

**45ª REUNIÃO ORDINÁRIA DO COMITÊ GESTOR DO PROGRAMA DE
ACOMPANHAMENTO DA SUBSTITUIÇÃO DE FROTA POR ALTERNATIVAS
MAIS LIMPAS DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO - COMFROTA-SP**

Data: 13/03/2025, 10h00 até às 12h00

Local: Gabinete Secretaria Executiva de Mudanças Climáticas – SECLIMA

Local Virtual: Realizada através da plataforma Microsoft Teams

(https://teams.microsoft.com/dl/launcher/launcher.html?url=%2F_%23%2F1%2Fmeetup-join%2F19%3Ameeting_YjQ3MzM1MGltYjlmZC00ODU3LTlkMjctY2MwNzRiZWlzMjY0%40thread.v2%2F0%3Fcontext%3D%257b%2522Tid%2522%253a%2522f398df9c-fd0c-4829-a003-c770a1c4a063%2522%252c%2522Oid%2522%253a%2522247288cc-4371-4f98-805f-be0b6ae30830%2522%257d%26anon%3Dtrue&type=meetup-join&deepLinkId=2aea598a-61c7-42fa-9522-7bfeda6b5ca3&directDl=true&msLaunch=true&enableMobilePage=true&suppressPrompt=true)

Grupo: COMFROTA

Pauta:

1. "Estratégia de Recarga: Integrada ou Noturna" - Apresentadora: Carmen Araújo (International Council on Clean Transportation - ICCT)

Participantes:

1. Renato Nalini - Secretário - SECLIMA;
2. Luciana Feldman - SECLIMA
3. Fabio Mariano Espindola da Silva - SECLIMA;
4. Ana Caroline de Souza Conceição - SECLIMA;
5. André Previato - SECLIMA;
6. Renato Francisco Caetano Chaves - SVMA;
7. Patrícia Noemi Okajima Nishida - STM;
8. Alexandra RR Domingues - STM;
9. Vanessa Gac Leal - SMT/SETRAM;
10. Bernardo Augusto Santos de Faria - SMRI;
11. Vinicius Pedron Macario - SF;
12. Carmen Araujo - ICCT;
13. Carlos Ibsen Vianna Lacava - CETESB;
14. Olímpio Álvares - ANTP;
15. Vinícius Artioli Batista - LOGA;
16. Jorcival Fernandes – ECOURBIS;
17. Gustavo Bonini - ANFAVEA;
18. Livia Gontijo Escobar - SMDDET;
19. Reinaldo Sarquez - ABIMAQ;
20. Willamys da Silva Bezerra - Subsistema local de Transportes Urbano/SP;

21. Marcos Correia Lopes - EMTU/SP;
22. Alysson Talaisys Bernabel - EMTU/SP;
23. Marcelo Pereira Bales - CETESB;
24. Elza de Campos Alves - CET;
25. Antônio Cezar Leal - UNESP;
26. Renato Simenauer - FIESP;
27. Wagner Palma - SPURBANUSS;
28. Gley Rosa - SEEP;
29. Tadeu Malheiros - USP
30. Ronaldo Figueira - CREA-SP;
31. Ana Wernke - ICLEI;
32. Gabor Deak - Sindipeças
33. Edilson Reis - SEESP
34. Tadeu Malheiros - USP
35. Flaminio Fichman - IE;]
36. Débora de Freitas - SMT;
37. Pedro Rama - Sptrans;

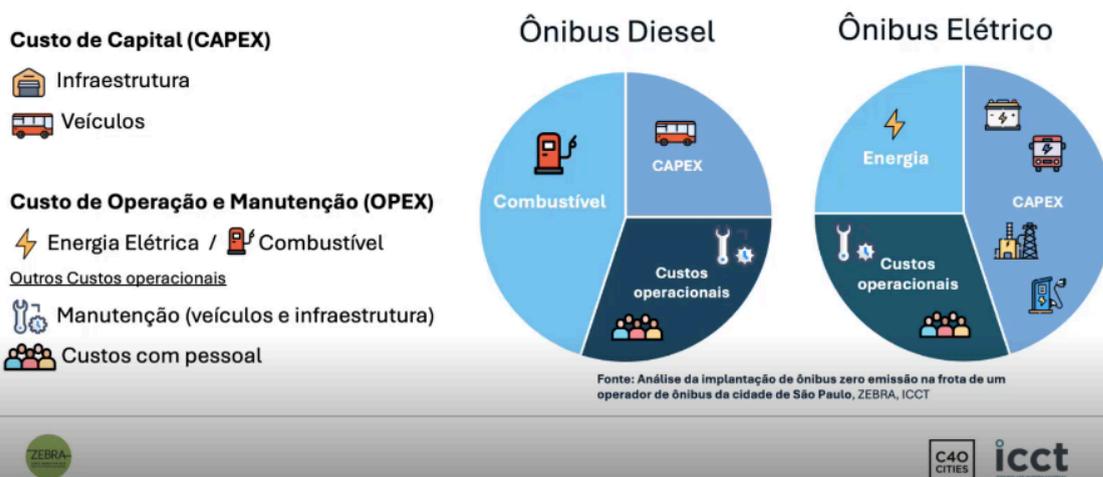
Reunião:

1. Fabio Mariano Espindola da Silva (SECLIMA) abre a reunião, anuncia a gravação de tal e solicita o preenchimento do formulário de presença encontrado no chat da reunião via teams. A ata da 44ª Reunião Ordinária do Comitê é aprovada por unanimidade.
2. Fabio Mariano Espindola da Silva (SECLIMA) informa que nesta reunião há uma única pauta a ser debatida sendo “Estratégia de Recarga: Integrada ou Noturna - Apresentadora: Carmen Araújo (International Council on Clean Transportation - ICCT)” e passa a palavra a Carmen Araújo.
3. Carmen Araújo (ICCT) inicia a sua fala agradecendo oportunidade e oferecendo um bom dia a todos do comitê;
4. Carmen Araújo (ICCT) cita os seguintes pontos em sua apresentação:
 - a) Apresentação: **Planejamento para a implementação de ônibus elétricos - operação e monitoramento”**
 - b) **Ônibus elétrico VS Ônibus diesel:**
 - realização de estudo sobre desempenho energético - ônibus a diesel consomem 4 vezes mais o conteúdo de energia para fazer o mesmo km de um ônibus elétrico;
5. Renato Simenauer (FIESP) faz uma pergunta de como foi colocado uma comparativa com ônibus a diesel, de se queria dizer ciclo diesel ou combustível diesel?
6. Carmen Araújo (ICCT) responde que seria um ônibus rodando a diesel (combustível).
7. Carmen Araújo (ICCT) dá continuidade à apresentação citando os pontos:
 - a) **Desempenho energético:** ônibus elétrico promove uma redução de aproximadamente 90% das emissões CO₂eq (no ciclo de vida).
 - b) A legislação destaca as emissões de escapamento, e observando as emissões de ciclo de vida para fazer análises (estudo ICCT), pois a legislação já indica que pode haver um avanço dessa análise geral.

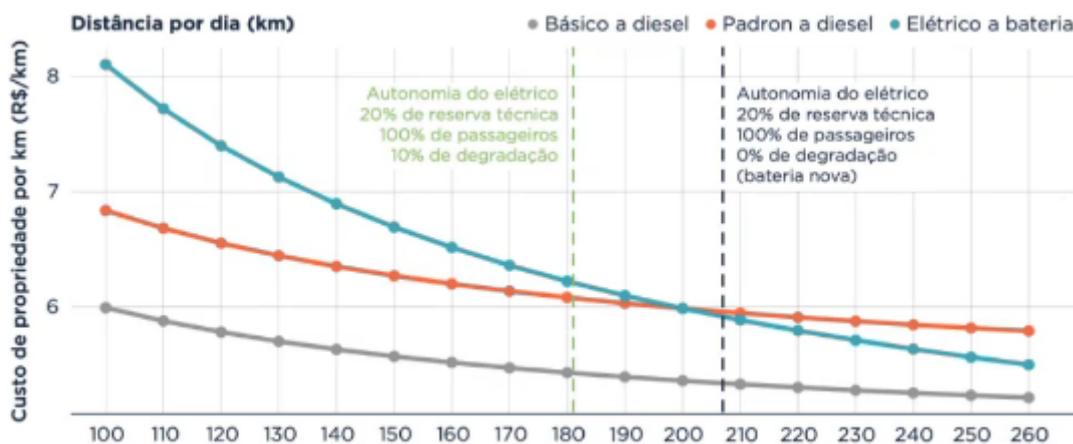
Porque o que importa em mudanças climáticas é o ciclo completo do processo.

- c) **Emissões Equivalentes:** quando se considera as emissões do ciclo de vida do diesel, se encontra com a fabricação do combustível e a fabricação do veículo, o que demonstra 48% de emissões a mais que o elétrico em comparativo. E no elétrico se mostra zero nas emissões de escapamento, incluindo a soma de todo o ciclo com fabricação de veículos de bateria, e a produção de energia.
- Essa redução em relação ao trajeto, que é basicamente do ciclo de vida do escapamento, seria uma redução de 88,9% só de escapamento, ou seja, quase 100%.
- d) **Custo Total de Propriedade (TCO):** o ônibus elétrico na questão de aquisição e de infraestrutura o custo é muito maior do que ônibus tradicional a diesel. E os seus métodos de financiamento ou de remuneração que já foram bem estruturados. Mas no elétrico há uma redução enorme do consumo energético, e de custo operacional na qual o diesel é uma parcela bastante significativa.

Custo Total de Propriedade (TCO)



- a partir de 200km (aproximadamente) por dia o modelo elétrico teria uma paridade com o TCO do diesel.



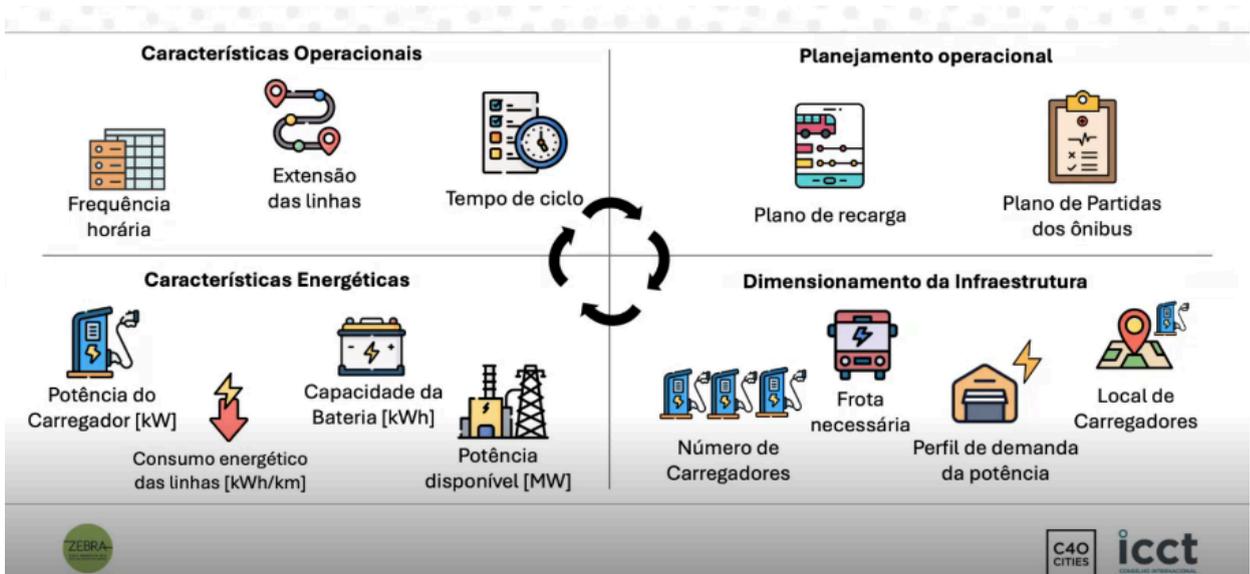
Análise de sensibilidade para o TCO de cada tecnologia na linha 6030-10, considerando diferentes cenários de quilometragem diária percorrida

- Coloca a questão dos custos, sendo feito um custo total de propriedade para essas 2 tecnologias, o que aqui vale comparar a azul e a vermelha. A azul é um padrão elétrico. A vermelha é um diesel elétrico, o cinza é um básico.
- e) Desafio da Eletrificação:
- A transição de ônibus a diesel para ônibus elétricos em sistemas de transporte urbano representa uma mudança na estratégia operacional devido principalmente a duas restrições adicionais
 - autonomia veicular
 - capacidade da infraestrutura elétrica
 - A estratégia de recarga traz ganhos muito importantes em termos dessa demanda por uma infraestrutura.
- f) Etapas do planejamento pela introdução de frota elétrica no sistema de transporte:
- Processos interdependentes



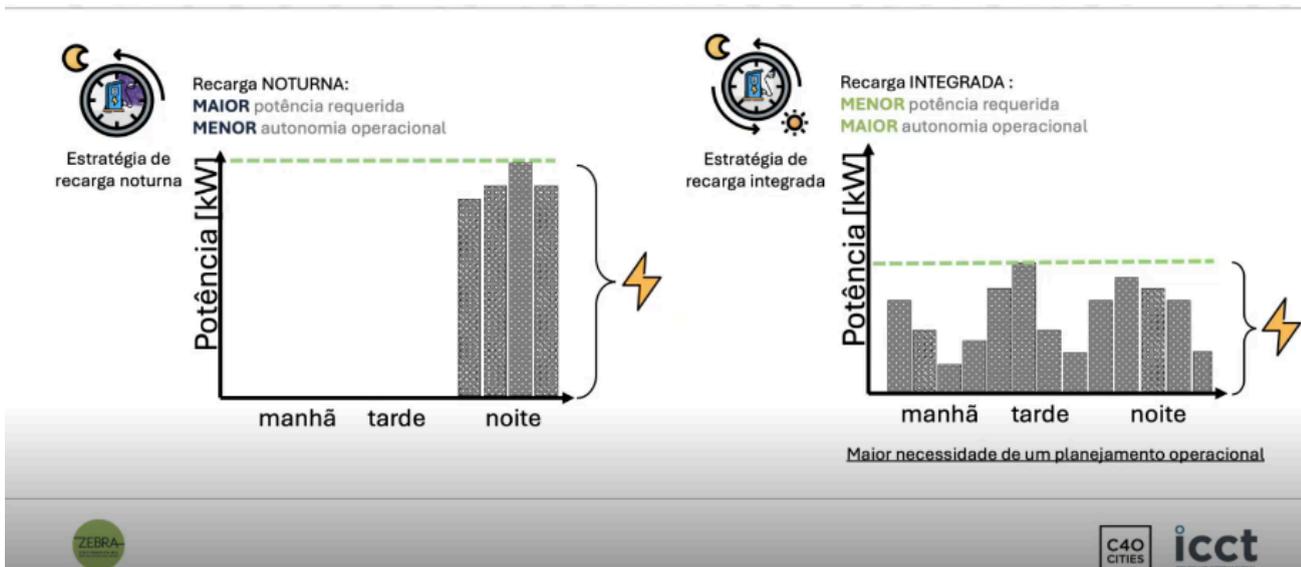
➤ Se tem um planejamento operacional que segue o modelo tradicional. Esse planejamento envolve as saídas, a demanda de passageiros que precisa ser atendida, as linhas, as distâncias percorridas, as paradas e, ainda, a infraestrutura de recarga, que inclui os carregadores. A infraestrutura, em termos de porta para fora, é o que chamamos de 'Infra'. Além disso, temos as baterias nos ônibus. Todos esses aspectos detalhados fazem parte das características operacionais do nosso planejamento. Como o que precisará considerar no dimensionamento da infraestrutura é a definição de vários fatores operacionais, como a frequência, os horários e a extensão das linhas.

g) Estratégias de Recarga e Dimensionamento da Infraestrutura:



- Planejamento da recarga vai ser combinado com o plano das saídas;

- No planejamento operacional irá ocorrer uma harmonização do plano de recarga com o plano dos ônibus;
 - Sobre a potência do carregador para saber quanto tempo se consegue carregar o consumo energético dessas linhas. Por quilômetro, a capacidade da bateria básico e a potência disponível no lugar em que está fazendo a recarga, esse dimensionamento da Infra irá impactar em quantos carregadores em que de fato vão precisar;
 - **Frota necessária:** Essencial para a implementação do plano operacional;
 - Demanda de potência: Análise do perfil da demanda de potência, considerando que todos os ônibus serão carregados durante a noite;
 - **Distribuição da carga:** Distribuir a carga ao longo da operação, aproveitando os períodos em que os ônibus não circulam;
 - **Localização dos carregadores:** Onde os carregadores serão instalados? Na garagem? Em um hub de recarga? Em um terminal? ;
 - **Soluções para recarga:** Elementos a serem considerados na busca por soluções de recarga;
 - **Estratégias de recarga:** Comparação de diferentes estratégias, incluindo a recarga exclusivamente noturna. A estratégia noturna envolve o retorno dos ônibus à garagem à noite para realizar o carregamento;
- h) Estratégia de Recarga:
- **Recarga durante a operação:** Quando os ônibus estão circulando, é possível realizar recargas durante o dia. Os ônibus podem ser recolhidos ou retornar ao ponto de recarga entre picos de operação. Há um tempo disponível para recarregar os ônibus enquanto estão em operação;
 - **Planejamento da recarga:** A recarga durante a operação exige um planejamento mais detalhado, pois deve ser integrada à rotina dos ônibus;
 - **Recarga noturna:** A recarga noturna, como uma solução, exige mais potência no local de recarga devido ao menor espaço de tempo disponível para carregar vários ônibus ao mesmo tempo. A recarga noturna requer uma potência mais alta ou até uma potência máxima durante o período de carregamento;
 - **Autonomia operacional:** A recarga durante o dia pode oferecer uma maior autonomia operacional, pois os ônibus estarão disponíveis durante o dia, podendo parar ou continuar circulando conforme necessário;
- i) Estratégias de Recarga e Dimensionamento da Infraestrutura (2):



- **Recarga durante a operação:** Não é necessário planejar a recarga enquanto os ônibus estão em operação.
- **Recarga integrada:** A recarga integrada exige menor potência total, pois a carga não é concentrada em um único espaço de tempo ou local. A recarga ocorre ao longo do dia, distribuída ao longo da operação.
- **Vantagens da recarga integrada:** A recarga integrada pode oferecer soluções interessantes, especialmente quando há restrição de disponibilidade de energia na garagem. Exige um planejamento mais detalhado para integrar a recarga com a operação dos ônibus.
- **Diferença em relação aos ônibus a diesel:** Com os ônibus a diesel, o abastecimento era simples: tanque cheio no início e operação durante o dia, com abastecimento rápido. Com a eletrificação, o abastecimento e o planejamento de recarga são mais complexos.
- **Autonomia veicular:** A autonomia veicular depende da capacidade da bateria e do consumo energético. A autonomia é medida em quilômetros, ou seja, quanto a bateria pode oferecer em termos de distância percorrida.

j) Autonomia Veicular X Autonomia Operacional:

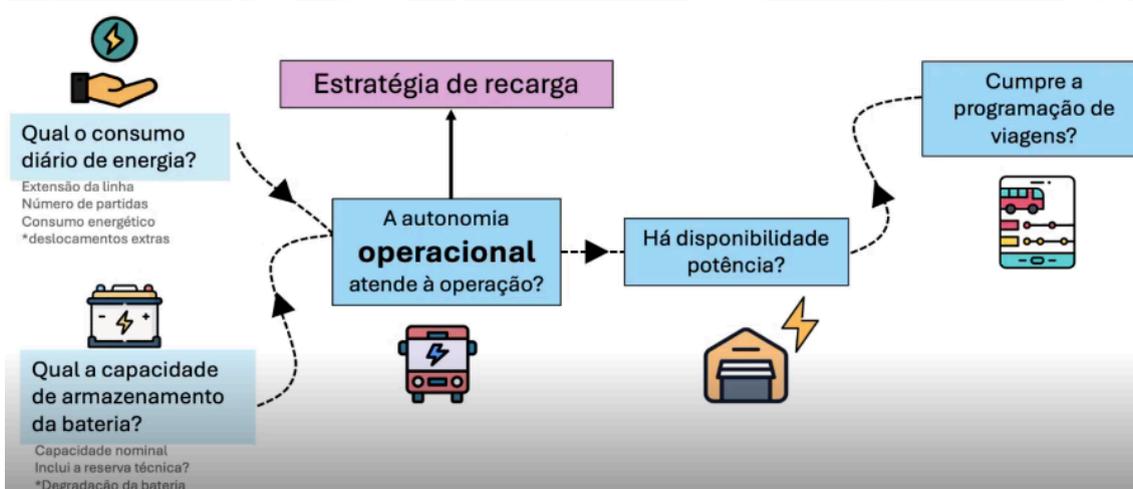
$$\text{Autonomia veicular [km]} = \frac{\text{Capacidade da Bateria [kWh]}}{\text{Consumo Energético } \left[\frac{\text{kWh}}{\text{km}} \right]}$$

$$\text{Autonomia operacional [km]} = \text{Autonomia veicular [km]} + \frac{\text{Energia carregada [kWh]}}{\text{Consumo Energético } \left[\frac{\text{kWh}}{\text{km}} \right]}$$



- **Autonomia veicular:** Refere-se à capacidade da bateria em termos de consumo energético.
- Medida em quilômetros, indicando a distância que a bateria pode percorrer com uma carga completa.
- **Autonomia operacional:** Conceito diferente, que considera não apenas a capacidade da bateria, mas também as recargas feitas ao longo do dia.
- A **autonomia operacional leva em conta as recargas realizadas durante a operação do veículo**, permitindo maior flexibilidade.
- **Objetivo do veículo elétrico:** A meta é que o veículo elétrico rode o máximo possível, aproveitando ao máximo sua capacidade de carga e recarga.
- O objetivo é garantir que a vantagem do baixo custo operacional se reflita no sistema como um todo, de forma eficiente e rápida.

k) Guia Inicial para definição da estratégia de recarga:



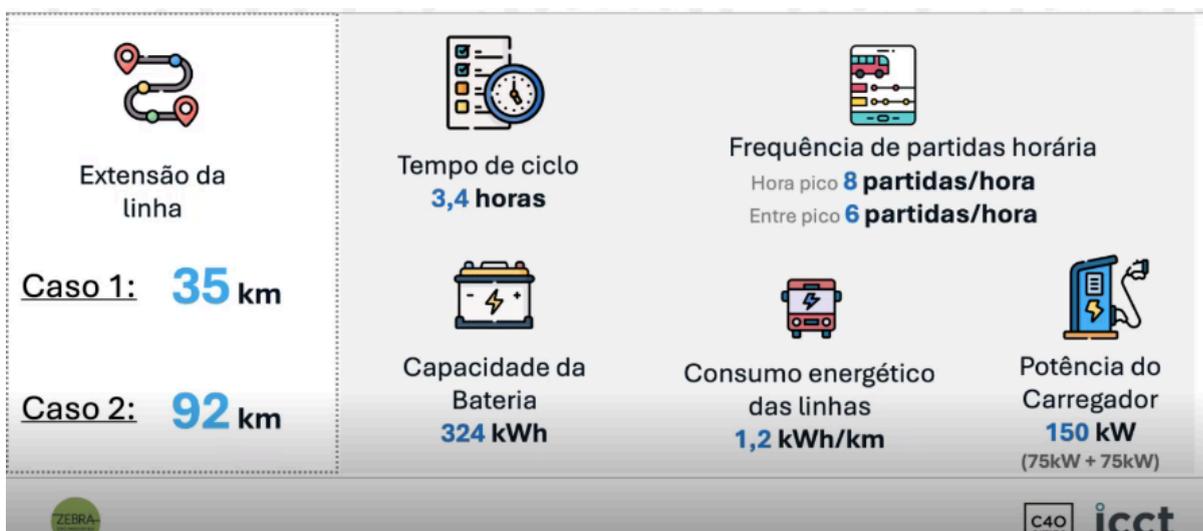
- **Guia inicial para definição da estratégia de recarga:** A definição da estratégia de recarga é um processo inicial que visa

provocar discussões sobre os aspectos essenciais para a implementação da operação;

- **Consumo diário de energia:** O consumo diário é determinado pela extensão da linha e o número de partidas dos ônibus. A demanda energética de cada linha pode variar de acordo com fatores como inclinação, condições de tráfego, entre outros aspectos operacionais;
- **Capacidade de armazenamento da bateria:** Avaliação da capacidade nominal de armazenamento da bateria, que é essencial para garantir que a operação seja viável com a carga disponível;
- **Análise da viabilidade da operação:** Avaliar se a capacidade de armazenamento da bateria atende à operação planejada, considerando o consumo diário e a demanda de ciclos de operação;
- **Pergunta fundamental:** a operação pode ser realizada com o consumo e a demanda previstos?;
- **Capacidade de carga no ponto de recarga:** Verificar se a potência disponível no ponto de recarga é suficiente para atender à demanda de carga dos ônibus. Este é um ponto crítico, identificado como um possível gargalo na operação;

l) Exemplos:

- Exemplo - Características Operacionais e de Energia



➤ Caso 1 -

Estratégia de Recarga	Noturna	Integrada	
	 Frota	28	28
 Número de Carregadores	7	4	57%
 Potência na Garagem [MW]	1	0,6	60%
 Média de km/ônibus/dia	131 km (203 km autonomia veicular)	131 km (203 km autonomia veicular)	

Extensão da linha

Caso 1: 35 km

- **Exemplo de análise de frota e recarga:** Situação com uma frota necessária de 28 veículos. Desenvolvimento de uma ferramenta para aproximação inicial dos números.
- **Programação de linhas e características dos veículos:** Análise da programação de todas as linhas que envolvem os veículos elétricos. Consideração do perfil de tamanho de bateria, carregador e outras características operacionais.
- **Análise de necessidade de carregadores:** Determinação do número de carregadores necessários para atender a demanda das ordens de serviço. Consideração da restrição de não carregar durante o dia, com foco na recarga noturna. Potência necessária na garagem para recarga noturna: No cenário de recarga noturna, com características de 35 km, a autonomia média por ônibus foi de 131 km, enquanto a autonomia veicular era de 203 km. A potência necessária na garagem para esse carregamento noturno foi calculada em 1 MW.
- **Exercício com as mesmas condições e análise de redução:** A mesma análise foi feita para as mesmas ordens de serviço e características, com a redução de 7 para 4 carregadores. Potência necessária na garagem foi reduzida em 60%, para 0,6 MW, mantendo a mesma autonomia veicular.
- **Comparação de recarga noturna é distribuída ao longo do dia:** Na recarga noturna, os 28 ônibus são carregados ao mesmo tempo ou em ciclos de 3 períodos. Com a distribuição da recarga ao longo do dia, foi possível reduzir o número de carregadores necessários, compartilhando de maneira mais harmônica ao longo de um período maior.
- **Importância da análise e redução de gargalos:** A análise mostrou que, com um planejamento operacional detalhado, é possível reduzir o número de carregadores necessários e otimizar a potência na garagem. O planejamento ajuda a resolver gargalos de potência em pontos específicos, utilizando uma ferramenta chamada "Best", desenvolvida para esse fim.

- **Conclusão e resultados:** O primeiro exercício mostrou como uma programação eficiente pode impactar positivamente a infraestrutura de recarga, reduzindo custos e gargalos na operação.

➤ Caso 2 -

Estratégia de Recarga	Noturna	Integrada	
	 Frota	53	29
 Número de Carregadores	16	9	56%
 Potência na Garagem [MW]	2,4	1,3	54%
 Média de km/ônibus/dia	182 km <small>(203 km autonomia veicular)</small>	332 km <small>(203 km autonomia veicular)</small>	+82%



Extensão da linha

Caso 2: **92 km**

- **Aquisição de ônibus e carregadores**
 - ❖ Necessidade de 29 ônibus.
 - ❖ Recarga noturna exige 16 carregadores.
 - ❖ Recarga integrada ao longo do dia reduz para 9 carregadores.
- **Redução da potência na garagem**
 - ❖ Perfil atual exige 2,4 megawatts.
 - ❖ Com demanda integrada, reduz para 1,3 megawatts.
- **Autonomia dos veículos**
 - ❖ Recarga noturna: média de 182 km/dia.
 - ❖ Recarga integrada: maior autonomia diária devido à carga adicional.
- **Impacto no Custo Total de Propriedade (TCO)**
 - ❖ Veículos percorrendo 300 km/dia atingem equilíbrio econômico mais rápido.
 - ❖ Dados de 2019-2020 indicam vantagem dos elétricos sobre os ônibus a diesel.

- Carmen Araújo (ICCT) solicita para um debate com o objetivo de maior compreensão.
- Fabio Mariano Espindola da Silva (SECLIMA) comenta que queria mostrar ao grupo a importância da discussão sobre o tema em questão, destacando o problema crítico do gargalo de infraestrutura, já amplamente debatido anteriormente. Ressalta que a alternativa apresentada por Carmen pode representar uma resposta viável para esse desafio, especialmente no contexto das dificuldades enfrentadas com a concessionária de energia elétrica. Solicita que, após os demais comentários, Carmen aprofundasse sua explicação sobre

a experiência de outras cidades no planejamento de recarga, mencionando especificamente Cascavel. Demonstra interesse em compreender melhor o processo de implementação, questionando se isso exigiu grande adaptação dos operadores, a utilização de softwares específicos ou um planejamento logístico diferenciado.

10. Carmen Araújo (ICCT) responde que a estratégia de recarga foi apresentada em um seminário de capacitação do Ministério das Cidades. Durante o evento, houve discussões sobre diferentes abordagens, incluindo a experiência de Cascavel. Embora não estejam acompanhando diretamente a implementação da cidade, souberam que a flexibilização dos horários de recarga trouxe ganhos importantes na demanda de potência para carregamentos. Também menciona um ponto crítico identificado em algumas operações: a necessidade de mão de obra para conectar e desconectar os ônibus durante a noite. Algumas cidades perceberam que ao distribuir a recarga ao longo do tempo, poderiam reduzir essa exigência operacional.

Outro fator abordado foi a infraestrutura da garagem. Em alguns casos, como na Transwolff, a limitação de potência não era um problema, mas em outros cenários, restrições na infraestrutura externa impactam a implementação das soluções. Além disso, Carmen compartilhou aprendizados de projetos internacionais na Colômbia, onde as cidades adotaram estratégias de planejamento logístico da recarga em conjunto com operadores e gestores urbanos. Essas iniciativas buscam otimizar a distribuição da recarga para reduzir impactos no sistema elétrico e melhorar a eficiência operacional. No caso de São Paulo, ela ressaltou que a Secretaria de Transportes e a SPTrans estão buscando soluções, e destacou a importância de um planejamento financeiro adequado, citando a necessidade de subvenção parcial e redução de riscos no financiamento da infraestrutura. Segundo ela, a implantação de ônibus elétricos só será viável se houver uma infraestrutura eficiente para suportá-los.

11. Tadeu Malheiros (USP) questiona sobre a capacidade das baterias e a degradação ao longo do tempo, destacando o impacto que essa queda de desempenho pode ter na vida útil do material e na operação dos veículos elétricos. Além disso, reforça a importância de pensar a cidade como um sistema integrado, considerando o transporte público como um todo. Em sua análise, um dos pontos mais críticos mencionados na discussão foi o tamanho das linhas de ônibus elétricos. Argumenta que para linhas curtas (até 150 km diários), o sistema de recarga noturna parece ser eficiente, pois, mesmo com a degradação da bateria, o veículo consegue operar sem problemas ao longo do dia. No entanto, para linhas mais longas, esse modelo pode não ser viável, exigindo uma estratégia diferenciada. Dessa forma, sugere que no planejamento urbano, fosse realizada uma análise para identificar quantas linhas longas existem e quais delas demandariam pontos intermediários de recarga. Menciona a possibilidade de estabelecer postos de abastecimento centralizados ou até mesmo reorganizar trajetos para integrar essas linhas mais extensas com outros modais de transporte. Por fim, questiona se o

software utilizado no planejamento já realiza esse tipo de análise ou se essa abordagem poderia ser incorporada como um refinamento do processo.

12. Carmen Araújo (ICCT) agradece a contribuição de Tadeu Malheiros (USP) e destaca a relevância da questão levantada. Ressalta que o desafio enfrentado pelos operadores está relacionado à implementação da operação, incluindo a definição de onde e como a recarga será realizada. Explica que os ônibus estão constantemente em circulação e retornam para as garagens, mas a localização dessas garagens pode impactar significativamente a eficiência da recarga. Além disso, ela menciona que algumas cidades estão estudando hubs de recarga, apesar de haver incertezas quanto à viabilidade desse modelo. Reforça que essa realidade demanda um planejamento integrado, pois há um aprendizado em curso. Antes, o transporte coletivo não exigia essa preocupação, pois não havia limitações de autonomia como ocorre agora com os ônibus elétricos. Hoje, além da capacidade da bateria dos veículos, há um segundo desafio: a infraestrutura elétrica disponível, que envolve potência, localização e tempo de recarga. Sobre a questão do software, Carmen confirma que há muito a ser estudado e aprimorado. Atualmente, o modelo utilizado realiza simulações com premissas simplificadas, funcionando como um primeiro passo no planejamento. Menciona que há esforços para aperfeiçoar o sistema, buscando uma otimização mais ampla, incluindo uma visão mais detalhada da operação das linhas. No entanto, há limitações no tempo de processamento, o que exige um equilíbrio entre granularidade e eficiência computacional.
13. Tadeu Malheiros (USP) questiona a vida útil da bateria.
14. Carmen Araújo (ICCT) responde que estão analisando o desempenho de veículos elétricos que já operam há anos na América Latina, destacando a experiência do Chile, onde ônibus elétricos estão em operação há cinco a seis anos. O objetivo é entender como as baterias estão se comportando ao longo do tempo. Destaca que há dificuldades no acesso a informações sobre a saúde das baterias, pois esses dados são controlados pelos operadores privados. Para equacionar essa questão, o ICCT tem buscado oferecer estudos para os operadores, garantindo o devido cuidado com informações confidenciais. Apesar dessas limitações, dados preliminares indicam que os ônibus em operação há mais de cinco anos não tiveram impactos significativos na programação. Não houve necessidade de redução de rotas ou ajustes operacionais devido à degradação da bateria. Apresenta duas possíveis interpretações para essa realidade: Margem de segurança operacional: Os veículos podem ter começado a operar com capacidade superior à necessidade real, permitindo acomodar gradualmente a perda de desempenho da bateria. Estratégia de recarga bem estruturada: O sistema de recarga nesses locais pode estar bem harmonizado e integrado, reduzindo impactos da degradação da bateria. Ressalta que a realidade operacional de São Paulo é diferente. Atualmente, a frota a diesel apresenta uma variação significativa de autonomia – enquanto alguns ônibus percorrem 80 km por dia, outros podem rodar até 350 km. Essa diferença influencia o planejamento da infraestrutura de recarga e gera desafios para adaptar as estratégias de autonomia e

programação dos ônibus elétricos. Conclui mencionando que, no software de planejamento utilizado, já são consideradas reservas técnicas recomendadas pelos fabricantes. Além disso, o modelo leva em conta a degradação das baterias ao longo do tempo, ajustando os cálculos para evitar que a operação seja comprometida no futuro.

15. Marcelo Pereira Bales (CETESB) solicita esclarecimentos sobre os dois casos apresentados, questionando se se tratavam de operações reais em São Paulo. Além disso, destaca a redução de custos de infraestrutura como um ponto crítico para o momento atual da cidade. Menciona a redução da potência dos carregadores e questiona se, na prática, essa diminuição resulta em economia significativa na instalação de equipamentos, como cabines e transformadores da Enel. Aborda a logística dos veículos elétricos, perguntando se estão sendo considerados desafios como distância da garagem e trânsito, especialmente para ônibus que retornam para recarga durante o dia. Por fim, questiona se a instalação de carregadores em terminais está sendo avaliada, visto que alguns veículos permanecem nesses locais durante períodos de menor demanda, sem retornar à garagem.
16. Carmen Araújo (ICCT) responde que a implantação da infraestrutura de recarga deve ser modular, permitindo investimentos progressivos conforme a demanda. Ressalta a necessidade de um planejamento estratégico desde o início, considerando quem será responsável pelos custos da ampliação da rede elétrica. Chama atenção para a demanda por alta tensão, que pode ser adiada com uma estratégia de recarga eficiente. No entanto, em uma cidade com 12.000 ônibus elétricos, será inevitável um planejamento detalhado sobre quem financiará a expansão da infraestrutura elétrica. Menciona a experiência do Chile, onde o sucesso da eletrificação foi atribuído à integração entre os setores de transporte e energia desde o início do projeto. Esse modelo reforça a importância de um planejamento coordenado para evitar gargalos futuros. Sobre a recarga dos veículos ao longo do dia, afirma que, no primeiro momento, não foram consideradas variáveis como distância até a garagem e tempo de deslocamento. No entanto, a instalação de hubs de recarga em terminais pode ser uma solução viável, permitindo que os ônibus recarreguem durante as pausas operacionais. Enfatiza que esse processo está em evolução e que novos desafios surgirão conforme a implantação avança, exigindo adaptações e refinamentos constantes. Além disso, o financiamento e a definição de responsabilidades são questões essenciais que precisam ser equacionadas ao longo do tempo.
17. Flaminio Fichman (IE) comenta que acha muito interessante o tema. E que é fundamental a questão do planejamento da estrutura de recarga, ela não pode ser apenas ao conceito de linhas ou empresas e garagens. Ela tem que estar dentro de um contexto maior que se pode avaliar a estrutura de recarga. Que tem pontos como as garagens, é onde os ônibus dormem. E cita que se coloca todo mundo para dormir? irá receber a recarga ao mesmo tempo, vai ter um pico de demanda naquela região. Ressalta que as regiões em São Paulo são muito distintas. Em relação à disponibilidade da infraestrutura da Enel, opina que a chave seria ter uma estrutura de recarga descentralizada, sendo um

excelente caminho. Cita que o mundo está mudando para elétrico pois não aceitam mais diesel nas estruturas. Comenta que sugeriu a Pedro Zaz uma simulação de um caso real, em São Paulo. E na simulação pegou uma garagem na zona sul, uma garagem bem grande e incluíram as linhas alimentadoras. As linhas estruturais e fizeram uma modelagem com base em dados reais da ordem de serviço operacional da SPtrans tabularam, tudo fizeram um trabalho bem grande e avaliaram que seria interessante em termos de dessa estrutura de retalhos, se colocar uma estrutura de recado em um terminal na zona sul, e escolheram o campo limpo. Questiona o que acontece com essa frota? e nisso houve muitas conclusões, decide compartilhar após a reunião o resultado ou Comfrota. Ressaltou o foco no tema de o que aconteceria com a necessidade do abastecimento na garagem, explica que como possui os intervalos, pequenos intervalos durante o dia e alguns maiores no entre pico e essa nossa experiência em toda a questão operacional, então estipularam esses intervalos nas garagens e imaginaram aquilo espetado ou recebendo a mamadeira de energia elétrica, e o que iria acontecer. Considerando os resultados, duas coisas boas iriam acontecer e uma delas é o seguinte, que quando esses ônibus, alguns desses ônibus assim que chegaram na garagem, eles nem precisam abastecer outros, precisa abastecer muito pouco, porque ele vai apenas complementar a carga na bateria. Depois tem uma outra questão que também precisa estar considerando é a redução do peso próprio dos veículos, as baterias. Elas têm um peso significativo na composição da estrutura do ônibus. Dito isso sugere que gostaria de reiterar que gostaria de colocar esse estudo a disposição do comitê.

18. Carmen (ICCT) responde que a necessidade de aprofundar a análise sobre remuneração e distribuição dos custos da infraestrutura de recarga, especialmente em casos de uso compartilhado. Ressalta que essa discussão envolve questões jurídicas e contratuais, que precisarão ser enfrentadas para garantir um modelo sustentável. Enfatiza que o processo de eletrificação da frota está em um estágio inicial, com estratégias sendo implementadas de forma integrada entre operadores. Com o tempo, o sistema deverá evoluir para um modelo de uso mais amplo e escalável. Reforça que há tempo para estruturar esse processo, uma vez que a eletrificação ocorrerá de forma gradual, com aproximadamente 10% da frota sendo substituída anualmente. No contexto de São Paulo, que possui a maior frota do Brasil, essa transição exige planejamento contínuo e refinamento das estratégias. Por fim, agradece o esforço coletivo dos participantes e menciona que o estudo realizado teve como objetivo demonstrar, de forma prática, as diferenças e desafios enfrentados na eletrificação, utilizando um caso real para análise. Destaca a importância de aplicar as conclusões obtidas na implementação do sistema.
19. Débora de Freitas (SMT) toma posse da palavra e comenta que esse tema tem sido tratado em muitas reuniões que fazem parte dos estudos das recargas noturnas, entre pico e compartilhamento de recarga. Cita as questões dos terminais, inclusive pelo que conversou com o pessoal da SPTrans. Os novos terminais já tem previsão para o processo. Comenta sobre o abastecimento que consegue fazer dentro de um terminal em que precisa realmente de

espaço isolado, questões de segurança, mas tudo isso faz parte de um estudo, é uma consultoria, inclusive para fazer esse planejamento sobre a questão humana dos custos para a média tensão. Ressalta que os custos de infraestrutura de média tensão eles já são previstos nos contratos de concessão, está certo e de alta tensão. Também estão sendo estudados. E por fim, cita sobre a questão financeira, nos contratos, talvez inícios que nossa acompanhe, que também faz parte da UGP, poderia acrescentar com alguma informação.

20. Vinicius Pedron Macario (SF) menciona que, nas operações de crédito junto ao Banco Mundial e ao BID, a maior parte dos recursos (98%) está destinada à aquisição dos ônibus elétricos. No entanto, há uma parcela dos recursos reservada para outras iniciativas, que vão além da compra dos veículos. Esses recursos podem ser utilizados para estudos e ações complementares, incluindo temas como crescimento sustentável, equidade de gênero e melhoria da qualidade do transporte. Entre essas iniciativas, estão investimentos voltados à infraestrutura, conforme destacado por Carmen. Informa que os bancos já estão apoiando essas iniciativas, inclusive com recursos humanos, e que, uma vez que os contratos sejam efetivados, esses recursos estarão plenamente disponíveis para implementação.
21. Renato Simenauer (FIESP) destaca que a eletrificação do transporte representa o início de uma nova era, embora sua implementação completa ocorra gradualmente ao longo dos anos. Sugere que, além da comparação entre ônibus elétricos e ônibus a diesel, seja analisado um cenário intermediário, considerando ônibus movidos a biodiesel. Essa alternativa pode reduzir o impacto ambiental e operacional enquanto a eletrificação ainda não está consolidada. Aborda um desafio logístico relevante: a necessidade de espaço físico para abrigar os ônibus elétricos nos terminais. Ressalta que, à medida que a frota elétrica cresce (com 10% de eletrificação prevista até 2030 e expansão gradual até 100%), será necessário um estudo detalhado sobre a capacidade dos terminais para acomodar as frotas das diversas empresas que operam no município de São Paulo. Por fim, parabeniza a apresentação e reforça a importância de considerar esses aspectos no planejamento.
15. Carmen (ICCT) agradece as contribuições de Renato, Débora e Vinicius, destacando a importância desse diálogo para alinhar as percepções entre os estudos técnicos e o que está acontecendo na prática. Ressalta que, muitas vezes, há uma sensação equivocada de estagnação no processo de transição energética, quando na realidade há um esforço contínuo sendo realizado. Cita que a transição para frotas elétricas é um processo de amadurecimento, e o nível de sofisticação das soluções depende do crescimento gradual da eletrificação. Atualmente, com 3% a 4% da frota eletrificada, os desafios são diferentes daqueles que surgirão com 10% ou 50% da frota, exigindo uma integração progressiva do sistema. Reforça que questões como hubs de recarga e infraestrutura dos terminais evoluirão com o tempo, conforme a frota elétrica se expande e novas soluções forem implementadas. Além disso, destacou que, apesar de informações nem sempre serem amplamente divulgadas, há um trabalho estruturado sendo conduzido pela SPTrans,

- conforme mencionado por Débora. Por fim, enfatiza a necessidade de continuar explorando oportunidades e soluções, agradecendo novamente as contribuições dos participantes.
16. Tadeu Malheiros (USP) pergunta a Carmen (ICCT) se têm ou teria a prefeitura, por exemplo, usar esse recorte de linhas, de até dentro desse range de 200 km ou 150 km? O que está sendo discutido em número de linhas ou de ônibus dos 12000 ônibus, que bloco é esse? Os ônibus que estão nas linhas mais longas.
 17. Carmen (ICCT) responde que essa informação seria pública e de vez em quando solicitam para realizar algum estudo mas não reconhece os últimos dados, e sugere que questione que eles respondem rapidamente total das linhas com os seus quilômetros e cita que no edital havia isso, mas estão há alguns anos do edital e daquele planejamento operacional até da revisão do sistema, que tinham 2 etapas. Cita que ali tem todas as linhas de todas as distâncias, mas talvez seria o ideal pedir uma atualização disso das reorganizações que houve, no que o sistema é vivo.
 18. Pedro Rama (SPTRANS) diz que esse trabalho foi feito por todo esse hub das linhas de São Paulo. Cita que foi feito um trabalho recente, agora com o banco mundial e com o bit e comenta de planejamento. Ressalta que possui listadas 1300 linhas em São Paulo, nós temos por quilometragem por uso.
 19. Tadeu Malheiros (USP) pergunta se pode ter acesso ao trabalho?
 20. Pedro Rama (SPTRANS) responde que é preciso verificar se pode ser disponibilizado. Cita que foi recente feito com o tema das linhas e para deixar usando, e comenta sobre parafrasear a Débora e que hoje a maioria das linhas em São Paulo, essas linhas têm uma quilometragem diária em termos de 170 km a 190 km, e expõe que tem 5 por cento das linhas que são superiores a 250 km no extremo sul. Diz sobre a regeneração de energia do elétrico que seria fantástico, e que tem linhas que a regeneração chega a quase 15 ou 20 por cento. Acrescenta que possuem reuniões semanais com a Enel e estão a todo vapor para cumprir as metas.
 21. Carmen (ICCT) pergunta a Pedro sobre o trabalho que está sendo feito em cima dos dados que o Tadeu comentou, os dados em si são públicos, que são as linhas e as quilometragens e se não tiver público ou resultado da análise, está sendo feita. Talvez os dados brutos possam ser disponibilizados, talvez para algum estudo e alguma análise.
 22. Pedro Rama (SPTRANS) responde que sim podem conversar para disponibilizar.
 23. Flaminio Fichmann (IE) toma posse da palavra e compartilha sua experiência em estudos sobre terminais urbanos em São Paulo, destacando que o sistema é dividido em três lotes, dos quais dois já possuem concessões operando e promovendo reformas, abrangendo as regiões Sul e Oeste. O lote referente à Região Leste ainda está sub judice, mas deve ser definido em breve. Ressalta a grande variação de infraestrutura entre os terminais. Enquanto alguns possuem amplo espaço e estrutura robusta, como Santo Amaro e Varginha, outros são extremamente reduzidos, como o terminal Casa Verde, onde a disponibilidade de espaço é limitada. Dentro desse contexto, aponta que, em

todas as regiões da cidade, existem terminais bem localizados que podem servir como hubs de recarga, além da possibilidade de utilização de terrenos adjacentes, cujo custo de locação é relativamente baixo. Sugere que essa alternativa pode despertar interesse por parte dos concessionários, tornando-se um modelo viável para ampliação da infraestrutura de recarga. Conclui destacando que o cenário é favorável para o desenvolvimento de soluções estratégicas, aproveitando a estrutura existente e oportunidades de expansão.

24. José Renato Nalini (SECLIMA) toma posse da palavra e pede perdão por ter chegado atrasado e comenta que o prefeito tem a descarbonização como uma missão e pretende impulsioná-la ao longo de seu mandato. Cita que esta meta já era definida desde o momento em que assumiu a prefeitura, sucedendo a Bruno Covas. Ressalta que o maior desafio até o momento tem sido o trabalho de convencimento junto às instituições internacionais e nacionais para garantir o financiamento necessário. Expõe que o prefeito gostaria de ter entregado até 2024 um total de 2.600 ônibus elétricos. E que as empresas garantem que há demanda e estão prontas para fornecer mais veículos, mas o obstáculo maior é a questão da infraestrutura. São Paulo tem enfrentado uma resistência histórica, especialmente em relação à Enel. Comenta que acompanhou o prefeito em uma visita a Roma, em maio do ano passado, a convite do Papa, ele aproveitou a viagem para passar pelo governo italiano e expressar suas queixas em relação à Enel. Expõe que o município tem enfrentado dificuldades devido à postura da empresa, que, de forma arrogante, alegava que não deveria prestar contas ao município, mas sim à Aneel, uma questão federal, refletindo os fenômenos bizarros da federação assimétrica. O município arca com muitos encargos, mas sem as devidas competências para resolvê-los. Atualmente, mais de 100 ônibus estão paralisados há meses sem condições de operação. Em resposta, cita que o prefeito tem considerado alternativas como o biometano, embora prefira a eletrificação. Além disso, ressalta que a descarbonização está acima de qualquer preferência, e, caso seja comprovado que o biometano pode reduzir a emissão de gases causadores do efeito estufa, ele poderá ser uma alternativa viável, embora não a preferida pela administração. Menciona que o prefeito está disposto a considerar soluções que supram as deficiências da Enel. Diante desse cenário, convida todos os parceiros do comitê a participar de uma reunião aberta a todos que possam contribuir com ideias. A reunião será realizada no próximo dia 25 de março, no Paço das Artes, na Avenida São João, onde haverá debates e exposições de diversos setores interessados. Ressalta que a ideia é ouvir também aqueles que têm argumentos contrários ao uso do biometano. É necessário refletir sobre alternativas ao monopólio da Enel, como a possibilidade de um Mercado Livre de Energia, e explorar o que tem sido feito em outras cidades. Expõe que São Paulo, como a maior cidade brasileira e a quinta maior do mundo, enfrenta desafios de complexidade únicos. E que as experiências com a eletrificação do transporte público, embora bem-sucedidas em cidades menores, precisam ser adaptadas à realidade paulistana. Complementa dizendo que o objetivo é oferecer ao prefeito as condições necessárias para que ele tome uma decisão

bem-informada. Apesar dos retrocessos globais em termos de descarbonização, São Paulo continuará a ser um exemplo para o Brasil e para o mundo, demonstrando que a eletrificação é o caminho mais adequado. Comenta que é essencial apoiar a gestão municipal com todas as informações necessárias. Além disso, cita da reunião com a Secretaria dos Transportes e a Secretaria da Fazenda, que tem garantido a correta aplicação dos recursos, já tem sido um avanço. Passa para um outro ponto importante discutido que foi a proposta de retrofitar ônibus a diesel, transformando-os em veículos elétricos e, possivelmente, utilizando um pequeno motor movido a etanol para potencializar as baterias. Cita que essa alternativa atenderia à pressão do setor de usinas de açúcar e álcool, que buscam ampliar a venda de seu produto. Devemos estar abertos a diferentes soluções e trabalhar juntos, como foi mencionado pela Carmen, que comparou o processo de construção das soluções a um jogo de Lego, onde é necessário juntar as peças certas. Quando a alternativa dá certo, o mundo inteiro a adota, mas quando falha, muitas vezes as soluções paulistanas são negligenciadas. Vamos continuar colaborando para garantir que São Paulo siga no caminho certo e que possamos liberar a cidade dessa poluição silenciosa, que mata e ainda não é tratada com a seriedade que merece. Agradece, novamente, a Carmen e a todos os participantes.

25. Carmen (ICCT) cita que só quer agradecer a oportunidade. E que gosta muito de ter esses espaços para somar informações.
26. José Renato Nalini (SECLIMA) diz que lembrou que no encontro do biometano estará a Eletra e cita que é um encontro aberto, não tem nenhuma predisposição a aceitar propostas, mas sim discutir assunto, verificar o que é melhor para a cidade. E que será necessário algum plano b diante das dificuldades da implementação da infraestrutura necessária para aquela eletrificação. Lembra que na segunda-feira serão entregues +20 caminhões de coleta de resíduos, via metano, então também será um ganho para a cidade. Por fim cita que ontem convidaram o pessoal que faz o retrofit de ônibus diesel transformando em elétricos. Sendo uma vantagem que é muito mais barato, não é o ônibus elétrico, mas comentaram que devem custar por volta de 3000000 e adaptação de um ônibus diesel torná-lo elétrico, menciona mais essa opção a ser analisada.
27. Luciana Feldman (SECLIMA) agradece e encerra a reunião.