

2ª Conferência
**MODO DE TRANSPORTE
FERROVIÁRIO
EFICIÊNCIA E TRANSIÇÃO
ENERGÉTICA**

Eletrificação Ferroviária

Marco Filipe Santos

Gestor de Unidade de Catenária e Energia de Tração

Coimbra | 20 abril 2023



A ELETRIFICAÇÃO FERROVIÁRIA

- A introdução da **eletrificação** (e dos vários sistemas de eletrificação) na ferrovia tinha como objetivo permitir **comboios mais potentes e mais rápidos**
- Na **eletrificação ferroviária** são utilizados **vários sistemas** diferentes
- A **implementação** destes sistemas foi resultado da **tecnologia disponível** (à data)
- A **conversão** entre sistemas tem geralmente **custos muito elevados** e é de **implementação complexa**

Primeiras eletrificações surgem no final do século XIX em **corrente contínua (CC)**

+ Maior facilidade no controlo de velocidade

— Limitações para comboios mais potentes (correntes elevadas) e menor eficiência energética

No início do século XX são desenvolvidas as primeiras eletrificações em corrente alternada (CA) a **15kV 16 2/3Hz** (década 1910)

+ Menores interferências indutivas, desgaste nos comutadores e não introduz desequilíbrios na rede trifásica

— Rede própria de geração/distribuição a 16 2/3Hz

E posteriormente a **25kV 50Hz** (década 1930)

+ Não requer rede própria de geração/distribuição e maior espaçamento entre subestações

— Requer rede de alimentação “robusta”

A ELETRIFICAÇÃO FERROVIÁRIA

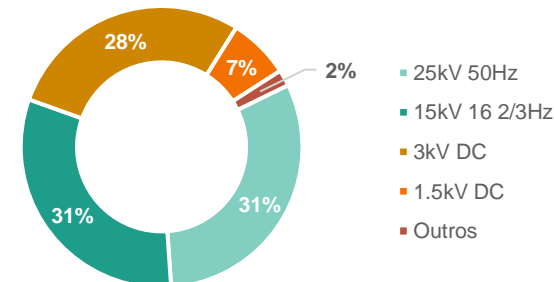
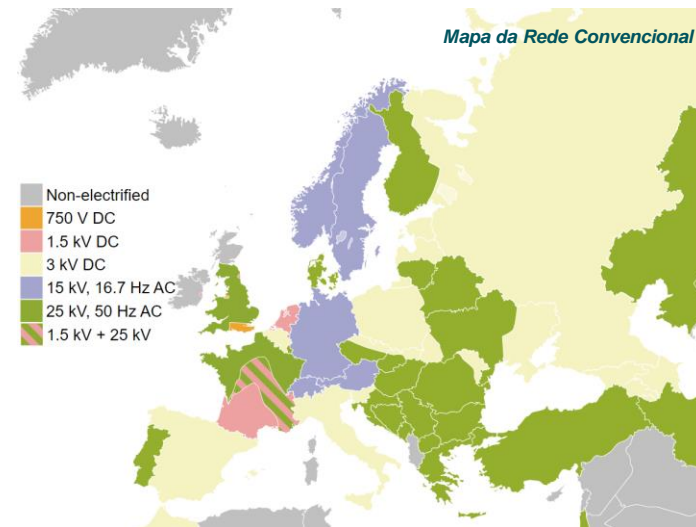
+ VANTAGENS DA TRAÇÃO ELÉTRICA

- **Mais eficiente:** comboios são geralmente mais **leves**, permite aproveitamento da **frenagem regenerativa** e acesso a energia a partir de **fontes renováveis**
- **Menores impactos locais (na operação):** comboios menos **ruidosos** e não **emitem gases** resultantes da combustão
- **Melhores tempos de percurso:** comboios geralmente mais **leves** e mais **potentes** permitindo melhores acelerações

— DESVANTAGENS DA TRAÇÃO ELÉTRICA

- **Maior investimento inicial:** requer a construção a infraestrutura de eletrificação (catenária e subestações)
- **Maiores impactos locais (infraestrutura):** catenária, subestação e linhas de alimentação introduzem **impactos visuais**
- **Maiores custos de manutenção (infraestrutura):** requer manutenção das infraestruturas de eletrificação

SISTEMAS DE ELETRIFICAÇÃO NA EUROPA




FONTE: Eurostat (<https://ec.europa.eu/eurostat/>)

REDE FERROVIÁRIA NACIONAL (RFN)

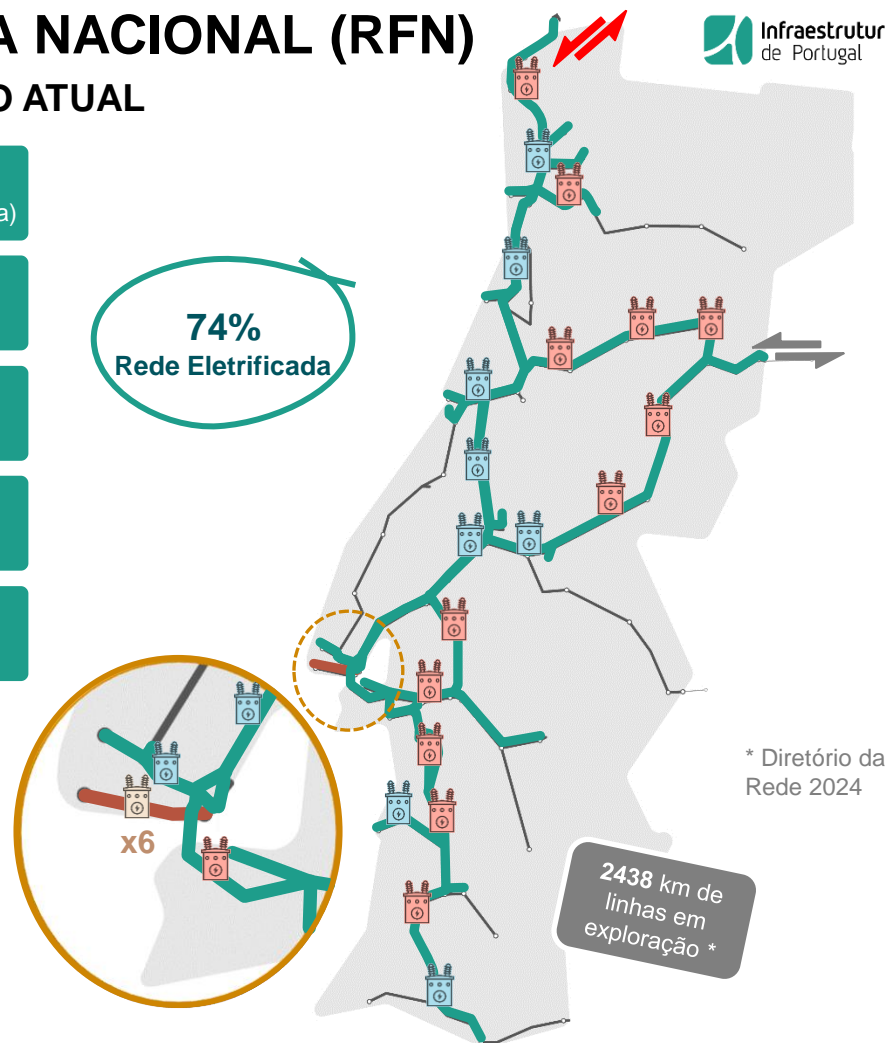
SITUAÇÃO ATUAL

Sistema de Eletrificação	1500 V cc (corrente contínua)	25 kV ca (corrente alternada)
1ª Eletrificação	1926	1956
Extensão Eletrificação *	26 km	1801 km
Extensão de Catenária (linhas principais)	~ 52 km	~ 2483 km
Nº de Subestações de Tração	6	23

 Subestação ligada à Média Tensão (10 kV)
6un. (Linha de Cascais)

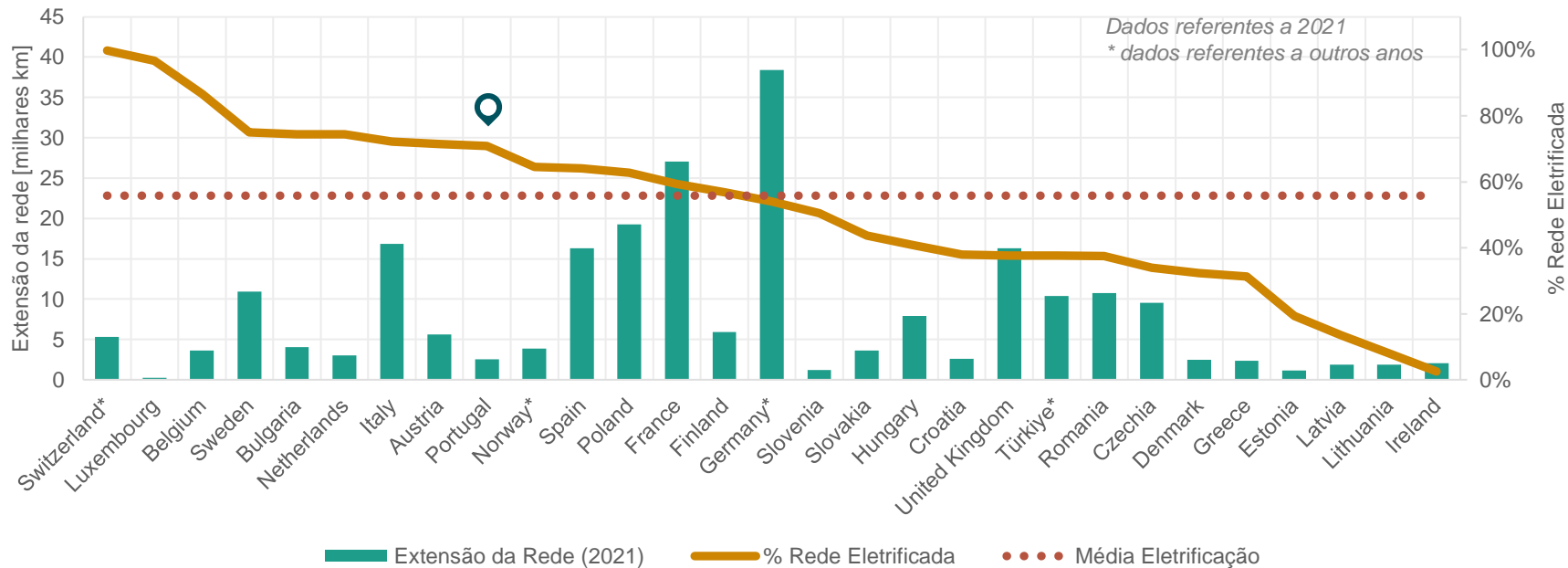
 Subestação ligada à Alta Tensão (63 kV)
10un.

 Subestação ligada à Muito Alta Tensão (150 e 220 kV)
13un.



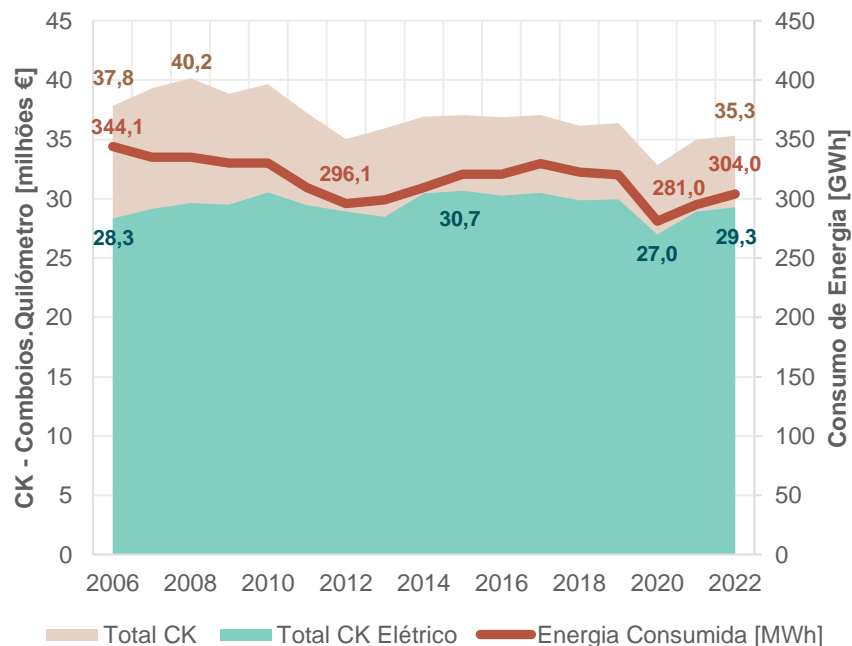
ELETRIFICAÇÃO NA EUROPA

FONTE: European Alternative Fuels Observatory (<https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/rail>)



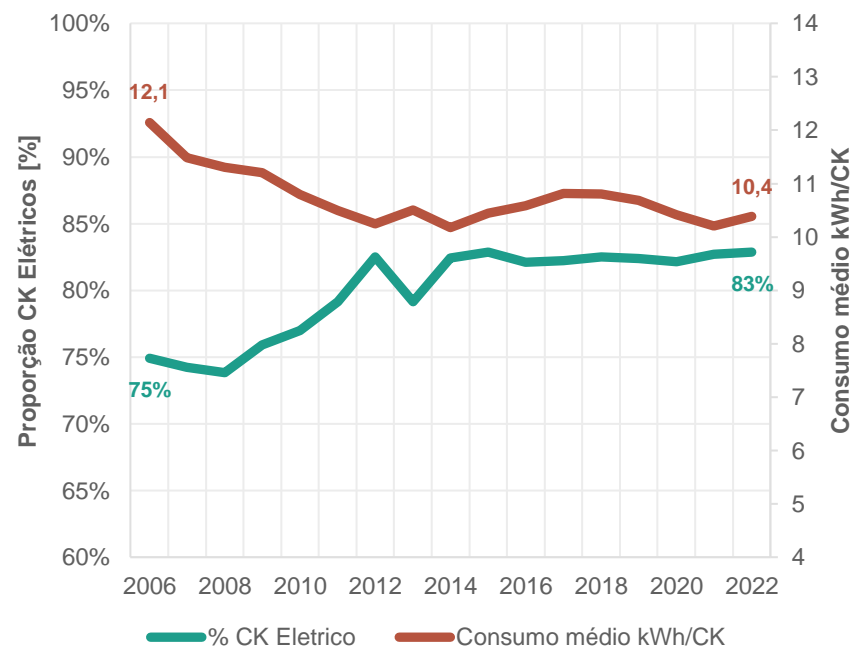
- A rede Alemã é a mais extensa, seguida da França, Polónia e Itália
- Suíça e Luxemburgo têm redes quase totalmente eletrificadas
- **Portugal** está **acima da média** dos países europeus indicados (56%)

TRÁFEGO E CONSUMOS DE ENERGIA



2006 – 2022

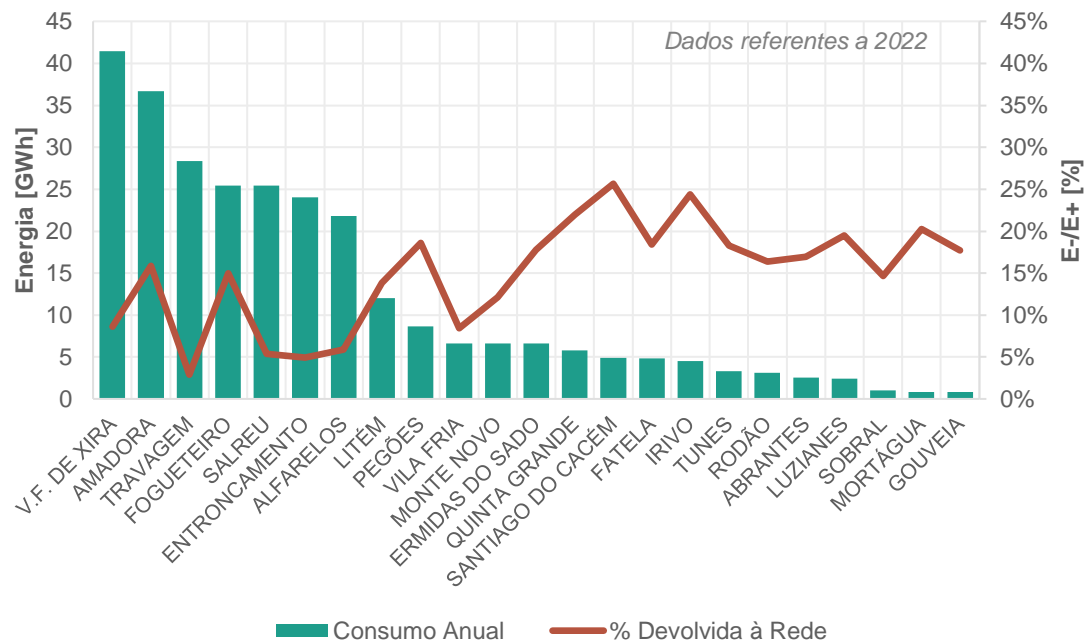
- Redução no consumo total de energia (-12%)
- CK Elétricos com pouca variação (+4%)
- Redução nos CK “não elétricos” (-33%)



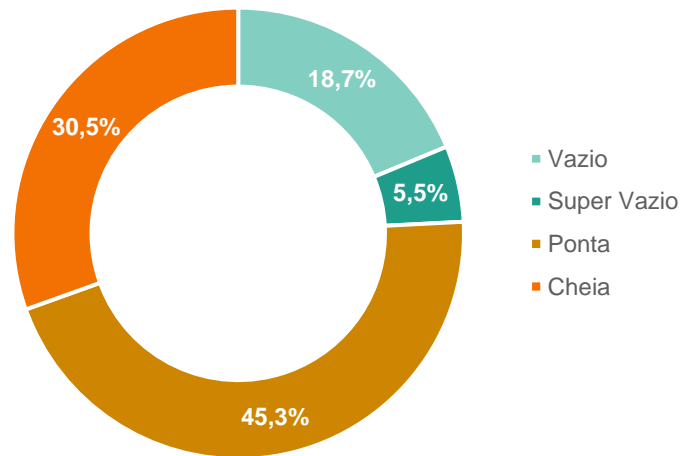
2006 – 2022

- Redução no consumo médio (-14%)
- Aumento da proporção da tração elétrica (+18%)

ENERGIA E FRENAGEM REGENERATIVA



Distribuição dos consumos por período tarifário (consumo médio por hora)



- Subestações com **maior consumo** na Linha do **Norte** e nas linhas urbanas de **Lisboa** e **Porto**
- Em média é **devolvida à rede** mais de **11%**
- **Devolução** de energia à rede **superior** nas SST com **menor densidade de tráfego**

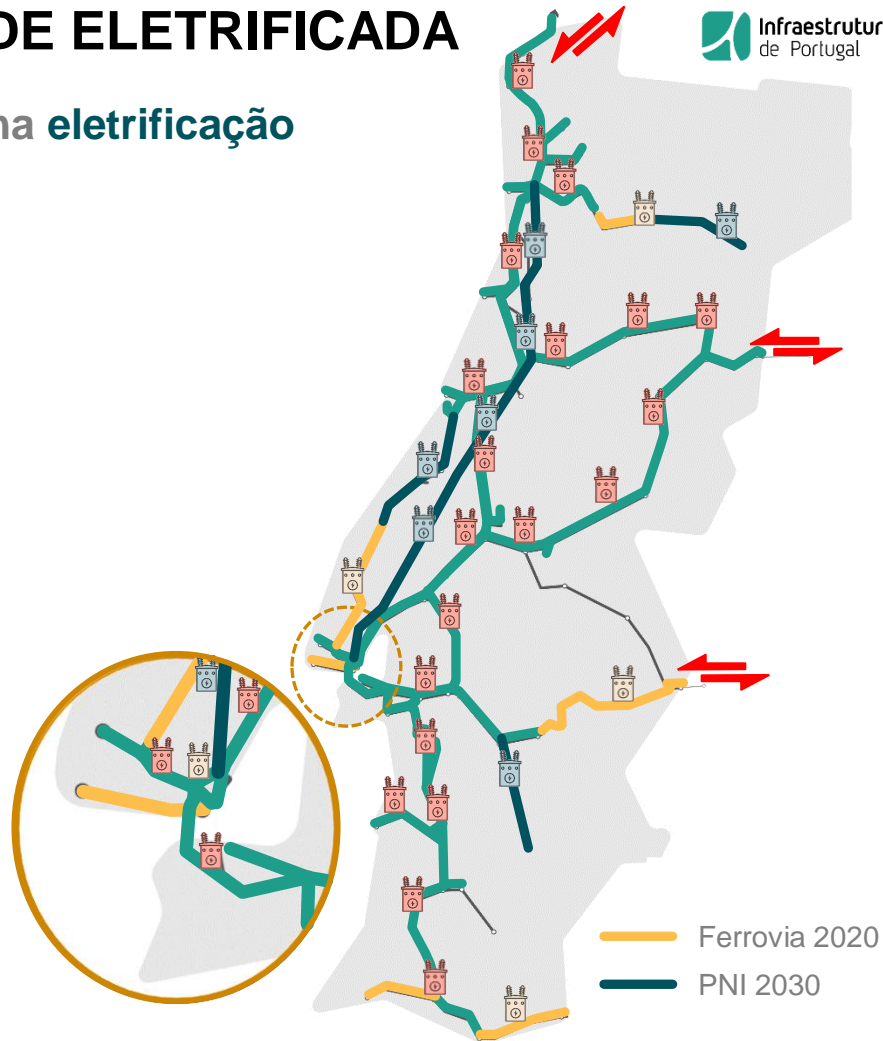
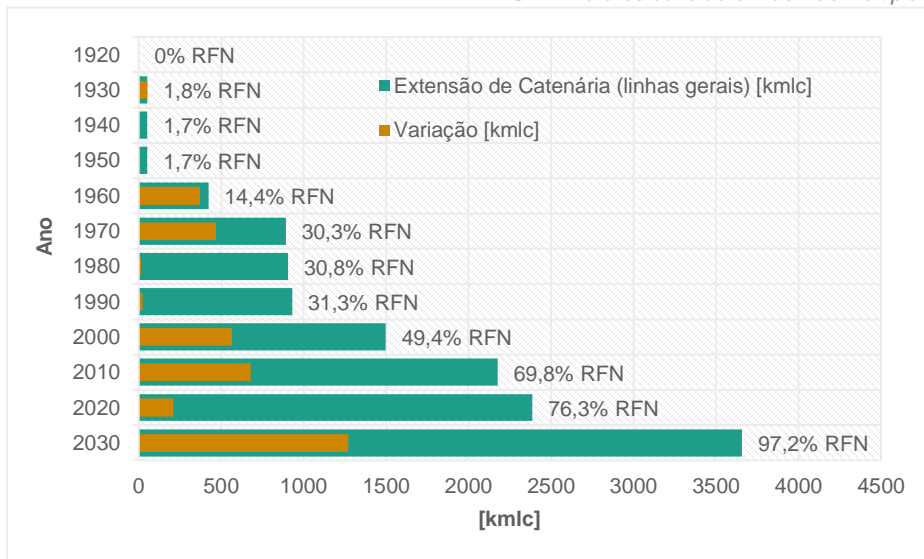
- Vazio e Super Vazio → período **noturno** em dias úteis e **fins de semana**
- Ponta e Cheia → período **diurno** em dias úteis e sábados
- **76%** do consumo é em Ponta e Cheia

EVOLUÇÃO DA REDE ELETRIFICADA

✓ Planos de investimentos com forte aposta na eletrificação

- Promover a mobilidade sustentável
- Aumentar a competitividade
- Maior conforto

NOTA: Valores consideram as vias múltiplas



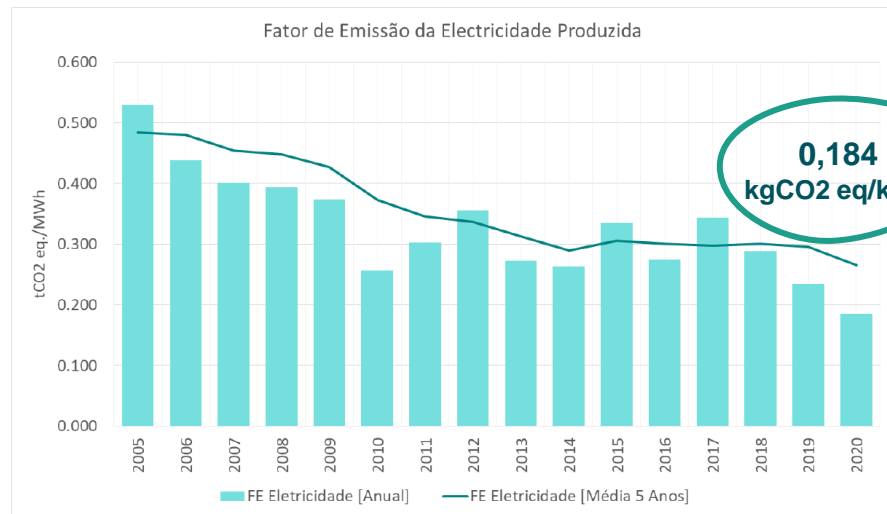
29 Subestações

+13 Subestações

TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

Categoria	Emissão de GEE [kgCO ₂ eq/CK]
Comboio Mercadorias (diesel)	16,09
Comboio Passageiros (diesel)	6,16

FONTE: TREMOVE (<https://www.tmleuven.be/>) – Valores para Produção + Consumo



FONTE: Fator de emissão de electricidade 2022 Portugal
APA – Agência Portuguesa de Ambiente (apambiente.pt)

CASO DE ESTUDO RFN

Tipo tráfego diesel → ~70% CK – Passageiros
→ ~30% CK – Mercadorias

Consumo médio tração elétrica → 10,4 kWh/CK

Perdas de transmissão (majorado) → ~10% – MAT/AT + Catenária

Tipo	Emissão de GEE [kgCO ₂ eq/CK]
Diesel tráfego misto (ref. ^a TREMOVE)	9,14
Elétrico tráfego misto (ref. ^a APA)	2,13

Descarbonização na geração impacta positivamente a ferrovia eletrificada

SITUAÇÃO ATUAL

Material circulante em operação encontra-se equipado com **contadores de energia totalizadores**

- Grande **desfasagem temporal** entre consumo e o acesso aos dados
- Difícil **afetar** os consumos ao **local** e ao **momento**

DIRETIVAS INTEROPERABILIDADE

Especificações Técnicas de Interoperabilidade incluem requisitos para a **contagem de energia**

- O Estado Membro deve dispor de um **sistema de recolha de dados** “em terra”
- Deve ser prevista a instalação de **sistema de medição a bordo** com **telecontagem** (material novo ou renovado)

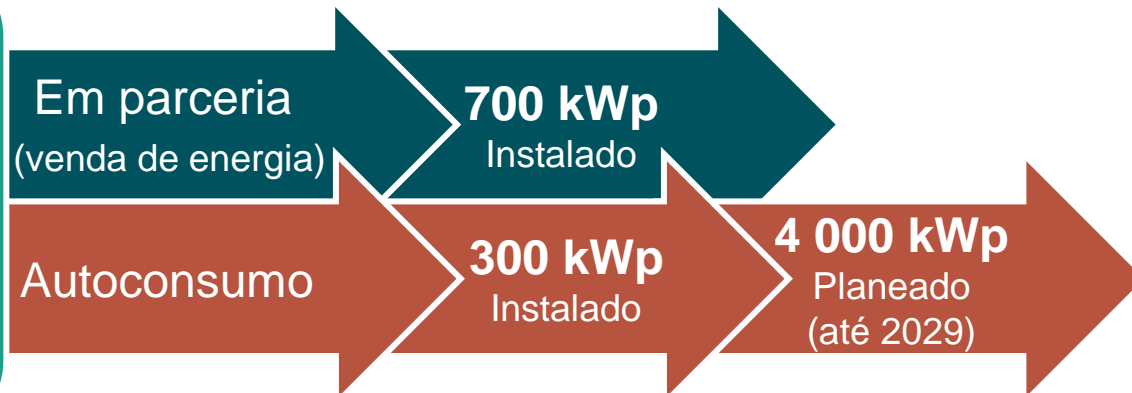
PROJETO EM CURSO

Implementação do **sistema de recolha de dados** “em terra” em articulação com os Operadores Ferroviários

- Acesso às **contagens** praticamente em **tempo real** (até 4h após consumo)
- **Consumos** atribuídos a cada **marcha**
- Permite melhor análise e facilita a implementação de medidas de **eficiência energética**
- Possibilita aos Operadores Ferroviários o **livre acesso ao mercado de energia**

UNIDADES DE PRODUÇÃO RENOVÁVEL (EDIFÍCIOS)

A IP tem em curso um programa de **Sustentabilidade e Eficiência** que prevê a instalação de **unidades de produção solar em edifícios**



Está a ser avaliada a viabilidade de desenvolvimento de projetos de unidades de produção renovável de maior escala para a rede de tração

OBJETIVOS

Aumentar a **competitividade** do setor (promover maior estabilidade de preços)

Promover mobilidade mais **sustentável e descarbonizada**

Aproximar a produção do consumo

Tirar proveito das **infraestruturas existentes** (subestações e linhas)

DESAFIOS

Enquadramento nas missões / atribuições da IP

Financiamento dos projetos

Complexidade nos **licenciamentos** e na atribuição de capacidade de **injeção na rede**

Disponibilidade de **terrenos** (preferencialmente áreas do Domínio Público Ferroviário)

O B R I G A D O



Infraestruturas de Portugal, SA
Campus do Pragal, Praça da Portagem
2809-013 Almada Portugal

E-MAIL: ip@infraestruturasdeportugal.pt
SITE: www.infraestruturasdeportugal.pt