspiração para outros municípios.

A população, destinatária dos esforços da complexa malha de envolvidos, aprovou o sistema e reconhece os efeitos benéficos de uma frota abastecida com energia limpa, silenciosa, confortável e sem comparação com os arcaicos veículos movidos a combustível fóssil.

A administração Ricardo Nunes é um paradigma de participação democrática, pois todos os interessados têm vez e voz na adoção das políticas públicas. Por isso o sucesso do evento que reuniu especialistas, estudiosos, empresários, técnicos, profissionais de várias áreas e a comunidade, para debater a governança e a escalabilidade de um projeto vencedor.

Cumprir investir nas diretrizes resultantes desse frutuoso encontro, para que São Paulo persista na meta de ampliar a frota de veículos coletivos movidos a energia elétrica, sem deixar de estimular a adoção de veículos leves também eletrificados.

A resposta será uma São Paulo mais resiliente, com benéfica e contínua redução dos gases causadores do efeito estufa e poluentes locais, a garantir incremento na saúde física e mental de todos os privilegiados habitantes da maior cidade brasileira.

José Renato Nalini

Secretário Executivo de Mudanças Climáticas de São Paulo

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	4
Painel 1 - Eletromobilidade como Vetor de Transição Energética e Justiça Climática	7
Painel 2 - Desafios da Infraestrutura de Carregamento no Brasil.....	19
Painel A1 - Planejamento da Frota de Ônibus Elétricos	29
Painel B1 - Mobilidade Elétrica Levíssima: Bicicletas, Patinetes e Motocicletas	40
Painel A2 - Mercado de Ônibus Elétricos: Visão das Montadoras	48
Painel B2 - Eletromobilidade e Segurança nas Edificações	57
Painel A3 - Financiamento da Transição Energética no Transporte Público: Estratégias e Oportunidades	63
CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
ANEXO I - PROGRAMAÇÃO.....	80
ANEXO II - IMAGENS	91

APRESENTAÇÃO

O Seminário Caminhos para a Eletromobilidade Urbana em São Paulo, realizado em 23 de setembro de 2025, no Memorial da América Latina, constituiu um espaço estratégico de diálogo técnico, institucional e político sobre os rumos da transição energética no setor de transportes urbanos. O evento reuniu mais de 300 participantes, entre representantes do poder público municipal, estadual e federal, organismos internacionais, instituições financeiras, setor produtivo, academia, operadores de transporte, especialistas técnicos e organizações da sociedade civil, refletindo a complexidade e a transversalidade do tema.

A realização do Seminário ocorreu em um contexto singular para a cidade de São Paulo. Maior metrópole da América Latina, com mais de 12 milhões de habitantes, a cidade opera diariamente um sistema de transporte coletivo por ônibus com cerca de 13.300 veículos em circulação contínua, além de concentrar uma frota superior a 8 milhões de veículos leves. Esse volume de deslocamentos confere ao setor de transportes papel central na matriz de emissões urbanas, na qualidade do ar, na saúde pública e na eficiência econômica da cidade. Nesse cenário, a eletromobilidade emerge não apenas como uma inovação tecnológica, mas como um instrumento estruturante de política pública, capaz de articular objetivos climáticos, sanitários, sociais e de desenvolvimento urbano.

Do ponto de vista conceitual, a eletromobilidade refere-se ao conjunto de soluções de transporte baseadas em sistemas de propulsão elétrica, abrangendo veículos pesados, leves e levíssimos, bem como a infraestrutura associada de recarga, armazenamento e gestão de energia. Nos veículos elétricos a bateria, a tração é realizada por motores elétricos alimentados por energia armazenada em baterias recarregáveis. Em operação, esses veículos não emitem poluentes locais, apresentam eficiência energética superior aos motores a combustão e produzem níveis significativamente menores de ruído. Entretanto, a adoção em larga escala dessa tecnologia implica desafios técnicos, regulatórios, financeiros e operacionais, especialmente relacionados à infraestrutura elétrica, à segurança, ao financiamento dos ativos e à integração com sistemas urbanos preexistentes.

Ao longo da abertura institucional do Seminário, foi enfatizado que a transição energética no transporte urbano não se restringe ao cumprimento de metas

climáticas, mas representa uma estratégia direta de promoção da saúde pública e de melhoria da qualidade de vida. A redução de emissões de material particulado e óxidos de nitrogênio está diretamente associada à diminuição de doenças respiratórias e cardiovasculares, especialmente em populações mais vulneráveis, reforçando o vínculo entre justiça climática e justiça social. Nesse sentido, São Paulo foi reiteradamente destacada como referência nacional e internacional, tanto pelo pioneirismo normativo quanto pela escala e consistência das políticas implementadas.

O Seminário também cumpriu o papel de qualificação técnica do debate público, ao reunir evidências científicas, experiências práticas e análises econômicas que demonstraram a viabilidade e os benefícios da eletrificação do transporte. Foi ressaltado que, embora o custo de aquisição dos veículos elétricos seja superior ao dos veículos a diesel, modelos inovadores de financiamento e subvenção, associados ao menor custo operacional e de manutenção ao longo do ciclo de vida, tornam a transição economicamente racional e fiscalmente responsável. A experiência paulistana, apoiada por uma ampla rede de instituições financeiras nacionais e multilaterais, foi apresentada como um caso de governança pública sofisticada, capaz de alinhar sustentabilidade ambiental, eficiência econômica e segurança jurídica.

A programação do evento foi estruturada em painéis temáticos que refletiram a complexidade sistêmica da eletromobilidade. O Painel 1 abordou a eletromobilidade como vetor de transição energética e justiça climática, ancorando o debate em evidências científicas sobre impactos na saúde, no clima e na qualidade do ar. O Painel 2 concentrou-se nos desafios da infraestrutura de carregamento, destacando a necessidade de soluções combinadas, planejamento integrado entre os setores de transporte e energia e inovação regulatória. Os Painéis A1 e A2 trataram, respectivamente, do planejamento da frota de ônibus elétricos e da visão das montadoras, explorando aspectos operacionais, industriais e de escalabilidade da produção. O Painel B1 ampliou o olhar para a mobilidade elétrica levíssima, discutindo bicicletas, patinetes e motocicletas como elementos fundamentais da mobilidade urbana sustentável e da logística de última milha. O Painel B2 examinou a integração da eletromobilidade às edificações, com foco em segurança, normatização e prevenção de riscos. Por fim, o Painel A3 aprofundou o debate sobre financiamento, apresentando o modelo paulistano como referência de engenharia financeira aplicada à transição energética.

Ao reunir esses diferentes eixos, o Seminário evidenciou que a eletromobilidade não deve ser tratada como uma política setorial isolada, mas como parte de uma transformação estrutural do sistema urbano de mobilidade. Essa transformação exige planejamento de longo prazo, coordenação interinstitucional, fortalecimento da capacidade técnica do poder público, participação ativa do setor privado e transparência na relação com a sociedade. O presente relatório sistematiza os principais conteúdos, argumentos e aprendizados apresentados ao longo do evento, com o objetivo de contribuir para o aprimoramento das políticas públicas e para a disseminação do conhecimento técnico necessário à expansão da mobilidade elétrica em São Paulo e em outras cidades brasileiras.

Painel I - Eletromobilidade como Vetor de Transição Energética e Justiça Climática

O Painel I foi moderado por Marcel Martin, Diretor-Geral do ICCT Brasil, e teve como objetivo apresentar uma visão geral da eletromobilidade no Brasil e no contexto internacional, discutindo de que forma o setor público e o setor privado vêm promovendo a transição de suas frotas. As discussões abordaram os impactos da eletromobilidade na redução de emissões de gases de efeito estufa, na melhoria da qualidade do ar e na saúde pública, bem como sua integração às agendas de desenvolvimento urbano e justiça climática, a partir de evidências científicas, experiências institucionais e casos concretos de implementação.

Adalberto Maluf - Secretário Nacional de Meio Ambiente Urbano, Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima

O Secretário Nacional Adalberto Maluf participou do Painel I por meio de mensagem em vídeo, na qual ressaltou a relevância estratégica do Seminário e parabenizou a Prefeitura de São Paulo, a Rede C40, a Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE), o ICCT e o Projeto ZEBRA pela realização do evento. Segundo Maluf, a eletrificação dos transportes configura-se como um processo irreversível em escala global, impulsionado tanto por compromissos climáticos quanto por evidências crescentes dos benefícios ambientais, sanitários e econômicos associados à substituição de frotas movidas a combustíveis fósseis.

Em sua exposição, destacou que atualmente cerca de 40% dos ônibus urbanos vendidos no mundo já são de zero emissão, e que a América Latina contabiliza mais de 7 mil ônibus elétricos em operação. No contexto brasileiro, ressaltou que o país ultrapassou recentemente a marca de mil ônibus elétricos, alcançando aproximadamente 1.200 veículos em circulação. Nesse cenário, São Paulo se destaca como referência nacional, com quase 800 ônibus elétricos a bateria e cerca de 200 veículos trólebus, totalizando aproximadamente mil veículos elétricos no transporte coletivo. Para o Secretário, esses números evidenciam a liderança da capital paulista na agenda de descarbonização do transporte urbano.

Maluf enfatizou que a eletrificação das frotas é um elemento central para o cumprimento das metas climáticas brasileiras. A Contribuição Nacionalmente

Determinada (NDC) do Brasil estabelece a redução de quase 70% das emissões de gases de efeito estufa até 2035, e identifica o transporte urbano e a logística de cargas como setores prioritários para a transição energética, devido ao seu impacto direto sobre a qualidade do ar e a saúde pública. O Secretário ressaltou que emissões provenientes do diesel podem representar entre 30% e 40% de determinados poluentes atmosféricos, como material particulado e óxidos de nitrogênio, que contribuem para a formação do ozônio troposférico e agravam doenças respiratórias e cardiovasculares.

Nesse sentido, destacou que os benefícios da eletromobilidade vão além da mitigação climática, abrangendo também a redução do ruído urbano, a melhoria da qualidade do ar e a elevação do conforto e da atratividade do transporte público, elementos fundamentais para reconquistar passageiros e fortalecer os sistemas de mobilidade coletiva. Maluf reforçou que São Paulo foi pioneira no Brasil ao instituir uma legislação municipal de clima com metas claras para a renovação da frota com veículos de zero emissão, influenciando posteriormente iniciativas em nível estadual e federal.

O Secretário também abordou a importância da governança multinível e do chamado “federalismo climático”, destacando que o Governo Federal, os estados e os municípios precisam atuar de forma coordenada para a implementação efetiva do Plano Clima Brasileiro, cuja atualização recente passou por consulta pública e incorporou metas relevantes de eletrificação e renovação de frotas, especialmente no transporte público. Ressaltou ainda que o país voltou a registrar investimentos significativos na produção nacional de veículos elétricos, tanto leves quanto pesados, fortalecendo o parque industrial brasileiro, gerando empregos e ampliando a capacidade tecnológica nacional.

Por fim, Maluf destacou a necessidade de avançar na integração entre transporte público, mobilidade ativa e redução do número de viagens motorizadas, defendendo a eletrificação máxima das frotas urbanas como estratégia prioritária. Segundo ele, a realização do Seminário representa um passo importante para aprofundar o debate técnico, financeiro e institucional necessário para acelerar a transição energética no transporte, reforçando que a eletrificação é urgente, viável e fundamental para melhorar a qualidade de vida nas cidades brasileiras, em especial na cidade de São Paulo.

Evangelina Araújo - Diretora Executiva do Instituto Ar

Evangelina Araújo construiu sua intervenção a partir de um enquadramento claro da saúde pública como eixo estruturante das decisões sobre política de transporte e transição energética, reforçando que a eletromobilidade deve ser compreendida não apenas como uma alternativa tecnológica, mas como uma estratégia de mitigação de danos sanitários, sociais e econômicos associados à poluição atmosférica urbana. Representando o Instituto Ar, organização da sociedade civil dedicada à defesa da saúde no contexto das mudanças climáticas, da poluição do ar e das desigualdades socioambientais, a painelistista destacou que o clima e a qualidade do ar constituem determinantes diretos das condições de vida da população urbana.

Logo no início de sua fala, Evangelina ressaltou a relevância política e simbólica do tema da saúde no processo decisório da cidade de São Paulo, alinhando sua apresentação à fala institucional de abertura e às diretrizes climáticas já assumidas pelo Município. Enfatizou que a incorporação explícita dos impactos à saúde na formulação de políticas de transporte representa um avanço qualitativo na agenda climática, ao traduzir metas ambientais em benefícios concretos e mensuráveis para a população.

A diretora apresentou o estudo realizado em parceria entre o Instituto Ar e o Greenpeace, publicado em 2017, como um marco técnico e político que fundamentou a revisão do artigo 50 da Política Municipal de Mudança do Clima e deu origem à chamada “Lei dos Ônibus Limpos”. Destacou que a legislação paulistana foi inovadora ao estabelecer metas obrigatórias de redução de emissões, sem impor tecnologias ou matrizes energéticas específicas, criando um modelo regulatório orientado por resultados ambientais e sanitários. Segundo Evangelina, essa abordagem foi decisiva para permitir que a cidade caminhasse progressivamente para soluções efetivamente livres de combustíveis fósseis, em consonância com os compromissos climáticos nacionais e internacionais.

Ao apresentar os resultados do estudo, Evangelina detalhou os três cenários analisados. No cenário de manutenção da matriz diesel (B7), estimou-se que, entre 2017 e 2050, aproximadamente 178 mil mortes seriam atribuíveis exclusivamente à exposição ao material particulado fino (PM_{2,5}), além de cerca de 190 mil

internações hospitalares e perdas econômicas da ordem de R\$ 54 bilhões em produtividade e R\$ 637 milhões em custos diretos de saúde. A painelistas enfatizou que esses valores evidenciam um custo oculto do transporte a diesel que recai majoritariamente sobre o sistema público de saúde.

No cenário de substituição integral da frota por ônibus elétricos a partir de 2020, os resultados indicaram a preservação de aproximadamente 13 mil vidas até 2050, número que Evangelina destacou como representativo da magnitude dos benefícios sanitários da eletrificação. Ressaltou que, embora estudos possam apresentar variações metodológicas, a convergência dos resultados aponta de forma consistente para a redução expressiva de mortalidade evitável. O estudo também apontou reduções relevantes em internações hospitalares e perdas de produtividade, reforçando que parte significativa dos recursos necessários à transição pode ser compensada pela economia gerada no sistema de saúde.

A diretora apresentou ainda um estudo mais recente do Instituto Ar, publicado em 2025, que analisou a transição do transporte rodoviário de cargas no estado de São Paulo. A pesquisa modelou diferentes cenários tecnológicos e demonstrou que caminhões elétricos a bateria apresentaram o maior potencial de mitigação, com redução estimada de 46 por cento das emissões de gases de efeito estufa até 2050 e economia de aproximadamente R\$ 5 bilhões em custos ambientais e de saúde. Em comparação, caminhões a hidrogênio reduziram 27 por cento das emissões, enquanto modelos híbridos a diesel alcançaram apenas 8 por cento. Tecnologias como gás natural e biodiesel apresentaram aumento líquido das emissões e dos custos econômicos ao longo do tempo, o que, segundo Evangelina, evidencia suas limitações como soluções estruturais de descarbonização.

Ao abordar o biodiesel, a painelistas chamou atenção para os limites físicos e territoriais dessa alternativa como solução estrutural de descarbonização. Segundo os dados apresentados, a adoção integral do B100 até 2050 exigiria cerca de 215 milhões de hectares de terras agrícolas, o que corresponde a aproximadamente 25 por cento do território nacional. Evangelina ressaltou que essa escala de demanda territorial torna o cenário inviável do ponto de vista ambiental, econômico e social, uma vez que pressiona diretamente a disponibilidade de terras para produção de alimentos, amplia riscos de desmatamento e intensifica conflitos pelo uso do solo. Além disso, destacou que a expansão dessa matriz não elimina os impactos

sanitários associados à combustão, nem resolve de forma consistente o problema das emissões locais de poluentes atmosféricos, reforçando que soluções baseadas em biocombustíveis, embora possam ter papel complementar em contextos específicos, não apresentam capacidade de substituir de maneira sustentável e permanente os combustíveis fósseis no transporte urbano de grande escala.

Evangelina contextualizou os resultados com dados nacionais de saúde pública, destacando que, entre 2013 e 2023, o Brasil gastou cerca de R\$ 25 bilhões em hospitalizações associadas a doenças relacionadas à poluição do ar. Para ela, esse dado reforça que a poluição veicular não é apenas um problema ambiental, mas um fator estruturante de pressão sobre o sistema de saúde e sobre a economia.

A apresentação incorporou também evidências internacionais consolidadas. Evangelina citou estudo publicado na revista *Environmental Research Letters*, que avaliou os impactos de diferentes políticas de redução de emissões no transporte rodoviário até 2040, abrangendo 186 países e mais de 13 mil áreas urbanas, com alta resolução espacial. O estudo demonstrou reduções significativas de mortes prematuras e de novos casos de asma pediátrica, evidenciando que políticas de eletrificação e de controle de poluentes geram benefícios sanitários expressivos, especialmente em contextos urbanos densos.

Outro estudo destacado foi o relatório da *American Lung Association*, que estimou que a transição acelerada para veículos e geração elétrica de emissão zero pode evitar cerca de 110 mil mortes, prevenir 2,78 milhões de ataques de asma e gerar benefícios econômicos superiores a US\$ 1,2 trilhão em saúde, além de US\$ 1,7 trilhão em ganhos climáticos. Evangelina ressaltou que esses benefícios variam conforme a matriz elétrica utilizada e alertou para a necessidade de incorporar a dimensão da justiça ambiental, evitando a transferência dos impactos da poluição para regiões de geração de energia.

Ao final de sua fala, a diretora enfatizou que, embora muitos dos estudos apresentados se baseiem em modelagens e projeções, a consistência dos resultados ao longo do tempo e em diferentes contextos geográficos confere robustez às conclusões. Defendeu que a eletromobilidade representa uma das estratégias mais eficazes disponíveis para reduzir emissões, melhorar a qualidade do ar e proteger a saúde da população urbana. Reforçou que a economia gerada pela redução de

internações, mortes evitáveis e perdas de produtividade deve ser considerada parte integrante da equação econômica da transição energética, posicionando a eletrificação do transporte como uma política pública de saúde, equidade e bem-estar coletivo.

Victor Hugo Borges - Diretor Presidente da SPTrans

Victor Hugo Borges apresentou um panorama abrangente dos desafios e avanços da transição energética no sistema de transporte coletivo da cidade de São Paulo, enfatizando a escala e a complexidade da operação municipal. Segundo o dirigente, o sistema paulistano conta atualmente com mais de 12 mil ônibus em circulação, responsáveis pelo transporte diário de cerca de 7 milhões de passageiros e por uma operação que percorre aproximadamente 2 milhões de quilômetros por dia em uma malha viária de cerca de 4,7 mil quilômetros. Esses números, conforme destacou, dimensionam o impacto ambiental, operacional e social das decisões relacionadas à renovação da frota.

O presidente da SPTrans contextualizou o processo de eletrificação à luz do arcabouço regulatório e das políticas públicas adotadas ao longo dos últimos anos. Recordou que o Plano Municipal de Mudança do Clima, instituído em 2009, já estabelecia diretrizes para a redução das emissões de gases de efeito estufa na cidade. Posteriormente, em 2015, com a assinatura do Acordo de Paris pelo Brasil, São Paulo passou a se inserir em compromissos mais amplos de mitigação climática. No entanto, foi a partir de 2018 que o município consolidou, por meio de legislação específica, metas claras para a substituição progressiva da frota de ônibus, incorporando de forma mais explícita a dimensão da saúde pública e da qualidade ambiental.

Borges ressaltou que um marco decisivo nesse processo ocorreu quando a Prefeitura de São Paulo definiu que não haveria mais a incorporação de ônibus movidos a diesel ao sistema municipal, direcionando de forma inequívoca a transição para tecnologias de zero emissão. Essa decisão, segundo ele, representou uma mudança estrutural na lógica de planejamento do transporte público, ao alinhar objetivos ambientais, sanitários e operacionais, além de oferecer previsibilidade ao mercado e aos operadores.

Do ponto de vista da aceitação social e operacional, o dirigente destacou que a introdução dos ônibus elétricos revelou benefícios perceptíveis para os usuários. Como exemplo, mencionou a experiência observada durante os domingos de tarifa zero, quando, em situações de coexistência entre veículos elétricos e a diesel, parte dos passageiros opta deliberadamente por aguardar o ônibus elétrico, evidenciando maior conforto, menor ruído e melhor qualidade da viagem. Para Borges, esse comportamento sinaliza uma mudança gradual na percepção da população e reforça o papel da experiência do usuário como fator de consolidação da política pública.

No campo do financiamento, Victor Hugo Borges explicou que a eletrificação da frota exigiu a construção de soluções financeiras específicas. A Prefeitura de São Paulo, valendo-se de sua capacidade de crédito, estruturou financiamentos da ordem de bilhões de reais para viabilizar a aquisição dos veículos elétricos, reduzindo barreiras iniciais enfrentadas pelos concessionários. Segundo ele, embora houvesse, no início, incertezas quanto à capacidade produtiva da indústria em atender à demanda em escala, esse desafio foi superado à medida que o mercado respondeu positivamente aos estímulos e à previsibilidade gerada pelo poder público.

O principal desafio apontado pelo presidente da SPTrans concentrou-se na infraestrutura de recarga e no fornecimento de energia elétrica. Borges destacou que a disponibilidade de energia nas garagens é condição indispensável para a incorporação de novos ônibus elétricos, uma vez que veículos sem infraestrutura adequada permanecem inoperantes. Ele explicou que, atualmente, grande parte das garagens opera com fornecimento em média tensão, o que atende à frota existente, mas tende a se tornar um gargalo à medida que a eletrificação avança. A migração para soluções em alta tensão, embora tecnicamente viável, implica custos elevados e prazos incompatíveis com o ritmo de expansão desejado, sobretudo considerando o horizonte das concessões vigentes.

Diante desse cenário, Borges ressaltou a necessidade de buscar soluções complementares e inovadoras, citando, por exemplo, sistemas de armazenamento de energia como alternativas para ampliar a capacidade operacional das garagens sem depender exclusivamente de grandes investimentos em infraestrutura elétrica convencional. Ele enfatizou que nenhuma solução isolada será suficiente e que a transição exige flexibilidade, coordenação regulatória e adaptação contínua.

Ao tratar das metas futuras, o dirigente reafirmou o compromisso da SPTrans em alcançar a marca de 2.200 ônibus elétricos em operação até 2028, destacando que esse objetivo está diretamente associado à redução da poluição atmosférica, à melhoria da saúde pública e ao aumento do conforto dos usuários. Para ele, o cumprimento e a eventual antecipação dessas metas dependem da atuação coordenada entre poder público, concessionárias, indústria, setor elétrico e órgãos reguladores.

Victor Hugo Borges concluiu sua fala ressaltando que a transição energética no transporte coletivo de São Paulo tem como finalidade última o atendimento ao cidadão. Segundo ele, a eletrificação da frota não é apenas uma mudança tecnológica, mas uma política pública orientada à melhoria da qualidade de vida urbana, à proteção ambiental e à oferta de um transporte público mais eficiente, confortável e alinhado às expectativas da população paulistana.

Saori Yano - Líder de Sustentabilidade da Amazon

Saori Yano apresentou a perspectiva do setor privado a partir da experiência da Amazon na descarbonização de suas operações logísticas, destacando que o transporte é o principal vetor de emissões associadas ao modelo de negócios da empresa. Segundo a executiva, a agenda de eletrificação e de redução de emissões no transporte constitui uma prioridade estratégica global para a Amazon, uma vez que a eficiência logística e a sustentabilidade ambiental estão diretamente interligadas.

A palestrante contextualizou a atuação da empresa a partir de seus compromissos climáticos globais, ressaltando a criação, em 2019, do *The Climate Pledge*, iniciativa cofundada pela Amazon com o objetivo de alcançar a neutralidade de carbono até 2040, dez anos antes do prazo estabelecido pelo Acordo de Paris. Esse compromisso, conforme explicou, envolve não apenas ações internas, mas também a mobilização de parceiros e de outros atores do mercado, formando um ecossistema de empresas signatárias engajadas na criação e na escala de soluções de baixo carbono. Atualmente, o *The Climate Pledge* reúne centenas de empresas no mundo, incluindo organizações brasileiras de diferentes segmentos.

No contexto nacional, Saori destacou a participação da Amazon em iniciativas apoiadas pelo *The Climate Pledge* em parceria com o *C40 Cities*, como o

projeto *Laneshift*, voltado à aceleração da mobilidade elétrica em cidades brasileiras. Ela explicou que, no Brasil, o projeto teve foco específico em duas cidades, Rio de Janeiro e Curitiba, com abordagens adaptadas às realidades locais. Em Curitiba, as ações concentraram-se no transporte de serviços públicos, enquanto no Rio de Janeiro o foco esteve no transporte de carga urbana, segmento diretamente relacionado às operações logísticas da Amazon. Entre as iniciativas mencionadas, destacam-se incentivos operacionais, como isenção de taxas de estacionamento para veículos elétricos, e a implantação de infraestrutura de recarga com apoio do projeto, combinando estímulos econômicos, coleta de dados operacionais e aprendizagem institucional.

A executiva ressaltou que a eletrificação, embora central, é apenas uma das estratégias para a descarbonização do transporte. Em um país de dimensões continentais como o Brasil, a Amazon adota uma abordagem mais ampla, que inclui a otimização de rotas, o uso intensivo de dados e inteligência artificial, a melhoria da ocupação dos veículos e a racionalização das embalagens, de modo a reduzir deslocamentos desnecessários e emissões associadas. Nesse sentido, Saori enfatizou que a descarbonização deve ser compreendida como um conjunto de soluções complementares, das quais a eletrificação é um meio relevante, mas não exclusivo.

Como exemplo concreto, Saori Yano apresentou a parceria da Amazon com a empresa TudoGreen, responsável por operações de entrega de última milha. Segundo ela, o projeto teve início em 2022 como um piloto em uma única estação, com volume reduzido de entregas diárias realizadas exclusivamente com veículos elétricos. A partir da consolidação dos aprendizados, a iniciativa foi progressivamente ampliada e, em 2025, já abrangia cerca de 120 cidades, incluindo São Paulo e a região metropolitana de Belo Horizonte, com aproximadamente 470 veículos elétricos operando em entregas de última milha. A executiva destacou que essa expansão permitiu à empresa compreender melhor os desafios relacionados à infraestrutura, à operação e à escalabilidade do modelo.

Saori também abordou os desafios econômicos associados à eletrificação, em especial a busca por um custo total de propriedade (TCO) competitivo. Segundo ela, embora a paridade de custos ainda não tenha sido plenamente alcançada em todos os contextos, a Amazon vem adotando estratégias complementares para viabilizar a transição, como programas de consolidação de entregas. Citou, como exemplo, a

iniciativa Amazon Day, que permite aos clientes escolherem um único dia da semana para o recebimento de múltiplos pedidos, reduzindo a frequência de entregas, otimizando rotas, diminuindo o uso de embalagens e gerando economias operacionais que podem ser reinvestidas em soluções de menor emissão.

No que se refere à matriz energética, Saori ressaltou a importância de alinhar a eletrificação ao uso de fontes renováveis. Ela informou que todas as unidades operacionais da Amazon no Brasil são abastecidas com energia elétrica de origem renovável e que há um esforço contínuo para que parceiros logísticos adotem o mesmo padrão. No caso da TudoGreen, por exemplo, parte significativa das estações de operação já utiliza energia renovável, com a meta de ampliar esse percentual gradualmente.

A palestrante concluiu sua fala enfatizando o papel do setor privado na indução de mudanças estruturais, especialmente quando empresas de grande escala utilizam sua capacidade de compra, operação e articulação para sinalizar demanda, reduzir riscos e acelerar a criação de soluções. Para Saori Yano, a experiência da Amazon demonstra que a eletrificação e a descarbonização do transporte são viáveis quando combinam compromissos claros, projetos-piloto, aprendizagem contínua e parcerias com o poder público e outros atores do ecossistema. Ela reforçou que a transição energética no transporte urbano representa não apenas uma resposta às mudanças climáticas, mas também uma oportunidade de inovação, eficiência operacional e melhoria da qualidade de vida nas cidades.

João Guilherme Hannud - CEO da Cicloway e membro do Conselho Diretor da ABVE

João Guilherme Hannud trouxe ao debate a perspectiva da micromobilidade elétrica como vetor estratégico de inclusão social, eficiência econômica e transformação estrutural dos sistemas de mobilidade urbana. Em sua fala, destacou que a eletromobilidade não deve ser compreendida apenas a partir dos grandes modais, como ônibus e automóveis, mas também, e de forma decisiva, por meio de soluções de mobilidade elétrica de baixo custo, capazes de ampliar o acesso ao deslocamento individual e produtivo em contextos urbanos complexos como o brasileiro.

O palestrante resgatou o papel histórico da indústria nacional no desenvolvimento de veículos elétricos, mencionando o pioneirismo brasileiro ainda na década de 1970, e ressaltou que a micromobilidade elétrica representa uma oportunidade concreta de retomar essa tradição, adaptando-a aos desafios contemporâneos de inclusão social, segurança viária e sustentabilidade ambiental. Segundo João Guilherme, o debate sobre eletromobilidade deve ir além da substituição tecnológica e incorporar uma reflexão mais ampla sobre o desperdício estrutural de capital humano no país.

Nesse sentido, destacou que um dos maiores desafios enfrentados pelo Brasil é a existência de uma parcela expressiva da população economicamente ativa em situação de subutilização ou exclusão produtiva, o que se relaciona diretamente à dificuldade de acesso a meios de deslocamento seguros, acessíveis e economicamente viáveis. Para o palestrante, não há mobilidade social possível sem mobilidade individual, e a micromobilidade elétrica surge como uma ferramenta concreta para viabilizar o acesso ao trabalho, à renda e à autonomia para milhões de pessoas.

João Guilherme enfatizou que veículos elétricos leves apresentam custos operacionais extremamente reduzidos, com consumo energético significativamente inferior aos modais tradicionais, o que os torna particularmente adequados para atividades de logística urbana, serviços de entrega, coleta e outras funções essenciais ao funcionamento das cidades. Segundo ele, soluções de micromobilidade elétrica permitem percorrer longas distâncias com custos mínimos de energia, sem demandar infraestrutura complexa de recarga, podendo ser abastecidas em tomadas convencionais.

O palestrante também abordou a dimensão da segurança viária, ressaltando que o Brasil registra elevados índices de acidentes de trânsito, especialmente envolvendo motocicletas utilizadas em atividades de abastecimento e logística urbana. Para João Guilherme, a adoção de veículos elétricos leves, projetados especificamente para usos urbanos e profissionais, pode contribuir para a redução de fatalidades, ao oferecer alternativas mais estáveis, seguras e adequadas às condições reais de circulação nas cidades.

A partir da experiência da CicloWay, João Guilherme apresentou exemplos de aplicações práticas da micromobilidade elétrica em diferentes contextos, incluindo projetos voltados à logística de última milha, à coleta de resíduos e ao transporte de trabalhadores. Segundo ele, a empresa desenvolve soluções adaptadas às necessidades específicas de cada operação, reforçando a ideia de que não existe uma única resposta tecnológica para os desafios da mobilidade urbana, mas sim um conjunto diversificado de soluções complementares.

Em sua fala, destacou ainda que políticas públicas voltadas à mobilidade não devem se limitar à substituição de combustíveis ou à adoção de grandes veículos, mas precisam considerar de forma integrada a diversidade de deslocamentos urbanos e os diferentes perfis de usuários. Para João Guilherme, incentivar a micromobilidade elétrica de baixo custo pode gerar impactos positivos simultâneos na inclusão social, na redução da poluição, na diminuição do ruído urbano e na melhoria das condições de trabalho de milhares de pessoas que hoje dependem de meios precários de deslocamento.

Ao concluir, o palestrante reforçou que a eletromobilidade deve ser entendida como uma estratégia abrangente de transformação urbana, capaz de reduzir sofrimento social, ampliar oportunidades econômicas e tornar as cidades mais eficientes e humanas. Segundo ele, aprender com experiências internacionais, especialmente de países que utilizaram a micromobilidade elétrica como instrumento de desenvolvimento social e econômico, pode oferecer lições valiosas para o contexto brasileiro e para cidades como São Paulo, que enfrentam simultaneamente desafios de escala, desigualdade e sustentabilidade.

Painel 2 - Desafios da Infraestrutura de Carregamento no Brasil

O Painel 2 foi moderado por André Ciepliski, Pesquisador Sênior do ICCT, e abordou os principais desafios associados à expansão da infraestrutura de carregamento de veículos elétricos no Brasil, a partir de experiências concretas de governos locais, empresas de energia, operadores de recarga, integradores tecnológicos e do órgão regulador do setor elétrico. As discussões evidenciaram que não existe uma solução única para o carregamento, sendo necessário adotar abordagens combinadas que considerem planejamento urbano, disponibilidade energética, custos de conexão, modelos de negócio, armazenamento de energia, regulação tarifária e uso eficiente da infraestrutura existente. Também foi destacado que a coordenação entre os setores de transporte e energia, bem como a articulação entre entes públicos, iniciativa privada e reguladores, é elemento central para viabilizar a expansão segura, econômica e escalável da eletromobilidade no país.

Guillermo Petzhold - Prefeitura de Salvador

Guilherme Pezthold apresentou a experiência da Prefeitura de Salvador na implantação da infraestrutura de recarga para ônibus elétricos, destacando a decisão estratégica do Município de assumir um papel ativo na implantação de eletroterminais públicos como forma de mitigar riscos, acelerar a transição energética e viabilizar a operação dos veículos elétricos no transporte coletivo.

Em sua fala, explicou que Salvador iniciou o processo de eletrificação com um foco claro nas linhas do sistema BRT, o que permitiu delimitar, desde o início, os itinerários prioritários, as necessidades operacionais e a localização estratégica da infraestrutura de recarga. Atualmente, o Município já opera ônibus elétricos em circulação regular e implantou um eletroterminal público junto à cabeceira do BRT, considerado, até o momento, o maior eletroterminal público do país.

Segundo o palestrante, a decisão de realizar o investimento inicial com recursos públicos esteve diretamente associada à alocação de riscos. Diante de uma tecnologia ainda nova para os operadores e concessionários, a Prefeitura optou por assumir a responsabilidade pela infraestrutura de recarga, reduzindo incertezas operacionais e financeiras para os operadores privados e criando condições mais favoráveis para a adoção dos ônibus elétricos.

Guilherme destacou que o eletroterminal foi concebido não apenas como um ativo operacional, mas também como um ativo estratégico do Município, com potencial de uso futuro em projetos de exploração econômica, concessões ou ampliação para outros tipos de veículos elétricos. A infraestrutura instalada conta com estações de recarga convencionais do tipo plug-in, subestação dedicada e integração com o sistema de transporte, permitindo o carregamento dos veículos durante os períodos de entropico da operação.

Outro ponto central da apresentação foi a importância da articulação intersetorial dentro da administração municipal. O palestrante ressaltou que a implantação da infraestrutura de recarga exigiu a cooperação entre diferentes secretarias e órgãos, em especial aqueles com experiência prévia no setor elétrico. Em Salvador, essa articulação envolveu áreas responsáveis pela iluminação pública e pela gestão energética, que contribuíram com conhecimento técnico sobre normas, procedimentos e interlocução com a distribuidora de energia.

No que se refere aos desafios técnicos, Guilherme chamou atenção para os limites da média tensão e para os elevados custos associados à implantação de infraestrutura em alta tensão, especialmente em áreas urbanas densas. Citou exemplos concretos em que a distância até a subestação de alta tensão tornaria o investimento financeiramente inviável, reforçando a necessidade de soluções criativas, como o uso de sistemas de armazenamento de energia, a priorização da média tensão e o planejamento territorial cuidadoso da localização dos eletroterminais.

A experiência de Salvador também evidenciou a importância do planejamento antecipado da infraestrutura em relação à chegada dos veículos. O palestrante enfatizou que a infraestrutura de recarga precisa estar disponível antes da operação dos ônibus elétricos, sob risco de comprometer a confiabilidade do sistema e a credibilidade da política pública. Nesse sentido, a Prefeitura adotou uma abordagem gradual e orientada por critérios operacionais, priorizando locais com menor quilometragem morta e maior eficiência logística.

Por fim, Guilherme destacou que Salvador já avança na estruturação de uma operação de crédito com o Banco Mundial para a aquisição de novos ônibus elétricos, com a meta de atingir, até 2028, cerca de 50% da frota do BRT eletrificada. A experiência apresentada reforça que o protagonismo municipal na infraestrutura de recarga, aliado ao planejamento integrado e à cooperação

institucional, pode acelerar significativamente a transição energética no transporte público urbano.

Rodrigo Lima - Diretor Executivo da Matrix Energia

Rodrigo Lima apresentou uma abordagem sistêmica sobre os desafios energéticos associados à expansão da eletromobidade, enfatizando que a eletrificação das frotas representa uma mudança estrutural no paradigma operacional do transporte. Segundo o executivo, à medida que o diesel deixa de ser o combustível central, a energia elétrica passa a assumir papel estratégico, tornando a confiabilidade do fornecimento, a gestão da demanda e a resiliência da infraestrutura fatores críticos para a continuidade da operação.

Em sua exposição, destacou que um dos principais gargalos da eletrificação em larga escala não está na disponibilidade sistêmica de energia, mas na capacidade de entrega dessa energia nos locais e horários em que a demanda se concentra, especialmente nas garagens de ônibus. O retorno simultâneo de grandes volumes de veículos no período noturno gera picos de carga que frequentemente superam a capacidade disponível da rede de distribuição em média tensão, criando restrições técnicas e econômicas para a expansão da frota elétrica.

Nesse contexto, Rodrigo Lima apresentou os sistemas de armazenamento de energia em baterias (BESS¹) como uma solução estratégica para otimizar o uso da infraestrutura elétrica existente. Esses sistemas permitem o carregamento gradual das baterias ao longo do dia, em períodos de menor demanda, e sua posterior descarga concentrada nos momentos críticos de recarga dos ônibus. Essa lógica reduz a dependência de reforços imediatos da rede, mitiga picos de demanda e amplia significativamente a capacidade operacional das garagens.

A partir de experiências concretas apresentadas, o executivo indicou que a adoção de sistemas de armazenamento pode multiplicar em três, quatro ou até cinco vezes o número de ônibus elétricos atendidos por uma mesma conexão elétrica, funcionando como uma solução de transição enquanto projetos de maior complexidade, como a migração para alta tensão, são avaliados ou têm sua

¹ BESS (*Battery Energy Storage System*): sistema de armazenamento de energia elétrica em baterias, utilizado para acumular energia em períodos de menor demanda e disponibilizá-la nos horários de pico, auxiliando no balanceamento da rede elétrica e no atendimento à recarga de veículos elétricos quando a infraestrutura disponível é limitada.

implantação concluída. Essa abordagem se mostra particularmente relevante em cidades densas como São Paulo, onde restrições fundiárias, ambientais e regulatórias tornam a implantação de infraestrutura de alta tensão mais onerosa e demorada.

Outro ponto central da apresentação foi o papel do armazenamento de energia na garantia da segurança energética. Rodrigo ressaltou que, em um cenário de eventos climáticos extremos e maior estresse sobre o sistema elétrico, os BESS permitem manter a operação mesmo em situações de interrupção temporária do fornecimento pela concessionária, reduzindo riscos operacionais e aumentando a confiabilidade do transporte público elétrico.

A fala também abordou a integração entre infraestrutura física e gestão energética. Como comercializadora varejista independente, a Matrix Energia atua no mercado livre, possibilitando que garagens de ônibus tenham acesso a energia de origem renovável a custos mais competitivos. Essa combinação entre armazenamento, fornecimento de energia limpa e gestão do consumo contribui para reduzir o custo operacional da eletrificação, ao mesmo tempo em que assegura coerência ambiental à política pública, alinhando a fonte energética aos objetivos de descarbonização.

Rodrigo Lima destacou ainda que a experiência internacional reforça a viabilidade desse modelo. A partir de visitas técnicas a cidades com frotas amplamente eletrificadas, como Shenzhen, observou-se não apenas a redução expressiva das emissões atmosféricas, mas também ganhos urbanos adicionais, como a diminuição significativa da poluição sonora e a melhoria da qualidade ambiental nos corredores de transporte.

Por fim, o executivo enfatizou que, diante das limitações estruturais das grandes metrópoles, soluções baseadas exclusivamente na expansão convencional da rede elétrica tendem a ser insuficientes ou excessivamente custosas no curto prazo. Nesse sentido, a combinação entre sistemas de armazenamento de energia, planejamento da demanda, acesso ao mercado livre e coordenação com o poder público emerge como um caminho tecnicamente robusto e economicamente viável para sustentar a expansão acelerada da eletromobidade, garantindo resiliência, eficiência e continuidade operacional ao sistema de transporte urbano.

Davi Bertoncello - Diretor Executivo da Tupi

Davi Bertoncello apresentou uma análise centrada na evolução recente da infraestrutura de recarga no Brasil, destacando que o país atravessa um momento de transição qualitativa no debate sobre eletromobilidade. Segundo o executivo, o foco do setor deixa gradualmente de ser a mera contagem de pontos de recarga e passa a incorporar métricas mais sofisticadas, como potência instalada, taxa de utilização e eficiência operacional da rede.

Em sua exposição, ressaltou que o Brasil alcançou, em 2025, cerca de 17 mil pontos de recarga públicos, dos quais aproximadamente 4 mil são carregadores de corrente contínua (DC), de maior potência. Mais relevante do que o crescimento numérico, entretanto, é a redução expressiva dos custos de implantação ao longo dos últimos anos. De acordo com Bertoncello, investimentos que anteriormente permitiam a instalação de um único carregador DC hoje viabilizam a implantação de múltiplos equipamentos, ampliando a atratividade econômica do setor e estimulando a entrada de novos investidores.

O executivo enfatizou que a Tupi atua como plataforma de integração e gestão da infraestrutura de recarga, conectando operadores, usuários e diferentes modelos de negócio. Atualmente, cerca de 240 mil veículos eletrificados estão conectados à plataforma, de um universo estimado em 280 mil veículos plug-in no país. Esse ecossistema permitiu à empresa gerenciar mais de 24 GWh de energia desde o início da operação, evidenciando o rápido crescimento do mercado. Bertoncello destacou que, enquanto nos primeiros anos foram necessários três anos para atingir o primeiro gigawatt-hora, atualmente a plataforma registra volumes mensais superiores a 2,5 GWh, sinalizando uma aceleração consistente da adoção.

Um dos pontos centrais da fala foi a importância da taxa de utilização da infraestrutura como fator crítico para a sustentabilidade financeira dos investimentos. Bertoncello observou que, em média, carregadores públicos operam com taxas de utilização em torno de 10%, enquanto redes mais integradas e bem geridas podem superar 25%. Essa diferença, segundo ele, é decisiva para reduzir o tempo de

retorno do capital investido e dar maior previsibilidade aos operadores de infraestrutura, conhecidos como CPOs².

Nesse contexto, destacou a diversidade de perfis de investidores que vêm ingressando no setor, desde grandes empresas de energia até operadores tradicionais de postos de combustíveis, que passam a reposicionar seus ativos frente à transição energética. Para esse público, a previsibilidade regulatória, a interoperabilidade entre sistemas e a garantia de uma experiência simples para o usuário final são elementos fundamentais para viabilizar investimentos de longo prazo.

Bertoncello ressaltou ainda que o Brasil construiu seu ecossistema de eletromobilidade majoritariamente a partir da iniciativa privada, o que permitiu uma evolução relativamente alinhada às melhores práticas internacionais. Segundo ele, o país conseguiu estruturar um mercado no qual diferentes atores atuam de forma complementar, com especialização de funções, evitando sobreposições ineficientes e fortalecendo a cadeia como um todo.

Ao abordar a distribuição territorial da infraestrutura, destacou que São Paulo se consolidou como o principal polo nacional, concentrando cerca de 28% da infraestrutura do país, sendo aproximadamente metade desse total localizada no próprio município. Essa concentração, entretanto, traz novos desafios, especialmente a necessidade de expandir a rede para cidades do interior e outras regiões, acompanhando o deslocamento recente da demanda por veículos elétricos para além das capitais.

Por fim, o executivo enfatizou que a infraestrutura de recarga não deve ser compreendida como um obstáculo estrutural à eletromobilidade no Brasil, mas como um componente em rápida evolução. Segundo ele, a relação entre número de veículos e pontos de recarga no país já se aproxima de padrões considerados adequados internacionalmente, com cerca de 18 veículos por ponto público. O desafio futuro reside menos na quantidade absoluta de infraestrutura e mais na sua

² CPO (*Charging Point Operator*): operador responsável pela implantação, operação, manutenção e gestão comercial de pontos de recarga para veículos elétricos, incluindo a definição de tarifas, monitoramento do uso e integração dos carregadores a sistemas de pagamento e interoperabilidade.

distribuição espacial, integração tecnológica e capacidade de atender, com eficiência, as necessidades do usuário final.

Gustavo Tannure – CEO da EZVolt

Gustavo Tannure apresentou uma leitura operacional da infraestrutura de recarga no contexto da eletrificação de frotas, com foco especial no transporte coletivo urbano. A partir da experiência direta da EZVolt na cidade de São Paulo, destacou que o avanço da eletromobilidade deixou de ser um exercício teórico e passou a demandar soluções concretas de engenharia, operação e gestão energética em larga escala.

O executivo ressaltou que a EZVolt atua predominantemente na implantação e operação de sistemas de recarga para frotas, estando presente em dezenas de garagens de ônibus eletrificadas na capital paulista. Essa atuação permitiu acompanhar, de forma contínua, a curva de aprendizado dos operadores desde as primeiras experiências até a consolidação atual da operação elétrica como alternativa técnica e economicamente viável.

Segundo Tannure, nos estágios iniciais da transição, muitos operadores encaravam a eletrificação como uma obrigação regulatória, associada a riscos operacionais e incertezas financeiras. Com o amadurecimento da operação, entretanto, a percepção mudou de forma significativa. A experiência prática demonstrou que os ônibus elétricos apresentam maior disponibilidade operacional, menor tempo de parada para manutenção e redução expressiva de custos associados a peças, componentes mecânicos e consumo energético quando comparados aos veículos a diesel.

O palestrante enfatizou que a transição para a eletromobilidade representa uma mudança tecnológica de ruptura, e não apenas uma substituição incremental. Diferentemente da evolução gradual observada em padrões como o Euro 6, a migração para ônibus elétricos exige novas competências, processos e ferramentas de gestão. Entre os desafios destacados estão a adequação da autonomia dos veículos, o planejamento preciso das janelas de recarga, a capacitação dos motoristas e a implementação de sistemas de telemetria capazes de monitorar consumo energético e desempenho operacional em tempo real.

Nesse contexto, Tannure destacou que a gestão da recarga é um elemento central para o sucesso da operação. A EZVolt atua no dimensionamento técnico das soluções, na seleção de equipamentos adequados e, sobretudo, na operação integrada dos sistemas de carregamento. A empresa desenvolve plataformas capazes de consolidar dados de consumo, quilometragem e desempenho dos veículos, permitindo que essas informações sejam integradas aos sistemas de gestão das operadoras e utilizadas para tomada de decisão.

O executivo observou que a infraestrutura elétrica impõe limitações físicas e regulatórias que exigem soluções criativas e adaptadas à realidade de cada garagem. Garagens de grande porte, com centenas de veículos, dificilmente conseguem concentrar toda a recarga em um único período ou em um único ponto, o que demanda estratégias híbridas, como recarga distribuída, carregamento fora da garagem, recarga de oportunidade em terminais e o uso combinado de diferentes níveis de potência.

Tannure destacou ainda que, embora os investimentos iniciais em ônibus elétricos e infraestrutura sejam elevados, o custo total de propriedade tende a se tornar favorável ao longo da vida útil dos veículos, especialmente em operações de alta quilometragem, como o transporte coletivo urbano. A economia com manutenção, aliada à redução do custo energético em relação ao diesel, contribui para compensar o investimento inicial, desde que a operação seja bem planejada e gerida.

Por fim, o palestrante ressaltou que o sucesso da transição depende de uma abordagem gradual e assistida. A experiência acumulada ao longo dos últimos anos mostrou que a eletrificação bem-sucedida resulta da combinação entre planejamento técnico rigoroso, gestão de dados, capacitação das equipes e suporte contínuo aos operadores. Para Tannure, a infraestrutura de recarga não deve ser vista como um entrave intransponível, mas como um sistema em evolução, que se fortalece à medida que a experiência prática se acumula e as soluções se tornam mais sofisticadas e integradas.

Dijane Maria Soares Fontan Melo - Coordenadora de Transição Energética da ANEEL

Dijane Maria Soares Fontan Melo apresentou a perspectiva da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) sobre os desafios regulatórios associados à expansão da infraestrutura de carregamento de veículos elétricos no Brasil, destacando o papel da agência na garantia da segurança energética, da modicidade tarifária e da sustentabilidade do sistema elétrico diante da aceleração da transição energética.

Em sua fala, explicou que a ANEEL atua como órgão regulador do setor elétrico federal, sendo responsável pela regulação e fiscalização dos contratos de concessão de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, bem como pela definição das tarifas. Nesse contexto, ressaltou que a eletrificação do transporte representa um novo vetor de demanda estrutural para o setor elétrico, exigindo adaptações regulatórias e institucionais para acomodar esse crescimento de forma segura e economicamente equilibrada.

A palestrante destacou que, diferentemente de outros países, o Brasil já dispõe de uma matriz elétrica majoritariamente renovável, o que posiciona o país em um patamar avançado da transição energética. Assim, o desafio brasileiro não está na descarbonização da geração de energia, mas na utilização estratégica dessa eletricidade limpa para promover a descarbonização de outros setores, em especial o transporte. Nesse sentido, a infraestrutura de recarga passa a ser elemento central para viabilizar essa integração setorial.

Dijane explicou que, desde 2018, a ANEEL definiu que a atividade de recarga de veículos elétricos não configura um serviço público regulado, permitindo que qualquer agente econômico possa prestar esse serviço, inclusive novos empreendedores e distribuidoras de energia. Essa diretriz regulatória, segundo ela, foi fundamental para a criação de um ambiente favorável ao surgimento e à consolidação de modelos de negócio privados no setor de carregamento, contribuindo para a expansão da infraestrutura no país.

No entanto, ressaltou que o avanço acelerado da eletromobidade impõe novos desafios ao modelo vigente de acesso à rede elétrica. Embora qualquer consumidor tenha o direito de solicitar conexão ao sistema de distribuição, a

concessionária deve garantir que essa conexão ocorra com segurança técnica, respeitando os limites da rede existente. A palestrante observou que o atual arcabouço regulatório foi concebido para atender a um crescimento vegetativo da demanda, e não a uma expansão concentrada e intensiva como a gerada pela eletrificação de frotas.

Nesse contexto, Dijane apontou que a ANEEL reconhece a necessidade de aprimorar os critérios de conexão à rede elétrica, de modo a permitir maior flexibilidade, sem comprometer a segurança do sistema ou gerar impactos excessivos sobre as tarifas de energia. Segundo ela, a questão do acesso à infraestrutura de distribuição está incluída na Agenda Regulatória da agência, e alterações na regulamentação estão em processo de avaliação, respeitando os ritos formais de consulta e deliberação.

A palestrante também destacou a importância de uma maior integração entre o setor elétrico e o setor de transportes, observando que muitos dos desafios enfrentados decorrem do desconhecimento mútuo entre os dois campos. Para ela, compreender as especificidades operacionais das garagens de ônibus, dos terminais e das rotas urbanas é fundamental para que o setor elétrico possa oferecer soluções mais adequadas às demandas da mobilidade elétrica.

Entre os caminhos apontados, Dijane mencionou a relevância de mapear a capacidade disponível da rede elétrica nos territórios urbanos, identificando áreas com maior ou menor possibilidade de atendimento a novas cargas. Segundo ela, a disponibilização dessas informações pode apoiar o planejamento das cidades e dos operadores, permitindo decisões mais eficientes sobre a localização de garagens, eletroterminais e pontos de recarga.

Por fim, ressaltou que a ANEEL tem buscado avançar tanto por meio de ajustes regulatórios estruturais quanto pela autorização de projetos-piloto e soluções específicas para casos concretos, de forma a viabilizar a transição energética no transporte sem comprometer a estabilidade do sistema elétrico. A palestrante concluiu destacando que o diálogo com municípios, operadores, empresas privadas e organismos técnicos é essencial para construir soluções regulatórias compatíveis com a velocidade e a complexidade da eletromobilidade urbana.

Painel A I - Planejamento da Frota de Ônibus Elétricos

O Painel A I foi moderado por Fábio Mariano Espíndola, Gerente de Mobilidade Sustentável e Eficiência Energética Urbana na SECLIMA, e teve como foco as estratégias para ampliar e operacionalizar a transição da frota de ônibus elétricos em São Paulo. As discussões abordaram aspectos de planejamento operacional, governança, financiamento, tecnologia e infraestrutura de recarga, com base em aprendizados práticos da gestão pública, da indústria, dos operadores e dos fornecedores de soluções, evidenciando os desafios e oportunidades para a consolidação da eletrificação do transporte coletivo.

Alferes Soares Alves - Gerente de Desenvolvimento e Inovação Tecnológica da SPTrans

Alferes Soares Alves iniciou sua apresentação contextualizando o papel institucional da São Paulo Transporte S.A. (SPTrans), destacando que a empresa atua como gestora, e não operadora, do sistema de transporte público por ônibus da Cidade de São Paulo. Entre as atribuições centrais da empresa estão o planejamento, programação, fiscalização dos serviços, controle da receita e da remuneração das operadoras, além do fomento ao desenvolvimento tecnológico do sistema, com foco em conforto, acessibilidade e preservação ambiental. O sistema gerido pela SPTrans atende cerca de 7 milhões de passageiros por dia, opera 1.318 linhas e conta com uma frota de aproximadamente 13.437 veículos, distribuídos em diferentes tipologias e regiões operacionais da cidade.

O representante apresentou também aspectos estruturais e operacionais do sistema, como a divisão da cidade em áreas operacionais, a classificação da frota por grupos estruturais e de distribuição e a padronização técnica dos veículos. Ressaltou que todos esses parâmetros estão consolidados em um amplo acervo técnico da SPTrans, composto por manuais de padrões técnicos, de identidade visual e de requisitos específicos para veículos elétricos, os quais são aplicados contratualmente às concessionárias e disponibilizados publicamente no site da empresa.

Ao tratar da eletromobilidade, Alferes destacou que a transição energética no transporte coletivo de São Paulo possui respaldo legal nas leis municipais de redução de emissões, que estabeleceram metas progressivas de substituição de combustíveis

fósseis. Nesse contexto, explicou que a introdução dos ônibus elétricos a bateria teve início em 2019, com uma frota piloto de 18 veículos operando na garagem da concessionária Transwolff. Para viabilizar esse projeto, a SPTrans realizou estudos conjuntos com a concessionária de energia à época, que indicaram a existência de potência disponível para eletrificação das garagens, ainda que fosse necessária a repotencialização de circuitos elétricos para atender demandas da ordem de 2.500 kW.

A escolha da garagem e da linha piloto seguiu critérios técnicos e operacionais definidos pela equipe de engenharia da SPTrans, considerando fatores como autonomia dos veículos, quilometragem diária, nível de ocupação das linhas e proximidade com a infraestrutura elétrica. A frota piloto operou com carregadores de corrente alternada, em um modelo de solução integrada que englobava infraestrutura, veículos e fornecimento de energia. Paralelamente, foram definidos requisitos técnicos mínimos para os ônibus elétricos, incluindo autonomia de aproximadamente 250 km, tempo de recarga, sistemas de segurança e testes de desempenho, todos validados pela engenharia da SPTrans antes da homologação dos veículos no sistema.

Alferes ressaltou ainda que a eletromobilidade não é um conceito novo na cidade, lembrando que São Paulo já operava sistemas elétricos desde o início do século XX, com os bondes, e desde 1949 com os trólebus, dos quais ainda operavam, quando da realização do Seminário, 201 veículos. A atual fase da eletrificação, no entanto, representa a introdução dos ônibus elétricos a bateria em larga escala, exigindo uma infraestrutura elétrica mais complexa e diversificada.

Em termos de infraestrutura, explicou que a eletrificação das garagens ocorre majoritariamente em média tensão (13.200 V), padrão A4 da ANEEL, podendo, em casos de maior demanda, evoluir para alta tensão (acima de 88 kV), padrão A2. O projeto avançou em três fases principais: a fase piloto, com 18 veículos e carregadores de 80 kW; a fase emergencial, que aproveitou a capacidade ociosa de energia existente nas garagens; e a fase atual, caracterizada pela expansão estruturada da infraestrutura. No momento da apresentação, o sistema contava com aproximadamente 760 ônibus elétricos a bateria, além de 201 trólebus, totalizando 271 pontos de recarga distribuídos em 32 instalações.

Alferes apresentou dados comparativos de custos operacionais, indicando que o custo energético do ônibus elétrico a bateria representa cerca de 28,7% do custo do ônibus a diesel, enquanto os trólebus correspondem a aproximadamente 68,3%. Segundo ele, a frota eletrificada já contribui para a redução anual de cerca de 35 milhões de litros de diesel, além de significativa diminuição das emissões de CO₂, NOx e material particulado no município.

Outro ponto abordado foi a introdução e o estudo de sistemas de armazenamento de energia (BESS), utilizados para absorver demandas não utilizadas durante o período diurno e redistribuí-las no período noturno, otimizando o uso da capacidade elétrica instalada nas garagens e ampliando o potencial de carregamento da frota.

Por fim, Alferes destacou os principais desafios enfrentados na transição do sistema diesel para o elétrico, entre eles a complexidade da infraestrutura elétrica, a influência do dólar nos custos de veículos e componentes importados, a autonomia e a durabilidade das baterias, a tarifação da energia elétrica e a necessidade de ampliar convênios e cooperação técnica entre as equipes envolvidas. Ressaltou também a mudança recente na abordagem institucional junto à concessionária de energia, marcada por um diálogo mais próximo e sistemático, que tem permitido acelerar a expansão da capacidade instalada, que passará dos cerca 10 MW em setembro de 2025 para 45 MW no ano posterior, com perspectiva de alcançar aproximadamente 90 MW até o final do período mencionado. Esta evolução estrutural criaria as condições para a incorporação de um número ainda maior de ônibus elétricos ao sistema.

Débora Freitas - Coordenadora da Unidade de Gerenciamento do Projeto – UGP

Débora Freitas apresentou o papel da Unidade de Gerenciamento do Projeto de Subvenção para Investimentos na Eletrificação da Frota de Veículos Integrantes do Sistema de Transporte Urbano de Passageiros - UGP, e explicou, de forma didática, como se operacionaliza o mecanismo de subvenção para a aquisição de ônibus elétricos no Município de São Paulo, destacando que, apesar de o tema já ter sido debatido em diferentes momentos, nem sempre fica claro como se dá, na prática, a autorização de compra e o pagamento dos veículos. Segundo a coordenadora, o procedimento é estruturado em duas fases distintas, com etapas e controles

específicos: a fase de solicitação e autorização da compra, e a fase de instrução para pagamento ao fornecedor.

Na primeira fase, Débora explicou que as concessionárias interessadas em adquirir ônibus elétricos devem necessariamente passar pelo crivo do Poder Concedente, sendo atualmente a Secretaria Municipal de Mobilidade Urbana e Transporte, para formalizar o pedido de subvenção. Para isso, as empresas precisam apresentar um conjunto de documentos, que ela sintetizou em requisitos centrais. O primeiro é a comprovação de que o ônibus pretendido está homologado, ou seja, de que o tipo e o modelo do veículo já foram aprovados para operação no sistema. Além disso, a concessionária deve indicar qual será a garagem e o endereço onde o ônibus será carregado, e comprovar a existência de infraestrutura de carregamento compatível. Débora ressaltou que existe documentação adicional no processo, mas enfatizou que esses elementos são essenciais e estruturantes, uma vez que dão materialidade à análise técnica e operacional antes de qualquer autorização.

Outro cuidado explicitado na fala refere-se à substituição de frota. A coordenadora destacou que, no processo, deve ser demonstrado que o ônibus a ser adquirido substituirá um veículo retirado da frota, e que essa substituição deve ocorrer sem redução de capacidade, sendo exigido que o novo veículo transporte, no mínimo, o mesmo número de passageiros do veículo que será substituído. Segundo Débora, esses parâmetros são observados na análise prévia, de modo a assegurar que a introdução de ônibus elétricos não gere prejuízo na prestação do serviço, tanto do ponto de vista operacional quanto do atendimento ao usuário.

Cumpridos os requisitos preliminares, é emitida a autorização de compra. Débora destacou que essa autorização constitui apenas uma parte do procedimento. Uma vez autorizada a compra, a SPTrans comunica formalmente a concessionária, que então passa a interagir com o fabricante para a obtenção da nota fiscal e de outras documentações necessárias para a etapa seguinte, de pagamento. Nesse ponto, ela reiterou que as fases são distintas e sequenciais, com verificação e validação em cada etapa.

Na segunda fase, Débora explicou que o pagamento é realizado diretamente ao fornecedor do veículo, sem que os recursos transitem pelas concessionárias. Ela enfatizou que os valores provenientes dos bancos financiadores do programa de

subvenção são desembolsados para o fabricante, e que o pagamento só ocorre em momento específico do fluxo processual, quando a nota fiscal já foi emitida e quando o fornecedor declara que não há impedimento para a entrega dos veículos. Para Débora, essa característica do desenho operacional da subvenção é relevante porque assegura controle e rastreabilidade do gasto e reduz riscos associados ao trânsito de recursos, reforçando o papel da unidade gestora na governança do programa.

A coordenadora acrescentou que a UGP não atua apenas na tramitação de autorizações e pagamentos, mas também realiza a gestão mais ampla do programa, incluindo a interlocução e a pré-negociação com as entidades financiadoras. Segundo ela, a equipe participa de reuniões voltadas à formalização dos contratos com os bancos e acompanha as tratativas necessárias para viabilizar os recursos. Na fala, Débora indicou como fontes de financiamento vigentes o Banco do Brasil, a Caixa Econômica Federal, o BNDES e o BIRD, além de mencionar que havia início de negociação com o Banco da China.

Débora também destacou um ponto que, segundo ela, precisa ficar “claro” para a compreensão do desenho do programa: não há entrada de ônibus em operação sem comprovação de infraestrutura de carregamento e sem análise para evitar prejuízo na prestação do serviço. Ela afirmou que esse controle é observado tanto no momento de autorizar a compra quanto no momento de efetivar o pagamento, indicando que as verificações não se encerram na etapa inicial. Por fim, lembrou que pode haver exigências adicionais conforme a origem dos recursos, já que diferentes financiadores podem impor condições específicas que devem ser atendidas, seja pela concessionária, seja pelo fornecedor, como parte das salvaguardas e requisitos contratuais associados ao financiamento.

Cadu Souza – CEO da TEVX

Carlos Eduardo Souza iniciou sua fala destacando sua trajetória de longa data no setor de mobilidade e sua participação nos debates iniciais sobre eletromobilidade no Brasil e em outras cidades da América Latina. Segundo ele, o estágio atual da eletrificação em São Paulo representa um avanço expressivo em relação às etapas iniciais do processo, quando ainda predominavam dúvidas quanto à viabilidade operacional dos ônibus elétricos. Cadu ressaltou que, nos primeiros momentos, as discussões não se concentravam em marcas ou tecnologias específicas,

mas em questões fundamentais como a autonomia dos veículos, a capacidade de cumprir rotas completas com um único ciclo de recarga, a confiabilidade da operação e os riscos de interrupção do serviço. Na sua avaliação, a superação dessas incertezas ao longo do tempo foi decisiva para o amadurecimento do sistema.

O painelistas observou que a presença simultânea de diferentes fabricantes e soluções tecnológicas operando na cidade evidencia a consolidação do mercado e o aprendizado coletivo construído entre poder público, operadores e fornecedores. Para Cadu, esse processo posiciona São Paulo como referência nacional e contribui para que o Brasil passe a assumir um papel mais relevante no cenário da eletromobilidade, não apenas como usuário de tecnologias importadas, mas como espaço de desenvolvimento e adaptação de soluções.

Ao apresentar a TEVX, Cadu esclareceu que se trata de uma empresa nacional e que sua atuação busca integrar experiência em engenharia de sistemas com aprendizado operacional recente. Ele destacou que a empresa vem acompanhando a operação de veículos elétricos em diferentes contextos, o que permitiu compreender de forma mais concreta os desafios enfrentados no dia a dia, como a manutenção dos veículos, a disponibilidade de peças, os tempos de resposta para correções e a necessidade de garantir continuidade do serviço ao usuário. Segundo ele, essa vivência reforça a importância de soluções que considerem não apenas o fornecimento de veículos, mas o funcionamento integrado de todo o sistema.

No campo do planejamento, Cadu enfatizou que a eletromobilidade deve ser pensada de forma abrangente, envolvendo todos os stakeholders relevantes, incluindo o Município, os operadores e os investidores. Defendeu que o planejamento deve buscar a otimização das rotas e dos benefícios operacionais e que o modelo de recarga tende a evoluir, deixando de se concentrar exclusivamente nas garagens para incorporar recargas em terminais e hubs de recarga multioperadores. Essa diversificação, segundo ele, amplia a flexibilidade do sistema e contribui para sua evolução.

O painelistas ressaltou ainda a necessidade de conceber a infraestrutura elétrica com visão de longo prazo, adotando soluções modulares e escaláveis, projetadas desde o início para permitir futuras expansões da frota. Citou como referência a possibilidade de atingir três mil veículos eletrificados em horizonte de

curto a médio prazo, desde que o planejamento considere fases sucessivas de crescimento. Também destacou a importância de associar a eletrificação ao uso de energia limpa, seja por meio de fontes renováveis, seja pela integração ao mercado livre de energia, de modo a alinhar a mobilidade elétrica aos objetivos mais amplos da transição energética.

Cadu abordou a diversificação tecnológica como elemento relevante desse processo, mencionando que, além dos ônibus elétricos a bateria, outras soluções podem coexistir no futuro, como híbridos, tecnologias baseadas em ultracapacitores e projetos envolvendo hidrogênio. Para ele, a eletrificação atual deve ser entendida como parte de um conjunto mais amplo de alternativas tecnológicas voltadas à redução de emissões.

Por fim, o painalista destacou a importância da digitalização e do monitoramento integrado para a gestão eficiente da frota e da infraestrutura de recarga, ressaltando que o acompanhamento sistemático de dados operacionais contribui para maior eficiência e previsibilidade. Encerrando sua fala, alertou para o desafio de estruturar modelos de negócio sustentáveis no médio e longo prazo, especialmente em um cenário de eventual redução de subvenções, defendendo arranjos que sejam atrativos para investidores e permitam replicar os aprendizados de São Paulo em outros municípios brasileiros.

Iêda de Oliveira - Diretora de Veículos Pesados da ABVE

Iêda de Oliveira iniciou sua intervenção destacando o papel da Associação Brasileira do Veículo Elétrico - ABVE, como entidade representativa de parcela significativa da cadeia produtiva de veículos eletrificados no país. Ressaltou que a cidade de São Paulo ocupa posição central no avanço da eletromobilidade no Brasil, exercendo influência direta sobre decisões industriais, investimentos e estratégias tecnológicas. Segundo a painalista, o porte da cidade, a dimensão da frota e as pressões por um transporte mais eficiente e menos poluente fizeram com que São Paulo se tornasse um laboratório prático para o desenvolvimento de soluções, impulsionando a indústria a responder de forma mais rápida e estruturada.

A diretora enfatizou que políticas públicas são condição indispensável para o avanço da eletrificação do transporte coletivo. Nesse sentido, citou a Lei Municipal

16.802/2018 como um marco relevante, tanto pelo estabelecimento de metas e prazos quanto pela ousadia institucional de manter tais compromissos mesmo diante de pressões para flexibilização. Destacou também a importância de políticas federais de financiamento e incentivo, como programas associados ao Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), do Governo Federal, que contribuem para ampliar a capacidade de investimento dos municípios e criar um ambiente mais favorável à transição energética no setor de transportes.

No que se refere ao investimento inicial, Iêda observou que o custo de aquisição de um ônibus elétrico é, em média, cerca de três vezes superior ao de um ônibus a diesel, o que historicamente representou uma barreira para os operadores. Avaliou que o modelo de subvenção adotado em São Paulo foi decisivo para reduzir esse obstáculo, tornando o sistema financeiramente viável e permitindo que os operadores buscassem financiamento em condições mais favoráveis. Segundo ela, a solução adotada pelo Município se mostrou eficiente ao antecipar investimentos e reduzir custos ao longo do ciclo de vida do sistema, ainda que tenha sido inicialmente alvo de questionamentos.

A painelistas defendeu de forma enfática a necessidade de fortalecimento da indústria nacional, afirmando que o Brasil dispõe de cadeia produtiva, capacidade tecnológica e condições industriais para produzir seus próprios ônibus elétricos. Alertou que a ausência de políticas de incentivo pode levar à perda de protagonismo, citando exemplos internacionais em que mercados passaram a depender fortemente de importações. Para Iêda, o avanço da eletrificação deve ser acompanhado de estratégias que promovam a produção local, a geração de empregos e o desenvolvimento tecnológico no país.

No campo da infraestrutura e da operação, Iêda destacou o aprendizado acumulado nas garagens ao longo do processo de eletrificação. Relatou que, no início, os operadores reproduziram a lógica operacional do diesel, concentrando as recargas no período noturno, o que resultava em ociosidade da infraestrutura durante o dia. Com o amadurecimento da operação, passaram a adotar recargas de oportunidade ao longo do dia, permitindo ampliar a frota sem necessidade imediata de expansão da infraestrutura instalada. Esse aprendizado, segundo ela, representou um ganho significativo em eficiência e planejamento.

Iêda ressaltou os benefícios observados na operação cotidiana, como maior disponibilidade da frota elétrica em comparação à frota a diesel, redução de custos de manutenção e crescente demanda por qualificação técnica das equipes nas garagens. Destacou também a percepção positiva dos motoristas, que preferem conduzir veículos elétricos em razão do conforto, menor ruído e suavidade da operação, bem como dos passageiros, que tendem a optar pelos ônibus elétricos quando há alternativa disponível.

Do ponto de vista econômico, a diretora afirmou que o custo de energia elétrica em relação ao diesel tem resultado em reduções expressivas de custo operacional, relatando percentuais da ordem de 75 por cento a 80 por cento em casos monitorados. Acrescentou que os ônibus elétricos eliminam emissões locais de poluentes, especialmente material particulado, e contribuem de forma significativa para a redução de emissões de CO₂, destacando a magnitude desse benefício como argumento relevante para políticas de saúde pública e qualidade do ar. Por fim, apontou como desafio adicional a necessidade de aprimorar a comunicação com a população, de modo a tornar mais visíveis os benefícios ambientais e sociais da eletrificação do transporte coletivo.

Jean Carlos Flohr - Chefe de Vendas de Infraestrutura de Recarga da WEG

Jean Carlos Flohr iniciou sua apresentação destacando a trajetória da WEG como empresa nacional com atuação histórica no desenvolvimento de motores elétricos e soluções energéticas. Ressaltou que a companhia possui capacidade técnica e industrial para atender à demanda atual e futura da mobilidade elétrica, associando esse preparo ao investimento contínuo em inovação ao longo de mais de seis décadas. Segundo ele, a mobilidade elétrica constitui prioridade estratégica para a empresa, que já dispõe de tecnologia considerada avançada em relação às exigências atuais do mercado.

O painelistas contextualizou a atuação global da WEG, mencionando sua presença internacional e a escala de suas operações, e destacou que essa base industrial sustenta a oferta de soluções completas para a transição energética. No âmbito da mobilidade elétrica, afirmou que a contribuição da empresa vai além do fornecimento de equipamentos isolados, abrangendo sistemas de tração,

armazenamento de energia, estações de recarga e soluções digitais para gestão e monitoramento da operação.

Jean enfatizou que a infraestrutura de recarga não se resume à instalação de carregadores, mas envolve conhecimento técnico especializado para garantir segurança, confiabilidade e eficiência. Observou que as garagens de ônibus historicamente foram concebidas para operação com diesel e que a transição para o elétrico exige atenção a aspectos como proteções elétricas, quadros de comando, níveis de curto-circuito e conformidade normativa. Segundo ele, esse conjunto de requisitos demanda capacitação técnica e soluções integradas, áreas em que a empresa tem buscado contribuir.

Ao detalhar as soluções disponíveis, Jean mencionou estações de recarga adequadas a diferentes escalas de operação, com destaque para equipamentos com potência comumente aplicada em garagens de ônibus e para arquiteturas baseadas em módulos de potência centralizados. Explicou que essas soluções permitem otimizar o uso do espaço físico e alocar potência de forma dinâmica conforme o estágio de recarga dos veículos, aumentando a eficiência do sistema. Citou ainda a existência de equipamentos de maior potência, com múltiplos conectores independentes, capazes de atender diferentes veículos simultaneamente.

O painelistas destacou a importância de sistemas de gestão e controle de potência, que possibilitam ampliar o número de pontos de recarga mesmo em cenários de limitação de demanda contratada. Mencionou recursos como *autocharge*, integração com sistemas supervisórios e uso de APIs para comunicação com plataformas de gestão, ressaltando que essas ferramentas são essenciais para o acompanhamento do desempenho da frota e da infraestrutura. Também apontou o monitoramento remoto como elemento central para a manutenção preventiva e a resposta rápida a falhas, contribuindo para a confiabilidade da operação.

Jean anunciou a iniciativa de implantação de um Centro de Mobilidade Elétrica em São Bernardo do Campo, voltado à assistência técnica de estações de recarga, manutenção de packs de baterias e reciclagem, com foco em fortalecer a cadeia produtiva nacional e preparar o mercado para o crescimento da demanda. Destacou ainda a experiência acumulada da empresa na entrega de projetos integrados de infraestrutura de recarga, incluindo obras realizadas em formato chave

na mão, e citou volumes relevantes de potência instalada e número de estações implementadas no país.

Por fim, Jean ressaltou que o planejamento da infraestrutura deve considerar o horizonte de longo prazo dos investimentos, uma vez que o retorno financeiro ocorre ao longo de vários anos. Defendeu que a escolha de fornecedores com capacidade de suporte contínuo é fator crítico para a sustentabilidade dos projetos e concluiu afirmando que a eletrificação da frota de ônibus depende da combinação entre políticas públicas, planejamento adequado e inovação tecnológica trazida pelo setor privado, contexto no qual a WEG se coloca como parceira para o avanço da mobilidade elétrica no Brasil.

Painel B I - Mobilidade Elétrica Levíssima: Bicicletas, Patinetes e Motocicletas

Moderado por Danielle Hoppe, Gerente de Mobilidade Ativa do ITDP Brasil, o Painel B I ampliou o debate da eletromobilidade para os modais elétricos levíssimos, como bicicletas, patinetes e motocicletas. As discussões destacaram o papel estratégico desses modais na mobilidade urbana sustentável, especialmente nos deslocamentos de curta distância e na logística urbana. O painel abordou os benefícios ambientais, sociais e econômicos da micromobilidade elétrica, bem como os desafios relacionados à regulamentação, à infraestrutura cicloviária, à educação no trânsito e à fiscalização. As falas reforçaram que esses modais devem ser compreendidos como parte integrante do sistema de mobilidade urbana, e não como soluções acessórias ou recreativas.

Bernardo Omar – CEO da BEE Elétricas

Bernardo Omar apresentou a micromobilidade elétrica como uma tendência global consolidada e irreversível, já amplamente incorporada ao cotidiano em países como a China, onde pequenos veículos elétricos são utilizados para deslocamentos familiares, transporte de cargas leves e atividades diárias. Segundo ele, a micromobilidade deve ser compreendida como parte estrutural das cidades inteligentes, pois responde de forma eficiente aos deslocamentos curtos e contribui diretamente para a reorganização do sistema de mobilidade urbana.

O painelistas destacou que os veículos elétricos levíssimos, como bicicletas, patinetes e autopropeledidos, não apenas reduzem a presença de automóveis nas vias, mas também liberam capacidade do transporte público para usuários que percorrem longas distâncias. Dessa forma, a micromobilidade atua como um complemento estratégico ao sistema de transporte coletivo, especialmente na lógica de deslocamentos de curta distância e na integração com outros modais.

Bernardo ressaltou que o avanço da micromobilidade impõe desafios relevantes aos municípios, exigindo planejamento urbano integrado, coordenação entre diferentes áreas da gestão pública e reconhecimento desses modais como soluções permanentes de transporte, e não como iniciativas experimentais ou recreativas. Para ele, a micromobilidade deve ser tratada como política pública

estruturante, uma vez que responde a problemas concretos enfrentados pelas grandes cidades.

Nesse contexto, o palestrante criticou a concepção histórica das ciclovias no Brasil, tradicionalmente associadas ao lazer. Segundo ele, essa visão contribuiu para uma percepção cultural equivocada da ciclovia como espaço recreativo, e não como parte integrante do sistema viário. Bernardo defendeu que a ciclovia deve ser entendida como uma via agregada ao trânsito urbano, devendo ser planejada, gerida e fiscalizada com o mesmo rigor das demais infraestruturas de mobilidade. Essa mudança de abordagem é fundamental para acomodar, de forma segura, os novos modais elétricos levíssimos e garantir sua função de conexão estratégica entre diferentes pontos da cidade.

O painelistas também destacou os avanços recentes na regulamentação federal da micromobilidade elétrica, mencionando a resolução do Conselho Nacional de Trânsito publicada em julho de 2023 e revisada em 2025, que estabeleceu critérios técnicos claros para a classificação dos equipamentos e definiu limites de velocidade para bicicletas elétricas e veículos autopropelidos. Ele avaliou que o limite de 32 km por hora representa um equilíbrio adequado entre segurança e funcionalidade, oferecendo segurança jurídica tanto para fabricantes quanto para prefeituras. Segundo Bernardo, essa regulamentação brasileira já vem sendo utilizada como referência internacional, inclusive por autoridades em Portugal.

Em relação à fiscalização, Bernardo defendeu que o cumprimento das normas depende de mecanismos efetivos de responsabilização, e não apenas de campanhas educativas. Para ele, a aplicação consistente de sanções para infrações cotidianas é essencial para garantir ordem e segurança no espaço urbano. Ao mesmo tempo, ressaltou que a fiscalização não deve resultar em excesso de burocracia ou em barreiras que inviabilizem a adoção dos novos modais.

Por fim, Bernardo Omar concluiu que o Brasil vive um momento propício para consolidar a micromobilidade elétrica como política pública de mobilidade sustentável. Segundo ele, a combinação entre amadurecimento regulatório, maior capacidade de fiscalização e engajamento institucional cria condições favoráveis para que esses modais contribuam de forma estruturada para a redução de emissões,

a melhoria da eficiência urbana e a ampliação do acesso à mobilidade nas cidades brasileiras.

José Ricardo (Cadu) Souza, CEO da Whoosh

José Ricardo Souza, conhecido como Cadu, apresentou a retomada das operações da Whoosh no Brasil com uma proposta mais madura e estruturada, apoiada em mais de seis anos de experiência internacional. Segundo ele, a empresa já atuou em cerca de 70 cidades ao redor do mundo, com uma frota superior a 320 mil patinetes elétricos, o que permitiu acumular aprendizados técnicos, operacionais e regulatórios aplicáveis ao contexto brasileiro. Cadu destacou que a micromobilidade elétrica gera benefícios relevantes sob múltiplas perspectivas.

Do ponto de vista ambiental, os patinetes elétricos contribuem para a redução significativa das emissões de dióxido de carbono ao substituir deslocamentos realizados por automóveis e motocicletas a combustão. Sob a ótica social e econômica, esses modais reduzem o tempo de deslocamento, diminuem o estresse diário dos usuários, aumentam a produtividade e ampliam o tempo disponível para convivência familiar e lazer. Além disso, ao absorver parte da demanda por viagens curtas, os patinetes contribuem para a fluidez do transporte público e para a redução de congestionamentos.

O painelistas ressaltou que, apesar dos desafios associados à segurança, à educação dos usuários e à necessidade de cooperação com o poder público, a micromobilidade elétrica apresenta um saldo amplamente positivo para as cidades. Em sua avaliação, os benefícios líquidos superam os riscos, desde que haja regulação clara, fiscalização adequada e integração com o planejamento urbano.

Em relação ao arcabouço regulatório, Cadu enfatizou que os patinetes elétricos não são uma novidade no Brasil e que existe legislação nacional vigente desde 2019, a qual estabelece regras gerais de operação e permite que os municípios façam adequações conforme suas realidades locais. Ele destacou a importância da parceria contínua com os órgãos públicos, tanto para garantir o cumprimento das normas de trânsito quanto para promover a conscientização dos usuários sobre o uso responsável dos equipamentos.

Um ponto central de sua fala foi a relevância da densidade de pontos de estacionamento. Segundo Cadu, para que os patinetes funcionem efetivamente como meio de transporte e não apenas como solução ocasional, é fundamental que existam pontos de retirada e devolução próximos aos locais de origem e destino dos usuários. A conveniência e a previsibilidade do sistema são fatores decisivos para sua adoção cotidiana.

O executivo também abordou a responsabilidade ambiental associada à operação dos patinetes, citando o episódio das enchentes em Porto Alegre, quando cerca de 320 baterias foram perdidas. A partir dessa experiência, a empresa passou a buscar soluções nacionais para reciclagem e reforçou seus mecanismos de controle sobre o destino final das baterias, garantindo rastreabilidade e descarte ambientalmente adequado.

Cadu apresentou ainda dados operacionais da Whoosh, ressaltando que os patinetes possuem limites de velocidade controlados conforme as regulamentações locais e condições específicas de operação. Todos os deslocamentos são cobertos por seguro, com um índice de acionamento extremamente baixo, da ordem de 0,004 por cento, o que, segundo ele, posiciona o patinete elétrico como um dos modais mais seguros no contexto urbano. A empresa também desenvolve ações contínuas de educação e conscientização em parceria com órgãos públicos, como companhias de trânsito e forças de segurança viária.

Por fim, o painelistas destacou os projetos de integração da micromobilidade elétrica com o transporte público e instituições de ensino, permitindo que um mesmo cartão de mobilidade seja utilizado em ônibus, metrô e patinetes. Essa integração reforça o papel do patinete elétrico como solução complementar e funcional de mobilidade urbana, afastando a percepção de uso exclusivamente recreativo e consolidando sua relevância no ecossistema de transporte das cidades.

Ericlis Magon – Engenheiro de Tráfego da JET

Ericlis Magon apresentou a atuação da JET no segmento de micromobilidade elétrica, destacando que a empresa opera com patinetes elétricos e estações de carregamento de celulares. Desde o final de 2023, a JET registrou mais de 2,2

milhões de usuários, evidenciando a rápida expansão e aceitação desses modais nas cidades brasileiras.

Segundo o engenheiro, para os usuários, os principais benefícios da micromobilidade elétrica incluem a redução do tempo de deslocamento, maior agilidade em comparação ao uso do automóvel e integração eficiente com o transporte público, especialmente nos trechos de primeira e última milha. Esses modais oferecem uma alternativa prática para deslocamentos curtos, contribuindo para a racionalização do uso do sistema viário urbano.

Do ponto de vista das cidades, Ericlis ressaltou que o uso de patinetes e bicicletas elétricas contribui para a redução das emissões de poluentes atmosféricos e do ruído urbano, além de incentivar a mobilidade ativa e práticas mais sustentáveis. Ele destacou ainda que esses veículos podem ser utilizados por agentes públicos, como guardas civis e agentes de trânsito, ampliando a capacidade de atuação em áreas onde o acesso de automóveis é limitado, ao mesmo tempo em que estimulam a adoção desses modais pela população em geral.

O painelistas apontou que a infraestrutura viária limitada ainda representa um dos principais desafios para a consolidação da micromobilidade elétrica em muitas cidades brasileiras. A existência de malhas cicloviárias seguras e contínuas é fundamental para garantir a segurança dos usuários e a eficiência do sistema. Além disso, a distribuição estratégica de pontos de estacionamento é essencial para que os usuários encontrem facilidade tanto no início quanto no encerramento das viagens.

Ericlis enfatizou que os projetos de micromobilidade devem ser planejados em parceria com os órgãos públicos, como companhias de trânsito e prefeituras, de modo a assegurar alinhamento com o planejamento urbano, eficiência operacional e segurança viária. Essa cooperação institucional é vista como condição indispensável para a expansão sustentável do setor. Outro ponto relevante abordado foi a importância da educação no trânsito para o uso seguro dos modais levíssimos elétricos. O engenheiro defendeu a inclusão de conteúdos sobre micromobilidade em escolas e centros de formação de condutores, como forma de preparar a sociedade para a convivência entre diferentes modais no espaço urbano.

Magon também destacou o uso de ferramentas digitais na gestão da operação, que permitem monitorar o nível de bateria dos veículos, controlar a utilização dos equipamentos e, quando necessário, bloquear usuários que descumpram as regras de uso. Por fim, ressaltou a importância da logística reversa das baterias, garantindo o descarte correto e seguro, com responsabilidade ambiental ao longo de todo o ciclo de vida dos equipamentos.

Billy Blaustein – Diretor de Veículos Levíssimos da ABVE e COO da Vammo

Billy Blaustein apresentou a atuação da Vammo no mercado de mobilidade elétrica, destacando que a empresa opera atualmente a maior frota de motocicletas elétricas da América Latina, com aproximadamente 4.500 unidades em circulação na cidade de São Paulo. Segundo ele, a experiência prática da operação tem permitido avaliar de forma concreta os impactos e desafios da eletrificação desse segmento.

O painelistas estruturou sua fala a partir de quatro principais razões para a adoção de motocicletas elétricas. Do ponto de vista ambiental, ressaltou que motocicletas a combustão interna emitem proporcionalmente mais poluentes do que automóveis, uma vez que não dispõem de conversores catalíticos nem de padrões equivalentes de controle de emissões. Nesse contexto, a eletrificação das motos apresenta benefícios ambientais relevantes, sobretudo em áreas urbanas densamente povoadas.

Sob a perspectiva econômica, Billy destacou que motociclistas profissionais, como motoboys e entregadores, podem obter uma economia significativa nos custos operacionais, estimada entre 30% e 40%, principalmente pela redução dos gastos com combustível e manutenção. Essa economia é particularmente relevante para trabalhadores que dependem diretamente do veículo como ferramenta de trabalho. Já em relação à segurança viária, o executivo apontou que as motocicletas elétricas operadas pela Vammo possuem velocidade máxima controlada em 95 km/h, o que contribui para a redução de acidentes urbanos e para uma condução mais compatível com o ambiente das cidades. Além disso, a operação silenciosa desses veículos reduz significativamente o ruído urbano, gerando benefícios diretos à qualidade de vida da população.

Apesar dos avanços observados, Billy ressaltou que o mercado brasileiro de motocicletas elétricas ainda enfrenta desafios importantes. Em 2023, foram emplacadas cerca de 7.000 unidades no país, o que representa aproximadamente 1% do mercado total de motocicletas. O alto custo de aquisição inicial e a escassez de linhas de financiamento acessíveis são barreiras relevantes, especialmente para profissionais de baixa renda que dependem da motocicleta para exercer sua atividade econômica. Outro desafio apontado refere-se à autonomia das baterias, que ainda exige soluções complementares para viabilizar o uso intensivo diário. Nesse sentido, Billy destacou a importância de modelos de recarga rápida ou de troca de baterias como alternativas para garantir a continuidade da operação sem prejuízo à produtividade dos usuários.

O executivo concluiu afirmando que o crescimento da mobilidade elétrica no segmento de duas rodas depende da articulação de múltiplos fatores, incluindo modelos de aluguel ou financiamento, infraestrutura adequada, incentivos públicos e expansão da rede de suporte técnico. Ele descreveu esse conjunto de elementos como um quebra-cabeça que precisa ser resolvido de forma integrada para viabilizar a transição. Embora reconheça que a eletrificação das motos apresenta desafios adicionais em relação aos automóveis, Billy enfatizou que os ganhos ambientais, econômicos e sociais tornam esse movimento estratégico para o futuro da mobilidade urbana no Brasil.

Rui Almeida - Diretor e coordenador do Grupo de Veículos Levíssimos da ABVE

Rui Almeida apresentou a trajetória da Riba Brasil no mercado de mobilidade elétrica, destacando que a empresa introduziu scooters elétricas no país ainda em 2009, acumulando uma experiência pioneira no uso de veículos elétricos levíssimos. Atualmente, a atuação da empresa concentra-se no aluguel de veículos leves para operações de logística B2B e para usuários profissionais, como motoboys, que dependem diretamente desses veículos para sua atividade econômica.

O painelistas contextualizou os desafios estruturais da mobilidade urbana em grandes centros como São Paulo, ressaltando que a malha viária limitada, o congestionamento constante e a incapacidade do transporte público de atender plenamente à demanda tornam os deslocamentos curtos excessivamente demorados. Nesse cenário, defendeu que o uso de veículos leves e levíssimos de duas rodas

representa uma solução mais eficiente, tanto do ponto de vista operacional quanto ambiental.

Rui argumentou que esses veículos reduzem o impacto ambiental e sonoro nas cidades e contribuem para a diminuição de acidentes quando operam com velocidades compatíveis com o tráfego urbano. Para ele, a mobilidade elétrica levíssima deve ser compreendida como parte de uma estratégia mais ampla de reorganização do espaço viário, priorizando veículos menores, mais ágeis e energeticamente eficientes.

A infraestrutura foi apontada como um fator central para a expansão segura e ordenada da mobilidade elétrica. Rui destacou a necessidade de faixas exclusivas ou preferenciais para microveículos, incluindo motocicletas, triciclos e outros veículos elétricos leves, como forma de aumentar a segurança viária e melhorar a fluidez do tráfego. Ele sugeriu que o planejamento urbano passe a considerar com mais atenção os veículos de três rodas, capazes de transportar tanto cargas quanto pessoas, como alternativa eficiente e sustentável para deslocamentos urbanos.

O principal entrave à adoção em larga escala das motocicletas elétricas, segundo o painelistas, permanece sendo de natureza econômica. O custo elevado de aquisição e a autonomia limitada das baterias dificultam a compra direta, especialmente por trabalhadores que utilizam o veículo como instrumento de trabalho diário. Diante disso, Rui ressaltou a importância de modelos baseados em aluguel e financiamento acessível, que permitem ao usuário experimentar os benefícios da eletrificação sem assumir integralmente o risco financeiro inicial.

Ele também destacou a relevância dos veículos autopropelidos, que não exigem CNH categoria A, como alternativa para ampliar o acesso à mobilidade elétrica, sobretudo para profissionais urbanos que ainda não possuem habilitação para motocicletas convencionais. Rui concluiu afirmando que a expansão da mobilidade elétrica no Brasil depende da combinação equilibrada entre viabilidade econômica, infraestrutura adequada e conscientização dos usuários. Para ele, soluções flexíveis, como aluguel, financiamento acessível e diversificação de tipologias de veículos elétricos levíssimos, são fundamentais para permitir que a eletrificação se consolide como ferramenta efetiva de trabalho e de mobilidade sustentável nas cidades brasileiras.

Painel A2 - Mercado de Ônibus Elétricos: Visão das Montadoras

Moderado por André Ciepliski, Pesquisador Sênior do ICCT, o Painel A2 reuniu representantes da indústria para discutir a evolução do mercado de ônibus elétricos no Brasil sob a perspectiva das montadoras. As apresentações trataram do desenvolvimento tecnológico dos veículos, da ampliação das linhas de produção, da nacionalização de componentes e dos desafios associados à escala, ao custo e à previsibilidade da demanda. O painel evidenciou que o avanço da eletromobilidade no transporte coletivo depende diretamente de políticas públicas consistentes, planejamento de longo prazo e segurança regulatória, capazes de estimular investimentos industriais e consolidar uma cadeia produtiva nacional competitiva.

Iêda de Oliveira - Diretora Comercial da Eletra

Iêda de Oliveira apresentou a trajetória da Eletra no desenvolvimento de tecnologias de tração elétrica para o transporte coletivo, contextualizando a atuação da empresa a partir de sua origem histórica. Segundo a painelistas, a Eletra integra um grupo empresarial com mais de 115 anos de atuação no transporte de pessoas, cuja experiência remonta ao uso de tração animal, passando pela introdução dos primeiros automóveis e ônibus. Esse histórico consolidou, ao longo de gerações, um conhecimento profundo sobre as necessidades operacionais do transporte urbano.

A Eletra surgiu como empresa em 1999, a partir da experiência do grupo com o sistema de trólebus, especialmente no corredor ABD. Diante de discussões, ainda na década de 1990, sobre riscos de escassez energética, o grupo passou a buscar soluções alternativas para garantir a continuidade de operações elétricas, o que resultou no desenvolvimento do primeiro ônibus híbrido em operação comercial no mundo. A equipe técnica responsável por esse avanço é a mesma que desenvolveu os primeiros trólebus com tecnologia integralmente nacional, acumulando mais de três décadas de experiência em tração elétrica aplicada à realidade brasileira.

Iêda destacou que a operação em São Paulo impõe condições extremas aos veículos, como vias acidentadas, rampas de até 23% de inclinação e longos percursos diários, o que torna o sistema um verdadeiro laboratório de validação tecnológica. Segundo ela, um ônibus capaz de operar de forma confiável na periferia de São Paulo está apto a operar em qualquer lugar do mundo, enquanto o inverso

nem sempre é verdadeiro. Essa característica fez da cidade um ambiente estratégico para o desenvolvimento e aprimoramento de soluções elétricas robustas.

Do ponto de vista industrial, Iêda informou que a Eletra possui atualmente capacidade instalada para produzir cerca de 1.800 ônibus elétricos por ano e já está investindo em uma nova planta industrial, que ampliará essa capacidade para aproximadamente 3.000 chassis elétricos anuais. No entanto, ressaltou que a produção efetiva ainda está muito abaixo desse potencial, com volumes anuais da ordem de 200 a 300 veículos, reflexo direto da baixa participação dos ônibus elétricos na frota urbana brasileira, que hoje representa cerca de 1% do total.

A painelistas comparou esse cenário com outros países da América Latina, destacando que o Chile já caminha para atingir cerca de 40% da frota eletrificada e a Colômbia entre 15% e 20%, enquanto o Brasil avançou de forma mais lenta. Segundo Iêda, essa demora comprometeu a capacidade da indústria nacional de ganhar escala e reduzir custos ao longo do tempo. Para ela, a demanda é o principal fator capaz de impulsionar a competitividade dos ônibus elétricos, uma vez que apenas com volumes maiores é possível diluir custos industriais, justificar investimentos produtivos e reduzir preços.

Nesse contexto, Iêda enfatizou a importância de políticas públicas claras, com metas bem definidas, prazos consistentes e coerência entre planejamento e execução. Para ela, soluções de financiamento estruturadas são essenciais para estimular a demanda e permitir que a indústria opere próxima de sua capacidade instalada, tornando os ônibus elétricos mais competitivos tanto no mercado interno quanto no internacional.

Ao abordar a questão energética, Iêda destacou que São Paulo dispõe de energia suficiente para atender até mesmo os picos de consumo, como aqueles observados em dias de calor extremo. O principal desafio, segundo ela, não é a geração de energia, mas a sua disponibilização nos locais corretos, o que exige planejamento de infraestrutura elétrica e investimentos direcionados. Nesse sentido, mencionou a possibilidade de adoção de hubs de recarga como alternativa para otimizar o fornecimento energético e apoiar a expansão da frota elétrica.

Por fim, Iêda ressaltou que a consolidação do ônibus elétrico como solução viável ocorreu apenas quando os veículos comprovaram, na prática, sua eficiência operacional e econômica. A resistência inicial dos operadores, motivada pelo alto custo de aquisição e pela falta de familiaridade com a tecnologia, foi superada à medida que motoristas, mecânicos, equipes de operação e gestores financeiros passaram a vivenciar os benefícios no dia a dia. Segundo ela, a adoção de inovações no transporte público não pode ser imposta, mas precisa ser validada por quem opera o sistema. Essa validação prática foi o elemento decisivo para que o ônibus elétrico deixasse de ser uma aposta incerta e se tornasse uma solução concreta e confiável no transporte coletivo urbano.

Marcello Schneider – Diretor de Veículos Comerciais e Solar da BYD

Marcelo Schneider apresentou a trajetória da BYD e contextualizou a entrada da empresa no mercado brasileiro de ônibus elétricos a partir de sua origem como companhia de tecnologia. Fundada em 1995, a BYD iniciou suas atividades no desenvolvimento e fabricação de baterias para equipamentos eletrônicos, tendo como visão estratégica central a aplicação dessa tecnologia na mobilidade. Segundo Schneider, o objetivo do fundador da empresa sempre foi transformar o domínio sobre baterias em soluções completas de transporte sustentável.

A expansão da BYD para a mobilidade elétrica começou pelos veículos comerciais, inicialmente com ônibus e caminhões 100% elétricos na China. Quando a empresa decidiu ingressar no mercado brasileiro, essa mesma estratégia foi adotada. Schneider destacou que o Brasil foi identificado como um mercado prioritário não apenas pelo seu tamanho, mas também pela relevância do transporte coletivo urbano, sendo um dos maiores mercados de ônibus do mundo. Nesse contexto, a BYD optou por iniciar suas operações no país pelo segmento de ônibus elétricos antes mesmo da entrada no mercado de veículos leves.

Em 2015, a empresa instalou em Campinas a primeira fábrica de chassis de ônibus elétricos no Brasil e, em 2019, inaugurou a fábrica de baterias em Manaus, consolidando uma presença industrial relevante no país. A unidade brasileira possui atualmente capacidade produtiva para cerca de 2.000 chassis por ano, com planos de expansão alinhados à expectativa de crescimento da demanda. Schneider ressaltou que esses investimentos foram realizados ao longo de um período

prolongado, marcado por incertezas quanto à disponibilidade de energia, financiamento e políticas públicas, fatores que retardaram a consolidação do mercado.

Segundo o painalista, somente nos últimos anos ocorreu uma convergência mais clara entre oferta tecnológica, condições de financiamento e políticas públicas, especialmente impulsionadas por iniciativas lideradas pela cidade de São Paulo. Esse cenário permitiu que a BYD começasse a colher os frutos de um investimento de longo prazo, realizado ao longo de aproximadamente dez anos, período no qual a produção ainda foi limitada em volume, mas fundamental para a maturação do mercado.

Schneider destacou que a BYD é atualmente a maior fabricante de ônibus elétricos do mundo, com mais de 140 mil unidades distribuídas globalmente, incluindo operações significativas na China e na Europa. No entanto, ressaltou que, no contexto latino-americano, países como Chile e Colômbia avançaram mais rapidamente na eletrificação, muitas vezes por meio da importação direta de veículos da Ásia. Segundo ele, embora isso seja economicamente viável para esses países, o ideal seria que a demanda brasileira fosse atendida prioritariamente pela indústria instalada no país, valorizando os investimentos produtivos realizados localmente.

O painalista enfatizou que o mercado brasileiro apresenta características específicas, marcadas por forte municipalização do transporte público e grande diversidade de tipologias de veículos. Diferentemente de mercados mais padronizados, o Brasil demanda ônibus com diferentes configurações, como piso alto ou baixo, variados comprimentos e capacidades, o que eleva os custos iniciais de desenvolvimento e ferramental. Nesse contexto, cada fabricante precisa definir nichos específicos de atuação e desenvolver soluções adaptadas às necessidades locais.

Ao abordar os fatores de redução de custos dos ônibus elétricos, Schneider destacou que o aumento de escala é determinante. Atualmente, a eletrificação representa cerca de 2% da renovação anual da frota de ônibus no Brasil, o que corresponde a aproximadamente 500 veículos em um mercado de cerca de 25 mil unidades por ano. Com volumes mais elevados, torna-se viável a nacionalização de componentes estratégicos, como baterias, reduzindo custos logísticos, impostos de importação e aumentando a competitividade do produto final. Nesse sentido,

mencionou a importância da padronização de componentes, citando as baterias Blade da BYD como exemplo de tecnologia que pode ser compartilhada entre diferentes fabricantes, contribuindo para ganhos de escala e redução de custos.

Outro ponto central da fala de Schneider foi a necessidade de considerar o papel dos operadores, responsáveis pela operação cotidiana dos veículos. Ele destacou que a vida útil de um ônibus elétrico pode chegar a 15 anos, o que muitas vezes excede a duração dos contratos de concessão. Essa assimetria cria insegurança para investimentos de grande porte, tanto em veículos quanto em infraestrutura de recarga. Para viabilizar a transição, é fundamental oferecer previsibilidade contratual e segurança jurídica aos operadores, permitindo que eles planejem seus investimentos de forma sustentável.

Por fim, Schneider ressaltou que a adoção dos ônibus elétricos gera benefícios ao longo de toda a cadeia do transporte urbano. Passageiros se beneficiam de viagens mais silenciosas e confortáveis; motoristas experimentam melhores condições de trabalho e bem-estar; operadores observam redução de custos de manutenção e maior eficiência operacional; e a população em geral se beneficia da redução da poluição sonora e atmosférica, com impactos positivos sobre a saúde pública. Segundo ele, o sucesso da eletromobidade depende de planejamento estratégico de longo prazo, coordenação entre setor público, indústria e operadores, e de uma abordagem integrada que permita transformar a eletrificação em uma política estrutural e duradoura no transporte coletivo brasileiro.

Walter Anversa Barbosa – Vice-Presidente de Vendas e Pós-vendas ônibus da Mercedes-Benz

Walter Anversa Barbosa contextualizou a atuação da Mercedes-Benz no Brasil a partir de sua trajetória histórica no país e do papel estratégico da empresa no desenvolvimento do transporte coletivo. Destacou que a Mercedes-Benz completará 70 anos de presença no Brasil, período marcado por investimentos contínuos em soluções de mobilidade, desde veículos a diesel até alternativas baseadas em biocombustíveis e, mais recentemente, veículos elétricos. Segundo ele, essa atuação de longo prazo impõe à empresa a responsabilidade de liderar a introdução de novas tecnologias alinhadas às metas de descarbonização.

Walter ressaltou que o Brasil é atualmente o terceiro maior mercado de ônibus do mundo, com uma renovação anual estimada entre 23 mil e 25 mil veículos, dos quais cerca de 40% a 50% correspondem ao segmento urbano. A frota urbana nacional é estimada em aproximadamente 120 mil ônibus, com idade média de 7,1 anos, o que evidencia tanto a magnitude do sistema quanto o potencial para a modernização tecnológica. Nesse contexto, a presença de cerca de mil ônibus elétricos a bateria em operação no país, sendo aproximadamente 750 apenas na cidade de São Paulo, demonstra o protagonismo da capital paulista e o espaço existente para a ampliação da eletromobilidade em escala nacional.

Ao tratar dos fatores que influenciam o custo dos ônibus elétricos, Walter destacou que o aumento da escala produtiva é o principal elemento para a redução de preços. Atualmente, a eletrificação representa cerca de 2% da renovação anual da frota brasileira, o que equivale a aproximadamente 500 ônibus elétricos em um mercado de 25 mil unidades por ano. Com volumes tão reduzidos, torna-se difícil alcançar ganhos de eficiência produtiva. A ampliação da escala permitiria justificar a nacionalização de componentes estratégicos, especialmente as baterias, reduzindo custos associados a frete, impostos de importação e dependência de fornecedores externos.

O painelistas também enfatizou o papel da evolução tecnológica na redução de custos ao longo do tempo. Segundo ele, espera-se que, nos próximos anos, avanços na química das baterias resultem em componentes com maior densidade energética, menor peso e maior eficiência, contribuindo para a melhoria do desempenho dos veículos e para a redução do custo total de propriedade. Outro aspecto relevante apontado foi a padronização de componentes, especialmente baterias, que permitiria o uso de soluções comuns em diferentes modelos de ônibus, aumentando a eficiência industrial e reduzindo custos de produção.

Walter chamou atenção ainda para o chamado “custo Brasil” como um fator estrutural que impacta negativamente a competitividade dos ônibus elétricos produzidos no país. Ele observou que a carga tributária brasileira representa cerca de 32% do PIB, percentual superior ao observado em países como Estados Unidos e China, o que se reflete diretamente no preço final dos veículos. Nesse sentido, a combinação de maior escala, avanço tecnológico, padronização de componentes e

um ambiente fiscal mais competitivo é fundamental para tornar os ônibus elétricos nacionais mais acessíveis e competitivos no mercado interno e internacional.

Além dos aspectos industriais, Walter enfatizou que a transição para a eletromobilidade exige um planejamento de longo prazo que articule quatro pilares fundamentais: tecnologia, política pública, financiamento e infraestrutura. Ele observou que, do ponto de vista do financiamento, houve avanços significativos nos últimos anos, com a disponibilidade de recursos provenientes de programas como o PAC da mobilidade, o Fundo Clima, o Refrota e linhas de crédito de instituições como BNDES, Caixa Econômica Federal e Banco do Brasil. Assim, segundo ele, o financiamento deixou de ser o principal gargalo da transição.

O maior desafio identificado atualmente é a infraestrutura elétrica necessária para suportar a renovação da frota em escala adequada. Walter explicou que São Paulo precisa renovar cerca de 1.300 ônibus por ano para evitar o envelhecimento da frota. No entanto, com a taxa atual de incorporação de ônibus elétricos, estimada entre 500 e 750 unidades por ano, existe o risco de que, até 2030, aproximadamente 5.500 ônibus antigos continuem em operação, emitindo poluentes como óxidos de nitrogênio e material particulado. Diante desse cenário, ele destacou que aumentar o volume anual de ônibus elétricos é essencial para alcançar os objetivos ambientais e de qualidade do transporte.

Caso a limitação de infraestrutura impeça o atingimento dessas metas, Walter apontou que será necessário combinar diferentes tecnologias de transição para mitigar os impactos ambientais do envelhecimento da frota. Ainda assim, reforçou que os benefícios dos ônibus elétricos são indiscutíveis no contexto brasileiro, especialmente considerando que cerca de 88% da matriz elétrica nacional é composta por fontes renováveis, o que torna o veículo elétrico uma solução ambientalmente eficiente e coerente com a realidade energética do país.

Por fim, Walter reiterou que o sucesso da eletromobilidade no transporte coletivo depende de planejamento consistente, coordenação entre os diversos atores envolvidos e uma abordagem gradual, adaptada à maturidade e às condições específicas de cada município. Embora São Paulo esteja à frente nesse processo, a consolidação da eletromobilidade em nível nacional exigirá soluções diferenciadas,

compatíveis com a capacidade financeira, institucional e de infraestrutura das demais cidades brasileiras.

Wagner Tillmann – Gerente de Vendas da Marcopolo

Wagner Tillmann destacou que a Marcopolo decidiu desenvolver seu próprio ônibus elétrico, permitindo uma oferta direta de soluções elétricas no mercado latino-americano. O gerente ressaltou que um dos principais desafios para a redução de custos e o aumento da competitividade dos ônibus elétricos é a previsibilidade do mercado. Embora São Paulo já conte com cerca de 700 ônibus elétricos em operação e o potencial no Brasil seja de centenas de milhares de veículos, não há ainda uma definição clara sobre quando cada município estará apto a adotar plenamente a eletrificação. Essa falta de previsibilidade afeta decisões estratégicas da indústria, como a contratação de mão de obra, a aquisição de componentes em grande escala e o planejamento da produção, gerando incertezas recorrentes sobre o ritmo de fabricação e a proporção entre veículos elétricos e a diesel.

Wagner enfatizou que a viabilidade financeira é um dos pontos centrais da transição. Em São Paulo, o modelo de subsídio existente já se consolidou como uma referência de como o setor público pode apoiar a substituição da frota a diesel por veículos elétricos. Os mecanismos de financiamento podem variar, seja por meio de repasses diretos aos operadores ou via tarifa, mas é fundamental ouvir os operadores e garantir que a adoção dos ônibus elétricos não comprometa o fluxo de caixa nem a qualidade do serviço prestado à população.

O executivo ressaltou ainda que o investimento inicial não se restringe à aquisição dos veículos, mas envolve também a implantação da infraestrutura de recarga nas garagens, inexistente no modelo a diesel. Nesse contexto, o fomento do setor público desempenha papel decisivo para viabilizar economicamente a transição, assegurando equilíbrio entre investimento, operação e retorno financeiro.

Por fim, Wagner Tillmann destacou a importância dos projetos-piloto como instrumento para romper a resistência do mercado à adoção de novas tecnologias. Ao permitir que operadores testem, em pequena escala, a viabilidade e os benefícios do ônibus elétrico, esses projetos contribuem para a construção de confiança no novo modelo. Ele apontou que a experiência de São Paulo pode servir de referência para

municípios menores, demonstrando que a eletrificação do transporte coletivo é técnica, econômica e operacionalmente viável.

Painel B2 - Eletromobilidade e Segurança nas Edificações

Moderado por Clemente Gauer, Coordenador da GSCC Network, o Painel B2 dedicou-se à análise dos aspectos de segurança associados à integração da infraestrutura de recarga de veículos elétricos às edificações. As apresentações abordaram normas técnicas, prevenção e combate a incêndios, adequações em garagens existentes e requisitos para novos empreendimentos. O painel evidenciou a importância da atuação coordenada entre órgãos reguladores, Corpo de Bombeiros, setor imobiliário e entidades técnicas, reforçando que a expansão da eletromobilidade deve ocorrer de forma planejada, segura e alinhada às especificidades do ambiente construído, garantindo proteção à vida, ao patrimônio e à continuidade dos serviços urbanos.

Lauro Ladeia - Representante técnico da SINDUSCON

Lauro Ladeia apresentou a experiência de concepção, implantação e operação do primeiro laboratório de segurança para veículos elétricos da América Latina, instalado na Escola Superior do Corpo de Bombeiros, no município de Franco da Rocha, em São Paulo. Segundo ele, a iniciativa surgiu a partir da necessidade concreta de compreender, de forma prática e controlada, o comportamento de garagens e sistemas prediais diante de incêndios e emergências envolvendo veículos elétricos, especialmente em um contexto de rápida expansão da eletromobilidade e de ausência de referências consolidadas no país.

O projeto foi desenvolvido em resposta a demandas de órgãos públicos e do próprio Corpo de Bombeiros, que identificaram a lacuna de conhecimento empírico sobre como incêndios envolvendo baterias de veículos elétricos interagem com a infraestrutura construída. Ladeia destacou que um dos principais desafios iniciais foi a inexistência de projetos similares, tanto no Brasil quanto na América Latina, o que exigiu um esforço significativo de concepção técnica, definição de escopo e articulação institucional. A iniciativa envolveu a cooperação entre o Corpo de Bombeiros, entidades do setor da construção civil, empresas de engenharia e incorporadoras, além da superação de limitações orçamentárias, restrições de prazo e da necessidade de definição rápida do local para implantação.

O laboratório foi planejado como uma reprodução fiel de uma garagem urbana real, incorporando pilares, lajes, fundações, pé-direito e dimensões compatíveis com edificações existentes. Com cerca de 200 metros quadrados, a estrutura foi concebida para permitir a observação direta e controlada do comportamento do fogo e da fumaça, bem como da interação entre incêndios e os diversos sistemas prediais. Entre os sistemas avaliados estão drenagem, exaustão, chuveiros automáticos, detectores de fumaça, sensores de CO₂ e de temperatura, além de dispositivos de segurança e elementos construtivos típicos de garagens.

Ladeia ressaltou que, para viabilizar testes precisos e replicáveis, o laboratório foi equipado com bombas, instrumentação e dispositivos que permitem variar pressões e simular diferentes cenários operacionais. Essa configuração possibilita avaliar não apenas incêndios convencionais, mas também situações específicas associadas a veículos elétricos, como eventos de fuga térmica de baterias. A presença de portas de vidro para observação externa permite acompanhar o desenvolvimento dos ensaios em tempo real, contribuindo para a análise técnica e para atividades de capacitação.

Segundo o representante do SINDUSCON, a criação do laboratório permitiu avanços importantes tanto na geração de conhecimento técnico quanto na formação de profissionais, incluindo bombeiros, engenheiros e demais atores envolvidos na segurança de edificações. A experiência acumulada passou a subsidiar discussões técnicas, apoiar processos decisórios e orientar boas práticas construtivas e operacionais, contribuindo para a formulação de diretrizes mais embasadas sobre a integração da eletromobilidade às edificações.

Ladeia destacou ainda que os aprendizados obtidos a partir dos testes realizados no laboratório foram compartilhados com outros estados, ampliando o alcance da iniciativa e contribuindo para a consolidação de práticas e procedimentos que podem servir de referência para futuras regulamentações e projetos. Em sua avaliação, a iniciativa representa um passo relevante para viabilizar a expansão segura da eletromobilidade no Brasil, ao oferecer base técnica concreta para decisões relacionadas à segurança contra incêndios em garagens e edificações.

Carlos Alberto Moraes Borges - Vice-Presidente da SECOVI

Carlos Alberto de Moraes Borges abordou a temática da eletromobilidade sob a perspectiva do setor imobiliário, destacando que a introdução de veículos elétricos em edificações residenciais e comerciais ainda gera dúvidas significativas entre síndicos, administradores e moradores. Segundo ele, essas incertezas decorrem, em grande medida, do caráter relativamente recente da tecnologia e da rápida disseminação de informações técnicas e normativas, nem sempre acompanhadas de esclarecimentos adequados ao público leigo e aos gestores condominiais.

O painelistas ressaltou que a publicação de diretrizes nacionais, como as emanadas pela LIGABOM, contribuiu para ampliar o debate, mas também gerou interpretações divergentes e insegurança em alguns contextos. Borges enfatizou que tais diretrizes possuem caráter orientativo e que, no âmbito do pacto federativo, cada Corpo de Bombeiros estadual detém autonomia para regulamentar a matéria conforme sua legislação local. Nesse sentido, destacou que não há uma norma única válida para todo o país e que as exigências aplicáveis dependem das regras específicas de cada estado.

Borges explicou que o papel do SECOVI tem sido o de orientar e esclarecer os síndicos e administradores quanto às possibilidades técnicas e legais para a instalação de pontos de recarga em condomínios. Essa atuação envolve a disseminação de informações sobre normas técnicas, a necessidade de avaliações de carga elétrica e a observância dos requisitos de segurança estabelecidos pelos Corpos de Bombeiros. Segundo ele, o objetivo central é evitar decisões precipitadas, seja no sentido de proibir indiscriminadamente a instalação de carregadores, seja no de autorizar intervenções sem respaldo técnico adequado.

Ao diferenciar empreendimentos novos de edificações existentes, Borges observou que os projetos mais recentes, em geral, já contam com infraestrutura de subsolo mais adequada para suportar a instalação de pontos de recarga, independentemente do tipo de veículo. Em contrapartida, prédios mais antigos podem apresentar limitações técnicas e econômicas que exigem análises detalhadas e planejamento cuidadoso. Nessas situações, é fundamental avaliar a capacidade elétrica disponível, os custos envolvidos e as adaptações necessárias, sempre

buscando garantir segurança, funcionalidade e racionalidade na alocação de recursos.

O vice-presidente do SECOVI reforçou que a eletromobilidade representa uma tendência irreversível no transporte urbano e que o desafio do setor imobiliário é incorporar essa nova realidade de forma segura e equilibrada. Para isso, defendeu a importância do diálogo entre síndicos, moradores, projetistas, empresas especializadas e órgãos reguladores, bem como a adoção de soluções baseadas em bom senso e cooperação institucional.

Borges destacou ainda que o SECOVI tem atuado de forma responsável ao respeitar a autoridade técnica dos Corpos de Bombeiros e ao aguardar a evolução e consolidação das regulamentações específicas sobre o tema. Segundo ele, essa postura evita conflitos desnecessários e contribui para a construção de um ambiente mais seguro e juridicamente estável para a adoção da eletromobilidade nas edificações.

Por fim, o painelistas compartilhou uma experiência pessoal para ilustrar sua argumentação, relatando que conseguiu instalar um ponto de recarga em seu próprio apartamento por meio de diálogo e orientação técnica adequada. O exemplo foi utilizado para demonstrar que, apesar dos desafios técnicos e regulatórios existentes, é possível encontrar soluções viáveis e seguras quando há informação qualificada, disposição para o diálogo e respeito às normas aplicáveis.

Renato da Cunha Adashi - Capitão PM CBM-DAT do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP)

O Capitão PM Renato da Cunha Adashi apresentou a atuação do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo no contexto da eletromobilidade, com foco específico na segurança contra incêndio em edificações e no atendimento a ocorrências envolvendo veículos elétricos. Explicou que sua área de atuação está vinculada à Divisão de Atividades Técnicas, responsável pela análise e aprovação de projetos de segurança contra incêndio, incluindo aqueles que envolvem novas tecnologias e sistemas construtivos.

Adashi destacou que, diante da crescente presença de veículos elétricos no território paulista, foi criada, há aproximadamente dois anos, a Comissão de Estudos

sobre Veículos de Recarga Elétrica. Segundo ele, essa comissão tem como atribuições principais a avaliação técnica de novas tecnologias, a realização de testes práticos, o acompanhamento de experiências internacionais e a análise de normas e recomendações estrangeiras, com o objetivo de subsidiar a atuação operacional do Corpo de Bombeiros e orientar eventuais ajustes regulatórios. O capitão ressaltou que esse trabalho busca antecipar riscos e preparar a corporação para lidar com situações emergenciais de forma segura e eficiente.

O painalista enfatizou que o Corpo de Bombeiros mantém e atualiza cursos especializados voltados ao atendimento de ocorrências complexas, como os cursos de produtos perigosos e de salvamento terrestre. Esses treinamentos incluem situações envolvendo veículos com estruturas diferenciadas, acesso restrito e sistemas elétricos de alta tensão, contemplando também os veículos elétricos. Segundo Adashi, a capacitação contínua é fundamental para garantir a segurança dos bombeiros e das vítimas durante operações de resgate e combate a incêndios.

Adashi explicou que os veículos elétricos apresentam características próprias que influenciam diretamente a atuação em emergências, especialmente no que se refere à localização e ao tipo das baterias. Enquanto em ônibus elétricos as baterias geralmente estão posicionadas no teto, em veículos leves elas costumam estar localizadas na parte inferior da carroceria. Por essa razão, em cada ocorrência, as equipes consultam manuais técnicos específicos que indicam a estrutura do veículo, a localização de cintos de segurança, pontos de corte e áreas seguras para intervenção, reduzindo riscos durante o resgate.

Como exemplo prático, o capitão mencionou um incêndio recente envolvendo um ônibus elétrico na região metropolitana de São Paulo. Segundo ele, a rápida identificação do veículo como elétrico permitiu o isolamento adequado da área, o controle do evento de fuga térmica e a adoção de estratégias compatíveis com o tipo de ocorrência. Foram utilizados aproximadamente 6 mil litros de água, volume considerado significativamente menor do que aquele empregado em incêndios convencionais de maior porte, demonstrando eficiência operacional e mitigação de riscos para equipes e entorno.

No campo regulatório, Adashi esclareceu que as diretrizes nacionais elaboradas pela LIGABOM possuem caráter orientativo e não vinculante. A aplicação

prática dessas recomendações depende das legislações estaduais, em consonância com o pacto federativo. No Estado de São Paulo, qualquer alteração nas exigências de segurança contra incêndio em edificações, incluindo garagens com pontos de recarga para veículos elétricos, demanda modificações no Decreto Estadual nº 69.118, processo que envolve estudos técnicos, análise jurídica e etapas de consulta pública.

O capitão abordou ainda a discussão sobre a exigência de sistemas de sprinklers automáticos em garagens com áreas destinadas à recarga de veículos elétricos. Ressaltou que a adoção desse tipo de medida deve considerar a relação entre probabilidade e potencial de risco, bem como os impactos econômicos para proprietários e usuários. Destacou que, em novos empreendimentos, é possível estabelecer exigências mais abrangentes, como a instalação de sprinklers em toda a garagem, independentemente da presença de veículos elétricos, promovendo uniformidade de critérios e maior nível de segurança.

Por fim, Adashi reforçou que o Corpo de Bombeiros de São Paulo adota postura aberta e colaborativa em relação à inovação tecnológica e às transformações no setor de transportes. Segundo ele, a instituição busca integrar novas modalidades de veículos e sistemas construtivos de forma planejada, segura e tecnicamente embasada, sempre com foco na proteção da vida, do patrimônio e da segurança das edificações. O capitão concluiu destacando a importância do estudo aprofundado do comportamento do fogo em veículos elétricos, da avaliação criteriosa de riscos e da formação contínua de profissionais especializados, como pilares para atender à sociedade paulista com eficiência e responsabilidade.

Painel A3 - Financiamento da Transição Energética no Transporte Público: Estratégias e Oportunidades

Moderado por Nicolle Konai, Gerente de Investimentos e Parcerias do C40 Cities, o Painel A3 teve como foco central os modelos financeiros e institucionais que vêm permitindo à cidade de São Paulo avançar de forma acelerada e consistente na eletrificação de sua frota de ônibus, conciliando metas climáticas ambiciosas com responsabilidade fiscal e segurança jurídica. A partir das exposições do Secretário Municipal da Fazenda e de representantes de bancos multilaterais e nacionais de desenvolvimento, o painel discutiu como a combinação entre subvenção pública parcial, financiamento de longo prazo, assistência técnica especializada e governança robusta tem viabilizado a transição energética do transporte coletivo. As falas evidenciaram que o caso paulistano resulta de um arranjo inovador, baseado em planejamento de longo prazo, articulação entre diferentes instituições financeiras e integração entre objetivos ambientais, sociais e econômicos, consolidando São Paulo como referência nacional e internacional em financiamento da mobilidade urbana sustentável.

Luis Felipe Vidal Arellano - Secretário Municipal da Fazenda da Prefeitura de São Paulo

O Secretário apresentou o modelo de financiamento desenvolvido pela Prefeitura de São Paulo para viabilizar a transição energética no sistema municipal de transporte coletivo. Desde 2018, a cidade estabelece metas ambiciosas: eliminar 100% das emissões de CO₂ e reduzir em 95% as emissões de material particulado e óxidos nítricos até 2038. No entanto, quando as concessões de transporte foram licitadas em 2018 e assinadas em 2019, havia ainda grande incerteza sobre os custos de investimento, operação e manutenção dos ônibus elétricos, o que impossibilitou incluir essas variáveis diretamente no edital de licitação.

Diante dessa incerteza, a Prefeitura optou por realizar a licitação com base no modelo de ônibus a diesel, mas previu contratualmente a possibilidade de o poder concedente determinar a adoção de veículos elétricos, desde que fossem criadas “engenharias financeiras” capazes de reequilibrar economicamente os contratos. O

grande desafio, segundo Arellano, era o custo de capital: enquanto a taxa de retorno contratual das concessionárias era de cerca de 9%, refletindo o risco do investimento privado, o custo de captação da Prefeitura girava em torno de 3%, por contar com maior segurança financeira.

Essa diferença de custo se tornava determinante. Apesar de os ônibus elétricos apresentarem menores custos operacionais e de manutenção em relação aos modelos a diesel, a economia obtida acabava sendo anulada pelo alto custo de capital das concessionárias. A solução encontrada foi criar um modelo de subvenção parcial, no qual a Prefeitura arcaria com a diferença de preço entre os ônibus elétricos e os veículos a diesel, reduzindo o montante que o operador precisaria financiar. Assim, por exemplo, em um ônibus de R\$ 2,7 milhões, o concessionário investiria cerca de R\$ 742 mil (valor equivalente ao de um veículo a diesel), enquanto a Prefeitura subsidiaria a diferença de aproximadamente R\$ 1,9 milhão.

Com essa estrutura, os cálculos mostraram que o custo total da operação seria inferior ao modelo totalmente privado, mesmo considerando o custo do financiamento público. De acordo com as projeções apresentadas, o gasto total estimado para 2.600 ônibus a diesel seria de R\$ 27,7 bilhões ao longo de 12 anos. Se a transição para os elétricos fosse totalmente financiada pelos concessionários, o custo subiria para R\$ 33,6 bilhões. Já com o modelo híbrido de subvenção parcial, o custo seria de R\$ 28,9 bilhões (incluindo o custo financeiro da Prefeitura), configurando uma economia relevante e um ganho ambiental expressivo.

Com base nesse diagnóstico, o Município passou a buscar parceiros financeiros nacionais e internacionais para viabilizar o programa. Arellano destacou a importância da atuação conjunta de diversas instituições: o BNDES (R\$ 2,5 bilhões), o Banco Interamericano de Desenvolvimento e o Banco Mundial (cada um com US\$ 248,3 milhões), o Banco do Brasil (R\$ 750 milhões), a Caixa Econômica Federal (R\$ 250 milhões) e, mais recentemente, o Banco da China (US\$ 100 milhões).

Segundo o Secretário, esse modelo inovador tem permitido que São Paulo avance rapidamente na transição da frota de ônibus, mesmo diante de desafios técnicos e operacionais. Ele ressaltou que a Prefeitura já se prepara para uma nova rodada de financiamentos, necessária para dar continuidade à substituição integral

da frota, composta por dezenas de milhares de veículos. Arellano concluiu afirmando que o projeto paulistano demonstra ser possível conciliar sustentabilidade ambiental, responsabilidade fiscal e eficiência econômica por meio de soluções financeiras inteligentes e parcerias institucionais sólidas.

Arellano explicou que, embora a Prefeitura de São Paulo priorize financiamento público com juros baixos, prazos longos e carência ampliada, os bancos privados ainda têm papel relevante, oferecendo apoio financeiro estratégico aos concessionários, que investem cerca de um terço do valor necessário para a substituição da frota. O modelo prevê que dois terços dos recursos venham de subvenções públicas e um terço do investimento direto dos operadores, tornando o financiamento privado competitivo essencial para viabilizar a transição energética de forma equilibrada.

Por fim, ao responder um questionamento da plateia, Arellano destacou que, embora o biometano tenha autorização legal, ainda está em estágio inicial e não há investimentos em andamento, pois o foco da Prefeitura no momento está dedicado à eletrificação da frota de ônibus.

Ana Waksberg Guerrini - Líder de mobilidade urbana do Banco Mundial

Ana Waksberg Guerrini destacou que o sucesso da descarbonização do transporte público em São Paulo resulta da ousadia da cidade e da sociedade, iniciada com a primeira Lei do Clima em 2009 e consolidada em 2018, quando se uniram pressão civil, compromisso político e metas ambientais nas licitações de transporte. Esse avanço também se deve à abertura técnica das equipes municipais, à colaboração entre instituições e à incorporação de metas ambientais no Plano Plurianual, que assegurou continuidade e planejamento estratégico às ações de mobilidade sustentável.

Ana destacou que a Prefeitura de São Paulo se cercou de aliados estratégicos, incluindo bancos de desenvolvimento, como o Banco Mundial, o BID e o BNDES; e organizações internacionais, como o C40 e o ICCT. Esses parceiros não atuam apenas no financiamento, mas também oferecem assistência técnica essencial em temas como infraestrutura de recarga e modelagem de projetos.

A líder do Banco Mundial destacou que o sucesso da eletrificação da frota em São Paulo está na formação de uma ampla rede de aliados estratégicos, incluindo bancos de desenvolvimento, como o Banco Mundial, o BID e o BNDES, e organizações internacionais, como o C40 e o ICCT, que oferecem não apenas financiamento, mas também assistência técnica em áreas como infraestrutura de recarga e modelagem de projetos. Segundo ela, o projeto paulistano é um dos mais inovadores apoiados pelo Banco Mundial, devido à sua complexidade e à abrangência de uma rede de transporte fora de corredores exclusivos, o que torna São Paulo uma referência global. Ana também ressaltou a importância da criação de uma unidade de gestão de projetos, que tem garantido a coordenação eficiente entre áreas financeiras, técnicas e operacionais da prefeitura. Para ela, o êxito da cidade está justamente nessa capacidade de articulação entre poder público, setor privado, bancos de desenvolvimento e sociedade civil, permitindo enfrentar desafios e consolidar a mobilidade urbana sustentável.

Explicou que os bancos de desenvolvimento avaliam projetos de eletromobilidade com base em quatro critérios principais: viabilidade financeira, impacto ambiental, benefícios sociais e desenvolvimento industrial. Ela destacou que o Banco Mundial é agnóstico quanto à tecnologia, não privilegiando soluções específicas, mas prioriza alternativas limpas e sustentáveis. No aspecto financeiro, os ônibus elétricos se tornam economicamente vantajosos ao longo do tempo devido à redução constante no preço das baterias e ao menor custo de manutenção e operação em comparação ao diesel. Ambientalmente, a operação da frota em São Paulo deve reduzir cerca de 47 mil toneladas de CO₂ por ano, além de gerar ganhos indiretos significativos, como a diminuição de doenças respiratórias e a consequente economia de aproximadamente US\$ 13 milhões anuais no sistema de saúde. Do ponto de vista social e ocupacional, os veículos elétricos reduzem drasticamente o ruído em vias, terminais e dentro dos ônibus, melhorando as condições de trabalho de motoristas e cobradores e prevenindo problemas auditivos associados à poluição sonora. Por fim, Ana ressaltou o efeito no desenvolvimento industrial: a expansão da eletromobilidade no Brasil estimulou a cadeia produtiva nacional, fortalecendo a capacidade de produção de ônibus elétricos e transformando o país de importador em produtor, promovendo inovação e reindustrialização sustentável.

Segundo Ana, a experiência de São Paulo dinamizou o mercado nacional de mobilidade elétrica, abrindo caminho para que outras cidades sigam o mesmo percurso. Os bancos multilaterais têm o papel de fornecer apoio técnico, reduzir riscos e fomentar a escala de projetos, assegurando que a transição para uma mobilidade urbana limpa seja financeiramente sustentável, ambientalmente benéfica e socialmente inclusiva.

Ana Beatriz Monteiro - Especialista líder em transporte no BID

O BID apoia a prefeitura desde as etapas iniciais, buscando estruturar o financiamento e identificar fontes alternativas de recursos para o transporte coletivo. Entre os fatores de sucesso, Ana Beatriz ressaltou a decisão estratégica da Prefeitura de São Paulo de envolver simultaneamente o BID e o Banco Mundial na operação de crédito. Somados, os empréstimos representam cerca de 500 milhões de dólares, aos quais se soma o financiamento nacional do BNDES. Para a especialista, a escolha de incluir os dois bancos multilaterais foi acertada, não apenas pelo volume financeiro, mas sobretudo pela assistência técnica e pela força institucional que essas organizações trazem ao processo.

Ela destacou que essa parceria permitiu avanços em temas estruturantes da eletromobilidade, como o desenvolvimento do modelo de preço de referência que estabelece o equilíbrio entre o custo do ônibus elétrico e o subsídio pago pela prefeitura, garantindo maior transparência e previsibilidade ao processo. Outro ponto importante foi o alinhamento jurídico entre as instituições envolvidas: advogados do BID, do Banco Mundial e do BNDES trabalharam conjuntamente na formulação de cláusulas contratuais para harmonizar os contratos de financiamento, o que, segundo ela, fortaleceu a governança do projeto.

Ana Beatriz enfatizou também o papel da Prefeitura de São Paulo em abraçar as exigências técnicas e institucionais propostas pelos bancos multilaterais. Ela explicou que essas condições não são impostas arbitrariamente, mas resultam da experiência dos bancos de desenvolvimento, que buscam assegurar a solidez e a sustentabilidade dos projetos financiados.

A especialista destacou que o caso de São Paulo serve de referência, mas não deve ser visto como exceção: outras cidades também podem trilhar esse caminho,

adaptando os modelos às suas realidades locais. Para isso, o BID tem buscado apoiar novas iniciativas e ampliar a escala dos projetos de transporte sustentável no Brasil.

Outro aspecto fundamental, segundo ela, é a visão sistêmica do transporte coletivo. Os contratos de concessão foram estruturados de forma que os ativos pertençam ao sistema, e não apenas às concessionárias, garantindo continuidade mesmo em caso de dificuldades financeiras das operadoras. Esse cuidado é essencial, considerando que o transporte público de São Paulo atende cerca de 7 milhões de pessoas por dia, das quais aproximadamente 4 milhões são mulheres, e, entre elas, mais de 2,3 milhões são chefes de família.

A tese central defendida pela especialista líder em transporte do BID, Ana Beatriz Monteiro, é a da resiliência urbana, compreendendo o transporte coletivo público como um elemento essencial para promover a sustentabilidade das cidades no longo prazo. Nesse sentido, a eletromobilidade surge como uma das soluções mais avançadas e escaláveis para apoiar a transição energética necessária ao cumprimento das metas climáticas globais e nacionais.

Assim como o Banco Mundial, o BID adota uma postura agnóstica em relação à tecnologia, reconhecendo que há diversas alternativas de transporte limpo em desenvolvimento. No entanto, diante das metas definidas pelo Acordo de Paris, do qual o Brasil é signatário, e das novas NDCs submetidas em 2024, torna-se imprescindível acelerar ações de redução de emissões. Além do compromisso internacional, há também legislações e compromissos locais, como a Lei do Clima da cidade de São Paulo, que estabelecem metas concretas de descarbonização.

Monteiro ressaltou que São Paulo não pode se dar ao luxo de não investir em soluções que reduzam emissões, uma vez que enfrenta sérios impactos à saúde pública decorrentes da poluição atmosférica. O nível de material particulado (PM10) na cidade, por exemplo, é seis vezes superior ao limite recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Estudos realizados pelo BID indicam que cerca de 50% dos benefícios da adoção de ônibus elétricos são relacionados à melhoria da saúde da população, resultado direto da redução de poluentes e do ruído urbano.

Embora a eletromobilidade não seja a única alternativa tecnológica disponível, ela se mostra atualmente a mais madura, competitiva e escalável, contando com uma cadeia produtiva nacional em consolidação e apoio de bancos de desenvolvimento que exigem conteúdo local em seus financiamentos. Por essa razão, Monteiro defende que o fortalecimento da eletromobilidade é um caminho inevitável e estratégico para o país e suas cidades, representando não apenas um compromisso ambiental, mas também uma oportunidade de desenvolvimento industrial e econômico.

Pedro Marques - Chefe de mobilidade urbana do BNDES

Segundo Pedro Marques, o modelo adotado pela cidade de São Paulo para a eletrificação do transporte público é um exemplo de sucesso que vem despertando o interesse de diversos municípios brasileiros. O BNDES, ao analisar projetos de eletrificação em outras localidades, tem sido frequentemente consultado sobre o modelo de subvenção paulistano, que vem servindo de referência nacional. A cidade conseguiu se consolidar como um caso exemplar por reunir planejamento, capacidade técnica e segurança jurídica. São Paulo partiu de um projeto-piloto consistente e, a partir dele, institucionalizou progressivamente a eletrificação dentro do seu arcabouço regulatório. Essa abordagem foi essencial para conferir previsibilidade e credibilidade ao processo, facilitando o engajamento dos financiadores e a aprovação dos investimentos.

Entre os fatores que contribuíram para o sucesso do modelo, Pedro destacou a qualidade dos aditivos contratuais, a robustez jurídica e a estrutura de subvenção adotada, que, além de reduzir custos para a sociedade, permite acelerar a transição energética da frota.

Ao tratar da atuação do BNDES, ele enfatizou dois elementos centrais: a economicidade e o *compliance*. O primeiro refere-se à análise rigorosa dos custos e à coerência orçamentária dos projetos financiados. O modelo de preço de referência, com base em portarias públicas, cotações e atualizações periódicas, trouxe segurança adicional ao banco, permitindo aprovar a operação com maior confiança. Já no campo do *compliance*, Pedro destacou a mecânica de desembolso adotada: o BNDES transfere os recursos diretamente à Prefeitura, que, por sua vez,

paga os fornecedores. Esse modelo elimina a intermediação das concessionárias e reduz riscos de integridade, o que foi considerado um avanço institucional relevante.

Outro aspecto ressaltado foi a diversificação das fontes de financiamento. Para o BNDES, o sucesso do projeto de São Paulo também está relacionado à composição equilibrada da cesta de financiadores, que reuniu bancos de diferentes naturezas (multilaterais, nacionais e comerciais), permitindo combinar agilidade operacional, solidez institucional e taxas competitivas. Segundo Pedro, se a operação tivesse contado apenas com um banco multilateral, o processo de contratação poderia ter sido mais demorado; se tivesse se restringido aos bancos comerciais, os custos financeiros seriam muito mais elevados.

A escolha de integrar instituições como o BNDES, o BID, o Banco Mundial e o Banco da China permitiu equilibrar as vantagens de cada modalidade: os créditos rápidos dos bancos nacionais possibilitaram iniciar os investimentos, enquanto os empréstimos de longo prazo e de menor custo dos multilaterais garantiram sustentabilidade financeira ao projeto. Essa estratégia, afirmou Pedro, foi essencial para viabilizar a entrega dos 700 ônibus elétricos já em circulação e criar as bases para a expansão contínua da frota limpa.

Reafirmou que o êxito do projeto paulistano decorre de três pilares principais: planejamento sólido, normatização progressiva e um modelo de financiamento inteligente e transparente. Ele destacou ainda que a experiência de São Paulo serve de inspiração para outras cidades brasileiras que desejam avançar na transição energética do transporte público, mostrando que a combinação de governança, inovação e cooperação institucional é fundamental para superar os desafios da mobilidade sustentável. A tese que orienta os investimentos do banco no setor de eletromobilidade é semelhante à de outras instituições multilaterais, como o Banco Mundial e o BID.

Segundo ele, o principal motivo para o apoio a esse tipo de projeto está relacionado à necessidade de descarbonização da economia e ao cumprimento das metas de redução de emissões estabelecidas nas NDCs brasileiras, em consonância com compromissos internacionais como o Acordo de Paris. No âmbito do BNDES, o investimento em eletromobilidade não se limita à análise de uma taxa interna de retorno financeira, pois envolve uma visão mais ampla sobre o papel estratégico do

transporte sustentável no futuro das cidades brasileiras. Os projetos apoiados devem demonstrar resiliência, relevância social e alinhamento com uma transição energética justa, capaz de promover benefícios ambientais, econômicos e de qualidade de vida urbana.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

SÍNTESE

O conjunto de painéis do Seminário de Eletromobilidade evidenciou um elevado grau de maturidade técnica, institucional e política no debate sobre a transição energética no setor de transportes, com especial destaque para a experiência da cidade de São Paulo. As falas dos painelistas, provenientes do poder público, da indústria, de operadores, de instituições financeiras e de organismos internacionais, convergiram na compreensão de que a eletromobilidade deixou de ser um tema experimental para se consolidar como eixo estruturante das políticas de mobilidade urbana sustentável.

Do ponto de vista institucional, representantes da Prefeitura de São Paulo apresentaram a trajetória de construção de um modelo robusto de eletrificação do transporte coletivo, ancorado em metas climáticas claras, segurança jurídica, planejamento de longo prazo e inovação financeira. O modelo paulistano foi reiteradamente reconhecido pelos bancos de desenvolvimento e por atores do setor privado como uma referência nacional e internacional, tanto pela escala quanto pela sofisticação da engenharia financeira adotada, capaz de reduzir o custo total da operação e acelerar a substituição da frota.

As instituições financeiras multilaterais e nacionais destacaram a singularidade do caso de São Paulo, ressaltando a importância da articulação entre financiamento, assistência técnica e governança institucional. As falas enfatizaram que o êxito da política de eletromobilidade decorre não apenas da disponibilidade de recursos, mas da capacidade do Município de estruturar projetos financeiramente viáveis, ambientalmente ambiciosos e socialmente relevantes, apoiados por uma rede estável de parceiros institucionais.

A indústria, representada por montadoras e fornecedores de tecnologia, apresentou uma leitura convergente sobre o estágio atual do mercado brasileiro de veículos elétricos, especialmente no segmento de ônibus. As falas indicaram que há capacidade produtiva instalada, domínio tecnológico e interesse em ampliar investimentos, mas que a expansão depende diretamente de previsibilidade regulatória, escala de demanda e continuidade das políticas públicas. As montadoras

reconheceram o papel indutor do poder público, em especial do Município de São Paulo, na consolidação do mercado e no fortalecimento da cadeia produtiva nacional.

Os operadores e representantes do setor produtivo ressaltaram que a aceitação dos ônibus elétricos ocorreu de forma progressiva, à medida que os veículos demonstraram, na prática, confiabilidade operacional, redução de custos e benefícios tangíveis para motoristas, equipes de manutenção e usuários. A experiência acumulada mostrou que a superação de resistências iniciais esteve diretamente associada à vivência cotidiana da operação, reforçando a importância de projetos-piloto, escalonamento gradual e aprendizagem institucional.

No campo da infraestrutura e da segurança, os debates evidenciaram que os desafios da eletromobilidade não se restringem aos veículos, mas envolvem a adaptação do ambiente construído, das redes elétricas e das normas técnicas. As contribuições do Corpo de Bombeiros, do setor imobiliário e de entidades técnicas ressaltaram a necessidade de integrar inovação tecnológica, segurança contra incêndios e planejamento urbano, garantindo que a expansão da infraestrutura de recarga ocorra de forma segura, padronizada e economicamente viável.

Por fim, os painéis dedicados à micromobilidade elétrica ampliaram o escopo do debate, destacando o papel estratégico dos modais levíssimos na reconfiguração da mobilidade urbana, especialmente nos deslocamentos de curta distância e na logística urbana. As falas apontaram para a importância da regulamentação, da infraestrutura cicloviária, da fiscalização e da integração com o transporte público, reforçando que a eletromobilidade deve ser compreendida como um ecossistema diversificado e complementar, e não restrito ao transporte coletivo pesado.

Em síntese, o Seminário revelou forte convergência entre os diferentes atores quanto à centralidade da eletromobilidade na agenda urbana contemporânea, ao protagonismo de São Paulo nesse processo e à necessidade de coordenação entre política pública, financiamento, indústria, operação e planejamento urbano para sustentar a transição energética no longo prazo.

LIÇÕES E EVIDÊNCIAS

A análise integrada das exposições técnicas, institucionais e empresariais permite extrair um conjunto consistente de inferências sobre o estágio atual, os condicionantes e as tendências da eletromobilidade no contexto urbano brasileiro, em especial na cidade de São Paulo.

Em primeiro lugar, as manifestações indicam que a eletromobilidade, sobretudo no transporte coletivo, atingiu um patamar de irreversibilidade técnica e política. A convergência entre poder público, indústria, operadores e financiadores demonstra que o debate já não se concentra mais na viabilidade tecnológica dos veículos elétricos, mas sim nos mecanismos institucionais, financeiros e operacionais necessários para sua expansão em escala. A tecnologia foi reiteradamente apresentada como madura e disponível, deslocando o foco da discussão para temas como financiamento, planejamento, infraestrutura e governança.

Uma segunda inferência relevante diz respeito ao papel central do custo de capital na equação econômica da transição energética. As falas evidenciaram que, embora os ônibus elétricos apresentem vantagens claras em termos de custos operacionais, manutenção e impactos ambientais, esses benefícios tendem a ser neutralizados quando o investimento é financiado integralmente pelo setor privado a taxas elevadas. A experiência de São Paulo demonstra que a atuação direta do poder público na estruturação financeira, reduzindo o custo de capital e compartilhando o investimento inicial, tem sido determinante para viabilizar economicamente a eletrificação da frota. Este conhecimento tem, inclusive, sido exportado para outras cidades do Brasil que já realizam estruturas semelhantes.

Também se infere que a segurança jurídica e a previsibilidade regulatória são elementos tão relevantes quanto o financiamento. A necessidade de prazos de concessão compatíveis com o ciclo de vida dos veículos, a estabilidade das metas ambientais e a coerência entre políticas públicas foram apontadas como condições indispensáveis para que operadores e fabricantes realizem investimentos de longo prazo. A ausência dessas condições tende a gerar resistência, atrasos e subutilização da capacidade industrial instalada.

Outra inferência importante refere-se ao caráter sistêmico da eletromobilidade. Os debates mostraram que a transição energética não pode ser tratada como uma simples substituição tecnológica de veículos, mas como uma transformação estrutural que envolve infraestrutura elétrica, edificações, normas de segurança, capacitação técnica, operação do sistema e planejamento urbano. A necessidade de coordenação entre diferentes órgãos públicos, concessionárias, distribuidoras de energia e entidades reguladoras emergiu como um fator crítico para o sucesso da política.

Do ponto de vista institucional, as falas dos bancos de desenvolvimento permitem inferir que projetos de eletromobilidade tendem a ser mais bem-sucedidos quando combinam quatro dimensões: viabilidade financeira, impacto ambiental mensurável, benefícios sociais claros e estímulo ao desenvolvimento industrial local. A experiência paulistana confirma que a presença simultânea desses elementos fortalece a confiança dos financiadores, reduz riscos e amplia a escala das operações.

No campo social e ambiental, os dados apresentados permitem inferir que uma parcela significativa dos benefícios da eletromobilidade não se reflete diretamente nas planilhas financeiras, mas se manifesta na forma de externalidades positivas, especialmente na saúde pública, na redução do ruído urbano e na melhoria das condições de trabalho de motoristas e operadores. Esses benefícios, embora difusos, foram recorrentemente apontados como argumentos centrais para justificar a priorização de investimentos públicos no setor.

As falas da indústria e dos operadores indicam ainda que a aceitação da eletromobilidade ocorre de maneira progressiva e pragmática, sendo consolidada quando a tecnologia demonstra desempenho confiável no cotidiano da operação. A experiência prática nas garagens, a percepção dos motoristas e a avaliação dos resultados financeiros ao longo do tempo foram identificadas como fatores decisivos para superar resistências iniciais e consolidar a mudança de paradigma.

Por fim, os debates sobre micromobilidade elétrica permitem inferir que a eletromobilidade urbana tende a se expandir de forma heterogênea e complementar, integrando diferentes modais conforme a função urbana desempenhada. Bicicletas, patinetes e motocicletas elétricas foram apresentados não como soluções marginais,

mas como componentes estratégicos para a mobilidade de curta distância, logística urbana e integração com o transporte coletivo, desde que acompanhados de regulação adequada, infraestrutura segura e fiscalização eficaz.

Em síntese, as inferências extraídas do seminário apontam que a eletromobilidade em São Paulo já se encontra em uma fase de consolidação institucional e expansão operacional, na qual os principais desafios deixam de ser tecnológicos e passam a ser essencialmente estratégicos, financeiros e de coordenação sistêmica.

CONCLUSÃO E DIRECIONAMENTO ESTRATÉGICO

A partir do panorama apresentado no seminário e das inferências extraídas das falas dos painelistas, é possível delinear alguns caminhos estratégicos para a cidade de São Paulo no aprofundamento da agenda de eletromobilidade, considerando seu papel de liderança nacional e referência internacional em políticas urbanas de descarbonização.

Em primeiro lugar, consolida-se a necessidade de tratar a eletromobilidade como uma política estrutural de longo prazo, e não como um programa setorial ou conjuntural. As exposições reforçaram que a transição energética no transporte demanda estabilidade institucional, continuidade administrativa e planejamento intertemporal compatível com o ciclo de vida dos ativos. Nesse sentido, São Paulo tende a se beneficiar ao manter e aprofundar a incorporação das metas de descarbonização nos instrumentos formais de planejamento e orçamento, assegurando coerência entre diretrizes ambientais, contratos de concessão e estratégias de financiamento.

Um segundo caminho diz respeito ao fortalecimento do papel do Poder Público como estruturador e indutor de mercado. A experiência apresentada demonstra que a atuação municipal vai além da regulação e fiscalização, assumindo uma função ativa na modelagem financeira, na redução de riscos e na indução de escala. A continuidade dessa abordagem, com mecanismos que reduzam o custo de capital e ampliem a previsibilidade para operadores e fornecedores, tende a acelerar a substituição da frota e a estimular investimentos industriais e tecnológicos no país.

Outro eixo relevante refere-se à consolidação de uma visão sistêmica da eletromobilidade urbana. As discussões evidenciaram que o sucesso da transição depende da articulação entre transporte coletivo, micromobilidade, infraestrutura elétrica, edificações, segurança contra incêndio e ordenamento territorial. Para São Paulo, isso aponta para a importância de aprofundar a coordenação intersetorial, integrando políticas de mobilidade, energia, uso do solo, habitação e desenvolvimento urbano, de modo a evitar soluções fragmentadas ou conflitos regulatórios.

No campo da infraestrutura, um caminho estratégico consiste em avançar no planejamento antecipado e integrado da rede elétrica associada à mobilidade. As falas indicaram que a disponibilidade de energia, em termos sistêmicos, não é o principal entrave, mas sim sua entrega nos locais e nos momentos adequados. Isso sugere a relevância de abordagens inovadoras, como o planejamento territorial da demanda, a avaliação de soluções logísticas alternativas e o uso de tecnologias complementares, como BESS, sempre alinhadas às normas de segurança e às capacidades operacionais da cidade.

Também emerge como caminho relevante o fortalecimento da dimensão social da eletromobilidade. Os benefícios associados à saúde pública, à redução do ruído urbano, à melhoria das condições de trabalho e à qualidade do serviço foram amplamente destacados. Estes benefícios, inclusive, têm um reflexo financeiro, com um menor custo de operação do Sistema Único de Saúde da Cidade ao reduzir a incidência de doenças atreladas à poluição do ar e sonora. Para São Paulo, incorporar de forma mais explícita esses ganhos nas narrativas institucionais e nos processos de tomada de decisão pode contribuir para ampliar o apoio social às políticas de transição energética e reforçar seu caráter de política pública orientada ao bem-estar coletivo.

Nesse mesmo sentido, ganha relevância estratégica o estabelecimento de uma política específica voltada à eletrificação da frota privada, entendida como complemento necessário à transformação já em curso no transporte coletivo. As falas do Seminário indicaram que o mercado se encontra em estágio avançado de maturidade, com ampla oferta de veículos elétricos, fornecedores locais de equipamentos de recarga consolidados e capacidade tecnológica instalada para sustentar uma expansão mais acelerada.

Persistem, contudo, desafios estruturais relacionados à infraestrutura de carregamento, especialmente em áreas densas da cidade, onde limitações do setor imobiliário e a ausência de maior previsibilidade regulatória, em especial no campo da segurança contra incêndios, dificultam a implantação de pontos de recarga em edificações existentes. Diante desse cenário, um dos caminhos possíveis é o Município atuar com seu papel indutor e organizar territorialmente essa expansão, estimulando a adoção de hubs de carregamento de uso público e semi-público e reduzindo riscos para investidores e usuários. Essa abordagem dialoga diretamente com as discussões do Seminário sobre coordenação sistêmica, planejamento urbano e mitigação de externalidades, reforçando que a eletrificação da frota privada é um vetor indispensável para o cumprimento das metas climáticas municipais e para a consolidação de um ecossistema de eletromobilidade integrado, acessível e socialmente equitativo.

Adicionalmente, os debates apontam para a importância de manter e expandir a rede de parcerias institucionais. A articulação com bancos de desenvolvimento, organismos internacionais, centros de pesquisa e entidades técnicas mostrou-se fundamental não apenas para o financiamento, mas também para a qualificação técnica, a inovação regulatória e a troca de experiências. A continuidade desse modelo colaborativo tende a fortalecer a posição de São Paulo como laboratório urbano e referência global em eletromobilidade. Inclusive, as falas demonstraram que o aprendizado da cidade e as soluções e potenciais das iniciativas de eletrificação da frota podem servir como fonte de compartilhamento internacional com outras cidades de realidade socioeconômica ou estrutural semelhante, seja através de redes internacionais de cidades, *think tanks* ou bilateralmente.

Por fim, no que se refere à governança, os painéis indicaram que a criação e o fortalecimento de estruturas dedicadas à coordenação de projetos complexos são decisivos para o êxito da política. A capacidade de integrar áreas técnicas, financeiras, jurídicas e operacionais em torno de objetivos comuns aparece como um ativo estratégico da cidade, que pode ser aprofundado para dar suporte às próximas etapas da transição energética.

Em síntese, os caminhos possíveis para São Paulo no campo da eletromobilidade apontam para a consolidação de uma política pública madura, integrada e orientada ao longo prazo, capaz de combinar inovação financeira,

coordenação institucional, ganhos ambientais e benefícios sociais. Esses elementos formam a base para que a cidade continue avançando de forma consistente, preservando sua liderança e ampliando o impacto positivo da transição energética no transporte urbano.

ANEXO I - PROGRAMAÇÃO

PROGRAMAÇÃO

Caminhos para a Eletromobilidade Urbana em São Paulo.

23.09 - 9h às 18h | Memorial da América Latina

R. do Cadete, 13, Barra Funda (entrada pelo portão 13)

9h – 10h Credenciamento e Café da Manhã

10h – 11h Abertura Institucional | Espaço Expositivo Multiuso

INSTITUIÇÃO: Prefeitura de São Paulo

NOME: Ricardo Nunes

CARGO: Prefeito

INSTITUIÇÃO: SECLIMA

NOME: José Renato Nalini

CARGO: Secretário Executivo de Mudanças Climáticas

INSTITUIÇÃO: Ministério das Cidades

NOME: Denis Andia

CARGO: Secretário Nacional de Mobilidade

INSTITUIÇÃO: SVMA

NOME: Rodrigo Ashiuchi

CARGO: Secretário do Verde e do Meio Ambiente

INSTITUIÇÃO: SMT

NOME: Celso Jorge Caldeira

CARGO: Secretário Municipal de Mobilidade Urbana e Transporte

INSTITUIÇÃO: SF

NOME: Luis Felipe Vidal Arellano

CARGO: Secretário Municipal da Fazenda

INSTITUIÇÃO: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA)

NOME: Adalberto Maluf

CARGO: Secretário Nacional de Meio Ambiente Urbano e Qualidade Ambiental

11h – 12h, Painel I – **Eletromobilidade como Vetor de Transição Energética e Justiça Climática** | Espaço Expositivo Multiuso

Visão geral da Eletromobilidade no Brasil e no Mundo. Como o Setor Público e o Privado Estão Migrando suas Frotas?

Moderação: UNICAMP

Nome: Flávia Consoni

CARGO: Profa. livre-docente do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da Unicamp.

INSTITUIÇÃO: SPTTrans

NOME: Victor Hugo Borges

CARGO: Diretor Presidente

INSTITUIÇÃO: CICLOWAY

NOME: João Guilherme Hannud

CARGO: CEO da Cicloway e membro do Conselho Diretor da ABVE

INSTITUIÇÃO: Instituto Ar

NOME: Evangelina Araújo

CARGO: Diretora Executiva

INSTITUIÇÃO: Amazon

NOME: Saori Yano

CARGO: Líder de Sustentabilidade, Amazon

INSTITUIÇÃO: ABVE

NOME: Ricardo Bastos

CARGO: Presidente

12h – 13h Painel 2 - **Desafios da Infraestrutura de Carregamento no Brasil** | Espaço
Expositivo Multiuso

**Modelos de Negócio para o Carregamento, Desafios Técnicos e Regulatórios,
Interoperabilidade, Tarifas e Integração com o Planejamento Urbano.**

MODERAÇÃO: ICCT

NOME: Marcel Martin

CARGO: Diretor Geral, Brasil

INSTITUIÇÃO: ANEEL

NOME: Dijane Maria Soares Fontan Melo

CARGO: Coordenadora de Transição Energética

INSTITUIÇÃO: Prefeitura de Salvador

NOME: Guilherme Pezthold

CARGO: Assessor Especial, SEMOB

INSTITUIÇÃO: EZVolt

NOME: Gustavo Tannure

CARGO: CEO

INSTITUIÇÃO: Tupi

NOME: Davi Bertoncello

CARGO: Diretor Executivo

INSTITUIÇÃO: Matrix Energia

NOME: Rodrigo Lima

CARGO: Diretor Executivo

13h15 – 14h15 Almoço

14h30 – 15h30 Painel A1 - Planejamento da Frota de Ônibus Elétricos | Espaço
Expositivo Multiuso

Estratégias para Ampliar e Operacionalizar a Transição da Frota de Ônibus em São Paulo, com Base em Aprendizados e Desafios Práticos.

MODERAÇÃO: SECLIMA

NOME: Fabio Mariano Espíndola

CARGO: Gerente de Mobilidade Sustentável e Eficiência Energética Urbana da
SECLIMA

INSTITUIÇÃO: SPTrans

NOME: Alferes Soares Alves

CARGO: Gerente de Desenvolvimento e Inovação Tecnológica da SPTrans

INSTITUIÇÃO: SMT

NOME: Débora Freitas

CARGO: Coordenadora da Unidade de Gerenciamento do Projeto - UGP

INSTITUIÇÃO: TEVX

NOME: Cadu Souza

CARGO: CEO

INSTITUIÇÃO: ABVE

NOME: Iêda de Oliveira

CARGO: Diretora de Veículos Pesados

INSTITUIÇÃO: WEG

NOME: Jean Carlos Flohr

CARGO: Chefe de Vendas de Infraestrutura de Recarga – WEG

14h30–15h30 Painel B I - **Mobilidade Elétrica Levíssima: Bicicletas, Patinetes e Motocicletas** | Anexo dos Congressistas

Panorama Atual da Integração de Modais Levíssimos Elétricos ao Sistema de Mobilidade Urbana e sua Contribuição à Logística Sustentável.

MODERAÇÃO: Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento - ITDP Brasil

NOME: Danielle Hoppe

CARGO: Gerente de Mobilidade Ativa

INSTITUIÇÃO: Bee Elétricas

NOME: Bernardo Omar

CARGO: CEO

INSTITUIÇÃO: Whoosh

NOME: José Ricardo (Cadu) Souza

CARGO: COO

INSTITUIÇÃO: Vammo

NOME: Billy Blaustein

CARGO: Diretor de Veículos Levíssimos da ABVE. COO e Cofundador da Vammo

INSTITUIÇÃO: Riba Brasil

NOME: Rui Almeida

CARGO: Diretor e coordenador do Grupo de Veículos Levíssimos da ABVE. Executivo da Riba Brasil

INSTITUIÇÃO: JET

NOME: Ericlis Magon

CARGO: Engenheiro de Tráfego

15h30-16h30 Painel A2 - **Mercado de Ônibus Elétricos: Visão das Montadoras I**
Espaço Expositivo Multiuso

Expectativas da Indústria Sobre a Expansão da Eletromobilidade no Transporte Coletivo. Novas tecnologias, Linhas de Produção e Parcerias Público-privadas.

MODERAÇÃO: ICCT

NOME: André Ciepliski

CARGO: Pesquisador Sênior

INSTITUIÇÃO: Eletra

NOME: Milena Romano

CARGO: CEO

INSTITUIÇÃO: Mercedes-Benz

NOME: Walter Anversa Barbosa

CARGO: Vice-Presidente de Vendas e Pós-vendas Ônibus

INSTITUIÇÃO: BYD

NOME: Marcello Schneider

CARGO: Diretor de Veículos Comerciais e Solar

INSTITUIÇÃO: Marcopolo

NOME: Wagner Tillmann

CARGO: Gerente de Vendas

15h30-16h30 Painel B2 - **Eletromobilidade e Segurança nas Edificações** | Anexo dos Congressistas

Estratégias para Integrar a Infraestrutura de Recarga de Veículos Elétricos às Edificações, Conciliando Inovação, Viabilidade e Segurança para Expansão da Frota Particular de Elétricos.

MODERAÇÃO: GSCC Network

NOME: Clemente Gauer

CARGO: Coordenador

INSTITUIÇÃO: SECOVI

NOME: Carlos Alberto de Moraes Borges

CARGO: Vice-Presidente

INSTITUIÇÃO: Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP)

NOME: Capitão PM Renato da Cunha Adashi

CARGO: Capitão PM CBM-DAT

INSTITUIÇÃO: SINDUSCON

NOME: Lauro Ladeia

CARGO: Representante técnico

16h30 – 17h30B Painel A3 - Financiamento da Transição Energética no Transporte

Público: Estratégias e Oportunidades | Espaço Expositivo Multiuso

Estratégias Financeiras e de Governança para Acelerar a Descarbonização da Frota Municipal.

MODERAÇÃO: C40 Cities

NOME: Nicolle Konai

CARGO: Gerente de Investimentos e Parcerias, C40 Cities

INSTITUIÇÃO: Secretaria da Fazenda

NOME: Luís Felipe Vidal Arellano

CARGO: Secretário Municipal da Fazenda

INSTITUIÇÃO: Banco Mundial

NOME: Ana Waksberg Guerrini

CARGO: Líder de mobilidade urbana

INSTITUIÇÃO: BID

NOME: Ana Beatriz Monteiro

CARGO: Especialista líder em transporte

INSTITUIÇÃO: BNDES

NOME: Pedro Marques

CARGO: Chefe de mobilidade urbana

17h30 - 17h35

Encerramento

REALIZAÇÃO:

ABVE | C40 Cities | ICCT | CETESB | Prefeitura de São Paulo

APOIO:

Memorial da América Latina | Cult SP | SPTrans | São Paulo Capital da Mobilidade Elétrica

ANEXO II - IMAGENS











