

## IMPACT OF URBAN TRANSPORT ELETRIFICATION: AN APPROACH USING SYSTEMS DYNAMICS

**GLAUCO OLIVEIRA RODRIGUE**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - UFSM

**GILNEI LUIZ DE MOURA**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - UFSM

**NEIMAR FERREIRA DA ROSA**

UFSM - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

**ANDREI VANTUIR HASELEIN SEIDEL**

**LUIS EDUARDO VIEIRA**

### Introdução

O setor de transporte é um dos maiores consumidores de combustíveis fósseis, responsável por parcela significativa das emissões de gases de efeito estufa (GEE). No Brasil, a dependência de veículos movidos a diesel eleva a poluição urbana. A eletrificação do transporte, em especial por meio de ônibus elétricos, desponta como estratégia promissora para mitigar mudanças climáticas, melhorar a qualidade do ar e reduzir custos operacionais.

### Problema de Pesquisa e Objetivo

O problema central consiste em avaliar o impacto ambiental da eletrificação do transporte urbano de passageiros no Brasil, frente à elevada emissão de CO<sub>2</sub> oriunda de ônibus a diesel. O objetivo é desenvolver um modelo de Dinâmica de Sistemas para analisar os efeitos da introdução de ônibus elétricos em um município do Rio Grande do Sul, projetando cenários alternativos de redução de emissões.

### Fundamentação Teórica

A literatura aponta que os veículos elétricos (VEs) reduzem emissões locais, aumentam eficiência energética e, se associados a fontes renováveis, potencializam benefícios ambientais. Estudos destacam ainda a relevância dos ônibus elétricos em reduzir a dependência de combustíveis fósseis e promover mobilidade sustentável (Borén, 2020; Lin & Zhang, 2019; Zhao et al., 2021). Experiências internacionais, como na China e no Chile, demonstram o potencial transformador da eletrificação.

### Metodologia

O estudo utiliza a metodologia de Dinâmica de Sistemas (Sterman, 2018), contemplando formulação de hipóteses dinâmicas, construção de diagramas de causa e efeito, análise de feedbacks, estimativa de parâmetros e testes de sensibilidade. Dados reais de frota, consumo e logística de transporte foram obtidos de uma associação de transporte do Rio Grande do Sul. As simulações foram realizadas no software Vensim, projetando cenários de 60 meses.

### Análise e Discussão dos Resultados

Os resultados demonstram que a substituição parcial ou total por ônibus elétricos reduz significativamente as emissões de CO<sub>2</sub>. No cenário 100% elétrico, a queda estimada é de até 110 mil toneladas de CO<sub>2</sub> em 60 meses; nos cenários híbridos, cerca de 96 a 98 mil toneladas. Além da mitigação climática, observou-se equivalência entre emissões evitadas e geração elétrica de termelétricas, evidenciando ganhos sistêmicos. Tais achados corroboram estudos prévios sobre os benefícios da eletromobilidade na sustentabilidade urbana.

### Considerações Finais

A eletrificação do transporte urbano no Brasil mostra-se estratégica para reduzir GEE e melhorar a qualidade de vida nas cidades. Os resultados confirmam que políticas públicas, investimentos em infraestrutura e matriz elétrica limpa são fundamentais para viabilizar a transição. A abordagem sistêmica adotada evidencia trajetórias possíveis para a adoção de ônibus elétricos, reforçando sua relevância no enfrentamento da crise climática.

### Referências

Borén (2020); Lin & Zhang (2019); Zhao et al. (2021); Sterman (2018); Manzolli et al. (2022); Janovec & Koháni (2019); Venditti (2022); BYD (2020); SEEG (2020); IEA (2018, 2020); Correia et al. (2019); Suki et al. (2022).

### Palavras Chave

Systems Dynamics, Electric Bus, Sustainability