



CUSTOS FERROVIÁRIOS NO PLANO NACIONAL DE LOGÍSTICA



MINISTÉRIO DA
INFRAESTRUTURA



29 de abril de 2020

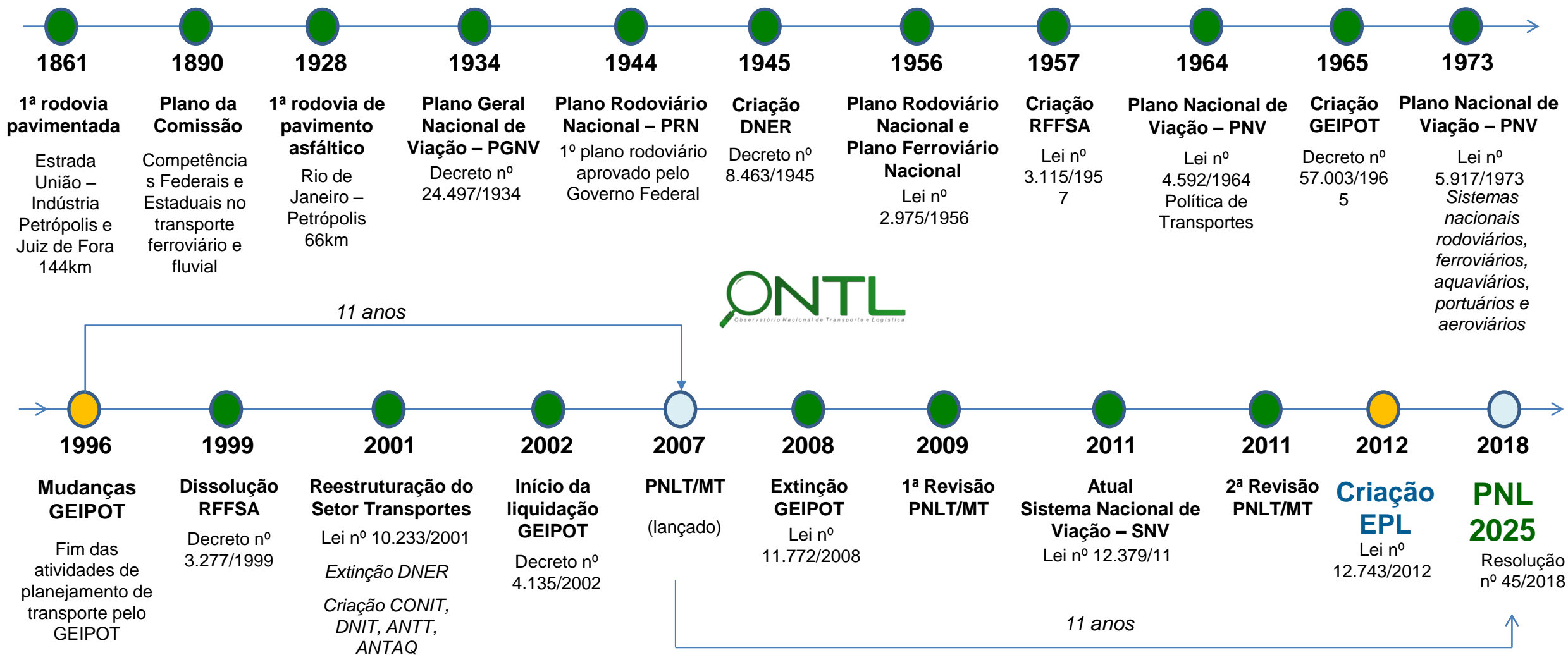
ROTEIRO

1	Considerações iniciais
2	Caracterização ferroviária brasileira
3	Custos no modelo ferroviário brasileiro
4	Custos de transbordo ferroviário
5	Simulador <i>bottom up</i> ferroviário
6	Considerações finais e próximos passos

OBJETIVO

Apresentar a lógica do setor ferroviário brasileiro e suas características, assim como os custos ferroviários e de transbordo ferroviários estão sendo considerados no Plano Nacional de Logística, seguido de perspectivas e próximos passos.

MEMÓRIA DO PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

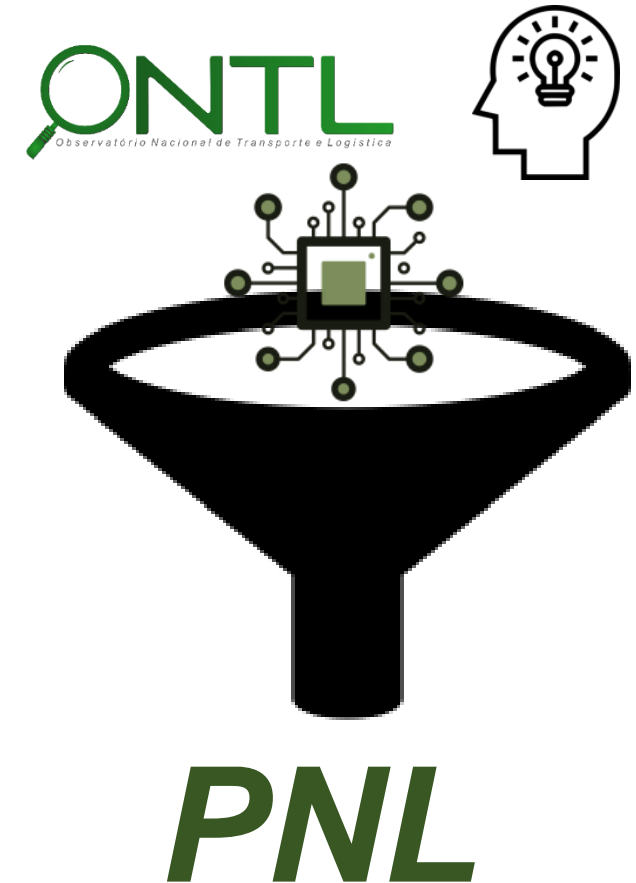




CONSIDERAÇÕES INICIAIS

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

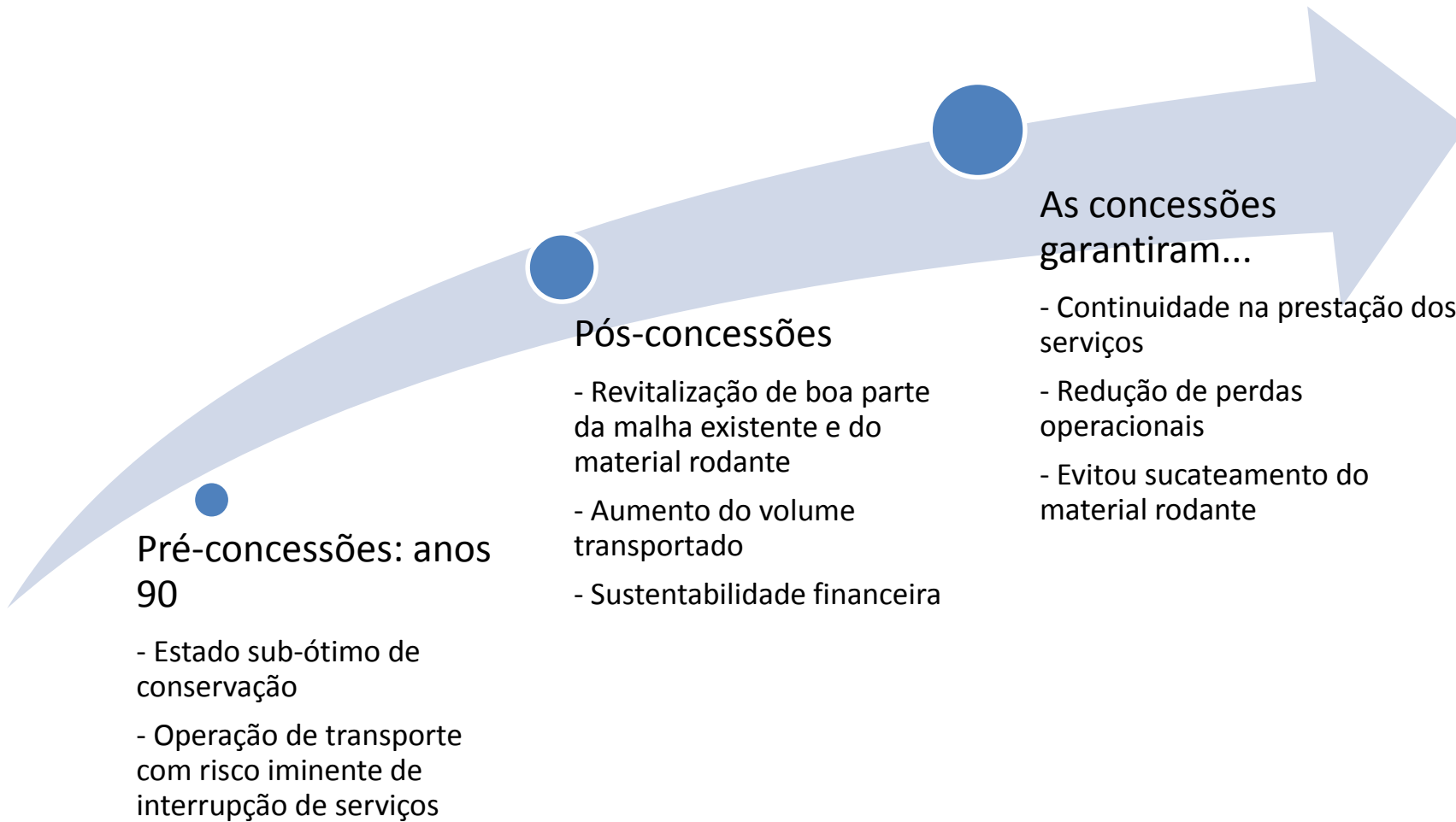
- Competências regimentais:
 - “...elaboração do planejamento estratégico para a movimentação de pessoas e de cargas, considerando os diversos modos de transportes, de forma a permitir a identificação de necessidades e as oportunidades de investimentos a médio e a longo prazo, provendo o País de um sistema integrado, eficiente e competitivo.”
- Auxílio técnico aos formuladores de políticas públicas
- Padronização de informações
- Redução da subjetividade





CARACTERIZAÇÃO FERROVIÁRIA BRASILEIRA

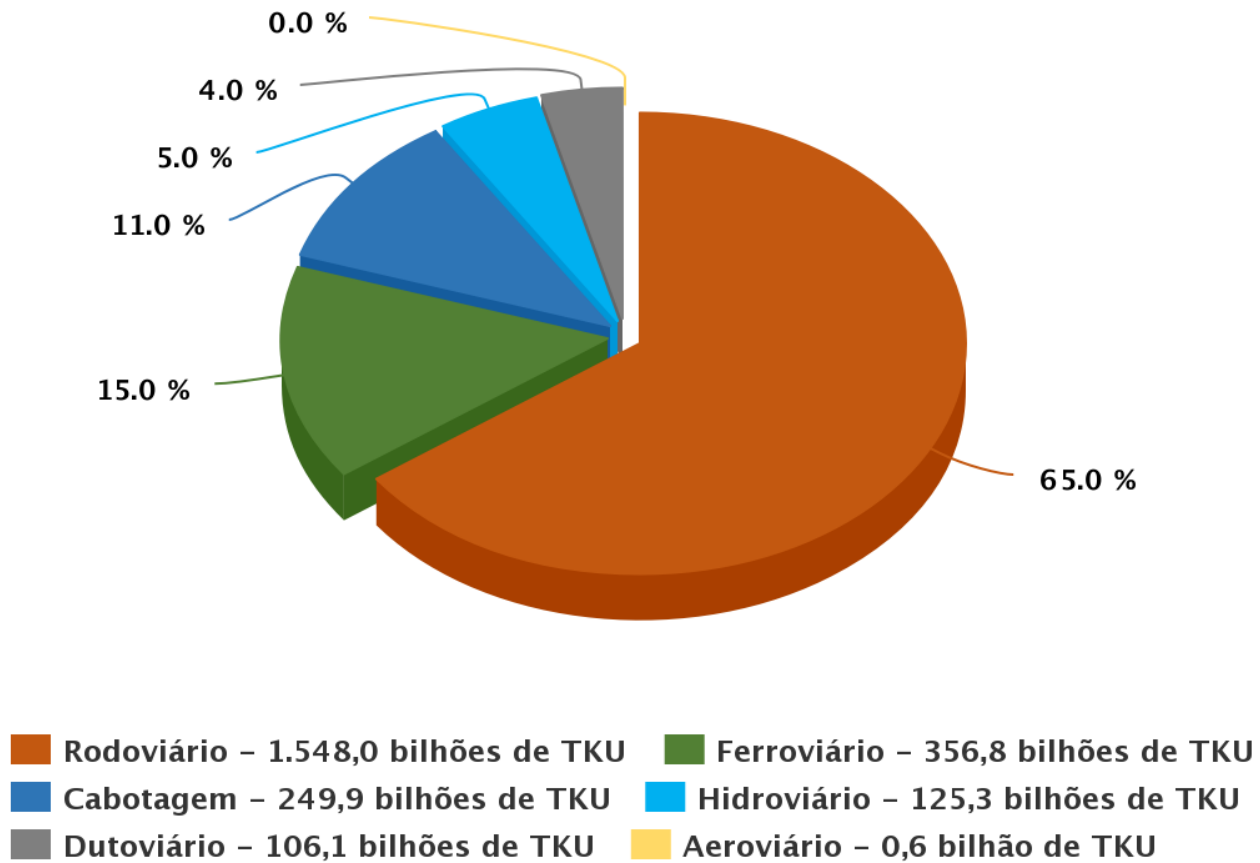
AS FERROVIAS NO BRASIL



O MODELO FERROVIÁRIO VERTICAL

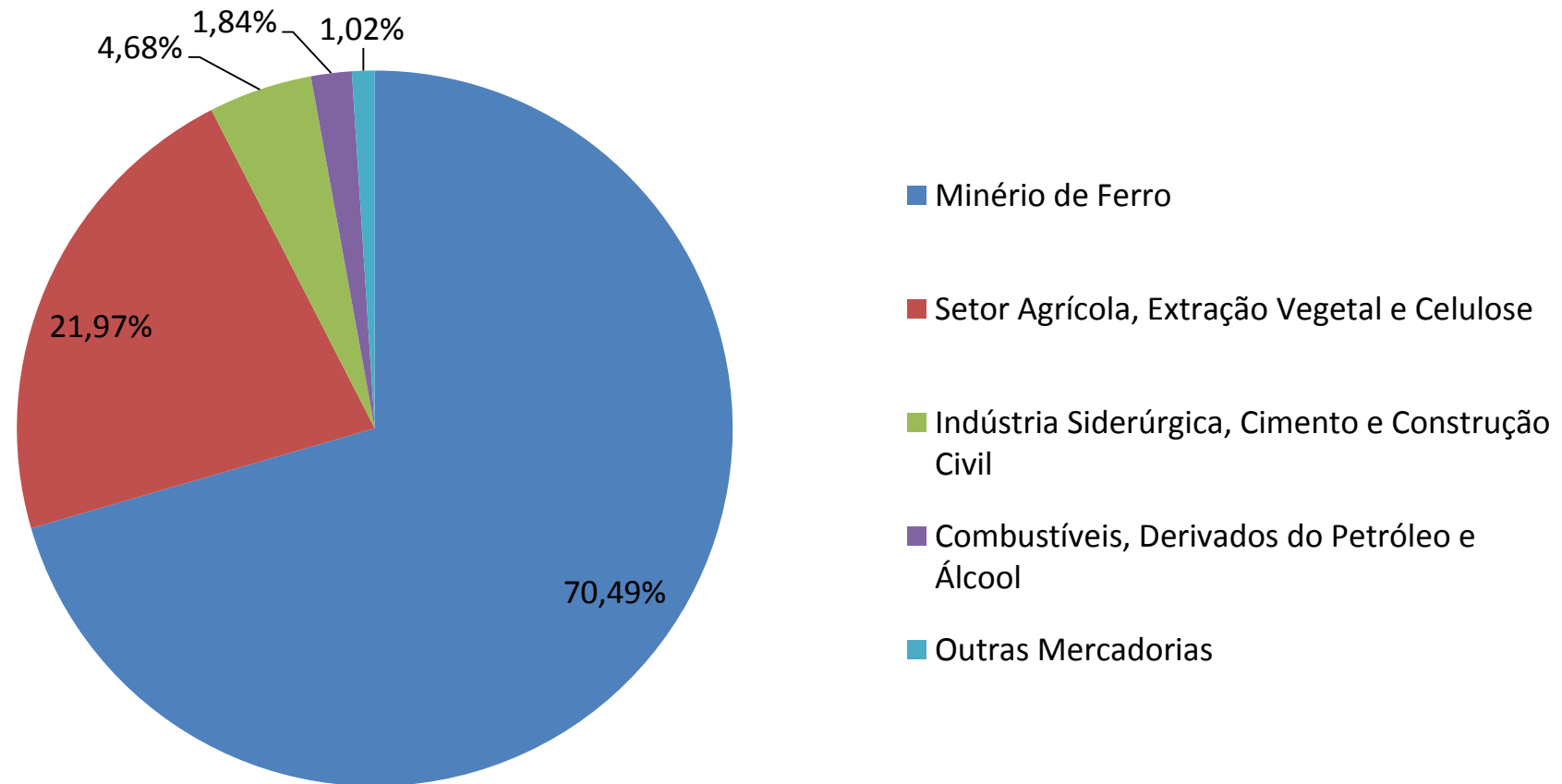
- De 1957 a 1998 a exploração foi feita diretamente pela União por meio da RFFSA
- Modelo vertical -> desestatização da RFFSA.
- A exploração de infraestrutura ferroviária está associada à prestação do serviço de transporte ferroviário de cargas, ou seja, uma única empresa é responsável por explorar a infraestrutura e operação ferroviária.
- Decreto no 1.832/1996:
 - *“a construção (...), a operação ou exploração comercial dos serviços de transporte ferroviário poderão ser realizadas pelo Poder Público ou por empresas privadas, estas mediante concessão da União” (BRASIL, 1996)*
- Para permitir a interconexão das malhas ferroviárias do país, o Decreto nº 1.832/1996 determinou que as concessionárias são obrigadas a operar em tráfego mútuo ou, no caso de sua impossibilidade, permitir o direito de passagem a outros operadores.
- A regulação é feita por tarifa teto (*price-cap*).
- Dentre as características desse modelo pode-se citar o menor custo de transporte advindo dos ganhos de escala e sinergia operacional.

DIVISÃO MODAL PARA O ANO 2015



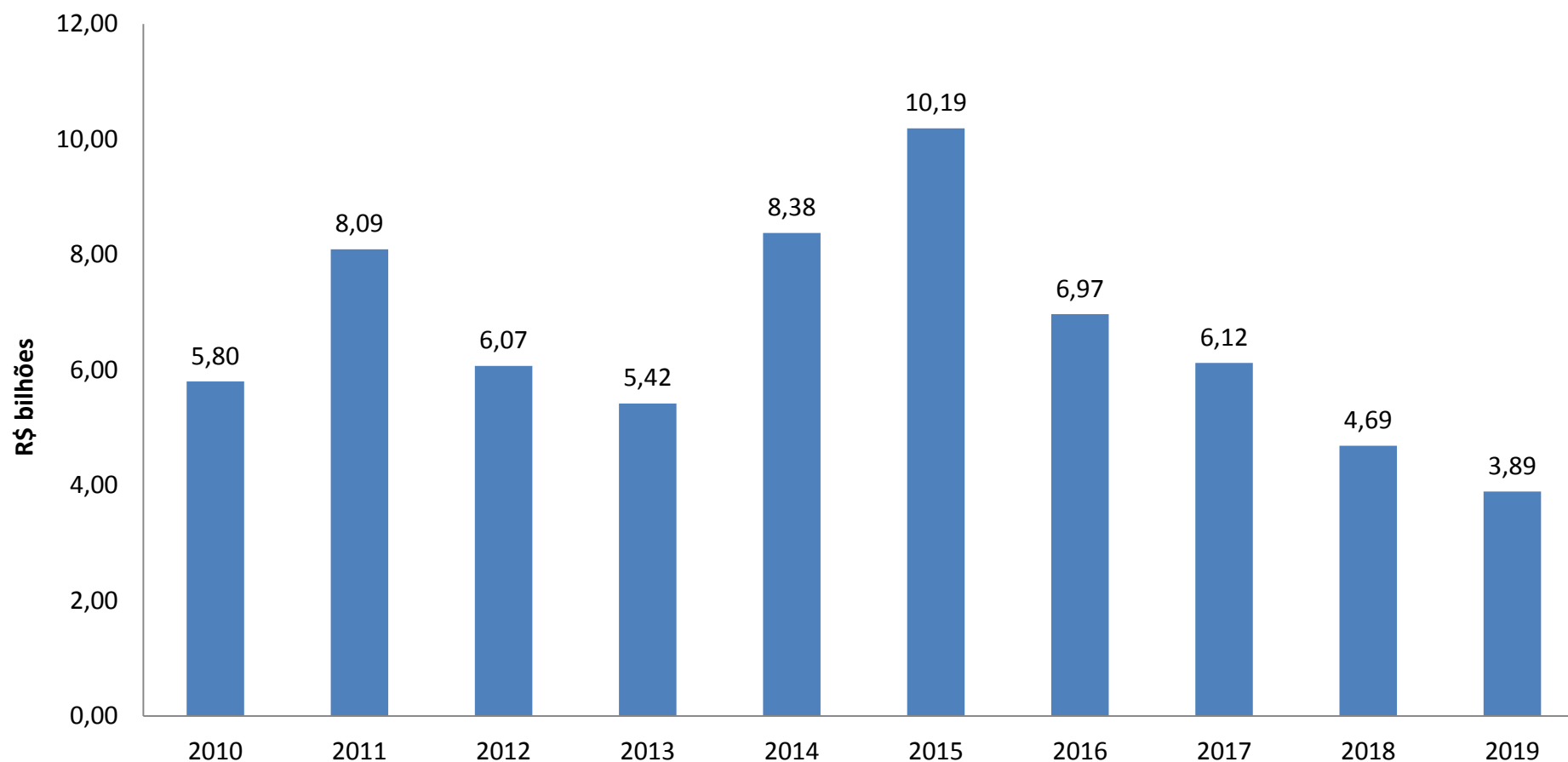
Fonte: EPL – Panorama 2015

MOVIMENTAÇÃO FERROVIÁRIA POR GRUPO DE MERCADORIA PARA O ANO 2019



Fonte: SAFF/ANTT

INVESTIMENTOS PRIVADOS DAS CONCESSIONÁRIAS



Fonte: SAFF/ANTT

Observação: valores a preços de dez/2019.

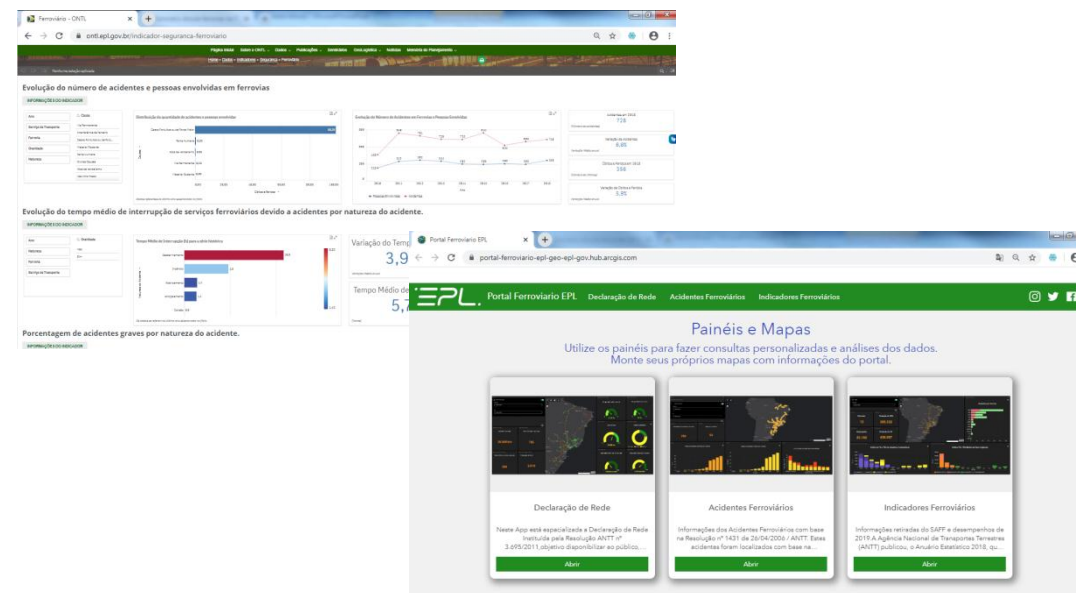
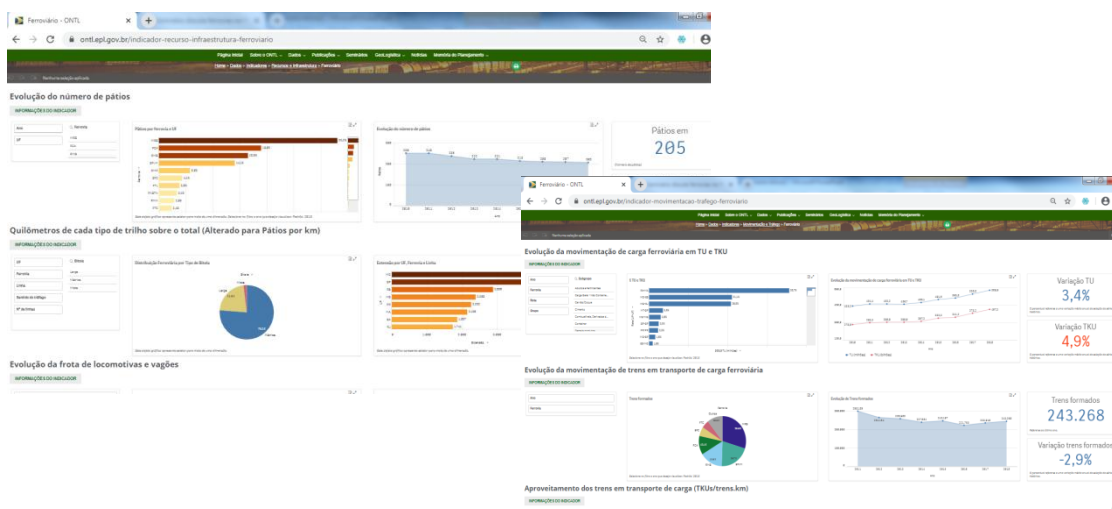
ESTATÍSTICAS FERROVIÁRIA BRASILEIRA

Infraestrutura: <https://www.ontl.epl.gov.br/indicador-recurso-infraestrutura-ferroviario>

Movimentação e tráfego: <https://www.ontl.epl.gov.br/indicador-movimentacao-trafego-ferroviario>

Segurança: <https://www.ontl.epl.gov.br/indicador-seguranca-ferroviario>

Portal Ferroviário EPL: <https://www.ontl.epl.gov.br/aplicacoes>





CUSTOS NO MODELO FERROVIÁRIO BRASILEIRO

METODOLOGIA PARA APURAÇÃO DE CUSTOS

Tarifa total ou Frete ferroviário = tarifa de transporte + tarifas acessórias

Malha	Representatividade das tarifas acessórias sobre a tarifa total
A	19,46%
B	8,76%
C	19,12%
D	18,02%
E	52,10%
F	37,07%
G	25,27%
H	5,98%



Tarifa regulada.

Remunera os custos operacionais + lucro das concessionárias.



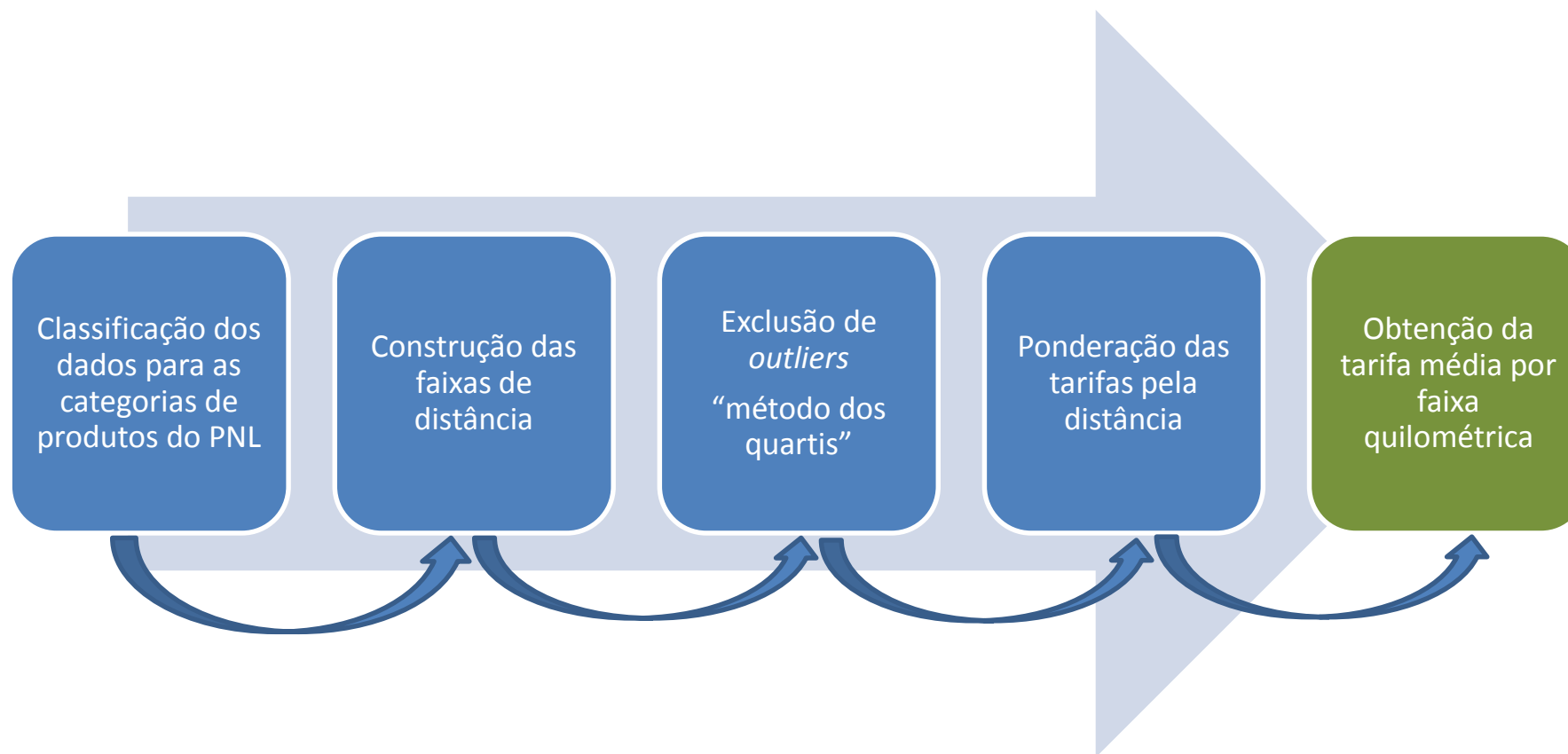
Tarifa **não** regulada.

1. Quando são ligadas ao negócio ferroviário não é opcional. Ex: transbordo.
2. Quando não são ligadas ao negócio ferroviário é opcional. Ex: utilização da faixa de domínio para fins de divulgação de marcas

FERROVIAS AVALIADAS

Ferrovias:	
RMN	Rumo - Malha Norte
RMO	Rumo - Malha Oeste
RMP	Rumo - Malha Paulista
RMS	Rumo - Malha Sul
EFC	Estrada de Ferro Carajás
EFPO	Estrada de Ferro Paraná-Oeste
EFVM	Estrada de Ferro Vitória a Minas
FCA	Ferrovia Centro-Atlântica
FNSTN	Ferrovia Norte-Sul Tramo Norte
FTC	Ferrovia Tereza Cristina
MRS	MRS
TLSA	Transnordestina Logística S/A

LÓGICA DO PROCESSO



CONSTRUÇÃO DAS FAIXAS DE DISTÂNCIA

- ✓ Análise das características físicas e operacionais das malhas ferroviárias
- ✓ Proximidade das distâncias percorridas no transporte, para cada malha ferroviária.
- ✓ Eventos de transporte realizados em distâncias similares, em cada malha, foram agregados para a apuração da média de custo praticada para cada faixa de distância.

001 - 050
051 – 100
101 – 150
151 – 200
201 – 400
401 – 600
601 – 800
801 – 1000
1001 – 1300
1301 – 1500
>1500

	A	B	C	D	E	F
1	Ferrovia	Mercadoria	Classificação EPL	Dist. Km	TU	Tarifa (R\$/Ton)
2	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	271,47	180	19,06
3	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	271,47	2070	19,06
4	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	271,47	2507	19,06
5	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	5012	23,39
6	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	188	23,39
7	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	2255	23,39
8	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	12449	23,39
9	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	11858	23,39
10	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola			
11	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola			
12	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	38	24,11
13	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola			
14	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	1950	23,89
15	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	1478	23,89
16	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	14028	23,89
17	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	4757	23,89
18	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	110	22,69
19	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	51	22,69
20	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	3319	22,69
21	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	575	21,13
22	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	6	22,69
23	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	1648	22,69
24	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	413	22,69
25	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	2629	22,69
26	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	1397	22,69
27	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	1116	22,69
28	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	1215	22,69
29	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	10064	22,69
30	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	3113	22,69
31	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	795	22,69
32	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	970	22,69
33	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	651	22,69
34	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	3844	22,69
35	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	5239	21,13
36	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	1683	22,69
37	ALLMP	Açúcar	Granel Sólido Agrícola	392,83	92	22,69

TIPOS DE CONTRATOS

- A condição para a existência de *outliers* é a existência de valores distintos para fretes ferroviário praticados, dentro de uma mesma faixa quilométrica.
- Análise estatística da recorrência e frequência de clientes para determinado fluxo.
- Embora exista um teto tarifário regulado pela ANTT, existem diferentes modalidades de contratos de transporte praticadas pelas concessionárias de ferrovias.
 - ❖ **Contratos de longo prazo:** podem envolver coparticipação do cliente nos investimentos realizados nas vias ou no material rodante dedicados ao seu atendimento.
 - ❖ **Contratos *take or pay*:** possuem cláusulas de garantia de volume mínimo de carga a ser transportada. Nesses casos, o custo unitário do transporte será relativamente mais baixo
 - ❖ **Contratos de curto prazo (*spot*):** não preveem coparticipação ou cláusula de *take or pay*. Em muitos casos, os contratos podem se referir a um único evento de transporte em momentos de escassez de oferta de transporte, como nos meses de safra. Nesses casos, o custo do transporte tende a ser mais alto, se aproximando do teto tarifário e do valor cobrado no modo rodoviário.

ELIMINAÇÃO DE OUTLIERS

- Para identificação e exclusão dos *outliers* foi utilizado o método dos quartis, que consiste nas seguintes etapas elencadas abaixo:
 1. Calcula-se a mediana, o quartil inferior (Q1) e o quartil superior (Q3);
 2. Subtrai-se o quartil superior do quartil inferior = (L)
- A eliminação de *outliers* também considera a consistência do valor declarado em relação aos “frete praticados” não só na própria faixa, como também nas faixas quilométricas imediatamente superiores e inferiores.

Análise Outliers	
Q3	40,79
Q2 Mediana	38,70
Q1	38,28
DIQ (Q3 – Q1)	2,51
LS [Q3 + (2*DIQ)]	45,81
LI [Q1 - (2*DIQ)]	33,26

TARIFA MÉDIA PONDERADA PELA DISTÂNCIA

- Para cada faixa de distância é calculada uma tarifa média ponderada.
- A ponderação se dá pelo volume de cargas transportadas, medido em TU.
- O valor da tarifa ferroviária efetivamente cobrada em cada evento de transporte, dentro de uma mesma faixa quilométrica, é transformada em tarifa média ponderada, mas com pesos distintos, conforme o volume de carga transportada em cada evento de transporte.

Categoria de produtos GSA para uma determinada Malha	
Distância Ponderada	Tarifa Ponderada
Km	R\$/TU
114,68	13,33
230,14	25,72
336,81	28,05
482,21	37,11
558,42	53,91
611,77	48,12
631,01	42,11
635,92	37,75
651,76	48,12
658,64	32,15
682,26	33,84
718,44	45,38
738,30	39,89
758,42	42,42
791,44	40,17
862,38	42,66
911,45	54,87
1138,92	39,17
1221,05	33,61
1729,17	48,83
1871,29	46,69
1944,69	74,46
1972,48	68,57
2074,86	74,86
2111,50	65,51

CONSTRUÇÃO DAS FUNÇÕES

- Para cada tipo de carga transportada, são obtidos um conjunto de dados, contendo uma sequência de distâncias de transporte e os respectivos valores de tarifas praticadas.
- A partir desses dados é realizada a regressão linear dos dados de distâncias e tarifas pelo método clássico de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).
- O polinômio de grau 1 resultante é a função de custo específica para cada malha e produto. Portanto, são obtidas diversas funções para cada malha, relativas aos diversos produtos.

Segue abaixo um exemplo de função de custo obtida por esse método:

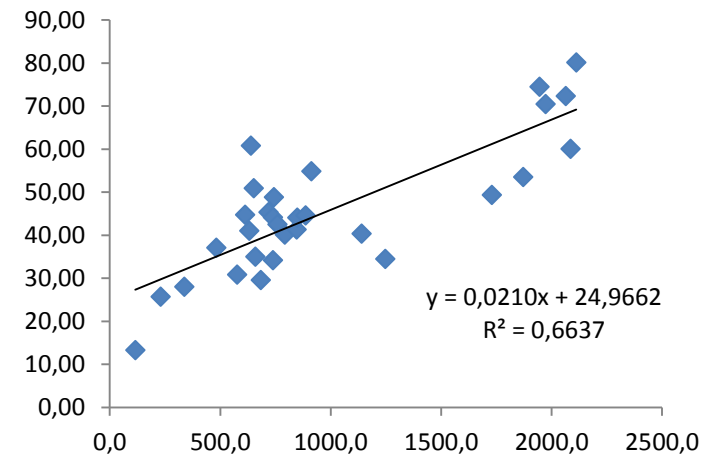
$$C = 24,9662 + 0,0210 \times \text{Dist}$$

Onde:

C: é o custo final em reais por tonelada transportada (R\$/TU)

24,9662 e 0,0210 são respectivamente os coeficientes linear (intercepto) e angular da função

Dist: é a distância em quilômetros do percurso.



CONSTRUÇÃO DAS FUNÇÕES

- O quadro abaixo ilustra as funções de tarifas de transporte obtidas por malha para a categoria de produtos GSA:

Malha	Categoria de produtos GSA
A	$F(X) = 40,97 + 0,0906874 * X$
B	$F(X) = 17,57 + 0,0811168 * X$
C	$F(X) = 38,27 + 0,0213898 * X$
D	$F(X) = 2,40 + 0,0927578 * X$
E	$F(X) = 25,74 + 0,0004863 * X$
F	$F(X) = 27,88 + 0,046922 * X$
G	$F(X) = 31,44 + 0,0634362 * X$
H	$F(X) = 20,52 + 0,0694152 * X$
I	$F(X) = 1,43 + 0,0801324 * X$

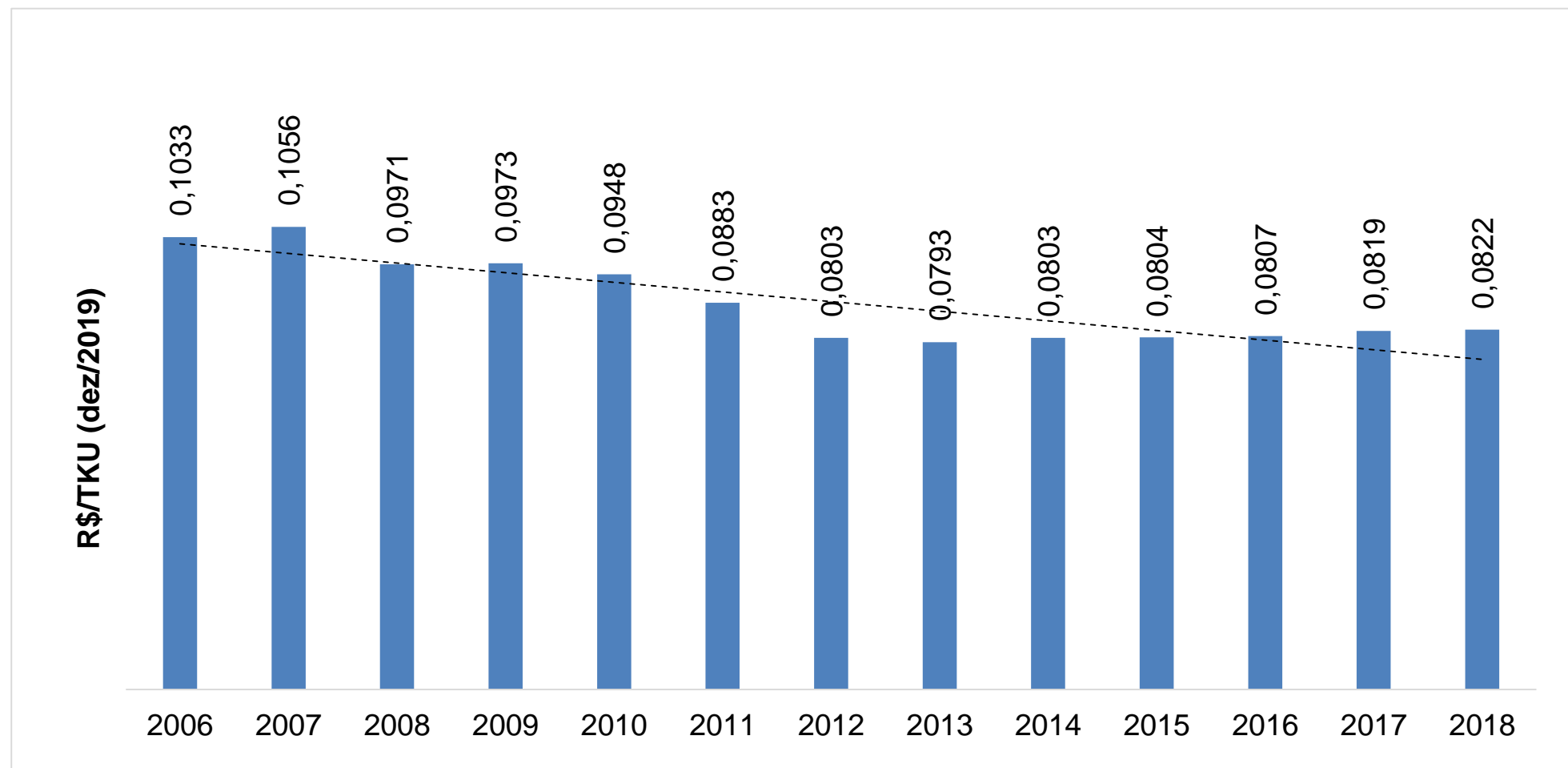
CONSTRUÇÃO DAS FUNÇÕES FLUXO OD

- O quadro abaixo ilustra as tarifas de transporte e tarifas acessórias para determinados fluxos e clientes dentro de uma mesma faixa quilométrica R\$/1.000 TKU para CGC:

OD (mesma faixa km)	Tarifa de Transporte	Tarifa Acessória	Tarifa Total
1	R\$ 0,24	R\$ 0,28	R\$ 0,52
2	R\$ 0,08	R\$ 0,04	R\$ 0,12
3	R\$ 0,10	R\$ 0,11	R\$ 0,20
4	R\$ 0,09	R\$ 0,11	R\$ 0,20
5	R\$ 0,34	R\$ 0,15	R\$ 0,49
6	R\$ 0,05	R\$ 0,02	R\$ 0,07

Em alguns casos
as tarifas
acessórias
superam as tarifas
de transporte.

EVOLUÇÃO DAS TARIFAS DE TRANSPORTE FERROVIÁRIAS





CUSTOS DE TRANSBORDO FERROVIÁRIO

CUSTOS DE TRANSBORDO DE CARGAS

- Granel Sólido Agrícola (**GSA**)
- Granel Sólido Não Agrícola (**GSNA**)
- Granel Líquido (**GL**)
- Carga Geral (**CG**)
- Carga Geral em Contêiner (**CGC**)

X

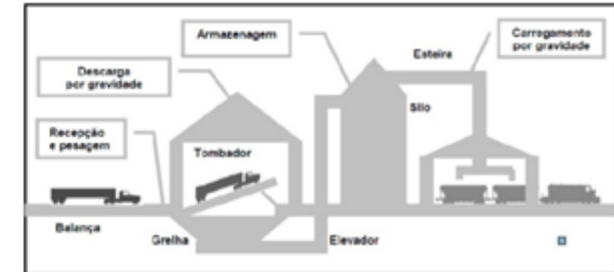
=

- Rodo-ferro-rodo
- Ferro-hidro-ferro
- Ferro-ferro

Tipo de Transbordo	GSA (R\$/ton)	GSNA (R\$/ton)	GL (R\$/m³)	CG (R\$/ton)	CGC (R\$/ton)
Rodo-ferro	✓	✓	✓	✓	✓
Ferro-hidro	✓	✓	✓	✓	✓
Ferro-ferro	✓	✓	✓	✓	✓
Ferro-rodo	✓	X	✓	✓	✓
Hidro-ferro	✓	✓	✓	✓	✓

CUSTOS DE TRANSBORDO DE CARGAS

	A	B	C	D	E	F	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1		Custo Fixo						RODO-FERRO				Equipamentos e Instalações					
2		Salário	R\$ 4.812.791,33	R\$/ano				Variáveis de Controle				Balança radaviária	R\$ 200.000,00				
3		Depreciação da Instalação	R\$ 381.615,46	R\$/ano				Capacidade ortética	26.000	toneladas		Balança radaferraviária	R\$ 260.000,00				
4		Manutenção da Instalação	R\$ 176.323,09	R\$/ano				Tambamento médio por hora (t)	36,7			Tracionador de vação	R\$ 200.000,00				
5		Depreciação Maquinária	R\$ 711.944,00	R\$/ano				Disponibilidade por tambador	85%			Tambador de caminhão	R\$ 300.000,00				
6		Segurar	R\$ 112.483,52	R\$/ano				Disponibilidade de caminhão na pátia	90%			Maoça	R\$ 140.000,00				
7		Custeio Oportunidade	R\$ 5.624.175,92	R\$/ano				Tempo médio de armazenagem	7	diar		Silo pulmão	R\$ 67.500,00				
8		Custeio Fixo	R\$ 12.319.333,31	R\$/ano				Horas de funcionamento diária	24	Horas		Silar	R\$ 135,00	R\$/tan			
9								Paradas para manutenção (mensal)	10%			Transportador	R\$ 4.725,00				
10		Custo Variável						Horas de funcionamento mensal	648			Transportador de corrente	R\$ 10.800,00				
11		Mão de Obra	R\$ 0,00	R\$/ano				Mozos de armazenagem	6,0	Mozos		Elevador	R\$ 11.475,00				
12		Energia Elétrica	R\$ 2.559.333,68	R\$/ano				Carregamento	100%			Instalação (abraz civil)	R\$ 500,00	R\$/tan			
13		Manutenção Maquinária	R\$ 314.657,11	R\$/ano				Carregamento	25%			Acozarr radaviária	R\$ 1.151.019,98	R\$/Kn	1	R\$ 1.151.019,98	
14		Custeio Variável	R\$ 2.873.990,80	R\$/tan				Gira	50	adimensional		Acozarr ferraviária	R\$ 5.371.199,42	R\$/Kn	3	R\$ 16.113.598,26	
15								Movimentação	1.784.592	toneladas/ano		Suqadoras	R\$ 800.000,00				
16		Inflação jun/13 - dez/19	1,4755316					Tarifa de energia	0,86	R\$/kWh		Energia	R\$ 0,29	R\$/Ku			
17		Quant. Maquinária	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Carreg. Período de Depreciação			Consumo médio	1,7	kWh/tan		Cap. méd tambador/hora	R\$ 240,00				
18	1	Balança Radaviária	R\$ 295.106	R\$ 295.106	20	R\$ 14.755		Número de funcionários	123								
19	1	Balança Rada-Ferraviária	R\$ 383.638	R\$ 383.638	20	R\$ 19.182		Salário médio do setor	R\$ 1.293,89	R\$							
20	1	Tracionador de Vação	R\$ 295.106	R\$ 295.106	20	R\$ 14.755		Encargos Sociais	99%								
21	2	Tambador	R\$ 442.659	R\$ 885.319	20	R\$ 44.266		Benefício	33%								
22	2	Maoça	R\$ 206.574	R\$ 413.149	20	R\$ 20.657		Instalação	R\$ 35.264,618	R\$							
23	1	Tulha	R\$ 413.149	R\$ 413.149	20	R\$ 20.657		Período de Depreciação Obra Civil	40								
24	3	Silo Pulmão	R\$ 99.598	R\$ 298.795	25	R\$ 11.952		Fator de Manutenção Obra Civil	0,5%								
25	36.000	Silar (em t cap. ortética)	R\$ 199	R\$ 7.171.084	25	R\$ 286.843		Fator de Manutenção da Maquinária	1,5%								
26	200	Transportador (em m)	R\$ 6.972	R\$ 1.394.377	20	R\$ 69.719		Remuneração da capital	10,0%								
27	50	Transportador de Corrente (em m)	R\$ 15.936	R\$ 796.787	20	R\$ 39.839		Segurar	0,2%								
28	200	Elevador (em m)	R\$ 16.932	R\$ 3.386.345	20	R\$ 169.317		Marqem do Lucro	0%								
29		Total		R\$ 20.977.141		R\$ 711.944		Tarifa Limpa	R\$ 8,51								
30								Lucro	R\$ 0,00								
31		Tributação	Alíquota					Tributar	R\$ 1,32								
32		PIS	3,00%					Tarifa	R\$ 9,83	R\$/tan							
33		COFINS	0,65%														
34		CSLL	1,80%														
35		IR	5,00%														
36		ISS	5,00%														
37		Total	15,5%			Anál. EPL											



CUSTOS DE TRANSBORDO DE CARGAS

	GSA	GSNA	GL	CG	CGC
RODO-FERRO	R\$ 11,06	R\$ 2,46	R\$ 21,55	R\$ 16,10	R\$ 31,25
FERRO-RODO	R\$ 10,46	-	R\$ 21,55	R\$ 16,10	R\$ 31,25
HIDRO-FERRO	R\$ 13,78	R\$ 7,93	R\$ 30,48	R\$ 28,59	R\$ 45,33
FERRO-HIDRO	R\$ 11,39	R\$ 5,74	R\$ 30,48	R\$ 28,59	R\$ 45,33
FERRO-FERRO	R\$ 10,49	R\$ 3,08	R\$ 22,62	R\$ 14,36	R\$ 29,07

FERRAMENTA DE CUSTOS DE TRANSBORDO DE CARGAS

SELECIONE O SIMULADOR DE TRANSBORDO


Selecione uma opção

CG - HIDRO-FERRO-HIDRO

CG - HIDRO-RODO-HIDRO

CG - RODO-FERRO-RODO

CG - FERRO-FERRO



Simulador de Transbordo - CG - HIDRO-FERRO-HIDRO

VARIÁVEIS DE ENTRADA

Transbordo médio por Hora (t/h)	Tempo médio de armazenagem (dias)	Movimentação (toneladas por ano)
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Tarifa de Energia (R\$/Kw)	Número de funcionários	Salário médio
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Tarifa

R\$

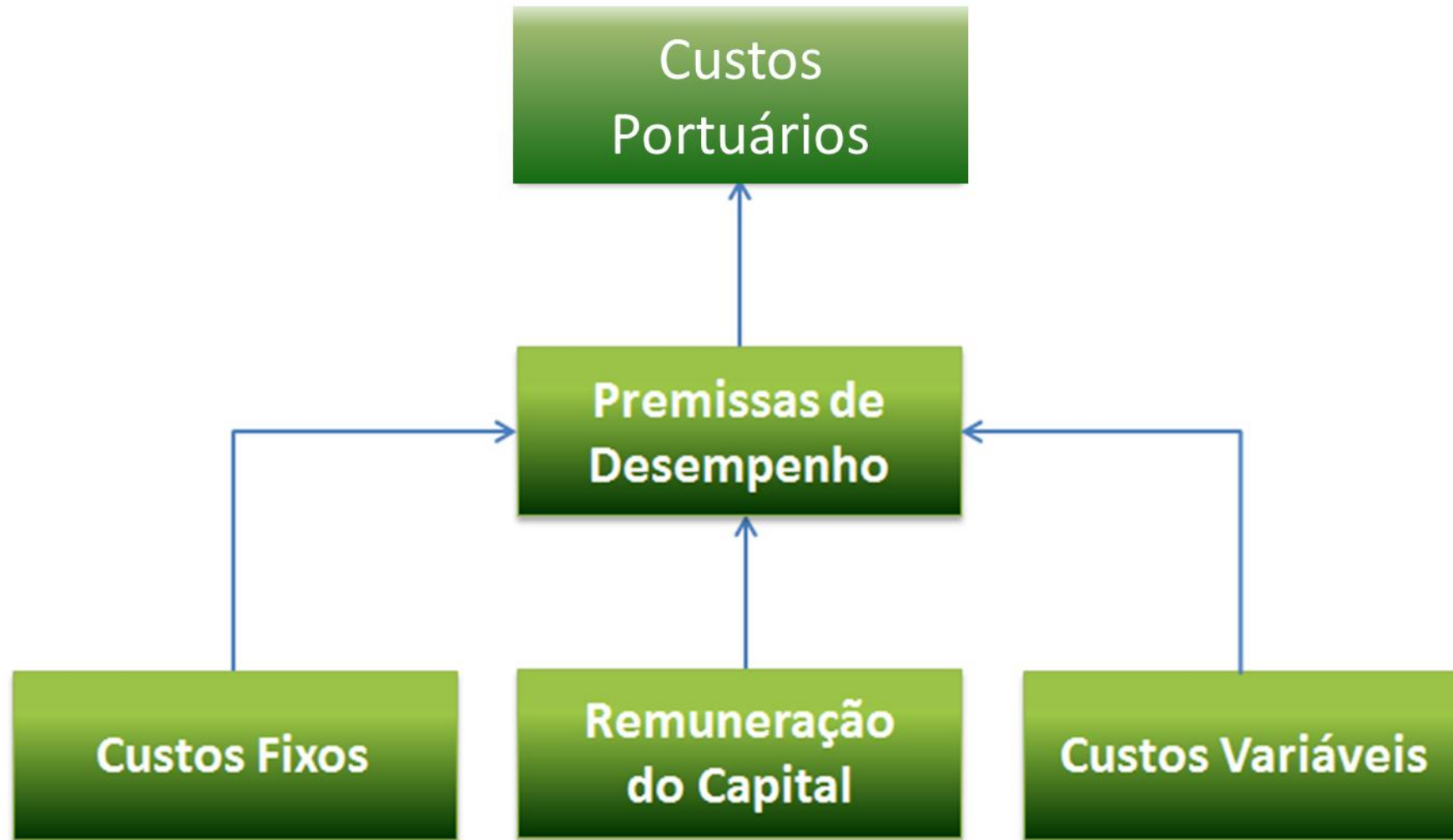
VER DETALHAMENTO





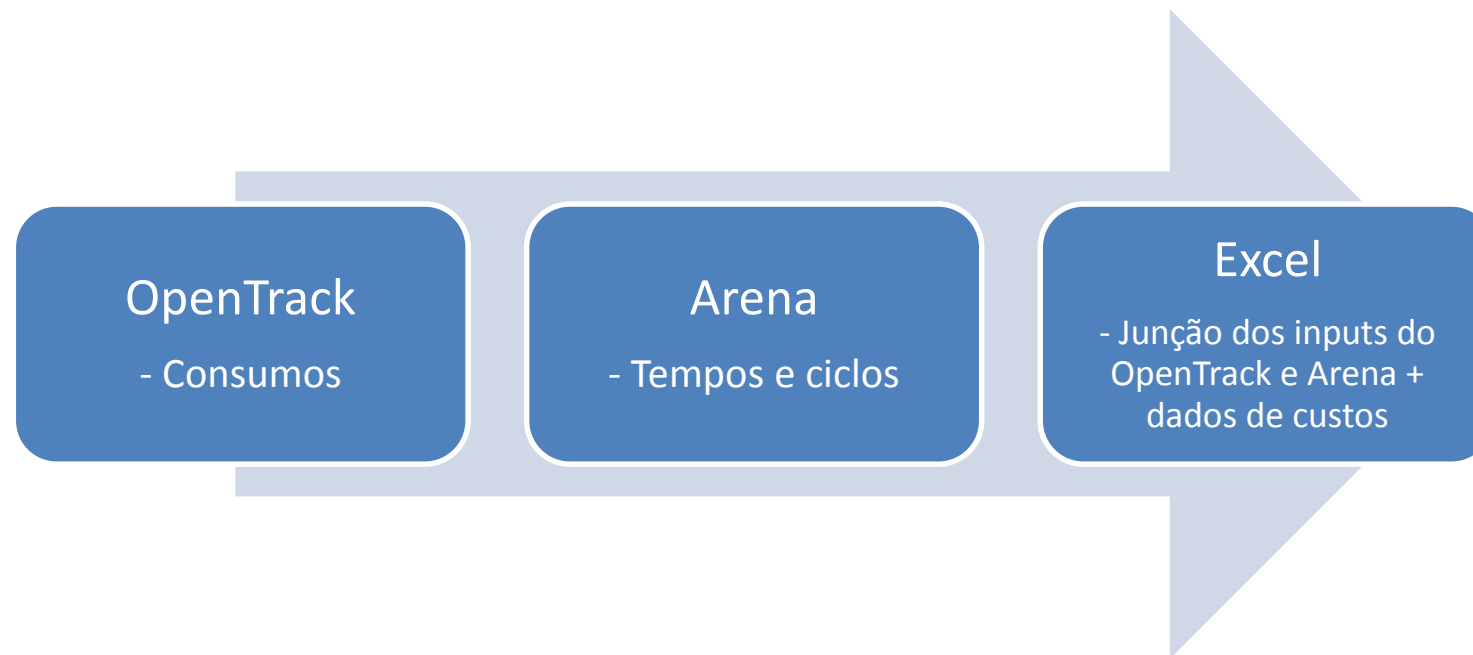
SIMULADOR BOTTOM UP FERROVIÁRIO

LÓGICA *BOTTOM-UP*



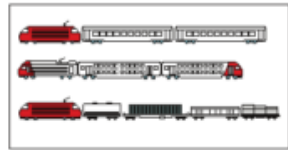
SIMULADOR DE CUSTOS FERROVIÁRIOS

Construção de simulador de custos *bottom-up* para ferrovias de bitola métrica e bitola larga que permita considerar a categoria de produto e a topografia da via.

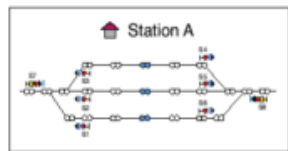


SIMULADOR DE CUSTOS FERROVIÁRIOS

Entrada



Material rodante

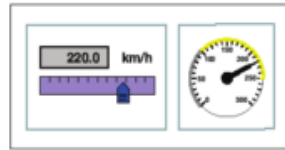


Infraestrutura

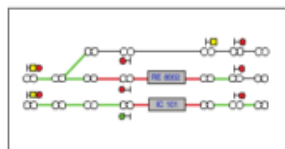
Course ID	Station	Arrival	Departure	Wait
IC 9000	IGG	06:20:00	06:20:00	0
IC 9000	YPS	06:24:00	06:25:00	60
IC 9000	OML	06:31:00	06:31:00	30
IC 9000	AA7	06:38:00	06:38:00	60
IC 9000	OML	06:45:00	06:45:00	0
IC 9000	PEW	06:50:00	06:50:00	0
IC 9000	WED	06:54:00	06:54:00	60

Cronograma

Simulação

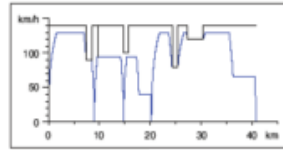


Interatividade

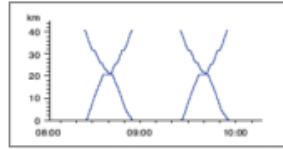


Animação

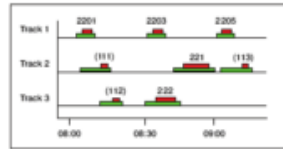
Saída



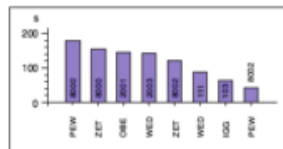
Diagramas



Gráficos de trens

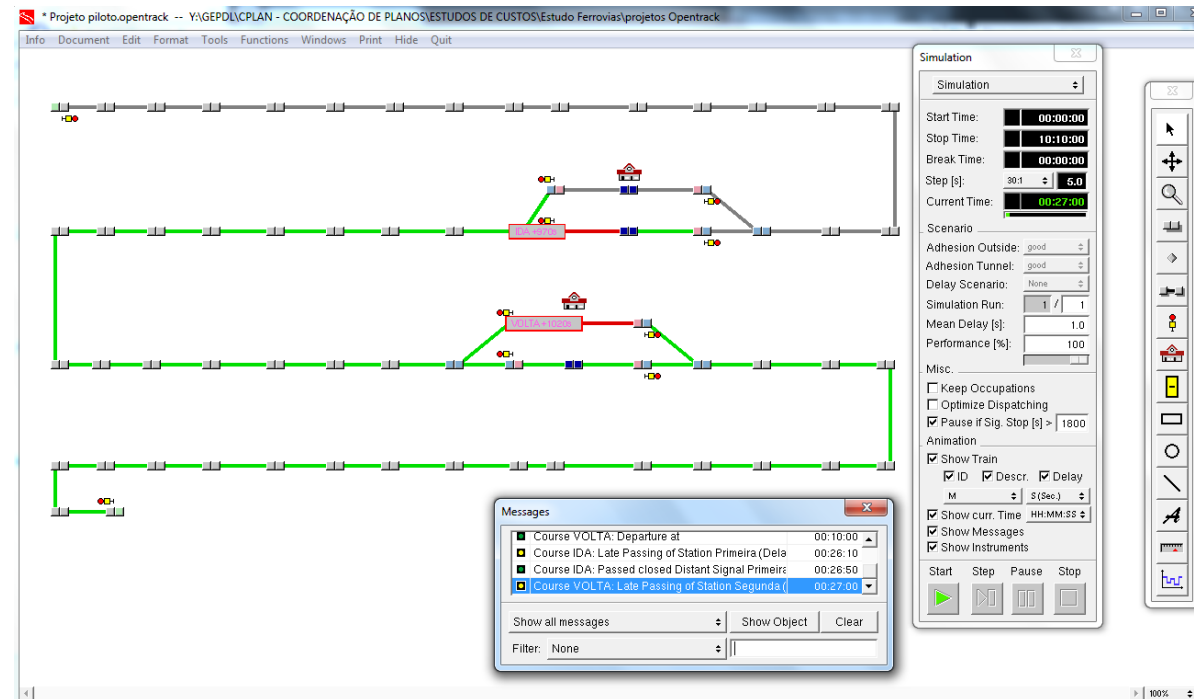


Ocupações



Estatísticas

Processo Geral do OPENTRACK



RESULTADOS ESPERADOS

- ❖ Custos de operação por tipo de bitola e por categoria de produto do PNL, em R\$/tku (situações médias).
- ❖ Cálculo do custo operacional para qualquer tipo de trecho.
- ❖ Avaliações de comboio tipo, locomotiva, vagão, aspectos de infraestrutura etc.



CONSIDERAÇÕES FINAIS E PRÓXIMOS PASSOS

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PRÓXIMOS PASSOS

- O processo de acompanhamento de custos tem sido feito pela EPL desde 2013, possibilitando um histórico de informações técnicas.
- Parceria com a ANTT para a realização de pesquisa ferroviária para levantamento de dados das ferrovias brasileiras nos mesmos moldes da já realizada com a ANTAQ.
- A EPL faz o acompanhamento setorial e novas perspectivas e seus respectivos impactos nos custos ferroviários e no planejamento de longo prazo.
- Construção de simulador de custos bottom-up para ferrovias de bitola métrica e bitola larga que permita considerar a categoria de produto.

OBRIGADO

webinar@epl.gov.br