

Estudo técnico

# **Estimativa de emissões de gases de efeito estufa entre rotas logísticas**



Execução



2020

<b>DADOS DO RELATÓRIO TÉCNICO</b>			
<b>Título</b> Estudo de Emissões	<b>Data</b> 30/09/2020	<b>Referência</b> VG01280920	
<b>Solicitante</b> TEGMA Transporte Av. Nicola Demarchi, 2000 - Bairro Demarchi - São Bernardo do Campo - SP			
<b>Realização</b> Via Green Institute Rua Amador Bueno, 333 – conj. 615 Centro, Santos/SP CEP: 11013-153 contato@viagreen.org.br   +55 (13) 3061-0656	<b>Responsável técnico</b> Bruno Passarelo – Eng. Ambiental bruno.passarelo@viagreen.org.br		
<b>Resumo</b> Modelagem de estimativa de emissões entre diferentes rotas, envolvendo os modais marítimo e rodoviário			
<b>Observação</b> Simulação via ferramenta de cálculo de emissões do VGP Gestão Ambiental			

## **Sumário**

1.	Introdução .....	1
2.	Metodologia .....	2
2.1.	Ferramenta de cálculo e estimativa de emissões .....	2
2.2.	Cenários de simulação .....	2
3.	Resultados .....	3
4.	Parecer técnico .....	6
	Referências .....	7
	Apêndice – Dados fornecidos.....	8
	Anexo – Planilha de cálculos .....	9

## 1. Introdução

O aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera terrestre tem acelerado o aquecimento global e intensificado a mudança do clima ao longo das últimas décadas, causando o aumento da temperatura média global e aumentando a frequência de fenômenos naturais extremos como temporais, tornados, nevascas, ressacas e secas.

Dentre as principais atividades econômicas responsáveis pela emissão de GEE, destaca-se a atividade de transporte, visto que sua matriz energética é ainda muito dependente da queima de combustíveis fósseis como óleo diesel e gasolina. O crescimento da população mundial e o consequente aumento da demanda por transporte, reflete em um preocupante aumento das emissões de GEE para os próximos anos, caso continuemos insistindo na atual matriz energética do setor (1).

Desse modo, muitos transportadores e outros *players* que atuam na área de logística vem buscando soluções e medidas para ingressarem em uma economia de baixo carbono, logo, colaborando para atenuar a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera e compensando suas emissões inevitáveis, uma vez que as emissão de gases e material particulado é o principal impacto ambiental da atividade de transporte, em especial no setor de cargas (2–4).

O primeiro passo para aderir a uma economia de baixo carbono é mapear as principais fontes de emissões de gases de efeito estufa e gerencia-las visando definir um diagnóstico preciso para adoção de medidas eficazes como renovação de frota, treinamentos dos motoristas em condução econômica, roteirização, manutenção dos veículos e implementação de boas práticas corporativas (3).

Importante se faz a criação de indicadores para estimar ganhos ambientais, reduções de impactos negativos e traçar metas ambientais exequíveis, logo, o presente estudo proposto pela empresa *TEGMA Gestão logística*, visa a avaliação da pegada de carbono referente ao transporte de carga entre rotas determinadas, considerando diferentes tipos de veículos, tecnologias e rotas alternativas, para prover subsídios na tomada de decisão que valoriza a opção mais sustentável fundamentada em metodologia reconhecida e com um banco de dados e especificações técnicas coerentes e confiáveis.

## 2. Metodologia

### 2.1. Ferramenta de cálculo e estimativa de emissões

A simulação de cenários e a modelagem de cálculos foram realizadas dentro do módulo “Emissões” da plataforma VGP Gestão Ambiental, cuja ferramenta de cálculo de emissões de gases de efeito estufa segue a metodologia da EN 16258:2012 e diretrizes do GLEC Framework (5) e da ISO 14064-1:2007 sob estrutura do *GHG Protocol* (6), logo, sendo compatível com o Programa Brasileiro *GHG Protocol* e com o *Carbon Disclosure Project* (CDP).

### 2.2. Cenários de simulação

Os cálculos consideraram cinco diferentes rotas com o mesmo ponto de destino, sendo simulado diferentes portos de destinos para cada rota, conforme Tabela 1.

*Tabela 1. Cenários*

#	Porto de Origem	Porto de Destino	Transbordo/armazém	Destino Final
Rota 1	Port Of Galveston-EUA	Santos São Francisco do Sul São Sebastião	Cubatão São Francisco do Sul São Sebastião	
Rota 2	Port Arthur-EUA	Santos São Francisco do Sul São Sebastião	Cubatão São Francisco do Sul São Sebastião	
Rota 3	Porto de Portland-EUA	Santos São Francisco do Sul São Sebastião	Cubatão São Francisco do Sul São Sebastião	Indaiatuba/SP CEP: 13340-600
Rota 4	Porto de Derince-Turquia	Santos São Francisco do Sul São Sebastião	Cubatão São Francisco do Sul São Sebastião	
Rota 5	Long Beach – EUA	Santos São Francisco do Sul São Sebastião	Cubatão São Francisco do Sul São Sebastião	

**Nota:** As localizações precisas adotadas para a simulação de emissões podem ser vistas no Apêndice.

Para o trecho marítimo de cada rota considerou-se o navio *Bulk Carrier Handysize* com o peso de carga equivalente à capacidade máxima de carga do veículo rodoviário do trecho seguinte, visando retratar as emissões de GEE de um frete *door-to-door*. Para o transporte rodoviário foram considerados três tipos de veículos para todos os portos de destino, sendo: Cavalo+Carreta LS 32t, Cavalo+Vanderléia 35t e Cavalo+Bitrem 36t. Exclusivamente, para o Porto de Santos, foi também simulado o transporte rodoviário através do Cavalo+Vanderléia TEGMA 35t, o qual realiza serviço de transporte nesta rota específica.

Os resultados das estimativas de emissões por cada rota por veículos adotados são apresentados na unidade de medida “**toneladas e/ou quilogramas de CO<sub>2</sub>e<sup>1</sup>**”, por rota *door-to-door* e/ou por tonelada de carga movimentada *door-to-door*.

### 3. Resultados

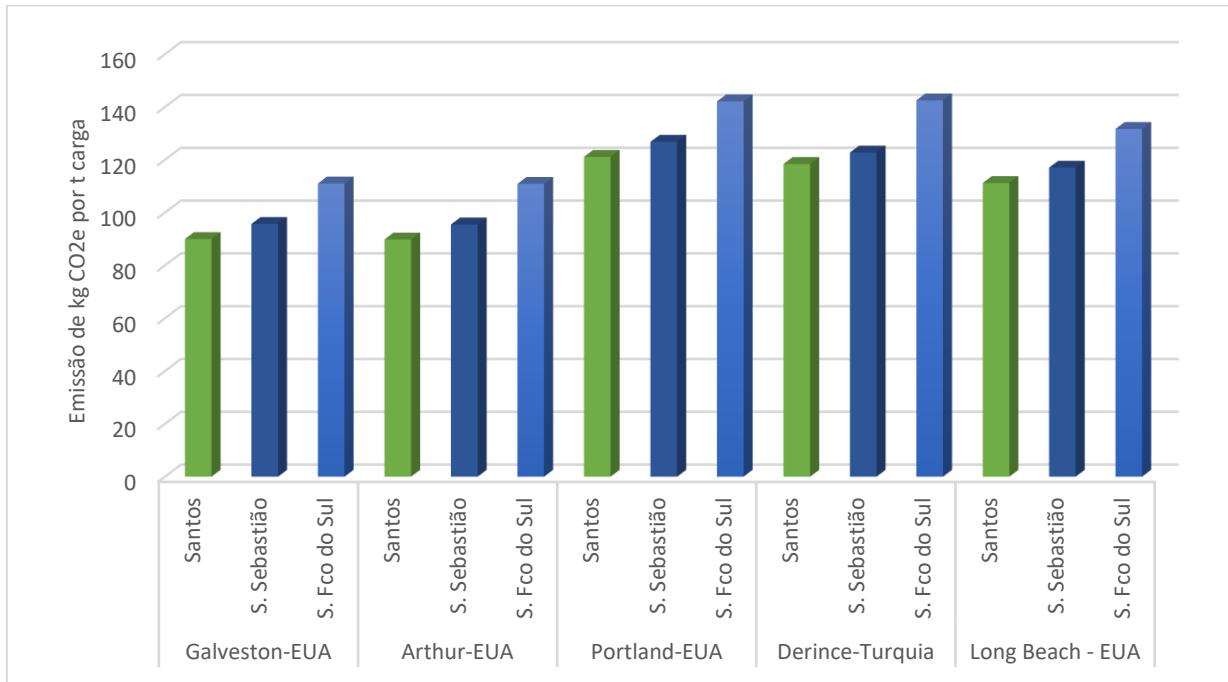
Os resultados demonstraram que o Porto de Santos como porto de destino, com transbordo em Cubatão/SP, para todas as rotas analisadas é o mais ecoeficiente, pois geram menos emissões de GEE, logo, apresentando uma menor **pegada de carbono** inerente ao transporte de carga até o destino final, se comparado aos portos de São Sebastião e São Francisco do Sul. Essa redução de emissão por tonelada de carga movimentada *door-to-door* pode representar uma redução de até 6,33% a menos que se considerarmos o Porto de São Sebastião como porto de destino e até 23,47%, considerando o Porto de São Francisco do Sul (Tabela 2).

*Tabela 2. Emissão de gases de efeito estufa kg de carga movimentada adotando o mesmo veículo rodoviário*

Rota Marítimo		Destino final	Veículo / Equipamento	Emissão kg CO <sub>2</sub> e total / kg carga	Emissão de GEE comparado à rota com Porto de Santos como porto de destino
Porto de Origem	Porto de Destino				
Galveston-EUA	Santos/SP	Indaiatuba/SP	Cavalo+Carreta LS 32t	90,00	menor emissão
	São Sebastião/SP			95,70	6,33%
	São Francisco do Sul/SC			111,03	23,36%
Arthur-EUA	Santos/SP	Indaiatuba/SP	Cavalo+Carreta LS 32t	89,82	menor emissão
	São Sebastião/SP			95,50	6,33%
	São Francisco do Sul/SC			110,90	23,47%
Portland-EUA	Santos/SP	Indaiatuba/SP	Cavalo+Carreta LS 32t	121,12	menor emissão
	São Sebastião/SP			126,81	4,70%
	São Francisco do Sul/SC			142,12	17,34%
Derince-Turquia	Santos/SP	Indaiatuba/SP	Cavalo+Carreta LS 32t	118,41	menor emissão
	São Sebastião/SP			122,75	3,66%
	São Francisco do Sul/SC			142,49	20,33%
Long Beach - EUA	Santos/SP	Indaiatuba/SP	Cavalo+Carreta LS 32t	111,21	menor emissão
	São Sebastião/SP			117,03	5,23%
	São Francisco do Sul/SC			131,70	18,42%

<sup>1</sup> CO<sub>2</sub>e (dióxido de carbono equivalente) corresponde a medida internacionalmente adotada para mensurar o total de gases de efeito estufa, em função ao Potencial de Aquecimento Global (ou Global Warming Potential – GWP) que cada GEE possui em relação ao dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o qual foi adotado mundialmente como GEE padrão. Este estudo adotou o GWP que consta no Assessment Report 4 (AR4), publicado pelo IPCC(7).

Os resultados demonstrados na Figura 1 evidenciam a menor emissão de GEE para todas as rotas analisadas com passagem pelo Porto de Santos, que pode representar de 17 a 23% menos emissões comparado ao Porto de São Francisco do Sul.



*Figura 1. Emissões médias de gases de efeito estufa por rota*

Ao analisar o desempenho ambiental dos veículos rodoviários, podemos verificar que o veículo *Cavalo+Vanderleia TEGMA 35,5t* apresentou menor emissão de GEE por tonelada de carga movimentada, representando uma redução de aproximadamente 1% comparado ao veículo de mesma categoria: *Cavalo+Vanderleia 35t* (Tabela 3).

Tabela 3. Emissões de gases de efeito estufa por veículo

Rota	Porto de Origem	Porto Marítimo	Destino final	Veículo / Equipamento	Emissão kg CO <sub>2</sub> e total / t carga	
Rota	Porto de Origem	Porto de Destino		Carreta	90	
1	Galveston-EUA	Santos/SP	Indaiatuba/SP	Bitrem	90,19	
				Vanderleia	89,79	
				Vanderleia TEGMA	89,09	
				Carreta	95,7	
		São Sebastião/SP		Bitrem	95,99	
				Vanderleia	95,38	
				Carreta	111,03	
				Bitrem	111,62	
		São Francisco do Sul/SC		Vanderleia	110,35	
				Carreta	89,82	
2	Arthur-EUA	Santos/SP	Indaiatuba/SP	Bitrem	90	
				Vanderleia	89,61	
				Vanderleia TEGMA	88,9	
				Carreta	95,5	
		São Sebastião/SP		Bitrem	95,79	
				Vanderleia	95,18	
				Carreta	110,9	
				Bitrem	111,49	
		São Francisco do Sul/SC		Vanderleia	110,22	
				Carreta	121,12	
3	Portland-EUA	Santos/SP	Indaiatuba/SP	Bitrem	121,31	
				Vanderleia	120,91	
				Vanderleia TEGMA	120,21	
				Carreta	126,81	
		São Sebastião/SP		Bitrem	127,1	
				Vanderleia	126,48	
				Carreta	142,12	
				Bitrem	142,72	
		São Francisco do Sul/SC		Vanderleia	141,44	
				Carreta	118,41	
4	Derince-Turquia	Santos/SP	Indaiatuba/SP	Bitrem	118,6	
				Vanderleia	118,2	
				Vanderleia TEGMA	117,5	
		São Sebastião/SP		Carreta	122,75	
				Bitrem	123,03	
				Vanderleia	122,42	
				Carreta	142,49	
		São Francisco do Sul/SC		Bitrem	143,09	
				Vanderleia	141,81	
5	Long Beach - EUA	Santos/SP	Indaiatuba/SP	Carreta	111,21	
				Bitrem	111,4	
				Vanderleia	111	
				Vanderleia TEGMA	110,3	
		São Sebastião/SP		Carreta	117,03	
				Bitrem	117,31	
				Vanderleia	116,7	
				Carreta	131,7	
		São Francisco do Sul/SC		Bitrem	132,3	
				Vanderleia	131,03	

#### 4. Parecer técnico

Conclui-se que para todas as rotas analisadas, ao considerarmos o Porto de Santos como porto de destino, e transbordo em Cubatão/SP, até o destino final temos a menor emissão de gases de efeito estufa (CO<sub>2</sub>e) por tonelada de carga movimentada *door-to-door* para os cenários avaliados. O veículo rodoviário *Cavalo+Vanderléia TEGMA 35,5t* apresentou o melhor desempenho ambiental para este trajeto. Desse modo, este estudo sugere que para todas as rotas analisadas, a alternativa de trajeto pelo Porto de Santos como porto de destino e o veículo previamente citado corresponde a opção mais sustentável para o transporte de carga até o destino final, podendo refletir em uma redução de até 23% das emissões de GEE.

Este documento possui 14 páginas.



---

Eng. Ambiental - Bruno Passarelo  
Responsável técnico  
Instituto Via Green

## Referências

1. Parte do problema e da solução, setor de transportes tem potencial para reduzir emissões | WRI Brasil [Internet]. [cited 2020 Sep 30]. Available from: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/2018/07/parte-do-problema-e-da-solucao-setor-de-transportes-tem-potencial-para-reduzir-emissoes>
2. Como Avançar no Financiamento da Economia de Baixo Carbono no Brasil - análise - GHG Protocol [Internet]. [cited 2020 Sep 30]. Available from: <http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/como-avancar-no-financiamento-da-economia-de-baixo-carbono-no-brasil-analise?locale=pt-br>
3. Economia de baixo carbono | [Internet]. [cited 2020 Sep 30]. Available from: <http://cebds.org/cop21/economia-de-baixo-carbono/>
4. Índice de Economia de Baixo Carbono 2019 [Internet]. [cited 2020 Sep 30]. Available from: <https://www.pwc.com.br/pt/estudos/servicos/consultoria-negocios/2020/indice-economia-baixo-carbono-2019.html>
5. Report emissions | Smart Freight Centre [Internet]. [cited 2020 Sep 30]. Available from: <https://www.smartfreightcentre.org/en/smart-freight-glec/>
6. Ranganathan J, Corbier L, Schmitz S, Oren K, Dawson B, Spannagle M, et al. GHG Protocol Initiative Team World Business Council for Sustainable Development Pankaj Bhatia World Resources Institute World Business Council for Sustainable Development Peter Gage World Resources Institute Revision Working Group Core Advisors.
7. AR4 Climate Change 2007: Synthesis Report — IPCC [Internet]. [cited 2020 Sep 30]. Available from: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>

## Apêndice – Dados fornecidos

Informações fornecidas pela TEGMA Transportes.

### OPERAÇÃO RODOVIÁRIA

#### Distâncias:

- Cubatão vs. Indaiatuba = 398 km
- São Francisco do Sul vs. Indaiatuba = 1.315 km
- São Sebastião vs. Indaiatuba = 580 km

#### Endereços:

- Endereço da Tegma Cubatão: Rodovia Padre Manoel da Nóbrega, 271 - Vila Esperança, Cubatão - SP, 11543-000
- Endereço do Porto de São Sebastião (CNAGA): Av. Eng. Remo Correia da Silva, 1750 - Praia da Olaria, São Sebastião - SP, 11600-000
- Endereço do Porto de São Francisco do Sul (NATRIO): R. Dom Fernando Trejo y Sanabria, 1753 - São José do Acaraí, São Francisco do Sul - SC, 89240-000
- Endereço do cliente: Rod. Eng. Ermônio de Oliveira Penteado, Marginal Norte, km 52,7 S/N, Indaiatuba - SP, 13340-600

#### Análise do Ganhos de CO<sub>2</sub>:

Acordamos a avaliação por viagem, de acordo com as rotas

- Rota Cubatão (Tegma) vs. Indaiatuba
- Rota São Sebastião (CNAGA) vs. Indaiatuba
- Rota São Francisco do Sul (Natrio) vs. Indaiatuba

#### Características dos veículos:

Equipamento	Capacidade (ton)	Média Diesel km/l
10- Carreta	32,000	2.35
18- Vanderleia Tegma	35,500	2.35
24- Bitrem	36,000	2.00
60- Vanderleia Mercado	35,000	2.20

### TRÂNSITO NAVIOS

#### Situação atual:

- Rota 1: Cargas embarcadas via Port Of Galveston-EUA, utilizando o Atlântico – Navios de 25 mil toneladas I Escala em Recife, São Sebastião, Santos e Imbituba.
- Rota 2: Cargas embarcadas via Port Arthur-EUA, utilizando o Atlântico – Navios de 25 mil toneladas I Escala em Recife, São Sebastião, Santos e Imbituba.
- Rota 3: Cargas embarcadas via Porto de Portland-EUA, utilizando o Pacífico – Navios de 35 mil toneladas I Escala em Recife, Salvador, Itaguaí, São Sebastião e São Francisco do Sul.
- Rota 4: Cargas embarcadas via Porto de Derince- Turquia, utilizando o Atlântico – Navios de 25 mil toneladas I Escala em Recife, Salvador e São Sebastião.
- Rota 5: Cargas embarcadas via Long Beach – EUA, utilizando o Pacífico – Navios de 15 a 18 mil toneladas I Escala no Chile, São Sebastião e Santos.

**Cenário Análise:** Abaixo destacado os portos a serem desconsiderados, temos que comparar o cenário atual com esta proposta, por rota.

- Rota 1: Cargas embarcadas via Port Of Galveston-EUA, utilizando o Atlântico – Navios de 25 mil toneladas I Escala em Recife, São Sebastião, Santos e Imbituba.
- Rota 2: Cargas embarcadas via Port Arthur-EUA, utilizando o Atlântico – Navios de 25 mil toneladas I Escala em Recife, São Sebastião, Santos e Imbituba.
- Rota 3: Cargas embarcadas via Porto de Portland-EUA, utilizando o Pacífico – Navios de 35 mil toneladas I Escala em Recife, Salvador, Itaguaí, São Sebastião e São Francisco do Sul, incluindo-se Santos.
- Rota 4: Cargas embarcadas via Porto de Derince- Turquia, utilizando o Atlântico – Navios de 25 mil toneladas I Escala em Recife, Salvador e São Sebastião, incluindo-se Santos.
- Rota 5: Cargas embarcadas via Long Beach – EUA, utilizando o Pacífico – Navios de 15 a 18 mil toneladas I Escala no Chile, São Sebastião e Santos.

## Anexo – Planilha de cálculos

Rota Marítimo		Veículo / Equipamento	Carga movimentada /equipamento (t)	Rota Terrestre		Emissão t CO <sub>2</sub> e marítimo	Emissão t CO <sub>2</sub> e rodoviário	Emissão t CO <sub>2</sub> e total	Emissão t CO <sub>2</sub> e total / t carga	
Porto de Origem	Porto de Destino			CEP Origem	CEP Destino					
Galveston- EUA	Santos/SP	Carreta	32	Transbordo Santos - Cubatão/SP 11543-000	Indaiatuba/SP 13340-600	2,5814	0,299	2,880	0,09001	
		Bitrem	36			2,9041	0,343	3,247	0,09019	
		Vanderleia	35			2,8234	0,319	3,143	0,08979	
		Vanderleia TEGMA	35,5			2,8637	0,299	3,163	0,08909	
	São Sebastião/SP	Carreta	32	São Sebastião 11600-000		2,59831	0,465	3,063	0,09571	
		Bitrem	36			2,9231	0,533	3,456	0,09599	
		Vanderleia	35			2,8419	0,496	3,338	0,09538	
	São Francisco do Sul/SC	Carreta	32	São Fco do Sul 89240-000		2,5924	0,961	3,554	0,11105	
		Bitrem	36			2,91645	1,102	4,018	0,11162	
		Vanderleia	35			2,83543	1,027	3,862	0,11035	
Arthur-EUA	Santos/SP	Carreta	32	Transbordo Santos - Cubatão/SP 11543-000	Indaiatuba/SP 13340-600	2,5754	0,299	2,874	0,08983	
		Bitrem	36			2,8974	0,343	3,240	0,09000	
		Vanderleia	35			2,8169	0,319	3,136	0,08961	
		Vanderleia TEGMA	35,5			2,8571	0,299	3,156	0,08890	
	São Sebastião/SP	Carreta	32	São Sebastião 11600-000		2,59192	0,465	3,056	0,09551	
		Bitrem	36			2,91591	0,533	3,448	0,09579	
		Vanderleia	35			2,83491	0,496	3,331	0,09518	
	São Francisco do Sul/SC	Carreta	32	São Fco do Sul 89240-000		2,58827	0,961	3,549	0,11092	
		Bitrem	36			2,9118	1,102	4,014	0,11149	
		Vanderleia	35			2,83092	1,027	3,858	0,11022	

VG01280

Rota Marítimo		Veículo / Equipamento	Carga movimentada /equipamento (t)	Rota Terrestre		Emissão t CO <sub>2</sub> e marítimo	Emissão t CO <sub>2</sub> e rodoviário	Emissão t CO <sub>2</sub> e total	Emissão t CO <sub>2</sub> e total / t carga	
Porto de Origem	Porto de Destino			CEP Origem	CEP Destino					
Portland-EUA	Santos/SP	Carreta	32	Transbordo Santos - Cubatão/SP 11543-000	Indaiatuba/SP 13340-600	3,5771	0,299	3,876	0,12113	
		Bitrem	36			4,0242	0,343	4,367	0,12131	
		Vanderleia	35			3,9125	0,319	4,232	0,12091	
		Vanderleia TEGMA	35,5			3,9684	0,299	4,267	0,12021	
	São Sebastião/SP	Carreta	32	São Sebastião 11600-000		3,59376	0,465	4,058	0,12682	
		Bitrem	36			4,04298	0,533	4,576	0,12710	
		Vanderleia	35			3,93068	0,496	4,427	0,12648	
	São Francisco do Sul/SC	Carreta	32	São Fco do Sul 89240-000		3,5874	0,961	4,549	0,14214	
		Bitrem	36			4,03582	1,102	5,138	0,14272	
		Vanderleia	35			3,92372	1,027	4,951	0,14144	
Derince-Turquia	Santos/SP	Carreta	32	Transbordo Santos - Cubatão/SP 11543-000	Indaiatuba/SP 13340-600	3,4905	0,299	3,789	0,11842	
		Bitrem	36			3,9268	0,343	4,270	0,11860	
		Vanderleia	35			3,8177	0,319	4,137	0,11820	
		Vanderleia TEGMA	35,5			3,8722	0,299	4,171	0,11750	
	São Sebastião/SP	Carreta	32	São Sebastião 11600-000		3,46372	0,465	3,928	0,12276	
		Bitrem	36			3,89668	0,533	4,429	0,12303	
		Vanderleia	35			3,78844	0,496	4,285	0,12242	
	São Francisco do Sul/SC	Carreta	32	São Fco do Sul 89240-000		3,59921	0,961	4,560	0,14251	
		Bitrem	36			4,04911	1,102	5,151	0,14309	
		Vanderleia	35			3,93663	1,027	4,963	0,14181	
Long Beach - EUA	Santos/SP	Carreta	32	Transbordo Santos - Cubatão/SP 11543-000	Indaiatuba/SP 13340-600	3,2601	0,299	3,559	0,11122	
		Bitrem	36			3,6676	0,343	4,010	0,11140	
		Vanderleia	35			3,5657	0,319	3,885	0,11100	
		Vanderleia TEGMA	35,5			3,6167	0,299	3,916	0,11030	
	São Sebastião/SP	Carreta	32	São Sebastião 11600-000		3,28064	0,465	3,745	0,11704	
		Bitrem	36			3,69072	0,533	4,223	0,11731	
		Vanderleia	35			3,5882	0,496	4,084	0,11670	
	São Francisco do Sul/SC	Carreta	32	São Fco do Sul 89240-000		3,254	0,961	4,215	0,13172	
		Bitrem	36			3,66075	1,102	4,763	0,13230	
		Vanderleia	35			3,55906	1,027	4,586	0,13103	

VG01280

PÁGINA EM BRANCO.