

Instituto de Engenharia | 2º Seminário de Trólebus

R&D | ANEEL

ELEKTRO BUS



DIVISÃO TÉCNICAS

2º SEMINÁRIO DE
TROLEBUS



ELEKTRO

Participantes do Projeto

Elektro

Distribuidora de energia elétrica que atende 228 municípios e 2,3 milhões de unidades consumidoras.

Responsável pela gestão e execução do projeto no âmbito do Programa de P&D da ANEEL

Manvel

Empresa do Engº Antonio Vicente Silva a maior personalidade brasileira em Projetos de Sistemas de tração elétrica para trólebus, híbridos entre outros.

Engenheiro Projetista do Elektro bus

ELEKTRO BUS

Sygma

Empresa provedora de soluções inovadoras com alto conteúdo tecnológico, responsabilidade ambiental e estratégia de negócios para os setores de energia, aeronáutica e espacial e de materiais compostos

Responsável pela Coordenação do projeto; projeto mecânico (desenhos) e testes.

Iluminatti

Integradora de soluções para veículos de tração elétrica; provedora de inversores de frequência para veículos rodo-metro-ferroviário; assistência técnica Marcopolo e sistemas de multimídia embarcada.

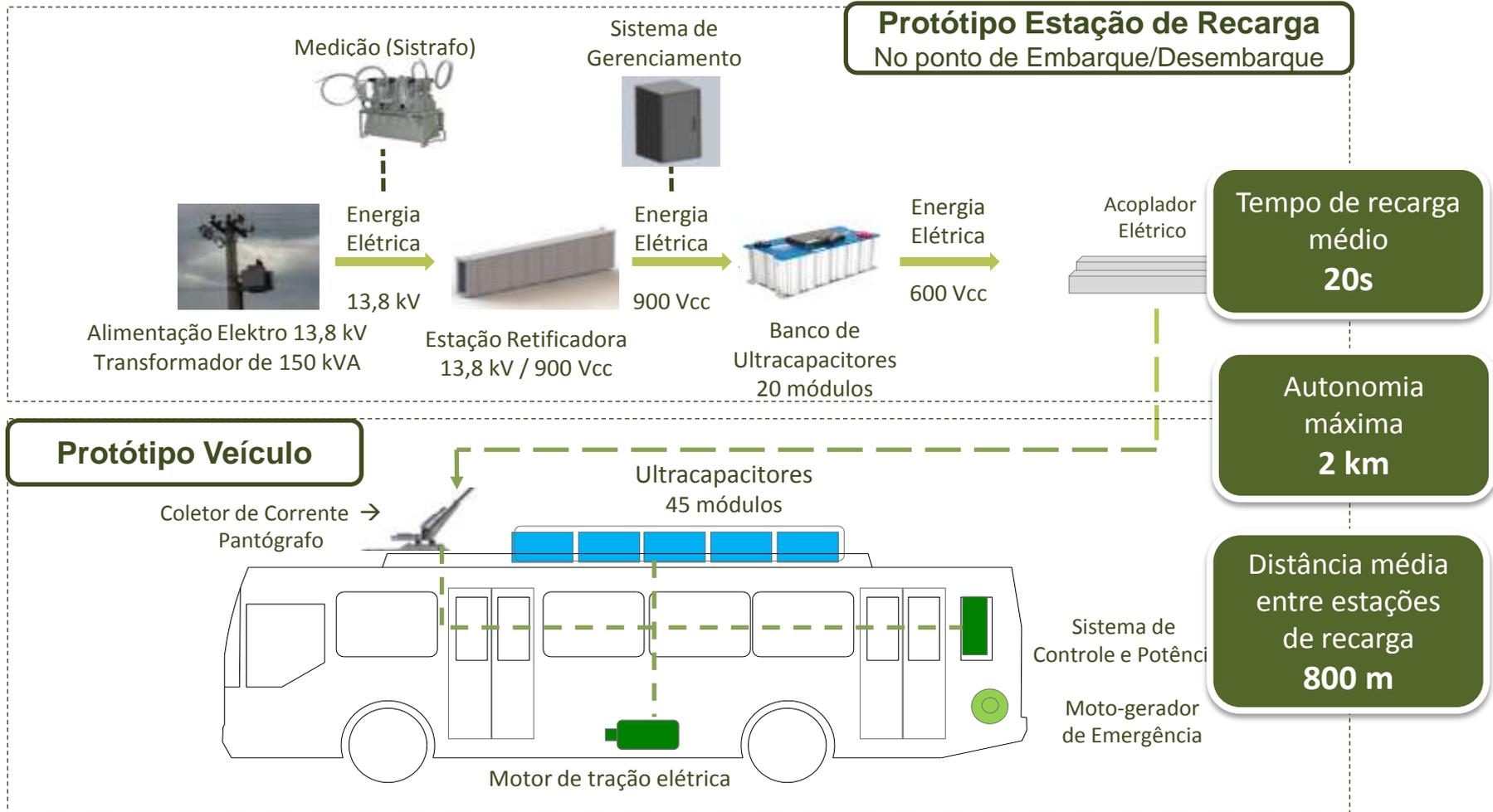
Responsável pela montagem dos equipamentos eletrônicos; integração e adequação mecânica.

Objetivos dos Projetos

- 1) Desenvolver **um protótipo de ônibus com sistema de propulsão totalmente elétrico** e **um protótipo de uma estação de recarga** de energia elétrica, ambos **utilizando a tecnologia de ultracapacitores** que dispensam a necessidade de uma rede de energia elétrica dedicada a exemplo do sistema Trólebus existente na região metropolitana da cidade de São Paulo.
- 2) **Identificar e analisar os impactos do sistema de recarga na rede de energia elétrica**, observando aspectos de segurança da operação, medição da energia consumida, *power quality* e confiabilidade do sistema.
- 3) Desenvolver uma **metodologia para avaliar a aplicação hipotética desta tecnologia** em uma das cidades atendidas pela Elektro.
- 4) Elaborar modelo estatístico para **analisar impacto na projeção de consumo da distribuidora**.

Filme Elektro Bus

Sistema Elektro Bus = Veículo + Estação de Recarga



Adicionalmente, o veículo poderá ser recarregado diretamente na rede de energia do trólebus e pelo moto-gerador em situações de emergência

Principais Características dos Projetos

Escopo

1 protótipo de ônibus e
1 protótipo de estação de recarga para demonstração da tecnologia

Custos

R\$ 1.617.468,08 | Veículo
R\$ 1.547.400,00 | Estação

Duração

24 meses | Veículo
18 meses | Estação

Parceiros

Syigma, Manvel e
Iluminatti

Início do projeto

Março/2011 | Veículo
Dezembro/2011 | Estação

Convênios para Testes

SPTRANS
Fundação Clinton
EMTU

Principais Características do Protótipo Elektro Bus

- Características Físicas do Veículo Utilizado
 - ✓ Comprimento: 12 m
 - ✓ Largura: 2,50 m
 - ✓ Peso sem passageiros: 12,50 tons
 - ✓ Peso com passageiros: 19 tons

- Sistema de Tração
 - ✓ Tecnologia do sistema de tração: chopper a IGBT
 - ✓ Tipo de motor de tração: corrente contínua
 - ✓ Velocidade máxima: 60 km/h
 - ✓ Aceleração máxima com carga: 1,10 m/s²

- Sistema Autônomo – ultracapacitores (UC)
 - ✓ Capacidade energética total: 2,3 kWh
 - ✓ Sistema de refrigeração: ar forçado
 - ✓ Sistema de proteção: sobretemperatura e desbalanceamento de tensão

- O protótipo poderá funcionar em 3 modalidades
 - ✓ Elétrico com alimentação pela estação de recarga com ultracapacitores
 - ✓ Elétrico alimentado pela rede aérea atual do Trólebus; e
 - ✓ Elétrico alimentado pelo gerador nas situações de falta de energia elétrica na rede.

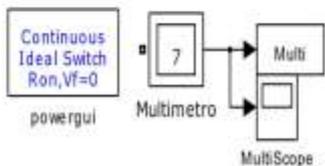


Principais Resultados Alcançados

-  Projetos elétrico, eletrônico e mecânico
-  Construção de 1 protótipo do Elektro Bus e 1 protótipo de Estação de Recarga rápida operando em laboratório
-  Conhecimento sobre a tecnologia de ultracapacitores aplicada em sistemas de tração elétrica e em estações de recarga rápida
-  Mapeamento e análise do impacto da tecnologia na rede de energia elétrica da distribuidora em termos de proteção, qualidade de fornecimento e confiabilidade
-  Análise do impacto desta tecnologia na projeção do mercado de energia elétrica
-  Desenvolvimento de metodologia e simulação de viabilidade da aplicação hipotética desta tecnologia em uma cidade da área de concessão da Elektro

Simulação de Impacto na Rede de Energia Elétrica

	Comportamento das correntes na estação e no veículo	OK
	Modelo elétrico da rede e do projeto da estação	OK
	Comportamento das tensões DC	OK
	Variação das potências envolvidas na operação	OK
	Distorção harmônica na interface da rede elétrica	OK
	Potências ativa, reativa e fator de potência	OK
	Variação temporal de tensões e correntes	OK
	Variação temporal da corrente RMS na interface da rede elétrica	OK
	Análise de frequências de operação e suas harmônicas	OK



A simulação matemática do comportamento da rede elétrica durante as operações de carga e descarga da estação indica que todos os parâmetros de funcionamento deverão se comportar dentro do esperado, sem provocar distúrbios no funcionamento normal da rede de distribuição.

Os valores obtidos serão confirmados pela realização de medidas em campo com o emprego prático dos protótipos do veículo e da estação de recarga operando em conjunto.

Relevância

-  Melhoria das condições ambientais para as médias e grandes cidades
-  Redução da emissão dos gases de efeito estufa, aproximadamente de 359 kg de CO₂ por veículo/dia → 108 tons por veículo/ano
-  Maior rendimento global do sistema → da geração até o veículo
-  Fomentar a criação de um importante mercado para as empresas geradoras e distribuidoras de energia elétrica, advindo da substituição de um percentual de ônibus movidos a diesel, por veículos equivalentes movidos a energia elétrica

Aplicabilidade

- 🌿 Ônibus urbanos de todos os portes para o transporte em massa de passageiros
- 🌿 Veículos Leves sobre Trilhos (VLT)
- 🌿 Aplicáveis em cidades de médio e grande porte utilizando de corredores urbanos exclusivos dedicados a estes veículos



Impacto no mercado da Elektro → 10 cidades

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO TOTAL	CONSUMO ANUAL (KWh)	CONSUMO (MWmed)
GUARUJÁ	293.321	18.616.342	2,1
LIMEIRA	278.862	17.698.666	2,0
RIO CLARO	188.211	11.945.276	1,4
FRANCISCO MORATO	156.788	9.950.938	1,1
MOGI GUAÇÚ	138.665	8.800.717	1,0
FRANCO DA ROCHA	134.215	8.518.286	1,0
ATIBAIA	128.257	8.140.147	0,9
ARARAS	120.478	7.646.434	0,9
TATUÍ	109.549	6.952.798	0,8
TRÊS LAGOAS	104.318	6.620.800	0,8
TOTAL	1.652.664	104.890.403	12,0



Comparação de Custos entre Sistemas

Simulação de Viabilidade - Município de Limeira

SISTEMA	QTDE. VEÍCULOS	ESTAÇÕES/ KM REDE	CAPEX	OPEX COMBUSTÍVEL ANO	OPEX ANO + SAÚDE*	VU ANOS	VPL @ 7,5% a.a.	VPL @ 7,5% a.a. + SAÚDE*
DIESEL	130	2.210 estações	(80,6)	(9,4)	(15,9)	10	198,6	140,7
ELEKTRO BUS		553 estações de recarga	(279,6)	(5,1)	1,4	15	79,1	137,0

*Considera o gasto anual com saúde em decorrência dos materiais particulados emitidos pela queima do diesel dos ônibus → R\$ 6,6 Milhões/ano

Cenário do Transporte Público no Brasil

Eventos Verdes → Copa e Olimpíadas

- 24 Sistemas BRT (Bus Rapid Transit) em 9 cidades:
 - ✓ Belo Horizonte, Fortaleza, Curitiba, Cuiabá, Porto Alegre, Recife, Manaus, e Salvador
- 376 Km de vias troncais
- 2,9 milhões de passageiros por dia
- Frota estimada de ônibus para atender a demanda:
 - ✓ 200 veículos do tipo Padron
 - ✓ 930 veículos articulados
 - ✓ 1.980 bi-articulados frontais



3.100 ônibus novos



Fundo do Clima – BNDES → @ 4,4% a 7,5% a.a.

SP → Decreto Estadual de metas para o desenvolvimento sustentável do Estado de São Paulo

Município de São Paulo → Lei Municipal de Mudanças Climáticas, substituição de ônibus à diesel por veículos verdes até 2018

OBRIGADO!

Antônio Vicente Albuquerque Souza e Silva

José Francisco Resende

Edson Corbo

Rodrigo Bonato Manfredini

Fúlvio Corrales de Andrade

Sidney Yamamoto

José Carlos Argolo

Valmir Ziolkowski

