

SÉRGIO PINTO NAZAR

**MODELO PARA PLANEJAMENTO DE SERVIÇOS DE TRANSPORTE  
INTERMODAL "LONG-HAUL"**

Dissertação apresentada à Escola  
Politécnica para obtenção do título  
de Mestre em Engenharia.

São Paulo  
2003

**SÉRGIO PINTO NAZAR**

**MODELO PARA PLANEJAMENTO DE SERVIÇOS DE TRANSPORTE  
INTERMODAL "LONG-HAUL"**

**Dissertação apresentada à Escola  
Politécnica para obtenção do título  
de Mestre em Engenharia.**

**Área de Concentração:  
Engenharia Naval**

**Orientador:  
Marco Antonio Brinati**

**São Paulo  
2003**

## AGRADECIMENTOS

À toda minha família pelo apoio incondicional ao longo destes anos; aos amigos doutorandos do departamento Marcelo, Ricardo, Rogério e Celso; ao professor André; aos professores Rui e Hugo pelos ensinamentos nas disciplinas do curso; aos professores Nicolau Gualda e Cláudio do Departamento de Transportes da EPUSP pelas construtivas conversas; aos amigos da ALL Luiz Gustavo, Janaína e Bruno, que, em outros tempos, viveram situação semelhante, pelas dicas e pelo apoio, e, à Eliane pelo companheirismo e compreensão, especialmente nos dois difíceis meses que precederam à conclusão do trabalho.

Um agradecimento especial fica para meus pais por todo o apoio e dedicação; a toda equipe do departamento de pós-graduação, em especial Sandra, Damares e Lânia, que transformaram minha causa em objetivo pessoal; e ao meu orientador pela disponibilidade e paciência, além dos inúmeros ensinamentos que deram condições para que este trabalho fosse concebido.

## SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	i
Lista de Tabelas.....	ii
Resumo.....	iv
Abstract.....	vi
<b>1 – INTRODUÇÃO E APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
1.1 – Introdução.....	1
1.2 – A evolução do mercado de transportes/logística no Brasil.....	2
1.3 – As estratégias de consolidação no transporte de carga.....	4
1.4 – Objetivos.....	7
1.5 – Delineamento do trabalho.....	8
<b>2 – REVISÃO DOS MODELOS DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTE INTERMODAL NA BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>11</b>
2.1 – Conceito de planejamento na literatura.....	11
2.2 – O problema de planejamento no transporte intermodal.....	12
2.3 – Modelos para planejamento da infra-estrutura em redes de transporte intermodal....	15
2.4 – Modelos para planejamento de serviços em redes re transporte intermodal.....	18
2.5 – Estudo do impacto do nível de serviço dos transportes na cadeia logística dos clientes.....	26
<b>3 – METODOLOGIA PROPOSTA.....</b>	<b>28</b>
3.1 – Introdução.....	28
3.2 – Os elementos da modelagem.....	31
3.3 – O processo de preparação de dados.....	34
3.4 – O processo de geração de grupos de serviço e fluxo de vagões e de bimodais vazios.....	43
3.5 – A formulação matemática proposta.....	48
<b>4 – ESTUDO DE CASO: PLANEJAMENTO DE SERVIÇOS EM UMA REDE RODO-FERROVIÁRIA.....</b>	<b>65</b>
4.1 – Apresentação do sistema em estudo.....	65
4.2 – Mapeamento dos ativos.....	68
4.3 – As demandas de transporte.....	71
4.4 – Cálculo de custos do sistema.....	73
4.5 – Grupos de Serviço e Fluxo de vagões e bimodais vazios.....	81
4.6 – Resultados Iniciais.....	82
4.7 – Análises Complementares.....	91

4.8 – Conclusões do estudo de caso.....	95
5 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	96
6 – BIBLIOGRAFIA.....	98

**ANEXO 1: LISTAGEM DA PROGRAMAÇÃO EM X-PRESS**

**ANEXO 2: GRUPOS DE SERVIÇO E FLUXO DE VAGÕES E BIMODAIS  
VAZIOS PARA ESTUDO DE CASO**

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
FIGURA 2.1 – Níveis de decisão na atividade de planejamento de transportes intermodais.....	14
FIGURA 2.2 – Exemplo ilustrativo do conceito da modelagem proposta por <i>Crainic</i> .....	20
FIGURA 3.1 – Elementos da modelagem.....	34
FIGURA 4.1 – Rede física do sistema em estudo.....	67
FIGURA 4.2 – Relação TB/Kgf coletada.....	74
FIGURA 4.3 – Fretes de terceiros X distância de transporte.....	75
FIGURA 4.4 – Exemplo para cálculo dos parâmetros de tempo de trânsito.....	79
FIGURA 4.5 – Gráfico: % participação de cada modal no transporte das demandas do cenário.....	84
FIGURA 4.6 – Gráfico: % de participação de cada modal no transporte das demandas por faixa de valor unitário.....	84

## LISTA DE TABELAS

TABELA	Página
TABELA 1.1 – Relação TKU/vagão das principais ferrovias Brasileiras.....	3
TABELA 1.2 – Movimentação de containeres nos portos Brasileiros.....	3
TABELA 3.1 – TBL_NOS: Cadastro de nós na malha.....	34
TABELA 3.2 – TBL_DISTANCIAS: tabela de cadastro de distâncias entre nós.....	35
TABELA 3.3 – TBL_TERMINAIS_RODOFERRO: Cadastro do terminal intermodal que atende ao nó referido.....	36
TABELA 3.4 – TBL_SUBROTAS_FERRO: índice de subrotas ferroviárias.....	37
TABELA 3.5 – TBL_CAMINHÕES: Cadastro dos tipos de caminhão e suas frotas.....	38
TABELA 3.6 – TBL_VAGÕES: Tabela de cadastro dos tipos de vagão.....	38
TABELA 3.7 – TBL_LOCOMOTIVAS: Tabela de cadastro dos tipos de locomotiva.....	38
TABELA 3.8 – TBL_NAVIOS: Tabela de cadastro dos tipos de navio.....	39
TABELA 3.9 – TBL_TRANSBORDO_RODOFERRO: cadastro das unidades de transbordo.....	39
TABELA 3.10 – TBL_ROTAS_FERRO.....	40
TABELA 3.11 – TBL_TRENS: Cadastro das rotas regulares de trens possíveis de ser oferecidas.....	41
TABELA 3.12 – TBL_DEMANDA: Cadastro de demanda.....	42
TABELA 3.13 – TBL_DEMANDA_ATIVOS: Informa a compatibilidade entre a demanda e os ativos cadastrados.....	43
TABELA 3.14 – Código das subrotas ferroviárias por onde a demanda passa e os trens que estão transportando.....	45
TABELA 3.15 – Quadro de compatibilização de ativos.....	45
TABELA 3.16 – Formação completa de grupos de serviço.....	47
TABELA 3.17 – Exemplo de fluxo de vagões vazios.....	48
TABELA 3.18 – Exemplo de fluxo de bimodais vazios rodo-ferroviários.....	48
TABELA 4.1 – Cadastro dos tipos de vagão para estudo de caso.....	68
TABELA 4.2 – Cadastro dos tipos de caminhão frota própria para o estudo de caso.....	68
TABELA 4.3 – Cadastro dos tipos de caminhão agregado para o estudo de caso.....	68

TABELA 4.4 – Cadastro de tipos de bimodais para o estudo de caso.....	68
TABELA 4.5 – Cadastro de tipos de locomotiva para o estudo de caso.....	69
TABELA 4.6 – Cadastro de tipos de transbordo rodo-ferroviário para estudo de caso.....	69
TABELA 4.7 – Trajeto de trens candidatos a serem selecionados na modelagem.....	69
TABELA 4.8 – Dados de demanda de transporte.....	71
TABELA 4.9 – Pedidos confirmados X Pedidos atendidos – Contratação de terceiros.....	79
TABELA 4.10 – Resumo inicial dos resultados.....	82
TABELA 4.11 – Painel de resumo dos resultados do cenário base.....	82
TABELA 4.12 – Resumo das demandas atendidas pelos grupos de serviço.....	85
TABELA 4.13 – Nós selecionados e capacidade utilizada.....	87
TABELA 4.14 – Tipo de transbordo rodo-ferroviário selecionado.....	88
TABELA 4.15 – Trens selecionados e capacidade utilizada em tb.....	88
TABELA 4.16 – Capacidade das subrotas ferroviárias em trens/dia.....	90
TABELA 4.17 – Aquisição de ativos.....	91
TABELA 4.18 – Cenários alternativos para nível de serviço ferro.....	92
TABELA 4.19 – Resultados da melhoria do nível de serviço ferroviário.....	93
TABELA 4.20 – Cenários alternativos para nível de serviço com terceiros.....	93
TABELA 4.21 – Resultados da melhoria do nível de serviço com terceiros.....	94
TABELA 4.22 – Cenários com redução de custos fixos.....	94
TABELA 4.23 – Fatores de aumento de lucro para redução dos custos fixos.....	94



## RESUMO

O problema de planejamento de serviços de transporte intermodal é um assunto complexo, porém fundamental à sobrevivência das empresas do ramo. Se, por um lado, deseja-se obter o máximo de produtividade dos ativos, é preciso observar a questão do nível de serviço a ser oferecido. Os clientes deste tipo de serviço, normalmente, fazem contratos de longo prazo e estabelecem indicadores de atendimento que, nem sempre, são viáveis de serem cumpridos pela prestadora de serviços. Do outro lado, as empresas de transporte intermodal long-haul necessitam saber qual o mix ideal de serviços que vai maximizar seus lucros. Como os contratos são de longo prazo e o custo fixo envolvido é elevado, estas decisões tendem a ser num horizonte de pelo menos um ano.

O problema do planejamento de serviços de transporte intermodal foi bastante coberto na literatura específica, porém grande parte dos métodos propostos tem como objetivo a minimização dos custos operacionais, sem levar em conta o impacto do mix de serviços sobre nível de serviço a ser oferecido. Alguns artigos passaram a incorporar esta variável nas modelagens propostas por meio de inclusão de uma função de penalização como item de custo no sistema. Além disso, estas formulações se situavam sempre em um nível muito macro, muitas vezes não sendo capazes de responder à questões importantes relativas a processo de planejamento de transporte intermodal.

Neste trabalho, procurou-se apresentar uma metodologia para resolução do problema de planejamento de serviços no transporte intermodal que levasse em conta o nível de serviço oferecido e incorporasse novas restrições e variáveis necessárias para sua aplicação prática nas empresas do setor. Foi proposto um modelo de programação inteira mista que se baseia no conceito de grupos de serviço, como sendo uma composição de alocação de ativos intermodais que transportam uma demanda de uma origem para um destino. A modelagem foi baseada nos conceitos de balanço de massa de ativos e restrições de capacidade para um estado estacionário de malha.

Ao final, um estudo de caso foi elaborado para avaliar a modelagem do ponto de vista de qualidade dos resultados e desempenho computacional. Para o sistema em estudo, foram examinados diversos cenários de maneira a responder algumas questões importantes que surgem em um momento específico do processo de planejamento numa empresa de transporte intermodal: os planos anuais de produção.

## ABSTRACT

The planning process on intermodal services is a complex but vital issue for intercity freight carriers to achieve their goals. At the same time the companies wish to maximize the productivity of their assets, is important to consider the level of service to be offered. The clients of this kind of service usually make long term contracts with carriers, and need to establish the level of service to be offered. In the odder side, carriers aims to maximize their profits and need to determine de best mix of services to offer. The periodicity in witch those contracts are evaluated is normally one year.

Many methods has been proposed in literature to solve the problem of itermodal services design. In the majority, those methods tried to minimize the total operation costs, without considering the level of service. Some other methods have considered it by including a penalty cost, according to the level of service, in the objective function. Nevertheless, all those methods did not consider important peculiarities and capacities constrains of intermodal systems.

A mixed integer linear formulation is proposed in this work, to determine the bests services to be offered, considering, level of service, as a cost to the carrier, and other important operational restrictions. Its main goal conveys its practical applicability. The formulation is based on the concept of service groups, defined as an specific allocation of intermodal resources (vehicles, terminals, and others), that can be used to move a demand from an origin to a destination. The model determine the bests services groups to meet demands, balancing empty vehicles.

The present formulation was successfully applied to a real case. The results obtained supported the main decisions made in a freight carrier annual production plan.

# 1 INTRODUÇÃO

*Neste capítulo, será feita uma abordagem sobre aspectos gerais das empresas de transporte logística e seus clientes. Será caracterizado o problema de planejamento nestas empresas cujo correto tratamento torna-se um recurso vital para sua sobrevivência no longo prazo.*

*Na seqüência serão descritos os objetivos da presente dissertação. Para melhor entendimento dos objetivos, será feita uma apresentação do conceito de consolidação no transporte de carga e os benefícios que estas estratégias provocam sobre os custos operacionais. Em seguida será descrito o delineamento do trabalho proposto, dentro dos conceitos e escopo apresentados no início do capítulo, para finalmente definir os objetivos de maneira clara.*

## 1.1 INTRODUÇÃO

O transporte de carga representa um recurso vital no desenvolvimento de um país. No cenário atual de economia globalizada, as empresas têm repensado sua estratégia mundial de distribuição e produção de maneira a obter vantagem competitiva no custo final de seus produtos. O transporte representa entre um terço e dois terços do custo total de distribuição de um produto, conforme Davis et al (1996).

Os serviços de transporte podem ainda afetar outros custos dentro da cadeia, como os custos de estoques. O desempenho de um sistema de transporte, medido em termos de tempo de trânsito e sua dispersão em torno da média, pode incorrer em custos de estoques mais elevados.

Essa forte influência do transporte no bom andamento da economia traduz o esforço dos países em realizar uma boa gestão sobre sua malha, através do estabelecimento de políticas e incentivos, visando adequá-la o melhor possível às necessidades da economia de hoje e aos cenários futuros.

Neste cenário, um processo de planejamento estruturado da malha de transportes, tanto a nível nacional, como a nível regional, torna-se ferramenta imprescindível. Abre-se um vasto campo de pesquisa em busca da solução para os problemas de planejamento de transportes mais complexos, tanto em nível estratégico, como em nível tático e operacional. O presente trabalho estará focado em um problema de planejamento estratégico para um tipo específico de transporte de carga: O transporte intermodal *long-haul*. O transporte *long-haul* pode ser definido como transporte de cargas sobre longas distâncias sendo estas cargas consolidadas em unidades inteiras de transporte, normalmente com origem e destino em terminais por onde pode haver consolidação ou desconsolidação de cargas para coleta ou entrega local. Estas entregas e coletas locais constituem o outro tipo de transporte diferente do *long-haul*, e possuem abordagens para estudo totalmente diferentes. É característica deste tipo de transporte (*long-haul*) operar com linhas regulares com horários de chegada e partida nas cidades de origem e destino.

## 1.2 A EVOLUÇÃO DO MERCADO DE TRANSPORTES/LOGÍSTICA NO BRASIL

Até meados dos anos 80, as empresas produtoras de bens eram, geralmente, também suas próprias distribuidoras. Possuíam uma frota de caminhões que realizava a distribuição dos seus produtos ao longo de sua cadeia logística. Eventualmente, em meses de pico, contratavam transportadoras para que realizassem algum transporte extra a fim de não perderem vendas. Dependendo do ramo de atuação, poderiam ainda ser usuárias das ferrovias, hidrovias ou portos, todos os sistemas controlados pelo governo.

Este modelo acabava por implicar, no caso do transporte rodoviário, em altos níveis de ociosidade da frota e dos motoristas todos exclusivos de uma só empresa. Os sistemas ferroviário, hidroviário e os portos tinham altos custos operacionais, baixa eficiência e nível de serviço insatisfatório aos seus usuários, elevando o custo dos produtos finais produzidos.

Com este cenário, iniciou-se nos anos 90 um processo de privatização dos portos e ferrovias, visando o rápido aumento de produtividade destes sistemas, permitindo oferecer

serviços mais confiáveis a menores custos para os usuários. A tabela 1.1 mostra a evolução da produtividade no sistema ferroviário:

TABELA 1.1 – Relação TKU/vagão das principais ferrovias Brasileiras

TKU/Vagão (Mil)			
Ferrovia	1999	2000	2001
ALL – Logística	1.017	1.041	1.131
MRS	2.321	2.647	2.063
FCA	908	939	1.118
EFVM	4.052	4.351	4.114
Ferroban	468	542	693
Média	1.753	1.904	1.824
Crescimento	9%	-4%	

FONTE: ANUÁRIO ESTATÍSTICO ANTT – 2001

A TKU significa tonelada quilômetro útil transportada, ou seja, o produto da tonelada transportada pela respectiva distância de transporte. Trata-se do indicador mais comum na medição de produção ferroviária, sendo, inclusive, usado pelo Ministério dos Transportes para medição de metas estabelecidas para as ferrovias. Este indicador, mostra a produtividade sobre o ativo vagão, que obteve um crescimento de 9% de 1999 para 2000. Em 2001, este indicador caiu um pouco em função de novas aquisições deste tipo de ativo por parte de algumas ferrovias. No entanto, na média houve um aumento de cerca de 4%.

Outro indicador de sucesso dos programas de privatização é a movimentação de containeres nos portos Brasileiros, medida em TEUs. Esta é uma unidade de volume, que equivale a uma unidade de contêiner de 20 pés. Assim, um contêiner de 40 pés equivale a dois TEUs. A tabela 1.2 mostra a evolução do volume nos portos em TEUs:

TABELA 1.2 – Movimentação de containeres nos portos Brasileiros

Ano	Mov. containeres (TEUs)
1997	1.925.971
1998	2.029.371
1999	2.166.344
Crescimento 97-99	12%

No transporte rodoviário, surgiram grandes empresas especializadas que passaram a realizar toda a distribuição dos produtos das empresas produtoras de bens, que, por si só, se desfizeram de seus ativos. Assim, com um mesmo caminhão, estas transportadoras puderam atender mais de um cliente, reduzindo os níveis de ociosidade de frota já que antes estes ativos eram exclusivos destas empresas produtoras de bens. Também no ramo rodoviário, foi possível reduzir os custos médios do transporte.

O fato importante é que surgiram empresas privadas provedoras de serviços de transportes, que necessitavam dar lucro para se sustentar em um mercado competitivo, em que o usuário necessita a cada dia baixar seus custos com transporte e distribuição sem prejuízos ao nível de serviço.

No final dos anos 90 e início da década de 2000, estas transportadoras passaram a oferecer em alguns casos operações logísticas mais complexas do que o transporte exclusivamente. Os clientes necessitavam que as transportadoras praticassem não somente o transporte de uma origem para um destino, mas também a administração da cadência deste transporte, com operações completas de *inbound e outbound* de determinado produto a partir de uma fábrica ou Centro de Distribuição (CD) do cliente. Os transportes *inbound* representam todas as entradas de produtos em uma fábrica ou CD, enquanto que o *outbound* representa todas as saídas. Estas transportadoras passaram a ser conhecidas como operadores logísticos.

O princípio que permitia a obtenção de resultado financeiro positivo para este tipo de empresa é a possibilidade de consolidação, ou seja, a utilização de cargas de dois ou mais clientes diferentes em um mesmo espaço físico em terminais e veículos.

### 1.3 AS ESTRATÉGIAS DE CONSOLIDAÇÃO NO TRANSPORTE DE CARGA

Uma empresa de transporte pode oferecer um transporte de longa distância para uma determinada carga de um cliente, simplesmente disponibilizando um caminhão que viajaria diretamente ao seu destino final. O custo de se oferecer este serviço pode não ser compatível com o frete que o mercado está disposto a pagar. Isto muito provavelmente ocorrerá quando algum

concorrente desta empresa oferecer um serviço com custo menor sem o proporcional prejuízo no serviço prestado ao cliente. A redução dos custos unitários de transporte pode ocorrer com a utilização das estratégias de consolidação.

O processo de consolidação é muito característico no mercado de carga fracionada. Neste mercado, um processo tradicional tem as seguintes características descritas a seguir:

- ✓ Coleta urbana em caminhões pequenos (até 50 m<sup>3</sup>): Caminhões menores coletam cargas nas cidades, ao invés de carretas de grande porte; principalmente em virtude de restrições de circulação e janelas de tempo para coleta - um caminhão grande não consegue realizar coletas em um dia a ponto de completar sua lotação, tornando-se anti-econômico sua utilização nesta operação.
- ✓ Utilização de terminais de consolidação estratégicos: Uma vez coletada, as cargas são consolidadas para unidades de transporte maiores (carretas de 90 m<sup>3</sup> ou aviões). O processo de consolidação de carga é definido como a acomodação de diversas cargas provenientes de veículos menores em veículos de maior porte.
- ✓ Triagem e classificação de cargas no meio de seu trajeto: Mesmo que a carga já tenha sido consolidada na sua origem para unidades de transporte maiores, estes veículos podem partir sem sua lotação completa. Neste caso, pode haver a necessidade de nova consolidação no meio de seu trajeto em terminais que contenham carga para o mesmo destino do veículo.

As vantagens econômicas destas estratégias parecem óbvias. Há de se considerar, no entanto, que a medida em que se fazem muitas operações de consolidação de carga, aumentam os custos de terminais, bem como os tempos médios de entrega e a probabilidade de perdas e avarias nas cargas. A determinação do sistema ótimo de operação constitui a grande questão a ser resolvida, em que os modelos de pesquisa operacional são ferramentas que podem contribuir muito neste sentido.



No transporte *long-haul* as principais estratégias de consolidação estão basicamente ligadas ao transporte intermodal, conforme descrita abaixo:

- ✓ Transporte rodo-ferroviário: Faz-se a coleta da carga no cliente com caminhão, e depois a carga é transferida para vagões em terminais intermodais. O transbordo pode ser feito com a carga embalada individualmente ou em unidades bimodais, como contêineres e carretas bimodais.
  
- ✓ Transporte rodo-marítimo: A carga é coletada no cliente por caminhões transportada até os portos onde é embarcada em navios. Normalmente, estes navios operam em linhas regulares com datas fixas de partida. Embora ainda existam navios de carga geral, que permitem embarcar carga solta ou paletizada, isto vem se tornando cada vez mais raro, de maneira que este tipo de transporte opera basicamente com contêineres.
  
- ✓ Engate e desengate rodoviário: Esta operação se beneficia do fato de que alguns processos de carga e descarga rodoviária consomem tempos razoavelmente grandes. Assim, o cavalo mecânico desengata da carreta nos locais de carga e descarga, retornando a um terminal da empresa nas proximidades, ficando livre para realizar outras atividades em paralelo, como por exemplo outra viagem. Ao final do processo de carga/descarga, outro cavalo (ou o mesmo) fará a coleta da carreta para este terminal para que possa ser utilizada em outra atividade de transporte. Como consequência destas operações, o ciclo médio dos cavalos mecânicos é menor do que a das carretas, levando a possibilidade de operar com uma relação cavalo/carreta inferior a um (mais de uma carreta por cavalo). Trata-se, portanto, de uma forma de consolidação no transporte rodoviário. Esta estratégia é difícil de ser utilizada no Brasil pelo fato de que a maioria dos clientes pouca capacidade de recebimento, o que acaba por acarretar filas para estacionamento nas docas de seus terminais. Assim, o transportador necessita de um cavalo e um motorista em todo o tempo para realizar as manobras de estacionamento da carreta quando chegar sua vez.

Existem ainda outras formas de consolidação, como o transporte rodo-fluvial, ferro-marítimo e etc. Assim como no transporte de carga fracionada, estas operações implicam em custos maiores de terminais e maiores prazos de entrega para os clientes.

Concluindo, as operações de consolidação podem constituir grande vantagem competitiva para operadores logísticos. Há, no entanto, uma configuração de serviços ótima que equilibra os custos de terminais com os ganhos advindos da consolidação. Fazer este planejamento de maneira estruturada consiste no grande desafio definido como o problema de planejamento de serviços de transporte intermodal.

#### 1.4 OBJETIVOS

O objetivo desta dissertação é propor uma metodologia para o planejamento de serviços de transporte intermodal numa dada rede física, visando maximizar o lucro levando-se em conta o nível de serviço oferecido. Em linhas gerais a metodologia busca fornecer subsídios para obter resposta a três questões básicas de um processo de planejamento de serviços intermodais:

- ✓ Quais demandas (contratos) atender?
- ✓ Qual a melhor maneira de alocar os ativos para atendimento às demandas?
- ✓ Quais novos ativos deverão ser adquiridos para execução de serviços?

O horizonte de planejamento será de um ano, período este em que normalmente são reavaliados os contratos com clientes e obtidos empréstimos para compra de novos ativos. Será feito um estudo de caso de planejamento de uma rede de transportes rodo-ferroviária. Para que os objetivos sejam atingidos será proposta uma formulação matemática, que será descrita em etapas posteriores.

## 1.5 DELINEAMENTO DO TRABALHO

Uma empresa de transporte, para ser competitiva, deve alocar seus ativos e disponibilizar sua estrutura física de terminais e/ou vias de transporte de forma a oferecer serviços que maximizem seus lucros.

O processo de tarifação envolve a decisão de fechamento de contratos de longo prazo ou a espera por oportunidades no mercado *spot*. O mercado *spot* pode ser definido como demandas que surgem nos momentos próximos ao embarque, que normalmente são difíceis de serem previstas no longo prazo. Quando são fechados contratos, normalmente as tarifas praticadas são balizadas por médias de mercado. Em contrapartida, há a garantia de volumes a serem transportados, evitando o risco de se deixar ativos parados. O mercado *spot* é mais incerto quanto aos volumes, no entanto evita o engessamento no processo de tarifação. Neste caso, a empresa pode aproveitar oportunidades de mercado e praticar tarifas maiores do que as médias. Este processo, no entanto, pode gerar overbooking devido a incerteza na previsão dos volumes, o que prejudica o nível de serviço. No presente trabalho, será admitido, para simplificação, que as tarifas são todas de contrato, ou seja, balizadas pelas médias de mercado. Quando citado simplesmente como tarifa, subentende-se tarifas de contrato.

A tarifa, portanto, possui um balizador de mercado, o qual, de certa forma, determina limites no frete a ser cobrado. Isto acontece devido ao alto nível de concorrência no mercado de transportes. No entanto, esta noção de tarifa base do mercado vale para um dado nível de serviço, normalmente balizado pelo desempenho do transporte rodoviário comum, predominante no Brasil. Se um outro serviço dentro de uma mesma rota for oferecido, deve-se avaliar os impactos do desempenho deste novo serviço nos custos logísticos dos clientes. Serviços com prazos de entrega menores e pouca variação neste prazo (confiabilidade) tendem a gerar um benefício nos custos da cadeia logística dos usuários. Por exemplo, um serviço rodoviário expresso (sem parada para descanso de motorista) pode melhorar o nível de serviço, permitindo a adoção de tarifas maiores. O quão maior estas tarifas podem ser dependerá do impacto nos custos da cadeia logística dos clientes, o que varia de acordo com o produto.

Os custos operacionais se dividem em fixos e variáveis. No caso do transporte de carga, normalmente os custos fixos são significativamente maiores do que os variáveis. É de se esperar, portanto, que a maioria dos problemas de otimização no transporte de carga leve em conta o lucro operacional e não somente a margem. A margem pode ser definida como a receita líquida menos os custos variáveis de transporte. Já o lucro operacional é definido como a margem menos os custos fixos da operação. Como consequência, os modelos tendem a focar em um maior giro dos ativos e produzir indicadores de desempenho que meçam a quantidade de produção por unidade de tempo dos equipamentos utilizados. Neste contexto as estratégias de consolidação são fundamentais na obtenção de vantagem competitiva.

O presente trabalho focará no problema de planejamento de serviços de transporte intermodal. As empresas do ramo de transporte/logística se deparam com este tipo de problema no momento de seus fechamentos anuais, quando buscam determinar, para o ano seguinte, como será a aquisição de ativos, quais ativos atuais devem deixar de serem usados sob o ponto de vista econômico e como serão alocados os demais ativos dali para frente. Perguntas comuns neste tipo de planejamento são:

- ✓ Quantos veículos adquirir e de quais tipos?
- ✓ Em quais rotas se pretende alocar os novos ativos e os atuais?
- ✓ Quais modalidades de transbordo estão obsoletas e quais necessitam ser melhor exploradas?

Em linhas gerais consiste em determinar como compor os serviços oferecidos alocando seus ativos de maneira a atender à demanda.

O trabalho consistirá em elaborar uma metodologia para análise estruturada deste problema, por meio da construção de um modelo matemático, aplicado ao transporte intermodal.

Os cenários a serem examinados serão caracterizados por uma dada demanda anual de transporte por origem/destino/mercadoria com suas respectivas tarifas por tonelada e uma rede de infra-estrutura de transportes contendo veículos, terminais e equipamentos de transbordo. A

demanda de transporte será convertida em um dia típico de operação. Já os ativos serão agrupados em diversas combinações possíveis de forma a movimentar cada demanda de transporte.

Por exemplo, uma demanda de transporte de São Paulo ao Rio de Janeiro pode ser atendida por caminhões alocados a esta rota e pela existência de terminais de apoio em cada uma dessas cidades. Outra alternativa seria o transporte de caminhão até um terminal intermodal rodoviário com transbordo para um determinado tipo de vagão e novamente transbordo para caminhão até a entrega final. Todas estas composições de ativos levam a uma determinada utilização dos mesmos e a um determinado nível de serviço para a demanda que está sendo transportada. Estas combinações formam os grupos de serviço, que serão melhor definidos posteriormente. Cada grupo de serviço é como se fosse uma via para transporte de uma demanda do seu ponto de origem ao seu ponto de destino, que possui um determinado custo de operação e possui determinado nível de serviço, gerando um custo de estoque para os clientes. O modelo determina a melhor composição de grupos de serviço para atendimento a estas demandas de maneira a maximizar o lucro operacional bruto.

## **2 REVISÃO DOS MODELOS DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTE INTERMODAL NA BIBLIOGRAFIA**

*Neste capítulo, será feita uma revisão bibliográfica sobre as formulações de modelos de planejamento de redes e serviços intermodais já propostos na literatura, precedido de uma breve apresentação sobre conceitos de planejamento e seus diversos níveis de decisão. Serão levantados os modelos de planejamento no nível estratégico, que constitui o foco desta dissertação, tanto no planejamento de serviços como no da rede física. Serão ainda levantados os modelos de planejamento no nível tático, que incorporam variáveis como frequências, horários de partida e chegada e itinerários mais detalhados, com uma breve apresentação de modelos operacionais.*

*Pelo fato de que a dissertação se encontra mais num âmbito de planejamento do serviço, questões relacionadas ao nível de serviço oferecido serão também abordadas neste capítulo. Para isso, a pesquisa bibliográfica buscou alguns modelos de medição do impacto do serviço de transporte em outros custos dentro da cadeia logística dos clientes.*

### **2.1 O CONCEITO DE PLANEJAMENTO NA LITERATURA**

O processo de planejamento é uma atividade vital nas empresas de um modo geral. Segundo REBOUÇAS (2001), “...planejamento é um processo desenvolvido para o alcance de uma situação desejada de um modo mais eficiente, eficaz e efetivo, com a melhor concentração de esforços e recursos pela empresa”. A definição dos níveis de planejamento muitas vezes é algo confuso para as empresas, especialmente quando se busca separar decisões estratégicas das táticas. De acordo com ACKOFF (1975), “...estratégia e tática são dois aspectos de comportamento. A estratégia relaciona-se com objetivos de longo prazo e com modos de perseguir-lo que afetam a empresa como um todo. A tática relaciona-se com as metas de curto prazo e com meios de atingi-las que, geralmente, afetam somente uma parte da empresa.”.

Assim como colocado, as classificações feitas quanto ao nível de decisão dos modelos estudados buscarão identificar estas diferenças apresentadas.

## 2.2 O PROBLEMA DE PLANEJAMENTO NO TRANSPORTE INTERMODAL

O problema de planejamento no transporte intermodal é uma questão bastante complexa, devido às inúmeras possibilidades de combinações de variáveis como: horários de partida e chegada, itinerários, estratégias de consolidação, frequência do serviço, prioridade, entre outros.

Por este motivo, os autores de um modo geral procuram separar a abordagem das formulações de acordo com os níveis de decisão requeridos, conforme descrito por Crainic et al (1997). Na literatura, encontram-se modelos para decisões estratégicas, táticas e operacionais.

As formulações voltadas a decisões no nível estratégico podem ser separadas em duas linhas distintas: Os modelos de localização dos elementos de infra-estrutura de uma rede intermodal e os modelos de formação de serviços dentro de uma rede existente.

A primeira linha constitui modelos de decisão para localização de nós da rede, como terminais intermodais, portos, terminais rodoviários e etc, bem como estudo de viabilidade dos arcos, como ramais ferroviários, hidroviários (construção de eclusas) ou mesmo rodovias.

A segunda linha se refere a modelos de decisão dos tipos de serviço a serem oferecidos, em que se possa testar estratégias de serviços sobre o resultado final, normalmente constituído pelos custos operacionais adicionados de uma parcela de custo do nível de serviço resultante. Esta linha se situa num nível intermediário entre o estratégico e o tático. Isto porque, nestes cenários, as decisões já envolvem variáveis como frequência, reposicionamento de vazios, velocidade dos serviços, que possuem um caráter mais operacional do que as anteriores. No entanto, trata-se de decisões que irão nortear o fechamento de contratos de prestação de serviços, que são de base, no mínimo, anual. Além disso, os modelos permitem testar estratégias de melhoria em parâmetros do serviço sobre o resultado, tais como tempos de processamento em terminais, entre outros. Assim sendo, será admitido este tipo de modelo como decisão estratégica. Dentro desta linha os modelos pesquisados, estiveram focados em responder as seguintes questões referentes ao problema:

- ✓ *Seleção do serviço a ser executado*: Trata-se da escolha das rotas pelos quais os serviços serão oferecidos.
- ✓ *Itinerários das rotas*: Uma vez selecionadas as rotas, é preciso definir seu itinerário, definindo os terminais, pátios e linhas férreas por onde ela passará.
- ✓ *Políticas em terminais*: Os terminais de consolidação devem possuir políticas claras quanto às estratégias de consolidação. Por exemplo, num terminal rodo-ferroviário deve-se estabelecer a bloqueio mínima de vagões da mesma demanda, abaixo do qual o transporte não é realizado. Estas políticas podem entrar como parâmetros para um modelo de planejamento de serviços ou podem ser variáveis de decisão, no caso para testar a melhor alternativa entre algumas pré-estabelecidas.
- ✓ *Distribuição de veículos vazios*: Uma vez determinados os serviços, com o estabelecimento dos itinerários, é preciso definir como as unidades vazias serão reposicionadas de maneira a atender a demanda requerida.

Os modelos de simulação propostos para resolução destes tipos de problema são utilizados para se testar uma nova política operacional, gerando respostas mais precisas, especialmente quando fenômenos aleatórios na circulação dos ativos têm grande influência no resultado final.

Por sua vez, os modelos de otimização de redes promovem uma análise mais sistêmica do problema, identificando mais facilmente os gargalos operacionais e seus impactos no resultado, seja ele custos, receita ou lucro. No presente trabalho optou-se pelo emprego de modelos de otimização para a resolução do problema de planejamento de serviços de transporte intermodal.

Os modelos de planejamento tático normalmente são trabalhados numa base mensal ou trimestral. Em tais modelos aparecem como variáveis, entre outras, os horários de partida e chegada de trens e navios e os itinerários completos das rotas. Torna-se possível montar grades horárias para todos os serviços, considerando-se detalhes como janelas de tempo de terminais e



clientes e com isso, traçar um plano completo de viagem das mercadorias com os horários no serviço porta a porta.

Por fim, os modelos de decisão operacional são normalmente modelos multiperiódicos, que consideram o posicionamento atual dos ativos e os compromissos futuros de atendimento, decidindo como e quando movimentar estes ativos a partir de seu estado atual.

A figura 2.1 mostra em linhas gerais o processo de decisão no transporte intermodal “long-haul”.

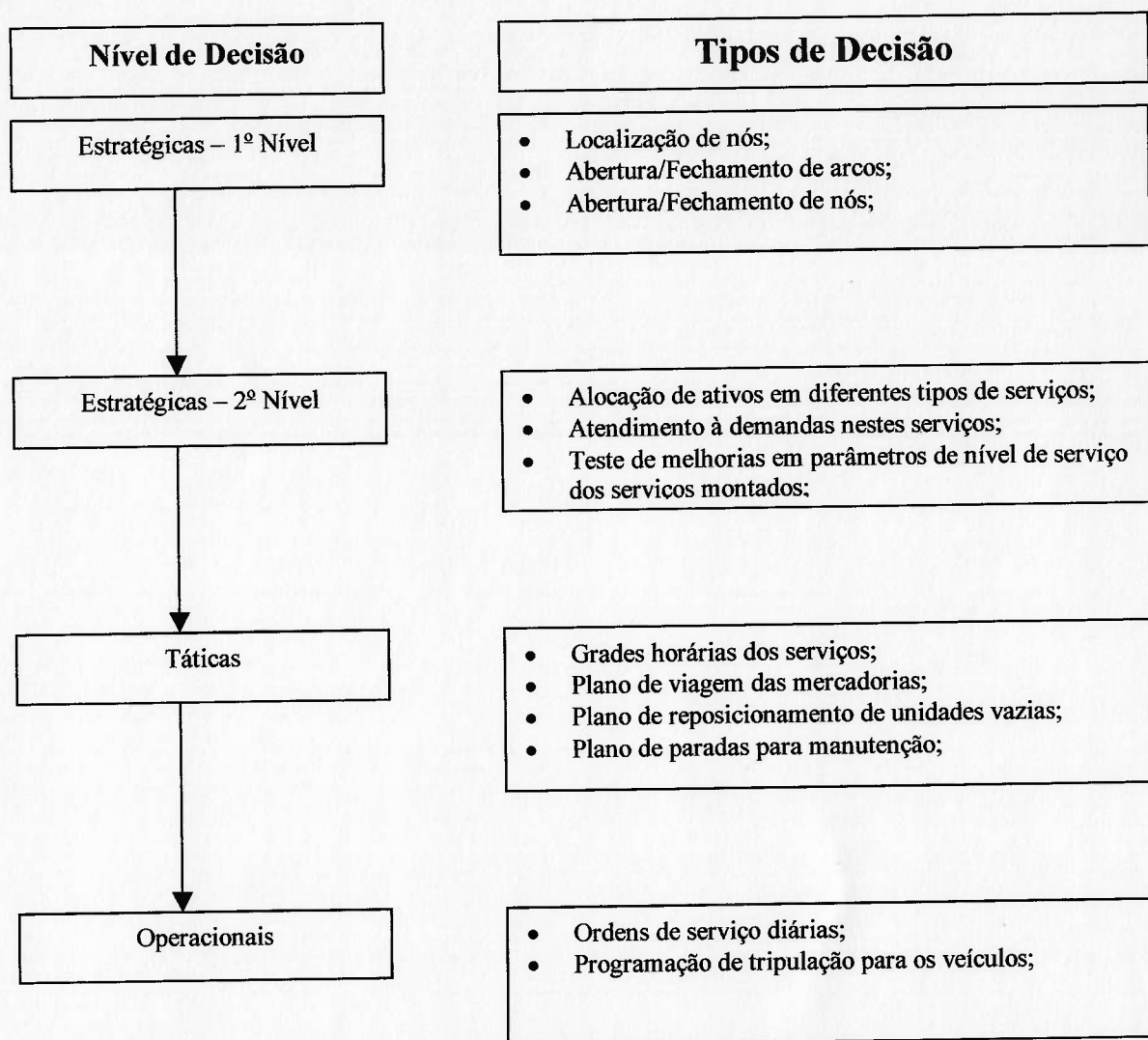


FIGURA 2.1 – Níveis de decisão na atividade de planejamento de transportes intermodais

O presente trabalho se encaixa no segundo nível de decisão apresentado, ou seja, as estratégias de segundo nível.

## 2.3 MODELOS PARA PLANEJAMENTO DA INFRA-ESTRUTURA EM REDES DE TRANSPORTE INTERMODAL

Esta classe de modelos se preocupa somente em definir a rede física, que é constituída por nós, contendo demandas e ofertas, unidos por arcos, por onde há um fluxo de mercadorias para atender às restrições de demanda e oferta. Variáveis relativas aos serviços que atenderão a estas demandas, tais como frequências, itinerários e programação horária não são levadas em conta. Uma formulação para este problema e os respectivos métodos de solução são apresentados por Magnanti et al (1986). O modelo matemático tem a seguinte formulação:

Minimizar:  $\sum_i \sum_j f_{ij} y_{ij} + \sum_i \sum_j \sum_p c_{ijp} x_{ijp}$

Sujeito a:

- 1)  $\sum_j x_{ijp} - \sum_j x_{jip} = d_{ip}$  p/ todo i,p
- 2)  $\sum_p x_{ijp} \leq u_{ij} y_{ij}$  p/ todo i,j
- 3)  $x_{ijp} \geq 0$  p/ todo i,j,p

Onde:

Índices:

- i,j = nó de origem ou destino de demanda  
p = produto do tipo p

Variáveis de decisão:

$x_{ijp}$  = variável de decisão não negativa: indica a quantidade do produto p transportada de i para j;

$y_{ij}$  = variável de decisão binária: assume valor 1 se o arco compreendido entre os nós i e j deve permanecer “aberto”, e 0 em caso contrário.

Parâmetros:

$c_{ijp}$  = custo para transportar uma unidade do produto p de i para j;

$f_{ij}$  = custo fixo de se manter aberto o arco de i para j;

$u_{ij}$  = capacidade de escoamento de i para j;

$d_{ip}$  = demanda no nó i do produto p;

O modelo acima descrito busca minimizar o custo total, o fixo mais variável, de se operar uma rede de transportes, que existirá para atender demandas e ofertas. Como restrições, tem-se em (1) o balanço de massa de cada nó, garantindo o atendimento às quantidades demandadas ou ofertadas. Nesta restrição se  $d_{ip} > 0$ , tal parâmetro representa a oferta do produto p no nó i; quando  $d_{ip} < 0$ , então  $-d_{ip}$  representa demanda do produto p no nó i. A formulação admite que há um equilíbrio entre oferta e demanda do produto p nos nós da rede, isto é  $\sum_i d_{ip}$ .

Em (2), busca-se garantir que o fluxo total que passa por cada arco (i,j) não seja superior à sua capacidade, e que, sempre que existir o fluxo de produto no arco (i,j) este arco deve estar aberto. A última restrição trata-se da não negatividade das variáveis de fluxo.

Esta formulação, apesar de simples, traz uma característica particular, que é o fato de o custo variável estar associado não somente à rota (i,j), mas também ao produto (p) a ser transportado. Assim, é possível diferenciar custos de diferentes produtos ainda que numa mesma rota, o que permite a composição de custos logísticos totais na modelagem, incorporando também custos de estoques, manobras de encoste e desencoste de vagões (no caso de transporte ferroviário) associados a cada produto.

Esta abordagem tem um foco maior no problema de planejamento estratégico e se adequa bem aos problemas de planejamento de malhas ferroviárias em que os arcos possuem altos custos fixos de manutenção.

Esta modelagem pode ainda ter duas outras restrições:

$$4) \sum_i \sum_j f_{ij} * y_{ij} \leq B$$

$$5) x_{ijp} \leq u_{ijp} \quad p/ \text{ todo } i,j,p$$

A restrição (4) incorpora limite de orçamento para se manter arcos operando. Trata-se também de uma forte restrição na prática do planejamento estratégico das ferrovias. Já a restrição (5) estabelece uma capacidade de transporte para cada produto dentro de cada arco. Isto acontece muito quando cada produto utiliza um tipo de veículo específico, seja caminhão ou vagão. Neste caso, a capacidade de um produto dentro de um arco estaria limitada à disponibilidade de um ativo específico.

Para que este modelo considere custos fixos de nós bastaria incluir uma variável binária de decisão de abertura/fechamento de nós de acordo com o total de volume que venha a passar por aquele nó.

Na modelagem acima, a questão dos itinerários das rotas não foi explorada. Para incorporar esta etapa, foi introduzido o conceito de caminhos (itinerários) para as demandas. Segundo Crainic et al (1999), um caminho (itinerário) é uma dimensão do problema ( $I$ ) que representa uma seqüência de arcos ( $i,j$ ) que compõem o itinerário para uma rota específica. A identificação se um itinerário ( $I$ ) passa pelo arco ( $i,j$ ) é feita por um parâmetro  $\delta_{lij}$ , que assumirá valor 1 caso afirmativo e 0 em caso contrário.

Esta abordagem permite se determinar diversos roteiros que levariam uma demanda ao seu destino final, cabendo ao modelo decidir quais destes seriam carregados e quais não são interessantes de serem oferecidos, dependendo da composição de custos por produto e por arco. Com este conceito, a modelagem que antes possuía um enfoque muito mais de rede física, começa a incorporar variáveis relativas ao serviço oferecido, que será melhor explorado na seção seguinte.

Esta formulação permite selecionar arcos e, eventualmente, nós dentro de uma rede pré-estabelecida para que se mantenham abertos. Ou seja, trata-se do planejamento da rede, determinando se arcos e nós, previamente selecionados, deverão permanecer abertos ou não.

Um outro tipo de abordagem proposto por Taylor (2002). Neste trabalho foi proposta uma heurística de decisão para localização geográfica de terminais intermodais rodo-ferroviários, baseado no conceito de minimização da tonelada.milha total improdutiva no sistema. A improdutividade referida neste modelo consiste na soma da parcela de milhas percorridas por unidades vazias com a parcela resultante da diferença entre as milhas percorridas pelas unidades carregadas, de acordo com a localização dos terminais, e as milhas que seriam percorridas por estas mesmas unidades se trafegassem em linha reta. Os autores alegam que os critérios de decisão para localização destes terminais usados pelas empresas do ramo levavam em conta apenas o roteiro mais curto para as demandas, sem se preocupar com o montante de viagens vazias que surgiriam para reposicionamento e atendimento a estas demandas.

## 2.4 MODELOS PARA PLANEJAMENTO DE SERVIÇOS EM REDES DE TRANSPORTE INTERMODAL

Um outro enfoque dado ao planejamento intermodal, leva em consideração as variáveis relativas ao serviço oferecido. Estes modelos, além de determinar o carregamento dos nós e arcos para atendimento a uma demanda, incorporam variáveis relativas ao serviço que realizará este transporte. Desta maneira, aspectos como frequência, atrasos e tempos de trânsito passam a ser introduzidos na modelagem, tornando o problema mais complexo.

Esta classe de modelos busca atingir um difícil objetivo das empresas hoje chamadas de operadores logísticos, que é o de determinar qual a melhor maneira de oferecer serviços logísticos, garantindo nível de serviço competitivo para os clientes. Se, por um lado, essas empresas possuem uma limitação de ativos e recursos e necessitam garantir rentabilidade aos mesmos, por outro, um serviço otimizado sob o ponto de vista de custos, pode gerar um nível de serviço pobre, gerando outros custos para os clientes dentro da cadeia logística. Neste caso, há o risco de os operadores logísticos perderem estes clientes, ou terem que reduzir suas tarifas já que o serviço está otimizado em termos de custo, porém com uma margem ruim.

Buscando atingir estes objetivos, foi proposta uma modelagem por Crainic et al (1986), a qual será descrita em seguida.

Seja uma rede de transportes representada por nós  $\delta(i)$ ,  $\delta(j)$  e arcos  $A(i,j)$ . Os nós podem pertencer a diversos grupos  $\tau$  de acordo com as funcionalidades que eles podem exercer (por exemplo, um terminal intermodal rodo-ferroviário, ou um porto e etc). A modelagem possui parâmetros e equações que introduzem as questões relativas ao serviço a ser oferecido e à demanda que se utilizará destes serviços.

Um serviço  $s \in \mathcal{S}$  é definido pela sua rota  $r_s$  contendo algumas características, como:

- ✓  $\tau_s$ : Conjunto de nós por onde o serviço passa;
- ✓  $\Pi_s$ : Conjunto de subrotas do serviço  $s$ , tal que cada subrota  $\pi_{sk}$ , é um pedaço de  $r_s$ . Por exemplo, admita-se que a rota  $r_s$  passe pelos nós do conjunto  $\tau_s$  de maneira que o conjunto de nós que a compõe seja formada pelos nós 1,2 e 3. Uma subrota  $\pi_{sk}$  pode ser composta apenas pelos nós 1 e 2 para  $k=1$ . Outra subrota  $\pi_{sk}$  para  $k=2$  pode ser composta pelos nós 2 e 3;
- ✓  $\theta_s$ : Classe do serviço  $s$ , indicando modal, restrições de circulação, velocidade e prioridade;
- ✓  $u_{sk}$ : Capacidade do serviço  $s$  em cada subrota  $\pi_{sk} \in \Pi_s$ ;  $u_{sk}$  é o mínimo entre  $u_s$ , capacidade nominal do serviço  $s$ , e  $u_{ij\theta_s}$ , capacidade do serviço de classe  $\theta_s$  nos arcos  $(i,j) \in \pi_{sk}$ .

O conjunto de nós por onde o serviço passa define o itinerário do mesmo, já o conjunto de subrotas permite segregar na modelagem segmentos dentro da rota com características de circulação homogêneas.

A classe do serviço é um parâmetro que permite separar no modelo serviços diferentes mesmo que dentro de uma mesma rota. Por exemplo, no transporte ferroviário, a adoção de trens expressos, com prioridade nos cruzamentos, é um serviço diferenciado de um trem comum, possuindo por exemplo, menores tempos de trânsito e atrasos, estando, no entanto, na mesma rota.

Por fim, o parâmetro  $u_{sk}$  incorpora o fato de que, em muitos casos, a capacidade de transporte em longas distâncias é limitada em um trecho específico no seu trajeto. Citando

novamente o exemplo do transporte ferroviário, os trens diretos de longas distâncias ficam limitados ao trecho ferroviário de menor capacidade.

O outro lado da modelagem é a demanda de transporte, que é constituída por um volume a ser transportado entre cada par de nós  $(i,j)$  e para cada produto  $p$ . Uma demanda do produto  $p$ ,  $w_p$ , a ser transportada do nó  $i$  para o nó  $j$  pode se utilizar de diferentes itinerários. Um itinerário  $l \in \xi_p(i,j)$  de uma demanda é uma opção de rota, definida pela seqüência de nós, por onde a demanda de transporte pode trafegar da sua origem até seu destino final. O conjunto de itinerários  $l$  para uma demanda  $w_p(i,j)$  define todas as possíveis rotas que podem levar esta demanda do seu nó de origem até o destino. Para um itinerário  $l \in \xi_p(i,j)$ , portanto, existe uma rota  $r_{lp}$ , com as seguintes características:

- ✓  $\tau_{lp}$ : Conjunto de terminais por onde o itinerário  $l$  do produto  $p$  passa;
- ✓  $S_{lp}$ : Seqüência de serviços de que o itinerário  $l$  do produto  $p$  se utiliza;

O primeiro parâmetro estabelece o itinerário físico para a demanda, ou seja, apenas a seqüência de nós. Já o segundo determina como esta demanda será levada dentro deste itinerário  $l$ , ou seja, quais serviços combinados farão o transporte desta demanda dentro de seu itinerário. Obviamente as rotas dos serviços devem coincidir com a seqüência de nós do itinerário em algum ponto, de maneira que o itinerário da demanda deverá ser totalmente percorrido pelo conjunto de serviços. A figura 2.2 tem a finalidade de ilustrar melhor estes conceitos:

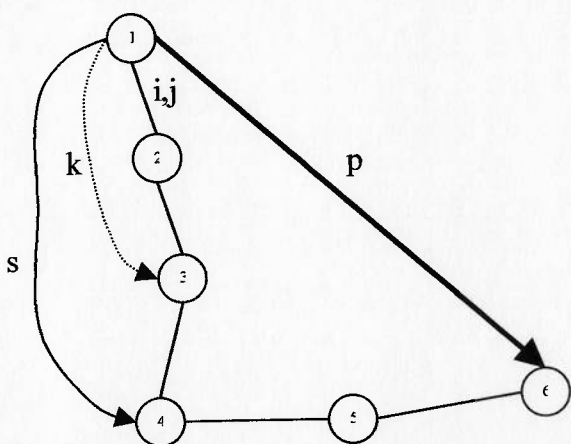


FIGURA 2.2 – Exemplo ilustrativo do conceito da modelagem proposta por Crainic

Nesta figura há uma demanda de transporte  $w_p$  (1,6) do produto  $p$  entre o nó 1 e o nó 6. Uma opção é utilizar o itinerário  $l$  constituído pelos nós 1,2,3,4,5 e 6. Para levar esta demanda por este itinerário, utiliza-se inicialmente o serviço  $s$ , que possui como rota os nós 1,2,3 e 4. Para continuação do transporte desta demanda, deverá haver outros serviços cujas rotas incluam os arcos (4,5) e (5,6). Por sua vez, existe uma subrota  $k$  de  $s$ , definida pelos arcos (1,2) e (2,3); esta segmentação dentro da rota de  $s$  acontece pelo fato de a capacidade do serviço  $s$  nos arcos (1,2) e (2,3) ser diferente da capacidade no arco (3,4).

É interessante observar que a independência entre a rota da demanda (itinerários  $l$ ) e a rota dos serviços  $s$  caracteriza o problema como intermodal, pois há possibilidade de combinação de quaisquer serviços, independentemente do modal utilizado e de suas características. Outro fator importante a ser observado é que esta possibilidade de combinação de diferentes serviços permite determinar o tempo de trânsito e outras características relativas ao nível de serviço. Assim como os modelos de rede descritos anteriormente, as características do fluxo são definidas por produto.

As variáveis deste modelo são a parcela de demanda do produto  $p$  transportado pelo itinerário  $l$  ( $h_{lp}$ ) e as frequências dos serviços  $s$  ( $y_s$ ). O modelo é descrito com as seguintes equações:

$$\text{Minimizar: } \sum_{s \in \mathfrak{S}} \{\psi_s(y)\} + \sum_{p \in P} \sum_{l \in \xi_p} \{\Phi_{lp}(y,h) + \Theta(y,h)\}$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} \sum_{l \in \xi_p} h_{lp} &= w_p && \text{p/ todo } p \in P; \\ y_s &\geq 0 \text{ e inteiro} && \text{p/ todo } s \in \mathfrak{S}; \\ h_{lp} &\geq 0 && \text{p/ todo } p \in P \text{ e } l \in \xi_p; \end{aligned}$$

Na formulação acima,  $\psi_s(y)$  representa o custo fixo de se operar o serviço  $s$  na frequência  $y$ ,  $\Phi_{lp}(y,h)$ , o custo variável de se transportar a demanda  $p$  pelo itinerário  $l$  e  $\Theta(y,h)$  a penalização em forma de custo variável dos atrasos originados por se operar o serviço  $s$  com um nível de saturação de tráfego  $h$  na frequência  $y$ .



A modelagem, portanto, não incorpora o fator capacidade como restrição, mas sim como uma função  $\Theta(y,h)$  na fórmula do custo (função objetivo), como uma penalidade por conta de atrasos. Assim, quanto mais um serviço estiver carregado, maiores serão os atrasos na sua execução, não possuindo uma capacidade finita. Esta função normalmente não é linear, sendo incorporada para estes casos uma fórmula da teoria de filas.

Este modelo proposto possui uma estrutura de programação não linear, inteira mista. Trata-se de um problema multiproduto, multimodal de fluxo em rede. Não existe até o momento um método para solução exata deste problema. Vale ressaltar que esta modelagem possui um caráter bastante genérico para o problema. Por exemplo, um problema desta natureza que envolva o transporte ferroviário requer um equacionamento que represente com mais detalhes as restrições. Isto porque a ferrovia pode limitar o transporte pela capacidade da via permanente, pelo número de vagões do sistema, pelo número e capacidade de locomotivas, pela capacidade dos pátios e etc.

Devido à alta complexidade do sistema ferroviário, há na literatura modelos específicos relativos ao problema de formação de composições ferroviárias. Thomet (1971), apresentou uma heurística baseada em economias com o objetivo de minimizar custos. Sua técnica baseia-se na formação de trens diretos em cada ponto de origem de demanda para cada ponto de destino. A heurística proposta busca substituir os trens diretos por uma seqüência de trens, nas quais os vagões passariam a fazer conexões até chegarem a seus destinos finais. O impacto destas substituições pode ser a redução da necessidade total de locomotivas no sistema, um melhor aproveitamento das locomotivas ou o aumento de custos devido a maior necessidade de operações de triagem e classificação em pátios intermediários. Sempre que as substituições reduzem os custos totais ela é consolidada até que não haja mais economias.

Uma formulação para o problema foi proposta por Murgel (1998), buscando incorporar algumas importantes características deste tipo de transporte. Abaixo será descrita tal formulação.

Sejam os conjuntos:

- ✓  $G = (N,A)$ : grafo direcionado que representa a rede física;

- ✓  $N$ : Conjunto de nós do grafo que representam os pátios;
- ✓  $A$ : Conjunto de arcos do grafo que representam as vias;
- ✓  $G_s = (N_s, A_s)$ : grafo direcionado que representa uma rede de serviços;
- ✓  $N_s$  = conjunto de nós da rede de serviços, representando origens e destinos dos trens;
- ✓  $A_s$  = conjunto de arcos que representam os trens “ $k$ ”;
- ✓  $V$  = conjunto de vagões;
- ✓  $T$ : conjunto de locomotivas, cujos elementos são indicados pelo índice  $t = 1, 2, 3, 4, \dots, |T|$ ;
- ✓  $R$ : conjunto de rotas definidas como seqüências ordenadas de nós entre todos os pares origem-destino para os quais exista um tráfego esperado;
- ✓  $M$ : conjunto de produtos a serem transportados entre pares origem-destino da rede, em que cada elemento do conjunto é representado pelo índice  $m$  tal que  $m = (O, D, P, R_m)$  com  $O \in N$ ,  $D \in N$ ,  $P$  equivale a um produto e  $R_m$  denota a rota do elemento  $m$ .
- ✓  $R_m$ : seqüência ordenada de arcos de modo a definir um caminho entre a origem e o destino da carga  $m$ , definida para cada elemento  $m \in M$ .
- ✓  $R_\theta$ : seqüência de arcos da rede física que compõem o arco “ $\theta$ ” da rede de serviços  
 $R_\theta = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\}$  com  $a_1 = (i, j) \in A$ ,  $i \in N$  e  $j \in N$ ;

Admita-se conhecidos:

- ✓  $C_{mv}$ : custo por unidade de vagão para transportar a carga  $m$  no vagão do tipo  $v$  da origem ao destino;
- ✓  $P_m$ : receita por unidade de vagão para transportar a carga  $m$  no vagão do tipo  $v$  da origem ao destino;
- ✓  $C_{la}$ : custo por unidade de locomotiva do tipo “ $l$ ” no arco “ $a$ ”;
- ✓  $B_{la}$ : denota a capacidade de tração da locomotiva “ $l$ ” no arco “ $a$ ”;
- ✓  $D_m$ : demanda em toneladas úteis da carga  $m$ ;
- ✓  $NL_{la}$ : número máximo de locomotivas do tipo “ $l$ ” no arco “ $a$ ” alocadas a um único trem;

- ✓  $VH_v$ : vagões.horas disponíveis do vagão “v”;
- ✓  $LH_l$ : Locomotivas.horas disponíveis da locomotiva “l”;
- ✓  $TM$ : menor trem aceitável em toneladas brutas;
- ✓  $U_{mv}$ : capacidade útil do vagão “v”;
- ✓  $pp_v$ : tara do vagão v;
- ✓  $r_v$ : comprimento do vagão v;
- ✓  $t_{j\theta}$ : tempo de percurso do trem “ $\theta$ ”;
- ✓  $tc_m$ : tempo variável associado à carga “m”;

E sejam as variáveis de decisão:

- ✓  $f^\theta$  = número de viagens do trem “ $\theta$ ” no período de planejamento;
- ✓  $X_{mv}^\theta$  = número de vagões do tipo v que transportam a carga “m” no trem “ $\theta$ ”;
- ✓  $y_{la}^\theta$ : número de locomotivas do tipo “l” no arco “a” alocada ao trem “ $\theta$ ”;

Tem-se a seguinte formulação:

*Função Objetivo: Maximização de lucro*

$$Z = \sum_{(m)} P_m [\sum_{(\theta)} f^\theta (\sum_{(v)} X_{mv}^\theta)] - [\sum_{(\theta)} f^\theta (\sum_{(l,a)} C_{la} y_{la}^\theta) + \sum_{(\theta)} f^\theta (\sum_{(m,v)} C_{mv} X_{mv}^\theta)]$$

Sujeito às restrições:

- |  |  |
|--|--|
| 1) $\sum \sum_{(\theta,v)} f^\theta X_{mv}^\theta (U_{mv}) \leq D_m$                     | p/ todo m;                                 |
| 2) $\sum \sum_{(v,m)} X_{mv}^\theta (U_{mv} + pp_v) \leq TG$                             | p/ todo $\theta$ ;                         |
| 3) $\sum \sum_{(v,m)} X_{mv}^\theta (U_{mv} + pp_v) \leq TM$                             | p/ todo $\theta$ ;                         |
| 4) $\sum \sum_{(\theta,m)} X_{mv}^\theta [t_{j\theta} + X_{mv}^\theta (tc_m)] \leq VH_v$ | p/ todo v;                                 |
| 5) $\sum \sum_{(v,m)} X_{mv}^\theta (U_{mv} + pp_v) \leq B_{la} y_{la}^\theta$           | p/ todo $\theta$ e todo $a \in R_\theta$ ; |
| 6) $y_{la}^\theta \leq NL_{la}$  | p/ todo $\theta$ e todo $a \in R_\theta$ ; |
| 7) $\sum \sum_{(\theta,a)} f^\theta y_{la}^\theta t_{ja} \leq LH_l$                      | p/ todo l;                                 |
| 8) $y_{la}^\theta \geq 0$ e inteiro  | p/ todo $\theta$ e todo $a \in R_\theta$ ; |

9)  $f^\theta \geq 0$  e inteiro

p/ todo  $\theta$ ;

10)  $X_{mv}^\theta \geq 0$  e inteiro

p/ todo  $\theta$  e todo  $m$  e todo  $v$ ;

A restrição (2) impõe que a quantidade de carga transportada do tipo  $m$  não supere a demanda. As restrições (3) e (4) impõem limites mínimos e máximos aos tamanhos dos trens. O limite mínimo está associado à viabilidade econômica de se formar os trens, já o limite máximo se refere ao limite operacional dos trens. A restrição (5) se refere ao limite de utilização de vagões em vagões.hora. Pelo fato de que, nesta formulação, os tempos de pátios e terminais dos clientes ( $tc_m$ ) são dependentes da quantidade de carga movimentada, esta restrição torna o modelo não linear. A restrição (6) impõe que a quantidade, em toneladas brutas, alocadas a um trem, não ultrapasse a capacidade de tração do conjunto de locomotivas designadas para aquele trem. A restrição (7) impõe um número máximo de locomotivas por trem em cada arco, representado uma restrição operacional que está associada a questões operacionais e de segurança. A restrição (8) e a (6) limita a utilização de locomotivas no sistema ao seu valor de disponibilidade máxima em locomotivas.hora. As restrições (9), (10) e (11) garantem a não negatividade das variáveis e impõem que elas sejam inteiras.

A formulação apresentada não incorpora a questão do reposicionamento de vagões vazios. Neste modelo, os vagões foram tratados como se estivessem em circuitos fechados, ou seja, a mesma quantidade de vagões utilizada para transportar uma demanda de uma origem para um destino da malha é a que retorna vazia para seu ponto de carregamento. Esta simplificação ignora o fato de que algumas cargas são retorno de outras e que é possível realocar vagões vazios em pontos de carregamento mais perto do destino de outra carga, de maneira a minimizar a viagem vazia total (em relação ao modelo de ciclos fechados). Esta é uma prática comum nas ferrovias.

Apesar do fato colocado, a formulação incorpora uma série de restrições importantes para que um modelo de análise do transporte ferroviário se aproxime mais da realidade, representando grande contribuição para evoluções futuras. Na seqüência do trabalho, a autora propôs uma heurística para resolução do problema, com a formação inicial de trens diretos seguido de um processo de refinamento, de maneira a incorporar também a questão do reposicionamento de vagões vazios.

A metodologia apresentada na presente dissertação busca explorar o conceito colocado por Crainic de planejamento de serviços, considerando restrições importantes relativas aos modais de transporte como apresentado, no caso do transporte ferroviário, por Murgel.

## 2.5 ESTUDO DO IMPACTO DO NÍVEL DE SERVIÇO DOS TRANSPORTES NA CADEIA LOGÍSTICA DOS CLIENTES

O impacto do nível de serviço do sistema de transportes sobre os custos da cadeia logística dos clientes é outro assunto largamente discutido na literatura.

Um modelo para avaliação de desempenho das empresas, levando em conta nível de serviço oferecido e produtividade, foi desenvolvido pelo Supply Chain Council (1995) denominado SCOR. Segundo este modelo, o desempenho logístico de uma empresa, estaria associado a quatro fatores básicos: confiabilidade, flexibilidade e rapidez de resposta às necessidades dos clientes, custos operacionais e produtividade dos ativos. Os dois primeiros seriam parâmetros de qualidade do serviço, voltados para os clientes. Os dois últimos seriam medições relativas à produtividade das empresas, sendo portanto, questões mais internas. O modelo sugere que todo e qualquer sistema de avaliação de desempenho siga indicadores de gestão que estejam relacionados a algum destes quatro itens.

Segundo Ballou et al (1978), os três grandes fatores que influenciam a decisão dos clientes sobre um ou outro serviço de transporte são:

- ✓ Preço: É o próprio frete cobrado pelo transporte, adicionando eventuais parcelas relativas a seguro, ou outras tarifas de terminais;
- ✓ Tempo de trânsito e sua dispersão em torno da média: São parâmetros do transporte que acarretam custos de estoques para os clientes nas pontas e em trânsito;

- ✓ **Avarias:** As avarias normalmente são cobertas pelo seguro, no que se diz respeito ao valor da carga em trânsito. Porém existe o custo da perda da venda daquele produto, que além de provocar um prejuízo financeiro mensurável, prejudica o nível de atendimento do dono da carga com seu comprador final;

Estes conceitos não levam em conta o fator flexibilidade no atendimento, muito discutido por outros autores. Seguindo o modelo SCOR, foi proposto por Lai et al (2001) um modelo para avaliação de performance das empresas de transporte. Como conclusões, vinte e seis indicadores de performance foram desenvolvidos e obtiveram alta correlação com a performance da companhia. Dentre os indicadores uma série deles envolviam questões relativas à flexibilidade.

Mesmo que a empresa conheça os fatores que influem no desempenho da companhia, o peso que se dá a cada um deles é uma questão a respeito da qual não há uniformidade de opiniões dentro das empresas. Foi desenvolvida por Granemann et al (2000) uma metodologia para seleção de sistemas de transportes de acordo com critérios de desempenho das transportadoras candidatas. Em seguida foi feito um estudo de caso no qual três transportadoras concorriam para a prestação de serviços na empresa que realizou a avaliação. Os indicadores colocados se assemelham muito aos apresentados por Lai et al (2001). Como resultados, surpreendentemente as três transportadoras foram selecionadas por diferentes avaliadores da mesma empresa. A que venceu, obteve 50% das preferências, enquanto que a segunda e a terceira obtiveram 30% e 20% respectivamente.

O objetivo desta seção, foi expor a complexidade do assunto referente a avaliação de nível de serviço das empresas de transporte, bem como buscar alguns os pontos de vista presentes na literatura. Não se trata do escopo deste trabalho discutir modelos de avaliação desta natureza, pois se trata de um assunto complexo que compõe uma linha de pesquisa em separado. Para a metodologia deste trabalho apresentada na seqüência, os fatores relativos ao nível de serviço incorporados na modelagem foram o tempo de trânsito e sua dispersão em torno da média.

### 3 METODOLOGIA PROPOSTA

*Neste capítulo, será descrita a metodologia proposta para resolução do problema de planejamento de serviços intermodais. Serão discutidos conceitos preliminares necessários para o entendimento da modelagem matemática, tais como o de grupos de serviço, fluxos de vagões vazios e fluxo de bimodais vazios. Em seguida será descrita, de maneira detalhada, a formulação do modelo de programação linear mista. Concluindo, será apresentado o método de geração de todos os parâmetros de entrada do modelo, para no capítulo seguinte, ser discutido um estudo de caso real.*

#### 3.1 INTRODUÇÃO

A metodologia proposta busca representar as equações apresentadas por Crainic e Rousseau (1986) para um problema de planejamento de redes intermodais de uma maneira mais detalhada, considerando aspectos relevantes das operações dos diversos modais presentes na modelagem. Assim sendo, o modelo proposto contribuirá no sentido de promover um método viável de resolução do problema de planejamento de serviços, considerando todos os aspectos operacionais que possam ter grande influência nos resultados. O método seguirá uma etapa de preparação de dados, outra de composição de grupos de serviço, conforme será visto mais adiante, e outra referente à utilização do modelo matemático proposto.

O modelo matemático que será apresentado possui como características básicas os cinco elementos indicados abaixo:

- ✓ *Submodelo de custos:* A função objetivo contempla os custos fixos e variáveis das operações propostas.
- ✓ *Equações de balanço de massa de ativos:* As operações são definidas em seu estado estacionário. Assim sendo, o balanço de massa de entradas e saídas dos ativos nos nós é outro elemento importante.

- ✓ *Restrições de capacidade em função da quantidade de ativos disponíveis:* As operações possuem tempos de ciclo e as demandas de transporte uma cadência diária requerida. Isto requer uma determinada quantidade de ativos alocados para atendimento de uma dada demanda em um dado tipo de operação. Porém, os ativos são finitos na modelagem.
- ✓ *Restrições de compatibilidade de operações:* determinadas operações não podem ocorrer em determinados arcos ou nós, bem como algumas operações somente podem ocorrer na presença de outras no mesmo arco. Por exemplo, não pode haver circulação de caminhões em arcos ferroviários. Para haver transporte de containeres vazios em arcos ferroviários, é preciso que, no mesmo arco, haja circulação de vagões que possam transportar estes contêineres.
- ✓ *Restrições de capacidade nos arcos e nós:* constitui a restrição da própria rede física.

Para a elaboração do modelo, são utilizados três conceitos importantes:

- ✓ *Os grupos de serviço:* É uma combinação de ativos alocados em arcos da malha que permitem o transporte de uma determinada demanda;
- ✓ *Os fluxos de vagões vazios:* É a combinação de trens que pode transportar vagões vazios de um ponto de destino ferroviário de uma demanda até um ponto de origem ferroviária de outra demanda;
- ✓ *Os fluxos de bimodais vazios:* É a combinação de ativos que permite o transporte de unidades bimodais vazias de um ponto de destino de uma demanda até outro ponto de origem da mesma ou de outra demanda. Os bimodais são equipamentos de acondicionamento de carga que podem ser carregados em diversos modais por meio de equipamentos específicos de transbordo.



Estes conceitos são pontos centrais da modelagem e da metodologia. Eles carregam informações que servirão de parâmetros para que a formulação matemática funcione. Por exemplo, o grupo de serviço possui como atributos: a origem e destino ferroviário (quando houver), o tipo de caminhão que circula da origem da demanda até um determinado ponto de transbordo, o tipo de vagão que circula em um determinado trem em determinado arco da malha e etc.

Os grupos de serviço podem transportar, em algum trecho do trajeto ou em todo ele, as demandas em veículos de terceiros. Isto significa que as restrições de balanço de massa e de tamanho de frota devem saber identificar estas etapas de maneira a não cometer erros na modelagem.

É importante considerar o transporte por terceiros, pois há um mercado considerável de caminhões autônomos no Brasil. Grande parte das transportadoras rodoviárias atende seus clientes, em um determinado percentual, com frota própria (neste caso da própria transportadora, diferentemente dos conceitos apresentados na seção 1.1 e 1.2), outra parte da demanda é atendida com frota de agregados e de terceiros. Isto porque os custos de contratação, que são conhecidos no mercado como carta-frete, normalmente são bastante inferiores aos custos de se operar com frota própria. Há, no entanto, uma limitação na capacidade de contratação de terceiros em determinados pontos para determinadas rotas. Além disso, o transporte por terceiros acarreta um custo de estoque diferente do que pelo transporte com frota própria, pelo fato de que os tempos de trânsito são mais incertos.

Outra modalidade de transporte rodoviário consiste nos caminhões agregados. Trata-se de caminhões que não pertencem à transportadora, no entanto o motorista possui um contrato de exclusividade no atendimento aos clientes desta transportadora. Além disso, eles se utilizam de toda infra-estrutura de manutenção, abastecimento e terminais da transportadora, como obrigações também de contrato. Por este motivo, os fretes são tabelados por rota e o motorista não corre risco de não ter carga para transportar em um determinado momento. No entanto, não tem possibilidade de atuar no mercado *spot* assim como os caminhões de terceiros. É um modelo intermediário entre o transporte com frota própria e com terceiros.

A incorporação de transporte de terceiros nos grupos de serviço torna a modelagem bastante abrangente. Em muitos casos, uma empresa de transporte intermodal possui poucos ativos e subcontrata os serviços de outras empresas para atender aos seus clientes. Por exemplo, existem empresas que possuem apenas vagões e contratam as ferrovias para transportar estes vagões com suas locomotivas. Neste caso, somente haveria equações de balanço de massa para os vagões. As locomotivas não entrariam neste tipo de equação, pois não pertencem à empresa e a capacidade de transporte no arco seria o limite de espaço que a ferrovia oferece para esta empresa. Na função objetivo não haveria custos fixos de locomotivas e a contratação do transporte ferroviário entraria no custo variável do grupo de serviço.

A modelagem será apresentada a seguir na sua forma genérica e posteriormente adaptada a um estudo de caso específico.

### 3.2 OS ELEMENTOS DA MODELAGEM

Além dos elementos citados na seção anterior, outros quatro completam a descrição do escopo da modelagem: a rede física de transportes, os ativos disponíveis, as rotas de trens e navios e a demanda de transportes.

#### a) A rede física

A rede de transportes disponível é representada por arcos  $(i,j)$  e nós,  $i$  e  $j \in I$  (conjunto de nós da malha). Os arcos são orientados e possuem capacidade limitada. No caso de linhas férreas, esta capacidade deverá estar na mesma ordem de grandeza dos volumes que passarão por estes arcos. No caso do transporte marítimo, rodoviário e fluvial, as capacidades dos arcos não são da mesma ordem de grandeza dos volumes transportados, dado o tipo de modelagem proposta. Isto porque o modelo analisa o planejamento de serviços do ponto de vista da empresa. Considerando que as rodovias atendem a um conjunto grande de transportadoras e também a outros tipos de veículo, é muito pouco provável que a restrição de capacidade nos arcos seja ativa nos cenários estudados. O mesmo raciocínio vale para o transporte marítimo e fluvial. Por este motivo, não

serão construídas restrições de capacidade nos arcos para estes tipos de transporte. Os nós são os pontos possíveis de mudança de serviço e podem ser da seguinte natureza:

- ✓ *Portos*: Pontos de conexão entre o serviço rodoviário/ferroviário e o marítimo/fluvial (no caso de portos fluviais);
- ✓ *Terminais rodoviários (Hub's)*: Permitem operações de engate e desengate de carretas e serviços de contratação de terceiros. Neste último caso, o transporte pode ser realizado, porém sem a utilização de ativos.
- ✓ *Unidades de Serviço Rodoviárias (US's)*: Pontos de apoio rodoviários. Permitem a contratação de terceiros;
- ✓ *Terminais Intermodais Rodo-Ferroviários*: Permitem o transbordo de carga de caminhões para vagões, através de estruturas especiais, como os pórticos para contêineres e moegas para grãos;
- ✓ *Pátios Ferroviários*: Pontos de formação e recebimento de trens, carregamento e descarregamento de vagões. Permitem a conexão de trens, ou seja, a transferência da carga de um trem cujo percurso se encerra ali para outro que se forma neste ponto. Isto não deixa de ser uma mudança de serviço, que será melhor definida em seguida.

#### b) Equipamentos disponíveis

Os equipamentos disponíveis são os veículos para o transporte das cargas, equipamentos para acondicionamento de cargas e os equipamentos de transbordo em terminais intermodais. Os veículos são caminhões, vagões, locomotivas e navios, basicamente. Os equipamentos para acondicionamento de carga são os contêineres e as carretas bimodais. Os equipamentos de transbordo são pontes rolantes, pórticos para movimentação de containeres, empilhadeiras e etc.

c) Os serviços regulares de trens e navios

Os serviços regulares de trens e navios, possuem um trajeto regular com frequência definida e com os tipos definidos de navio ou locomotiva, possuindo um roteiro ou itinerário. Este é um elemento diferente do de grupos de serviço, já que estes irão utilizar os navios e trens. Um grupo de serviço pode utilizar um serviço regular de navio  $n$  com um tipo de bimodal  $m$  em um determinado arco, ou seja, são elementos distintos. Na modelagem, serão considerados vários possíveis serviços regulares de trens e navios, para que o modelo possa decidir quais são interessantes de serem realmente oferecidos.

Os itinerários ou roteiros destes serviços são compostos pela seqüência de nós pelos quais os trens ou navios passam em seus trajetos. Dentro destes itinerários ou roteiros, existem os subroteiros, que são arcos com características operacionais homogêneas. Este conceito é semelhante ao apresentado na revisão bibliográfica a respeito de serviços e subrota dos serviços.

Esta especificação é importante sob o ponto de vista da modelagem matemática do problema, pois torna-se possível diferenciar as capacidades dos trens e navios por subrota ao longo de seu trajeto (rota). Este caso é clássico no transporte ferroviário, no qual durante o trajeto dos trens, pode haver grandes mudanças na geometria da via permanente, o que reduz ou aumenta consideravelmente a capacidade de tração dos trens. No transporte fluvial, também as velocidades são afetadas de acordo com a declividade do rio.

d) Demanda de transporte

Uma demanda de transporte é definida como uma quantidade de uma determinada mercadoria a ser transportada, num dado horizonte de tempo, de uma origem para um destino dentro da rede determinada. A figura 3.1 mostra, esquematicamente, o interrelacionamento desses quatro elementos da modelagem.

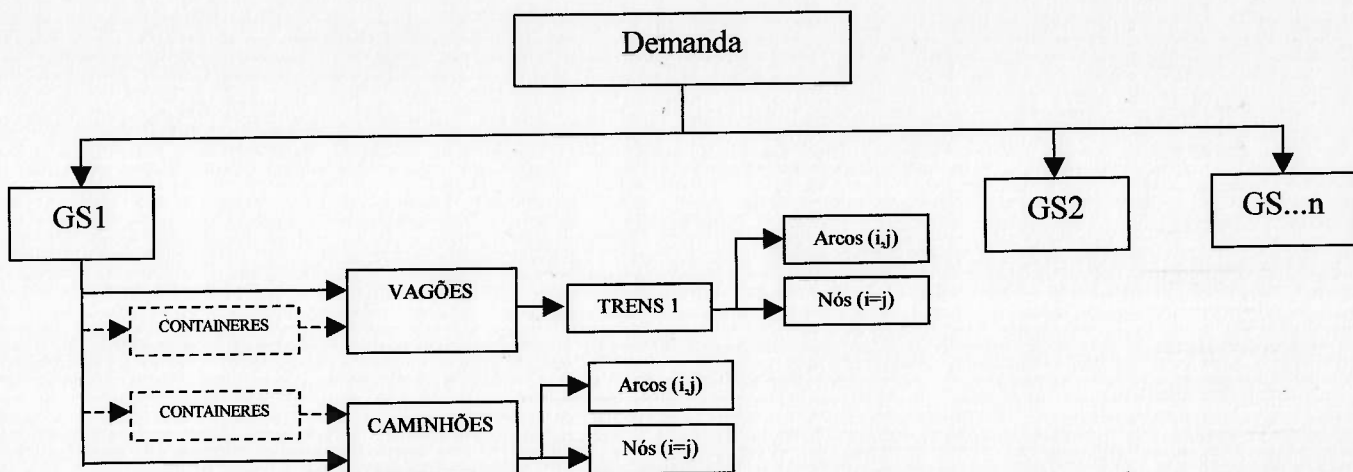


FIGURA 3.1 – Elementos da modelagem

### 3.3 O PROCESSO DE PREPARAÇÃO DOS DADOS

Os dados de entrada são basicamente dados relativos à rede física, aos equipamentos, às rotas de trens e navios e às demandas de transporte. Para melhor tratamento dos dados, anteriormente à geração de grupos de serviço e fluxos de vazios, será utilizada uma linguagem de banco de dados. As tabelas apresentadas como exemplos nesta e na próxima seção contém algumas informações referentes ao estudo de caso que será apresentado no capítulo 4. A colocação de dados reais nesta etapa do trabalho, ajudará explicar o significado dos parâmetros das tabelas, pela colocação de exemplos reais durante essas explicações.

#### 3.3.1 CADASTRO DA MALHA

O cadastro da malha se inicia com a tabela de nós chamada TBL\_NOS, conforme o modelo da tabela 3.1:

TABELA 3.1: TBL\_NOS – Cadastro de nós na malha

NO	Nome	Hub	Us	Patio	RF_Pórtico	RF_PonteRolante	RF_Estiva
1	Uberlândia	0	1	0	0	0	0
2	Campinas	0	1	0	0	0	0
3	São Paulo	1	0	0	0	0	0

NO	Nome	Hub	Us	Pátio	RF_Pórtico	RF_PonteRolante	RF_Estiva
4	Jacareí	0	1	0	0	0	0
5	ZTY	0	1	1	1	1	1
6	ZZA	0	0	1	0	0	0
7	ZNW	0	0	1	0	0	0
8	LHA	0	0	1	0	0	0
9	CWB	0	0	1	0	0	1
10	Curitiba	1	0	0	0	0	0
11	LRO	0	0	1	0	0	0
12	Joinville	0	1	0	0	0	0
13	POA	0	1	1	1	1	1
14	Passo Fundo	0	1	0	0	0	0
15	Porto Alegre	1	0	0	0	0	0
16	Rio Grande	0	1	0	0	0	0
17	Bagé	0	1	0	0	0	0
18	NSM	0	0	1	0	0	0
19	NCY	0	0	1	0	0	0
20	NAL	0	0	1	0	0	0
21	NUG	0	1	1	1	1	1
22	LUS	0	0	1	0	0	0
23	Campo Grande	0	1	0	0	0	0
24	Pouso Alegre	0	1	0	0	0	0

A primeira coluna indica o código do nó cadastrado; na segunda aparece do nome ou código da cidade em que se encontra. Normalmente, se usam nomes de cidades para terminais rodoviários e siglas para estações ferroviárias. Da terceira coluna em diante trata-se de indentificação se o nó possui a funcionalidade referida no título da coluna. Por exemplo, o nó 21 (NUG) é ao mesmo tempo um pátio ferroviário, uma unidade de serviço rodoviária e possui as unidades de transbordo pórtico, ponte rolante e estiva.

O cadastro de distâncias é outra tabela de entrada de dados. O modelo segue como na tabela 3.2:

TABELA 3.2 TBL\_DISTANCIAS: tabela de cadastro de distâncias entre nós

ORIGEM	DESTINO	DISTANCIA
LHA	CWB	371,3
LHA	LHA	0

ORIGEM	DESTINO	DISTANCIA
LHA	LRO	376,4
LHA	LUS	235,3
LHA	NAL	1667,1
LHA	NCY	1517,1
LHA	POA	1087,1
LHA	NSM	1394,5
LHA	NUG	1767,1
LHA	ZTY	626,3
LHA	ZNW	426,3
LHA	ZZA	626,3
CWB	LHA	371,3
CWB	CWB	0
CWB	LRO	117,7

Outra tabela de entrada de dados da malha física é a tabela que relaciona cada nó a um terminal intermodal. Normalmente, um nó possui apenas um terminal intermodal associado. Esta tabela permitirá mais para frente associar demandas de transporte à roteiros intermodais (rodo-ferroviário ou rodo-marítimo). O modelo se encontra na tabela 3.3:

TABELA 3.3 TBL\_TERMINAIS\_RODOFERRO: Cadastro do terminal intermodal que atende ao nó referido.

NO_RODO	MOME_NO	NO_TERMINAL	NOME_NO_TERMINAL
1	Uberlândia	5	ZTY
2	Campinas	5	ZTY
3	São Paulo	5	ZTY
4	Jacareí	5	ZTY
10	Curitiba	9	CWB
12	Joinville	9	CWB
14	Passo Fundo	13	POA
15	Porto Alegre	13	POA
16	Rio Grande	13	POA
17	Bagé	13	POA
13	POA	13	POA
5	ZTY	5	ZTY

Por fim, cadastram-se as subrotas ferroviárias ou marítimas de acordo com o padrão da tabela 3.4. Estas subrotas são o conjunto de arcos que possuem características homogêneas de circulação, conforme descrito anteriormente. Na tabela 3.4 o exemplo de cadastro apresentado se

tratou de um caso de subrotas ferroviárias. A primeira coluna indica o código da subrota; a quarta coluna cadastra o número máximo de trens que podem circular naquela subrota.; e a última coluna indica o comprimento máximo permitido de um trem nesta mesma subrota. Estes dados são importantes para as restrições de capacidade referenciadas na formulação.

TABELA 3.4 – TBL\_SUBROTAS\_FERRO: índice de subrotas ferroviárias

ROTEIRO	ORIGEM	DESTINO	N_MAX_TRENS	COMP_R
1	ZTY	ZNW	2	35
2	ZZA	ZNW	2	35
3	ZNW	LUS	3	50
4	LHA	LUS	4	40
5	LUS	CWB	4	90
6	CWB	LRO	4	80
7	LRO	POA	5	55
8	POA	NSM	2	75
9	NSM	NCY	3	70
10	NCY	NAL	3	40
11	NAL	NUG	6	40
12	NUG	NAL	6	40
13	NAL	NCY	4	40
14	NCY	NSM	4	70
15	NSM	POA	4	75

### 3.3.2 CADASTRO DE EQUIPAMENTOS

Os ativos e equipamentos tais como caminhões, vagões, locomotivas, navios, unidades biomodais e etc são cadastrados seguindo os seguintes modelos:

#### *Caminhões*

Os caminhões podem ser frota própria ou agregados. O cadastro segue o modelo da tabela 3.5. A tabela já especifica a frota disponível de cada tipo de caminhão (na coluna 3) bem como seus custos de ton.Km carregada e Km vazio rodado.



TABELA 3.5 – TBL\_CAMINHÕES: Cadastro dos tipos de caminhão e suas frotas

Tipo de Caminhão	COD	Frota	Custo/Km Cg (R\$)	Custo/Km Vz (R\$)
A	1	50	xxx	zzz
B	2	60	yyy	www

### *Vagões*

Os vagões seguem o modelo da tabela 3.6. A primeira coluna indica o tipo de vagão cadastrado, seguido pelo seu código para leitura do modelo; a terceira coluna informa a quantidade disponível daquele tipo de vagão no sistema, e a quarta, a tonelada útil máxima que um vagão daquele tipo pode transportar em uma viagem.

TABELA 3.6 TBL\_VAGÕES: Tabela de cadastro dos tipos de vagão

Tipo de Vagão	COD	Frota	TU
A	1	100	50
B	2	30	50

### *Locomotivas*

De maneira análoga à tabela de vagões são cadastrados os tipos de locomotivas disponíveis no sistema, de acordo com a tabela 3.7. A primeira coluna descreve o tipo de locomotiva seguido de seu código na modelagem e a quantidade disponível para transporte, na terceira coluna.

TABELA 3.7 TBL\_LOCOMOTIVAS: Tabela de cadastro dos tipos de locomotiva

Tipo de Locomotiva	COD	Frota
GT	1	10
G22UB	2	14
U20C	3	6
G12	4	6

## Navios

Os tipos de navio são cadastrados informando-se também a frota disponível e sua capacidade em TEUs. A tabela 3.8 mostra o modelo de cadastro.

TABELA 3.8: TBL\_NAVIOS: Tabela de cadastro dos tipos de navio

Tipo de Navio	COD	Frota	Capacidade (TEU)
A	1	10	2.200
B	2	5	1.500

## Unidades de transbordo intermodais

As unidades de transbordo são cadastradas informando-se a capacidade em t/dia e seu custo variável de operação. Deve-se informar também o local em que estas unidades estarão alocadas, pois podem possuir capacidades e custos diferentes. Por exemplo, um pórtico operando numa estação A pode ser de maior porte do que outro na estação B, além de poderem possuir custos operacionais diferentes. No entanto, no cadastro ambos receberão o mesmo código na coluna 2, pois a modelagem admite que cada tipo trata-se apenas de um código. Assim, ter-se-ia “..tipo de transbordo 1 no pátio A e tipo de transbordo 1 no pátio B...”. A tabela 3.9 mostra o modelo.

TABELA 3.9: TBL\_TRANSBORDO\_RODOFERRO: cadastro das unidades de transbordo

Modalidade de Transbordo	COD	LOCAL	CAPACIDADE (t/dia)	Custo/ton (R\$/t)
A	1	5	200	Xxx
B	2	5	150	Yyy

Com isto se finaliza o cadastro dos equipamentos. Será descrito em seguida o modelo de cadastro dos serviços de trens e navios.

### 3.3.3 CADASTRO DOS SERVIÇOS DE TRENS E NAVIOS

Através de associação da TBL\_TERMINAIS\_RODOFERRO descrita na seção 3.4.1, torna-se possível determinar todas os possíveis pares de origens e destinos ferroviários da malha, por meio de associações no banco de dados. Em seguida, monta-se o roteiro ferroviário para cada par origem/destino ferroviário, numerando-se as subrotas por onde ele passa, conforme a tabela 3.10. Analisando os dados contidos nesta tabela, como exemplo, tem-se um roteiro ferroviário com origem em LUS e destino em ZTY passando apenas pelas subrotas 20 e 22, conforme registro da coluna 6 da tabela. As demais subrotas não pertencem ao roteiro desta origem/destino.

TABELA 3.10 –TBL\_ROTATEIROS\_FERRO

TBL_NOS_NO	TBL_NOS_Nome	TBL_NOS_1_NO	TBL_NOS_1_Nome	ID_ROTATEIRO	ROTATEIRO
22	LUS	5	ZTY	12	0
22	LUS	5	ZTY	13	0
22	LUS	5	ZTY	14	0
22	LUS	5	ZTY	15	0
22	LUS	5	ZTY	16	0
22	LUS	5	ZTY	1	0
22	LUS	5	ZTY	2	0
22	LUS	5	ZTY	3	0
22	LUS	5	ZTY	4	0
22	LUS	5	ZTY	5	0
22	LUS	5	ZTY	6	0
22	LUS	5	ZTY	7	0
22	LUS	5	ZTY	8	0
22	LUS	5	ZTY	9	0
22	LUS	5	ZTY	10	0
22	LUS	5	ZTY	11	0
22	LUS	5	ZTY	17	0
22	LUS	5	ZTY	18	0
22	LUS	5	ZTY	19	0
22	LUS	5	ZTY	20	1
22	LUS	5	ZTY	21	0
22	LUS	5	ZTY	22	1

Em seguida, cadastra-se os possíveis serviços regulares de trens e navios, conforme o modelo da tabela 3.11. No exemplo dado por esta tabela, tem-se a primeira coluna indicando o

código do trem cadastrado; a segunda indica o nome dado ao trem; as terceira e quarta colunas indicam, respectivamente, a origem e o destino do trem; a quinta coluna o tipo de locomotiva usada neste trem; a sexta (kgf) a potência deste tipo de locomotiva; a sétima indica o número de locomotivas total necessário a formação daquele trem na frequência desejada; a oitava indica quantas locomotivas são usadas por trem; a nona informa o código do subroteiro por onde o trem passa e, por fim, a décima coluna informa a capacidade diária que este trem oferece em cada subrota tonelada bruta. A sétima e a oitava colunas se trata de diferentes conceitos. Enquanto que a primeira informa o número de locomotivas necessárias **no sistema** para que este trem parta na frequência desejada, a outra indica qual a tração-tipo deste trem. Por exemplo, se um trem possui um tempo de trânsito total em seu trajeto de 72 horas e possua uma tração-tipo de 2 locomotivas, o número de locomotivas no sistema necessárias para que este trem seja oferecido diariamente será de  $2 \times 3 (72 \text{ horas}) = 6$  locomotivas.

TABELA 3.11: TBL\_TRENS: Cadastro das rotas regulares de trens possíveis de ser oferecidas

COD_TREM	TREM	ORIGEM	DESTINO	TP_LOCO	Kgf	N_LOCOS	T_Tipo	SUB_ROTEIRO	CAPACIDADE_TB
1	U01/I01	ZTY	LUS	U20C	20000	6	2	1	1500
1	U01/I01	ZTY	LUS	U20C	20000	6	2	3	2200
1	U01/I01	LUS	ZTY	U20C	20000	6	2	20	2200
1	U01/I01	LUS	ZTY	U20C	20000	6	2	22	1500
2	U02/I02	ZTY	LUS	U20C	20000	9	2	1	2250
2	U02/I02	ZTY	LUS	U20C	20000	9	2	3	3000
2	U02/I02	LUS	ZTY	U20C	20000	9	2	20	3000
2	U02/I02	LUS	ZTY	U20C	20000	9	2	22	2250
3	A1/I03	ZTY	ZZA	U20C	20000	2	2	1	1500
3	A1/I03	ZTY	ZZA	U20C	20000	2	2	21	1500
3	A1/I03	ZZA	ZTY	U20C	20000	2	2	2	1500
3	A1/I03	ZZA	ZTY	U20C	20000	2	2	22	1500
4	U03/H01	LHA	LUS	G22UB	15540	1	1	4	900
4	U03/H01	LUS	LHA	G22UB	15540	1	1	4	900
5	R01/U04	LUS	LRO	GT	26000	3	3	5	5700
5	R01/U04	LUS	LRO	GT	26000	3	3	6	5700
5	R01/U04	LRO	LUS	GT	26000	3	3	17	5700
5	R01/U04	LRO	LUS	GT	26000	3	3	18	5700

### 3.3.4 CADASTRO DE DEMANDA

Por fim, cadastram-se as demandas de transporte em duas tabelas distintas: uma com características da demanda de transporte tais como volume, tarifa, origem destino

(TBL\_DEMANDA) e outra informando a compatibilidade do tipo de mercadoria da demanda com os ativos cadastrados (TBL\_DEMANDA\_ATIVOS). Os modelos são mostrados nas tabelas 3.12 e 3.13. Na tabela 3.12, pode-se observar que são feitos cadastros referentes a dados de tempo de carga e descarga de cada um dos modais (rodoviário, ferroviário e marítimo) de cada demanda de transporte. Na modelagem estes tempos entrarão nas parcelas de tempo de trânsito total de vagões e caminhões (vide formulação). É importante que estes tempos sejam dados pelas demandas e não pelo ativo, pois os tempos de carga e descarga incluem os tempos de espera em fila para descarga, o que depende muito mais do cliente do que do ativo propriamente dito. Acredita-se que esta aproximação é a mais apropriada. Já na tabela 3.13, os dados usados para exemplificar o cadastro buscam estabelecer parâmetros de compatibilidade entre as demandas com os tipos de vagão plataforma e plataforma com fuciro. As demandas 1, 2, 3, 5, 8, 9, 10, 13, 14 e 16 são todas compatíveis com o tipo de vagão plataforma e por este motivo, assumem valor 1 no parâmetro de compatibilidade (coluna 5). Este cadastro deve prosseguir para todos os tipos de ativo.

TABELA 3.12 – TBL\_DEMANDA: Cadastro de demanda

CÓD	Origem	Destino	Mercadoria	Valor_R\$ Ton	Volume	Dias_Equiv	Tarifa
1	Campinas	NUG	PAPEL/CELULOSE	2800	20	250	0
2	Campinas	NUG	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5250	1	300	0
3	Campo Grande	NUG	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5250	10	300	0
4	CWB	POA	CLINQUER	50	1520	300	0
5	CWB	NUG	SIDERÚRGICO	3450	102,4	300	0
6	Jacareí	NUG	ROAD RAILER	3920	2	300	0
7	Joinville	NUG	MADEIRA	100	10	300	0
8	LHA	Campinas	PAPEL/CELULOSE	2800	60	240	0
9	LHA	LUS	PAPEL/CELULOSE	2800	260	300	0
10	LHA	NUG	PAPEL/CELULOSE	2800	8	300	0
11	NAL	São Paulo	ARROZ	890	240	300	0

TABELA 3.12 – Continuação

CÓD	T_Carga_Ferro	T_Desc_Ferro	T_Carga_RodoPonta1	T_Desc_RodoPonta1	T_Carga_RodoPonta2
1	1	1	0,35	0,35	0,35
2	1	1	0,35	0,35	0,35
3	1	1	0,35	0,35	0,35
4	1	1,5	0,35	0,35	0,35
5	1	1	0,35	0,35	0,35
6	1	1	0,35	0,35	0,35
7	1	1	0,35	0,35	0,35

CÓD	T_Carga_Ferro	T_Desc_Ferro	T_Carga_RodoPonta1	T_Desc_RodoPonta1	T_Carga_RodoPonta2
8	1	1,5	0,35	0,35	0,35
9	1	1	0,35	0,35	0,35
10	1	1	0,35	0,35	0,35
11	1	1,5	0,35	0,35	0,35

TABELA 3.13 – TBL\_DEMANDA\_ATIVOS: Informa a compatibilidade entre a demanda e os ativos cadastrados

CÓD	Origem	Destino	Mercadoria	V_Plat	TU_V_Plat	V_Plat_Fueiro
1	Campinas	NUG	PAPEL/CELULOSE	1	40	0
2	Campinas	NUG	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	1	40	0
3	Campo Grande	NUG	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	1	40	0
4	CWB	POA	CLINQUER	0	0	0
5	CWB	NUG	SIDERÚRGICO	1	55	0
6	Jacareí	NUG	ROAD RAILER	0	0	0
7	Joinville	NUG	MADEIRA	0	0	1
8	LHA	Campinas	PAPEL/CELULOSE	1	40	0
9	LHA	LUS	PAPEL/CELULOSE	1	40	0
10	LHA	NUG	PAPEL/CELULOSE	1	40	0
11	NAL	São Paulo	ARROZ	0	0	0
12	NCY	ZTY	ARROZ	0	0	0
13	NUG	Campinas	POLIETILENO	1	30	0
14	NUG	Campinas	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	1	40	0
15	NUG	Jacareí	ROAD RAILER	0	0	0
16	NUG	POA	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	1	40	0

Com isso, finaliza-se o processo de entrada de dados. Todas as informações necessárias para formação dos grupos de serviço e fluxos de vazios já estão cadastradas. Em seguida serão definidos estes processos.

### 3.4 O PROCESSO DE GERAÇÃO DOS GRUPOS DE SERVIÇO E DOS FLUXOS DE VAGÕES E BIMODAIS VAZIOS

Estes processos são o ponto central de toda a preparação de dados para resolução. Os grupos de serviço são conjuntos de atividades que se utilizam de ativos da malha para transportar

uma demanda de transporte da sua origem para seu destino final. Cada grupo de serviço possuirá características únicas e portanto, níveis de serviço diferentes. Um grupo de serviço atende a uma única demanda.

Já os fluxos de vagões vazios, são combinações de trens que levam vagões de um ponto a outro dentro da malha ferroviária. Eles tem o objetivo único de movimentar unidades vazias para reposição nos seus pontos de carregamento. Para que nenhuma demanda fique sem opção de reposicionamento de vazios, o processo de geração busca todos os destinos ferroviários das demandas e cruza com todas as origens ferroviárias destas mesmas demandas. Assim, todas as possíveis opções estão cobertas

Por fim, os fluxos de bimodais vazios são o conjunto de movimentações de vagões e/ou caminhões vazios que podem transportar as unidades bimodais vazias também para reposicionamento.

#### 3.4.1 GERAÇÃO DE GRUPOS DE SERVIÇO

Para a apresentação deste processo será tomado como exemplo a geração apenas de grupos de serviço rodoviários e rodo-ferroviários. Através da TBL\_TERMINAIS\_RODOFERRO, é possível associar uma origem e um destino ferroviário para cada demanda de transporte. Como já foram criados roteiros ferroviários para cada um destes pares origem/destino, basta fazer a associação destes roteiros com a tabela de trens. Com isso, já se obtém os roteiros ferroviários de cada demanda e as possíveis combinações de trens que podem transportá-la na etapa ferroviária, conforme a tabela 3.14. Nesta tabela, a demanda de código 5 possui origem ferroviária no nó 9, ou seja, caso esta demanda venha a ser transportada por um grupo de serviço rodo-ferroviário, ela passará pelo nó 9 como sendo um dos pontos de transbordo rodo-ferroviário. Deste ponto, esta demanda será transportada via ferrovia até um outro terminal de destino ferroviário para novamente ser transbordada para um caminhão que fará seu transporte até o destino final da demanda. Portanto, esta demanda possui um roteiro ferroviário associado, composto por um conjunto de subrotas. No caso acima o roteiro passa pelas subrotas 6, 7, 8, 9, 10 e 11, sendo representadas respectivamente por R1, R2, R3, R4, R5, e R6. Em cada subrota ferroviária, é

possível se utilizar de diferentes trens, desde que estes trens possuam também a respectiva subrota no seu itinerário. Por exemplo, o trem de código 11 passa pela subrota de código 8 e por este motivo este trem pode fazer parte do transporte desta demanda. É de se esperar, portanto, que para cada demanda existam várias combinações possíveis de trens que podem transportá-la no seu trajeto ferroviário. Esta construção é a primeira etapa para formação de um grupo de serviço rodo-ferroviário.

TABELA 3.14 – Código das subrotas ferroviárias por onde a demanda passa e os trens que estão transportando

Cód_Dem	Gr_Serv	Ori_Ferro	v	m	R1	T	R2	T	R3	T	R4	T	R5	T	R6	T
5	84	9	1		6	6	7	7	8	11	9	12	10	12	11	12
5	85	9	1		6	5	7	7	8	11	9	12	10	12	11	12
5	86	9	1		6	9	7	9	8	11	9	12	10	12	11	12
5	87	9	1		6	6	7	7	8	10	9	10	10	13	11	13
5	88	9	1		6	5	7	7	8	10	9	10	10	13	11	13
5	89	9	1		6	9	7	9	8	10	9	10	10	13	11	13
5	90	9	1		6	14	7	14	8	14	9	14	10	14	11	14
5	91	9	1		6	15	7	15	8	15	9	15	10	15	11	15

Com base nos dados de demanda, gera-se em seguida um quadro de compatibilidade de ativos para cada demanda de transporte, conforme a tabela 3.15. Os quadros desta tabela indicam quais tipos de ativos podem transportar uma dada demanda em alguma etapa do grupo de serviço. Assim sendo, tem-se no exemplo acima citado, uma demanda que pode ser transportada por vagões tipo plataforma e caminhões tipo plataforma ou graneleiro, pois a coluna das tabelas que indicam a condição de uso (terceira coluna) possui status “OK”.

TABELA 3.15 Quadro de compatibilização de ativos

Vagões	Cod	Uso	TU
Plataforma	1	OK	55
Plataforma Fueiro	2	-	-
Gôndolas	3	-	-
Road Railer	4	-	-
Fechado	5	-	-



Frota Prop	Cod	Uso
Plataforma	1	OK
Graneleiro	2	OK
Sider	3	-
Truck Road Railer	4	-
-	-	-

Frota Agregada	Cod	Uso
Plataforma	1	OK
Graneleiro	2	OK
Sider	3	-
-	-	-
-	-	-

Bimodais	Cod	Uso
Container 20'	1	OK
Container 40'	2	OK
Carreta Road Railer	3	-
-	-	-
-	-	-

Transbordo Rodo-Ferro	Cod	Uso
Pórtico	1	OK
Ponte Rolante	2	OK
Estivado	3	-
Road Railer	4	-
-	-	-

Com estas informações, completa-se o quadro de grupos de serviço com as modalidades de transbordo, caminhões para ponta rodoviária, unidades bimodais (quando houver), entre outras informações necessárias para garantir a consistência dos grupos de serviço. A tabela 3.16 mostra um modelo final de grupos de serviço para atendimento a uma demanda. Nesta tabela, os grupos de serviço 78, 79 e 80 são todos de transporte rodo-ferroviário, porém cada qual com uma combinação de trens diferente. Como o destino da demanda coincide com o destino ferroviário, não há necessidade de ponta rodoviária no destino. Por este motivo, as colunas p, a, tr e m (representando, respectivamente, tipo de caminhão da frota própria, de agregados, de terceiros ou de bimodal), situadas, após a coluna de destino ferroviário, estão vazias. A análise é análoga para a ponta rodoviária na origem. Quando não há roteiro ferroviário, indica-se que o grupo de serviço é rodoviário direto, caso que ocorre para os grupos de serviço 81, 82 e 83. Nesta situação, o primeiro

grupo de colunas p,a,tr e m indica a utilização dos ativos. Por exemplo, o grupo de serviço 81 transporta a demanda 4 direto ao seu destino final com caminhão frota própria do tipo 2.

TABELA 3.16 – Formação completa de grupos de serviço

Cod_Dem	Gr_Serv	Merc	Ori	p	a	tr	m	RF	Ori_Ferro	v	m	R1	T	R2	T	Dst_Ferro	RF	P	a	tr	m	Dst	
4	78	CLINQUER	9						9	3		6	5	7	7	13							13
4	79	CLINQUER	9						9	3		6	6	7	7	13							13
4	80	CLINQUER	9						9	3		6	9	7	9	13							13
4	81	CLINQUER	9		2																		13
4	82	CLINQUER	9			2																	13
4	83	CLINQUER	9				1																13

### 3.4.2 GERAÇÃO DE FLUXO DE VAGÕES VAZIOS

De maneira análoga à geração de roteiros ferroviários para as demandas, todos os destinos ferroviários das demandas são adotados como origens dos fluxos de vazios e todas as origens ferroviárias das demandas como destinos dos fluxos de vazios e geram-se os roteiros ferroviários para estes fluxos. Com associação à tabela de trens, obtêm-se os fluxos de vagões vazios conforme a tabela 3.17:

TABELA 3.17 Exemplo de fluxo de vagões vazios

Fvaz	Ori	Dst	R1	T	R2	T	R3	T
7	5	8	1	1	3	1	19	4
8	5	8	1	2	3	2	19	4

### 3.4.3 GERAÇÃO DE FLUXO DE BIMODAIS VAZIOS

A geração dos fluxos de bimodais vazios segue quatro etapas distintas: Os fluxos de bimodais por meio de caminhões vazios da frota própria, por meio de caminhões vazios da frota de agregados, por meio de contratação de terceiros para o transporte ou com vagões vazios compatíveis como o bimodal. Nos três primeiros casos, basta que se admita todos os destinos das

demandas como origens do fluxo de bimodais vazios e todas as origens das demandas como destinos do fluxo de bimodais vazios, pois, em princípio, todos os pares origem/destino possuem um arco rodoviário. Já para os casos de fluxos de bimodais rodo-ferroviários, é preciso incorporar as pontas rodoviárias aos fluxos de vagões vazios, promovendo um fluxo de bimodais intermodal. A tabela 3.18 mostra um exemplo deste tipo:

TABELA 3.18 – Exemplo de fluxo de bimodais vazios rodo-ferroviários

COD	ORI_RODO	ORI_FERRO	DST_FERRO	DST_RODO	TTRodo	F vagões vazios
341	2	5	21	21	0,1	61
342	2	5	21	21	0,1	62
343	2	5	21	21	0,1	63
344	2	5	21	21	0,1	64
345	2	5	21	21	0,1	65
346	2	5	21	21	0,1	66
347	2	5	21	21	0,1	67
348	2	5	21	21	0,1	68
349	2	5	21	21	0,1	69
350	2	5	21	21	0,1	70

A seguir será apresentada a formulação do modelo matemático para resolução do problema.

### 3.5 A FORMULAÇÃO MATEMÁTICA PROPOSTA

Considere-se uma rede física, constituída por nós ( $i$  ou  $j \in I$ ) e arcos  $(i,j) \in W$ , em que há um conjunto de grupos de serviço  $g \in G$  que devem atender demandas de transporte  $d \in D$ ; haverá, em consequência, fluxos de vagões vazios  $f \in F$  que transportam vagões do tipo  $v \in V$  e fluxo de bimodais vazios  $b \in B$ , que transportam unidades bimodais do tipo  $m \in M$ . Nos grupos de serviço, o transporte rodoviário pode ser realizado com caminhões frota própria do tipo  $p \in P$  e caminhões agregados do tipo  $a \in A$ . No transporte ferroviário, um serviço regular de trem  $t \in T$  (que será denominado no restante do texto apenas como “trem”) pode ser formado com locomotivas do tipo  $l \in L$  e passar pelos subroteiros ferroviários  $r \in R$ . No transporte marítimo, um serviço regular de navios  $n \in N$  (que será denominado no restante do texto apenas como “navio”) pode se utilizar de embarcações do tipo  $e \in E$  e passar pelos subroteiros marítimos  $s \in S$ .

Os nós  $i$  podem ser intermodais rodo-ferroviários e possuem equipamentos necessários para a modalidade de transbordo do tipo  $RF \in RFr$ , intermodais rodo-marítimos e possuem equipamentos necessários para a modalidade de transbordo  $RM \in RMm$ , pátios ferroviários exclusivamente, terminais rodoviários ou unidades de serviço rodoviárias.

Nesta modelagem, os parâmetros serão usados como dia típico de operação. Assim sendo, as demandas  $d$ , medidas em toneladas, possuirão valores referentes a um dia típico. Porém, na função objetivo, será calculado o lucro anual. Por este motivo, existirá um parâmetro de multiplicação sobre a demanda atendida chamado *dias equivalentes* ( $Deq$  na modelagem). Este parâmetro indica em quantos dias do ano aquela demanda deverá ser transportada pelo sistema de transportes, buscando incorporar efeitos de finais de semana em que nem todos os clientes possuem operações de expedição. Com respeito aos custos fixos, estão incorporados apenas custos de manutenção e mão-de-obra dos sistemas, sem a incorporação de custos de arrendamento e depreciação. Os custos de manutenção são considerados fixos no caso de locomotivas e unidades de transbordo, diferentemente do caso dos caminhões, em que a parcela de manutenção é incorporada no variável. Em outras palavras, o custo fixo adotado nesta modelagem não visa a venda de unidades não utilizadas ou a suspensão de contratos de *leasing*. Trata-se apenas de **custos fixos operacionais**.

Com as definições dos índices acima, a modelagem fica da seguinte maneira:

Sejam:

a) Variáveis de decisão:

- ✓  $x_{dg}$  – Quantidade da demanda de transporte  $d$  atendida pelo grupo de serviço  $g$  (em toneladas);
- ✓  $T_t$  – Variável binária que estabelece valor 1, se o trem  $t$  é selecionado para prestar serviço, e zero em caso contrário;

- ✓  $N_n$  – Variável binária que estabelece valor 1, se o navio  $n$  é selecionado para prestar serviço, e zero em caso contrário;
- ✓  $Y_i$  – Variável binária que estabelece valor 1, se o nó  $i$  permanecer aberto, e zero em caso contrário;
- ✓  $RF_{RFi}$  – Variável binária que estabelece valor 1 se o tipo de transbordo rodoviário  $RF$  no nó  $i$  permanecer funcionando, e zero em caso contrário;
- ✓  $RF_{RFi}$  – Variável binária que estabelece valor 1 se o tipo de transbordo rodoviário  $RM$  no nó  $i$  permanecer funcionando, e zero em caso contrário;
- ✓  $V_{fv}$  – número de vagões vazios do tipo  $v$  movimentados pelo fluxo de vazios  $f$ ;
- ✓  $P_{pij}$  – número de caminhões vazios da frota própria, do tipo  $p$ , movimentados de  $i$  para  $j$ ;
- ✓  $A_{aij}$  – número de caminhões vazios da frota de agregados, do tipo  $a$ , movimentados de  $i$  para  $j$ ;
- ✓  $TR_{ij}$  – número de caminhões da frota de terceiros vazios movimentados de  $i$  para  $j$  (apenas para movimentação de unidades bimodais vazias);
- ✓  $M_{bm}$  – número de unidades bimodais vazias do tipo  $m$  movimentadas pelo fluxo de bimodais vazios  $b$ ;
- ✓  $VG_v$  – Número de vagões do tipo  $v$  a serem adquiridos;
- ✓  $PR_p$  – Número de caminhões do tipo  $p$  a serem adquiridos para a frota própria;
- ✓  $AG_a$  – Número de caminhões do tipo  $a$  a serem adquiridos para a frota de agregados;
- ✓  $MD_m$  – Número de unidades bimodais do tipo  $m$  a serem adquiridos;
- ✓  $L_l$  – Número de locomotivas do tipo  $l$  a serem adquiridas;

b) Parâmetros do problema – função objetivo:

- ✓  $R_d$ : Tarifa base de transporte da demanda  $d$  (R\$);
- ✓  $Deq_d$ : Número de dias equivalentes do ano da demanda  $d$ ;
- ✓  $NL_{lt}$ : Número de locomotivas do tipo  $l$  necessárias para formação do trem  $t$ ;
- ✓  $CFL_l$ : Custo fixo anual de manutenção do tipo de locomotiva  $l$  (R\$);
- ✓  $CV_{fg}$ : Custo variável do transporte da demanda  $d$  pelo grupo de serviço  $g$  (R\$/t);

- ✓  $CFN_n$ : Custo fixo anual de operação do navio  $n$  (R\$);
- ✓  $CFI_i$ : Custo fixo anual de se manter aberto o nó  $i$  (R\$);
- ✓  $CVV_{fv}$ : Custo variável de transporte de unidades vazias do tipo de vagão  $v$  pelo fluxo de vazios  $f$  (R\$/viagem);
- ✓  $CVP_{pij}$ : Custo variável de transporte de unidades vazias de caminhões, do tipo  $p$ , da frota própria de  $i$  para  $j$  (R\$/viagem);
- ✓  $CVA_{aij}$ : Custo variável de transporte de unidades vazias de caminhões, do tipo  $a$ , da frota de agregados de  $i$  para  $j$  (R\$/viagem);
- ✓  $CVT_{ij}$ : Custo variável de uma viagem de  $i$  para  $j$  com caminhões de terceiros (R\$/viagem);
- ✓  $CFRF_{RFi}$ : Custo fixo anual de operação do transbordo rodo-ferroviário de tipo  $RF$  no nó  $i$ ;
- ✓  $CFRM_{RMi}$ : Custo fixo anual de operação do transbordo rodo-marítimo de tipo  $RM$  no nó  $i$ ;
- ✓  $CE_{dg}$ : Custo de estoque da demanda gerados para a demanda  $d$  quando se utiliza do grupo de serviço  $g$  (R\$/t);
- ✓  $CL_l$ : Custo de aquisição de uma locomotiva do tipo  $l$  (R\$);
- ✓  $CVG_v$ : Custo de aquisição de um vagão do tipo  $v$  (R\$);
- ✓  $CPR_p$ : Custo de aquisição de caminhões frota própria do tipo  $p$  (R\$);
- ✓  $CAG_a$ : Custo de aquisição de caminhões agregados do tipo  $a$  (R\$);
- ✓  $CMD_m$ : Custo de aquisição de unidades bimodais do tipo  $m$  (R\$);
- ✓  $T_{xan}$ : Custo de oportunidade do capital anual, representado o fator multiplicador da parcela de investimento paga no primeiro ano para um horizonte de pagamento dos empréstimos de 5 anos (%);

c) Parâmetros do problema – restrição de balanço de massa para os vagões:

- ✓  $\delta O_{gvi}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o grupo de serviço  $g$  tem origem ferroviária no nó  $i$  com utilização do tipo de vagão  $v$ , e zero em caso contrário;

- ✓  $TUV_{dgv}$ : Tonelada útil a ser transportada pelo vagão, de tipo  $v$ , para atendimento à demanda  $d$  no grupo de serviço  $g$  ( $t$ );
- ✓  $\delta D_{gvi}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o grupo de serviço  $g$  possui destino ferroviário no nó  $i$  com utilização do tipo de vagão  $v$ , e zero em caso contrário;
- ✓  $\epsilon O_{fi}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o fluxo de vagões vazios  $f$  possui origem no nó  $i$ , e zero em caso contrário;
- ✓  $\epsilon D_{fi}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o fluxo de vagões vazios  $f$  possui destino no nó  $i$ , e zero em caso contrário;

d) Parâmetros do problema – restrição de balanço de massa para os caminhões frota própria:

- ✓  $\phi O_{gpi}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o grupo de serviço  $g$  possui origem rodoviária no nó  $i$  com utilização do tipo de caminhão frota própria  $p$ , e zero em caso contrário;
- ✓  $TUP_p$ : Tonelada útil a ser transportada pelo tipo de caminhão frota própria  $p$  ( $t$ );
- ✓  $\phi D_{gpi}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o grupo de serviço  $g$  possui destino rodoviário no nó  $i$  com utilização do tipo de caminhão frota própria  $p$ , e zero em caso contrário;

e) Parâmetros do problema – restrição de viagens vazias de caminhões apenas em trechos rodoviários:

- ✓  $CAP_{ij}$ : Capacidade física de movimentação de caminhões no arco  $(i,j)$  ( $t/dia$ );
- ✓  $\delta_{rodo\ ij}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o arco  $ij$  é rodoviário, e zero em caso contrário;

f) Parâmetros do problema – restrição de balanço de massa para caminhões agregados:

- ✓  $\phi O_{gai}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o grupo de serviço  $g$  possui origem rodoviária no nó  $i$  com utilização do tipo de caminhão agregado  $a$ , e zero em caso contrário;
- ✓  $TUA_a$ : Tonelada útil a ser transportada pelo tipo de caminhão agregado  $a$  ( $t$ );
- ✓  $\phi D_{gai}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o grupo de serviço  $g$  possui destino rodoviário no nó  $i$  com utilização do tipo de caminhão agregado  $a$ , e zero em caso contrário;

g) Parâmetros do problema – restrição de balanço para massa unidades bimodais:

- ✓  $\phi O_{gmi}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o grupo de serviço  $g$  possui origem bimodal no nó  $i$  com utilização do tipo de bimodal  $m$ , e zero em caso contrário;
- ✓  $TUM_m$ : Tonelada útil a ser transportada pela unidade bimodal tipo  $m$  ( $t$ );
- ✓  $\phi D_{gmi}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o grupo de serviço  $g$  possui origem bimodal no nó  $i$  com utilização do tipo de bimodal  $m$ , e zero em caso contrário;
- ✓  $\eta O_{bi}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o fluxo de bimodais vazios possui origem no nó  $i$ , e zero em caso contrário;
- ✓  $\eta D_{bi}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o fluxo de bimodais vazios possui destino no nó  $i$ , e zero em caso contrário;

h) Parâmetros do problema – restrição de movimentação de unidades bimodais vazias via vagão:

- ✓  $\delta_{mv}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se a unidade bimodal  $m$  pode ser transportada pelo tipo de vagão  $v$  e zero em caso contrário;
- ✓  $\delta_{bf}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o fluxo de bimodais  $b$  contém o fluxo de vagões vazios  $f$ , e zero em caso contrário;



i) Parâmetros do problema – restrição de movimentação de unidades bimodais vazias via caminhão frota própria:

- ✓  $\delta_{mp}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se a unidade bimodal do tipo m pode ser movimentada pelo tipo de caminhão frota própria p, e zero em caso contrário;
- ✓  $\delta_{bpj}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o fluxo de vazios bimodal b passa pelo arco (i,j) utilizando o tipo de caminhão frota própria p, e zero em caso contrário;

j) Parâmetros do problema – restrição de movimentação de unidades bimodais vazias via caminhão agregado:

- ✓  $\delta_{ma}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se a unidade bimodal do tipo m pode ser movimentada pelo tipo de caminhão agregado a, e zero em caso contrário;
- ✓  $\delta_{baij}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o fluxo de vazios bimodal b passa pelo arco (i,j) utilizando o tipo de caminhão agregado a, e zero em caso contrário;

k) Parâmetros do problema – restrição de movimentação de unidades bimodais vazias via caminhão terceiros:

- ✓  $\delta T_{bij}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o fluxo de vazios bimodal b passa pelo arco ij utilizando caminhão de terceiros, e zero em caso contrário;

l) Demanda de transporte:

- ✓  $D_d$ : Demanda transporte d em toneladas;

m) Frota de vagões

- ✓  $TTF_{gv}$ : Tempo de trânsito ferroviário do grupo de serviço g utilizando o tipo de vagão v (dias);
- ✓  $TTFV_f$ : Tempo de trânsito ferroviário vazio utilizando o fluxo de vazios f (dias);
- ✓  $FV_v$ : Frota disponível de vagões do tipo de vagão v (dias);

n) Frota Própria de caminhões

- ✓  $TTR_{gp}$ : Tempo de trânsito rodoviário do grupo de serviço g utilizando o tipo de caminhão p da frota própria (dias);
- ✓  $TTRV_{ij}$ : Tempo de trânsito rodoviário vazio de i para j (dias);
- ✓  $FP_p$ : Número de caminhões do tipo p da frota própria;

o) Frota Agregada de caminhões

- ✓  $TTR_{ga}$ : Tempo de trânsito rodoviário do grupo de serviço g utilizando tipo de caminhão agregado a (dias);
- ✓  $TTRV_{ij}$ : Tempo de trânsito rodoviário vazio de i para j (dias);
- ✓  $FA_a$ : Número de caminhões do tipo a da frota de agregados;

p) Frota de unidades bimodais

- ✓  $TTM_{gm}$ : Tempo de trânsito bimodal do grupo de serviço g utilizando o tipo de bimodal m (dias);
- ✓  $TTMV_b$ : Tempo de trânsito bimodal vazio para o fluxo de bimodais vazios b (dias);
- ✓  $FM_m$ : Número de unidades bimodais do tipo m na frota;

q) Capacidade dos trens

- ✓  $\delta_{gvr}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o grupo de serviço g se utiliza do trem t na subrota r com o tipo de vagão v, e zero em caso contrário;
- ✓  $TBV_v$ : Valor da tara do vagão de tipo v (t);
- ✓  $\delta_{fr}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o fluxo de vazios f se utiliza do trem t na subrota r, e zero em caso contrário;
- ✓  $CAP_{rt}$ : Capacidade do trem t na subrota r (t/dia);

r) Comprimento dos trens

- ✓  $\delta_{gvr}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o grupo de serviço g se utiliza do trem t na subrota r com o tipo de vagão v, e zero em caso contrário;
- ✓  $\delta_{fr}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o fluxo de vazios f se utiliza do trem t na subrota r, e zero em caso contrário ;
- ✓  $COMP_{rt}$ : Comprimento máximo permitido para trem t na subrota r (número de vagões);

s) Capacidade dos navios em peso

- ✓  $\delta_{gsnm}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o grupo de serviço g se utiliza do navio n na subrota s com o tipo de bimodal m, e zero em caso contrário;
- ✓  $\delta_{bsnm}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o fluxo de bimotores vazios b se utiliza do navio n na subrota s com o tipo de bimodal m, e zero em caso contrário;
- ✓  $TBM_m$ : Tara do bimodal de tipo m (t);
- ✓  $CAPNT_n$ : Capacidade do navio n em toneladas (t);

t) Capacidade dos navios em volume

- ✓  $CAPN_n$ : Capacidade em volume do navio n (TEU);

u) Frota de locomotivas

- ✓  $NL_{lt}$ : Número de locomotivas do tipo  $l$  utilizadas para formação do trem  $t$ ;
- ✓  $FL_l$ : Número disponível de locomotivas do tipo  $l$ ;

v) Número máximo de trens no trecho

- ✓  $\delta_{tr}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o trem  $t$  passa pela subrota  $r$ , e zero em caso contrário;
- ✓  $NT_r$ : Número máximo de trens que podem circular na subrota  $r$ ;

w) Frota de embarcações

- ✓  $NE_n$ : Número de embarcações utilizadas para formação do navio  $n$ ;
- ✓  $\delta_{ne}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se a rota de navio  $n$  se utiliza do tipo de embarcação  $e$ , e zero em caso contrário;
- ✓  $FL_e$ : Número disponível de embarcações do tipo  $e$ ;

x) Capacidade das unidades de transbordo rodo-ferroviárias

- ✓  $\delta_{gIRF}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o grupo de serviço  $g$  passa pelo nó  $i$  e se utiliza da infra-estrutura de transbordo rodo-ferroviário do tipo RF, e zero em caso contrário;
- ✓  $CAP_{iRF}$ : Capacidade de transbordo da infra-estrutura de transbordo rodo-ferroviário RF no nó  $i$  (t/dia);

y) Capacidade das unidades de transbordo rodo-marítimas

- ✓  $\delta_{gIRM}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o grupo de serviço  $g$  passa pelo nó  $i$  e se utiliza da infra-estrutura de transbordo rodo-marítimo do tipo RM, e zero em caso contrário;

- ✓  $CAP_{iRM}$ : Capacidade de transbordo da infra-estrutura RM no nó  $i$  (t/dia);

z) Capacidade dos pátios ferroviários

- ✓  $\delta_{gi}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o grupo de serviço  $g$  passa pelo nó  $i$ , e zero em caso contrário;
- ✓  $\delta F_i$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o nó  $i$  é um pátio ferroviário, e zero em caso contrário;
- ✓  $CAP_i$ : Capacidade de movimentação no pátio ferroviário (t/dia);

aa) Capacidade dos portos

- ✓  $\delta_{gi}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o grupo de serviço  $g$  passa pelo nó  $i$ , e zero em caso contrário;
- ✓  $\delta P_i$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o nó  $i$  é um porto, e zero em caso contrário;
- ✓  $CAP_i$ : Capacidade de movimentação no porto (t/dia);

bb) Capacidade dos hub's rodoviários

- ✓  $\delta_{gi}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o grupo de serviço  $g$  passa pelo nó  $i$ , e zero em caso contrário;
- ✓  $\delta H_i$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o nó  $i$  é um hub rodoviário e zero, em caso contrário;
- ✓  $CAP_i$ : Capacidade de movimentação no hub (t/dia);

cc) Capacidade das US's rodoviárias

- ✓  $\delta_{gi}$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o grupo de serviço  $g$  passa pelo nó  $i$ , e zero em caso contrário;

- ✓  $\delta U_i$ : Parâmetro binário de identificação que assume valor 1, se o nó  $i$  é uma US rodoviária, e zero em caso contrário;
- ✓  $CAP_i$ : Capacidade de contratação na US (t/dia);

Uma vez definidas as variáveis de decisão e especificados os parâmetros do problema, o modelo matemático proposto é o seguinte:

$$\begin{aligned} \text{MAXIMIZAR: } & \sum_{(d,g)} R_d * Deq_d * x_{dg} - \{ \sum_{(t)} NL_{it} * CFL_t * T_t + \sum_{(n)} CFN_n * N_n \} - \{ \sum_{(d,g)} CV_{dg} * Deq_d * \\ & x_{dg} + \sum_{(d,g)} CE_{dg} * Deq_d * x_{dg} \} \\ & - \{ \sum_{(v,i,j)} CVV_{fv} * 300 * V_{fv} + \sum_{(p,i,j)} CVP_{pij} * 300 * P_{pij} + \sum_{(a,i,j)} CVA_{aij} * 300 * A_{aij} + \sum_{(i,j)} \\ & CVT_{ij} * 300 * TER_{ij} \} \\ & - \{ \sum_{(RF,i)} CFR_{RFi} * RF_{RFi} \} - \{ \sum_{(RM,i)} CFR_{RMi} * RM_{RMi} \} - \{ \sum_{(i)} CFI_i * y_i \} \\ & - \{ \sum_{(l)} CL_l * L_l + \sum_{(v)} CVG_v * VG_v + \sum_{(p)} CPR_p * PR_p + \sum_{(a)} CAG_a * AG_a + \sum_{(m)} CMD_m * MD_m \} * (1 + Txan) \end{aligned}$$

Sujeito a:

1) Balanço de massa para os vagões

$$\sum_{(d,g)} (x_{dg} * \delta O_{gvi}) / TUV_{dgv} + \sum_{(f)} V_{fv} * \epsilon O_{fi} = \sum_{(d,g)} (x_{dg} * \delta D_{gvi}) / TUV_{dgv} + \sum_{(f)} V_{fv} * \epsilon D_{fi} \quad p/ i, v;$$

2) Balanço de massa para os caminhões frota própria

$$\sum_{(d,g)} (x_{dg} * \phi O_{gpi}) / TUP_p + \sum_{(j)} P_{pij} = \sum_{(d,g)} (x_{dg} * \phi D_{gpi}) / TUP_p + \sum_{(j)} P_{pji} \quad p/ i, p;$$

3) Viagens vazias de caminhões em arcos rodoviários

$$\sum_{(p)} P_{pij} + \sum_{(a)} A_{aij} \leq CAP_{ij} * \delta_{rodo ij} \quad p/ i, j;$$

4) Balanço de massa caminhões agregados

$$\sum_{(d,g)} (x_{dg} * \phi O_{gai}) / TUA_a + \sum_{(j)} A_{aij} = \sum_{(d,g)} (x_{dg} * \phi D_{gai}) / TUA_a + \sum_{(j)} A_{aji} \quad p/ i, a;$$

5) Balanço de massa para as unidades bimodais

$$\sum_{(d,g)} (x_{dg} * \phi O_{gmi}) / TUM_m + \sum_{(b)} M_{bm} * \eta O_{bi} = \sum_{(d,g)} (x_{dg} * \phi D_{gmi}) / TUM_m + \sum_{(b)} M_{bm} * \eta D_{bi} \quad p/ i, m;$$

6) Movimentação de unidades bimodais vazias via vagão

$$\sum_{(b)} M_{bm} * \delta_{mv} * \delta_{bf} \leq V_{fv} \quad p/m, f, v$$

7) Movimentação de unidades bimodais vazias via caminhão frota própria

$$\sum_{(b)} M_{bm} * \delta_{mp} * \delta_{bpj} \leq P_{pij} \quad p/i, j, p, m$$

8) Movimentação de unidades bimodais vazias via caminhão agregado

$$\sum_{(b)} M_{bm} * \delta_{ma} * \delta_{baij} \leq A_{aij} \quad p/i, j, a, m$$

9) Movimentação de unidades bimodais vazias via caminhão de terceiros

$$\sum_{(b)} M_{bm} * \delta T_{bij} \leq TER_{ij} \quad p/i, j, m$$

10) Atendimento não superior à demanda

$$\sum_{(g)} x_{dg} \leq D_d$$

11) Frota de vagões

$$\sum \sum_{(d, g)} (x_{dg} * TTF_{gv}) / TUV_{dgv} + \sum_{(f)} V_{fv} * TTFV_f \leq FV_v + VG_v \quad p/v;$$

12) Frota Própria de caminhões

$$\sum \sum_{(d, g)} (x_{dg} * TTR_{gp}) / TUP_p + \sum \sum_{(i, j)} P_{pij} * TTRV_{ij} \leq FP_p + PR_p \quad p/p;$$

13) Frota Agregada de caminhões

$$\sum \sum_{(d, g)} (x_{dg} * TTR_{ga}) / TUA_a + \sum \sum_{(i, j)} A_{aij} * TTRV_{ij} \leq FA_a + AG_a \quad p/a;$$

14) Frota de unidades bimodais

$$\sum \sum_{(d, g)} (x_{dg} * TTM_{gm}) / TUM_m + \sum_{(b)} M_{bm} * TTMV_b \leq FM_m + MD_m \quad p/m;$$

15) Capacidade dos trens

$$\sum \sum \sum_{(d, g, v)} ((x_{dg} * \delta_{gvrt} / TUV_{dgv}) * (TU_v + TB_v) + \sum_{(f, v)} V_{fv} * \delta_{ft} * TB_v) \leq CAP_{rt} * T_t \quad p/r, t;$$

16) Comprimento dos trens

$$\sum \sum_{(d,g,v)} ((x_{dg} * \delta_{gvrt} / TUV_{dgv}) + \sum_{(f,v)} V_{fv} * \delta_{fvt}) \leq COMP_{rt} * T_t \quad p/r,t;$$

17) Capacidade dos navios em toneladas

$$\sum \sum_{(d,g)} \{ (x_{dg} * \delta_{gsnm}) + [(x_{dg} * \delta_{gsnm}) / TUM_m] * TBM_m \} + \sum_{(b,m)} M_{bm} * \delta_{bsnm} * TBM_m \leq CAPNT_n * N_n$$

p/r,n;

18) Capacidade dos navios em TEU

$$\sum \sum_{(d,g)} (x_{dg} * \delta_{gsnm} / TUM_m) + \sum_{(b,m)} M_{bm} * \delta_{bsnm} \leq CAPN_n * N_n$$

19) Frota de locomotivas

$$\sum_{(t)} NL_{lt} * T_t \leq FL_l + L_l \quad p/l;$$

20) Número máximo de trens no trecho

$$\sum_{(t)} T_t * \delta_{tr} \leq NT_r \quad p/r;$$

21) Frota de navios

$$\sum_{(n)} NE_n N_n * \delta_{ne} \leq FL_e \quad p/e;$$

22) Capacidade das unidades de transbordo rodo-ferroviárias

$$\sum_{(d,g)} (x_{dg} * \delta_{giRF}) \leq CAP_{RFi} * RF_{RFi} \quad p/i,RF;$$

23) Capacidade das unidades de transbordo rodo-marítimas

$$\sum_{(d,g)} (x_{dg} * \delta_{giRM}) \leq CAP_{RMi} * RM_{RMi} \quad p/i,RF;$$

24) Capacidade dos pátios ferroviários

$$\sum_{(d,g)} (x_{dg} * \delta_{gi} * \delta_{Fi}) \leq CAPF * y_i \quad p/i;$$

25) Capacidade dos portos

$$\sum_{(d,g)} (x_{dg} * \delta_{gi} * \delta_{Pi}) \leq CAPP * y_i \quad p/i,p;$$



26) Capacidade dos hub's rodoviários

$$\sum_{(d,g)} (x_{dg} * \delta_{gi} * \delta H_i) \leq CAPH * y_i \quad p/i,h;$$

27) Capacidade das US's rodoviárias

$$\sum_{(d,g)} (x_{dg} * \delta_{gi} * \delta U_i) \leq CAPU * y_i \quad p/i,u;$$

28) Orçamento disponível

$$\sum_{(l)} CL_l * L_l + \sum_{(v)} CVG_v * VG_v + \sum_{(p)} CPR_p * PR_p + \sum_{(a)} CAG_a * AG_a + \sum_{(m)} CMD_m * MD_m \leq INV$$

Na função objetivo apresentada, a primeira parcela ( $\sum_{(d,g)} R_d * Deq_d * x_{dg}$ ) representa a receita total, pela multiplicação das quantidades atendidas das demandas pela sua tarifa e os dias equivalentes desta demanda, conforme já apresentado. A segunda e a terceira parcela ( $\{\sum_{(t)} NL_{lt} * CFL_l * T_t + \sum_{(n)} CFN_n * N_n\}$ ) representam os custos fixos de se operar os trens  $t$  e os navios  $n$ . A quarta e a quinta ( $\{\sum_{(d,g)} CV_{dg} * Deq_d * x_{dg} + \sum_{(d,g)} CE_{dg} * Deq_d * x_{dg}\}$ ), representam os custos variáveis de operação de se atender a demanda  $d$  pelo grupo de serviço  $g$ , e os custos adicionais de estoques ocasionados para os clientes desta demanda quando sua carga é transportada pelo grupo de serviço  $g$ . As sexta, sétima, oitava e nona parcelas são todas relativas ao custo dos deslocamentos de veículos vazios. Como se trata de um custo unitário por viagem, multiplica-se por 300, pois este é o número de dias previstos para a operação do sistema no ano. Trata-se de uma média dos dias equivalentes das demandas, uma vez que os deslocamentos vazios são destinados ao atendimento das demandas de transporte. As décima, décima primeira e décima segunda parcelas dizem respeito ao custo fixo dos nós e unidades de transbordo. As demais parcelas são relativas aos custos de aquisição de novos ativos. Para o cálculo da taxa anual (Txan) foi usada a seguinte fórmula:

$$Txan = CMA / (I/i)$$

Sendo:

$$CMA = I * \sum_{(i)} [1 / (1+tx)^i]$$

Onde:

I = Valor presente do investimento total

i = número de períodos para pagamento

tx = taxa de juros do capital

FONTE: Business Logistics Management – Ballou, R.H.

A restrição (1) visa garantir o balanço de massa dos vagões nos nós da malha. De maneira análoga, foram elaboradas as restrições (2), (4) e (5), para caminhões da frota própria, agregados e unidades bimodais.

A restrição (3) visa garantir que os fluxos de caminhões vazios na malha, tanto para agregados, como para caminhões da frota própria, ocorram apenas nos arcos rodoviários.

As restrições (6), (7), (8) e (9) estabelecem condições para que as unidades bimodais vazias sejam sempre transportadas por algum veículo, seja vagão ou caminhão. A restrição (10) limita o atendimento da demanda ao seu valor pedido.

As restrições (11), (12), (13), (14), (19) e (21) busca limitar a utilização de frota à quantidade disponível para cada tipo de veículo ou bimodal.

As restrições (15) e (16) buscam limitar as quantidades transportadas por trem pela capacidade de tração do conjunto de locomotivas que formam os trens e pelo comprimento máximo dos trens determinado pelas características da via permanente. A restrição (20) limita a quantidade de trens que podem passar por dia em um determinado trecho da via permanente.

As restrições (17) e (18) buscam limitar o carregamento sobre navios de acordo com o peso máximo admitido nas embarcações ou o volume máximo, respectivamente.

As restrições (22) e (23) limitam as quantidades máximas diárias que podem passar pelas unidades de transbordo rodo-ferroviária e rodo-marítima.

As restrições (23), (24), (25), (26) e (27) buscam limitar as movimentações nos nós da malha ao seu valor limite.

Por fim, a restrição (28) limita a quantidade de veículos e bimodais adquiridos, ao orçamento disponível para estas aquisições.

Com estas definições chega-se ao final da descrição da metodologia. Em seguida será apresentado um estudo de caso para aplicação da metodologia proposta.

## **4 ESTUDO DE CASO: PLANEJAMENTO DE SERVIÇOS EM UMA REDE RODO-FERROVIÁRIA**

*Neste capítulo será feito um estudo de caso real para uma empresa de transporte rodo-ferroviário. Inicialmente, serão apresentados os dados relativos à malha física e aos ativos disponíveis para o transporte. Em seguida, será descrito o modelo de apropriação de custos para entrada de dados, seguido de um breve comentário a respeito do processo de geração de grupos de serviço e fluxos de vazios.*

*Na primeira parte de apresentação dos resultados, serão mostrados, para o cenário base, os indicadores que permitem melhor visualizar a atuação das restrições do modelo e os valores das variáveis de decisão, de forma que será possível identificar quais são os gargalos do sistema. Na seqüência, serão avaliados novos cenários no sentido de avaliar os resultados do modelo com variações no cenário base. O estudo de caso se encerra com a avaliação de três estratégias de melhoria do sistema: a melhoria do nível de serviço ferroviário e no de transporte por caminhões autônomos, e a redução de custos fixos ferroviários. Os resultados dirão qual das três estratégias de atuação produz melhor resultado no aumento do lucro operacional.*

### **4.1 APRESENTAÇÃO DO SISTEMA EM ESTUDO**

Uma empresa de transporte intermodal rodo-ferroviário deseja determinar a melhor maneira de atender a seus clientes de acordo com os ativos de que dispõe e com determinado orçamento de investimento para aquisição de novos ativos. A empresa se encontra em fase de renegociação de contratos com seus clientes, todos eles com base anual. Para tal necessita conhecer os grupos de serviço que atenderão a cada demanda, de maneira a maximizar seu lucro operacional.

Além disso, a empresa gostaria de avaliar o nível de serviço atual que consegue oferecer aos seus clientes no transporte rodo-ferroviário e no transporte por contratação de caminhões autônomos, fazendo análises de cenários caso estes níveis de serviço sejam melhorados. Ao final

se decidirá qual estratégia usará no ano seguinte e estabelecerá indicadores de serviço e produtividade para fechamento dos contratos, indicando os grupos de serviço que atenderão a eles.

O sistema em estudo consiste na malha ferroviária da região sul do Brasil, tendo início na cidade de Tatuí (SP) passando por Curitiba, Porto Alegre até Uruguaiana, na fronteira com a Argentina. Além de nós ferroviários, existem na malha unidades de expedição rodoviárias, que podem ser exclusivamente para contratação de terceiros ou terminais rodoviários, para recebimento e expedição de frota própria ou agregados.

Alguns nós da malha ferroviária são terminais intermodais para transbordo, contendo equipamentos e estrutura para a operação rodo-ferroviária. Outros serão apenas pátios de triagem e formação de trens, podendo haver carregamento diretamente sobre o vagão, em clientes que dispõem de infra-estrutura ferroviária. Neste caso, existem locomotivas de manobra nestes pátios que podem ir até o desvio destes clientes para levar vagões vazios e retirar vagões carregados sem a necessidade de transporte rodoviário.

O mapa da região em estudo está mostrado na figura 4.1 em seguida.

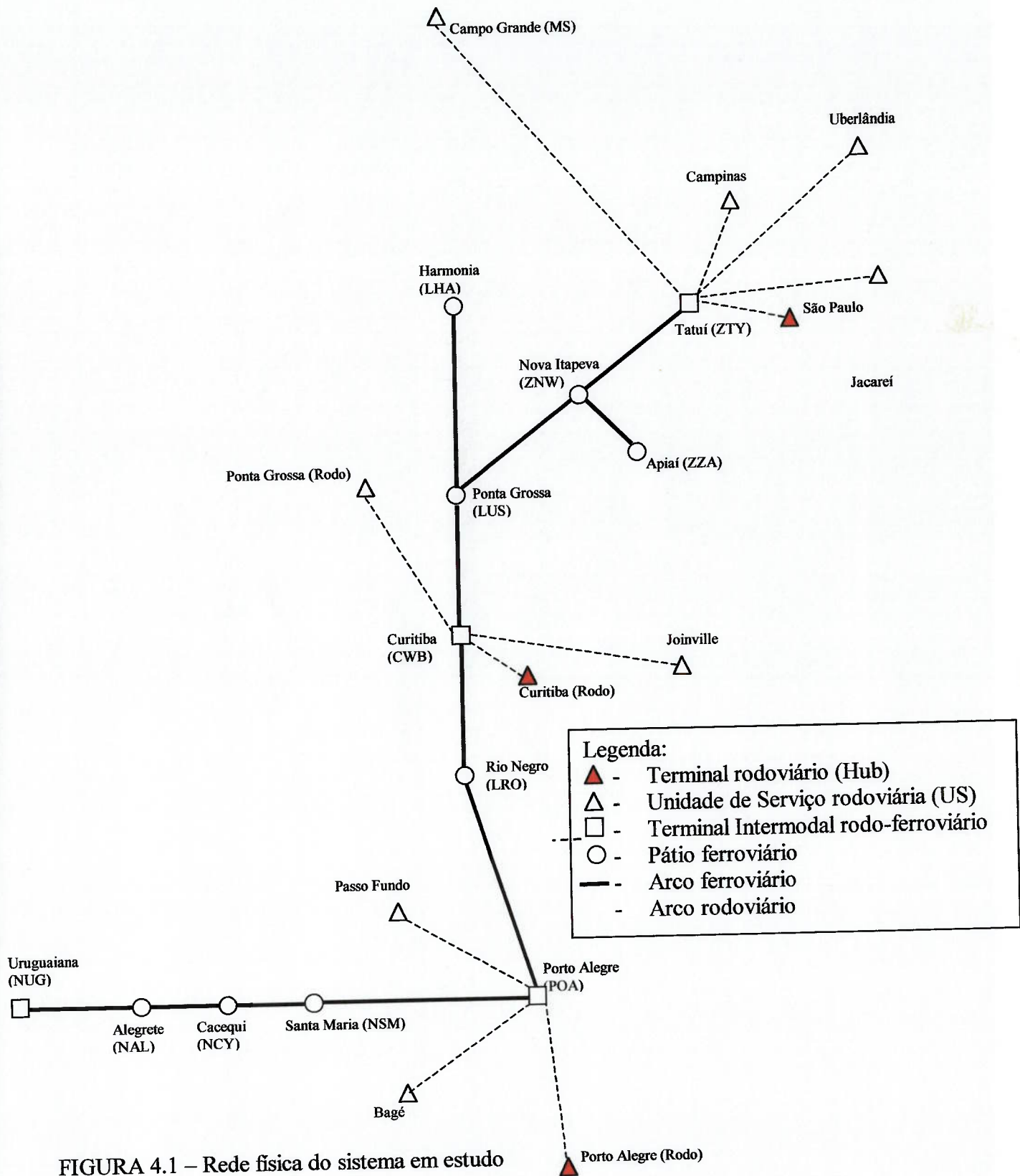


FIGURA 4.1 – Rede física do sistema em estudo

## 4.2 MAPEAMENTO DOS ATIVOS

Os ativos disponíveis para o transporte são caminhões de frota própria e de agregados, vagões, unidades bimodais rodo-ferroviárias e locomotivas. As tabelas 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6 contêm os dados do cenário, com os parâmetros necessários conforme descrito no capítulo anterior.

TABELA 4.1: Cadastro dos tipos de vagão para estudo de caso

Tipo de Vagão	COD	Qtde	Ton Útil
Plataforma	1	500	40
Plataforma Fueiro (Transp. Madeira)	2	50	40
Gôndolas	3	300	50
Road Railler	4	100	25
Fechado	5	200	48

TABELA 4.2: Cadastro dos tipos de caminhão frota própria para o estudo de caso

Tipo de Caminhão Frota Própria	COD	Qtde	Custo/Km Cg (R\$/ton.Km)	Custo/Km Vz (R\$/Km)
Plataforma	1	30	0,059	1,6
Graneleiro	2	20	0,059	1,6
Sider	3	20	0,059	1,6
Truck Road Railler	4	100	0,074	2,0

TABELA 4.3: Cadastro dos tipos de caminhão agregado para o estudo de caso

Tipo de Caminhão Agregado	COD	Qtde	Custo/Km Carreg (R\$/ton.Km)	Custo/Km Vz (R\$/km)
Plataforma	1	50	0,054	0,943
Graneleiro	2	25	0,054	0,943
Sider	3	25	0,054	0,943

TABELA 4.4: Cadastro de tipos de bimodais para o estudo de caso

Tipo de Equipamento	COD	T descarga	T descarga	Qtde	TU/vagão
Container 20'	1	5	5	1000	50
Container 40'	2	5	5	500	25
Carreta Road Railler	3	3	3	100	25

TABELA 4.5: Cadastro de tipos de locomotiva para o estudo de caso

Tipo de Locomotiva	COD	Qtde	Custo Fixo (R\$)
GT	1	10	125.000
G22UB	2	14	75.000
U20C	3	6	95.000
G12	4	6	70.000

TABELA 4.6: Cadastro de tipos de transbordo rodo-ferroviário para estudo de caso

Modalidade de Transbordo	COD	CAPACIDADE (ton/dia)	Custo/ton (R\$)
Pórtico	1	80	3,4
Ponte Rolante	2	443	4,1
Estivado	3	600	8,3
Road Railler	4	20	4

A partir da frota disponível de locomotivas, foi construída a tabela 4.7 que mostra todos os possíveis trens regulares que podem circular pela malha, conforme apresentado no capítulo anterior. O modelo decidirá quais trens deverão circular regularmente e quais não serão oferecidos.

TABELA 4.7 – Trajeto de trens candidatos a serem selecionados na modelagem

COD_TREM	TREM	ORIGEM	DESTINO	TP_LOCO	Kgf	N_LOCOS	T_Tipo	SUB_ROTATEIRO	CAPACIDADE_TB
1U01/I01	LUS	ZTY	U20C	20000	6	2	20	2200	
1U01/I01	LUS	ZTY	U20C	20000	6	2	22	1500	
1U01/I01	ZTY	LUS	U20C	20000	6	2	3	2200	
1U01/I01	ZTY	LUS	U20C	20000	6	2	1	1500	
2U02/I02	LUS	ZTY	U20C	20000	9	2	20	3000	
2U02/I02	LUS	ZTY	U20C	20000	9	2	22	2250	
2U02/I02	ZTY	LUS	U20C	20000	9	2	1	2250	
2U02/I02	ZTY	LUS	U20C	20000	9	2	3	3000	
3A1/I03	ZTY	ZZA	U20C	20000	2	2	1	1500	
3A1/I03	ZTY	ZZA	U20C	20000	2	2	21	1500	
3A1/I03	ZZA	ZTY	U20C	20000	2	2	2	1500	
3A1/I03	ZZA	ZTY	U20C	20000	2	2	22	1500	
4U03/H01	LHA	LUS	G22UB	15540	1	1	4	900	
4U03/H01	LUS	LHA	G22UB	15540	1	1	4	900	
5R01/U04	LRO	LUS	GT	26000	3	3	18	5700	
5R01/U04	LRO	LUS	GT	26000	3	3	17	5700	
5R01/U04	LUS	LRO	GT	26000	3	3	6	5700	
5R01/U04	LUS	LRO	GT	26000	3	3	5	5700	
6R02/U05	LRO	LUS	GT	26000	3	3	17	5700	
6R02/U05	LRO	LUS	GT	26000	3	3	18	5700	
6R02/U05	LUS	LRO	GT	26000	3	3	5	5700	
6R02/U05	LUS	LRO	GT	26000	3	3	6	5700	
7P01/R03	LRO	POA	GT	26000	9	3	7	4200	



7P01/R03	POA	LRO	GT	26000	9	3	16	4200
8C01/U06	CWB	LUS	GT	26000	3	3	18	5700
8C01/U06	LUS	CWB	GT	26000	3	3	5	5700
9P02/C02	CWB	POA	GT	26000	12	3	6	5700
9P02/C02	CWB	POA	GT	26000	12	3	7	4200
9P02/C02	POA	CWB	GT	26000	12	3	17	5700
9P02/C02	POA	CWB	GT	26000	12	3	16	4200
10Y01/P03	NCY	POA	GT	26000	6	3	14	4500
10Y01/P03	NCY	POA	GT	26000	6	3	15	5100
10Y01/P03	POA	NCY	GT	26000	6	3	8	5100
10Y01/P03	POA	NCY	GT	26000	6	3	9	4500
11M01/P04	MSM	POA	GT	26000	6	3	15	5100
11M01/P04	POA	NSM	GT	26000	6	3	8	5100

TABELA 4.7 - Continuação

COD_TREM	TREM	ORIGEM	DESTINO	TP_LOCO	Kgf	N_LOCOS	T_Tipo	SUB_ROTATEIROS	CAPACIDADE_TB
12G01/M02	NSM	NUG	G12	G12	15000	6	3	10	2700
12G01/M02	NSM	NUG	G12	G12	15000	6	3	9	2700
12G01/M02	NSM	NUG	G12	G12	15000	6	3	11	2100
12G01/M02	NUG	NSM	G12	G12	15000	6	3	14	2700
12G01/M02	NUG	NSM	G12	G12	15000	6	3	12	2100
12G01/M02	NUG	NSM	G12	G12	15000	6	3	13	2700
13G02/Y02	NCY	NUG	G12	G12	15000	6	3	11	2100
13G02/Y02	NCY	NUG	G12	G12	15000	6	3	10	2700
13G02/Y02	NUG	NCY	G12	G12	15000	6	3	12	2100
13G02/Y02	NUG	NCY	G12	G12	15000	6	3	13	2700
14G03/I04	NUG	ZTY	G22UB	G22UB	15540	12	3	17	1350
14G03/I04	NUG	ZTY	G22UB	G22UB	15540	12	3	22	825
14G03/I04	NUG	ZTY	G22UB	G22UB	15540	12	3	18	1350
14G03/I04	NUG	ZTY	G22UB	G22UB	15540	12	3	16	1050
14G03/I04	NUG	ZTY	G22UB	G22UB	15540	12	3	15	1125
14G03/I04	NUG	ZTY	G22UB	G22UB	15540	12	3	14	1200
14G03/I04	NUG	ZTY	G22UB	G22UB	15540	12	3	13	1200
14G03/I04	NUG	ZTY	G22UB	G22UB	15540	12	3	12	975
14G03/I04	NUG	ZTY	G22UB	G22UB	15540	12	3	20	1050
14G03/I04	ZTY	NUG	G22UB	G22UB	15540	12	3	10	1200
14G03/I04	ZTY	NUG	G22UB	G22UB	15540	12	3	9	1200
14G03/I04	ZTY	NUG	G22UB	G22UB	15540	12	3	8	1125
14G03/I04	ZTY	NUG	G22UB	G22UB	15540	12	3	7	1050
14G03/I04	ZTY	NUG	G22UB	G22UB	15540	12	3	6	1350
14G03/I04	ZTY	NUG	G22UB	G22UB	15540	12	3	5	1350
14G03/I04	ZTY	NUG	G22UB	G22UB	15540	12	3	3	1050
14G03/I04	ZTY	NUG	G22UB	G22UB	15540	12	3	1	825
14G03/I04	ZTY	NUG	G22UB	G22UB	15540	12	3	11	975
15G04/I05	NUG	ZTY	G22UB	G22UB	15540	24	3	20	2100
15G04/I05	NUG	ZTY	G22UB	G22UB	15540	24	3	13	2400

15G04/105	NUG	ZTY	G22UB	15540	24	3	14	2400
15G04/105	NUG	ZTY	G22UB	15540	24	3	22	1650
15G04/105	NUG	ZTY	G22UB	15540	24	3	15	2250
15G04/105	NUG	ZTY	G22UB	15540	24	3	16	2100
15G04/105	NUG	ZTY	G22UB	15540	24	3	12	1950
15G04/105	NUG	ZTY	G22UB	15540	24	3	18	2700
15G04/105	NUG	ZTY	G22UB	15540	24	3	17	2700
15G04/105	ZTY	NUG	G22UB	15540	24	3	7	2100
15G04/105	ZTY	NUG	G22UB	15540	24	3	11	1950
15G04/105	ZTY	NUG	G22UB	15540	24	3	10	2400
15G04/105	ZTY	NUG	G22UB	15540	24	3	8	2250
15G04/105	ZTY	NUG	G22UB	15540	24	3	6	2700
15G04/105	ZTY	NUG	G22UB	15540	24	3	5	2700
15G04/105	ZTY	NUG	G22UB	15540	24	3	3	2100
15G04/105	ZTY	NUG	G22UB	15540	24	3	1	1650
15G04/105	ZTY	NUG	G22UB	15540	24	3	9	2400

### 4.3 AS DEMANDAS DE TRANSPORTE

Os dados de demanda se encontram consolidados na tabela 4.8. O quadro mostra o perfil das demandas a serem atendidas. Pode-se observar que as densidades de valor das mercadorias variam de R\$ 50,00/ton a R\$ 5.250,00/ton. As tarifas colocadas na última coluna representam tarifas de transporte rodoviário direto com frota própria, conforme o conceito da modelagem.

TABELA 4.8 – Dados de demanda de transporte

CÓD	Origem	Destino	Mercadoria	Dens. Valor (R\$/Ton)	Volume (ton)	Dias Equiv	Tarifa (R\$/ton)
1	Campinas	NUG	PAPEL/CELULOSE	2800	20	250	100
2	Campinas	NUG	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5250	1	300	110
3	Campo Grande	NUG	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5250	10	300	120
4	CWB	POA	CLINQUER	50	1520	287	55
5	CWB	NUG	SIDERÚRGICO	3450	102,4	223	80
6	Jacareí	NUG	ROAD RAILER	3920	2	300	100
7	Joinville	NUG	MADEIRA	100	10	300	100
8	LHA	Campinas	PAPEL/CELULOSE	2800	60	240	40
9	LHA	LUS	PAPEL/CELULOSE	2800	260	300	20
10	LHA	NUG	PAPEL/CELULOSE	2800	8	300	95
11	NAL	São Paulo	ARROZ	890	240	300	80

12	NCY	ZTY	ARROZ	890	36	250	80
13	NUG	Campinas	POLIETILENO	2300	50	260	90
14	NUG	Campinas	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5250	31	300	110
15	NUG	Jacareí	ROAD RAILER	3920	5	300	90
16	NUG	POA	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5250	20	300	90
17	NUG	Porto Alegre	ROAD RAILER	3920	30	200	70
18	NUG	Porto Alegre	SIDERÚRGICO	3450	160	232	65
19	NUG	São Paulo	ALIMENTOS	1320	39	236	120
20	NUG	São Paulo	ROAD RAILER	3920	12	300	125
21	NUG	São Paulo	SIDERÚRGICO	3450	87,8	236	110
22	NUG	ZTY	ARROZ	890	400	259	100
23	NUG	ZTY	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5250	180	253	130
24	POA	Campinas	POLIETILENO	2300	40	200	90
25	POA	Curitiba	POLIETILENO	2300	220	250	50
26	POA	CWB	POLIETILENO	2300	20	300	55
27	POA	Rio Grande	POLIETILENO	2300	120	275	30
28	POA	São Paulo	ARROZ	890	40	245	80
29	POA	ZTY	FERRO	600	180	267	86
30	POA	ZTY	POLIETILENO	2300	300	247	70
31	Porto Alegre	NUG	POLIETILENO	2300	60	240	40
32	Pouso Alegre	Porto Alegre	ALIMENTOS	1320	2	300	100
33	São Paulo	NUG	ALIMENTOS	1320	52	229	100
34	São Paulo	NUG	PAPEL/CELULOSE	2800	15	300	100
35	São Paulo	NUG	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5250	23	289	120
36	São Paulo	NUG	ROAD RAILER	3920	32	300	110
37	São Paulo	NUG	SIDERÚRGICO	3450	25,6	250	130
38	Uberlândia	NUG	POLIETILENO	2300	30	300	140
39	Uberlândia	NUG	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5250	3	300	100
40	ZTY	Curitiba	BOBINA DE AÇO	3450	40	200	70
41	ZTY	Porto Alegre	BOBINA DE AÇO	3450	360	283	80
42	ZNW	ZTY	CAL	50	400	280	30
43	ZTY	NUG	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5250	60	300	100
44	ZTY	POA	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5250	50	266	80
45	ZTY	Porto Alegre	FERRO	600	80	290	80
46	ZZA	LUS	CIMENTO ACONDICIONADO	50	408	298	30
47	ZZA	POA	CIMENTO ACONDICIONADO	50	140	271	50

48ZZA

ZTY

CALCARIO  
INDUSTRIALIZADO

50

120

283

30

Obs: Os dados de tarifa são valores fictícios, porém de ordens de grandeza semelhantes aos valores reais

#### 4.4 CÁLCULO DE CUSTOS NO SISTEMA

O objetivo central da pesquisa é o desenvolvimento do modelo para planejamento de serviços de transporte intermodal. Em qualquer aplicação da metodologia, para que os resultados sejam consistentes, é necessário estimar adequadamente os valores de todos os parâmetros. Assim sendo, esta seção busca esclarecer as premissas envolvidas no cálculo dos custos, muito embora não seja o objetivo central do presente trabalho.

Abaixo serão novamente listadas as parcelas de custos de maneira a fornecer informações mais detalhadas sobre o conceito destes custos.

##### 4.4.1 CUSTO VARIÁVEL DE TRANSPORTE PELO GRUPO DE SERVIÇO G

É a soma dos custos variáveis de cada etapa do transporte desde a origem até o destino da demanda. Se, por exemplo, um grupo de serviço possui uma ponta rodoviária com frota própria, um transbordo rodo-ferroviário seguido por um trajeto de ferrovia, e outro transbordo para, enfim, uma entrega final rodoviária, ter-se-ia a seguinte fórmula de custo:

$$CVAR_{total} = CVAR_{ponta1} + CVAR_{tranb1} + CVAR_{ferro} + CVAR_{transb2} + CVAR_{ponta2}$$

Em seguida, serão melhor detalhados os custos ferroviários, rodoviários e de transbordo.

##### *Custo Variável Ferroviário*

Os custos variáveis no transporte ferroviário são muito dependentes do trecho no qual o trem está circulando. Em ferrovias, o fator de traçado da via influi muito no consumo de diesel,

que constitui o item de maior peso na composição do custo. Segundo a empresa fornecedora dos dados, os custos variáveis ferroviários possuem uma correlação muito boa com o índice tonelada bruta por quilograma força (TB/Kgf). Este índice indica quantas toneladas 1 (um) Kgf consegue tracionar em determinado trecho. Para o estudo realizado, foram coletados dados de maneira a construir uma equação que permita o cálculo do custo variável ferroviário. Os resultados se encontram na figura 4.2:

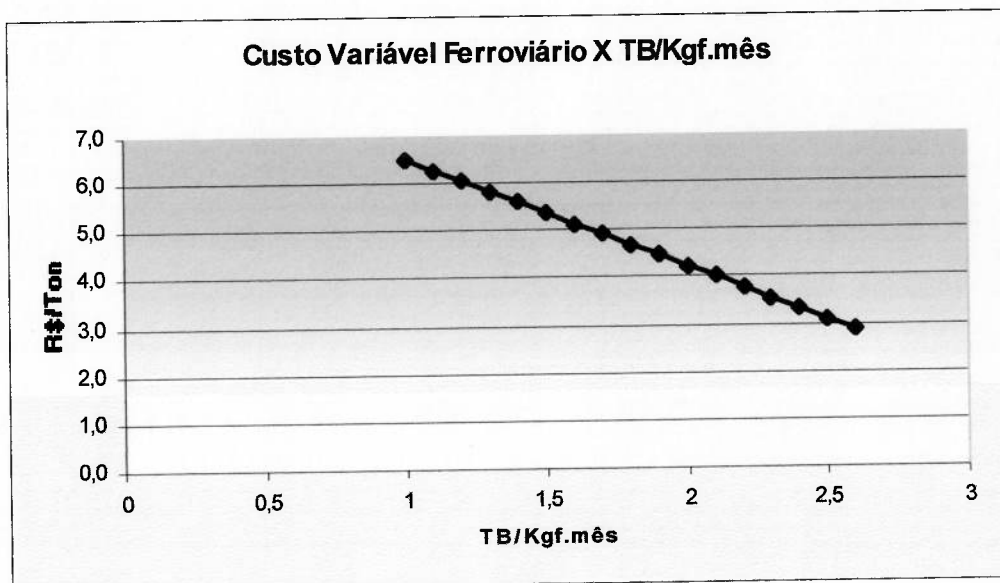


FIGURA 4.2 – Relação TB/Kgf coletada

Estes valores são válidos para uma distância de transporte de 600 km. No estudo de caso, cada arco ferroviário possui sua relação TB/kgf. Para cada grupo de serviço foi calculado o custo variável ferroviário (quando houver trecho ferroviário) pela soma ponderada de todos os arcos por onde o grupo de serviço passa.

#### *Custo Variável Rodoviário*

O custo variável rodoviário deve ser separado para a frota de agregados, a frota própria e a de terceiros. Os custos da frota própria e de agregados são valores fixos por ton.Km, uma vez que toda remuneração dos agregados se dá nesta base além de os custos de frota serem lineares com a distância, segundo a empresa fornecedora dos dados. Muito embora haja diferenças no custo de

transporte de acordo com a rodovia em que se trafega, a hipótese de linearidade é bem mais razoável do que no caso da ferrovia. Assim sendo, o modelo utilizou os custos referidos nas tabelas de mapeamento dos ativos apresentadas na seção 4.2.

Já os custos de contratação de terceiros não são lineares com a distância. Foi necessário um levantamento de dados e a busca de uma curva de regressão para calcular os fretes de acordo com a distância. Como hipótese, admitiu-se que esta curva é válida para qualquer cidade de origem dentro do sistema em estudo; os resultados são apresentados na figura 4.3:

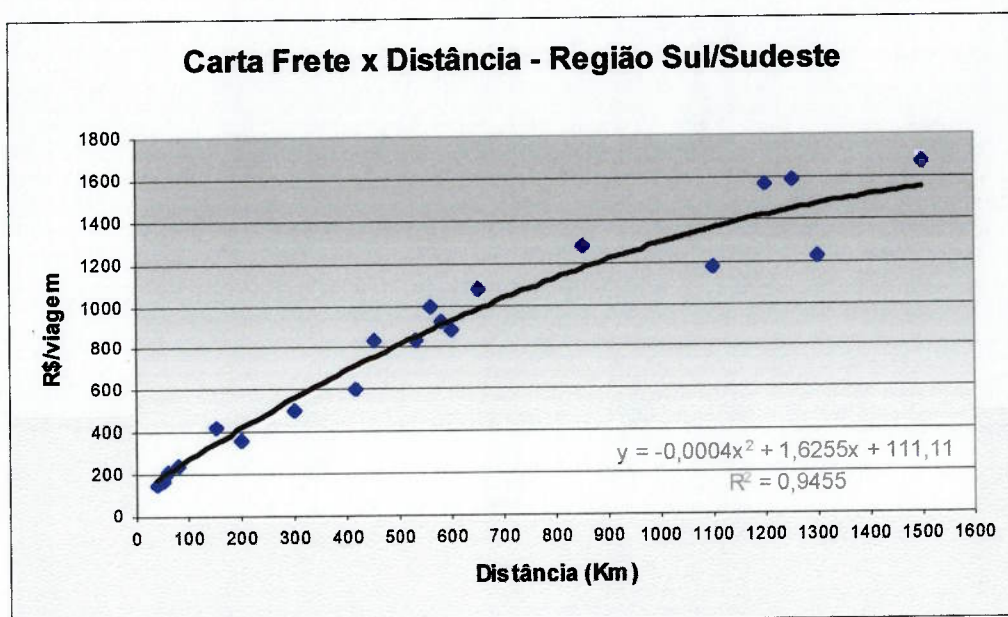


FIGURA 4.3 – Fretes de terceiros X distância de transporte

#### *Custo Variável de transbordo rodo-ferroviário*

São custos tabelados para cada tipo de transbordo rodo-ferroviário, também conforme a tabela da seção 4.2. Pode-se observar que o custo da modalidade transbordo estivado é bem superior ao das modalidades de transbordo mecanizadas, ou seja, pórtico, ponte rolante e “road-railler”. No entanto, há que se considerar que estas últimas possuem custos fixos que estão incorporados na modelagem.

#### 4.4.2 CUSTOS FIXOS DOS NÓS

Trata-se dos custos de operação fixos de pátios, terminais rodoviários e unidades de serviço. Nestes custos, não entram parcelas de arrendamento e depreciação de imóveis. Segundo a empresa fornecedora dos dados para o estudo de caso, não é possível a eliminação total de custos fixos de uma estação ferroviária, pois esbarraria em cláusulas do contrato de concessão da ferrovia que obriga a manter a estação em funcionamento. O custo fixo que foi levado em conta neste caso foi apenas aqueles que podem ser cortados, caso não haja volume algum transportado por aquele nó. A estação ainda que não tenha atividades operacionais, deve possuir uma manutenção, sistemas e equipe mínima para manter-se operando.

Já no caso de terminais e unidades de serviço rodoviárias, é possível deixar de operar totalmente o nó. Assim sendo, os valores de custo fixo são maiores, muito embora na realidade os pátios ferroviários sejam sistemas mais complexos e mais caros de se operar.

#### 4.4.3 CUSTOS DE VIAGENS DE VAGÕES VAZIOS

O cálculo de custos variáveis, neste caso, é bem semelhante ao caso da viagem carregada. Cada fluxo de vagões vazios possui um roteiro ferroviário e o custo variável se dá pela relação TB/kgf de cada trecho do roteiro e sua soma ponderada. Porém, a unidade neste caso é vagão vazio transportado e não mais tonelada transportada. Portanto, deve-se multiplicar os valores obtidos na curva de regressão pela tonelada bruta do tipo de vagão correspondente.

#### 4.4.4 CUSTOS VARIÁVEIS DE VIAGENS VAZIAS DE CAMINHÕES

Os custos variáveis estão apresentados nas tabelas da seção 4.2. Os custos, assim como no caso de viagens de vagões vazios, são por viagem de caminhão de uma origem a um destino e não mais por tonelada.

O custo variável da viagem de terceiros é o mesmo da curva de regressão apresentada anteriormente.

#### 4.4.5 CUSTOS DE ESTOQUE GERADOS PARA AS DEMANDAS NOS GRUPOS DE SERVIÇO

Os custos de estoque foram calculados somando-se duas parcelas: Os custos de estoque em trânsito devido ao acréscimo nos tempos de trânsito e os custos acréscimo de estoque médio nas pontas devido a dispersão dos tempos de trânsito dos serviços em torno de seu valor médio. Estes custos são calculados com base nos tempos de trânsito das mercadorias admitindo-se um custo de oportunidade de 2% ao mês. Os custos de estoques são calculados usando uma base zero que corresponde ao transporte rodoviário direto com frota própria ou agregados. Em outras palavras, o custo de estoque somente aparecerá como parcela em grupos de serviço que possuam tempos de trânsito e/ou dispersão do tempo de trânsito superior ao transporte rodoviário direto com frota própria ou agregados. Isto porque as tarifas de transporte usadas na função objetivo são também nesta base. Por esta razão, apenas os grupos de serviço rodo-ferroviários e com transporte de terceiros possuem custos de estoque maiores que zero. No caso do transporte rodo-ferroviário, além de existir a parcela de custo de estoque nas pontas devido a altas dispersões nos tempos de trânsito, os tempos médios de trânsito são também maiores, o que implica no aparecimento também da primeira parcela do custo. Já o transporte em caminhão de terceiros possui o mesmo tempo médio dos caminhões frota própria e agregados, porém com altas dispersões em torno dos tempos médios de execução do serviço. Isto acontece pelo fato de que nem sempre é possível contratar um caminhão de terceiros no momento em que é requisitado. O índice que mede esta dispersão é a probabilidade de contratação de terceiros em determinado ponto. Se o valor da probabilidade for 1, o transporte se comporta como se fosse com frota própria ou de agregados.

Para o estudo feito, foram considerados dois tempos de trânsito: o tempo médio e o tempo para 95% dos casos, ou seja, o tempo de trânsito abaixo do qual encontram-se 95% das ocorrências previstas, admitindo-se uma curva de distribuição normal para a função de probabilidade. No restante do texto este tempo será referenciado apenas como tempo 95%.

Segundo a empresa fornecedora dos dados para o estudo de caso, os tempos de trânsito ferroviários são dependentes do número de conexões entre trens que os vagões fazem até a



chegada a seu destino final. Para cada conexão, o vagão fica parado em média 24 horas, sendo até 36 horas em 95% dos casos. Assim, para os grupos de serviço rodo-ferroviários foi contado o número de conexões feitas, conforme a seqüência de trens daquele grupo de serviço, e adicionado, para cada conexão, 1 dia para o tempo de trânsito médio e 1,5 dias para o tempo de trânsito 95%, em cima do tempo de percurso. O tempo de percurso ferroviário é o tempo de trajeto apenas dos trens, sem contar o tempo de vagão parado em pátios intermediários aguardando conexão. Este tempo de trajeto é obtido dividindo-se a distância total por uma velocidade média de 17 Km/h (valor médio fornecido pela empresa), valor admitido para os trens na malha proposta. O tempo ferroviário total é finalmente obtido somando-se o tempo de trajeto (já com as conexões) com os tempos de carga e descarga do vagão.

Os tempos totais no transporte rodo-ferroviário são obtidos somando o tempo ferroviário, conforme os critérios acima, com os tempos das pontas rodoviárias.

Para melhor ilustrar o critério descrito, admita-se um exemplo em que um grupo de serviço rodo-ferroviário transporta de um ponto A para outro ponto B, passando por um terminal intermodal Ai na origem e um Bi no destino. No seu trajeto ferroviário o vagão usará 3 trens diferentes para se movimentar de Ai para Bi, conforme a figura 4.4. Pelo exemplo dado nesta figura, a mercadoria seria transportada de caminhão de A até Ai, seguindo de vagão de Ai até Bi, passando por C1 e C2, locais onde pega conexão entre trens T1 para T2 e T2 para T3 respectivamente. Se o tempo de trânsito dos trens T1, T2 e T3 somam 3 dias, este passa a ser o tempo de percurso ferroviário. O tempo de trânsito do vagão passa a ser 3 dias (mínimo) + 2 dias de conexões (uma para cada conexão) + 2 dias de carga e descarga (1 dia para carga e 1 dia para descarga), totalizando 7 dias. Somam-se a este tempo os tempos nas pontas que podem ser 1,0 dia de trajeto rodoviário (0,5 para cada ponta) + 1,0 dia de carga e descarga (0,5 dias para carga e 0,5 dias para descarga). O tempo médio total passa a ser 9 dias. O tempo em 95% dos casos seria 9 dias + 1 dia (0,5 dias adicionais para cada conexão), totalizando 10 dias.

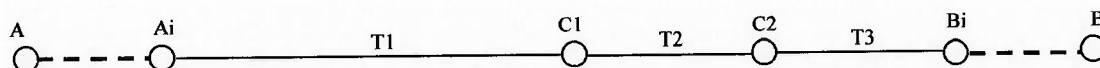


FIGURA 4.4 – Exemplo para cálculo dos parâmetros de tempo de trânsito.

Para o cálculo do tempo de trânsito rodoviário, divide-se inicialmente a distância percorrida pela velocidade média de 50 Km/h, admitida para este estudo de caso. Porém, a cada 12 horas de trânsito, são somadas mais 12 horas para o descanso do motorista.

No caso de frota própria e agregados, como simplificação, os tempos 95% são semelhantes aos tempos médios. Muito embora haja diferenças nestes tempos, elas são pequenas. Já para o transporte de terceiros, o tempo 95% é calculado pela probabilidade de contratação do caminhão para atendimento à demanda em um determinado dia. Quanto maior for a probabilidade, menor será o número de dias em que se garante, com 95% de certeza, que o caminhão será contratado e a mercadoria será transportada (Ver resultados da tabela 4.9). Como exemplo, admita-se um local em que a probabilidade de contratação seja 50%. A probabilidade de não se contratar num dado dia seria também de 50%. Para que se garanta 95% de confiança de que será contratado um caminhão dever-se-ia ter em média 4,3 dias de operação, pois  $0,5^{4,3} = 0,05007$ . Assim, ter-se-ia apenas 5% de chance de não se conseguir uma contratação.

Para o caso estudado, foram obtidos dados históricos para cálculo da probabilidade de contratação. Foram coletados dados de pedidos de carga para o dia seguinte lançados pela área comercial e o número de contratações realizadas para atendimento a tais pedidos. Os pedidos cancelados de última hora foram expurgados das análises. Os resultados desta análise são apresentados na tabela 4.9 e, a partir da porcentagem média de atendimento desta tabela, adotou-se o valor de 0,7 para a probabilidade de contratação. Admitiu-se também que as probabilidades de contratação são independentes de um dia para outro, ou seja, a probabilidade de contratação num dia qualquer é igual a 0,7, independentemente do resultado do dia anterior.

TABELA 4.9 – Pedidos confirmados X Pedidos atendidos – Contratação de terceiros

Dia	Pedidos Confirmandos	Pedidos Atendidos	% Atendimento
1	30	10	33%
2	41	36	88%

3	20	5	25%
4	16	14	88%
5	25	22	88%
6	85	45	53%
7	12	4	33%
8	23	20	87%
9	44	36	82%
10	35	20	57%
11	101	62	61%
12	15	14	93%
13	26	20	77%
14	31	28	90%
15	55	45	82%
16	10	6	60%
17	33	27	82%
18	12	10	83%
19	51	43	84%
20	15	11	73%
21	9	5	56%
<b>Total</b>	<b>689</b>	<b>483</b>	<b>70%</b>

No cálculo dos tempos ferroviário e rodoviário, foram fornecidas médias históricas dos tempos de carga e descarga por demanda para cada tipo de modal. Assim, independentemente do tipo de caminhão ou tipo de vagão que fará o transporte, os tempos de carregamento e descarregamento são os mesmos para uma dada demanda. Embora estes tempos de operação, para cada tipo de vagão por exemplo, possam ser diferentes, existe um tempo de espera para carregar ou descarregar que entra nesta parcela de tempo total de carga/descarga. Normalmente, estes tempos são bem maiores do que o tempo de operação propriamente dito e as esperas se devem a características do cliente e não do ativo utilizado.

Com tais conceitos colocados, a fórmula de cálculo dos custos de estoques fica:

$$CE = \{(TT_{\text{médio}} - TT_{\text{médio FP/AG}}) + (TT_{95\%} - TT_{\text{médio}})\} * (0,02/30) * \text{Valor unitário da mercadoria}$$

O valor unitário da mercadoria é o valor propriamente dito da mercadoria no momento em que está sendo transportada. Foram usados valores relativos a pagamento de seguro no caso de extravio da mercadoria.

No exemplo dado do grupo de serviço rodo-ferroviário, admita-se que o tempo de trânsito padrão do transporte com frota própria e de agregados fosse de 3 dias e o valor da mercadoria transportada fosse de R\$ 3.000/ton. O valor final ficaria:  $\{(9-3)+(10-9)\} * 0,02/30 = \text{R\$ } 14,00/\text{ton}$ .

Este custo é calculado admitindo-se que todos os clientes aceitam 5% de *stock-out*. Por *stock-out* admita-se como a probabilidade de falta de produto nos estoques dos clientes devido a tempos de trânsito muito acima do esperado. Isto porém pode não ser uma boa aproximação em determinadas situações. Alguns sistemas de produção podem exigir no máximo 1% de *stock-out* e outros não possuem toda esta exigência. Além disso, há outros problemas relacionados aos impactos que um sistema de transportes pode causar dentro da cadeia de suprimentos dos clientes. Por exemplo, se os clientes não possuem espaço para estoques nas pontas, uma alternativa de transporte pode ser inviável logo em primeiro momento. Não faz parte do escopo deste trabalho abranger todos estes impactos na modelagem. O estudo da influência dos sistemas de transportes na cadeia de suprimentos é um tema muito mais amplo e merecedor de pesquisas específicas sobre o assunto.

#### 4.4.6 CUSTOS DE AQUISIÇÃO DE ATIVOS

Consiste no custo de compra de determinados ativos baseado em valores de mercado passados pela empresa fornecedora dos dados. Este custo pode ser calculado pela fórmula apresentada na seção 3.5. Usou-se para o estudo de caso um horizonte de 5 anos para recuperação do investimento e uma taxa de juros anual de 28%.

Com as características passadas acima, foram gerados os grupos de serviço e fluxo de vazios de vagões e de bimodais para cada demanda.

#### 4.5 GRUPOS DE SERVIÇO E FLUXOS DE VAGÕES E BIMODAIS VAZIOS

Para o estudo de caso foram gerados 916 grupos de serviço, 314 fluxos de vagões vazios e 608 fluxos de bimodais vazios. A lista completa dos grupos de serviço e fluxos de vazios se encontra no ANEXO 2. Para cada demanda, foram construídos sempre grupos de serviço

intermodais, rodoviários direto com terceiros, com frota própria e agregados, sempre observando a compatibilidade das demandas com os ativos.

#### 4.6 RESULTADOS INICIAIS

O modelo matemático proposto foi implementado computacionalmente por meio do software X-Press (Versão 12.05) com os dados descritos conforme as descrições acima. Para melhor análise dos resultados foi gerado uma tabela contendo os principais indicadores da modelagem e gráficos de atendimento à demanda. A tabela 4.10 fornece um resumo inicial dos resultados.

TABELA 4.10 – Resumo inicial dos resultados

<b>Lucro Operacional (R\$)</b>	35.854.989
<b>Torre Investimentos Total (R\$)</b>	10.000.000
<b>Torre Investimentos Utilizada (R\$)</b>	2.000.000

A função objetivo totalizou um lucro operacional de R\$ 35.854.989. O orçamento disponível para investimentos foi apenas parcialmente utilizado. Em seguida, serão analisados os dados das restrições para melhores conclusões. Será apresentada inicialmente a tabela 4.11 com o resumo dos resultados referentes às principais restrições e a tabela 4.12 com os resultados das demandas atendidas.

TABELA 4.11 – Painel de resumo dos resultados do cenário base

Parâmetro	Disponível	Atendido/Utilizado	%
<b>Demanda (t/dia)</b>	6032	5781	96%
<i>Resumo trens</i>			
N Trens	15	5	33%
Lotação Média Trens (t)	60650	21737	36%
Lotação do trem mais utilizado no trecho crítico	-	-	100%
Comprimento do trem mais utilizado no trecho crítico	-	-	65%
Capacidade em número máximo de trens/dia	-	-	100%
Capacidade Transbordo Rodo-Ferro (t/dia)	13050	2541	19%
Pátio mais utilizado	-	-	64%
Capacidade Pátios Ferro (t/dia)	27500	4561	17%
<i>Resumo Terminais Rodoviários</i>			
Hubs Abertos	3	3	100%

Hub mais utilizado	-	-	86%
Capacidade Hubs (t/dia)	2500	1440	58%
<i>Resumo Unidades de Serviço Rodoviárias</i>			
US's Abertas	9	1	11%
US mais utilizada	-	-	25%
Capacidade Us's (t/dia)	800	201	25%
<i>Resumo Vagões</i>			
Utilização Vagões Tipo 1	500	306	61%
Utilização Vagões Tipo 2	50	0	0%
Utilização Vagões Tipo 3	300	131	44%
Utilização Vagões Tipo 4	100	8	8%
Utilização Vagões Tipo 5	200	93	46%
<b>Total Vagões</b>	<b>1150</b>	<b>538</b>	<b>47%</b>
<i>Resumo Caminhões Frota Própria</i>			
Utilização Cam FP Tipo 1	30	0	0%
Utilização Cam FP Tipo 2	20	0	0%
Utilização Cam FP Tipo 3	20	0	0%
Utilização Cam FP Tipo 4	100	1	1%
<b>Total Frota Própria</b>	<b>170</b>	<b>1</b>	<b>&gt;1%</b>
<i>Resumo Caminhões Agregados</i>			
Utilização Cam AG Tipo 1	50	6	11%
Utilização Cam AG Tipo 2	25	0	0%
Utilização Cam AG Tipo 3	25	0	0%
<b>Total Agregados</b>	<b>100</b>	<b>6</b>	<b>6%</b>
<i>Resumo Bimodais</i>			
Utilização BimodaisTipo 1	1000	404	40%
Utilização BimodaisTipo 2	500	254	51%
Utilização BimodaisTipo 3	100	20	25%
<b>Total Bimodais</b>	<b>1600</b>	<b>758</b>	<b>47%</b>
<i>Resumo Locomotivas</i>			
Utilização LocomotivasTipo 1	10	10	100%
Utilização LocomotivasTipo 2	14	13	93%
Utilização LocomotivasTipo 3	6	6	100%
Utilização LocomotivasTipo 4	6	0	0%
<b>Total Locomotivas</b>	<b>36</b>	<b>29</b>	<b>81%</b>

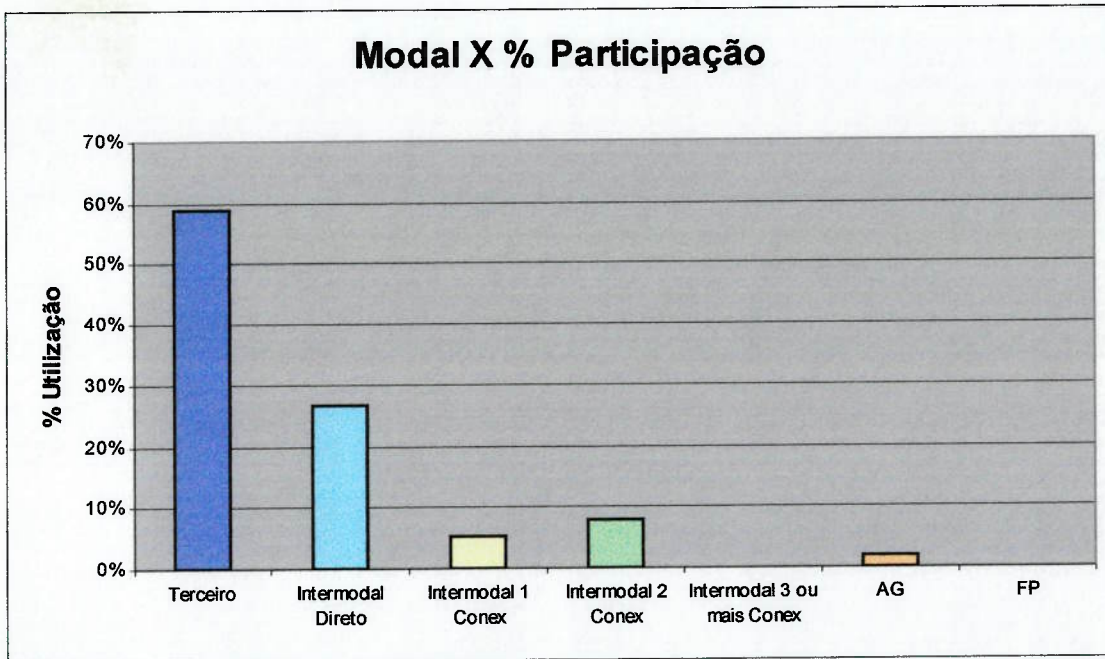


FIGURA 4.5 – Gráfico: % participação de cada modal no transporte das demandas do cenário

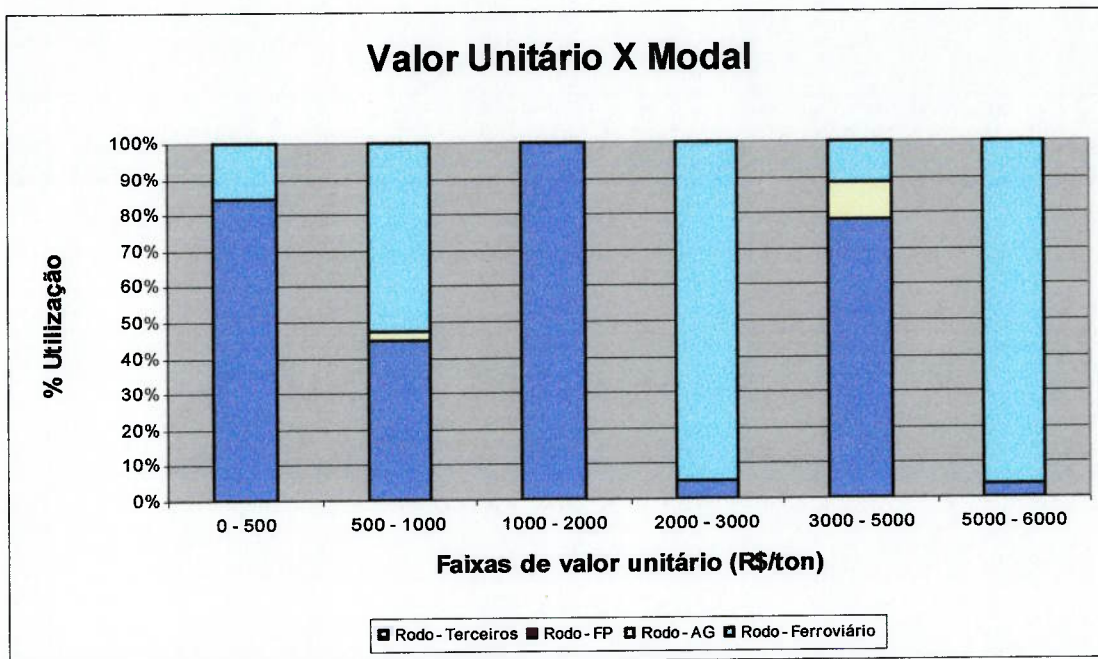


FIGURA 4.6 – Gráfico: % de participação de cada modal no transporte das demandas por faixa de valor unitário

TABELA 4.12 – Resumo das demandas atendidas pelos grupos de serviço

Demanda	Grupo Serviço	Quantidade Atendida	Quantidade Pedida
1	1	20	20
4	83	1520	1520
5	94	27	102
5	96	75	102
8	122	60	60
9	129	260	260
11	165	240	240
12	184	36	36
13	219	50	50
14	220	20	31
14	254	11	31
16	273	20	20
17	292	25	30
18	296	7	160
18	300	33	160
18	307	27	160
18	312	93	160
19	329	39	39
21	360	88	88
22	361	240	400
22	375	160	400
23	402	124	180
24	442	40	40
25	474	220	220
26	491	20	20
28	503	13	40
28	532	27	40
29	534	100	180
29	547	80	180
30	561	300	300
31	579	35	60
31	583	25	60
33	621	52	52
35	663	17	23
35	680	6	23
37	722	26	26
40	829	27	40
41	841	360	360
42	842	400	400
43	848	60	60
44	870	50	50
45	893	80	80
46	900	408	408
47	911	140	140
48	916	120	120



Abaixo se encontram comentários a respeito dos resultados:

- ✓ *Capacidade dos nós:* Dos nós selecionados, nenhum esteve próximo do limite de utilização. Os *Hub's* foram os que mais estiveram próximo da capacidade operacional, sendo que um deles chegou a 86% de utilização. Os pátios ferroviários, as Unidades de Serviço e as unidades de transbordo também estiveram aquém da sua capacidade. Portanto, não há indícios de que se necessite de ampliações nestas estruturas.
- ✓ *Capacidades dos trens e da via permanente:* Pelo menos um dos trens se apresentou no limite de capacidade em tonelada bruta. A capacidade da via permanente em termos de números de trens/dia foi também atingida em alguns trechos. Já a capacidade em termos de comprimento de trens não foi superada em nenhum caso, obtendo um máximo de 65%. Isto indica que não há necessidade de aumentar o comprimento dos pátios de cruzamento atuais, mas pode ser necessário ampliar o número de pátios para que se aumente a capacidade de tráfego em termos de trens/dia nos trechos críticos apontados. Novos cenários com alterações nestas configurações deveriam ser gerados.
- ✓ *Utilização dos ativos:* Não houve necessidade de utilizar toda a frota própria de caminhões e de vagões, assim como a frota de agregados, pelo contrário, o índice de utilização foi bem abaixo do limite.
- ✓ *Utilização de locomotivas:* O índice de utilização das locomotivas do tipo 2 (93%) esteve próximo do limite. Porém, ao analisar-se o trem que obteve 100% de lotação, trata-se do trem direto de Tatuí a Uruguaiana, que se utiliza de G22UB. Há indícios portanto, de que este trem possa possuir outras demandas que eventualmente não foram transportadas pelo mesmo por falta de capacidade. Um trem com mesma origem e destino e mesmas características operacionais, o trem 15, não foi selecionado. Este trem necessita de mais 24 G22UB no sistema para ser operado. Como o orçamento para investimentos é no máximo R\$10.000.000, não é possível comprar mais 23 locomotivas G22UB (que completariam 24

com 1 não utilizada). Um novo cenário poderia avaliar esta possibilidade. As locomotivas GT e U20C operaram com 100% de utilização, e mais 2 do tipo GT foram adquiridas.

- ✓ *Análise do atendimento das demandas:* As demandas de transporte foram atendidas, em 59% dos casos, por transporte rodoviário com caminhões de terceiros, o que confirma a competitividade desta modalidade. O transporte intermodal rodo-ferroviário transportou cerca de 39% da mercadoria, restando apenas 2% para o transporte por caminhões agregados. No entanto, quando se analisa o perfil das demandas atendidas pelo transporte intermodal, constata-se que as que possuem maior valor unitário (parâmetro que define o valor por tonelada da mercadoria transportada) são as que aparecem se utilizando deste modal. Grande parte deste atendimento se dá nos trens que não fazem conexões, ou seja, os trens diretos (gráfico 4.3). Estes trens pouca dispersão em torno dos tempos médios de trânsito, diferentemente do transporte por caminhão de terceiros (com a probabilidade de 0,7 para contratação). Embora os tempos de transito médios sejam maiores, os custos variáveis deste transporte são bastante inferiores aos dos caminhões de frota própria e agregados. Este conjunto de fatores justifica o transporte de cargas de alto valor agregado nas ferrovias.

As tabelas 4.13, 4.14, 4.15, 4.16 e 4.17 mostram os resultados das variáveis binárias e interias do modelo, bem como fornece maiores detalhes a respeito das restrições que podem ter sido gargalos neste cenário, conforme os comentários acima.

TABELA 4.13 – Nós selecionados e capacidade utilizada

Nó	Aberto/Fechado	Tipo de Nó	Capacidade	Utilizado	% Utilizado
1	0	Unidade de Serviço	150	0	0%
2	1	Unidade de Serviço	800	201	25%
3	1	Terminal Rodoviário	1000	508	51%
4	0	Unidade de Serviço	500	0	0%
5	1	Terminal Intermodal	5000	1636	33%
6	0	Pátio Ferroviário	5000	0	0%
7	1	Pátio Ferroviário	2000	400	20%
8	1	Pátio Ferroviário	500	320	64%
9	1	Terminal Intermodal	5000	240	5%
10	1	Terminal Rodoviário	700	247	35%
11	0	Pátio Ferroviário	5000	0	0%
12	0	Unidade de Serviço	200	0	0%

13	1	Terminal Intermodal	5000	888	18%
14	0	Unidade de Serviço	150	0	0%
15	1	Terminal Rodoviário	800	685	86%
16	0	Unidade de Serviço	450	0	0%
17	0	Unidade de Serviço	150	0	0%
18	0	Pátio Ferroviário	5000	0	0%
19	0	Pátio Ferroviário	5000	0	0%
20	0	Pátio Ferroviário	500	0	0%
21	1	Terminal Intermodal	5000	817	16%
22	1	Pátio Ferroviário	5000	260	5%
23	0	Unidade de Serviço	150	0	0%
24	0	Unidade de Serviço	150	0	0%

TABELA 4.14 – Tipo de transbordo rodo-ferroviário selecionado

Nó	Tipo de Tranbordo	Aberto/Fechado
5	1	1
5	2	1
5	3	1
5	4	1
9	1	0
9	2	0
9	3	1
9	4	1
13	1	1
13	2	1
13	3	1
13	4	1
21	1	1
21	2	0
21	3	1
21	4	1

TABELA 4.15 – Trens selecionados e capacidade utilizada em tb

COD_TREM	CAPACIDADE_TB	SELECIONADO	UTILIZADO_TB	% Utiliz
1	1500	1	396	26%
1	2200	1	396	18%
1	2200	1	811	37%
1	1500	1	1371	91%
2	2250	0	0	0%
2	3000	0	0	0%
2	3000	0	0	0%
2	2250	0	0	0%
3	1500	0	0	0%
3	1500	0	0	0%
3	1500	0	0	0%

3	1500	0	0	0%
4	900	1	480	53%
4	900	1	160	18%
5	5700	1	526	9%
5	5700	1	513	9%
5	5700	1	1121	20%
5	5700	1	881	15%
6	5700	0	0	0%
6	5700	0	0	0%
6	5700	0	0	0%
6	5700	0	0	0%
7	4200	1	513	12%
7	4200	1	1121	27%
8	5700	0	0	0%
8	5700	0	0	0%
9	5700	0	0	0%
9	4200	0	0	0%
9	4200	0	0	0%
9	5700	0	0	0%
10	5100	0	0	0%
10	4500	0	0	0%
10	4500	0	0	0%
10	5100	0	0	0%
11	5100	0	0	0%
11	5100	0	0	0%
12	2700	0	0	0%
12	2700	0	0	0%
12	2100	0	0	0%
12	2100	0	0	0%
12	2700	0	0	0%
12	2700	0	0	0%
13	2700	0	0	0%
13	2100	0	0	0%
13	2100	0	0	0%
13	2700	0	0	0%
14	825	1	522	63%
14	1050	1	522	50%
14	1350	1	522	39%
14	1350	1	536	40%
14	1050	1	536	51%
14	1125	1	536	48%
14	1200	1	536	45%
14	1200	1	536	45%
14	975	1	536	55%
14	975	1	975	100%
14	1200	1	975	81%
14	1200	1	975	81%
14	1125	1	975	87%
14	1050	1	985	94%

14	1350	1	985	73%
14	1350	1	985	73%
14	1050	1	985	94%
14	825	1	825	100%
15	1650	0	0	0%
15	2100	0	0	0%
15	2700	0	0	0%
15	2700	0	0	0%
15	2100	0	0	0%
15	2250	0	0	0%
15	2400	0	0	0%
15	2400	0	0	0%
15	1950	0	0	0%
15	1950	0	0	0%
15	2400	0	0	0%
15	2400	0	0	0%
15	2250	0	0	0%
15	2100	0	0	0%
15	2700	0	0	0%
15	2700	0	0	0%
15	2100	0	0	0%
15	1650	0	0	0%

TABELA 4.16 – Capacidade das subrotas ferroviárias em trens/dia

SUBROTA	UTILIZADO	CAPACIDADE	% Utiliz
1	2	2	100%
2	0	2	0%
3	2	2	100%
4	1	2	50%
5	2	2	100%
6	2	2	100%
7	2	2	100%
8	1	2	50%
9	1	2	50%
10	1	2	50%
11	1	2	50%
12	1	2	50%
13	1	2	50%
14	1	2	50%
15	1	2	50%
16	2	2	100%
17	2	2	100%
18	2	2	100%
19	1	2	50%
20	2	2	100%
21	0	2	0%
22	2	2	100%

TABELA 4.17 – Aquisição de ativos

Tipo de Ativo	Tipo	Quantidade Adquirida
Locomotiva	1	2
Locomotiva	2	0
Locomotiva	3	0
Locomotiva	4	0
Vagão	1	0
Vagão	2	0
Vagão	3	0
Vagão	4	0
Vagão	5	0
Agregados	1	0
Agregados	2	0
Agregados	3	0
Frota Própria	1	0
Frota Própria	2	0
Frota Própria	3	0
Frota Própria	4	0
Bimodais	1	0
Bimodais	2	0
Bimodais	3	0

O tempo de processamento médio do modelo foi de 170 segundos. Por se tratar de programação inteira, este tempo pode subir muito de acordo com o porte do problema.

#### 4.7 ANÁLISES COMPLEMENTARES

O modelo proposto será agora utilizado para examinar três diferentes estratégias de atuação para que a empresa aumente seus lucros:

- ✓ Melhoria no nível de serviço ferroviário: Será examinada a sensibilidade do solução ótima à pela redução gradativa dos tempos de vagão parado em conexões e da dispersão em torno do mesmo que cubra 95% dos casos numa curva normal de probabilidade;

- ✓ Aumento da probabilidade de contratação de terceiros, por meio de programa de fidelidade; Serão analisados cenários com aumentos sucessivos de 5% no valor desse parâmetro.
- ✓ Redução dos custos fixos ferroviários: por meio de redução nos custos fixos (por exemplo com projetos seis sigma), espera-se um aumento no lucro, bem como uma melhor competitividade no transporte intermodal.

Como hipótese, admitiu-se que o nível de dificuldade para se obter 1% de melhoria em qualquer dos três parâmetros mencionados é o mesmo. Em outras palavras, significa dizer que a quantidade de recursos necessários para a melhoria de 1% nestes parâmetros é a mesma nos três casos.

#### 4.7.1 MELHORIAS NO NÍVEL DE SERVIÇO FERROVIÁRIO

O nível de serviço ferroviário pode ser melhorado simplesmente com uma boa programação de partidas e chegadas de trens. Conforme for esta combinação de horários, é possível reduzir bastante o tempo de permanência dos vagões nos pátios aguardando a partida de trens.

Foram examinados cenários com mudança em dois parâmetros da modelagem: tempo médio de parada em pátios intermediários para conexão e o tempo 95%. A tabela 4.18 mostra os cenários testados, com o tempo de execução de cada cenário.

TABELA 4.18 – Cenários alternativos para nível de serviço ferro

Cenário	TT médio por conexão (dias)	TT 95% por conexão (dias)	Tempo Execução (seg)	Lucro Operacional
1	1,00	1,500	108	35.854.989
2	0,75	1,125	1033	36.009.674
3	0,50	0,750	299	36.248.174
4	0,25	0,375	598	36.414.459

Com base nestes resultados, foram calculados os fatores de incremento de lucro operacional, ou seja, o percentual de acréscimo do lucro operacional para cada ponto percentual de melhoria do nível de serviço. A tabela 4.19 ilustra os resultados.

TABELA 4.19 – Resultados da melhoria do nível de serviço ferroviário

Cenário	% melhoria	% Incremento Lucro	Fator
2	25%	0,4%	0,017%
3	50%	1,1%	0,022%
4	75%	1,6%	0,021%

#### 4.7.2 MELHORIAS NA PROBABILIDADE DE CONTRATAÇÃO DE TERCEIROS

Uma grande vantagem competitiva que uma empresa poderia obter seria um bom programa de fidelização de terceiros. Isto porque os fretes cobrados pelos autônomos são bem inferiores ao custo de se operar a mesma rota com a frota própria e a de agregados. As razões para este fenômeno são bastante discutidas. Uma das hipóteses seria o fato de que os autônomos podem dirigir por mais de 24 horas seguidas, pois não se prendem a legislações trabalhistas, diferentemente dos motoristas registrados pela empresa como funcionários. Outra hipótese seria o fato de a frota de terceiros ser mais antiga e que os motoristas somente fazem manutenções corretivas, sem computar na cobrança do frete os custos de manutenção regular e depreciação do ativo.

Para análise do efeito de um programa de fidelização de terceiros, será aplicado um aumento gradativo de 5% na probabilidade de contratação, conforme a tabela 4.20.

TABELA 4.20 – Cenários alternativos para nível de serviço com terceiros

Cenário	Probabilidade contratação	Tempo de contratação 95% (dias)	Tempo Execução (seg)	Lucro Operacional
1	70%	2,50	108	35.854.989
2	75%	2,20	270	36.038.752
3	80%	1,90	174	36.149.092
4	85%	1,60	182	36.259.432
5	90%	1,30	102	36.445.311

Da mesma maneira foram analisados os fatores de incremento de lucro para o caso, cujos resultados são apresentados na tabela 4.21.



TABELA 4.21 – Resultados da melhoria do nível de serviço com terceiros

Cenário	% melhoria no tempo contratação 95%	% Incremento Lucro	Fator
2	12%	0,5%	0,043%
3	24%	0,8%	0,034%
4	36%	1,1%	0,031%
5	48%	1,6%	0,034%

#### 4.7.3 REDUÇÃO DOS CUSTOS FIXOS FERROVIÁRIOS

Conforme já comentado, os custos fixos ferroviários podem ser reduzidos sem o prejuízo à operação ferroviária. A aplicação de novas tecnologias de comunicação e processos de gestão pode permitir o corte destes custos fixos. Da mesma maneira como nos casos anteriores, foram examinados cenários com diferentes percentuais de redução de custos fixos, conforme a tabela 4.22.

TABELA 4.22 – Cenários com redução de custos fixos

Cenário	Redução nos Custos Fixos	Tempo Execução (seg)	Lucro Operacional
1	0%	108	35.854.989
2	10%	297	36.544.161
3	20%	271	36.923.161
4	30%	191	37.302.161

A tabela 4.23 mostra os resultados obtidos.

TABELA 4.23 – Fatores de aumento de lucro para redução dos custos fixos

Cenário	% Redução nos Custos fixos	% Incremento Lucro	Fator
2	10%	1,9%	0,192%
3	20%	3,0%	0,149%
4	30%	4,0%	0,135%

Esta estratégia mostrou-se mais efetiva do ponto de vista de acréscimo no lucro operacional. Isto porque com a hipótese de que o esforço para se melhorar 1% nos parâmetros mencionados é o mesmo nos três casos, torna-se economicamente mais vantajoso promover um

grande programa de redução dos custos fixos ferroviários, ao invés de promover um programa de fidelização de terceiros ou melhoria no nível de serviço ferroviário.

#### 4.8 CONCLUSÕES DO ESTUDO DE CASO

Para o estudo de caso apresentado, foram analisados os gargalos atuais da operação e avaliadas estratégias de aumento do lucro operacional. A estratégia de redução de custos fixos se mostrou a mais adequada conforme os fatores de incremento apresentados e de acordo com a premissa adotada com relação ao grau de dificuldade de se melhorar os fatores nas três alternativas apresentadas. Tomando-se como meta uma redução de 10% nos custos fixos ferroviários, o cenário final obteria um valor de lucro operacional de R\$36.544.161, representando um incremento de 1,9% no valor original. Com este cenário escolhido, pode-se concluir o fechamento contratos com clientes seguindo os grupos de serviço selecionados.

Do ponto de vista de desempenho computacional na aplicação da modelagem os resultados foram satisfatórios. O tempo médio de processamento dos cenários foi de 290 seg, para um modelo com cerca de 9.000 variáveis, das quais 75 delas são inteiras. Foi possível resolver problemas de grande porte mostrando a aplicabilidade do modelo na prática.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O objetivo deste trabalho foi explorar o problema de planejamento de serviços numa rede de transportes intermodais, buscando os modelos expostos na bibliografia e propondo um método de resolução para o mesmo.

O objetivo foi atingido uma vez que a formulação proposta teve uma aplicação prática e seus resultados se mostraram consistentes. Além disso, a formulação proposta aprofundou os conceitos encontrados na literatura na medida em que incorporou restrições e variáveis importantes para uma correta análise do problema, que pôde ser realizada de uma maneira mais completa. A formulação atende a cenários de aplicação práticos quanto à necessidade dos tipos de análise apresentados e decisões que anualmente são tomadas pelas empresas de transporte intermodal, normalmente sem qualquer subsídio técnico.

Do ponto de vista computacional, o modelo teve um bom desempenho em termos de tempo de processamento para um cenário relativamente grande, o que prova sua aplicabilidade a casos reais.

Alguns aspectos do problema não foram objetos de um estudo mais aprofundado neste trabalho e poderiam ser tópicos para a continuidade da pesquisa. Entre eles, convém citar:

- ✓ O desenvolvimento de programas computacionais de forma a tornar o processo de geração de grupos de serviço, fluxos de vagões e bimodais vazios, automatizado;
- ✓ Transformação do modelo em multiperiódico, de maneira a incorporar sazonalidades ao longo do ano;
- ✓ Tratamento dos custos de estoques com conceitos mais apurados de *Supply Chain Management*;

- ✓ Exame mais preciso das questões relativas a demandas de contrato e *spot*, melhorando os conceitos de tarifa de transporte na modelagem, o que daria um caráter probabilístico ao problema, porém, mais próximo da prática das empresas de transportes;
- ✓ Análise mais abrangente das opções de investimentos, que na formulação se restringiu a aquisição de ativos, para ampliações de vias e terminais;

Face às conclusões obtidas, acredita-se que o trabalho representa uma contribuição na difícil missão que é o planejamento das redes de transporte intermodal, com decisões que podem determinar o sucesso ou o fracasso de uma empresa.

## 6 – BIBLIOGRAFIA

- ✓ Ackoff, R. L. – Redesigning the future: a systems approach to societal problems – (1974)
- ✓ Anuário estatístico ANTT – 2001
- ✓ Ballou, R.H. e Piercy, J.E. – A Performance Evaluation of Freight Transport Modes (1978)
- ✓ Ballou, R.H. – Business Logistics Management (1999)
- ✓ Crainic, T.G. e Russeau, J.M. – Multicommodity, Multimode freight transportation: A general modeling and algorithmic framework. (1986).
- ✓ Crainic, T.G. e Laporte, G. – Planning models for freight transportation (European Journal of Operational Research - 1997).
- ✓ Crainic, T.G., Gendreau, M. e Farvolden, J.M. – A simplex-based tabu search method for capacitated network design (1999).
- ✓ Davis, H.W. e Drumm, W.H. – Logistics Cost and Customer Service Levels (Annual Conference Proceedings – Council of Logistics Management, 1996).
- ✓ Granemann, R. S., Gartner, I, R.- Modelo multicriterial para escolha modal/sub-modal de transporte.
- ✓ Lai, K., Ngai, E.W.T., Cheng, T.C.E. – Measures for evaluating supply chain performance in transport logistics.
- ✓ Magnanti, T.L., Wong, R.T. – Network Design and Transportation Planning: models and algorithms e por M. Minoux – Network synthesis and optimum network design problems: Models solution methods and applications.(1986).
- ✓ Murgel, L. M. de S. F. – Modelo para formação de composições ferroviárias (1998).

- ✓ Oliveira, D. de P. R. – Planejamento Estratégico: conceitos, metodologia e práticas (2001).
- ✓ Stewart, G., 1995. Supply chain performance benchmarking study reveals keys supply chain excellence. Logistics Information Management.
- ✓ Taylor, G.D., Broadstreet, F., Meinert, T.S. e Usher, J.S. – An analysis of intermodal ramp selection methods (2002)
- ✓ Thomet, M. – A User-Oriented Freight Railroad Operating Policy; IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics (1971)

**ANEXO 1**

**LISTAGEM DA PROGRAMAÇÃO EM X-PRESS**

## ANEXO 1 – LISTAGEM DA PROGRAMAÇÃO EM X-PRESS

SET EXTSUB

LET

Dem = 48  
 GrServ = 916  
 Trem = 15  
 FVaz = 314  
 Noi = 24  
 Noj = 24  
 Vag = 5  
 Prop = 4  
 Agr = 3  
 Bim = 3  
 Loco = 4  
 RFerr = 4  
 Rout = 22  
 MBim = 608

ASSIGN Noi = Noj

TABLES

INV !Investimento disponivel para o ano  
 TAB(Dem,GrServ) -e 916!Identifica se o grupo de servico g atende a demanda d  
 GSF(GrServ) -e 692!Identifica se o grupo de servico g possui rota ferroviaria  
 R(Dem) !Tarifa de transporte da demanda d  
 Deq(Dem) !Dias equivalentes da demanda d  
 D(Dem) !Demanda de transporte d  
 CFL(Loco) !Custo fixo de operacao do trem t  
 CV(Dem,GrServ) -e 916!Custo variavel de transportar a demanda d pelo grupo de servico g  
 CE(Dem,GrServ) -e 916!Custo de Estoque de se transportar a demanda d pelo grupo de servico g  
 CVV(FVaz,Vag) -e 1571!Custo variavel de transportar o tipo de vagao v pelo fluxo de vazios v  
 CVP(Prop,Noi,Noj) -e 1729!Custo variavel de movimentar o tp caminhao FP p de i para j  
 CVA(Agr,Noi,Noj) -e 1297!Custo variavel de movimentar o tp caminhao AG a de i para j  
 CVT(Noi,Noj) -e 433!Frete pago para caminhao de terceiros de i para j  
 CFRF(RFerr,Noi) -e 10!Custo fixo de operacao de transbordo rodoferroviario do tipo RF  
 CFI(Noi) !Custo fixo de operacao do no rodoviario i  
 GOFVI(GrServ,Vag,Noi) -e 692!Identifica se o grupo de servico g possui como origem ferroviaria o no i e utiliza  
 Vagao tipo v  
 GDFVI(GrServ,Vag,Noi) -e 692!Identifica se o grupo de servico g possui como destino ferroviario o no i e utiliza  
 Vagao tipo v  
 FOFI(FVaz,Noi) -e 315!Identifica se o fluxo de vazios f tem como origem ferroviaria o no i  
 FDFI(FVaz,Noi) -e 315!Identifica se o fluxo de vazios f tem como destino ferroviario o no i  
 TUV(Dem,GrServ,Vag) -e 692!Tonelada util da demanda d no tipo de vagao v  
 GORPI(GrServ,Prop,Noi)-e 340!Identifica se o grupo de servico g possui como origem rodoviaria o no i e utiliza FP  
 tipo p  
 GDRPI(GrServ,Prop,Noi)-e 340!Identifica se o grupo de servico g possui como destino rodoviario o no i e utiliza FP  
 tipo p  
 GORAI(GrServ,Agr,Noi) -e 100!Identifica se o grupo de servico g possui como origem rodoviaria o no i e utiliza AG  
 tipo a  
 GDRAI(GrServ,Agr,Noi) -e 100!Identifica se o grupo de servico g possui como destino rodoviario o no i e utiliza AG  
 tipo a  
 TUP(Dem,Prop) !Tonelada util da demanda d no tipo de caminhao frota propria p  
 TUA(Dem,Agr) !Tonelada util da demanda d no tipo de caminhao agregado a  
 RODOIJ(Noi,Noj) -e 440!Identifica se o arco i,j é um arco rodoviario  
 CAPIJ(Noi,Noj) -e 440!Identifica a capacidade anual de transporte de i para j  
 GOMI(GrServ,Bim,Noi) -e 620!Identifica se o grupo de servico g possui como origem do bimodal o no i utilizando o  
 tipo m  
 GDMI(GrServ,Bim,Noi) -e 620!Identifica se o grupo de servico g possui como destino do bimodal o no i utilizando o  
 tipo m



TUM(Dem,Bim) !Tonelada util da demanda d no bimodal m

MOFI(MBim,Noi) -e 608!Identifica se o fluxo de vãos bimodal b tem como origem o no i

MDFI(MBim,Noi) -e 608!Identifica se o fluxo de vãos bimodal b tem como destino o no i

MV(Bim,Vag) !Identifica se o bimodal m e compativel com o tipo de vagao v

BF(MBim,FVaz) -e 270!Identifica se o fluxo de vãos bimodal b contem o fluxo de vãos f

BPIJ(MBim,Prop,Noi,Noj)-e 140!Identifica se o fluxo de vãos bimodal b passa pelo arco i,j utilizando frota propria p

BAIJ(MBim,Agr,Noi,Noj) -e 140!Identifica se o fluxo de vãos bimodal b passa pelo arco i,j utilizando agregados a

TBIJ(MBim,Noi,Noj) -e 280!Identifica se o fluxo de vãos bimodal b passa pelo arco i,j utilizando caminhoes de terceiros

MP(Bim,Prop) !Identifica se o tipo bimodal m e compativel com tipo de caminhao FP p

MA(Bim,Agr) !Identifica se o tipo bimodal m e compativel com tipo de caminhao AG a

TTFGV(GrServ,Vag) -e 692!Tempo de trânsito ferroviario do grupo de servico g com o tipo de vagao v

TTFV(FVaz) -e 315!Tempo de trânsito ferroviario do fluxo de vãos f

TTRGP(GrServ,Prop) -e 270!Tempo de trânsito rodoviario do grupo de servico g com o tipo de caminhao FP p

TTRGA(GrServ,Prop) -e 100!Tempo de trânsito rodoviario do grupo de servico g com o tipo de caminhao AG a

TTMG(MGrServ,Bim) -e 615!Tempo de trânsito bimodal do grupo de servico g com o tipo de bimodal b

TTRV(Noi,Noj) -e 1800!Tempo de trânsito rodoviario de i para j

TTMV(MBim) -e 610!Tempo de trânsito bimodal do fluxo de vãos bimodal b

FV(Vag) !Tamanho da frota do tipo de vagao v

FP(Prop) !Tamanho da frota do tipo de caminhao FP p

FA(Agr) !Tamanho da frota do tipo de caminhao AG a

FM(Bim) !Tamanho da frota do tipo de bimodal m

GVRT1(GrServ,Vag,Rout,Trem)-e 700!Identifica se o grupo de servico g passa pela subrota r com o trem 1 utilizando o tipo de vagao v

GVRT2(GrServ,Vag,Rout,Trem)-e 700!Identifica se o grupo de servico g passa pela subrota r com o trem 1 utilizando o tipo de vagao v

GVRT3(GrServ,Vag,Rout,Trem)-e 700!Identifica se o grupo de servico g passa pela subrota r com o trem 1 utilizando o tipo de vagao v

GVRT4(GrServ,Vag,Rout,Trem)-e 700!Identifica se o grupo de servico g passa pela subrota r com o trem 1 utilizando o tipo de vagao v

GVRT5(GrServ,Vag,Rout,Trem)-e 700!Identifica se o grupo de servico g passa pela subrota r com o trem 1 utilizando o tipo de vagao v

GVRT6(GrServ,Vag,Rout,Trem)-e 700!Identifica se o grupo de servico g passa pela subrota r com o trem 1 utilizando o tipo de vagao v

GVRT7(GrServ,Vag,Rout,Trem)-e 700!Identifica se o grupo de servico g passa pela subrota r com o trem 1 utilizando o tipo de vagao v

GVRT8(GrServ,Vag,Rout,Trem)-e 700!Identifica se o grupo de servico g passa pela subrota r com o trem 1 utilizando o tipo de vagao v

GVRT9(GrServ,Vag,Rout,Trem)-e 700!Identifica se o grupo de servico g passa pela subrota r com o trem 1 utilizando o tipo de vagao v

GVRT10(GrServ,Vag,Rout,Trem)-e 700!Identifica se o grupo de servico g passa pela subrota r com o trem 1 utilizando o tipo de vagao v

GVRT11(GrServ,Vag,Rout,Trem)-e 700!Identifica se o grupo de servico g passa pela subrota r com o trem 1 utilizando o tipo de vagao v

GVRT12(GrServ,Vag,Rout,Trem)-e 700!Identifica se o grupo de servico g passa pela subrota r com o trem 1 utilizando o tipo de vagao v

GVRT13(GrServ,Vag,Rout,Trem)-e 700!Identifica se o grupo de servico g passa pela subrota r com o trem 1 utilizando o tipo de vagao v

GVRT14(GrServ,Vag,Rout,Trem)-e 700!Identifica se o grupo de servico g passa pela subrota r com o trem 1 utilizando o tipo de vagao v

GVRT15(GrServ,Vag,Rout,Trem)-e 700!Identifica se o grupo de servico g passa pela subrota r com o trem 1 utilizando o tipo de vagao v

FRT(FVaz,Rout,Trem) -e 2000!Identifica se o fluxo de vaziao f passa pela subrota r com o trem t

TBV(Vag) !Tonelada bruta do tipo de vagao v

CAPRT(Trem,Rout) -e 90!Capacidade do trem t na subrota r em tonelada bruta

COMPRT(Rout) !Comprimento maximo de trem permitido na subrota r

NLT(Loco,Trem) -e 90!Numero de locomotivas do tipo l necessarias para o trem t

FL(Loco) !tamanho da frota de locomotivas do tipo l

TR(Trem,Rout) -e 90!Identifica se o trem t passa pela subrota r

NTR(Rout) !Identifica o numero maximo de trens que podem passar pela rota r

GIRF(GrServ,Noi,RFerr)-e 1250!Identifica se o grupo de servico g utiliza o tipo de transbordo rodoferro no no i

CAPRF(Noi,RFerr) -e 30!Capacidade de transbordo rodoferroviario do tipo de transbordo rodoferro

GI(GrServ,Noi) -e 2000!Identifica se o grupo de servico passa pelo no i  
 GP(GrServ,Noi) -e 1400!Identifica se o grupo de servico passa pelo patio ferroviario i  
 HI(Noi) !Identifica se o no i e um hub rodoviario  
 UI(Noi) !Identifica se o no i e uma US rodoviaria  
 CAPI(Noi) !Capacidade de movimentacao de carga no no i  
 CUSL(Loco) !Custo de aquisicao de uma locomotiva do tipo l  
 CUSV(Vag) !Custo de recuperacao de um tipo de vagao v  
 CUSP(Prop) !Custo de aquisicao de um tipo de caminhao frota propria p  
 CUSA(Agr) !Custo de aquisicao de um tipo de caminhao agregado a  
 CUSM(Bim) !Custo de aquisicao de bimodal do tipo m

## DATA

INV = 10000000

R(1)= 77, 77, 74, 53, 73, 78, 70, 44, 21, 77, &  
 76, 76, 77, 77, 78, 46, 44, 44, 77, 77, &  
 77, 78, 78, 65, 47, 53, 31, 65, 67, 67, &  
 44, 71, 77, 77, 77, 77, 77, 76, 76, 34, &  
 65, 19, 78, 67, 65, 30, 67, 19

Deq(1)= 250, 300, 300, 287, 223, 300, 300, 240, 300, 300, &  
 300, 250, 260, 300, 300, 300, 200, 232, 236, 300, &  
 236, 259, 253, 200, 250, 300, 275, 245, 267, 247, &  
 240, 300, 229, 300, 289, 300, 250, 300, 300, 200, &  
 283, 280, 300, 266, 290, 298, 271, 283

D(1)= 20, 0, 10, 1520, 102, 0, 0, 60, 260, 0, &  
 240, 36, 50, 31, 0, 20, 30, 160, 39, 0, &  
 88, 400, 180, 40, 220, 20, 120, 40, 180, 300, &  
 60, 0, 52, 0, 23, 32, 26, 30, 0, 40, &  
 360, 400, 60, 50, 80, 408, 140, 120

CFL(1)= 125000, 75000, 95000, 70000

CFI(1)= 150000, 150000, 1000000, 150000, 70000, 210000, 210000, 210000, 70000, 210000, &  
 210000, 210000, 70000, 150000, 800000, 100000, 100000, 210000, 210000, 210000, &  
 70000, 210000, 150000, 150000

TUP(1,1)= 27, 27, 27, 25  
 TUP(2,1)= 27, 27, 27, 25  
 TUP(3,1)= 27, 27, 27, 25  
 TUP(4,1)= 27, 27, 27, 25  
 TUP(5,1)= 27, 27, 27, 25  
 TUP(6,1)= 27, 27, 27, 25  
 TUP(7,1)= 27, 27, 27, 25  
 TUP(8,1)= 27, 27, 27, 25  
 TUP(9,1)= 27, 27, 27, 25  
 TUP(10,1)= 27, 27, 27, 25  
 TUP(11,1)= 27, 27, 27, 25  
 TUP(12,1)= 27, 27, 27, 25  
 TUP(13,1)= 27, 27, 27, 25  
 TUP(14,1)= 27, 27, 27, 25  
 TUP(15,1)= 27, 27, 27, 25  
 TUP(16,1)= 27, 27, 27, 25  
 TUP(17,1)= 27, 27, 27, 25  
 TUP(18,1)= 27, 27, 27, 25  
 TUP(19,1)= 27, 27, 27, 25  
 TUP(20,1)= 27, 27, 27, 25  
 TUP(21,1)= 27, 27, 27, 25  
 TUP(22,1)= 27, 27, 27, 25  
 TUP(23,1)= 27, 27, 27, 25  
 TUP(24,1)= 27, 27, 27, 25

TUP(25,1)= 27, 27, 27, 25  
TUP(26,1)= 27, 27, 27, 25  
TUP(27,1)= 27, 27, 27, 25  
TUP(28,1)= 27, 27, 27, 25  
TUP(29,1)= 27, 27, 27, 25  
TUP(30,1)= 27, 27, 27, 25  
TUP(31,1)= 27, 27, 27, 25  
TUP(32,1)= 27, 27, 27, 25  
TUP(33,1)= 27, 27, 27, 25  
TUP(34,1)= 27, 27, 27, 25  
TUP(35,1)= 27, 27, 27, 25  
TUP(36,1)= 27, 27, 27, 25  
TUP(37,1)= 27, 27, 27, 25  
TUP(38,1)= 27, 27, 27, 25  
TUP(39,1)= 27, 27, 27, 25  
TUP(40,1)= 27, 27, 27, 25  
TUP(41,1)= 27, 27, 27, 25  
TUP(42,1)= 27, 27, 27, 25  
TUP(43,1)= 27, 27, 27, 25  
TUP(44,1)= 27, 27, 27, 25  
TUP(45,1)= 27, 27, 27, 25  
TUP(46,1)= 27, 27, 27, 25  
TUP(47,1)= 27, 27, 27, 25  
TUP(48,1)= 27, 27, 27, 25

TUA(1,1)= 27, 27, 27  
TUA(2,1)= 27, 27, 27  
TUA(3,1)= 27, 27, 27  
TUA(4,1)= 27, 27, 27  
TUA(5,1)= 27, 27, 27  
TUA(6,1)= 27, 27, 27  
TUA(7,1)= 27, 27, 27  
TUA(8,1)= 27, 27, 27  
TUA(9,1)= 27, 27, 27  
TUA(10,1)= 27, 27, 27  
TUA(11,1)= 27, 27, 27  
TUA(12,1)= 27, 27, 27  
TUA(13,1)= 27, 27, 27  
TUA(14,1)= 27, 27, 27  
TUA(15,1)= 27, 27, 27  
TUA(16,1)= 27, 27, 27  
TUA(17,1)= 27, 27, 27  
TUA(18,1)= 27, 27, 27  
TUA(19,1)= 27, 27, 27  
TUA(20,1)= 27, 27, 27  
TUA(21,1)= 27, 27, 27  
TUA(22,1)= 27, 27, 27  
TUA(23,1)= 27, 27, 27  
TUA(24,1)= 27, 27, 27  
TUA(25,1)= 27, 27, 27  
TUA(26,1)= 27, 27, 27  
TUA(27,1)= 27, 27, 27  
TUA(28,1)= 27, 27, 27  
TUA(29,1)= 27, 27, 27  
TUA(30,1)= 27, 27, 27  
TUA(31,1)= 27, 27, 27  
TUA(32,1)= 27, 27, 27  
TUA(33,1)= 27, 27, 27  
TUA(34,1)= 27, 27, 27  
TUA(35,1)= 27, 27, 27  
TUA(36,1)= 27, 27, 27  
TUA(37,1)= 27, 27, 27

TUA(38,1)= 27, 27, 27  
TUA(39,1)= 27, 27, 27  
TUA(40,1)= 27, 27, 27  
TUA(41,1)= 27, 27, 27  
TUA(42,1)= 27, 27, 27  
TUA(43,1)= 27, 27, 27  
TUA(44,1)= 27, 27, 27  
TUA(45,1)= 27, 27, 27  
TUA(46,1)= 27, 27, 27  
TUA(47,1)= 27, 27, 27  
TUA(48,1)= 27, 27, 27

TUM(1,1)= 25, 25, 25  
TUM(2,1)= 25, 25, 25  
TUM(3,1)= 25, 25, 25  
TUM(4,1)= 25, 25, 25  
TUM(5,1)= 25, 25, 25  
TUM(6,1)= 25, 25, 25  
TUM(7,1)= 25, 25, 25  
TUM(8,1)= 25, 25, 25  
TUM(9,1)= 25, 25, 25  
TUM(10,1)= 25, 25, 25  
TUM(11,1)= 25, 25, 25  
TUM(12,1)= 25, 25, 25  
TUM(13,1)= 25, 25, 25  
TUM(14,1)= 25, 25, 25  
TUM(15,1)= 25, 25, 25  
TUM(16,1)= 25, 25, 25  
TUM(17,1)= 25, 25, 25  
TUM(18,1)= 25, 25, 25  
TUM(19,1)= 25, 25, 25  
TUM(20,1)= 25, 25, 25  
TUM(21,1)= 25, 25, 25  
TUM(22,1)= 25, 25, 25  
TUM(23,1)= 25, 25, 25  
TUM(24,1)= 25, 25, 25  
TUM(25,1)= 25, 25, 25  
TUM(26,1)= 25, 25, 25  
TUM(27,1)= 25, 25, 25  
TUM(28,1)= 25, 25, 25  
TUM(29,1)= 25, 25, 25  
TUM(30,1)= 25, 25, 25  
TUM(31,1)= 25, 25, 25  
TUM(32,1)= 25, 25, 25  
TUM(33,1)= 25, 25, 25  
TUM(34,1)= 25, 25, 25  
TUM(35,1)= 25, 25, 25  
TUM(36,1)= 25, 25, 25  
TUM(37,1)= 25, 25, 25  
TUM(38,1)= 25, 25, 25  
TUM(39,1)= 25, 25, 25  
TUM(40,1)= 25, 25, 25  
TUM(41,1)= 25, 25, 25  
TUM(42,1)= 25, 25, 25  
TUM(43,1)= 25, 25, 25  
TUM(44,1)= 25, 25, 25  
TUM(45,1)= 25, 25, 25  
TUM(46,1)= 25, 25, 25  
TUM(47,1)= 25, 25, 25  
TUM(48,1)= 25, 25, 25

MV(1,1)= 1, 0, 0, 0, 0  
MV(2,1)= 1, 0, 0, 0, 0  
MV(3,1)= 0, 0, 0, 1, 0

MP(1,1)= 1, 1, 0, 0  
MP(2,1)= 1, 1, 0, 0  
MP(3,1)= 0, 0, 0, 1

MA(1,1)= 1, 1, 0  
MA(2,1)= 1, 1, 0  
MA(3,1)= 0, 0, 0

FV(1) = 500, 50, 300, 100, 200  
FP(1) = 30, 20, 20, 100  
FA(1) = 50, 25, 25  
FM(1) = 1000, 500, 100

TBV(1) = 20, 20, 20, 20, 20

COMPRT(1) = 35, 35, 50, 40, 90, 80, 55, 75, 70, 40, 40, 40, 40, 70, 75, 55, 80, 90, 40, 50, 35, 35

FL(1)= 10, 14, 6, 6

NTR(1) = 2, 2

HI(1) = 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
UI(1) = 1, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1  
CAPI(1) = 150, 800, 1000, 500, 5000, 5000, 2000, 500, 5000, 700, 5000, 200, 5000, 150, 800, 450, 150, 5000, 5000,  
500, 5000, 5000, 150, 150  
CUSL(1) = 1000000, 800000, 900000, 700000  
CUSV(1) = 40000, 45000, 100000, 200000, 120000  
CUSP(1) = 70000, 60000, 110000, 30000  
CUSA(1) = 50000, 40000, 80000  
CUSM(1) = 400, 500, 20000

#### DISKDATA

CVP = CVP.dat  
CVA = CVA.dat  
CVT = CVT.dat  
TAB = TAB.dat  
GSF = GSF.dat  
CV = CV.dat  
CE = CE.dat  
GOFVI = GOFVI.dat  
GDFVI = GDFVI.dat  
FOFI = FOFI.dat  
FDFI = FDFI.dat  
CFRF = CFRF.dat  
GORPI = GORPI.dat  
GDRPI = GDRPI.dat  
GORAI = GORAI.dat  
GDRAI = GDRAI.dat  
GVRT1 = GVRT1.dat  
GVRT2 = GVRT2.dat  
GVRT3 = GVRT3.dat  
GVRT4 = GVRT4.dat

GVRT5 = GVRT5.dat  
 GVRT6 = GVRT6.dat  
 GVRT7 = GVRT7.dat  
 GVRT8 = GVRT8.dat  
 GVRT9 = GVRT9.dat  
 GVRT10 = GVRT10.dat  
 GVRT11 = GVRT11.dat  
 GVRT12 = GVRT12.dat  
 GVRT13 = GVRT13.dat  
 GVRT14 = GVRT14.dat  
 GVRT15 = GVRT15.dat  
 RODOIJ = RODOIJ.dat  
 CAPIJ = CAPIJ.dat  
 GOMI = GOMI.dat  
 GDMI = GDMI.dat  
 MOFI = MOFI.dat  
 MDFI = MDFI.dat  
 BF = BF.dat  
 BPIJ = BPIJ.dat  
 BAIJ = BAIJ.dat  
 TBIJ = TBIJ.dat  
 TTFGV = TTFGV.dat  
 TTFV = TTFV.dat  
 TTRGP = TTRGP.dat  
 TTRGA = TTRGA.dat  
 TTMGM = TTMGM.dat  
 TTRV = TTRV.dat  
 TTMV = TTMV.dat  
 TUV = TUV.dat  
 FRT = FRT.dat  
 CAPRT = CAPRT.dat  
 NLT = NLT.dat  
 TR = TR.dat  
 GIRF = GIRF.dat  
 CAPRF = CAPRF.dat  
 GI = GI.dat  
 GP = GP.dat

#### VARIABLES

$X(d=1:Dem, g=1:GrServ | TAB(d, g)=1)$  !Quantidade de demanda  $d$  transportada pelo grupo de serviço  $g$   
 $T(Trem)$  !Decide se o trem  $t$  sera operado ou nao  
 $VFV(FVaz, Vag)$  !Quantidade de vagoes vazios transportados pelo fluxo de vazios  $f$   
 $VMV(MBim, Bim)$  !Quantidade de bimodais vazios transportados pelo fluxo de bimodais  $b$   
 $PIJ(Prop, Noi, Noj)$  !Quantidade de camin角度 frota propria vazios transportados de  $i$  para  $j$   
 $AIJ(Agr, Noi, Noj)$  !Quantidade de camin角度 agregados vazios transportados de  $i$  para  $j$   
 $TIJ(Noi, Noj)$  !Quantidade de terceiros contratados para transporte de bimodais vazios de  $i$  para  $j$   
 $RFI(RF=1:RFerr, i=1:Noi | CAPRF(i, RF)>0)$  !Decide se mantem operando o transbordo rodoferroviario  $RF$  no no  $i$   
 $Y(Noi)$  !Decide se mantem aberto o no  $i$   
 $L(Loco)$  !Número de locomotivas adquiridas no periodo  
 $VG(Vag)$  !Numero de vagoes adquiridos no periodo  
 $AG(Agr)$  !Numero de camin角度 agregados adquiridos no periodo  
 $PR(Prop)$  !Numero de camin角度 frota propria adquiridos no periodo  
 $MD(Bim)$  !Numero de bimodais adquiridos no periodo

#### CONSTRAINTS

!Funcao Objetivo: Maximizar lucro

LUCRO:  $\text{SUM}(d=1:\text{Dem}, g=1:\text{GrServ} | \text{TAB}(d,g)=1) (\text{R}(d) - \text{CV}(d,g) - \text{CE}(d,g)) * \text{Deq}(d) * \text{X}(d,g) \&$   
-  $\text{SUM}(t=1:\text{Trem}, l=1:\text{Loco}) \text{NLT}(l,t) * \text{CFL}(l) * \text{T}(t) \&$   
-  $\text{SUM}(v=1:\text{Vag}, f=1:\text{FVaz}) \text{CVV}(f,v) * 300 * \text{VfV}(f,v) \&$   
-  $\text{SUM}(p=1:\text{Prop}, i=1:\text{Noi}, j=1:\text{Noj}) \text{CVP}(p,i,j) * 300 * \text{PIJ}(p,i,j) \&$   
-  $\text{SUM}(a=1:\text{Agr}, i=1:\text{Noi}, j=1:\text{Noj}) \text{CVA}(a,i,j) * 300 * \text{AIJ}(a,i,j) \&$   
-  $\text{SUM}(i=1:\text{Noi}, j=1:\text{Noj}) \text{CVT}(i,j) * 300 * \text{TIJ}(i,j) \&$   
-  $\text{SUM}(\text{RF}=1:\text{RFerr}, i=1:\text{Noi}) \text{CFRF}(\text{RF}, i) * \text{RFI}(\text{RF}, i) \&$   
-  $\text{SUM}(i=1:\text{Noi}) \text{CFI}(i) * \text{Y}(i) \&$   
-  $\text{SUM}(l=1:\text{Loco}) \text{CUSL}(l) * \text{L}(l) \&$   
-  $\text{SUM}(v=1:\text{Vag}) \text{CUSV}(v) * \text{VG}(v) \&$   
-  $\text{SUM}(p=1:\text{Prop}) \text{CUSP}(p) * \text{PR}(p) \&$   
-  $\text{SUM}(a=1:\text{Agr}) \text{CUSA}(a) * \text{AG}(a) \&$   
-  $\text{SUM}(m=1:\text{Bim}) \text{CUSM}(m) * \text{MD}(m) \$$

!Balanco de massa vagoes

$\text{BMV}(i=1:\text{Noi}, v=1:\text{Vag}): \text{SUM}(d=1:\text{Dem}, g=1:\text{GrServ} | \text{TUV}(d,g,v) > 1) \text{.and.}$   
 $\text{TAB}(d,g)=1) \text{X}(d,g) * \text{GOFVI}(g,v,i) / \text{TUV}(d,g,v) \&$   
+  $\text{SUM}(f=1:\text{FVaz}) \text{VfV}(f,v) * \text{FOFI}(f,i) \&$   
-  $\text{SUM}(d=1:\text{Dem}, g=1:\text{GrServ} | \text{TUV}(d,g,v) > 1) \text{.and.} \text{TAB}(d,g)=1) \text{X}(d,g) * \text{GDFVI}(g,v,i) / \text{TUV}(d,g,v) \&$   
-  $\text{SUM}(f=1:\text{FVaz}) \text{VfV}(f,v) * \text{DFDI}(f,i) = 0$

!Balanco de massa caminhoes FP

$\text{BMP}(i=1:\text{Noi}, p=1:\text{Prop}): \text{SUM}(d=1:\text{Dem}, g=1:\text{GrServ} | \text{TAB}(d,g)=1) \text{.and.} \text{GORPI}(g,p,i) < \text{GDRPI}(g,p,i)$   
 $\text{X}(d,g) * \text{GORPI}(g,p,i) / \text{TUP}(d,p) \&$   
+  $\text{SUM}(j=1:\text{Noj} | j < i) \text{PIJ}(p,i,j) \&$   
-  $\text{SUM}(d=1:\text{Dem}, g=1:\text{GrServ} | \text{TAB}(d,g)=1) \text{X}(d,g) * \text{GDRPI}(g,p,i) / \text{TUP}(d,p) \&$   
-  $\text{SUM}(j=1:\text{Noj} | j < i) \text{PIJ}(p,j,i) = 0$

!Balanco de massa caminhoes AG

$\text{BMA}(i=1:\text{Noi}, a=1:\text{Agr}): \text{SUM}(d=1:\text{Dem}, g=1:\text{GrServ} | \text{TAB}(d,g)=1) \text{X}(d,g) * \text{GORAI}(g,a,i) / \text{TUA}(d,a) \&$   
+  $\text{SUM}(j=1:\text{Noj} | j < i) \text{AIJ}(a,i,j) \&$   
-  $\text{SUM}(d=1:\text{Dem}, g=1:\text{GrServ} | \text{TAB}(d,g)=1) \text{X}(d,g) * \text{GDRAI}(g,a,i) / \text{TUA}(d,a) \&$   
-  $\text{SUM}(j=1:\text{Noj} | j < i) \text{AIJ}(a,j,i) = 0$

!Balanco de massa unidades bimodais

$\text{BMM}(i=1:\text{Noi}, m=1:\text{Bim}): \text{SUM}(d=1:\text{Dem}, g=1:\text{GrServ} | \text{TAB}(d,g)=1) \text{X}(d,g) * \text{GOMI}(g,m,i) / \text{TUM}(d,m) \&$   
+  $\text{SUM}(b=1:\text{MBim}) \text{VMV}(b,m) * \text{MOFI}(b,i) \&$   
-  $\text{SUM}(d=1:\text{Dem}, g=1:\text{GrServ} | \text{TAB}(d,g)=1) \text{X}(d,g) * \text{GDMI}(g,m,i) / \text{TUM}(d,m) \&$   
-  $\text{SUM}(b=1:\text{MBim}) \text{VMV}(b,m) * \text{MDFI}(b,i) = 0$

!Viagens vazias de caminhoes FP apenas em nos rodoviaros

$\text{VRP}(i=1:\text{Noi}, j=1:\text{Noj}): \text{CAPIJ}(i,j) * \text{RODOIJ}(i,j) > \text{SUM}(p=1:\text{Prop}) \text{PIJ}(p,i,j)$

!Viagens vazias de caminhoes AG apenas em nos rodoviaros

$\text{VRA}(i=1:\text{Noi}, j=1:\text{Noj}): \text{CAPIJ}(i,j) * \text{RODOIJ}(i,j) > \text{SUM}(a=1:\text{Agr}) \text{AIJ}(a,i,j)$

!Movimentacao de bimodais vazios via vagao

$\text{VBV}(m=1:\text{Bim}, f=1:\text{FVaz}, v=1:\text{Vag}): \text{SUM}(b=1:\text{MBim}) \text{VMV}(b,m) * \text{MV}(m,v) * \text{BF}(b,f) < \text{VfV}(f,v)$

!Movimentacao de unidades bimodais vazias via caminhao frota propria

$\text{VBP}(i=1:\text{Noi}, j=1:\text{Noj}, p=1:\text{Prop}, m=1:\text{Bim}): \text{SUM}(b=1:\text{MBim}) \text{VMV}(b,m) * \text{MP}(m,p) * \text{BPIJ}(b,p,i,j) - \text{PIJ}(p,i,j) < 0$

!Movimentacao de unidades bimodais vazias via caminhao agregado

$\text{VBA}(i=1:\text{Noi}, j=1:\text{Noj}, a=1:\text{Agr}, m=1:\text{Bim}): \text{SUM}(b=1:\text{MBim}) \text{VMV}(b,m) * \text{MA}(m,a) * \text{BAIJ}(b,a,i,j) - \text{AIJ}(a,i,j) < 0$

!Movimentacao de unidades bimodais vazias via caminhao terceiros

VBT(i=1:Noi,j=1:Noj,m=1:Bim):  $\text{SUM}(b=1:\text{MBim})\text{VMV}(b,m)*\text{TBIJ}(b,i,j) - \text{TIJ}(i,j) < 0$

!Atendimento nao superior a demanda

ATD(d=1:Dem):  $\text{SUM}(g=1:\text{GrServ}) X(d,g) < D(d)$

!Frota de vagoes

FVG(v=1:Vag):  $\text{SUM}(d=1:\text{Dem},g=1:\text{GrServ}|\text{TUV}(d,g,v)>1 \text{ .and. } \text{TAB}(d,g)=1)X(d,g)*\text{TTFGV}(g,v)/\text{TUV}(d,g,v) +$   
 $\text{SUM}(f=1:\text{FVaz})\text{VFV}(f,v)*\text{TTFV}(f) \&$   
 $< \text{FV}(v) + \text{VG}(v)$

!Frota propria de caminhoes

FFP(p=1:Prop):  $\text{SUM}(d=1:\text{Dem},g=1:\text{GrServ})X(d,g)*\text{TTRGP}(g,p)/\text{TUP}(d,p) +$   
 $\text{SUM}(i=1:\text{Noi},j=1:\text{Noj})\text{PIJ}(p,i,j)*\text{TTRV}(i,j) \&$   
 $< \text{FP}(p) + \text{PR}(p)$

!Frota agregada de caminhoes

FAG(a=1:Agr):  $\text{SUM}(d=1:\text{Dem},g=1:\text{GrServ})X(d,g)*\text{TTRGA}(g,a)/\text{TUA}(d,a) +$   
 $\text{SUM}(i=1:\text{Noi},j=1:\text{Noj})\text{AIJ}(a,i,j)*\text{TTRV}(i,j) \&$   
 $< \text{FA}(a) + \text{AG}(a)$

!Frota de bimodais

FBM(m=1:Bim):  $\text{SUM}(d=1:\text{Dem},g=1:\text{GrServ})X(d,g)*\text{TTMGM}(g,m)/\text{TUM}(d,m) +$   
 $\text{SUM}(b=1:\text{MBim})\text{VMV}(b,m)*\text{TMV}(b) \&$   
 $< \text{FM}(m) + \text{MD}(m)$

!Capacidade do trem 1

CPT1(r=1:Rout,t=1:1):  $\text{SUM}(d=1:\text{Dem},g=1:\text{GrServ},v=1:\text{Vag}|\text{TUV}(d,g,v)>1 \text{ .and. } \text{TAB}(d,g)=1)X(d,g)*(\text{GVRT1}(g,v,r,t)/\text{TUV}(d,g,v))*(\text{TUV}(d,g,v)+\text{TBV}(v)) \&$   
 $+ \text{SUM}(f=1:\text{FVaz},v=1:\text{Vag})\text{VFV}(f,v)*\text{FRT}(f,r,t)*\text{TBV}(v) < \text{CAPRT}(t,r)*\text{T}(t)$

!Capacidade do trem 2

CPT2(r=1:Rout,t=2:2):  $\text{SUM}(d=1:\text{Dem},g=1:\text{GrServ},v=1:\text{Vag}|\text{TUV}(d,g,v)>1 \text{ .and. } \text{TAB}(d,g)=1)X(d,g)*(\text{GVRT2}(g,v,r,t)/\text{TUV}(d,g,v))*(\text{TUV}(d,g,v)+\text{TBV}(v)) \&$   
 $+ \text{SUM}(f=1:\text{FVaz},v=1:\text{Vag})\text{VFV}(f,v)*\text{FRT}(f,r,t)*\text{TBV}(v) < \text{CAPRT}(t,r)*\text{T}(t)$

!Capacidade do trem 3

CPT3(r=1:Rout,t=3:3):  $\text{SUM}(d=1:\text{Dem},g=1:\text{GrServ},v=1:\text{Vag}|\text{TUV}(d,g,v)>1 \text{ .and. } \text{TAB}(d,g)=1)X(d,g)*(\text{GVRT3}(g,v,r,t)/\text{TUV}(d,g,v))*(\text{TUV}(d,g,v)+\text{TBV}(v)) \&$   
 $+ \text{SUM}(f=1:\text{FVaz},v=1:\text{Vag})\text{VFV}(f,v)*\text{FRT}(f,r,t)*\text{TBV}(v) < \text{CAPRT}(t,r)*\text{T}(t)$

!Capacidade do trem 4

CPT4(r=1:Rout,t=4:4):  $\text{SUM}(d=1:\text{Dem},g=1:\text{GrServ},v=1:\text{Vag}|\text{TUV}(d,g,v)>1 \text{ .and. } \text{TAB}(d,g)=1)X(d,g)*(\text{GVRT4}(g,v,r,t)/\text{TUV}(d,g,v))*(\text{TUV}(d,g,v)+\text{TBV}(v)) \&$   
 $+ \text{SUM}(f=1:\text{FVaz},v=1:\text{Vag})\text{VFV}(f,v)*\text{FRT}(f,r,t)*\text{TBV}(v) < \text{CAPRT}(t,r)*\text{T}(t)$

!Capacidade do trem 5

CPT5(r=1:Rout,t=5:5):  $\text{SUM}(d=1:\text{Dem},g=1:\text{GrServ},v=1:\text{Vag}|\text{TUV}(d,g,v)>1 \text{ .and. } \text{TAB}(d,g)=1)X(d,g)*(\text{GVRT5}(g,v,r,t)/\text{TUV}(d,g,v))*(\text{TUV}(d,g,v)+\text{TBV}(v)) \&$   
 $+ \text{SUM}(f=1:\text{FVaz},v=1:\text{Vag})\text{VFV}(f,v)*\text{FRT}(f,r,t)*\text{TBV}(v) < \text{CAPRT}(t,r)*\text{T}(t)$



!Capacidade do trem 6

CPT6(r=1:Rout,t=6:6): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT6(g,v,r,t)/TUV(d,g,v))\*(TUV(d,g,v)+TBV(v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VfV(f,v)\*FRT(f,r,t)\*TBV(v) < CAPRT(t,r)\*T(t)

!Capacidade do trem 7

CPT7(r=1:Rout,t=7:7): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT7(g,v,r,t)/TUV(d,g,v))\*(TUV(d,g,v)+TBV(v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VfV(f,v)\*FRT(f,r,t)\*TBV(v) < CAPRT(t,r)\*T(t)

!Capacidade do trem 8

CPT8(r=1:Rout,t=8:8): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT8(g,v,r,t)/TUV(d,g,v))\*(TUV(d,g,v)+TBV(v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VfV(f,v)\*FRT(f,r,t)\*TBV(v) < CAPRT(t,r)\*T(t)

!Capacidade do trem 9

CPT9(r=1:Rout,t=9:9): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT9(g,v,r,t)/TUV(d,g,v))\*(TUV(d,g,v)+TBV(v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VfV(f,v)\*FRT(f,r,t)\*TBV(v) < CAPRT(t,r)\*T(t)

!Capacidade do trem 10

CPT10(r=1:Rout,t=10:10): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT10(g,v,r,t)/TUV(d,g,v))\*(TUV(d,g,v)+TBV(v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VfV(f,v)\*FRT(f,r,t)\*TBV(v) < CAPRT(t,r)\*T(t)

!Capacidade do trem 11

CPT11(r=1:Rout,t=11:11): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT11(g,v,r,t)/TUV(d,g,v))\*(TUV(d,g,v)+TBV(v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VfV(f,v)\*FRT(f,r,t)\*TBV(v) < CAPRT(t,r)\*T(t)

!Capacidade do trem 12

CPT12(r=1:Rout,t=12:12): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT12(g,v,r,t)/TUV(d,g,v))\*(TUV(d,g,v)+TBV(v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VfV(f,v)\*FRT(f,r,t)\*TBV(v) < CAPRT(t,r)\*T(t)

!Capacidade do trem 13

CPT13(r=1:Rout,t=13:13): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT13(g,v,r,t)/TUV(d,g,v))\*(TUV(d,g,v)+TBV(v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VfV(f,v)\*FRT(f,r,t)\*TBV(v) < CAPRT(t,r)\*T(t)

!Capacidade do trem 14

CPT14(r=1:Rout,t=14:14): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT14(g,v,r,t)/TUV(d,g,v))\*(TUV(d,g,v)+TBV(v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VfV(f,v)\*FRT(f,r,t)\*TBV(v) < CAPRT(t,r)\*T(t)

!Capacidade do trem 15

CPT15(r=1:Rout,t=15:15): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT15(g,v,r,t)/TUV(d,g,v))\*(TUV(d,g,v)+TBV(v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VfV(f,v)\*FRT(f,r,t)\*TBV(v) < CAPRT(t,r)\*T(t)

!Comprimeto do trem 1

CMT1(r=1:Rout,t=1:1): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT1(g,v,r,t)/TUV(d,g,v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VFV(f,v)\*FRT(f,r,t) < COMPRT(r)\*T(t)

!Comprimento do trem 2

CMT2(r=1:Rout,t=2:2): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT2(g,v,r,t)/TUV(d,g,v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VFV(f,v)\*FRT(f,r,t) < COMPRT(r)\*T(t)

!Comprimento do trem 3

CMT3(r=1:Rout,t=3:3): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT3(g,v,r,t)/TUV(d,g,v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VFV(f,v)\*FRT(f,r,t) < COMPRT(r)\*T(t)

!Comprimento do trem 4

CMT4(r=1:Rout,t=4:4): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT4(g,v,r,t)/TUV(d,g,v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VFV(f,v)\*FRT(f,r,t) < COMPRT(r)\*T(t)

!Comprimento do trem 5

CMT5(r=1:Rout,t=5:5): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT5(g,v,r,t)/TUV(d,g,v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VFV(f,v)\*FRT(f,r,t) < COMPRT(r)\*T(t)

!Comprimento do trem 6

CMT6(r=1:Rout,t=6:6): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT6(g,v,r,t)/TUV(d,g,v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VFV(f,v)\*FRT(f,r,t) < COMPRT(r)\*T(t)

!Comprimento do trem 7

CMT7(r=1:Rout,t=7:7): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT7(g,v,r,t)/TUV(d,g,v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VFV(f,v)\*FRT(f,r,t) < COMPRT(r)\*T(t)

!Comprimento do trem 8

CMT8(r=1:Rout,t=8:8): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT8(g,v,r,t)/TUV(d,g,v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VFV(f,v)\*FRT(f,r,t) < COMPRT(r)\*T(t)

!Comprimento do trem 9

CMT9(r=1:Rout,t=9:9): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT9(g,v,r,t)/TUV(d,g,v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VFV(f,v)\*FRT(f,r,t) < COMPRT(r)\*T(t)

!Comprimento do trem 10

CMT10(r=1:Rout,t=10:10): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT10(g,v,r,t)/TUV(d,g,v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VFV(f,v)\*FRT(f,r,t) < COMPRT(r)\*T(t)

!Comprimento do trem 11

CMT11(r=1:Rout,t=11:11): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT11(g,v,r,t)/TUV(d,g,v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VFV(f,v)\*FRT(f,r,t) < COMPRT(r)\*T(t)

!Comprimento do trem 12

CMT12(r=1:Rout,t=12:12): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT12(g,v,r,t)/TUV(d,g,v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VFV(f,v)\*FRT(f,r,t) < COMPRT(r)\*T(t)

!Comprimento do trem 13

CMT13(r=1:Rout,t=13:13): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT13(g,v,r,t)/TUV(d,g,v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VFV(f,v)\*FRT(f,r,t) < COMPRT(r)\*T(t)

!Comprimento do trem 14

CMT14(r=1:Rout,t=14:14): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT14(g,v,r,t)/TUV(d,g,v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VFV(f,v)\*FRT(f,r,t) < COMPRT(r)\*T(t)

!Comprimento do trem 15

CMT15(r=1:Rout,t=15:15): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ,v=1:Vag|TUV(d,g,v)>1 .and.  
TAB(d,g)=1)X(d,g)\*(GVRT15(g,v,r,t)/TUV(d,g,v)) &  
+ SUM(f=1:FVaz,v=1:Vag)VFV(f,v)\*FRT(f,r,t) < COMPRT(r)\*T(t)

!Frota de Locomotivas

FLC(l=1:Loco): SUM(t=1:Trem)T(t)\*NLT(l,t) < FL(l) + L(l)

!Numero maximo de trens no trecho

NMT(r=1:Rout): SUM(t=1:Trem)T(t)\*TR(t,r) < NTR(r)

!Capacidade de transbordo rodo-ferroviaria

CRF(i=1:Noi,RF=1:RFerr): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ)X(d,g)\*GIRF(g,i,RF) < RFI(RF,i)\*CAPRF(i,RF)

!Capacidade dos hubs rodoviarios

CHU(i=1:Noi): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ)X(d,g)\*GI(g,i)\*HI(i) < CAPI(i)\*Y(i)

!Capacidade das US's rodoviarias

CUS(i=1:Noi): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ)X(d,g)\*GI(g,i)\*UI(i) < CAPI(i)\*Y(i)

!Capacidade dos pátios ferroviarios

CPP(i=1:Noi): SUM(d=1:Dem,g=1:GrServ)X(d,g)\*GP(g,i) < CAPI(i)\*Y(i)

!Restricao de orcamento anual

ORA: SUM(l=1:Loco)CUSL(l)\*L(l) + SUM(v=1:Vag)CUSV(v)\*VG(v) + SUM(p=1:Prop)CUSP(p)\*PR(p) +  
SUM(a=1:Agr)CUSA(a)\*AG(a) + SUM(m=1:Bim)CUSM(m)\*MD(m) < INV

BOUNDS

T(t=1:Trem) .BV.

RFI(RF=1:RFerr,i=1:Noi) .BV.

Y(i=1:Noi) .BV.

PIJ(p=1:Prop,i=1:Noi,j=1:Noj) .UI.  
AIJ(a=1:Agr,i=1:Noi,j=1:Noj) .UI.  
L(l=1:Loco) .UI.  
VG(v=1:Vag) .UI.  
AG(a=1:Agr) .UI.  
PR(p=1:Prop).UI.  
MD(b=1:Bim) .UI.

END

**ANEXO 2**

**GRUPOS DE SERVIÇO E FLUXO DE VAGÕES E BIMODAIS  
VAZIOS PARA ESTUDO DE CASO**

# GRUPOS DE SERVIÇO

Cod_Dem	Gr_Serv	Merc	Rodoviário			Ferroviário														Rodoviário																	
			Ori	p	a	tr	m	RF	Ori_Ferro	v	m	R1	T	R2	T	R3	T	R4	T	R5	T	R6	T	R7	T	R8	T	R9	T	Dst_Ferro	RF	p	a	tr	m	Dst	
1	1	PAPEL/CELULOSE	2	0	0	1	1	1	5	1	11	143	145	146	147	148	149	1410	1411	14	21	1	0	0	0	21											
1	2	PAPEL/CELULOSE	2	0	0	1	1	1	5	1	11	153	155	156	157	158	159	1510	1511	15	21	1	0	0	0	21											
1	3	PAPEL/CELULOSE	2	0	0	1	1	1	5	1	11	13	15	56	57	78	109	1010	1311	13	21	1	0	0	0	21											
1	4	PAPEL/CELULOSE	2	0	0	1	1	1	5	1	11	23	25	56	57	78	109	1010	1311	13	21	1	0	0	0	21											
1	5	PAPEL/CELULOSE	2	0	0	1	1	1	5	1	11	13	15	66	67	78	109	1010	1311	13	21	1	0	0	0	21											
1	6	PAPEL/CELULOSE	2	0	0	1	1	1	5	1	11	23	25	66	67	78	109	1010	1311	13	21	1	0	0	0	21											
1	7	PAPEL/CELULOSE	2	0	0	1	1	1	5	1	11	13	15	56	57	78	119	1210	1211	12	21	1	0	0	0	21											
1	8	PAPEL/CELULOSE	2	0	0	1	1	1	5	1	11	23	25	56	57	78	119	1210	1211	12	21	1	0	0	0	21											
1	9	PAPEL/CELULOSE	2	0	0	1	1	1	5	1	11	13	15	66	67	78	119	1210	1211	12	21	1	0	0	0	21											
1	10	PAPEL/CELULOSE	2	0	0	1	1	1	5	1	11	23	25	66	67	78	119	1210	1211	12	21	1	0	0	0	21											
1	11	PAPEL/CELULOSE	2	0	0	1	1	1	5	1	11	13	15	56	57	98	109	1010	1311	13	21	1	0	0	0	21											
1	12	PAPEL/CELULOSE	2	0	0	1	1	1	5	1	11	23	25	56	57	98	109	1010	1311	13	21	1	0	0	0	21											
1	13	PAPEL/CELULOSE	2	0	0	1	1	1	5	1	11	13	15	66	67	98	109	1010	1311	13	21	1	0	0	0	21											
1	14	PAPEL/CELULOSE	2	0	0	1	1	1	5	1	11	23	25	66	67	98	109	1010	1311	13	21	1	0	0	0	21											
1	15	PAPEL/CELULOSE	2	0	0	1	1	1	5	1	11	13	15	58	57	98	119	1210	1211	12	21	1	0	0	0	21											
1	16	PAPEL/CELULOSE	2	0	0	1	1	1	5	1	11	23	25	56	57	98	119	1210	1211	12	21	1	0	0	0	21											
1	17	PAPEL/CELULOSE	2	0	0	1	1	1	5	1	11	13	15	66	67	98	119	1210	1211	12	21	1	0	0	0	21											
1	18	PAPEL/CELULOSE	2	0	0	1	1	1	5	1	11	23	25	66	67	98	119	1210	1211	12	21	1	0	0	0	21											
1	19	PAPEL/CELULOSE	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	20	PAPEL/CELULOSE	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	21	PAPEL/CELULOSE	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	22	PAPEL/CELULOSE	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	23	PAPEL/CELULOSE	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	24	PAPEL/CELULOSE	2	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	25	PAPEL/CELULOSE	2	0	0	1	1	1	5	1	11	153	155	156	157	158	159	1510	1511	15	21	1	0	0	1	21											
2	26	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	2	0	0	1	1	1	5	1	11	143	145	146	147	148	149	1410	1411	14	21	1	0	0	1	21											
2	27	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	2	0	0	1	1	1	5	1	11	153	155	156	157	158	159	1510	1511	15	21	1	0	0	1	21											
2	28	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	2	0	0	1	1	1	5	1	11	13	15	56	57	78	109	1010	1311	13	21	1	0	0	1	21											
2	29	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	2	0	0	1	1	1	5	1	11	23	25	56	57	78	109	1010	1311	13	21	1	0	0	1	21											
2	30	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	2	0	0	1	1	1	5	1	11	13	15	66	67	78	109	1010	1311	13	21	1	0	0	1	21											
2	31	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	2	0	0	1	1	1	5	1	11	23	25	66	67	78	109	1010	1311	13	21	1	0	0	1	21											
2	32	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	2	0	0	1	1	1	5	1	11	13	15	56	57	78	119	1210	1211	12	21	1	0	0	1	21											
2	33	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	2	0	0	1	1	1	5	1	11	23	25	56	57	78	119	1210	1211	12	21	1	0	0	1	21											
2	34	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	2	0	0	1	1	1	5	1	11	13	15	66	67	78	119	1210	1211	12	21	1	0	0	1	21											
2	35	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	2	0	0	1	1	1	5	1	11	23	25	66	67	78	119	1210	1211	12	21	1	0	0	1	21											
2	36	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	2	0	0	1	1	1	5	1	11	13	15	56	57	98	109	1010	1311	13	21	1	0	0	1	21											
2	37	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	2	0	0	1	1	1	5	1	11	23	25	56	57	98	109	1010	1311	13	21	1	0	0	1	21											







GRUPOS DE SERVIÇO

Cod_Dem	Gr_Serv	Merc	Rodoviário												Ferroviário												Rodoviário											
			Orí	p	a	tr	m	RF	Orí	Ferro	v	m	R1	T	R2	T	R3	T	R4	T	R5	T	R6	T	R7	T	R8	T	R9	T	Dst_Ferro	RF	p	a	tr	m	Dst	
6	112	ROAD	4	4	0	0	3	4	5	4	31	23	25	56	57	98	119	1210	1211	12	21	4	4	0	0	3	21											
6	113	ROAD	4	4	0	0	3	4	5	4	31	13	15	66	67	98	119	1210	1211	12	21	4	4	0	0	3	21											
6	114	ROAD	4	4	0	0	3	4	5	4	31	23	25	66	67	98	119	1210	1211	12	21	4	4	0	0	3	21											
7	115	MADEIRA	12	0	0	1	0	0	9	2	06	67	78	119	1210	1211	12	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	21										
7	116	MADEIRA	12	0	0	1	0	0	9	2	06	57	78	119	1210	1211	12	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	21										
7	117	MADEIRA	12	0	0	1	0	0	9	2	06	97	98	119	1210	1211	12	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	21										
7	118	MADEIRA	12	0	0	1	0	0	9	2	06	67	78	109	1010	1311	13	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	21										
7	119	MADEIRA	12	0	0	1	0	0	9	2	06	57	78	109	1010	1311	13	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	21										
7	120	MADEIRA	12	0	0	1	0	0	9	2	06	97	98	109	1010	1311	13	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	21										
7	121	MADEIRA	12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21										
8	122	PAPEL/CELULOSE	8	0	0	0	0	0	8	1	04	420	122	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	2											
8	123	PAPEL/CELULOSE	8	0	0	0	0	0	8	1	04	420	222	2	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	2											
8	124	PAPEL/CELULOSE	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2											
8	125	PAPEL/CELULOSE	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2											
8	126	PAPEL/CELULOSE	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2											
8	127	PAPEL/CELULOSE	8	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2											
8	128	PAPEL/CELULOSE	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2											
8	129	PAPEL/CELULOSE	8	0	0	0	0	0	8	1	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	22											
9	130	PAPEL/CELULOSE	8	0	0	0	0	0	8	1	04	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	22											
9	131	PAPEL/CELULOSE	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22											
9	132	PAPEL/CELULOSE	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22											
9	133	PAPEL/CELULOSE	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22											
9	134	PAPEL/CELULOSE	8	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22											
9	135	PAPEL/CELULOSE	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22											
10	136	PAPEL/CELULOSE	8	0	0	0	0	0	8	1	04	45	56	57	78	109	1010	1311	13	0	21	0	0	0	0	0	21											
10	137	PAPEL/CELULOSE	8	0	0	0	0	0	8	1	0	4	5	6	6	7	8	109	1010	1311	13	0	0	0	0	0	21											
10	138	PAPEL/CELULOSE	8	0	0	0	0	0	8	1	0	4	5	6	6	9	7	8	109	1010	1311	13	0	0	0	0	21											
10	139	PAPEL/CELULOSE	8	0	0	0	0	0	8	1	0	4	5	6	6	9	7	8	109	1010	1311	13	0	0	0	0	21											
10	140	PAPEL/CELULOSE	8	0	0	0	0	0	8	1	0	4	5	6	6	9	7	8	119	1210	1211	12	0	0	0	0	21											
10	141	PAPEL/CELULOSE	8	0	0	0	0	0	8	1	0	4	5	6	6	9	7	8	119	1210	1211	12	0	0	0	0	21											
10	142	PAPEL/CELULOSE	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21											
10	143	PAPEL/CELULOSE	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21											
10	144	PAPEL/CELULOSE	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21											
10	145	PAPEL/CELULOSE	8	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21											
10	146	PAPEL/CELULOSE	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21											
11	147	ARROZ	20	0	0	0	0	0	20	5	0	13	14	14	14	15	14	16	14	17	14	18	14	20	14	22	14	0	0	3								
11	148	ARROZ	20	0	0	0	0	0	20	5	0	13	15	14	15	15	16	15	17	15	18	15	20	15	22	15	0	0	3	0	3							

**GRUPOS DE SERVIÇO**

Cod_Dem	Gr_Serv	Merc	Rodoviário										Ferroviário										Rodoviário														
			Ori	p	a	tr	m	RF	Ori	Ferro	v	m	R1	T	R2	T	R3	T	R4	T	R5	T	R6	T	R7	T	R8	T	R9	T	Dst	Ferro	RF	p	a	tr	m
11	149	ARROZ	20	0	0	0	0	0	20	5	0	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	0	0	5	3	0	0	1	0	3	
11	150	ARROZ	20	0	0	0	0	0	20	5	0	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	0	0	5	3	0	0	1	0	3	
11	151	ARROZ	20	0	0	0	0	0	20	5	0	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	0	0	5	3	0	0	1	0	3	
11	152	ARROZ	20	0	0	0	0	0	20	5	0	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	0	0	5	3	0	0	1	0	3	
11	153	ARROZ	20	0	0	0	0	0	20	5	0	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	0	0	5	3	0	0	1	0	3	
11	154	ARROZ	20	0	0	0	0	0	20	5	0	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	0	0	5	3	0	0	1	0	3	
11	155	ARROZ	20	0	0	0	0	0	20	5	0	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	0	0	5	3	0	0	1	0	3	
11	156	ARROZ	20	0	0	0	0	0	20	5	0	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	0	0	5	3	0	0	1	0	3	
11	157	ARROZ	20	0	0	0	0	0	20	5	0	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	0	0	5	3	0	0	1	0	3	
11	158	ARROZ	20	0	0	0	0	0	20	5	0	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	0	0	5	3	0	0	1	0	3	
11	159	ARROZ	20	0	0	0	0	0	20	5	0	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	0	0	5	3	0	0	1	0	3	
11	160	ARROZ	20	0	0	0	0	0	20	5	0	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	0	0	5	3	0	0	1	0	3	
11	161	ARROZ	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11	162	ARROZ	20	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11	163	ARROZ	20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11	164	ARROZ	20	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11	165	ARROZ	20	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
12	166	ARROZ	19	0	0	0	0	0	19	5	0	14	14	15	14	16	14	17	14	18	14	20	14	22	14	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	5	
12	167	ARROZ	19	0	0	0	0	0	19	5	0	14	15	15	15	16	15	17	15	18	15	20	15	22	15	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	5	
12	168	ARROZ	19	0	0	0	0	0	19	5	0	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	5	
12	169	ARROZ	19	0	0	0	0	0	19	5	0	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	5	
12	170	ARROZ	19	0	0	0	0	0	19	5	0	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	5	
12	171	ARROZ	19	0	0	0	0	0	19	5	0	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	5	
12	172	ARROZ	19	0	0	0	0	0	19	5	0	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	5	
12	173	ARROZ	19	0	0	0	0	0	19	5	0	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	5	
12	174	ARROZ	19	0	0	0	0	0	19	5	0	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	5	
12	175	ARROZ	19	0	0	0	0	0	19	5	0	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	5	
12	176	ARROZ	19	0	0	0	0	0	19	5	0	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	5	
12	177	ARROZ	19	0	0	0	0	0	19	5	0	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	5	
12	178	ARROZ	19	0	0	0	0	0	19	5	0	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	5	
12	179	ARROZ	19	0	0	0	0	0	19	5	0	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	5	
12	180	ARROZ	19	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
12	181	ARROZ	19	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
12	182	ARROZ	19	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
12	183	ARROZ	19	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
12	184	ARROZ	19	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
13	185	POLIETILENO	21	0	0	0	0	1	21	1	2	12	14	13	14	14	14	15	14	16	14	17	14	18	14	20	14	22	14	5	1	0	0	1	2	2	

GRUPOS DE SERVIÇO

Cod_Dem	Gr_Serv	Merc	Rodoviário		Ferroviário															Rodoviário																	
			Ori	p a tr m	RF	Ort_Ferro	v m	R1	T	R2	T	R3	T	R4	T	R5	T	R6	T	R7	T	R8	T	R9	T	Dst_Ferro	RF	p a tr m	Dst								
13	186	POLIETILENO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	15	13	15	14	15	15	16	15	17	15	18	15	20	15	22	15	5	1	0	0	1	2	2			
13	187	POLIETILENO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	5	1	0	0	1	2	2		
13	188	POLIETILENO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	5	1	0	0	1	2	2		
13	189	POLIETILENO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	5	1	0	0	1	2	2		
13	190	POLIETILENO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	1	0	0	1	2	2		
13	191	POLIETILENO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	5	1	0	0	1	2	2		
13	192	POLIETILENO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	5	1	0	0	1	2	2		
13	193	POLIETILENO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	12	13	12	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	5	1	0	0	1	2	2		
13	194	POLIETILENO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	12	13	12	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	5	1	0	0	1	2	2		
13	195	POLIETILENO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	12	13	12	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	5	1	0	0	1	2	2		
13	196	POLIETILENO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	12	13	12	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	1	0	0	1	2	2		
13	197	POLIETILENO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	12	13	12	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	5	1	0	0	1	2	2		
13	198	POLIETILENO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	12	13	12	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	5	1	0	0	1	2	2		
13	199	POLIETILENO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	14	13	14	14	14	15	14	16	14	17	14	18	14	20	14	22	14	5	4	4	0	0	3	2	2	
13	200	POLIETILENO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	15	13	15	14	15	15	16	15	17	15	18	15	20	15	22	15	5	4	4	0	0	3	2	2		
13	201	POLIETILENO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	5	4	4	0	0	3	2	2	
13	202	POLIETILENO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	5	4	4	0	0	3	2	2	
13	203	POLIETILENO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	5	4	4	0	0	3	2	2	
13	204	POLIETILENO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	4	4	0	0	3	2	2	
13	205	POLIETILENO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	5	4	4	0	0	3	2	2	
13	206	POLIETILENO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	5	4	4	0	0	3	2	2	
13	207	POLIETILENO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	5	4	4	0	0	3	2	2	
13	208	POLIETILENO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	5	4	4	0	0	3	2	2	
13	209	POLIETILENO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	5	4	4	0	0	3	2	2	
13	210	POLIETILENO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	4	4	0	0	3	2	2	
13	211	POLIETILENO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	5	4	4	0	0	3	2	2	
13	212	POLIETILENO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	5	4	4	0	0	3	2	2	
13	213	POLIETILENO	21	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13	214	POLIETILENO	21	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13	215	POLIETILENO	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13	216	POLIETILENO	21	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13	217	POLIETILENO	21	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13	218	POLIETILENO	21	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13	219	POLIETILENO	21	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14	220	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	1	12	14	13	14	14	14	15	14	16	14	17	14	18	14	20	14	22	14	5	1	0	0	1	1	2	2	
14	221	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	1	12	15	13	15	14	15	15	16	15	17	15	18	15	18	15	20	15	22	15	5	1	0	0	1	1	2	2
14	222	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	1	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	5	1	0	0	1	1	2	2	

**GRUPOS DE SERVIÇO**

Cod_Dem	Gr_Serv	Merc	Rodoviário		Ferroviário														Rodoviário															
			Ort	p a tr m	RF	Ort_Ferro	v m	R1	T	R2	T	R3	T	R4	T	R5	T	R6	T	R7	T	R8	T	R9	T	Dst_Ferro	RF	p a tr m	Dst					
14	223	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	5	1	0	0	1	2	
14	224	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	5	1	0	0	1	2	
14	225	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	1	0	0	1	2	
14	226	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	5	1	0	0	1	2	
14	227	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	5	1	0	0	1	2	
14	228	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	5	1	0	0	1	2	
14	229	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	5	1	0	0	1	2	
14	230	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	5	1	0	0	1	2	
14	231	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	1	0	0	1	2	
14	232	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	12	13	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	5	1	0	0	1	2	
14	233	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	12	13	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	5	1	0	0	1	2	
14	234	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	14	13	14	14	15	14	16	14	17	14	18	14	20	14	22	14	5	4	4	0	3	2	
14	235	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	15	13	14	15	15	15	16	15	17	15	18	15	20	15	22	15	5	4	4	0	3	2	
14	236	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	5	4	4	0	3	2
14	237	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	5	4	4	0	3	2
14	238	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	5	4	4	0	3	2
14	239	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	4	4	0	3	2
14	240	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	5	4	4	0	3	2
14	241	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	5	4	4	0	3	2
14	242	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	5	4	4	0	3	2
14	243	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	5	4	4	0	3	2
14	244	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	5	4	4	0	3	2
14	245	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	4	4	0	3	2
14	246	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	5	4	4	0	3	2
14	247	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	5	4	4	0	3	2
14	248	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14	249	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14	250	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14	251	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14	252	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14	253	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14	254	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
15	255	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	14	13	14	14	14	15	14	16	14	17	14	18	14	20	14	22	14	5	4	4	0	3	4
15	256	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	15	13	15	14	15	15	16	15	17	15	18	15	20	15	22	15	5	4	4	0	3	4	
15	257	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	5	4	4	0	3	4
15	258	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	5	4	4	0	3	4
15	259	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	5	4	4	0	3	4

GRUPOS DE SERVIÇO

Cod_Dem	Gr_Serv	Merc	Rodoviário		Ferroviário														Rodoviário																	
			Orig	Dest	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	T	Dest_Ferro	RF	RF	RF	RF	RF																
15	260	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	4	4	0	0	3	4	
15	261	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	5	4	4	0	0	3	4	
15	262	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	5	4	4	0	0	3	4	
15	263	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	5	4	4	0	0	3	4	
15	264	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	5	4	4	0	0	3	4	
15	265	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	5	4	4	0	0	3	4	
15	266	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	4	4	0	0	3	4	
15	267	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	5	4	4	0	0	3	4	
15	268	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	5	4	4	0	0	3	4	
16	269	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	1	12	14	13	14	14	14	15	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	0	0	0	0	13
16	270	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	1	12	15	13	15	14	15	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	0	0	0	0	13
16	271	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	1	12	13	13	13	14	10	15	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	0	0	0	0	0	13
16	272	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	1	12	12	13	12	14	12	15	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	0	0	0	0	0	13
16	273	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	14	13	14	14	14	15	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	0	0	0	0	0	13
16	274	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	15	13	15	14	15	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	0	0	0	0	0	13
16	275	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	13	13	13	14	10	15	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	0	0	0	0	0	13
16	276	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	12	13	12	14	12	15	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	0	0	0	0	0	13
16	277	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	14	13	14	14	14	15	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4	0	0	0	0	0	13
16	278	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	15	13	15	14	15	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4	0	0	0	0	0	13
16	279	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4	0	0	0	0	0	13
16	280	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4	0	0	0	0	0	13
16	281	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
16	282	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
16	283	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
16	284	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
16	285	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
16	286	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
16	287	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
16	288	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
16	289	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
16	290	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
16	291	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
17	292	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	14	13	14	14	14	15	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4	4	0	0	0	0	0	15
17	293	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	15	13	15	14	15	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4	4	0	0	0	0	0	15
17	294	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4	4	0	0	0	0	0	15
17	295	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4	4	0	0	0	0	0	15
18	296	SIDERÚRGICO	21	0	0	0	1	21	1	1	12	14	13	14	14	14	15	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	0	0	1	1	1	15	

**GRUPOS DE SERVIÇO**

Cod_Dem	Gr_Serv	Merc	Rodoviário				Ferroviário				Rodoviário																											
			Ort	p	a	tr	m	RF	Ort	Ferro	v	m	R1	T	R2	T	R3	T	R4	T	R5	T	R6	T	R7	T	R8	T	R9	T	Dst_Ferro	RF	p	a	tr	m	Dst	
18	297	SIDERÚRGICO	21	0	0	0	1	21	1	1	12	15	13	15	14	15	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	0	0	1	1	15
18	298	SIDERÚRGICO	21	0	0	0	1	21	1	1	12	13	13	13	14	10	15	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	0	0	1	1	15	
18	299	SIDERÚRGICO	21	0	0	0	1	21	1	1	12	12	13	12	14	12	15	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	0	0	1	1	15		
18	300	SIDERÚRGICO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	14	13	14	14	14	15	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	0	0	1	2	15			
18	301	SIDERÚRGICO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	15	13	15	14	15	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	0	0	1	2	15			
18	302	SIDERÚRGICO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	13	13	14	10	15	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	0	0	1	2	15			
18	303	SIDERÚRGICO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	12	13	12	14	12	15	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	0	0	1	2	15			
18	304	SIDERÚRGICO	21	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15		
18	305	SIDERÚRGICO	21	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15		
18	306	SIDERÚRGICO	21	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15		
18	307	SIDERÚRGICO	21	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15		
18	308	SIDERÚRGICO	21	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15		
18	309	SIDERÚRGICO	21	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15		
18	310	SIDERÚRGICO	21	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15		
18	311	SIDERÚRGICO	21	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15		
18	312	SIDERÚRGICO	21	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15		
19	313	ALIMENTOS	21	0	0	0	4	21	4	3	12	14	13	14	14	14	15	14	16	14	17	14	18	14	20	14	22	14	5	4	0	0	3	3				
19	314	ALIMENTOS	21	0	0	0	4	21	4	3	12	15	13	15	14	15	15	15	16	15	17	15	18	15	20	15	22	15	5	4	0	0	3	3				
19	315	ALIMENTOS	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	5	4	0	0	3	3				
19	316	ALIMENTOS	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	5	4	0	0	3	3				
19	317	ALIMENTOS	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	5	4	0	0	3	3				
19	318	ALIMENTOS	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	4	0	0	3	3				
19	319	ALIMENTOS	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	4	0	0	3	3				
19	320	ALIMENTOS	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	5	4	0	0	3	3				
19	321	ALIMENTOS	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	5	4	0	0	3	3				
19	322	ALIMENTOS	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	5	4	0	0	3	3				
19	323	ALIMENTOS	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	4	0	0	3	3				
19	324	ALIMENTOS	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	5	4	0	0	3	3				
19	325	ALIMENTOS	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	4	0	0	3	3				
19	326	ALIMENTOS	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	5	4	0	0	3	3				
19	327	ALIMENTOS	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3			
19	328	ALIMENTOS	21	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3			
19	329	ALIMENTOS	21	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3			
20	330	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	14	13	14	14	14	15	14	16	14	17	14	18	14	20	14	22	14	5	4	0	0	3	3				
20	331	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	15	13	15	14	15	15	15	16	15	17	15	18	15	20	15	22	15	5	4	0	0	3	3				
20	332	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	5	4	0	0	3	3				
20	333	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	5	4	0	0	3	3				

# GRUPOS DE SERVIÇO

Cod_Dem	Gr_Serv	Merc	Rodoviário													Ferroviário													Rodoviário								
			Ori	p	a	tr	m	RF	Ori_Ferro	v	m	R1	T	R2	T	R3	T	R4	T	R5	T	R6	T	R7	T	R8	T	R9	T	Dist_Ferro	RF	p	a	tr	m	Dst	
20	334	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	5	4	4	0	0	3	3		
20	335	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	4	4	0	0	3	3		
20	336	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	5	4	4	0	0	3	3		
20	337	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	5	4	4	0	0	3	3		
20	338	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	5	4	4	0	0	3	3		
20	339	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	5	4	4	0	0	3	3		
20	340	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	5	4	4	0	0	3	3		
20	341	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	4	4	0	0	3	3		
20	342	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	5	4	4	0	0	3	3		
20	343	ROAD RAILER	21	0	0	0	4	21	4	3	12	13	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	5	4	4	0	0	3	3		
21	344	SIDERÚRGICO	21	0	0	0	2	21	1	0	12	14	13	14	14	14	15	14	16	14	17	14	18	14	20	14	22	14	5	2	0	0	1	0	3	3	
21	345	SIDERÚRGICO	21	0	0	0	2	21	1	0	12	15	13	14	15	15	15	15	16	15	17	15	18	15	20	15	22	15	5	2	0	0	1	0	3	3	
21	346	SIDERÚRGICO	21	0	0	0	2	21	1	0	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	5	2	0	0	1	0	3	3	
21	347	SIDERÚRGICO	21	0	0	0	2	21	1	0	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	5	2	0	0	1	0	3	3	
21	348	SIDERÚRGICO	21	0	0	0	2	21	1	0	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	5	2	0	0	1	0	3	3	
21	349	SIDERÚRGICO	21	0	0	0	2	21	1	0	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	2	0	0	1	0	3	3	
21	350	SIDERÚRGICO	21	0	0	0	2	21	1	0	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	5	2	0	0	1	0	3	3	
21	351	SIDERÚRGICO	21	0	0	0	2	21	1	0	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	5	2	0	0	1	0	3	3	
21	352	SIDERÚRGICO	21	0	0	0	2	21	1	0	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	5	2	0	0	1	0	3	3	
21	353	SIDERÚRGICO	21	0	0	0	2	21	1	0	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	5	2	0	0	1	0	3	3	
21	354	SIDERÚRGICO	21	0	0	0	2	21	1	0	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	5	2	0	0	1	0	3	3	
21	355	SIDERÚRGICO	21	0	0	0	2	21	1	0	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	2	0	0	1	0	3	3	
21	356	SIDERÚRGICO	21	0	0	0	2	21	1	0	12	13	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	5	2	0	0	1	0	3	3	
21	357	SIDERÚRGICO	21	0	0	0	2	21	1	0	12	13	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	5	2	0	0	1	0	3	3	
21	358	SIDERÚRGICO	21	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
21	359	SIDERÚRGICO	21	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
21	360	SIDERÚRGICO	21	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
22	361	ARROZ	21	0	0	0	1	21	1	1	12	14	13	14	14	14	15	14	16	14	17	14	18	14	20	14	22	14	5	1	0	0	0	0	5	5	
22	362	ARROZ	21	0	0	0	1	21	1	1	12	15	13	15	14	15	15	15	16	15	17	15	18	15	20	15	22	15	5	1	0	0	0	0	5	5	
22	363	ARROZ	21	0	0	0	1	21	1	1	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	5	1	0	0	0	0	5	5	
22	364	ARROZ	21	0	0	0	1	21	1	1	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	5	1	0	0	0	0	5	5	
22	365	ARROZ	21	0	0	0	1	21	1	1	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	5	1	0	0	0	0	5	5	
22	366	ARROZ	21	0	0	0	1	21	1	1	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	1	0	0	0	0	5	5	
22	367	ARROZ	21	0	0	0	1	21	1	1	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	5	1	0	0	0	0	5	5	
22	368	ARROZ	21	0	0	0	1	21	1	1	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	5	1	0	0	0	0	5	5	
22	369	ARROZ	21	0	0	0	1	21	1	1	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	5	1	0	0	0	0	5	5	
22	370	ARROZ	21	0	0	0	1	21	1	1	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	5	1	0	0	0	0	5	5	

**GRUPOS DE SERVIÇO**

Cod_Dem	Gr_Serv	Merc	Rodoviário		Ferroviário																			Rodoviário										
			Or	p a tr m	RF	Ori_Ferro	v m	R1	T	R2	T	R3	T	R4	T	R5	T	R6	T	R7	T	R8	T	R9	T	Dst_Ferro	RF	p a tr m	Dst					
22	371	ARROZ	21	0	0	1	21	1	1	12	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	5	1	0	0	0	5		
22	372	ARROZ	21	0	0	1	21	1	1	12	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	1	0	0	0	5		
22	373	ARROZ	21	0	0	1	21	1	1	12	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	5	1	0	0	0	5		
22	374	ARROZ	21	0	0	1	21	1	1	12	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	5	1	0	0	0	5		
22	375	ARROZ	21	0	0	1	21	1	2	12	14	14	14	14	15	14	16	14	17	14	18	14	20	14	22	14	5	1	0	0	0	5		
22	376	ARROZ	21	0	0	1	21	1	2	12	15	13	14	15	15	16	15	17	15	18	15	18	15	20	15	22	15	5	1	0	0	0	5	
22	377	ARROZ	21	0	0	1	21	1	2	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	5	1	0	0	0	5		
22	378	ARROZ	21	0	0	1	21	1	2	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	5	1	0	0	0	5		
22	379	ARROZ	21	0	0	1	21	1	2	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	5	1	0	0	0	5		
22	380	ARROZ	21	0	0	1	21	1	2	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	1	0	0	0	5		
22	381	ARROZ	21	0	0	1	21	1	2	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	5	1	0	0	0	5		
22	382	ARROZ	21	0	0	1	21	1	2	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	5	1	0	0	0	5		
22	383	ARROZ	21	0	0	1	21	1	2	12	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	5	1	0	0	0	5		
22	384	ARROZ	21	0	0	1	21	1	2	12	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	5	1	0	0	0	5		
22	385	ARROZ	21	0	0	1	21	1	2	12	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	5	1	0	0	0	5		
22	386	ARROZ	21	0	0	1	21	1	2	12	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	1	0	0	0	5		
22	387	ARROZ	21	0	0	1	21	1	2	12	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	5	1	0	0	0	5		
22	388	ARROZ	21	0	0	1	21	1	2	12	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	5	1	0	0	0	5		
22	389	ARROZ	21	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
22	390	ARROZ	21	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
22	391	ARROZ	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
22	392	ARROZ	21	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
22	393	ARROZ	21	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
22	394	ARROZ	21	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
22	395	ARROZ	21	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
22	396	ARROZ	21	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
22	397	ARROZ	21	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
22	398	ARROZ	21	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
22	399	ARROZ	21	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
22	400	ARROZ	21	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
22	401	ARROZ	21	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
23	402	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	12	14	13	14	14	15	14	16	14	17	14	18	14	20	14	22	14	5	1	0	0	0	0	5	
23	403	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	12	15	13	15	14	15	15	16	15	17	15	18	15	20	15	22	15	5	1	0	0	0	0	5	
23	404	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	5	1	0	0	0	5	
23	405	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	5	1	0	0	0	5	
23	406	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	5	1	0	0	0	5	
23	407	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	1	0	0	0	5	



**GRUPOS DE SERVIÇO**

Cod_Dem	Gr_Serv	Merc	Rodoviário		Ferroviário																Rodoviário																			
			Ori p a tr m	RF	Ori_Ferro	v m	R1	T	R2	T	R3	T	R4	T	R5	T	R6	T	R7	T	R8	T	R9	T	Dst_Ferro	RF	p a tr m	Dst												
23	408	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	1	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	5	1	0	0	0	5						
23	409	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	1	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	5	1	0	0	0	5						
23	410	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	1	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	5	1	0	0	0	5						
23	411	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	1	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	5	1	0	0	0	5						
23	412	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	1	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	5	1	0	0	0	5						
23	413	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	1	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	1	0	0	0	5						
23	414	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	1	12	13	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	5	1	0	0	0	5						
23	415	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	1	12	13	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	5	1	0	0	0	5						
23	416	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	14	13	14	14	14	15	14	16	14	17	14	18	14	20	14	22	14	5	1	0	0	0	5						
23	417	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	15	13	15	14	15	15	16	15	17	15	18	15	20	15	22	15	5	1	0	0	0	0	5						
23	418	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	5	1	0	0	0	0	5					
23	419	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	5	1	0	0	0	0	5					
23	420	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	5	1	0	0	0	0	5					
23	421	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	1	0	0	0	0	5					
23	422	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	5	1	0	0	0	0	5					
23	423	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	5	1	0	0	0	0	5					
23	424	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	5	1	0	0	0	0	5					
23	425	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	5	1	0	0	0	0	5					
23	426	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	5	1	0	0	0	0	5					
23	427	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	5	1	0	0	0	0	5					
23	428	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	5	1	0	0	0	0	5					
23	429	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	0	1	21	1	2	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	5	1	0	0	0	0	5					
23	430	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5				
23	431	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5			
23	432	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5		
23	433	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5		
23	434	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
23	435	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
23	436	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
23	437	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
23	438	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
23	439	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
23	440	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	21	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
24	441	POLIETILENO	13	0	0	0	0	0	13	1	0	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	1	0	2				
24	442	POLIETILENO	13	0	0	0	0	0	13	1	0	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	1	0	2				
24	443	POLIETILENO	13	0	0	0	0	0	13	1	0	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	1	0	2				
24	444	POLIETILENO	13	0	0	0	0	0	13	1	0	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	1	0	2				







**GRUPOS DE SERVIÇO**

Cod_Dem	Gr_Serv	Merc	Rodoviário										Ferroviário										Rodoviário												
			Ori_p	a	tr	m	RF	Ori_Ferro	v	m	R1	T	R2	T	R3	T	R4	T	R5	T	R6	T	R7	T	R8	T	R9	T	Dst_Ferro	RF	p	a	tr	m	Dst
30	556	POLIETILENO	13	0	0	0	0	13	1	0	16	9	17	9	18	5	20	1	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	5
30	557	POLIETILENO	13	0	0	0	0	13	1	0	16	9	17	9	18	5	20	2	22	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	5
30	558	POLIETILENO	13	0	0	0	0	13	1	0	16	14	17	14	18	14	20	14	22	14	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	5	
30	559	POLIETILENO	13	0	0	0	0	13	1	0	16	15	17	15	18	15	20	15	22	15	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	5	
30	560	POLIETILENO	13	0	0	0	0	13	3	0	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	5	
30	561	POLIETILENO	13	0	0	0	0	13	3	0	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	5	
30	562	POLIETILENO	13	0	0	0	0	13	3	0	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	5	
30	563	POLIETILENO	13	0	0	0	0	13	3	0	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	5	
30	564	POLIETILENO	13	0	0	0	0	13	3	0	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	5	
30	565	POLIETILENO	13	0	0	0	0	13	3	0	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	5	
30	566	POLIETILENO	13	0	0	0	0	13	3	0	16	9	17	9	18	6	20	1	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	5	
30	567	POLIETILENO	13	0	0	0	0	13	3	0	16	9	17	9	18	6	20	2	22	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	5	
30	568	POLIETILENO	13	0	0	0	0	13	3	0	16	9	17	9	18	5	20	1	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	5	
30	569	POLIETILENO	13	0	0	0	0	13	3	0	16	9	17	9	18	5	20	2	22	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	5	
30	570	POLIETILENO	13	0	0	0	0	13	3	0	16	14	17	14	18	14	20	14	22	14	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	5	
30	571	POLIETILENO	13	0	0	0	0	13	3	0	16	15	17	15	18	15	20	15	22	15	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	5	
30	572	POLIETILENO	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
30	573	POLIETILENO	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
30	574	POLIETILENO	13	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
30	575	POLIETILENO	13	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
30	576	POLIETILENO	13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
31	577	POLIETILENO	15	0	0	1	2	1	13	1	2	8	10	9	10	10	13	11	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	1	0	0	0	21	
31	578	POLIETILENO	15	0	0	1	2	1	13	1	2	8	11	9	12	10	12	11	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	1	0	0	0	21	
31	579	POLIETILENO	15	0	0	1	2	1	13	1	2	8	14	9	14	10	14	11	14	0	0	0	0	0	0	0	0	21	1	0	0	0	21		
31	580	POLIETILENO	15	0	0	1	2	1	13	1	2	8	15	9	15	10	15	11	15	0	0	0	0	0	0	0	0	21	1	0	0	0	21		
31	581	POLIETILENO	15	0	0	3	4	13	4	3	8	10	9	10	10	13	11	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	4	0	0	0	21		
31	582	POLIETILENO	15	0	0	3	4	13	4	3	8	11	9	12	10	12	11	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	4	0	0	0	21		
31	583	POLIETILENO	15	0	0	3	4	13	4	3	8	14	9	14	10	14	11	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	4	0	0	0	21		
31	584	POLIETILENO	15	0	0	3	4	13	4	3	8	15	9	15	10	15	11	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	4	0	0	0	21		
31	585	POLIETILENO	15	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21		
31	586	POLIETILENO	15	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21		
31	587	POLIETILENO	15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21		
31	588	POLIETILENO	15	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21		
31	589	POLIETILENO	15	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21		
32	590	ALIMENTOS	24	4	0	0	3	4	5	4	3	1	14	3	14	5	14	6	14	7	14	0	0	0	0	0	0	13	4	4	0	3	15		
32	591	ALIMENTOS	24	4	0	0	3	4	5	4	3	1	15	3	15	5	15	6	15	7	15	0	0	0	0	0	0	13	4	4	0	3	15		
32	592	ALIMENTOS	24	4	0	0	3	4	5	4	3	1	13	1	15	5	6	5	7	7	0	0	0	0	0	0	0	13	4	4	0	3	15		

**GRUPOS DE SERVIÇO**

Cod_Dem	Gr_Serv	Merc	Rodoviário			Ferroviário												Rodoviário																
			Ori	p a tr m	RF	Ori_Ferro	v m	R1	T	R2	T	R3	T	R4	T	R5	T	R6	T	R7	T	R8	T	R9	T	Dist_Ferro	RF	p a tr m	Dst					
32	593	ALIMENTOS	24	4	0	0	3	4	5	4	3	1	13	15	66	67	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4	4	0	0	3	15
32	594	ALIMENTOS	24	4	0	0	3	4	5	4	3	1	23	25	56	57	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4	4	0	0	3	15
32	595	ALIMENTOS	24	4	0	0	3	4	5	4	3	1	23	25	66	67	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4	4	0	0	3	15	
32	596	ALIMENTOS	24	4	0	0	3	4	5	4	3	1	13	15	86	97	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4	4	0	0	3	15	
32	597	ALIMENTOS	24	4	0	0	3	4	5	4	3	1	13	15	86	97	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4	4	0	0	3	15	
32	598	ALIMENTOS	24	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
32	599	ALIMENTOS	24	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
32	600	ALIMENTOS	24	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
33	601	ALIMENTOS	3	4	0	0	3	4	5	4	3	1	143	145	146	147	148	148	149	149	1410	1411	14	14	14	14	21	4	4	0	0	3	21	
33	602	ALIMENTOS	3	4	0	0	3	4	5	4	3	1	153	155	156	157	158	158	159	1510	1511	15	15	15	15	21	4	4	0	0	3	21		
33	603	ALIMENTOS	3	4	0	0	3	4	5	4	3	1	13	15	56	57	7	8	10	10	10	13	13	13	13	21	4	4	0	0	3	21		
33	604	ALIMENTOS	3	4	0	0	3	4	5	4	3	1	23	25	56	57	7	8	10	10	10	13	13	13	13	21	4	4	0	0	3	21		
33	605	ALIMENTOS	3	4	0	0	3	4	5	4	3	1	13	15	66	67	7	8	10	10	10	13	13	13	13	21	4	4	0	0	3	21		
33	606	ALIMENTOS	3	4	0	0	3	4	5	4	3	1	23	25	66	67	7	8	10	10	10	13	13	13	13	21	4	4	0	0	3	21		
33	607	ALIMENTOS	3	4	0	0	3	4	5	4	3	1	13	15	56	57	7	8	11	11	12	12	12	12	12	21	4	4	0	0	3	21		
33	608	ALIMENTOS	3	4	0	0	3	4	5	4	3	1	23	25	56	57	7	8	11	11	12	12	12	12	12	21	4	4	0	0	3	21		
33	609	ALIMENTOS	3	4	0	0	3	4	5	4	3	1	13	15	66	67	7	8	11	11	12	12	12	12	12	21	4	4	0	0	3	21		
33	610	ALIMENTOS	3	4	0	0	3	4	5	4	3	1	23	25	66	67	7	8	11	11	12	12	12	12	12	21	4	4	0	0	3	21		
33	611	ALIMENTOS	3	4	0	0	3	4	5	4	3	1	13	15	56	57	9	8	10	10	10	13	13	13	13	21	4	4	0	0	3	21		
33	612	ALIMENTOS	3	4	0	0	3	4	5	4	3	1	23	25	56	57	9	8	10	10	10	13	13	13	13	21	4	4	0	0	3	21		
33	613	ALIMENTOS	3	4	0	0	3	4	5	4	3	1	13	15	66	67	9	8	10	10	10	13	13	13	13	21	4	4	0	0	3	21		
33	614	ALIMENTOS	3	4	0	0	3	4	5	4	3	1	23	25	66	67	9	8	10	10	10	13	13	13	13	21	4	4	0	0	3	21		
33	615	ALIMENTOS	3	4	0	0	3	4	5	4	3	1	13	15	56	57	9	8	11	11	12	12	12	12	12	21	4	4	0	0	3	21		
33	616	ALIMENTOS	3	4	0	0	3	4	5	4	3	1	23	25	56	57	9	8	11	11	12	12	12	12	12	21	4	4	0	0	3	21		
33	617	ALIMENTOS	3	4	0	0	3	4	5	4	3	1	13	15	66	67	9	8	11	11	12	12	12	12	12	21	4	4	0	0	3	21		
33	618	ALIMENTOS	3	4	0	0	3	4	5	4	3	1	23	25	66	67	9	8	11	11	12	12	12	12	12	21	4	4	0	0	3	21		
33	619	ALIMENTOS	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
33	620	ALIMENTOS	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
33	621	ALIMENTOS	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
34	622	PAPEL/CELULOSE	3	0	0	1	1	1	5	1	1	1	143	145	146	147	148	149	149	1410	1411	14	14	14	14	21	1	0	0	0	0	0	0	21
34	623	PAPEL/CELULOSE	3	0	0	1	1	1	5	1	1	1	153	155	156	157	158	159	1510	1511	15	15	15	15	21	1	0	0	0	0	0	0	0	21
34	624	PAPEL/CELULOSE	3	0	0	1	1	1	5	1	1	1	13	15	56	57	7	8	10	10	10	13	13	13	13	21	1	0	0	0	0	0	0	21
34	625	PAPEL/CELULOSE	3	0	0	1	1	1	5	1	1	1	23	25	56	57	7	8	10	10	10	13	13	13	13	21	1	0	0	0	0	0	0	21
34	626	PAPEL/CELULOSE	3	0	0	1	1	1	5	1	1	1	13	15	66	67	7	8	10	10	10	13	13	13	13	21	1	0	0	0	0	0	0	21
34	627	PAPEL/CELULOSE	3	0	0	1	1	1	5	1	1	1	23	25	66	67	7	8	10	10	10	13	13	13	13	21	1	0	0	0	0	0	0	21
34	628	PAPEL/CELULOSE	3	0	0	1	1	1	5	1	1	1	13	15	56	57	7	8	11	11	12	12	12	12	12	21	1	0	0	0	0	0	0	21
34	629	PAPEL/CELULOSE	3	0	0	1	1	1	5	1	1	1	23	25	56	57	7	8	11	11	12	12	12	12	12	21	1	0	0	0	0	0	0	21

**GRUPOS DE SERVIÇO**

Cod_Dem	Gr_Serv	Merc	Rodoviário		Ferroviário														Rodoviário	
			Orig	Dest	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	T	Dst_Ferro	RF	RF	Dest		
34	630	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 1 1	5	1 1 1	13	15	66	67	78	119	1210	1211	12	21	1 0 0 0 0	21			
34	631	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 1 1	5	1 1 1	23	25	66	67	78	119	1210	1211	12	21	1 0 0 0 0	21			
34	632	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 1 1	5	1 1 1	13	15	56	57	98	109	1010	1311	13	21	1 0 0 0 0	21			
34	633	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 1 1	5	1 1 1	23	25	56	57	98	109	1010	1311	13	21	1 0 0 0 0	21			
34	634	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 1 1	5	1 1 1	13	15	66	67	98	109	1010	1311	13	21	1 0 0 0 0	21			
34	635	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 1 1	5	1 1 1	23	25	66	67	98	109	1010	1311	13	21	1 0 0 0 0	21			
34	636	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 1 1	5	1 1 1	13	15	56	57	98	119	1210	1211	12	21	1 0 0 0 0	21			
34	637	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 1 1	5	1 1 1	23	25	56	57	98	119	1210	1211	12	21	1 0 0 0 0	21			
34	638	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 1 1	5	1 1 1	13	15	66	67	98	119	1210	1211	12	21	1 0 0 0 0	21			
34	639	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 2 1	5	1 2 1	143	145	146	147	148	149	1410	1411	14	21	1 0 0 0 0	21			
34	640	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 2 1	5	1 2 1	153	155	156	157	158	159	1510	1511	15	21	1 0 0 0 0	21			
34	641	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 2 1	5	1 2 1	13	15	56	57	78	109	1010	1311	13	21	1 0 0 0 0	21			
34	642	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 2 1	5	1 2 1	23	25	56	57	78	109	1010	1311	13	21	1 0 0 0 0	21			
34	643	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 2 1	5	1 2 1	13	15	66	67	78	109	1010	1311	13	21	1 0 0 0 0	21			
34	644	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 2 1	5	1 2 1	23	25	66	67	78	109	1010	1311	13	21	1 0 0 0 0	21			
34	645	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 2 1	5	1 2 1	13	15	56	57	78	119	1210	1211	12	21	1 0 0 0 0	21			
34	646	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 2 1	5	1 2 1	23	25	56	57	78	119	1210	1211	12	21	1 0 0 0 0	21			
34	647	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 2 1	5	1 2 1	13	15	66	67	78	119	1210	1211	12	21	1 0 0 0 0	21			
34	648	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 2 1	5	1 2 1	23	25	66	67	78	119	1210	1211	12	21	1 0 0 0 0	21			
34	649	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 2 1	5	1 2 1	13	15	56	57	98	109	1010	1311	13	21	1 0 0 0 0	21			
34	650	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 2 1	5	1 2 1	23	25	56	57	98	109	1010	1311	13	21	1 0 0 0 0	21			
34	651	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 2 1	5	1 2 1	13	15	66	67	98	109	1010	1311	13	21	1 0 0 0 0	21			
34	652	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 2 1	5	1 2 1	23	25	66	67	98	109	1010	1311	13	21	1 0 0 0 0	21			
34	653	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 2 1	5	1 2 1	13	15	56	57	98	119	1210	1211	12	21	1 0 0 0 0	21			
34	654	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 2 1	5	1 2 1	23	25	56	57	98	119	1210	1211	12	21	1 0 0 0 0	21			
34	655	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 2 1	5	1 2 1	13	15	66	67	98	119	1210	1211	12	21	1 0 0 0 0	21			
34	656	PAPEL/CELULOSE	3 1 0 0 2 0	0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0 0 0 0	21				
34	657	PAPEL/CELULOSE	3 0 1 0 2 0	0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0 0 0 0	21				
34	658	PAPEL/CELULOSE	3 3 0 0 0 0	0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0 0 0 0	21				
34	659	PAPEL/CELULOSE	3 0 3 0 0 0	0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0 0 0 0	21				
34	660	PAPEL/CELULOSE	3 1 0 0 1 0	0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0 0 0 0	21				
34	661	PAPEL/CELULOSE	3 0 1 0 1 0	0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0 0 0 0	21				
34	662	PAPEL/CELULOSE	3 0 0 1 0 0	0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0 0 0 0	21				
35	663	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	3 0 0 1 1 1	5	1 1 1	143	145	146	147	148	149	1410	1411	14	21	1 0 0 0 0	21			
35	664	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	3 0 0 1 1 1	5	1 1 1	153	155	156	157	158	159	1510	1511	15	21	1 0 0 0 0	21			
35	665	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	3 0 0 1 1 1	5	1 1 1	13	15	56	57	78	109	1010	1311	13	21	1 0 0 0 0	21			
35	666	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	3 0 0 1 1 1	5	1 1 1	23	25	56	57	78	109	1010	1311	13	21	1 0 0 0 0	21			











**GRUPOS DE SERVIÇO**

Cod_Dem	Gr_Serv	Merc	Rodoviário										Ferroviário										Rodoviário											
			Ori	p	a	tr	m	RF	Ori	Ferro	v	m	R1	T	R2	T	R3	T	R4	T	R5	T	R6	T	R7	T	R8	T	R9	T	Dst_Ferro	RF	p	a
39	815	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	1	4	0	0	3	4	5	4	31	23	25	56	57	98	119	1210	1211	12	21	4	0	0	0	21								
39	816	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	1	4	0	0	3	4	5	4	31	13	15	66	67	98	119	1210	1211	12	21	4	0	0	0	21								
39	817	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	1	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21								
39	818	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	1	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21								
39	819	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	1	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21								
39	820	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	1	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21								
39	821	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21								
40	822	BOBINA DE AÇO	5	0	0	0	0	0	5	1	01	13	15	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10								
40	823	BOBINA DE AÇO	5	0	0	0	0	0	5	1	01	23	25	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10								
40	824	BOBINA DE AÇO	5	0	0	0	0	0	5	1	01	13	15	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10								
40	825	BOBINA DE AÇO	5	0	0	0	0	0	5	1	01	23	25	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10								
40	826	BOBINA DE AÇO	5	0	0	0	0	0	5	1	0	1	3	1	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10								
40	827	BOBINA DE AÇO	5	0	0	0	0	0	5	1	0	1	2	3	2	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	10								
40	828	BOBINA DE AÇO	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
40	829	BOBINA DE AÇO	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
40	830	BOBINA DE AÇO	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
41	831	BOBINA DE AÇO	5	0	0	0	0	2	5	1	01	143	145	146	147	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15								
41	832	BOBINA DE AÇO	5	0	0	0	0	2	5	1	01	153	155	156	157	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15								
41	833	BOBINA DE AÇO	5	0	0	0	0	2	5	1	01	13	15	56	57	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15								
41	834	BOBINA DE AÇO	5	0	0	0	0	2	5	1	01	13	15	66	67	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15								
41	835	BOBINA DE AÇO	5	0	0	0	0	2	5	1	01	23	25	56	57	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15								
41	836	BOBINA DE AÇO	5	0	0	0	0	2	5	1	01	23	25	66	67	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15								
41	837	BOBINA DE AÇO	5	0	0	0	0	2	5	1	01	13	15	86	97	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15								
41	838	BOBINA DE AÇO	5	0	0	0	0	2	5	1	01	13	15	86	97	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15								
41	839	BOBINA DE AÇO	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15								
41	840	BOBINA DE AÇO	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15								
41	841	BOBINA DE AÇO	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15								
42	842	CAL	7	0	0	0	0	0	7	5	022	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5								
42	843	CAL	7	0	0	0	0	0	7	5	022	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5								
42	844	CAL	7	0	0	0	0	0	7	5	022	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5								
42	845	CAL	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5								
42	846	CAL	7	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5								
42	847	CAL	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5								
43	848	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	0	1	5	1	11	143	145	146	147	148	149	1410	1411	14	21	1	0	0	0	21								
43	849	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	0	1	5	1	11	153	155	156	157	158	159	1510	1511	15	21	1	0	0	0	21								
43	850	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	0	1	5	1	11	13	15	56	57	7	8	10	10	13	11	13	21	1	0	0	0	21						
43	851	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	0	1	5	1	11	23	25	56	57	7	8	10	10	13	11	13	21	1	0	0	0	21						

# GRUPOS DE SERVIÇO

Cod_Dem	Gr_Serv	Merc	Rodoviário		Ferroviário														Rodoviário													
			Ori	a tr m	RF	Ori_Ferro	v m	R1	T	R2	T	R3	T	R4	T	R5	T	R6	T	R7	T	R8	T	R9	T	Dest_Ferro	RF	p a tr m	Dst			
43	852	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	1	5	1	11	13	15	66	67	78	109	1010	1311	13	21	1	0	0	0	21	1	0	0	0	21		
43	853	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	1	5	1	11	23	25	66	67	78	109	1010	1311	13	21	1	0	0	0	21	1	0	0	0	21		
43	854	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	1	5	1	11	13	15	56	57	78	119	1210	1211	12	21	1	0	0	0	21	1	0	0	0	21		
43	855	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	1	5	1	11	23	25	56	57	78	119	1210	1211	12	21	1	0	0	0	21	1	0	0	0	21		
43	856	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	1	5	1	11	13	15	66	67	78	119	1210	1211	12	21	1	0	0	0	21	1	0	0	0	21		
43	857	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	1	5	1	11	23	25	66	67	78	119	1210	1211	12	21	1	0	0	0	21	1	0	0	0	21		
43	858	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	1	5	1	11	13	15	56	57	98	109	1010	1311	13	21	1	0	0	0	21	1	0	0	0	21		
43	859	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	1	5	1	11	23	25	56	57	98	109	1010	1311	13	21	1	0	0	0	21	1	0	0	0	21		
43	860	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	1	5	1	11	13	15	66	67	98	109	1010	1311	13	21	1	0	0	0	21	1	0	0	0	21		
43	861	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	1	5	1	11	23	25	66	67	98	109	1010	1311	13	21	1	0	0	0	21	1	0	0	0	21		
43	862	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	1	5	1	11	13	15	56	57	98	119	1210	1211	12	21	1	0	0	0	21	1	0	0	0	21		
43	863	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	1	5	1	11	23	25	56	57	98	119	1210	1211	12	21	1	0	0	0	21	1	0	0	0	21		
43	864	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	1	5	1	11	13	15	66	67	98	119	1210	1211	12	21	1	0	0	0	21	1	0	0	0	21		
43	865	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	
43	866	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	
43	867	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	
43	868	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	
43	869	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	
44	870	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	1	5	1	21	143	145	146	147	14	0	0	0	0	0	13	1	0	0	0	13	1	0	0	0	13	
44	871	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	1	5	1	21	153	155	156	157	15	0	0	0	0	0	13	1	0	0	0	13	1	0	0	0	13	
44	872	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	1	5	1	21	13	15	56	57	7	0	0	0	0	0	13	1	0	0	0	13	1	0	0	0	13	
44	873	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	1	5	1	21	13	15	66	67	7	0	0	0	0	0	13	1	0	0	0	13	1	0	0	0	13	
44	874	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	1	5	1	21	23	25	56	57	7	0	0	0	0	0	13	1	0	0	0	13	1	0	0	0	13	
44	875	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	1	5	1	21	23	25	66	67	7	0	0	0	0	0	13	1	0	0	0	13	1	0	0	0	13	
44	876	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	1	5	1	21	13	15	86	97	9	0	0	0	0	0	13	1	0	0	0	13	1	0	0	0	13	
44	877	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	0	0	1	5	1	21	13	15	86	97	9	0	0	0	0	0	13	1	0	0	0	13	1	0	0	0	13	
44	878	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
44	879	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
44	880	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
44	881	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
44	882	QUÍMICO/PETROQUÍMICO	5	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
45	883	FERRO	5	0	0	0	2	5	3	01	143	145	146	147	14	0	0	0	0	0	13	2	0	0	0	15	13	2	0	0	0	15
45	884	FERRO	5	0	0	0	2	5	3	01	153	155	156	157	15	0	0	0	0	0	13	2	0	0	0	15	13	2	0	0	0	15
45	885	FERRO	5	0	0	0	2	5	3	01	13	15	56	57	7	0	0	0	0	0	13	2	0	0	0	15	13	2	0	0	0	15
45	886	FERRO	5	0	0	0	2	5	3	01	13	15	66	67	7	0	0	0	0	0	13	2	0	0	0	15	13	2	0	0	0	15
45	887	FERRO	5	0	0	0	2	5	3	01	23	25	56	57	7	0	0	0	0	0	13	2	0	0	0	15	13	2	0	0	0	15
45	888	FERRO	5	0	0	0	2	5	3	01	23	25	66	67	7	0	0	0	0	0	13	2	0	0	0	15	13	2	0	0	0	15



### FLUXOS DE VAGÕES VAZIOS

Roteiros Ferroviários																				
Fvaz	Ori	Dst	R1	T	R2	T	R3	T	R4	T	R5	T	R6	T	R7	T	R8	T	R9	T
1	5	6	1	1	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	5	6	1	2	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	5	6	1	3	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	5	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	5	7	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	5	7	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	5	8	1	1	3	1	19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	5	8	1	2	3	2	19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	5	9	1	14	3	14	5	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	5	9	1	15	3	15	5	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	5	9	1	1	3	1	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	5	9	1	1	3	1	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	5	9	1	2	3	2	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	5	9	1	2	3	2	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	5	9	1	1	3	1	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	5	9	1	2	3	2	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	5	13	1	14	3	14	5	14	6	14	7	14	0	0	0	0	0	0	0	0
18	5	13	1	15	3	15	5	15	6	15	7	15	0	0	0	0	0	0	0	0
19	5	13	1	1	3	1	5	5	6	5	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0
20	5	13	1	1	3	1	5	6	6	6	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0
21	5	13	1	2	3	2	5	5	6	5	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0
22	5	13	1	2	3	2	5	6	6	6	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0
23	5	13	1	1	3	1	5	8	6	9	7	9	0	0	0	0	0	0	0	0
24	5	13	1	1	3	1	5	8	6	9	7	9	0	0	0	0	0	0	0	0
25	5	19	1	14	3	14	5	14	6	14	7	14	8	14	9	14	0	0	0	0
26	5	19	1	15	3	15	5	15	6	15	7	15	8	15	9	15	0	0	0	0
27	5	19	1	1	3	1	5	5	6	5	7	7	8	10	9	10	0	0	0	0
28	5	19	1	2	3	2	5	5	6	5	7	7	8	10	9	10	0	0	0	0
29	5	19	1	1	3	1	5	6	6	6	7	7	8	10	9	10	0	0	0	0
30	5	19	1	2	3	2	5	6	6	6	7	7	8	10	9	10	0	0	0	0
31	5	19	1	1	3	1	5	5	6	5	7	7	8	11	9	12	0	0	0	0
32	5	19	1	2	3	2	5	5	6	5	7	7	8	11	9	12	0	0	0	0
33	5	19	1	1	3	1	5	6	6	6	7	7	8	11	9	12	0	0	0	0
34	5	19	1	2	3	2	5	6	6	6	7	7	8	11	9	12	0	0	0	0
35	5	19	1	1	3	1	5	5	6	5	7	9	8	10	9	10	0	0	0	0
36	5	19	1	2	3	2	5	5	6	5	7	9	8	10	9	10	0	0	0	0
37	5	19	1	1	3	1	5	6	6	6	7	9	8	10	9	10	0	0	0	0
38	5	19	1	2	3	2	5	6	6	6	7	9	8	10	9	10	0	0	0	0
39	5	19	1	1	3	1	5	5	6	5	7	9	8	11	9	12	0	0	0	0
40	5	19	1	2	3	2	5	5	6	5	7	9	8	11	9	12	0	0	0	0
41	5	19	1	1	3	1	5	6	6	6	7	9	8	11	9	12	0	0	0	0
42	5	19	1	2	3	2	5	6	6	6	7	9	8	11	9	12	0	0	0	0
43	5	20	1	14	3	14	5	14	6	14	7	14	8	14	9	14	10	14	0	0
44	5	20	1	15	3	15	5	15	6	15	7	15	8	15	9	15	10	15	0	0
45	5	20	1	1	3	1	5	5	6	5	7	7	8	10	9	10	10	13	0	0
46	5	20	1	2	3	2	5	5	6	5	7	7	8	10	9	10	10	13	0	0
47	5	20	1	1	3	1	5	6	6	6	7	7	8	10	9	10	10	13	0	0
48	5	20	1	2	3	2	5	6	6	6	7	7	8	10	9	10	10	13	0	0
49	5	20	1	1	3	1	5	5	6	5	7	7	8	11	9	12	10	12	0	0







### FLUXOS DE VAGÕES VAZIOS

Roteiros Ferroviários																				
Fvaz	Ori	Dst	R1	T	R2	T	R3	T	R4	T	R5	T	R6	T	R7	T	R8	T	R9	T
148	13	6	16	9	17	9	18	6	20	2	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0
149	13	6	16	9	17	9	18	5	20	1	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0
150	13	6	16	9	17	9	18	5	20	2	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0
151	13	6	16	14	17	14	18	14	20	14	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0
152	13	6	16	15	17	15	18	15	20	15	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0
153	13	7	16	7	17	6	18	6	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
154	13	7	16	7	17	5	18	5	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
155	13	7	16	7	17	6	18	6	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
156	13	7	16	7	17	5	18	5	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
157	13	7	16	9	17	9	18	8	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
158	13	7	16	9	17	9	18	8	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
159	13	7	16	9	17	9	18	6	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
160	13	7	16	9	17	9	18	6	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
161	13	7	16	9	17	9	18	5	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
162	13	7	16	9	17	9	18	5	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
163	13	7	16	14	17	14	18	14	20	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
164	13	7	16	15	17	15	18	15	20	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
165	13	8	16	7	17	6	18	6	19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
166	13	8	16	7	17	5	18	5	19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
167	13	8	16	9	17	9	18	8	19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
168	13	8	16	9	17	9	18	6	19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
169	13	8	16	9	17	9	18	5	19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
170	13	8	16	14	17	14	18	14	19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
171	13	8	16	15	17	15	18	15	19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
172	13	9	16	7	17	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
173	13	9	16	7	17	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
174	13	9	16	9	17	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
175	13	9	16	14	17	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
176	13	9	16	15	17	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
177	13	19	8	10	9	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
178	13	19	8	11	9	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
179	13	19	8	14	9	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
180	13	19	8	15	9	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
181	13	20	8	10	9	10	10	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
182	13	20	8	11	9	12	10	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
183	13	20	8	15	9	15	10	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
184	13	20	8	14	9	14	10	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
185	13	21	8	10	9	10	10	13	11	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
186	13	21	8	11	9	12	10	12	11	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
187	13	21	8	14	9	14	10	14	11	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
188	13	21	8	15	9	15	10	15	11	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
189	13	21	8	10	9	10	10	13	11	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
190	13	21	8	11	9	12	10	12	11	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
191	13	21	8	14	9	14	10	14	11	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
192	13	21	8	15	9	15	10	15	11	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
193	21	5	12	14	13	14	14	14	15	14	16	14	17	14	18	14	20	14	22	14
194	21	5	12	15	13	15	14	15	15	15	16	15	17	15	18	15	20	15	22	15
195	21	5	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1
196	21	5	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1

## FLUXOS DE VAGÕES VAZIOS

### Roteiros Ferroviários

Fvaz	Ori	Dst	R1	T	R2	T	R3	T	R4	T	R5	T	R6	T	R7	T	R8	T	R9	T
197	21	5	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2
198	21	5	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2
199	21	5	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1
200	21	5	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2
201	21	5	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	1	22	1
202	21	5	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	1	22	1
203	21	5	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	2	22	2
204	21	5	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	2	22	2
205	21	5	12	13	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	1	22	1
206	21	5	12	13	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	2	22	2
207	21	6	12	14	13	14	14	14	15	14	16	14	17	14	18	14	20	14	21	3
208	21	6	12	15	13	15	14	15	15	15	16	15	17	15	18	15	20	15	21	3
209	21	6	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	1	21	3
210	21	6	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	1	21	3
211	21	6	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	2	21	3
212	21	6	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	2	21	3
213	21	6	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	1	21	3
214	21	6	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	2	21	3
215	21	6	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	1	21	3
216	21	6	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	1	21	3
217	21	6	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	2	21	3
218	21	6	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	2	21	3
219	21	6	12	13	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	1	21	3
220	21	6	12	13	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	2	21	3
221	21	7	12	14	13	14	14	14	15	14	16	14	17	14	18	14	20	14	0	0
222	21	7	12	15	13	15	14	15	15	15	16	15	17	15	18	15	20	15	0	0
223	21	7	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	1	0	0
224	21	7	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	1	0	0
225	21	7	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	20	2	0	0
226	21	7	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	20	2	0	0
227	21	7	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	1	0	0
228	21	7	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	20	2	0	0
229	21	7	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	1	0	0
230	21	7	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	1	0	0
231	21	7	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	20	2	0	0
232	21	7	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	20	2	0	0
233	21	7	12	13	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	1	0	0
234	21	7	12	13	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	20	2	0	0
235	21	8	12	14	13	14	14	14	15	14	16	14	17	14	18	14	19	4	0	0
236	21	8	12	15	13	15	14	15	15	15	16	15	17	15	18	15	19	4	0	0
237	21	8	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	18	5	19	4	0	0
238	21	8	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	6	18	6	19	4	0	0
239	21	8	12	12	13	12	14	12	15	11	16	9	17	9	18	8	19	4	0	0
240	21	8	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	5	18	5	19	4	0	0
241	21	8	12	13	13	13	14	10	15	10	16	7	17	6	18	6	19	4	0	0
242	21	8	12	13	13	13	14	10	15	10	16	9	17	9	18	8	19	4	0	0
243	21	9	12	14	13	14	14	14	15	14	16	14	17	14	0	0	0	0	0	0
244	21	9	12	15	13	15	14	15	15	15	16	15	17	15	0	0	0	0	0	0
245	21	9	12	12	13	12	14	12	15	11	16	7	17	5	0	0	0	0	0	0



### FLUXOS DE VAGÕES VAZIOS

Roteiros Ferroviários																				
Fvaz	Ori	Dst	R1	T	R2	T	R3	T	R4	T	R5	T	R6	T	R7	T	R8	T	R9	T
295	22	20	5	14	6	14	7	14	8	14	9	14	10	14	0	0	0	0	0	0
296	22	20	5	15	6	15	7	15	8	15	9	15	10	15	0	0	0	0	0	0
297	22	20	5	5	6	5	7	7	8	10	9	10	10	13	0	0	0	0	0	0
298	22	20	5	6	6	6	7	7	8	10	9	10	10	13	0	0	0	0	0	0
299	22	20	5	5	6	5	7	7	8	11	9	12	10	12	0	0	0	0	0	0
300	22	20	5	6	6	6	7	7	8	11	9	12	10	12	0	0	0	0	0	0
301	22	20	5	5	6	5	7	9	8	10	9	10	10	13	0	0	0	0	0	0
302	22	20	5	6	6	6	7	9	8	10	9	10	10	13	0	0	0	0	0	0
303	22	20	5	5	6	5	7	9	8	11	9	12	10	12	0	0	0	0	0	0
304	22	20	5	6	6	6	7	9	8	11	9	12	10	12	0	0	0	0	0	0
305	22	21	5	14	6	14	7	14	8	14	9	14	10	14	11	14	0	0	0	0
306	22	21	5	15	6	15	7	15	8	15	9	15	10	15	11	15	0	0	0	0
307	22	21	5	5	6	5	7	7	8	10	9	10	10	13	11	13	0	0	0	0
308	22	21	5	6	6	6	7	7	8	10	9	10	10	13	11	13	0	0	0	0
309	22	21	5	5	6	5	7	7	8	11	9	12	10	12	11	12	0	0	0	0
310	22	21	5	6	6	6	7	7	8	11	9	12	10	12	11	12	0	0	0	0
311	22	21	5	5	6	5	7	9	8	10	9	10	10	13	11	13	0	0	0	0
312	22	21	5	6	6	6	7	9	8	10	9	10	10	13	11	13	0	0	0	0
313	22	21	5	5	6	5	7	9	8	11	9	12	10	12	11	12	0	0	0	0
314	22	21	5	6	6	6	7	9	8	11	9	12	10	12	11	12	0	0	0	0

**FLUXO DE BIMODAIS VAZIOS**

Rodoviário

COD	ORIGEM	DESTINO	M_BIM	p	a
1	1	2	RODO	1	0
2	1	3	RODO	1	0
3	1	4	RODO	1	0
4	1	5	RODO	1	0
5	1	23	RODO	1	0
6	1	24	RODO	1	0
7	2	1	RODO	1	0
8	2	3	RODO	1	0
9	2	4	RODO	1	0
10	2	5	RODO	1	0
11	2	23	RODO	1	0
12	2	24	RODO	1	0
13	3	1	RODO	1	0
14	3	2	RODO	1	0
15	3	4	RODO	1	0
16	3	5	RODO	1	0
17	3	23	RODO	1	0
18	3	24	RODO	1	0
19	4	1	RODO	1	0
20	4	2	RODO	1	0
21	4	3	RODO	1	0
22	4	5	RODO	1	0
23	4	23	RODO	1	0
24	4	24	RODO	1	0
25	5	1	RODO	1	0
26	5	2	RODO	1	0
27	5	3	RODO	1	0
28	5	4	RODO	1	0
29	5	23	RODO	1	0
30	5	24	RODO	1	0
31	23	1	RODO	1	0
32	23	2	RODO	1	0
33	23	3	RODO	1	0
34	23	4	RODO	1	0
35	23	5	RODO	1	0
36	23	24	RODO	1	0
37	24	1	RODO	1	0
38	24	2	RODO	1	0
39	24	3	RODO	1	0
40	24	4	RODO	1	0
41	24	5	RODO	1	0
42	24	23	RODO	1	0
43	9	10	RODO	1	0
44	9	12	RODO	1	0
45	10	9	RODO	1	0
46	10	12	RODO	1	0
47	12	9	RODO	1	0
48	12	10	RODO	1	0
49	13	14	RODO	1	0

**FLUXO DE BIMODAIS VAZIOS**

Rodoviário

COD	ORIGEM	DESTINO	M_BIM	p	a
50	13	15	RODO	1	0
51	13	16	RODO	1	0
52	13	17	RODO	1	0
53	14	13	RODO	1	0
54	14	15	RODO	1	0
55	14	16	RODO	1	0
56	14	17	RODO	1	0
57	15	13	RODO	1	0
58	15	14	RODO	1	0
59	15	16	RODO	1	0
60	15	17	RODO	1	0
61	16	13	RODO	1	0
62	16	14	RODO	1	0
63	16	15	RODO	1	0
64	16	17	RODO	1	0
65	17	13	RODO	1	0
66	17	14	RODO	1	0
67	17	15	RODO	1	0
68	17	16	RODO	1	0
69	1	2	RODO	2	0
70	1	3	RODO	2	0
71	1	4	RODO	2	0
72	1	5	RODO	2	0
73	1	23	RODO	2	0
74	1	24	RODO	2	0
75	2	1	RODO	2	0
76	2	3	RODO	2	0
77	2	4	RODO	2	0
78	2	5	RODO	2	0
79	2	23	RODO	2	0
80	2	24	RODO	2	0
81	3	1	RODO	2	0
82	3	2	RODO	2	0
83	3	4	RODO	2	0
84	3	5	RODO	2	0
85	3	23	RODO	2	0
86	3	24	RODO	2	0
87	4	1	RODO	2	0
88	4	2	RODO	2	0
89	4	3	RODO	2	0
90	4	5	RODO	2	0
91	4	23	RODO	2	0
92	4	24	RODO	2	0
93	5	1	RODO	2	0
94	5	2	RODO	2	0
95	5	3	RODO	2	0
96	5	4	RODO	2	0
97	5	23	RODO	2	0
98	5	24	RODO	2	0

**FLUXO DE BIMODAIS VAZIOS**

## Rodoviário

COD	ORIGEM	DESTINO	M_BIM	p	a
99	23	1	RODO	2	0
100	23	2	RODO	2	0
101	23	3	RODO	2	0
102	23	4	RODO	2	0
103	23	5	RODO	2	0
104	23	24	RODO	2	0
105	24	1	RODO	2	0
106	24	2	RODO	2	0
107	24	3	RODO	2	0
108	24	4	RODO	2	0
109	24	5	RODO	2	0
110	24	23	RODO	2	0
111	9	10	RODO	2	0
112	9	12	RODO	2	0
113	10	9	RODO	2	0
114	10	12	RODO	2	0
115	12	9	RODO	2	0
116	12	10	RODO	2	0
117	13	14	RODO	2	0
118	13	15	RODO	2	0
119	13	16	RODO	2	0
120	13	17	RODO	2	0
121	14	13	RODO	2	0
122	14	15	RODO	2	0
123	14	16	RODO	2	0
124	14	17	RODO	2	0
125	15	13	RODO	2	0
126	15	14	RODO	2	0
127	15	16	RODO	2	0
128	15	17	RODO	2	0
129	16	13	RODO	2	0
130	16	14	RODO	2	0
131	16	15	RODO	2	0
132	16	17	RODO	2	0
133	17	13	RODO	2	0
134	17	14	RODO	2	0
135	17	15	RODO	2	0
136	17	16	RODO	2	0
137	1	2	RODO	0	1
138	1	3	RODO	0	1
139	1	4	RODO	0	1
140	1	5	RODO	0	1
141	1	23	RODO	0	1
142	1	24	RODO	0	1
143	2	1	RODO	0	1
144	2	3	RODO	0	1
145	2	4	RODO	0	1
146	2	5	RODO	0	1
147	2	23	RODO	0	1



**FLUXO DE BIMODAIS VAZIOS**

Rodoviário

COD	ORIGEM	DESTINO	M_BIM	p	a
148	2	24	RODO	0	1
149	3	1	RODO	0	1
150	3	2	RODO	0	1
151	3	4	RODO	0	1
152	3	5	RODO	0	1
153	3	23	RODO	0	1
154	3	24	RODO	0	1
155	4	1	RODO	0	1
156	4	2	RODO	0	1
157	4	3	RODO	0	1
158	4	5	RODO	0	1
159	4	23	RODO	0	1
160	4	24	RODO	0	1
161	5	1	RODO	0	1
162	5	2	RODO	0	1
163	5	3	RODO	0	1
164	5	4	RODO	0	1
165	5	23	RODO	0	1
166	5	24	RODO	0	1
167	23	1	RODO	0	1
168	23	2	RODO	0	1
169	23	3	RODO	0	1
170	23	4	RODO	0	1
171	23	5	RODO	0	1
172	23	24	RODO	0	1
173	24	1	RODO	0	1
174	24	2	RODO	0	1
175	24	3	RODO	0	1
176	24	4	RODO	0	1
177	24	5	RODO	0	1
178	24	23	RODO	0	1
179	9	10	RODO	0	1
180	9	12	RODO	0	1
181	10	9	RODO	0	1
182	10	12	RODO	0	1
183	12	9	RODO	0	1
184	12	10	RODO	0	1
185	13	14	RODO	0	1
186	13	15	RODO	0	1
187	13	16	RODO	0	1
188	13	17	RODO	0	1
189	14	13	RODO	0	1
190	14	15	RODO	0	1
191	14	16	RODO	0	1
192	14	17	RODO	0	1
193	15	13	RODO	0	1
194	15	14	RODO	0	1
195	15	16	RODO	0	1
196	15	17	RODO	0	1

**FLUXO DE BIMODAIS VAZIOS**

Rodoviário

COD	ORIGEM	DESTINO	M_BIM	p	a
197	16	13	RODO	0	1
198	16	14	RODO	0	1
199	16	15	RODO	0	1
200	16	17	RODO	0	1
201	17	13	RODO	0	1
202	17	14	RODO	0	1
203	17	15	RODO	0	1
204	17	16	RODO	0	1
205	1	2	RODO	0	2
206	1	3	RODO	0	2
207	1	4	RODO	0	2
208	1	5	RODO	0	2
209	1	23	RODO	0	2
210	1	24	RODO	0	2
211	2	1	RODO	0	2
212	2	3	RODO	0	2
213	2	4	RODO	0	2
214	2	5	RODO	0	2
215	2	23	RODO	0	2
216	2	24	RODO	0	2
217	3	1	RODO	0	2
218	3	2	RODO	0	2
219	3	4	RODO	0	2
220	3	5	RODO	0	2
221	3	23	RODO	0	2
222	3	24	RODO	0	2
223	4	1	RODO	0	2
224	4	2	RODO	0	2
225	4	3	RODO	0	2
226	4	5	RODO	0	2
227	4	23	RODO	0	2
228	4	24	RODO	0	2
229	5	1	RODO	0	2
230	5	2	RODO	0	2
231	5	3	RODO	0	2
232	5	4	RODO	0	2
233	5	23	RODO	0	2
234	5	24	RODO	0	2
235	23	1	RODO	0	2
236	23	2	RODO	0	2
237	23	3	RODO	0	2
238	23	4	RODO	0	2
239	23	5	RODO	0	2
240	23	24	RODO	0	2
241	24	1	RODO	0	2
242	24	2	RODO	0	2
243	24	3	RODO	0	2
244	24	4	RODO	0	2
245	24	5	RODO	0	2

**FLUXO DE BIMODAIS VAZIOS**

Rodoviário

COD	ORIGEM	DESTINO	M_BIM	p	a
246	24	23	RODO	0	2
247	9	10	RODO	0	2
248	9	12	RODO	0	2
249	10	9	RODO	0	2
250	10	12	RODO	0	2
251	12	9	RODO	0	2
252	12	10	RODO	0	2
253	13	14	RODO	0	2
254	13	15	RODO	0	2
255	13	16	RODO	0	2
256	13	17	RODO	0	2
257	14	13	RODO	0	2
258	14	15	RODO	0	2
259	14	16	RODO	0	2
260	14	17	RODO	0	2
261	15	13	RODO	0	2
262	15	14	RODO	0	2
263	15	16	RODO	0	2
264	15	17	RODO	0	2
265	16	13	RODO	0	2
266	16	14	RODO	0	2
267	16	15	RODO	0	2
268	16	17	RODO	0	2
269	17	13	RODO	0	2
270	17	14	RODO	0	2
271	17	15	RODO	0	2
272	17	16	RODO	0	2
273	1	2	RODO	0	0
274	1	3	RODO	0	0
275	1	4	RODO	0	0
276	1	5	RODO	0	0
277	1	23	RODO	0	0
278	1	24	RODO	0	0
279	2	1	RODO	0	0
280	2	3	RODO	0	0
281	2	4	RODO	0	0
282	2	5	RODO	0	0
283	2	23	RODO	0	0
284	2	24	RODO	0	0
285	3	1	RODO	0	0
286	3	2	RODO	0	0
287	3	4	RODO	0	0
288	3	5	RODO	0	0
289	3	23	RODO	0	0
290	3	24	RODO	0	0
291	4	1	RODO	0	0
292	4	2	RODO	0	0
293	4	3	RODO	0	0
294	4	5	RODO	0	0

**FLUXO DE BIMODAIS VAZIOS**

## Rodoviário

COD	ORIGEM	DESTINO	M_BIM	p	a
295	4	23	RODO	0	0
296	4	24	RODO	0	0
297	5	1	RODO	0	0
298	5	2	RODO	0	0
299	5	3	RODO	0	0
300	5	4	RODO	0	0
301	5	23	RODO	0	0
302	5	24	RODO	0	0
303	23	1	RODO	0	0
304	23	2	RODO	0	0
305	23	3	RODO	0	0
306	23	4	RODO	0	0
307	23	5	RODO	0	0
308	23	24	RODO	0	0
309	24	1	RODO	0	0
310	24	2	RODO	0	0
311	24	3	RODO	0	0
312	24	4	RODO	0	0
313	24	5	RODO	0	0
314	24	23	RODO	0	0
315	9	10	RODO	0	0
316	9	12	RODO	0	0
317	10	9	RODO	0	0
318	10	12	RODO	0	0
319	12	9	RODO	0	0
320	12	10	RODO	0	0
321	13	14	RODO	0	0
322	13	15	RODO	0	0
323	13	16	RODO	0	0
324	13	17	RODO	0	0
325	14	13	RODO	0	0
326	14	15	RODO	0	0
327	14	16	RODO	0	0
328	14	17	RODO	0	0
329	15	13	RODO	0	0
330	15	14	RODO	0	0
331	15	16	RODO	0	0
332	15	17	RODO	0	0
333	16	13	RODO	0	0
334	16	14	RODO	0	0
335	16	15	RODO	0	0
336	16	17	RODO	0	0
337	17	13	RODO	0	0
338	17	14	RODO	0	0
339	17	15	RODO	0	0
340	17	16	RODO	0	0

**FLUXO DE BIMODAIS VAZIOS**

Ferroviário

COD	ORI_RODO	ORI_FERRO	DEST_FERRO	DEST_RODO	Fvaz
341	2	5	21	21	61
342	2	5	21	21	62
343	2	5	21	21	63
344	2	5	21	21	64
345	2	5	21	21	65
346	2	5	21	21	66
347	2	5	21	21	67
348	2	5	21	21	68
349	2	5	21	21	69
350	2	5	21	21	70
351	2	5	21	21	71
352	2	5	21	21	72
353	2	5	21	21	73
354	2	5	21	21	74
355	2	5	21	21	75
356	2	5	21	21	76
357	2	5	21	21	77
358	2	5	21	21	78
359	3	5	21	21	61
360	3	5	21	21	62
361	3	5	21	21	63
362	3	5	21	21	64
363	3	5	21	21	65
364	3	5	21	21	66
365	3	5	21	21	67
366	3	5	21	21	68
367	3	5	21	21	69
368	3	5	21	21	70
369	3	5	21	21	71
370	3	5	21	21	72
371	3	5	21	21	73
372	3	5	21	21	74
373	3	5	21	21	75
374	3	5	21	21	76
375	3	5	21	21	77
376	3	5	21	21	78
377	4	5	21	21	61
378	4	5	21	21	62
379	4	5	21	21	63
380	4	5	21	21	64
381	4	5	21	21	65
382	4	5	21	21	66
383	4	5	21	21	67
384	4	5	21	21	68
385	4	5	21	21	69
386	4	5	21	21	70
387	4	5	21	21	71
388	4	5	21	21	72
389	4	5	21	21	73

**FLUXO DE BIMODAIS VAZIOS**

Ferroviário

COD	ORI_RODO	ORI_FERRO	DEST_FERRO	DEST_RODO	Fvaz
390	4	5	21	21	74
391	4	5	21	21	75
392	4	5	21	21	76
393	4	5	21	21	77
394	4	5	21	21	78
395	5	5	21	21	61
396	5	5	21	21	62
397	5	5	21	21	63
398	5	5	21	21	64
399	5	5	21	21	65
400	5	5	21	21	66
401	5	5	21	21	67
402	5	5	21	21	68
403	5	5	21	21	69
404	5	5	21	21	70
405	5	5	21	21	71
406	5	5	21	21	72
407	5	5	21	21	73
408	5	5	21	21	74
409	5	5	21	21	75
410	5	5	21	21	76
411	5	5	21	21	77
412	5	5	21	21	78
413	2	5	13	13	17
414	2	5	13	13	18
415	2	5	13	13	19
416	2	5	13	13	20
417	2	5	13	13	21
418	2	5	13	13	22
419	2	5	13	13	23
420	2	5	13	13	24
421	3	5	13	13	17
422	3	5	13	13	18
423	3	5	13	13	19
424	3	5	13	13	20
425	3	5	13	13	21
426	3	5	13	13	22
427	3	5	13	13	23
428	3	5	13	13	24
429	5	5	13	13	17
430	5	5	13	13	18
431	5	5	13	13	19
432	5	5	13	13	20
433	5	5	13	13	21
434	5	5	13	13	22
435	5	5	13	13	23
436	5	5	13	13	24
437	9	9	13	13	100
438	9	9	13	13	101

**FLUXO DE BIMODAIS VAZIOS**

Ferroviário

COD	ORI_RODO	ORI_FERRO	DEST_FERRO	DEST_RODO	Fvaz
439	9	9	13	13	102
440	9	9	13	13	103
441	9	9	13	13	104
442	10	9	13	13	100
443	10	9	13	13	101
444	10	9	13	13	102
445	10	9	13	13	103
446	10	9	13	13	104
447	10	9	5	5	79
448	10	9	5	5	80
449	10	9	5	5	81
450	10	9	5	5	82
451	10	9	5	5	83
452	10	9	5	5	84
453	13	13	21	21	185
454	13	13	21	21	186
455	13	13	21	21	187
456	13	13	21	21	188
457	13	13	21	21	189
458	13	13	21	21	190
459	13	13	21	21	191
460	13	13	21	21	192
461	15	13	21	21	185
462	15	13	21	21	186
463	15	13	21	21	187
464	15	13	21	21	188
465	15	13	21	21	189
466	15	13	21	21	190
467	15	13	21	21	191
468	15	13	21	21	192
469	13	13	5	5	129
470	13	13	5	5	130
471	13	13	5	5	131
472	13	13	5	5	132
473	13	13	5	5	133
474	13	13	5	5	134
475	13	13	5	5	135
476	13	13	5	5	136
477	13	13	5	5	137
478	13	13	5	5	138
479	13	13	5	5	139
480	13	13	5	5	140
481	15	13	5	5	129
482	15	13	5	5	130
483	15	13	5	5	131
484	15	13	5	5	132
485	15	13	5	5	133
486	15	13	5	5	134
487	15	13	5	5	135

**FLUXO DE BIMODAIS VAZIOS**

## Ferroviário

COD	ORI_RODO	ORI_FERRO	DEST_FERRO	DEST_RODO	Fvaz
488	15	13	5	5	136
489	15	13	5	5	137
490	15	13	5	5	138
491	15	13	5	5	139
492	15	13	5	5	140
493	15	13	5	24	129
494	15	13	5	24	130
495	15	13	5	24	131
496	15	13	5	24	132
497	15	13	5	24	133
498	15	13	5	24	134
499	15	13	5	24	135
500	15	13	5	24	136
501	15	13	5	24	137
502	15	13	5	24	138
503	15	13	5	24	139
504	15	13	5	24	140
505	21	21	9	9	243
506	21	21	9	9	244
507	21	21	9	9	245
508	21	21	9	9	246
509	21	21	9	9	247
510	21	21	9	9	248
511	21	21	9	9	249
512	21	21	9	9	250
513	21	21	9	12	243
514	21	21	9	12	244
515	21	21	9	12	245
516	21	21	9	12	246
517	21	21	9	12	247
518	21	21	9	12	248
519	21	21	9	12	249
520	21	21	9	12	250
521	21	21	13	15	251
522	21	21	13	15	252
523	21	21	13	15	253
524	21	21	13	15	254
525	21	21	5	1	193
526	21	21	5	1	194
527	21	21	5	1	195
528	21	21	5	1	196
529	21	21	5	1	197
530	21	21	5	1	198
531	21	21	5	1	199
532	21	21	5	1	200
533	21	21	5	1	201
534	21	21	5	1	202
535	21	21	5	1	203
536	21	21	5	1	204



**FLUXO DE BIMODAIS VAZIOS**

## Ferroviário

COD	ORI_RODO	ORI_FERRO	DEST_FERRO	DEST_RODO	Fvaz
537	21	21	5	1	205
538	21	21	5	1	206
539	21	21	5	2	193
540	21	21	5	2	194
541	21	21	5	2	195
542	21	21	5	2	196
543	21	21	5	2	197
544	21	21	5	2	198
545	21	21	5	2	199
546	21	21	5	2	200
547	21	21	5	2	201
548	21	21	5	2	202
549	21	21	5	2	203
550	21	21	5	2	204
551	21	21	5	2	205
552	21	21	5	2	206
553	21	21	5	3	193
554	21	21	5	3	194
555	21	21	5	3	195
556	21	21	5	3	196
557	21	21	5	3	197
558	21	21	5	3	198
559	21	21	5	3	199
560	21	21	5	3	200
561	21	21	5	3	201
562	21	21	5	3	202
563	21	21	5	3	203
564	21	21	5	3	204
565	21	21	5	3	205
566	21	21	5	3	206
567	21	21	5	4	193
568	21	21	5	4	194
569	21	21	5	4	195
570	21	21	5	4	196
571	21	21	5	4	197
572	21	21	5	4	198
573	21	21	5	4	199
574	21	21	5	4	200
575	21	21	5	4	201
576	21	21	5	4	202
577	21	21	5	4	203
578	21	21	5	4	204
579	21	21	5	4	205
580	21	21	5	4	206
581	21	21	5	5	193
582	21	21	5	5	194
583	21	21	5	5	195
584	21	21	5	5	196
585	21	21	5	5	197

**FLUXO DE BIMODAIS VAZIOS**

## Ferroviário

COD	ORI_RODO	ORI_FERRO	DEST_FERRO	DEST_RODO	Fvaz
586	21	21	5	5	198
587	21	21	5	5	199
588	21	21	5	5	200
589	21	21	5	5	201
590	21	21	5	5	202
591	21	21	5	5	203
592	21	21	5	5	204
593	21	21	5	5	205
594	21	21	5	5	206
595	21	21	5	23	193
596	21	21	5	23	194
597	21	21	5	23	195
598	21	21	5	23	196
599	21	21	5	23	197
600	21	21	5	23	198
601	21	21	5	23	199
602	21	21	5	23	200
603	21	21	5	23	201
604	21	21	5	23	202
605	21	21	5	23	203
606	21	21	5	23	204
607	21	21	5	23	205
608	21	21	5	23	206