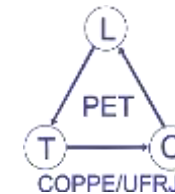


PLVB/EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

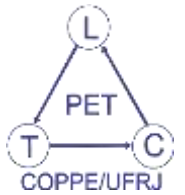


PROGRAMA DE LOGÍSTICA VERDE BRASIL (PLVB) POTENCIALIZADO A SUSTENTABILIDADE LOGÍSTICA POR MEIO DE BOAS PRÁTICAS NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS

Márcio de Almeida D'Agosto

LABORATÓRIO DE TRANSPORTE DE CARGA (LTC)/PROGRAMA DE ENGENHARIA DE TRANSPORTE (PET)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ)

ÍNDICE



1. EXEMPLO 1 – RODO/MARÍTIMO DE CABOTAGEM + DISTRIBUIÇÃO
2. EXEMPLO 2 – RODO/FERROVIÁRIO + DISTRIBUIÇÃO
3. TRANSPORTE INTERNACIONAL – MARÍTIMO DE LONGO CURSO X AÉREO
4. EXEMPLOS DE PARÂMETROS E FATORES NACIONAIS

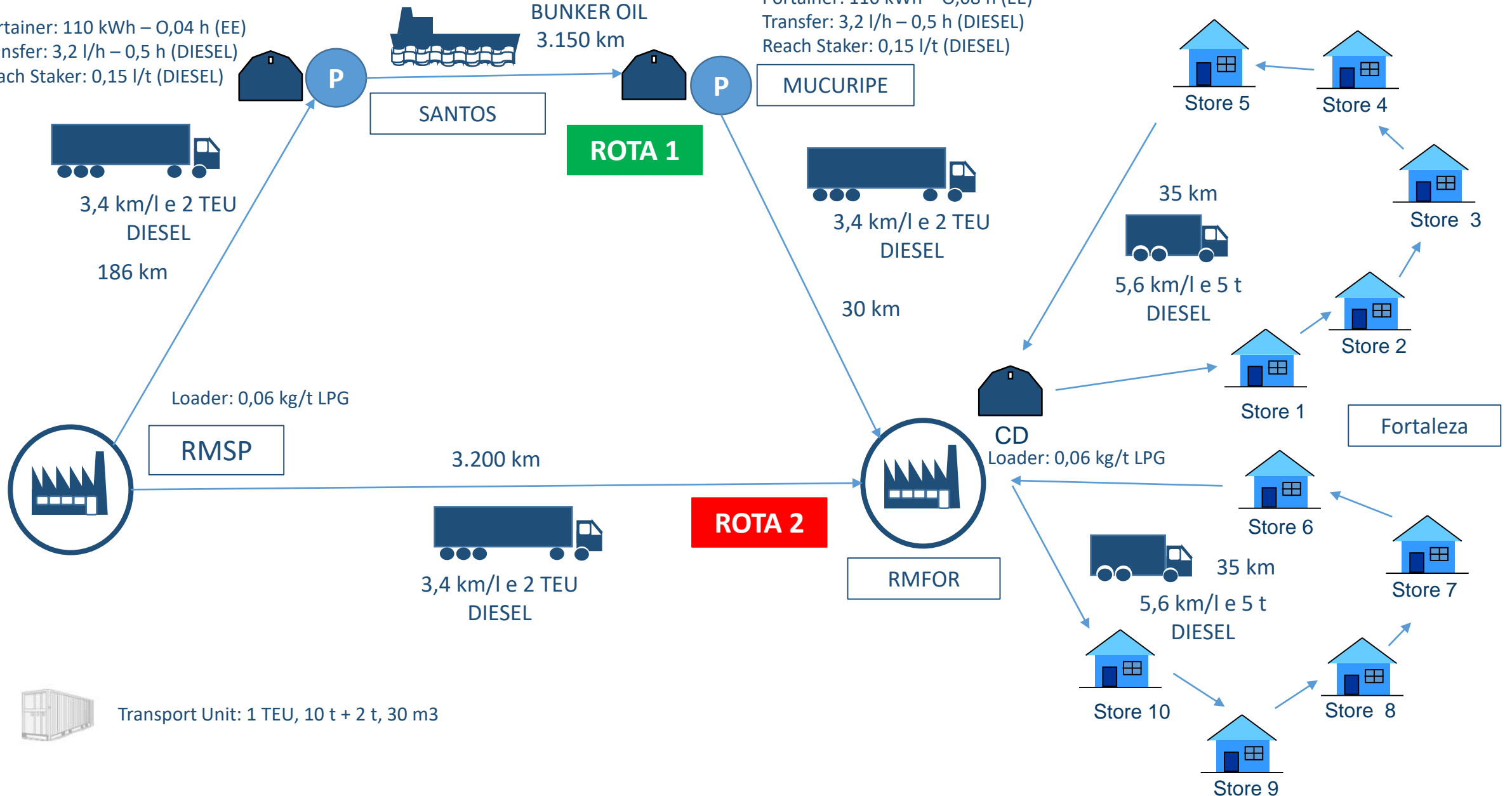
ABRANGÊNCIA – O ENFOQUE SERÁ DADO SOBRE A EMISSÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂). PARA QUALQUER OUTRO GEE, O PROCEDIMENTO É O MESMO.

EXEMPLO 1

Portainer: 110 kWh – 0,04 h (EE)
 Transfer: 3,2 l/h – 0,5 h (DIESEL)
 Reach Staker: 0,15 l/t (DIESEL)

280 kJ/t.km
 BUNKER OIL
 3.150 km

Portainer: 110 kWh – 0,08 h (EE)
 Transfer: 3,2 l/h – 0,5 h (DIESEL)
 Reach Staker: 0,15 l/t (DIESEL)



Loader: 0,06 kg/t LPG

Loader: 0,06 kg/t LPG



Transport Unit: 1 TEU, 10 t + 2 t, 30 m³

EXEMPLO 1

Portainer: 110 kWh – 0,04 h (EE)
 Transfer: 3,2 l/h – 0,5 h (DIESEL)
 Reach Staker: 0,15 l/t (DIESEL)

ROTA 1

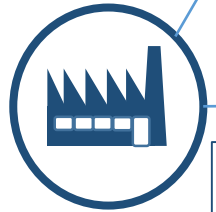
280 kJ/t.km $280 \text{ kJ/t.km} \times 12 \text{ t} \times 3.150 \text{ km} = 10.584.000 \text{ kJ}$
 BUNKER OIL $10.584.000 \text{ kJ} \times 0,00007276 \text{ kgCO}_2/\text{kJ} = 770,09,42 \text{ kgCO}_2$
 3.150 km



3,4 km/l e 2 TEU
 DIESEL

186 km

$186 \text{ km} / 3,4 \text{ km/l} \times 2 \text{ (ida e volta)} / 2 \text{ TEU} = 54,7 \text{ l}$
 $54,7 \text{ l} \times 2,6 \text{ kg CO}_2/\text{l} = 142,23 \text{ kgCO}_2$



RMSP

Loader: 0,06 kg/t LPG

$0,06 \text{ kgGLP/t} \times 10 \text{ t} = 0,6 \text{ kgGLP}$
 $0,6 \text{ kgGLP} \times 49.163 \text{ kJ/kgGLP} = 29.498 \text{ kJ}$
 $29.498 \text{ kJ} \times 0,0000593 \text{ kgCO}_2/\text{kJ} = 1,75 \text{ kgCO}_2$



Transport Unit: 1 TEU, 10 t + 2 t, 30 m³



SANTOS

$3,2 \text{ l/h} \times 0,5 \text{ h} + 0,15 \text{ l/t} \times 10 \text{ t} = 3,1 \text{ l}$
 $3,1 \text{ l} \times 2,6 \text{ kgCO}_2/\text{l} = 8,06 \text{ kgCO}_2$



MUCURIBE

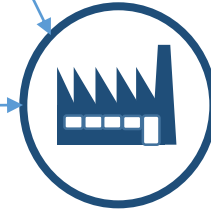
8,06 kgCO₂

30 km

3,4 km/l e 2 TEU
 DIESEL

22,94 kgCO₂

Loader: 0,06 kg/t LPG
 $2 \times 1,75 \text{ kgCO}_2 = 3,5 \text{ kgCO}_2$



RMFOR

3.200 km



3,4 km/l e 2 TEU
 DIESEL

$3.200 \text{ km} / 3,4 \text{ km/l} \times 2 \text{ (ida e volta)} / 2 \text{ TEU} = 941,17 \text{ l}$
 $941,17 \text{ l} \times 2,6 \text{ kg CO}_2/\text{l} = 2.447,06 \text{ kgCO}_2$

ROTA 2



CD



5,6 km/l e 5 t
 DIESEL

35 km

$35 \text{ km} / 5,6 \text{ km/l} = 6,25 \text{ l}$
 $6,25 \text{ l} \times 2,6 \text{ kgCO}_2/\text{l} = 16,25 \text{ kgCO}_2$



Store 5



Store 4



Store 3



Store 2



Store 1



Fortaleza



Store 6



Store 7



5,6 km/l e 5 t
 DIESEL

35 km

16,25 kgCO₂



Store 10

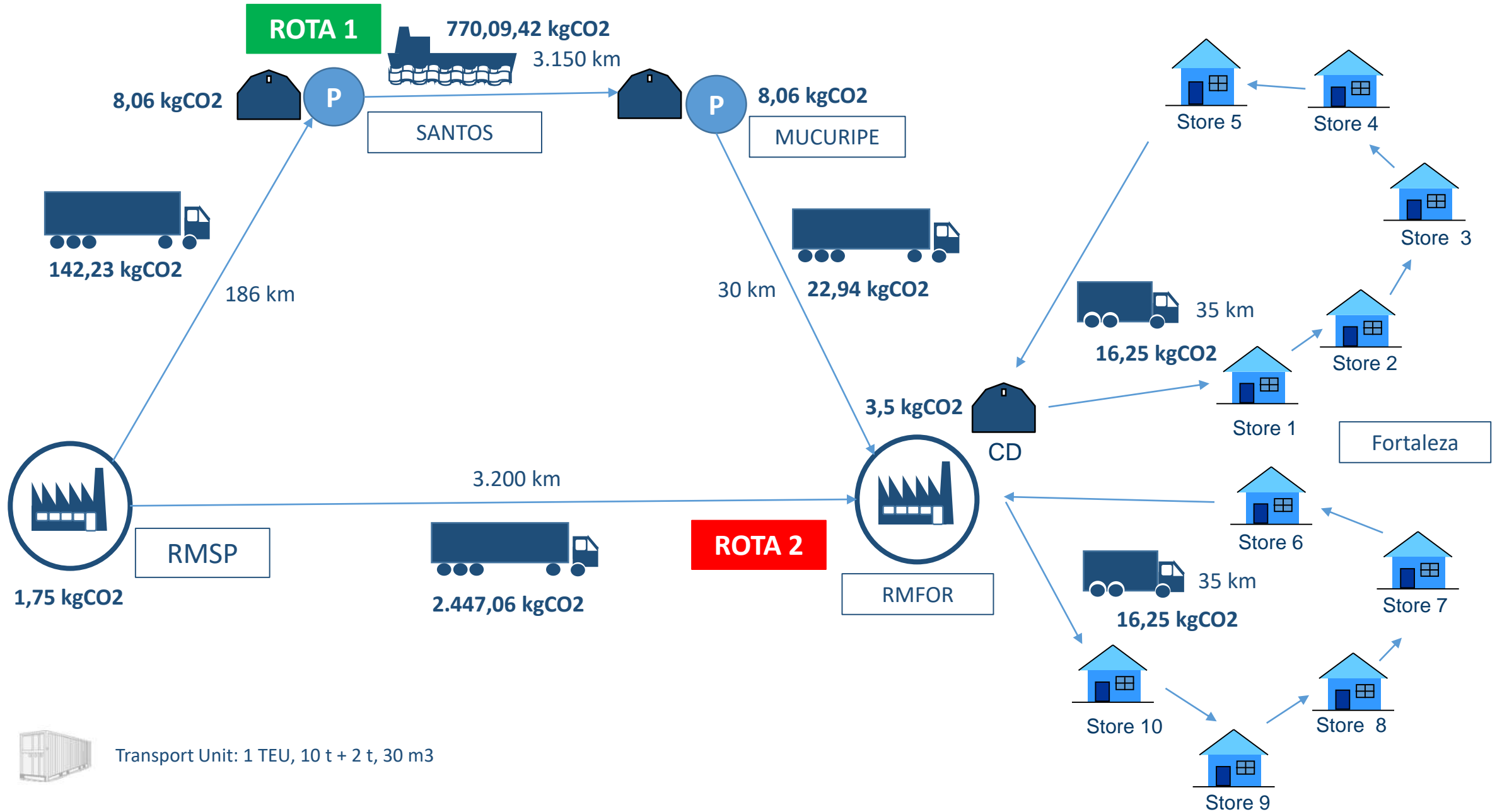


Store 9



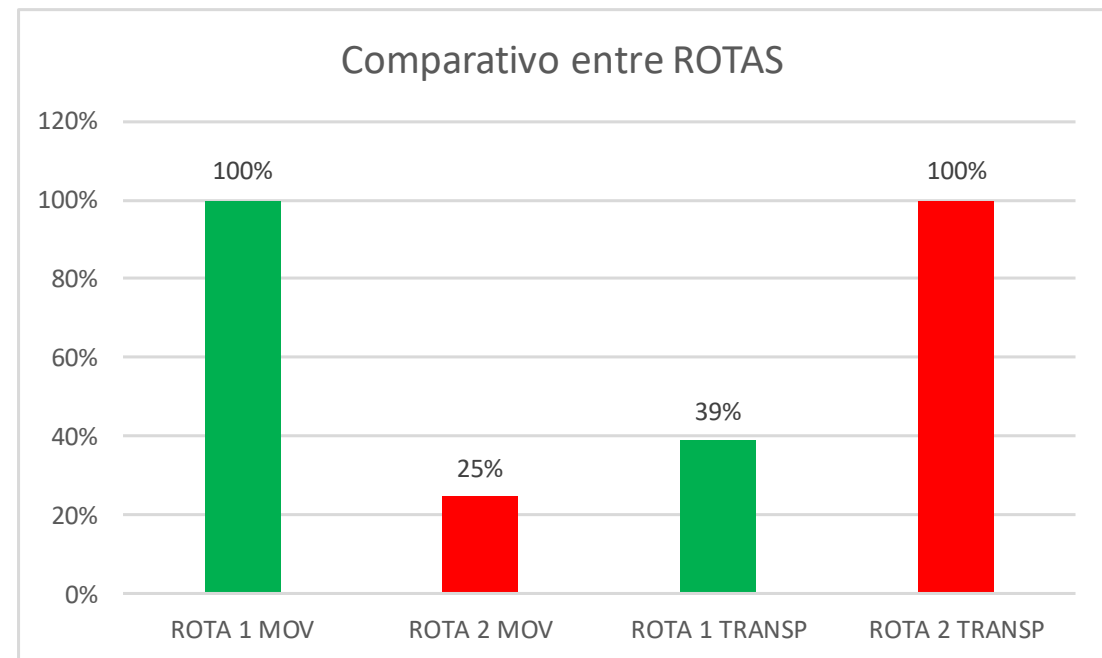
Store 8

EXEMPLO 1



ROTA 1	kgCO2/unid	kgCO2/t	km	kgCO2/t.km	ROTA 2	kgCO2/unid	kgCO2/t	km	kgCO2/t.km
Mov Fab Orig	1,75	0,18			Mov Fab Orig	1,75	0,18		
Transp Rod Orig	142,23	14,22	186,00	0,08					
Mov Port Orig	8,06	0,81							
Transp Mar	770,09	77,01	3.150,00	0,02	Transp Rod	2.447,03	244,70	3.200,00	0,08
Mov Port Dest	8,06	0,81							
Transf Rod Dest	22,94	2,29	30,00	0,08					
Mov CD Dest	3,50	0,35			Mov CD Dest	3,50	0,35		
Dist Rod Dest	32,50	3,25	35,00	0,09	Dist Rod Dest	32,50	3,25	35,00	0,09
TOTAL ROTA 1	989,13	98,913			TOTAL ROTA 2	2.484,78	248,478		
ROTA 1 MOV	21,37	2,16%			ROTA 2 MOV	5,25	0,21%		
ROTA 1 TRANSP	967,76	97,84%			ROTA 2 TRANSP	2.479,53	99,79%		

ROTA 1 MOV	21,37	100%
ROTA 2 MOV	5,25	25%
ROTA 1 TRANSP	967,76	39%
ROTA 2 TRANSP	2.479,53	100%

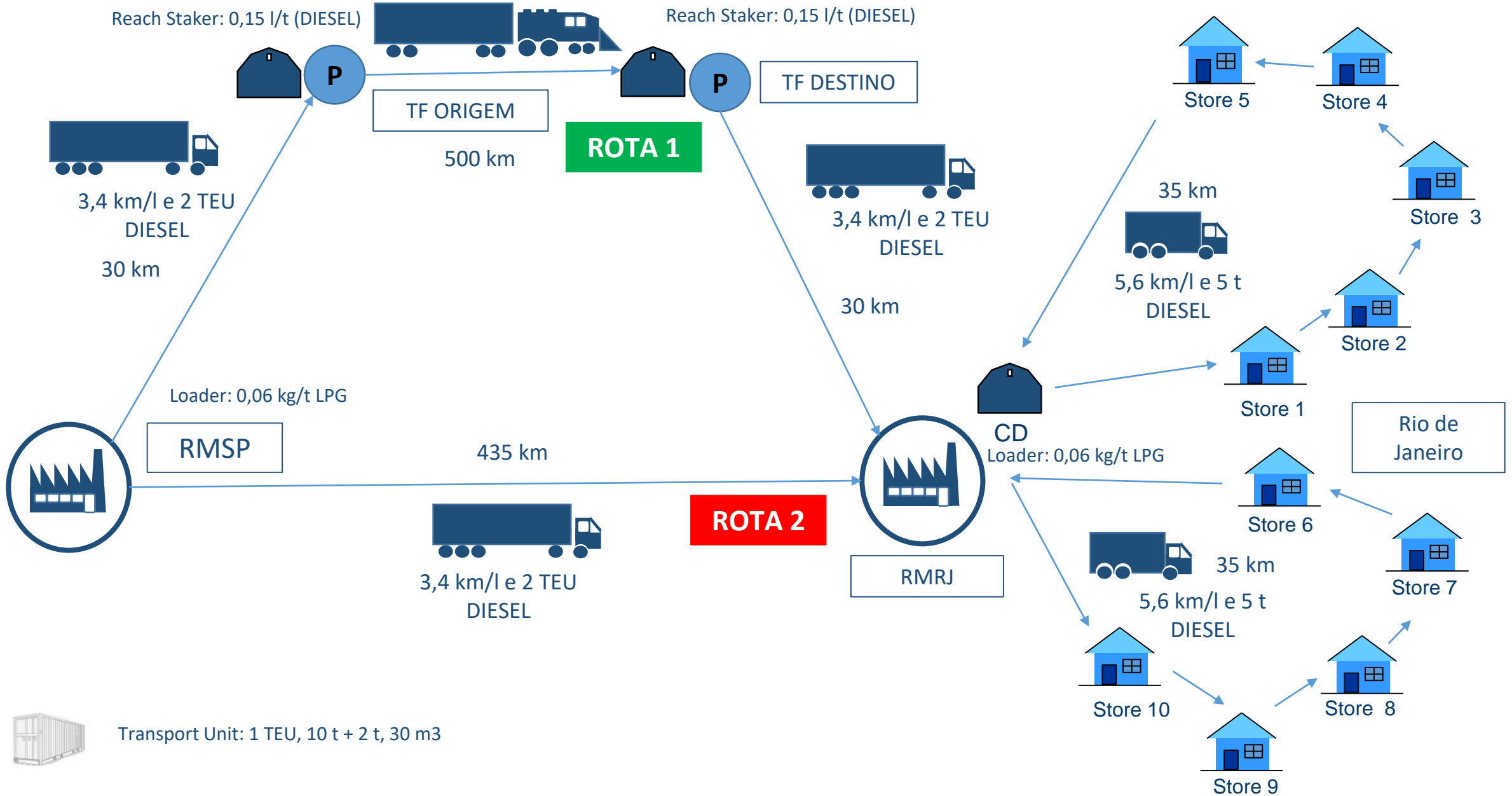


EXEMPLO 2

100 kJ/t.km
DIESEL

Reach Staker: 0,15 l/t (DIESEL)

Reach Staker: 0,15 l/t (DIESEL)

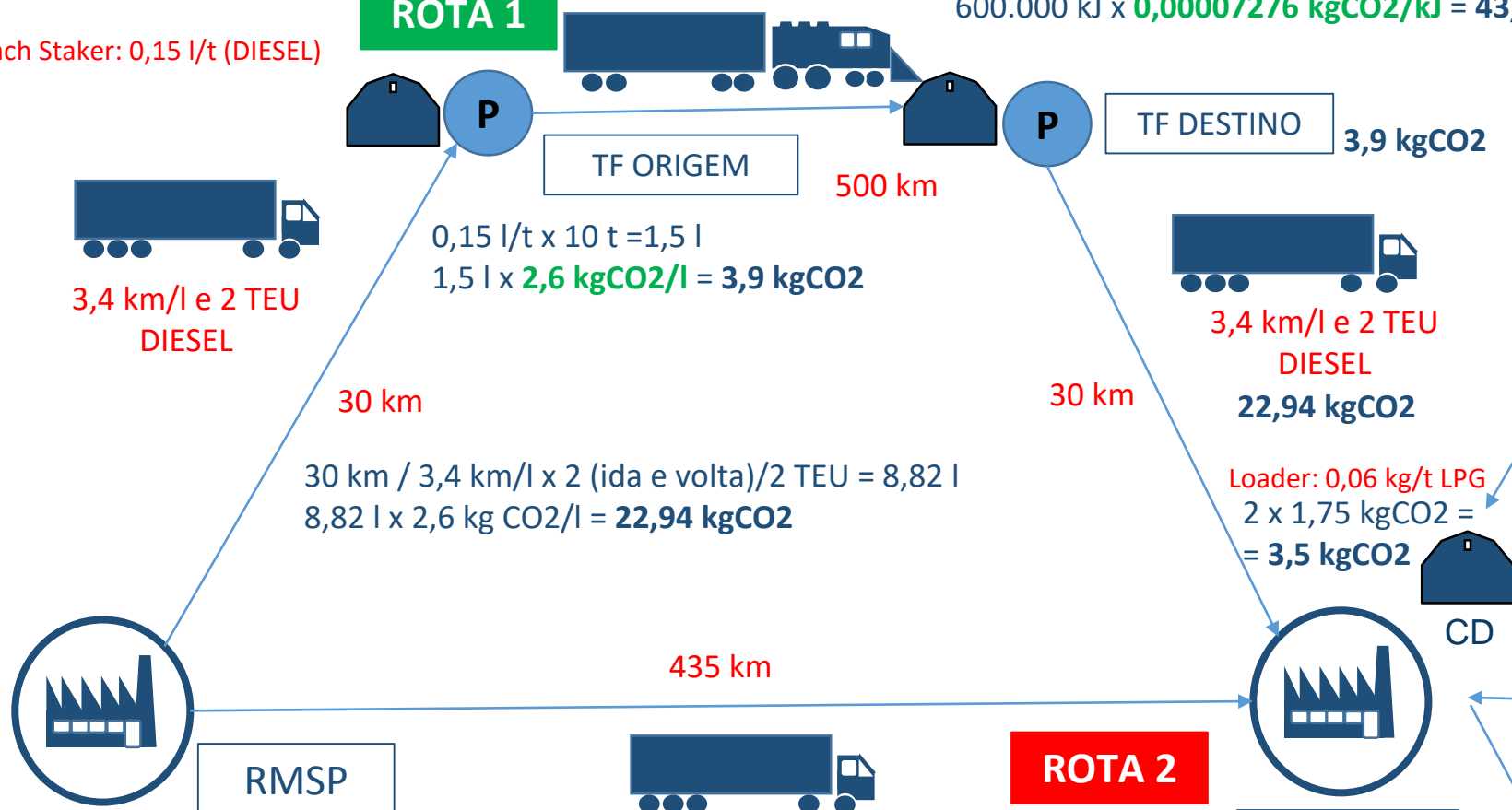


EXEMPLO 2

$100 \text{ kJ/t.km} \times 12 \text{ t} \times 500 \text{ km} = 600.000 \text{ kJ}$
 $600.000 \text{ kJ} \times 0,0007276 \text{ kgCO}_2/\text{kJ} = 43,95 \text{ kgCO}_2$

Reach Staker: 0,15 l/t (DIESEL)

ROTA 1



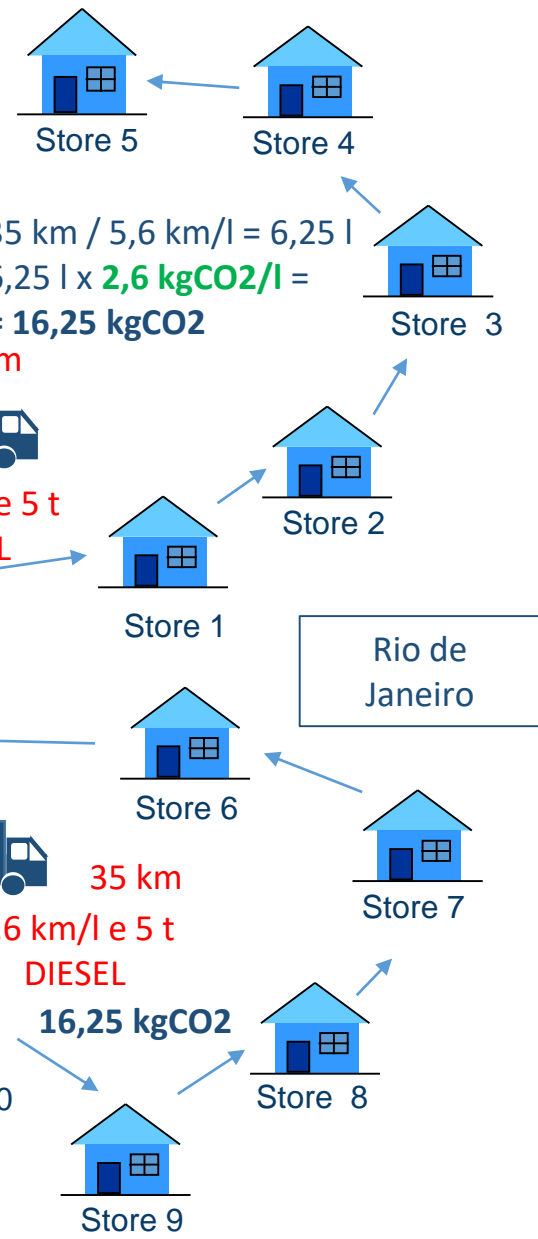
3,4 km/l e 2 TEU
DIESEL

$0,15 \text{ l/t} \times 10 \text{ t} = 1,5 \text{ l}$
 $1,5 \text{ l} \times 2,6 \text{ kgCO}_2/\text{l} = 3,9 \text{ kgCO}_2$

$30 \text{ km} / 3,4 \text{ km/l} \times 2 \text{ (ida e volta)} / 2 \text{ TEU} = 8,82 \text{ l}$
 $8,82 \text{ l} \times 2,6 \text{ kg CO}_2/\text{l} = 22,94 \text{ kgCO}_2$

3,4 km/l e 2 TEU
DIESEL

Loader: 0,06 kg/t LPG
 $2 \times 1,75 \text{ kgCO}_2 = 3,5 \text{ kgCO}_2$



$35 \text{ km} / 5,6 \text{ km/l} = 6,25 \text{ l}$
 $6,25 \text{ l} \times 2,6 \text{ kgCO}_2/\text{l} = 16,25 \text{ kgCO}_2$

5,6 km/l e 5 t
DIESEL

35 km
5,6 km/l e 5 t
DIESEL

16,25 kgCO₂

Rio de Janeiro

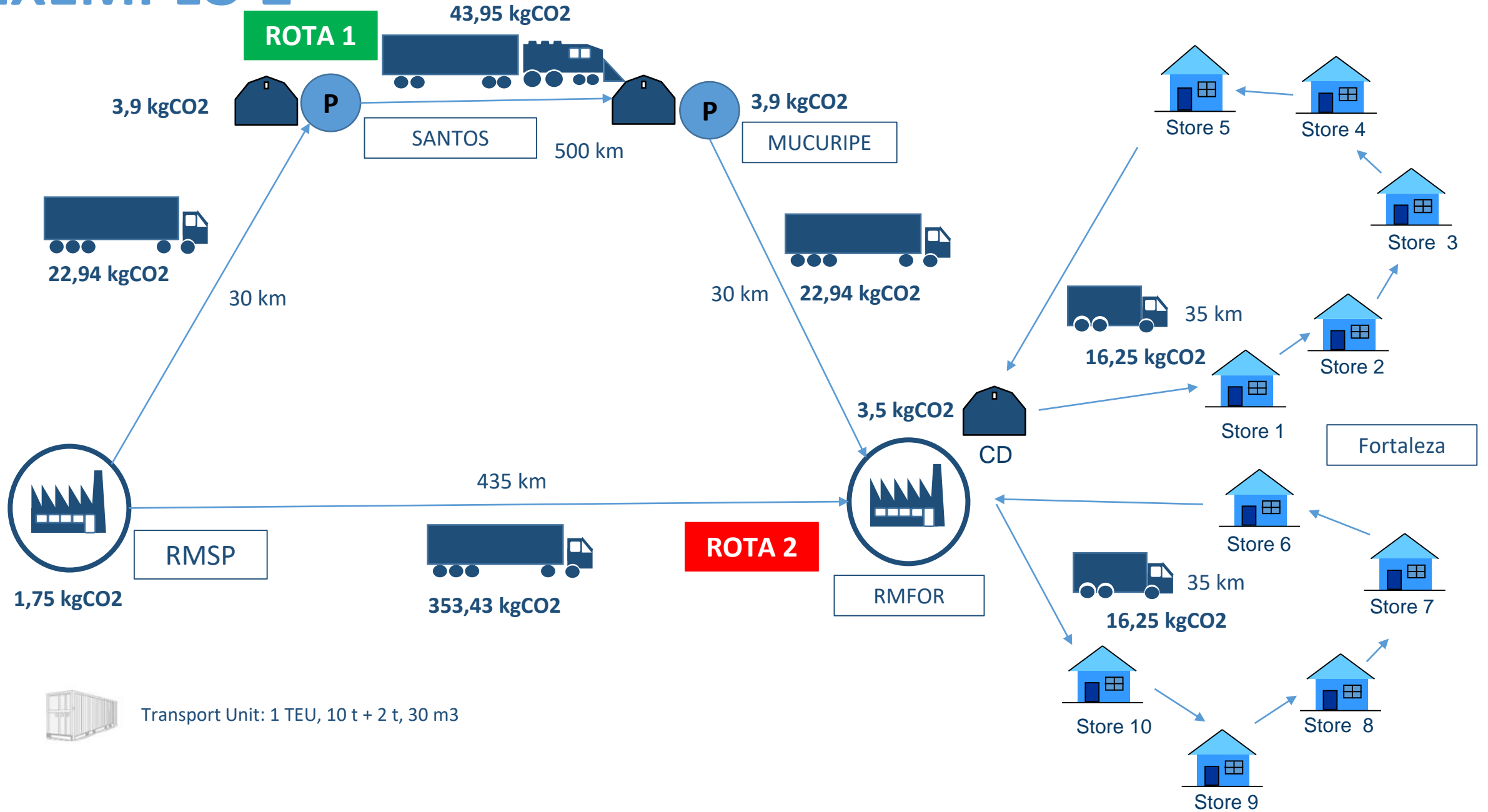
Loader: 0,06 kg/t LPG
 $0,06 \text{ kgGLP/t} \times 10 \text{ t} = 0,6 \text{ kgGLP}$
 $0,6 \text{ kgGLP} \times 49.163 \text{ kJ/kgGLP} = 29.498 \text{ kJ}$
 $29.498 \text{ kJ} \times 0,000593 \text{ kgCO}_2/\text{kJ} = 1,75 \text{ kgCO}_2$

ROTA 2
RMSP → **RMRJ** (435 km)
 $435 \text{ km} / 3,4 \text{ km/l} \times 2 \text{ (ida e volta)} / 2 \text{ TEU} = 135,94 \text{ l}$
 $135,94 \text{ l} \times 2,6 \text{ kg CO}_2/\text{l} = 353,43 \text{ kgCO}_2$



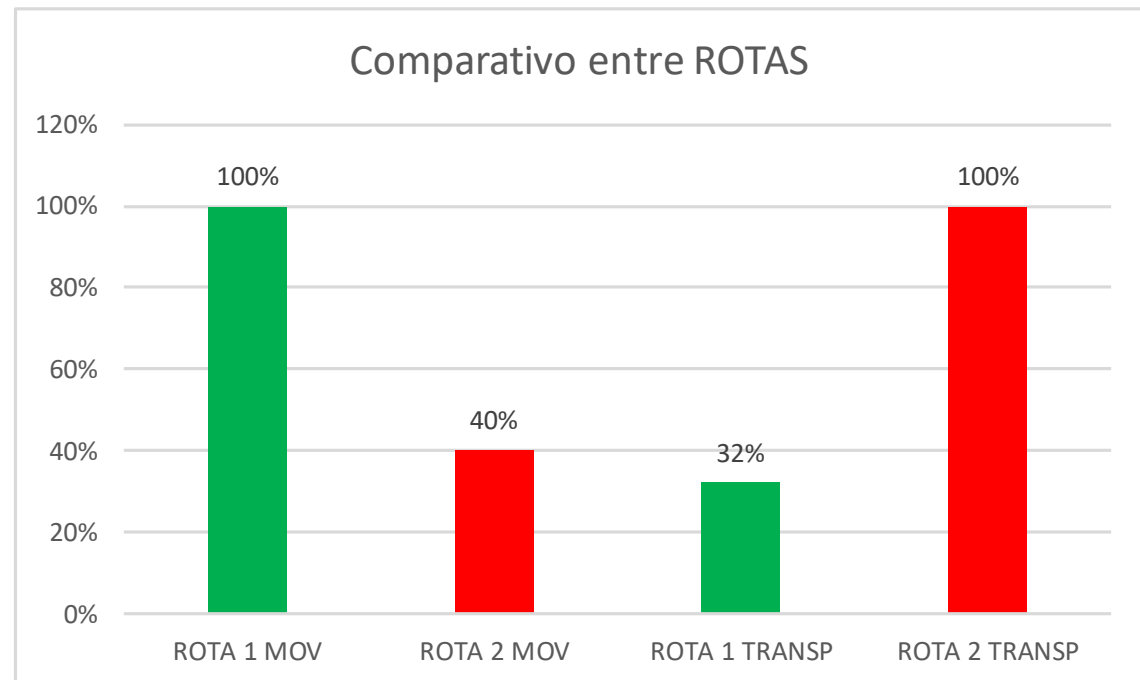
Transport Unit: 1 TEU, 10 t + 2 t, 30 m³

EXEMPLO 2



ROTA 1	kgCO2/unid	kgCO2/t	km	kgCO2/t.km	ROTA 2	kgCO2/unid	kgCO2/t	km	kgCO2/t.km
Mov Fab Orig	1,75	0,18			Mov Fab Orig	1,75	0,18		
Transp Rod Orig	24,94	2,49	30,00	0,08					
Mov Port Orig	3,90	0,39							
Transp Ferr	43,95	4,40	500,00	0,01	Transp Rod	353,43	35,34	435,00	0,08
Mov Port Dest	3,90	0,39							
Transf Rod Dest	22,94	2,29	30,00	0,08					
Mov CD Dest	3,50	0,35			Mov CD Dest	3,50	0,35		
Dist Rod Dest	32,50	3,25	35,00	0,09	Dist Rod Dest	32,50	3,25	35,00	0,09
TOTAL ROTA 1	137,38	13,738			TOTAL ROTA 2	391,18	39,118		
ROTA 1 MOV	13,05	9,50%			ROTA 2 MOV	5,25	1,34%		
ROTA 1 TRANSP	124,33	90,50%			ROTA 2 TRANSP	385,93	98,66%		

ROTA 1 MOV	13,05	100%
ROTA 2 MOV	5,25	40%
ROTA 1 TRANSP	124,33	32%
ROTA 2 TRANSP	385,93	100%



EXEMPLO 3

Portainer: 110 kWh – 0,04 h (EE)
 Transfer: 3,2 l/h – 0,5 h (DIESEL)
 Reach Staker: 0,15 l/t (DIESEL)

280 kJ/t.km
 BUNKER OIL
 22.000 km

Portainer: 110 kWh – 0,08 h (EE)
 Transfer: 3,2 l/h – 0,5 h (DIESEL)
 Reach Staker: 0,15 l/t (DIESEL)

100 kJ/t.km
 DIESEL
 100 km

ROTA 1

186 km

3,4 km/l e 2 TEU
 DIESEL

35 km

5,6 km/l e 5 t
 DIESEL

ÁSIA

Loader: 0,06 kg/t LPG

Loader: 0,06 kg/t LPG

3,4 km/l e 2 TEU
 DIESEL
 50 km

ROTA 2

74 km

3,4 km/l e 2 TEU
 DIESEL

35 km

5,6 km/l e 5 t
 DIESEL

Loader: 0,3 l/h – 0,10 h (DIESEL)
 Tractor: 0,5 l/h – 0,25 h (DIESEL)

13.500 kJ/t.km
 QUEROSENE
 18.500 km

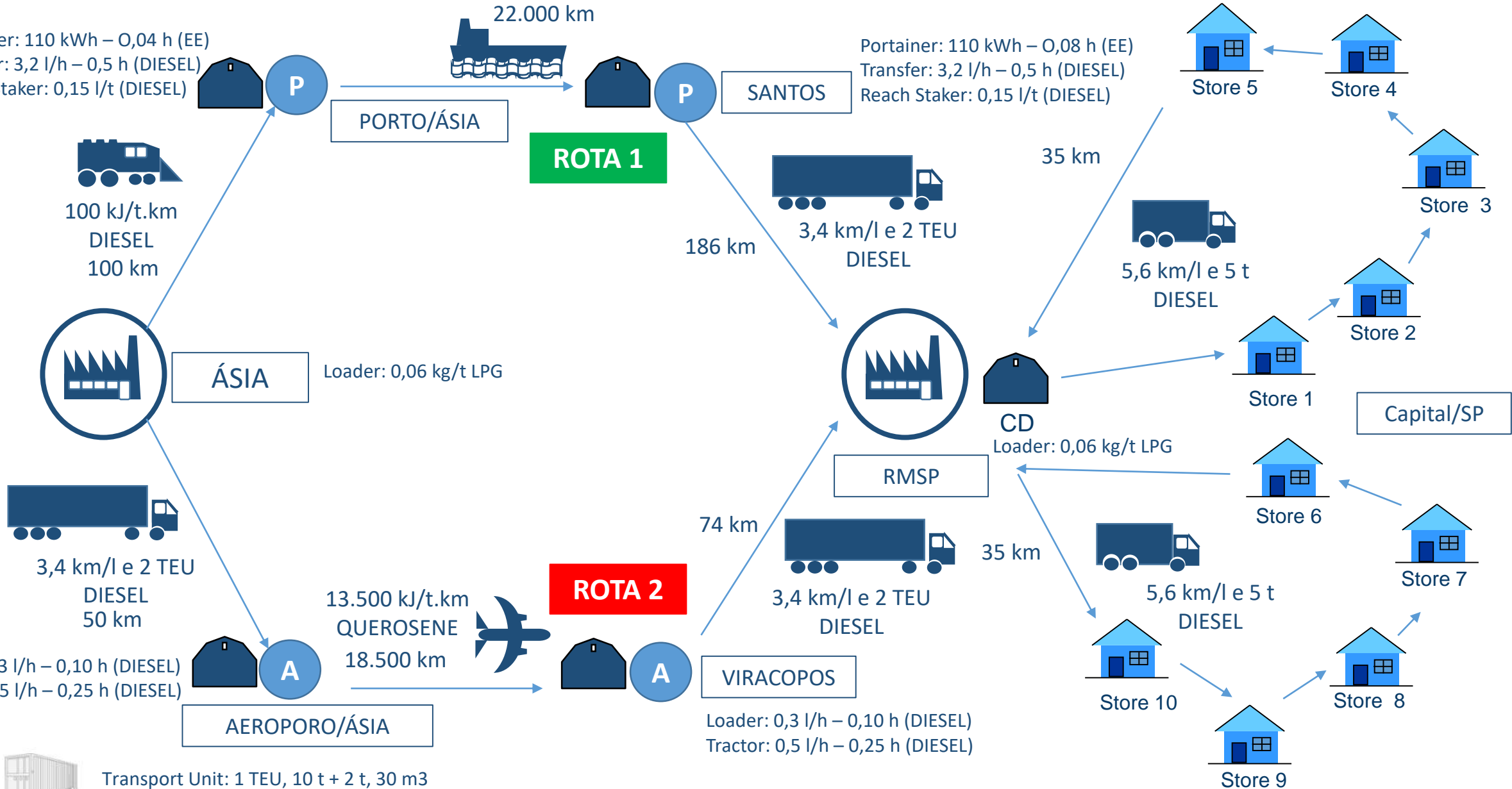
Loader: 0,3 l/h – 0,10 h (DIESEL)
 Tractor: 0,5 l/h – 0,25 h (DIESEL)

AEROPORO/ÁSIA

VIRACOPOS



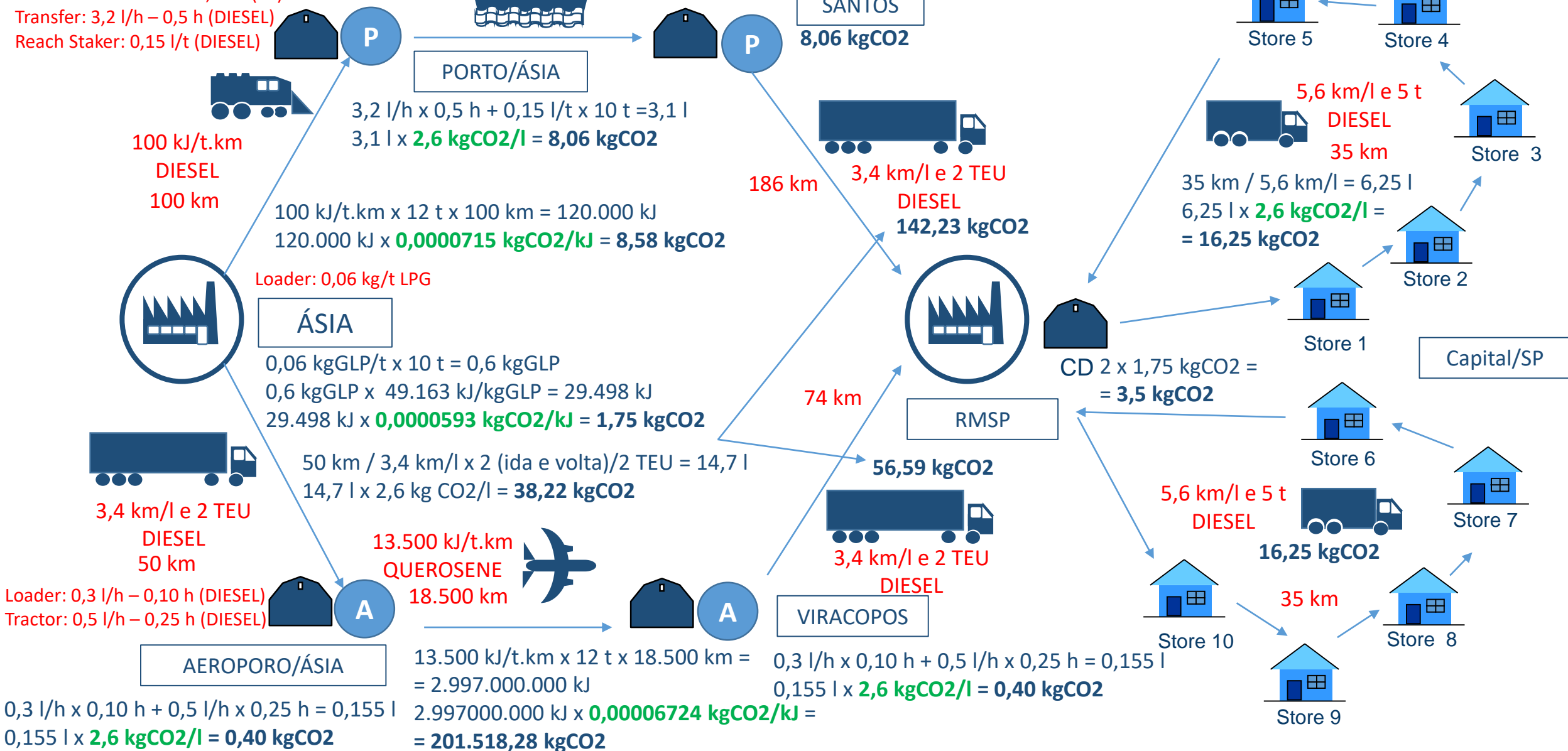
Transport Unit: 1 TEU, 10 t + 2 t, 30 m³



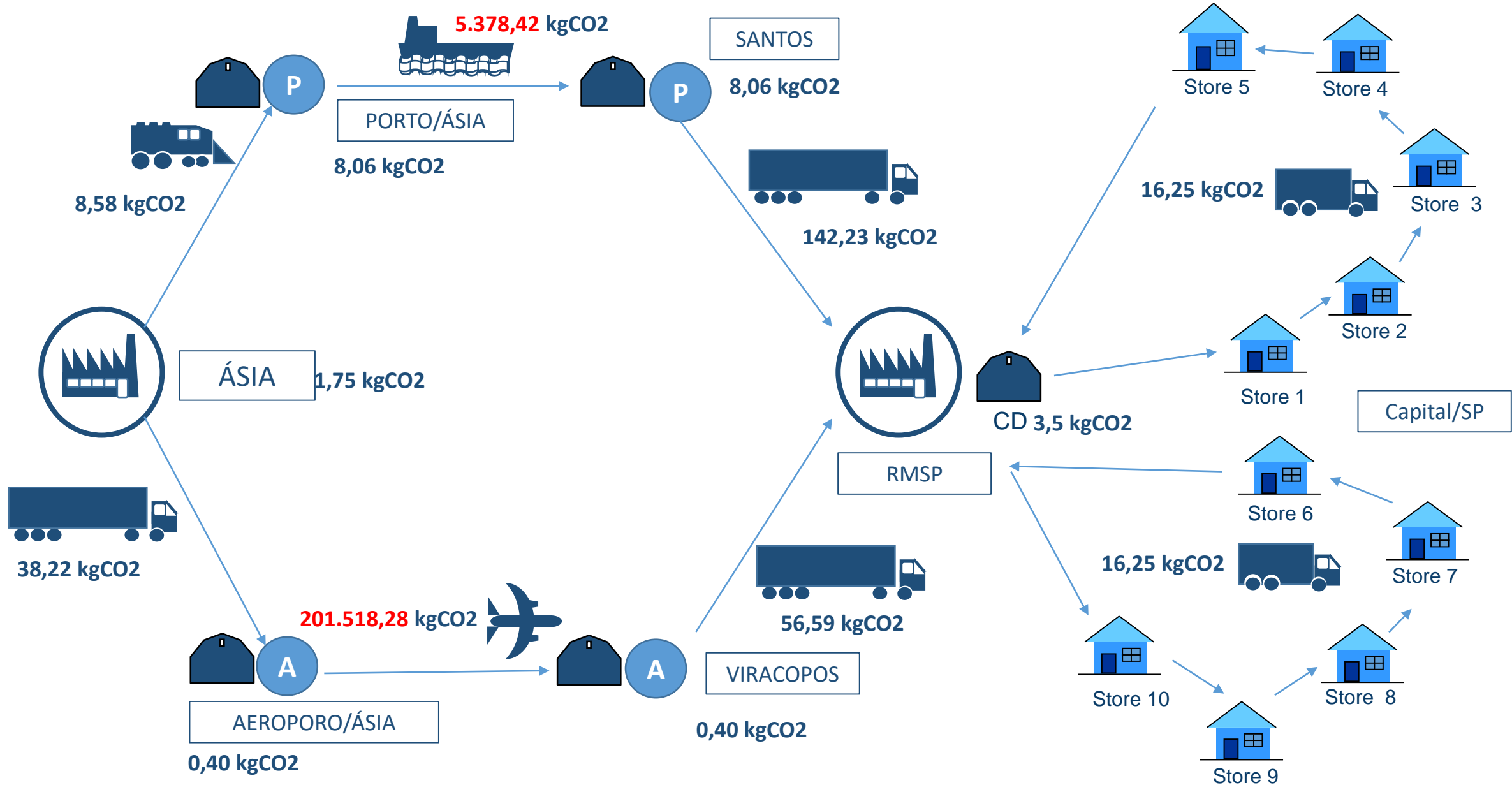
EXEMPLO 3

Portainer: 110 kWh – 0,08 h (EE)
 Transfer: 3,2 l/h – 0,5 h (DIESEL)
 Reach Staker: 0,15 l/t (DIESEL)

280 kJ/t.km
 BUNKER OIL
 22.000 km
 $280 \text{ kJ/t.km} \times 12 \text{ t} \times 22.000 \text{ km} = 73.920.000 \text{ kJ}$
 $73.920.000 \text{ kJ} \times 0,00007276 \text{ kgCO}_2/\text{kJ} = 5.378,42 \text{ kgCO}_2$

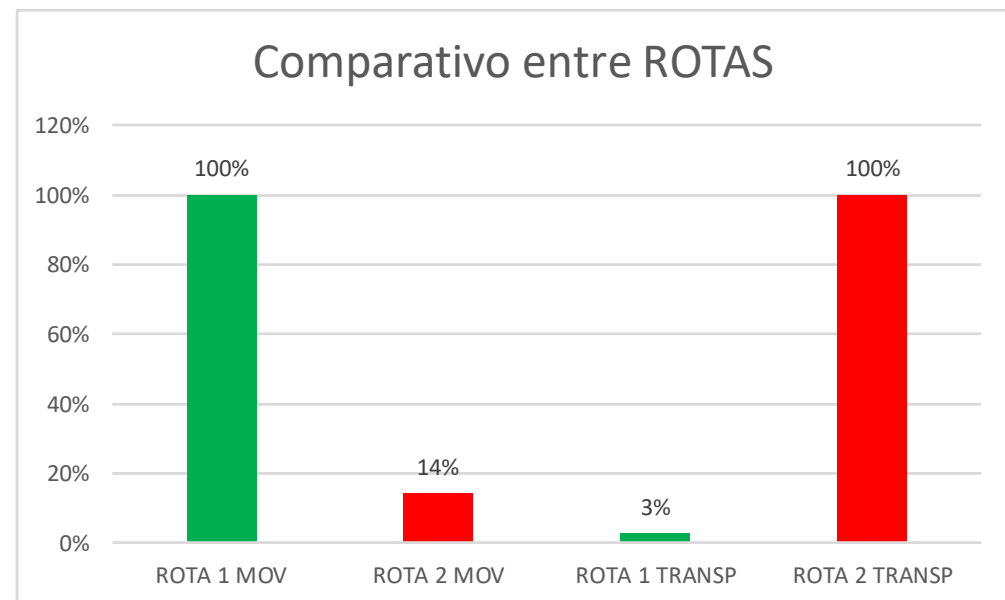


EXEMPLO 3



ROTA 1	kgCO2/unid	kgCO2/t	km	kgCO2/t.km	ROTA 2	kgCO2/unid	kgCO2/t	km	kgCO2/t.km
Mov Fab Orig	1,75	0,18			Mov Fab Orig	1,75	0,18		
Transp Ferr Orig	8,58	0,86	100,00	0,01	Transp Rod Orig	38,22	3,82	50,00	0,08
Mov Port Orig	8,06	0,81			Mov APort Orig	0,40	0,04		
Transp Mar	5.378,42	537,84	22.000,00	0,02	Transp Aereo	201.518,28	20.151,83	18.500,00	1,09
Mov Port Dest	8,06	0,81			Mov APort Dest	0,40	0,04		
Transf Rod Dest	142,23	14,22	186,00	0,08	Transf Rod Dest	56,59	5,66	74,00	0,08
Mov CD Dest	3,50	0,35			Mov CD Dest	3,50	0,35		
Dist Rod Dest	32,50	3,25	70,00	0,05	Dist Rod Dest	32,50	3,25	70,00	0,05
TOTAL ROTA 1	5.583,10	558,31			TOTAL ROTA 2	201.651,64	20165,16		
ROTA 1 MOV	17,87	0,32%			ROTA 2 MOV	2,55	0,0013%		
ROTA 1 TRANSP	5.561,73	99,62%			ROTA 2 TRANSP	201.645,59	99,9970%		

ROTA 1 MOV	17,87
ROTA 2 MOV	2,55
ROTA 1 TRANSP	5.561,73
ROTA 2 TRANSP	201.645,59



Protocolo de Gases com Efeito de Estufa



$$\text{Consumption factor} = \frac{\sum \text{fuel}}{\sum (\text{tonne} * \text{km})}$$

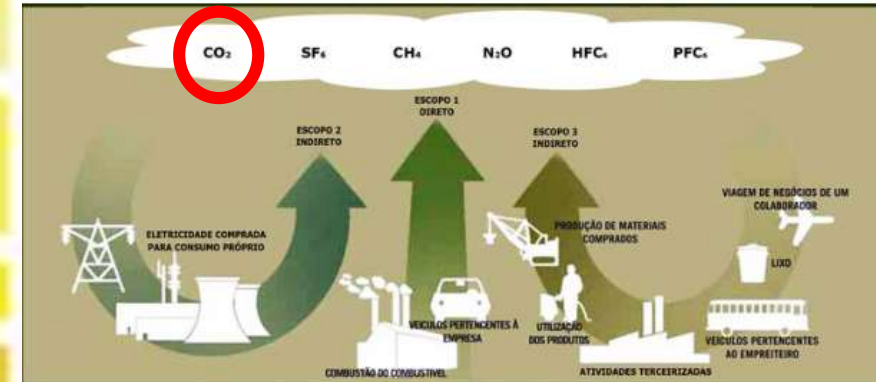
$$\text{Greenhouse gas emissions} = \text{fuel} * \text{fuel emission factor}$$

- 1 Definir os limites organizacionais
- 2 Definir os limites operacionais
- 3 Selecionar a metodologia de cálculo e fatores de emissão
- 4 Coletar dados
- 5 Calcular as emissões
- 6 Elaborar o relatório de emissões de GEE

Escopo 1: Emissões diretas de GEE

Escopo 2: Emissões indiretas de GEE de eletricidade

Escopo 3: Outras emissões indiretas de GEE





INVENTÁRIO NACIONAL
DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS
POR VEÍCULOS AUTOMOTORES
RODOVIÁRIOS

2013

ANO-BASE 2012

Relatório Final



Poluentes	Automóveis e comerciais leves do ciclo Otto		Motocicletas		Veículos do ciclo Diesel	Veículos a GNV
	Gasolina C	Etanol hidratado	Gasolina C	Etanol hidratado		
Emissões de escapamento						
Monóxido de carbono (CO)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Óxidos de nitrogênio (NO _x)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Material particulado (MP) *	✓		✓		✓	
Aldeídos (RCHO)	✓	✓				✓
Hidrocarbonetos não-metano (NMHC _{escap})	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Metano (CH ₄) ★	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dióxido de carbono (CO ₂) ★	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Óxido Nitroso (N ₂ O) ★	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Emissões evaporativas (NMHC_{evap})	✓	✓				
Emissões por desgaste de freios e pneus (MP)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Emissões por desgaste de pista (MP)	✓	✓	✓	✓	✓	✓



INVENTÁRIO NACIONAL
DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS
POR VEÍCULOS AUTOMOTORES
RODOVIÁRIOS

2013

ANO-BASE 2012

Relatório Final



Categoria	Motor
Motocicletas	Otto / Gasolina
	Otto / Flex Fuel
Automóveis	Otto / Gasolina
	Otto / Etanol
	Otto / Flex Fuel
	Otto / GNV
Comerciais leves	Otto / Gasolina
	Otto / Etanol
	Otto / Flex Fuel
	Diesel
Micro-ônibus	Diesel
Ônibus urbanos	Diesel
Ônibus rodoviários	Diesel
Caminhões semileves (PBT > 3,5 t. < 6 t.)	Diesel
Caminhões leves (PBT ≥ 6t. < 10 t.)	Diesel
Caminhões médios (PBT ≥ 10 t. < 15 t.)	Diesel
Caminhões semipesados (PBT ≥ 15 t.; PBTC < 40 t.)	Diesel
Caminhões pesados (PBT ≥ 15 t.; PBTC ≥ 40 t.)	Diesel



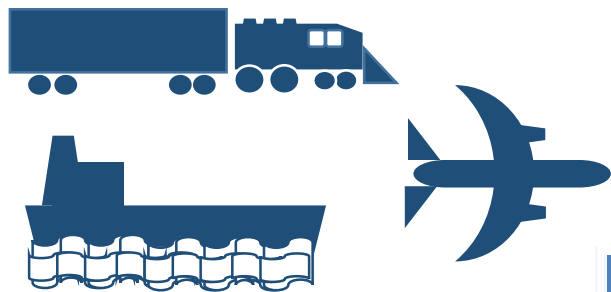
FATORES DE EMISSÃO DE CO₂

Ano-calendário	Gasolina Automotiva (kg/L)	Etanol Hidratado (kg/L)	Etanol Anidro (kg/L)	Diesel Mineral (kg/L)	Biodiesel (kg/L)	GNV (kg/m ³)
1980	2,209			2,631		
1981	2,209			2,646		
1982	2,212			2,656		
1983	2,261			2,649		
1984	2,258			2,674		
1985	2,278			2,665		
1986	2,275			2,686		
1987	2,261			2,680		
1988	2,281	1,457	1,526	2,671		
1989	2,266			2,686		
1990	2,261			2,686		
1991-1997	2,261			2,674		
1998	2,243			2,646		1,999
1999	2,222			2,621		

TEMOS QUE CONHECER BEM O RENDIMENTO [km/l] DOS VEÍCULOS QUE USAMOS.



CATEGORIA DO VEÍCULO	ANO	COMBUSTÍVEL	QUANTIDADE	ATIVIDADE [km/mês]	CONSUMO [litros]	UTILIZAÇÃO [t] ou [m ³]



$$\frac{\text{kg CO}_2}{\text{L}} = \frac{\text{ton C}}{\text{TJ}} \times \frac{\text{TJ}}{\text{tep}} \times \frac{\text{tep}}{\text{m}^3} \times \% \text{ Oxidação} \times \frac{44 \text{ ton CO}_2}{12 \text{ ton C}} \dots$$

Combustível	Fator de Emissão (tC/TJ)	TJ/tep	tep/m ³	% Oxidada
Gasolina Automotiva	18,9	0,04187	Tabela 9	99,0%
Etanol Anidro	18,8			
Etanol Hidratado	20,2			
Diesel Mineral	20,2			
Biodiesel*	20,2			
GNV	15,3			

* Para o biodiesel, foi considerado o mesmo fator de emissão, em tC/TJ, do diesel mineral.



TEMOS QUE CONHECER BEM A EFICIÊNCIA [MJ/t.km] DOS MODOS QUE USAMOS.

TEMOS QUE CONHECER
BEM A EFICIÊNCIA
[kJ/t.km] DOS MODOS
QUE USAMOS.

