



21/11/2022

TUMI DAY

Salvador – Brasil

ESTRUTURA TECNOLÓGICA PARA ÔNIBUS ELÉTRICO

José Antônio do Nascimento

Especialista em Mobilidade Elétrica – UITP



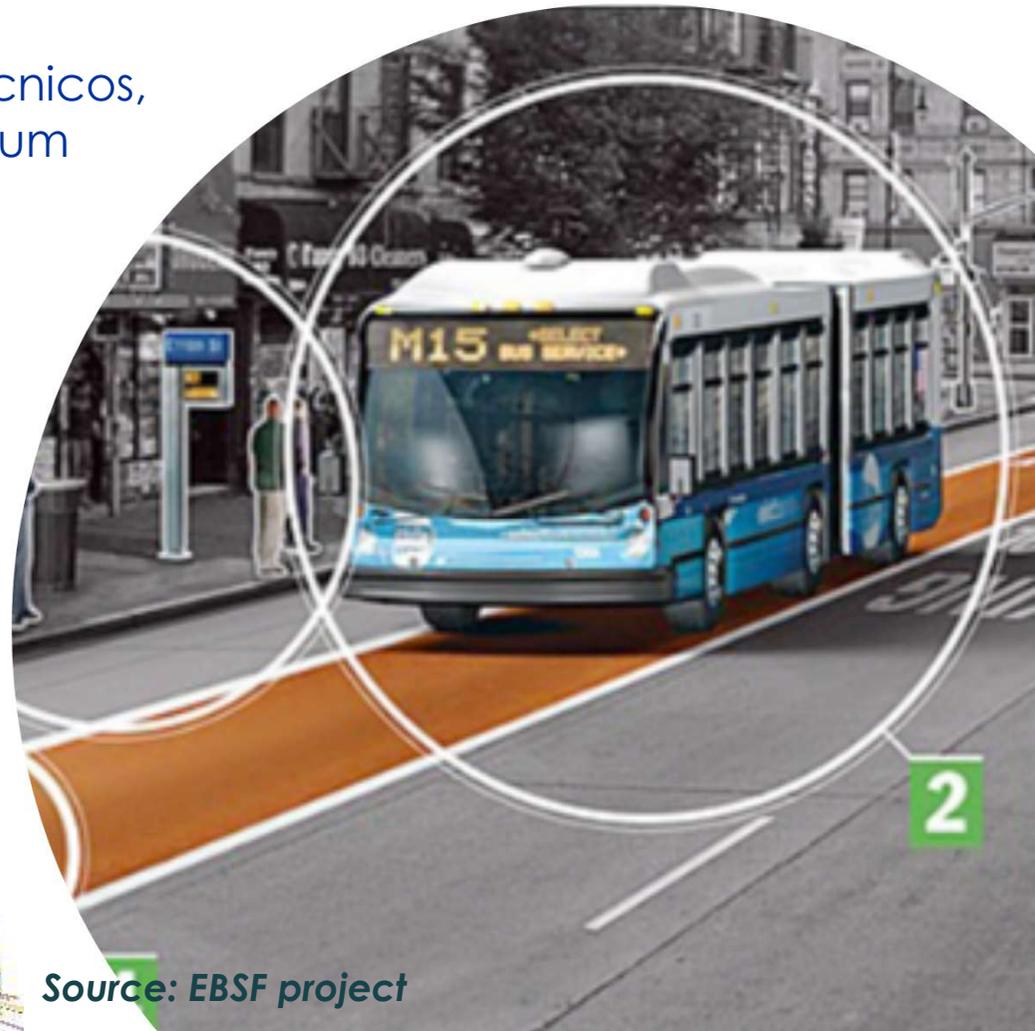
SISTEMA e-BUS

Não é somente um ônibus é todo um sistema



> O ENFOQUE DE SISTEMA

O contexto operacional, os custos e os serviços técnicos, estabelecem as características dos elementos de um sistema



Source: EBSF project

> E-BUS COMO UM SISTEMA



Disponibilidade de energia na rede de distribuição



GARAGENS e TERMINAIS



VEICULOS



BATERIAS e autonomia



INFRAESTRUTURA DE RECARGA



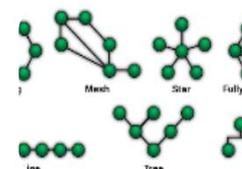
FINANCIAMENTO



OPERAÇÕES



MANUTENÇÃO



Rotas e Planejamento da Rede



ESTRATEGIA e Controle



SINERGIA



ENERGIA RENOVAVEL

➤ QUEM ESTÁ ENVOLVIDO?

Consiste na compreensiva participação dos diversos grupos envolvidos:

- ✓ Município / Região Metropolitana / Estado / Governo Federal
 - ✓ Operadores Públicos e/ou Privados
 - ✓ Fabricantes dos e-BUS
 - ✓ Fabricantes dos Carregadores
- ✓ Companhias de Distribuição de Energia Elétrica
 - ✓ Empresas de Infraestrutura
- ✓ Fornecedores de Softwares e Hardwares
 - ✓ Financeiras
 - ✓ Passageiros e População
- ✓ Especialistas em Transporte de Passageiros
- ✓ Organizações de apoio ao Transporte
 - ✓ Universidades



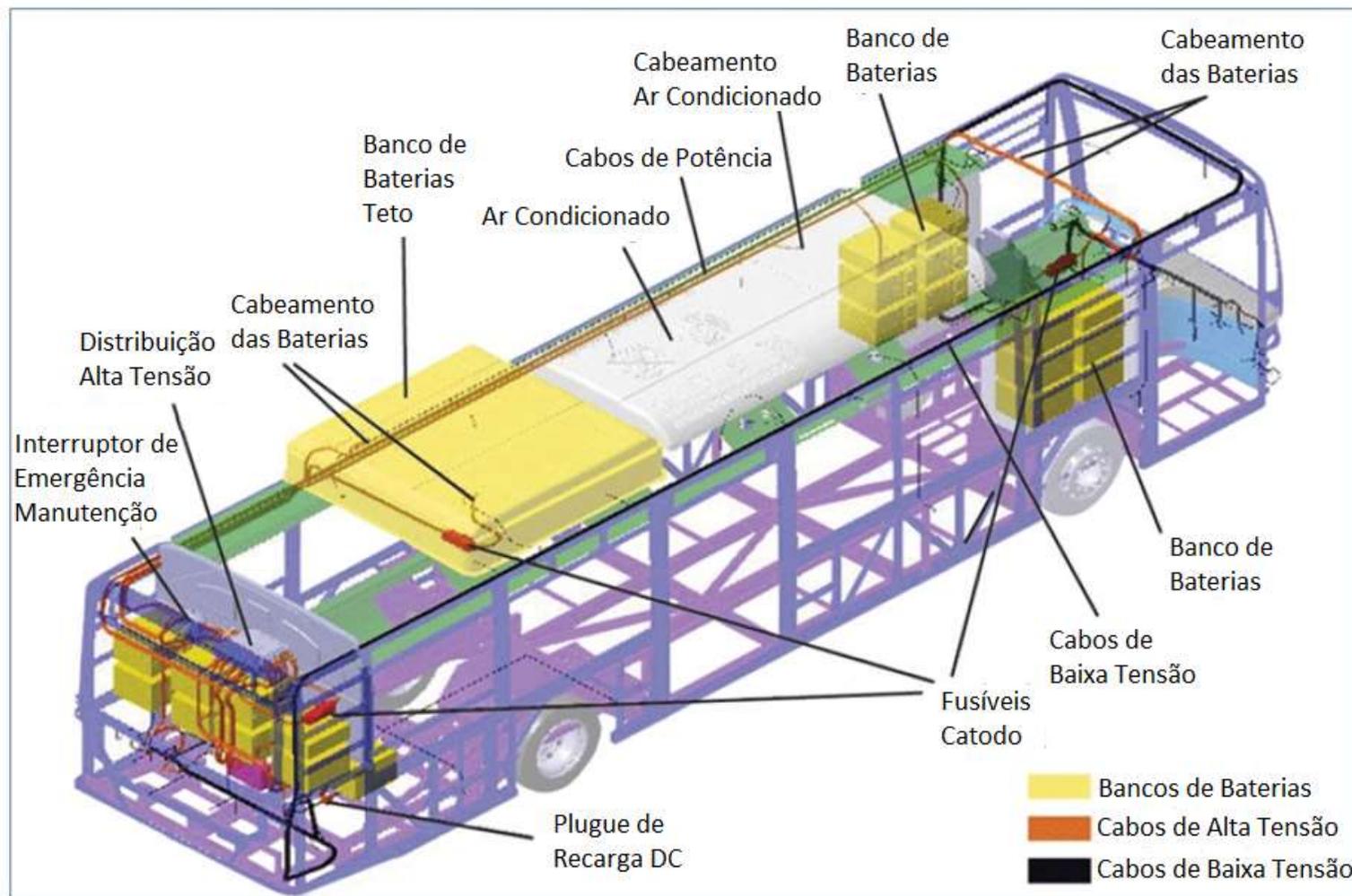


TECNOLOGIA

E as Soluções

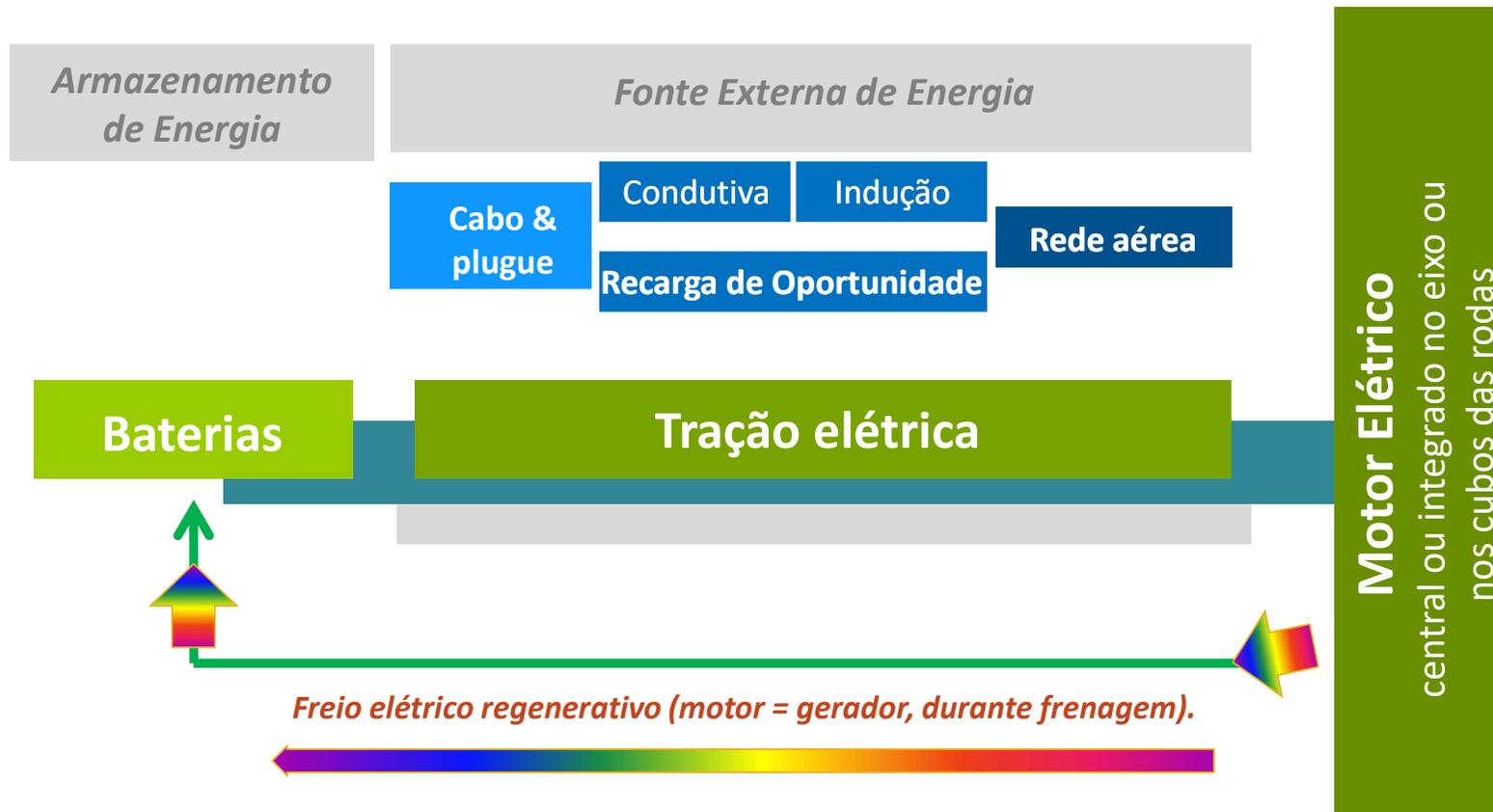


➤ DESCRIÇÃO GENÉRICA DO E-BUS

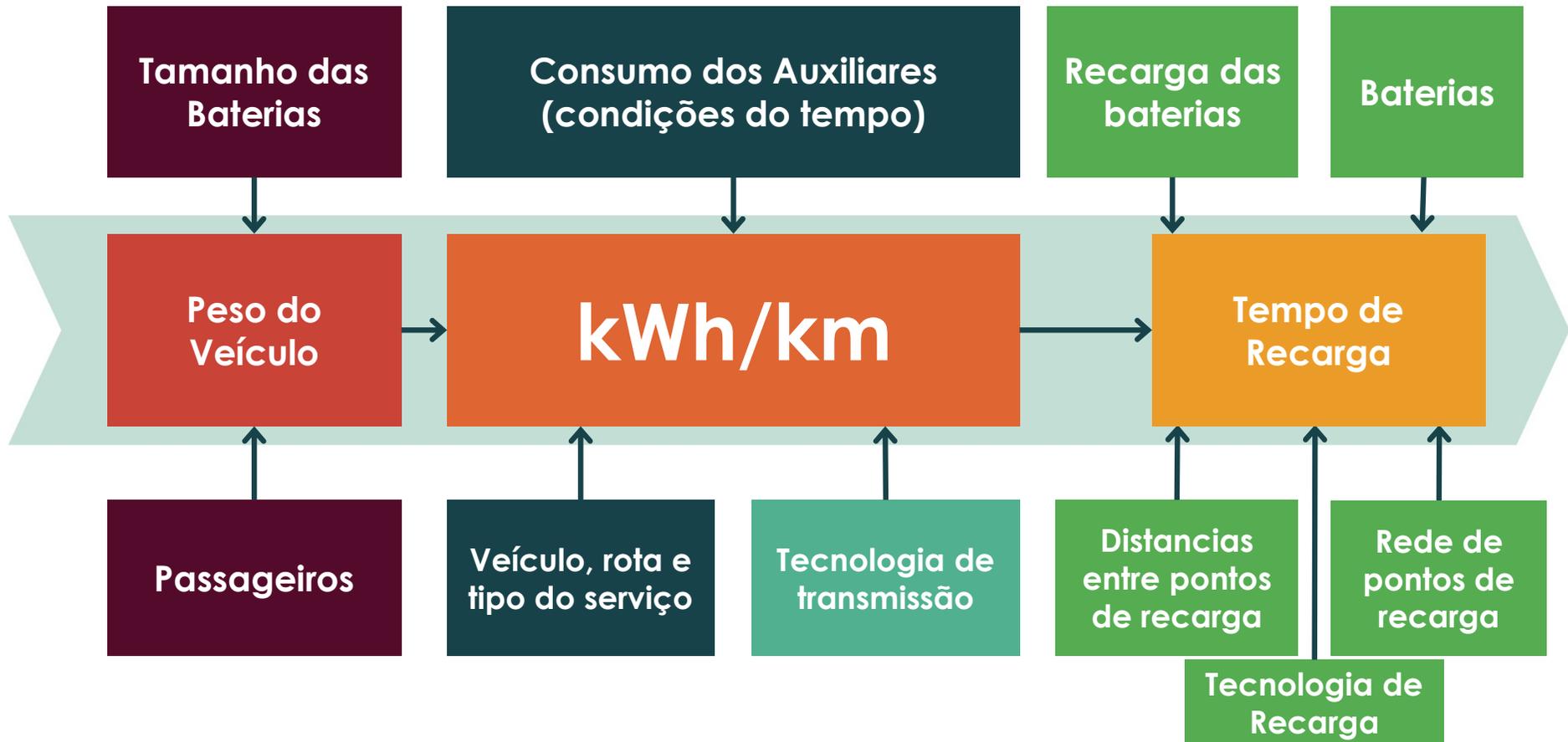


(Austin 2013)

➤ TRACÇÃO ELÉTRICA E FONTES DE ENERGIA



> ENERGÍA NECESSÁRIA PARA OPERAR, TEMPO DE RECARGA & GERENCIAMENTO



> TIPOS DE MOTORES





> HIGER



➤ MARCOPOLO



➤ MERCEDES-BENZ



Mercedes-Benz



PARÂMETROS DE CONSUMO EFETIVO DE ENERGIA ELÉTRICA DOS ÔNIBUS

Varáveis: Tamanho do ônibus, capacidade, autonomia, extensão do percurso tempo, velocidade, rampas, intervalo, tempo parado, horário de pico, ar condicionado, calefação, e acessórios.

CONSUMO MÉDIO EM OPERAÇÃO

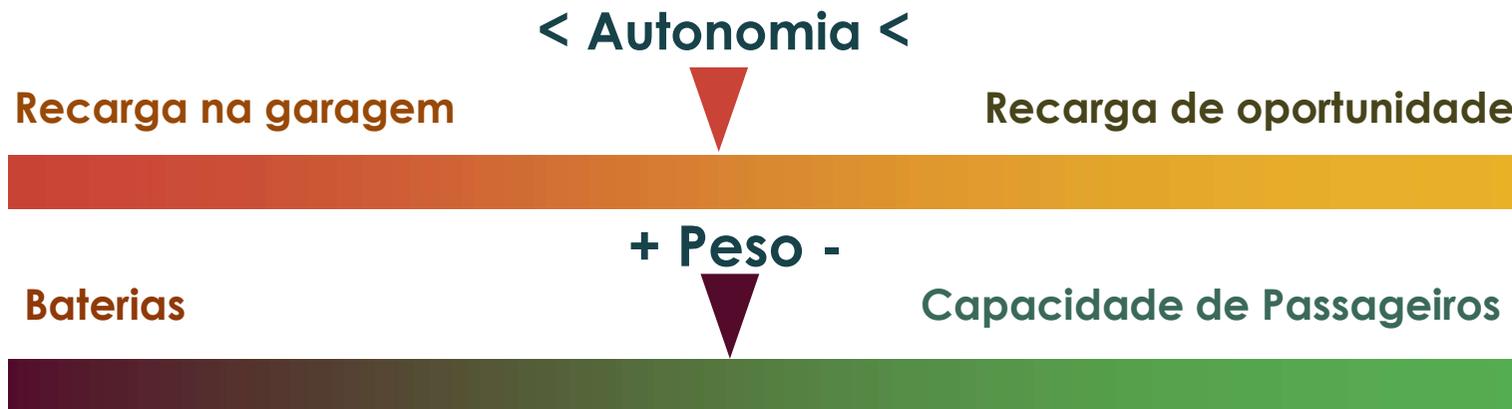
- ÔNIBUS 12 M: MÉDIA 1,5 kWh/km
- ÔNIBUS 18 M: MÉDIA 2,25 kWh/km
- ÔNIBUS 23 M: MÉDIA 3 kWh/km

➤ BATERIAS X CAPACIDADE DE PASSAGEIROS

- Grandes bancos de baterias reduzem a capacidade de passageiros
 - Crítico quando o número de passageiros atinge a capacidade máxima legal dos ônibus à diesel
- Menores bancos de baterias requerem infraestrutura de recarga de oportunidade
 - Também requer recarga lenta à noite para balanceamento das células (???)
- A química da bateria é degenerativa
 - Limitação da profundidade de descarga (DOD) reduz a autonomia mas aumenta o tempo de vida da bateria
 - Custo inicial X Custo de reposição



> OPÇÕES ESTRATÉGICAS (ESPECIFICAÇÕES)



Tempo de Recarga = HORAS

Na garagem

Recarga Lenta (Alta Energia)

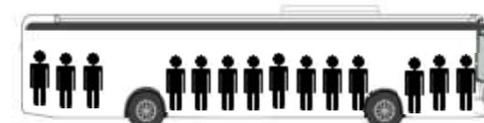


BATERIAS Mass ≈ 2,8 t – 3,4 t

Tempo de Recarga = MINUTOS

Na cidade

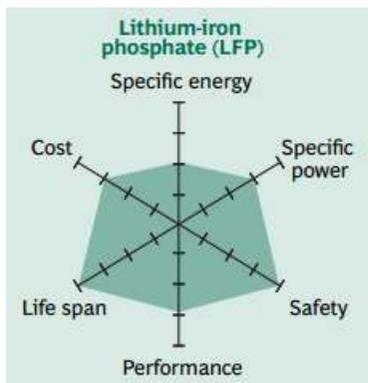
Recarga Rápida (Alta Potência)



BATERIAS Mass ≈ 1,6 t

TIPOS DE BATERIAS

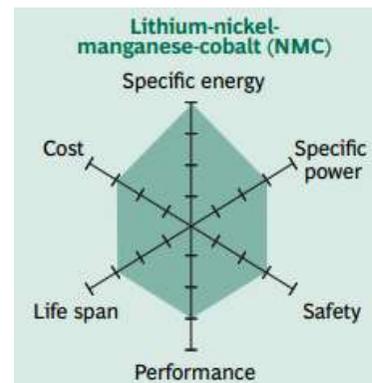
Recarga lenta



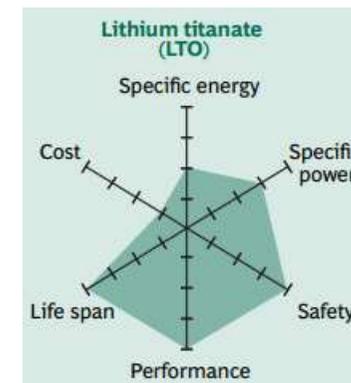
Li-Iron-Phosphate: tem uma excelente segurança e uma longa vida útil, mas uma capacidade de energia específica moderada e uma autodescarga elevada. É a variante mais utilizada entre os ônibus de recarga noturna

LMP (Lithium Metal Polymer): se destacam por sua alta densidade energética e segurança no uso (sensibilidade limitada a a variação de temperatura). Deve ser mantida em temperatura específica por todo o tempo.

Recarga rápida

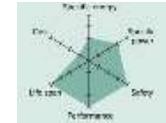
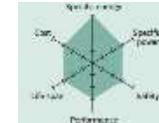
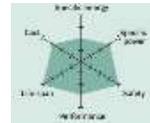


NMC (Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide), NMC tem um bom rendimento em geral e se sobressai em energia específica. Esta bateria é a candidata preferida para o veículo elétrico e possui a taxa de auto aquecimento mais baixa. Amplamente utilizada na indústria de ônibus e automóveis



LTO (Lithium titanate oxide) se sobressai em segurança, rendimento em baixa temperatura e vida útil, mas tem uma baixa densidade de energia e um alto preço.

➤ COMPARAÇÃO DE BATERIAS E DENSIDADE DE ENERGIA



LFP

NMC

LTO

Densidade de energia específica (Wh/kg)

130

150

90

Densidade volumétrica (Wh/l)

247

300

200

Tensão nominal (V)

3,2

3,7

2,4

Temperatura (o C)

-20 to 60

-20 to 60

-30 to 75

Taxa de recarga C

1 C

1 C

5 to 10 C

Taxa de descarga

3 C

2 to 3 C

5 to 10 C

Segurança

Muito boa

Justo

Muito boa

Ciclo de vida para 100% DoD

3600

3000

15000

Custo

Justo

Alto

Muito alto

Source: BCG Research



ELETRIFICAÇÃO DO SISTEMA AUXILIAR

- Bomba hidráulica da direção
- Sistema pneumático: suspensão, freios e portas
- Recarga baterias de 24V
- Calefação e Ar Condicionado
 - ▶ Energia requerida reduz autonomia

Uso de:

- ✓ Motores elétricos dedicados
- ✓ Um ou vários Inversores Auxiliares
- ✓ Conversor DC/DC
- ✓ Equipamentos elétricos



SISTEMAS DE RECARGA

INFRAESTRUTURA



> SISTEMAS DE RECARGA



Recarga Contínua

- Trolebus
- Infraestrutura cara
- Menor flexibilidade *



Fontes: Volvo/Siemens/Iveco



Recarga Noturna

- Bancos de baterias pesados
- Autonomia restritiva
- Demanda potência extra gerenciamento na garagem



Recarga por Indução

- Veículos caros
- Instalação cara
- Transferência com baixa eficiência
- Blindagem magnética



Recarga Condutiva

- Infraestrutura cara
- Pantógrafo com sensores no ônibus e/ou na estação
- Flexibilidade Operacional?

➤ INFRAESTRUTURA DE RECARGA



Rede de conectores e compartimentos dos carregadores



Recarga na garagem (oportunidade e noturno)



Supercapacitores de recarga rápida e intermitente / Belgrado



Volvo anterior ↑ e atual ➔

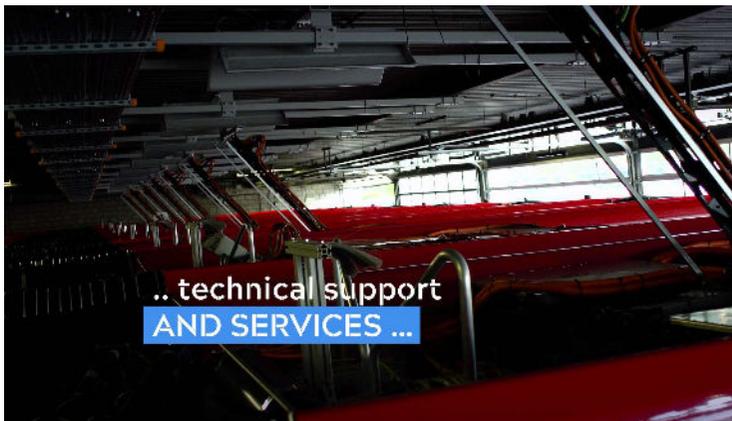


OPRcharge



Recarga por Indução

➤ INFRAESTRUTURA DE RECARGA



NOTA: Com cabo e plugue, mas também com pantógrafo.

> TIPOS DE CARREGADORES

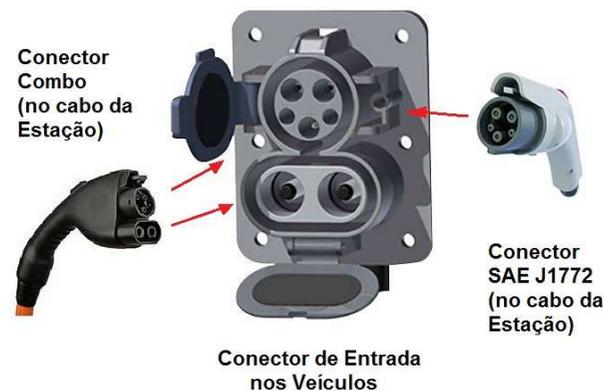
World Map of Charging System Standards



<https://www.trucks.com/wp-content/uploads/2018/05/workd-map-of-charging--768x576.jpg>



➤ CARREGADORES E CONECTORES



INFRAESTRUTURA DE RECARGA

INTEROPERABILIDADE

- ▶ Padrões Europeus em desenvolvimento
- ▶ Padronização orientada pelo Mercado pelos principais fabricantes do setor para a fabricação de plugues e pantógrafos para recarga
 - ▶ Conector (plugue & pantógrafo montado no teto)
 - ▶ Posicionamento
 - ▶ Protocolo de Comunicação
 - ▶ Performance
- ▶ Não dependência de uma Tecnologia de veículo ou de fabricante
 - ▶ Flexibilidade para as compras subsequentes
 - ▶ Não aceitação pelo Mercado de soluções proprietárias



MANUTENÇÃO E SEGURANÇA



➤ MANUTENÇÃO & SEGURANÇA

Manutenção

- Funcionários precisam ser treinados em manuseio de componentes de alta tensão
- Aumento de componentes localizados no teto
 - > Instalação de plataformas e/ou manoplas nas baias para alcançar os equipamentos no teto.
- Desgastes diferentes dos ônibus convencionais
- Segurança das Baterias: Normas Automotivas (e.g. ISO 26262)

SEGURANÇA



CTIF - ISO 17840 INFORMATION PACKAGE PUBLIC TRANSPORT



Chairman Tom Van Esbroeck
Project Leader ISO Kurt Vollmacher



Normative Rescue Sheet template (source ISO 17840)

1.	Identification / recognition
2.	Immobilisation / stabilisation / lifting
3.	Disable direct hazards / safety regulations
4.	Access to the occupants
5.	Stored energy / liquids / gases / solids
6.	In case of fire
7.	In case of submersion
8.	Towing / transportation / storage
9.	Important additional information
10.	Explanation of pictograms used

This document has been created for the CTIF Commission for Extrication & New Technology by:
Tom Van Esbroeck, chairman of the Commission
Kurt Vollmacher, project leader ISO.

The document can be seen as 'good practice' to increase the safety of both rescue workers and citizens worldwide. All recommendations included are voluntary.

For more information on how to implement the **CTIF – ISO 17840 Information Package Public Transport**, please contact:
Chairman CTIF Commission for Extrication & New Technology: contact@ctif.org



➤ MANUTENANÇA & REPAROS

- **Qualquer infraestrutura vai requerer manutenção**
 - Pessoal experiente
- **Na garagem = acesso fácil**
- **Infraestrutura de recarga de Oportunidade = manutenção local para verificações e intervenções**
 - Subestações, unidades de recarga, etc. normalmente de fácil acesso
 - Pórticos necessitam de 'veículos elevadores'
 - Conectores para pantógrafos montados no teto não possuem partes móveis = risco minimizado
 - Partes móveis no pantógrafo montado no pórtico
- **Redundância para garantir capacidade operacional**



➤ RISCO DE INUNDAÇÃO

Grau de proteção IP: os componentes elétricos, principalmente os de alta voltagem do motor de tração, do inversor e das baterias, devem ser classificados como IP66 ou maior.

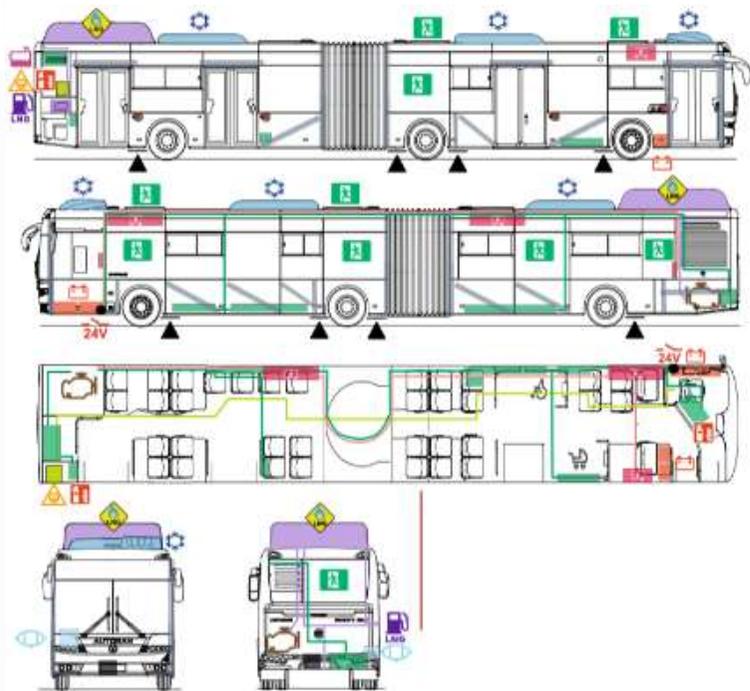


- Na classificação IP de IP66: o primeiro número se refere a vedação contra a entrada de material seco (pó, poeira) e o segundo se refere a proteção contra a entrada de água. O grau 6 para a entrada de água significa «protegido contra fortes jatos de água». 8 é a qualificação de proteção contra entrada de água mais alta, a mesma que a de um submarino.



➤ SEGURANÇA NO E-BUS

- Informação para resposta de incidentes (ISO 17840)
- Identificação da energia de propulsão
 - Guia de respostas padronizadas para emergências
 - Folhas de resgate
- ISO 17840 define o padrão do Guia de Resposta a Emergências (ERG) que proporciona informações necessárias e úteis sobre um veículo envolvido num acidente para orientar a equipe de resgate no resgate dos ocupantes do veículo da forma mais rápida e segura possível.



Example 2: 3D Rescue Sheet

Emergency Response Procedures			
High Voltage	High Voltage	High Voltage	High Voltage
High Voltage	High Voltage	High Voltage	High Voltage
High Voltage	High Voltage	High Voltage	High Voltage
High Voltage	High Voltage	High Voltage	High Voltage

RESCUE SHEET High Voltage Area

CTIF 

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF FIRE AND RESCUE SERVICES



NORMAS TÉCNICAS DE BATERIAS

IEC 62660:

Células secundárias de íons de lítio para a propulsão de veículos elétricos

- IEC 62660-1: Testes de performance
- IEC 62660-2: Testes de confiabilidade e abuso
- IEC 62660-3: Requerimentos de segurança

ISO 12405:

Veículos de propulsão elétrica – Especificação de testes para bancos de baterias de tração de íons de lítio e sistemas

- ISO 12405-1: Aplicações de Alta Potência
- ISO 12405-2: Aplicações de Alta Voltagem
- ISO 12405-3: Requerimentos de segurança e performance
- ISO 12405-4: Testes de performance



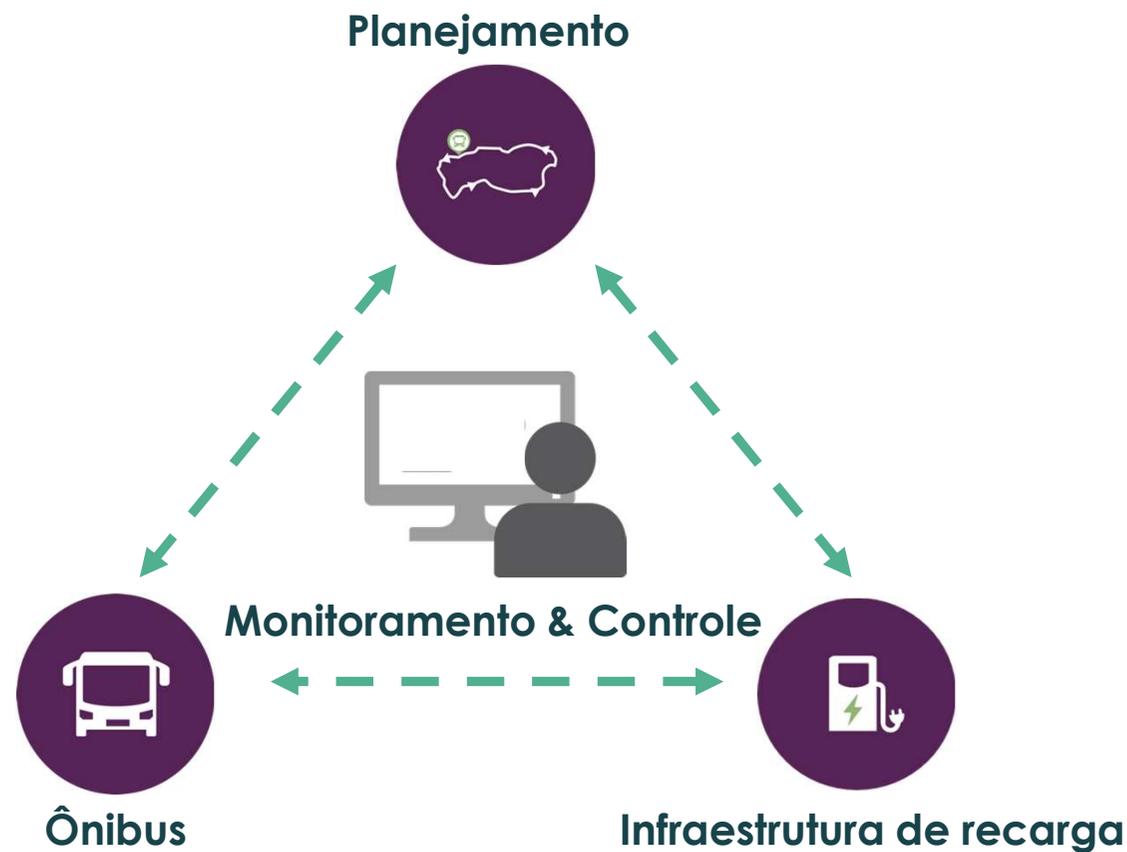
TECNOLOGIA E DADOS

PLANEJAMENTO, GESTÃO E CONTROLE



> ABORDAGEM SISTÊMICA

A Operação do ônibus elétrico consiste em diferentes partes



> NOVAS NECESSIDADES

Diferentes partes interessadas com novas necessidades



Operação

- Cumprir horários para um serviço confiável
- **Gerenciamento de energia**



Manutenção

- Entrega de ônibus confiáveis e sem falhas
- **Gerenciamento de recarga**



Gerenciamento

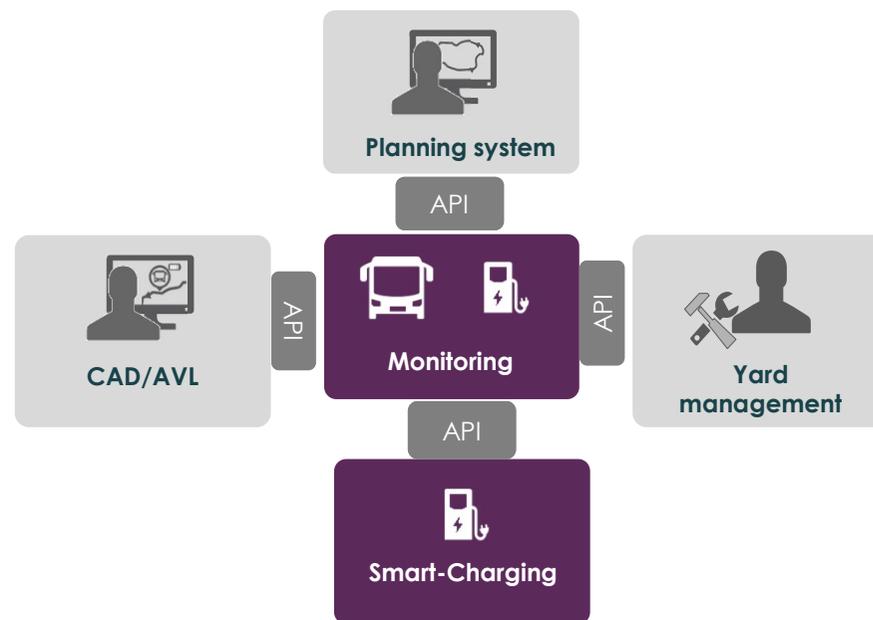
- Monitorando o desempenho geral
- **Melhorando a utilização de ônibus elétricos**

➤ ARQUITETURA INTEGRADA

RECOMENDAÇÃO

Os melhores resultados só podem ser alcançados se diferentes sistemas de TI trocarem dados.

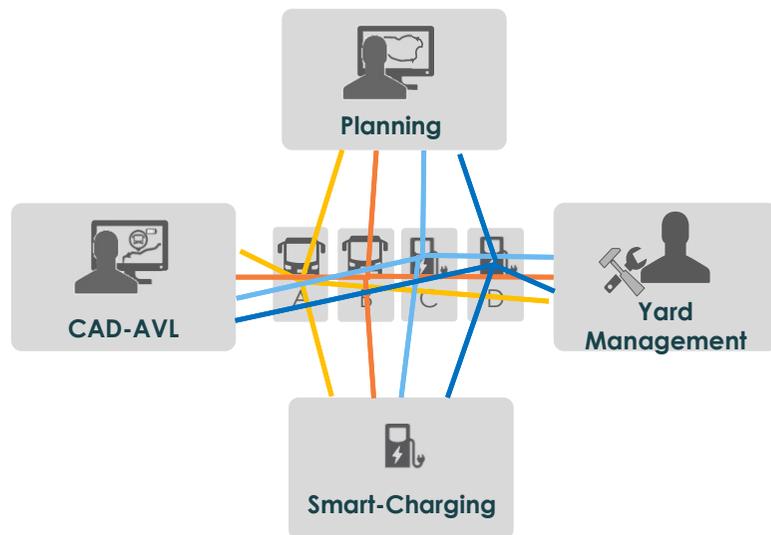
- É necessário trocar dados entre diferentes sistemas de TI
- A combinação de diferentes fontes de dados leva à melhor otimização
- Interfaces definidas (APIs) levam a uma divisão bem-sucedida de responsabilidades



➤ INDEPENDÊNCIA DO OEM

RECOMENDAÇÃO

Um sistema de monitoramento que abrange todos os fabricantes de veículos e estações de recarga



- Uma parte responsável pelo gerenciamento de interfaces (APIs)
- Um sistema para todos os tipos de veículos e estações de recarga
- Mesmos requisitos e cálculos de dados para diferentes tipos de veículos (conjuntos de dados alinhados)

➤ SOLUÇÕES DISPONÍVEIS

GOAL
SYSTEMS

move

optibus

praxio
by nstech

PSI 





Muito obrigado!

[linkedin.com/in/josé-antonio-nascimento-585176b0](https://www.linkedin.com/in/josé-antonio-nascimento-585176b0)

WhatsApp 11 99175-9213

joseanascimento64@gmail.com

