

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO E ADMINISTRAÇÃO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**JOÃO PAULO VASCO AVELINO**

**IMPLEMENTAÇÃO DE MÉTODOS HEURÍSTICOS NA  
ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS CAPACITADOS EM UMA INDÚSTRIA  
LOCALIZADA NO OESTE DO PARANÁ**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**MEDIANEIRA**

**2016**

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO E ADMINISTRAÇÃO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**JOÃO PAULO VASCO AVELINO**

**IMPLEMENTAÇÃO DE MÉTODOS HEURÍSTICOS NA  
ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS CAPACITADOS EM UMA INDÚSTRIA  
LOCALIZADA NO OESTE DO PARANÁ**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Trabalho de conclusão apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Odair Camargo, Dr.

Coorientador: Prof. Levi Lopes Teixeira, Dr.

**MEDIANEIRA**

**2016**

Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal Do Paraná  
Diretoria de Graduação e Educação Profissional  
Coordenação do Curso de Engenharia de Produção

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **IMPLEMENTAÇÃO DE MÉTODOS HEURÍSTICOS NA ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS CAPACITADOS EM UMA INDÚSTRIA LOCALIZADA NO OESTE DO PARANÁ**

por

João Paulo Vasco Avelino

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado às 15h50min do dia 17 de junho de 2016, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Medianeira, 17 de junho de 2016.

---

Prof. Odair Camargo, Dr.  
(UTFPR)  
Orientador

---

Prof. Levi Lopes Teixeira, Dr.  
(UTFPR)  
Coorientador

---

Prof<sup>a</sup>. Vânia Lionço, Dra.  
(UTFPR)

---

Prof. Peterson Diego Kunh, Msc.  
(UTFPR)

Dedico este trabalho à minha mãe Claci e meu irmão Anderson, pelo incentivo, apoio e confiança.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela fé, perseverança e sabedoria. Inspiração de todos os dias.

À minha mãe Claci, em todos os sentidos. Minhas ações e atitudes são fruto de teu caráter, na intenção de sempre orgulhá-la. Mulher de luta e garra. Agradeço pela oportunidade de estudar, e reconheço que não medira esforços, sacrifícios e dificuldades, para que eu pudesse alcançar os meus objetivos.

À memória de meu pai Elias, que nos deixou em julho de 2014, sempre lembrado pelo conselho de nunca desistir dos meus sonhos. Eternas saudades.

Ao meu irmão-pai Ander, pelo apoio no que era possível. Gratidão pela constante preocupação comigo.

À minha avozinha Leontina, pela paciência, zelo e carinho comigo.

Aos Professores Drs. Odair Camargo e Levi Lopes Teixeira, pela orientação, dedicação, atenção e paciência. Peças fundamentais para a realização deste trabalho.

À Professora Dra. Vânia Lionço, pelos caminhos apresentados, pela disposição, motivação e colaboração em meus estudos.

À Psicóloga Dra. Marisa Angela Biazus que durante minha jornada acadêmica, sempre me incentivou a continuar.

Ao corpo docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira, pelo conhecimento partilhado, contribuindo significativamente para o meu crescimento intelectual e profissional.

A todos os meus amigos verdadeiros pelas palavras de incentivo, frente aos obstáculos à serem vencidos, e por permanecerem ao meu lado nos momentos de dificuldade. De forma especial, agradeço *aos irmãos que a Universidade me deu*, Aída e Henrique, pelo companheirismo, ajuda e pelas tantas horas de estudo que compartilhamos, e pelos excedentes momentos de descontração.

Obrigado Edu, Artur, Juninho e Léo, que não importa a distância e independente das circunstâncias, decidiram permanecer em minha vida.

Muitas pessoas contribuíram para este momento. Àqueles que acidentalmente não mencionei, possam me perdoar e, expresso a todos minha sincera gratidão.

*“Os cientistas dizem que somos feitos de átomos, mas um passarinho me contou que somos feitos de histórias.”*

*Eduardo Galeano (1940 – 2015)*

## RESUMO

AVELINO, João Paulo Vasco. **Implementação de métodos heurísticos na roteirização de veículos capacitados em uma indústria localizada no Oeste do Paraná.** 2016. 75f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2016.

Nesta pesquisa, utilizou-se de conceitos empregados em logística e pesquisa operacional a fim de se resolver o problema de roteamento de veículos com o emprego de heurísticas. A empresa escolhida para o desenvolvimento da pesquisa faz a distribuição de produtos acabados e está localizada na cidade de Medianeira/PR. A necessidade da construção de rotas viáveis e econômicas para veículos capacitados, através de métodos heurísticos é justificada pela ampliação da área de atuação da empresa estudada e a conveniência da padronização de técnicas. Foram estudadas oito viagens realizadas pela frota própria da empresa, durante a primeira quinzena de setembro de 2015. Implementou-se os algoritmos de Teitz e Bart (TB), Gillet e Johnson (GJ) e Clarke e Wright (CW), para localização de medianas, *clusterização* e por fim construção de rotas, respectivamente. A utilização destes algoritmos possibilitou a obtenção de resultados satisfatórios, com redução em torno de 7% na distância total das rotas atualmente praticadas pela empresa.

**Palavras-chave:** Roteirização de Veículos. Logística e Distribuição. Método de Teitz e Bart. Método de Gillet e Johnson. Método de Clarke e Wright.

## ABSTRACT

AVELINO, João Paulo Vasco. **Heuristic methods application in routing capacitated vehicles on a industry localized in western of Parana.** 2016. 75f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2016.

In this research, used the concepts employed in logistics and operational research in order to solve the vehicle routing problem with the use of heuristics. The company chosen for the development of research is the distribution of finished products and located in Medianeira/PR. The necessity to build viable and economic routes to qualified vehicles through heuristic methods is justified by the expansion of the company studied and the suitability of standards and process techniques. Eight trips made by the company's own fleet were studied during the first half of September 2015. Implemented is the Teitz & Bart, Gillet & Johnson and Clarke & Wright algorithms, for location median, clustering and finally construction of routes, respectively. The use of these algorithms makes it possible to obtain satisfactory results, with a reduction of around 7% in the total distance of the routes currently practiced by the company.

**Key-words:** Vehicles routing. Logistics and Distribution. Teitz & Bart. Gillet & Johnson. Clarke & Wright.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – (a) Jogo de Hamilton e b) uma solução do Jogo de Hamilton. ....	19
Figura 2 – Roteiro simples num bolsão de distribuição .....	22
Figura 3 – Ilustração do conceito de economias CW com (a) entregas separadas e (b) roteiro combinado. ....	31
Figura 4 – Região de abrangência do período estudado. ....	35
Figura 5 – Distribuição geográfica das facilidades. ....	39

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Pseudocódigo do Algoritmo de Dijkstra.....	21
Quadro 2 – Pseudocódigo do Algoritmo de Teitz e Bart. ....	28
Quadro 3 – Pseudocódigo do Algoritmo de Gillet e Johnson. ....	29
Quadro 4 – Pseudocódigo do Algoritmo de Gillet e Johnson Modificado. ....	30
Quadro 5 – Pseudocódigo do Algoritmo de Clarke e Wright. ....	32
Quadro 6 – Capacidade máxima dos veículos da empresa estudada. ....	36
Quadro 7 – Eficiência mínima da capacidade dos veículos da situação atual. ....	36
Quadro 8 – Cidades alocadas às p-medianas obtidas pelo programa roteirizador. ..	41
Quadro 9 – Rota 1 obtida pelo programa roteirizador. ....	41
Quadro 10 – Rota 2 obtida pelo programa roteirizador. ....	42
Quadro 11 – Rota 3 obtida pelo programa roteirizador. ....	43
Quadro 12 – Rota 4 obtida pelo programa roteirizador. ....	43
Quadro 13 – Rota 5 obtida pelo programa roteirizador. ....	44
Quadro 14 – Rota 6 obtida pelo programa roteirizador. ....	44
Quadro 15 – Situação atual das rotas estudadas.....	45
Quadro 16 – Roteiro melhorado através do programa roteirizador. ....	45
Quadro 17 – Eficiência mínima da capacidade dos veículos da situação atual. ....	46

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1	OBJETIVO DO TRABALHO	13
1.1.1	Objetivo Geral	13
1.1.2	Objetivos Específicos	14
1.2	JUSTIFICATIVA	14
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	15
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>16</b>
2.1	LOGÍSTICA EMPRESARIAL	16
2.2	DISTRIBUIÇÃO FÍSICA	17
2.3	O PROBLEMA DE ROTEAMENTO DE VEÍCULOS	18
2.4	CONCEITOS BÁSICOS SOBRE GRAFOS	19
2.4.1	O Problema do Caminho Mais Curto e Algoritmo de Dijkstra	20
2.5	O PROBLEMA DO CAIXEIRO VIAJANTE	22
2.6	O ALGORITMO DE TEITZ E BART	23
2.7	O ALGORITMO DE GILLET E JOHNSON	28
2.8	O ALGORITMO DE CLARKE E WRIGHT	30
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>33</b>
3.1	TIPO DE PESQUISA	33
3.2	MATERIAIS	34
3.3	MÉTODOS	35
<b>4</b>	<b>RESULTADOS OBTIDOS</b>	<b>39</b>
4.1	COMPARAÇÃO DE RESULTADOS	45
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>47</b>
	REFERÊNCIAS	48
	APÊNDICE A: DEMANDAS REAIS DA EMPRESA	53
	APÊNDICE B: QUILOMETRAGEM PERCORRIDA POR ROTA	57
	APÊNDICE C: RELATÓRIO GERADO PELO ROTEIRIZADOR DESENVOLVIDO	61

## 1 INTRODUÇÃO

Toda atividade que envolva movimentação de materiais pode ser considerada um processo logístico (FRAGA; BRANDALIZE, 2008), ou seja, a logística é responsável pelo planejamento, operação e controle de todo fluxo de mercadorias e informações desde a fonte fornecedora até o consumidor (MARTINS; CAMPOS, 2005).

Logística no Brasil, até tempos atrás, definia-se como transportes, depósitos regionais e/ou atividades relacionadas a vendas. Atualmente, grande parte das empresas brasileiras perceberam o potencial das atividades que incorporam o sistema logístico e dentro das organizações, torna-se aliada para atingir competitividade (WANKE; MAGALHÃES, 2012).

O problema de roteirização de veículos geralmente está combinado com o processo decisório de escolha de rotas a serem percorridas pela frota ao menor custo possível, na conformidade de que, atendam cada ponto apenas uma vez e que a cada viagem não seja extrapolada a capacidade máxima do veículo (LAPORTE et al., 2000).

Este trabalho busca atender essa necessidade, e pretende-se abordar o problema de roteamento de veículos capacitados aplicando em uma empresa localizada no oeste paranaense, técnicas de resolução desse tipo de problema, buscando otimizar as rotas percorridas pelos caminhões.

A empresa em estudo atua no ramo de distribuição física dos produtos acabados, atendendo, em média, cerca de três mil clientes localizados em todo o Brasil. A mercadoria transportada pela frota própria da empresa é homogênea e metragem variável.

O setor logístico da empresa é responsável pelo planejamento e designação das rotas de entrega dos produtos, e trabalha sem nenhum auxílio ferramental para otimização.

Após a confirmação do pedido, a empresa garante a entrega em até quinze dias, e este é o prazo que a empresa tem para designar um caminhão àquele pedido e agrupar outros, até que a capacidade esteja esgotada, e caso não, analisa-se a viabilidade econômica do roteiro, aliado à urgência do pedido pelo contratante ou

atraso na entrega. Mensalmente são realizados 12 a 15 viagens para distribuição dos produtos.

Para disciplinar o aproveitamento e buscar a otimização das rotas, sugere-se a empresa, uma metodologia de trabalho diferente da praticada atualmente, de modo a fornecer métodos de roteirização e melhoria sequencial de roteiros, com conseqüente redução da distância percorrida pelos caminhões e melhoria no atendimento da clientela.

As abordagens utilizadas neste trabalho serão o algoritmo de localização das  $p$ -medianas de Teitz e Bart (TB) para a criação de pontos centrais, com base neles, subdivide-se o problema em grupos menores, por meio do algoritmo de designação de Gillet e Johnson (GJ) e a construção da rota com o algoritmo das economias de Clarke e Wright (CW).

## 1.1 OBJETIVO DO TRABALHO

Os objetivos previstos neste trabalho foram apresentados mediante coleta de informações junto à empresa, para que possibilitasse a formulação do problema e diagnóstico das restrições, e a exposição das principais abordagens literárias sobre o problema de roteamento de veículos capacitados.

### 1.1.1 Objetivo Geral

Construir rotas de distribuição física de produtos acabados, por métodos heurísticos na roteirização de veículos capacitados em indústria localizada no Oeste do Paraná.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Analisar os roteiros utilizados pela empresa;
- b) Elaborar metodologias para melhoria de rotas, em relação às atuais;
- c) Resolver problema das  $p$ -medianas, com auxílio do algoritmo TB;
- d) Agrupar para cada  $p$ -mediana encontrada, utilizando algoritmo de GJ;
- e) Construir rotas a partir da heurística CW, para cada agrupamento;
- f) Sugerir aplicação da metodologia desenvolvida.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Campos (2008) considera que uma das tarefas da Gestão da Cadeia de Suprimentos (do inglês SCM, *Supply Chain Management*) é a associação de consumidores (clientes) aos pontos de fornecedores (produtores), envolvendo o planejamento, a programação e controle de fluxos diretos e reversos de produtos, bem como estocagem do mesmo. Portanto, o transporte de produtos ocupa um papel muito importante dentro da SCM.

De acordo com Cunha (2000), além de problemas de roteirização de cunho operacional relativos à transporte de passageiros, transporte de cargas e prestação de serviços; há outros de caráter mais tático ou operacional, por exemplo: problemas de roteirização integrados à localização (restrições de espaço, tempo de viagem, custo do roteiro), integrados ao estoque (restrições de nível de estoque), faturamento (restrições de quais serão atendidas ou não naquele período pré-determinado), entre outros.

Ao considerar uma acentuada expansão da empresa e dificuldades para definição de rotas, a sistematização de procedimentos empíricos garantiria menores incidências e erros, faz-se necessário conectar tal necessidade à importância da gestão da cadeia de suprimentos.

Além disso, a aplicabilidade de métodos numéricos na definição de rotas da empresa é essencial para auxiliá-la nas tomadas de decisão, no tocante a propor uma ferramenta que permita melhorias o processo de distribuição do produto.

### 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho divide-se em cinco partes. A primeira, compreende a apresentação do problema, justificativa e origem do mesmo bem como os objetivos almejados. A segunda contempla o levantamento bibliográfico relacionado ao problema do roteamento e principais métodos heurísticos utilizados na sua resolução.

A terceira aborda a metodologia empregada para a pesquisa e coleta de dados, já a quarta, a implementação computacional e resultados obtidos. Por fim, as conclusões e recomendações para trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Abaixo os principais conceitos que se relacionam e/ou fundamentam o tema deste trabalho, como a logística empresarial, distribuição física, o problema de roteamento de veículos, fundamentos básicos da Teoria de Grafos, Problema do Caixeiro Viajante (PCV) e algumas técnicas heurísticas utilizadas por autores consagrados na literatura.

### 2.1 LOGÍSTICA EMPRESARIAL

A logística é um processo de gestão estratégica de planejamento, operação e controle do fluxo de materiais, mercadorias, serviços e informações da empresa, capaz de integrar e racionalizar as funções sistêmicas desde a produção até a entrega do produto ou serviço (BOWERSOX; CLOSS, 1996), garantindo a satisfação do cliente e redução de seus custos (BOTELHO, 2003).

Os custos das operações logísticas na empresa representam elemento importante, pois absorvem de um a dois terços dos custos totais (BALLOU, 2006). Ao proporcionar a máxima eficiência, rapidez e qualidade dos níveis de serviços, o operador logístico ou gestor deve compreender grande parte do sistema de transportes da empresa – de modo a garantir disponibilidade do produto requerido pelos clientes e assegurar que seja feito a custo reduzido (DEMARIA, 2004), tal afirmação também define meta da logística empresarial (FONTANA; AGUIAR, 2001).

Embora pouco difundida, Ballou (2012), explana que a logística empresarial aborda todas as atividades de movimentação e armazenagem (transporte-estoque) que facilitam o fluxo de produtos e de informação desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o consumo final, com o propósito de providenciar níveis de serviço adequados aos clientes a custo razoável.

A administração de materiais e a distribuição física são fundamentais para a logística empresarial, apesar de que a distribuição física opera com o produto final, de modo a atender a demanda pelos produtos e/ou serviços oferecidos pela empresa, enquanto a administração de materiais opera com as matérias-primas



necessárias para o processo fabril destes produtos, ou seja, voltada para o “abastecimento” da empresa (FONTANA; AGUIAR, 2001).

## 2.2 DISTRIBUIÇÃO FÍSICA

O objetivo geral da distribuição física, é levar o produto certo, para o lugar certo, no momento certo e com nível de serviço desejado, pelo menor custo possível (NOVAES, 2001).

Orlandelli (2005), e Martins e Campos (2005), denominam logística de distribuição física, todos os processos operacionais e de controle, capazes de transferir produtos do ponto de “despacho” até chegar ao consumidor final, garantindo a qualidade preservada.

Penof et al. (2013), complementam que as principais funções da distribuição estão relacionadas a negociação de fretes, seleção de rotas e do meio de transporte, inclusive os serviços oferecidos e sua qualidade, entre outras.

Para Bertagila (2003), a distribuição física tem impactos importantes não somente nos custos, mas também na qualidade dos serviços prestados, e principalmente no cumprimento dos prazos de entrega dos produtos aos clientes.

Nas últimas décadas as empresas vêm alterando as formas estruturais dos canais de distribuição devido ao ambiente competitivo focado na atenção ao cliente (ORLANDELLI, 2005), e desse modo, têm passado por crescente valorização e busca pela redução de custos (HORNER, 2009).

Essa busca constante, quando por meio de ferramentas de otimização, exerce papel fundamental nas organizações ao possibilitar aumento da margem de lucro (BALLOU, 2001).

Novaes (2001), destaca duas configurações básicas para a distribuição física dos produtos:

- a) Distribuição “um para um” na qual o veículo é totalmente carregado no depósito da fábrica ou em Centro de Distribuição (CD) do varejista e transporta a carga a outro destino (CD, loja, outra instalação);

- b) Distribuição “um para muitos” ou compartilhada em que o veículo também é carregado no CD do varejista com mercadorias destinadas a diversas lojas ou clientes, com a execução de roteiro predeterminado.

Para a forma de distribuição do tipo “um para um” ou transferência de produtos, o transporte é feito por veículos maiores, como carretas e bitrens, e seu carregamento é realizado até lotá-lo completamente – visando melhor aproveitamento da capacidade do veículo.

Por essa razão, otimizam-se as operações de transporte, consolidam as cargas, e conseqüentemente reduzem-se os custos de movimentação, impactando diretamente no valor do frete para o cliente final. Já a distribuição “um para muitos” consiste na disponibilidade de espaço que é disputada entre a ordem inversa das entregas e o fracionamento da carga, comprometendo a otimização do arranjo físico interno no caminhão (NOVAES, 2001; CAXITO, 2011).

Esta última configuração define a empresa estudada, pois há um conjunto de clientes à serem visitados, com suas respectivas demandas (cargas fracionadas) e ordenação ou sequenciamento de entregas.

### 2.3 O PROBLEMA DE ROTEAMENTO DE VEÍCULOS

O objetivo do Problema de Roteamento de Veículos (PRV) é envolver o projeto de rotas de entrega e/ou coleta de produtos com o menor custo, partindo de um ou mais depósitos para determinado número de clientes, sujeito a restrições adicionais ou não (ARENALES et al., 2007).

Novaes (2001), define problema de roteirização por três fatores fundamentais: as decisões, no que concerne à alocação de um grupo de clientes – que serão visitados –, a um conjunto de veículos e respectivos motoristas, bem como programação e sequenciamento das visitas; os objetivos, envolvendo o processo de roteirização com menor custo possível e alto nível de serviço e as restrições que devem ser obedecidas – completar rotas com recursos disponíveis, respeitar limites de tempo, de trabalho dos motoristas e funcionários, leis de trânsito, horários de carga/descarga etc.

## 2.4 CONCEITOS BÁSICOS SOBRE GRAFOS

Para abordagem geral das definições e termos clássicos relacionados à Teoria de Grafos destaca-se os trabalhos de Arenales et al. (2007), Boaventura e Jurkiewicz (2009), Christofides (1981), e Goldberg e Luna (2005).

Um grafo  $G = (V, A)$  é um objeto matemático formado por dois conjuntos: o conjunto de vértices ou “nós”  $V$ , e o conjunto de arestas ou “arcos”  $A$ . Uma rede é um grafo cujos nós e/ou arestas têm valores associados. Por simplicidade, a menos que possa haver alguma confusão para o entendimento, nesta pesquisa, não haverá distinção entre os termos grafos e redes. Ambos são usados como sinônimos.

O número de elementos de um conjunto  $X$  é chamado de cardinalidade de  $X$  e denotamos por  $|X|$ . Logo, se o grafo  $G = (V, A)$  tem  $n$  nós e  $m$  arestas, significa que  $|V| = n$  e  $|A| = m$ , isto é, a cardinalidade de  $V$  é  $n$  e a cardinalidade de  $A$  é  $m$ . Cada nó  $i$  é representado por um rótulo  $i$ , e cada aresta  $(i, j)$  por uma linha conectando os dois círculos rotulados de  $i$  e  $j$ . A forma mais intuitiva de organizar dados sobre um grafo, consiste em dizer, para cada vértice, quais os outros vértices que estão ligados a ele, dizem-se adjacentes.

Circuito ou ciclo é um caminho fechado, ou seja, caminho de um nó  $i_0$  a um nó  $i_k$ , em que  $i_k = i_0$ , ou seja, o nó, inicial ou final, do primeiro arco da sequência, coincide com um nó, inicial ou final, do último arco da sequência. Circuito que passa por todos os nós de um grafo, sem repetições, é denominado Circuito Hamiltoniano. Em preito a Willian Hamilton que, em 1857, propôs um jogo feito sobre um dodecaedro, disposto na Figura 1.a, associava em cada vértice uma cidade importante da época.

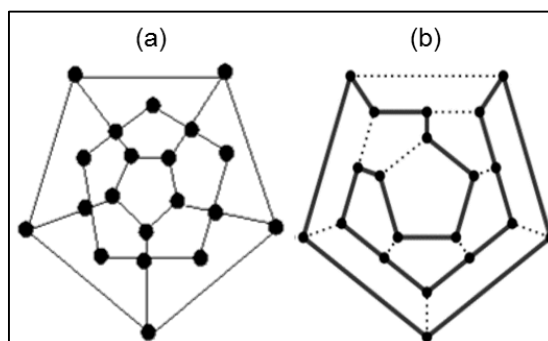


Figura 1 – (a) Jogo de Hamilton e (b) uma solução do Jogo de Hamilton.

Fonte: Adaptado de Gondran e Minoux, 1984.

O desafio do jogo consistia em encontrar uma rota através dos vértices do dodecaedro que iniciasse e terminasse em uma mesma cidade, sem repetições de visita. Na Figura 1.b, apresenta-se uma das soluções do Jogo de Hamilton.

Analogamente ao problema de modelagem de sistemas de transportes, especificamente a malha urbana ou rede rodoviária, os nós são pontos que podem representar cidades, depósitos, postos de trabalho, entre outras. Já as arestas, representam as estradas ou ruas, por exemplo. Pode-se ainda, rotular cada arco ou nó, sob o conjunto de atributos, tais como: velocidade, custo, distância, tempo, entre outros. As arestas que representam as relações entre os nós podem ser orientadas ou não. Tal representação pode indicar estrada de mão dupla entre duas cidades, em que é possível ir de uma a outra, e vice-versa, denomina-se grafo não-orientado; para os casos de estradas de mão única, grafo orientado.

Na Teoria de Grafos, a maneira de minimizar os custos de cruzamento de um grafo entre dois nós, é denominado Problema de Caminhos Mínimos, ou ainda, Problema do Caminho Mais Curto.

#### 2.4.1 O Problema do Caminho Mais Curto e Algoritmo de Dijkstra

Segundo Oliveira (2010), a busca constante pela diminuição de custos nas empresas, permitiu ao homem desenvolver técnicas específicas que contribuíssem para o desenvolvimento de soluções, especialmente ao problema de transportes, em particular de distribuição.

De maneira geral, o Problema do Caminho Mais Curto (PCMC) é a técnica que se destaca entre as existentes. O PCMC é capaz de determinar o caminho mínimo entre dois nós especiais no grafo, chamados de origem e destino e os arcos significam a distância entre os pontos (nós). Os nós intermediários representam as cidades, entre os de origem e destino, que conectam as rodovias, subestações com problemas de distribuição de energia, entre outros (LACHTERMACHER, 2009). Nem todas as aplicações do PCMC envolvem minimização de distâncias percorridas da origem ao destino ou viagem. Os arcos conectados podem representar sequência de atividades, de modo que, deve-se escolher o caminho pela rede que melhor corresponda ao mínimo tempo ou custo das atividades; ou ainda, linhas de

transmissão elétrica; conexão em redes; problemas de programação de rota crítica PERT; entre outras (HILLIER; LIEBERMAN, 2013; EPPSTEIN, 1994).

Há uma gama de algoritmos de busca do caminho mínimo e o mais famoso deles, pela sua simplicidade, é o Algoritmo de Dijkstra, desenvolvido para determinar o caminho mais curto entre o nó de origem e qualquer outro nó da rede.

Este calcula o caminho mínimo entre os nós da rede, se todos os arcos têm comprimentos não-negativos. Escolhido o nó de origem, o algoritmo encontra o caminho mínimo deste para todos os demais nós da rede. O procedimento iterativo utilizado é basicamente determinar, na iteração 1, o nó mais próximo do nó 1, na segunda iteração, o segundo nó mais próximo do nó 1, e assim sucessivamente, até que o nó  $n$  seja atingido.

Seja  $u_i$  a distância mais curta do nó de origem 1 ao nó  $i$ , defina-se  $d_{ij}$  ( $\geq 0$ ) como o comprimento do arco  $(i, j)$ . Então, o algoritmo define o rótulo imediatamente posterior,  $j$ , como segue (AD1).

$$[u_j, i] = [u_i + d_{ij}], d_{ij} \geq 0 \quad (\text{AD1})$$

O rótulo para o nó inicial é  $[0, -]$ , o que indica que o nó não tem nenhum predecessor. Os rótulos dos nós são de dois tipos: temporários ou permanentes. Considera-se nó temporário se modificado encontrar rota mais curta até um nó. Se não encontrar nenhuma rota melhor, é nó permanente. O Quadro 1 apresenta o passo a passo do Algoritmo de Dijkstra.

#### **Algoritmo de Dijkstra**

**Etapa 0.** Rotule o nó de origem (nó 1) com o rótulo permanente  $[0, -]$ . Determine  $i = 1$ .

#### **Etapa 1.**

(a). Calcule os rótulos temporários  $[u_i + d_{ij}, i]$  para cada nó  $j$  que puder ser alcançado partindo do nó  $i$ , contanto que  $j$  seja permanentemente rotulado. Se o nó  $j$  já estiver rotulado com  $[u_j, k]$  passando por outro nó  $k$ , e se  $u_i + d_{ij} < u_j$ , substitua  $[u_j, k]$  por  $[u_i + d_{ij}, i]$ .

(b). Se todos os nós tiverem rótulos permanentes, pare. Caso contrário, selecione o rótulo  $[u_r, s]$ , cuja distância ( $= u_r$ ) é a mais curta entre todos os rótulos temporários (empates são resolvidos arbitrariamente). Determine  $i = r$  e repita a etapa  $i$ .

**Fim.**

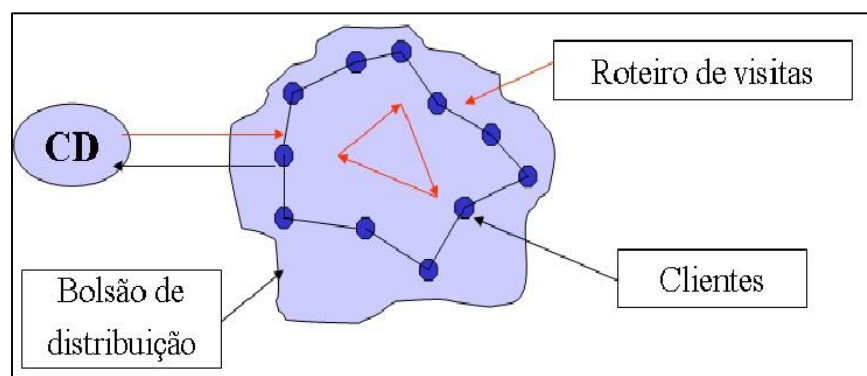
**Quadro 1 – Pseudocódigo do Algoritmo de Dijkstra.**

**Fonte: Taha (2008).**

## 2.5 O PROBLEMA DO CAIXEIRO VIAJANTE

O Problema do Caixeiro Viajante (PCV), ou *Traveling Salesman Problem* (TSP) é um dos mais tradicionais e conhecidos problemas de programação matemática, estudados na área de Pesquisa Operacional (MAYERLE, 1994). O problema em si, abrange um conjunto de cidades ou um agrupamento (bolsões), em que o caixeiro sai de uma cidade-origem (ou depósito), visita todas as cidades ou um subconjunto delas somente uma vez, e retorna à cidade-origem, e desta forma otimiza-se um ou mais objetivos (ARENALES et al., 2007).

De acordo com Goldberg e Luna (2005), a importância do PCV está extremamente relacionada com, pelo menos, três de suas características: possui grande aplicação prática, grande relação com outros modelos e grande dificuldade de solução exata.



**Figura 2 – Roteiro simples num bolsão de distribuição**  
 Fonte: Adaptado de NOVAES, 2001.

Num caso simples, como apresentado na Figura 2, em que há poucos clientes a serem visitados no roteiro, o problema pode ser resolvido facilmente por inspeção. Quando o número de clientes aumenta, ou a distribuição dos pontos de entrega tornam-se complexos, a resolução do problema exige métodos computacionais sofisticados (NOVAES, 2001).

O PCV é um problema de otimização associado à determinação dos caminhos denominados hamiltonianos em um grafo  $G = (V, A)$ , com menor custo possível (BELFIORE; FÁVERO, 2012).

Define-se as variáveis

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se a cidade } j \text{ é alcançada a partir da cidade } i, \quad i \neq j \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

E o elemento  $d_{ij}$  é a distância da cidade  $i$  à cidade  $j$ , considera-se que são simétricos, ou seja,  $d_{ij} = d_{ji}$  e que  $d_{ii} = \infty$  para  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ , formula-se

$$\text{Min } z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} x_{ij}, \quad d_{ij} = \infty \quad \forall i = j \quad (\text{CV1})$$

s.a.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad \forall i \in N \quad (\text{CV2})$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad \forall j \in N \quad (\text{CV3})$$

$$\sum_{i,j \in S} x_{ij} \leq |S| - 1 \quad \forall S \subseteq N \quad (\text{CV4})$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i, j \in N \quad (\text{CV5})$$

A função objetivo (CV1) expressa a minimização da distância total da rota, as restrições (CV2) e (CV3) garantem que cada nó seja visitado apenas uma vez. Assim, a restrição (CV4) impede a formação de sub-rotas. E por fim, a restrição (CV5) impõe a correspondência de um problema de programação binária.

## 2.6 O ALGORITMO DE TEITZ E BART

Os modelos de localização de facilidades (instalações) têm sido largamente estudados nos últimos anos e considerados aspecto crítico do planejamento estratégico empresarial. Nas empresas do setor público, envolvem decisões de localização de centros de saúde, escolas, estações de bombeiros, no setor privado, a localização de fábricas, centros de distribuição e armazéns, entre outros.

Segundo Belfiore e Fávero (2012), o objetivo do problema é a determinação do número de localidades, seleciona-se os locais ótimos dentre um conjunto de locais candidatos, garantindo a melhor distribuição dos produtos e das facilidades para os clientes finais para que as suas demandas sejam satisfeitas com o menor custo possível.

Arenales et al. (2007), abordam que em diversas situações nos sistemas de distribuição, o problema de localização de facilidades e de designação de clientes são acuradas simultaneamente.

Arakaki (2002), divide o problema de localização de facilidades em duas classes distintas: de localização de centros e medianas.

O problema dos centros medianos, ou  $p$ -Centros, relaciona-se com a minimização das distâncias até o ponto crítico a ser atendido, usualmente aplicados a serviços de localização de hospitais, postos de policiamento, bombeiros, etc. Já o problema dos pontos medianos, ou das  $p$ -medianas, objeto de estudo neste trabalho, têm por objetivo encontrar  $p$  localizações, dentro de um conjunto limitado de  $n$  pontos de demanda, de modo que a somatória das menores distâncias destes  $n$  pontos aos  $p$ -medianas seja mínima.

Rodrigues (2007), acrescenta que o problema das  $p$ -medianas ainda pode ser classificado em capacitado, onde cada ponto candidato a mediana tem capacidade limitada, em nenhuma hipótese deve ser extrapolada, somente tais quantidades limitadas de pontos de demanda podem ser designadas; e ainda classificada em não-capacitado, quando não há limitador em relação à capacidade de designação dos pontos de demanda, assim sendo, é ilimitado a quantidade de pontos a cada mediana. Considerando que é Problema de Programação Linear Inteira e Binária (PPLIB), as soluções podem ser desenvolvidas através de procedimentos e métodos heurísticos. Destaca-se, entre os mais citados, por apresentar melhores resultados de tempo computacional viável, o Algoritmo de Teitz e Bart, conforme Hörner (2009).

Ainda segundo Hörner (2009), os problemas de otimização combinatorial apresentam como característica principal a complexidade da determinação de uma solução e que Mercado (2001), classifica em problemas de fácil solução, denominados Polinomiais ( $P$ ) e de difícil solução, Não-polinomiais ( $NP$ ). Para o caso das  $p$ -medianas, pertence à classe de problemas  $NP$ -hard (KARIV; HAKIMI, 1979). De acordo com Mladenovic et al. (2007), tal complexidade é aumentada quando insere-se novos pontos de demanda ao problema.

Vasconcelos (2010), afirma que a utilização de técnicas heurísticas, em razão da inexistência de algoritmo exato que possibilite a resolução em tempo computacional viável, ainda que, para cada nova inserção de  $p$ -mediana na solução, também implica em maior esforço computacional.



Formigoni (2005), menciona que o Algoritmo descrito por Teitz e Bart em 1968, é um dos métodos heurísticos mais conhecidos na resolução do problema das  $p$ -medianas, baseado na substituição de vértices, ou seja, dado uma solução viável e a partir desta, substitui-se os vértices componentes do grafo testando na função objetivo, até estas interações não sucederem nenhuma melhoria na solução do problema.

Dentre os diversos modelos matemáticos para o problema das  $p$ -medianas encontrados na literatura científica, destaca-se a abordagem de Arenales et al. (2007), neste estudo. Para tal, considere as variáveis

$J =$  conjunto de nós  $j$  que representam os clientes,  $[j = 1, \dots, n]$

$I =$  conjunto de locais  $i$  candidatos à localização de facilidades,  $[i = 1, \dots, m]$

$c_{ij} =$  custo de atender a demanda  $q_j$  a partir de uma facilidade encontrada em  $i$

$x_{ij} =$  distância da cidade origem  $i$  para a destino  $j$

$y_i = \begin{cases} 1, & \text{se a facilidade é aberta no local } i, \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$

e a seguinte formulação:

$$\min \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} c_{ij} x_{ij} \quad (\text{TB1})$$

s.a.

$$\sum_{i \in I} x_{ij} = 1, \forall j \in J \quad (\text{TB2})$$

$$x_{ij} \leq y_i, \forall i \in I, \forall j \in J \quad (\text{TB3})$$

$$\sum_{i \in I} y_i = p \quad (\text{TB4})$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad (\text{TB5})$$

A função objetivo (TB1) minimiza a soma das distâncias dos vértices de demanda até o conjunto de medianas. As restrições (TB2) garantem que todo vértice (cliente  $j$ ) seja designado a uma única mediana (ou facilidade). As restrições (TB3) expressam que as alocações só podem ser feitas nos vértices-medianas, ou seja, cada cliente  $j$  só pode ser designado a uma facilidade aberta no local  $i$ . O conjunto

de restrições (TB4) determinam exatamente quantas  $p$  são abertas, e o (TB5) corresponde a definição de problema de programação binária.

Conforme já citado, o problema das  $p$ -medianas tem como objetivo localizar as facilidades ao longo de uma malha viária (grafo), de modo que a soma das distâncias (ponderada por um fator de demanda) de cada um dos vértices à facilidade mais próxima sejam mínimas, e que o Algoritmo de Teitz e Bart é a heurística bastante utilizada na resolução destes problemas. Logo, para melhor compreensão do algoritmo faz-se necessário à definição de alguns conceitos, de acordo com Colombo (2001), Formigoni (2005) e Vitor (2007). Segundo Christofides (1975) separa-se o número de transmissão em duas classificações: o número *out*-transmissão e *in*-transmissão.

- a) Número de *out*-transmissão: é a distância total percorrida desde o vértice  $v$  a todos os outros vértices do grafo e, é dado por (TB6).

$$\sigma_0(v_i) = \sum_{v_j \in V} w_j \cdot d(v_i, v_j) \quad (\text{TB6})$$

Onde

$d(v_i, v_j)$  = menor distância entre  $v_i$  e  $v_j$

$w_j$  = peso atribuído ao vértice  $j$

- b) Número de *in*-transmissão: é a distância total percorrida a partir de todos os vértices do grafo até o vértice  $v_i$  e, dado por (TB7).

$$\sigma_t(v_j) = \sum_{v_i \in V} w_i \cdot d(v_j, v_i) \quad (\text{TB7})$$

Onde

$d(v_i, v_j)$  = menor distância entre  $v_j$  e  $v_i$

$w_j$  = peso atribuído ao vértice  $j$

Os vértices  $\bar{v}_0$  e  $\bar{v}_t$  são denominados respectivamente de *out*-mediana e *in*-mediana, que satisfazem às condições (TB8) e (TB9).

$$\sigma_0(\bar{v}_0) = \min [\sigma_0(V_i)], \forall v \in V \quad (\text{TB8})$$

$$\sigma_t(\bar{v}_t) = \min [\sigma_t(V_i)], \forall v \in V \quad (\text{TB9})$$

Portanto,  $\bar{v}_0$  é *out*-mediana se, entre todos os vértices do grafo, produzir a menor distância total desde si próprio até todos os outros vértices.

E  $\bar{v}_t$  é *in*-mediana se, produzir a menor distância desde todos os outros vértices até si próprio.

Logo, define-se as equações (TB10) e (TB11), e (TB12) e (TB13) para encontrar as  $p$ -medianas.

$$d(V_p, v_j) = \min [d(v_i, v_j)], \forall v_j \in V_p \quad (\text{TB10})$$

$$d(v_j, V_p) = \min [d(v_j, v_i)], \forall v_i \in V_p \quad (\text{TB11})$$

$$\sigma_0(V_p) = \sum_{v_j \in V} w_j \cdot d(V_p, v_j) \quad (\text{TB12})$$

$$\sigma_t(V_p) = \sum_{v_j \in V} w_j \cdot d(v_j, V_p) \quad (\text{TB13})$$

E então, para um conjunto de  $p$ -*out*-mediana ou  $p$ -*in*-mediana, respectivamente denominados  $\bar{V}_{p0}$  e  $\bar{V}_{pt}$ , representados por (TB14) e (TB15).

$$\sigma_0(\bar{V}_{p0}) = \min [\sigma_0(V_p)], \forall V_p \subset V \quad (\text{TB14})$$

$$\sigma_t(\bar{V}_{pt}) = \min [\sigma_t(V_p)], \forall V_p \subset V \quad (\text{TB15})$$

Portanto,  $\bar{V}_{p0}$  é  $p$ -*out*-mediana se, entre todos os conjuntos de  $p$  vértices do grafo, produzir a menor distância total desde si próprio até todos os outros vértices.

E  $\bar{V}_{pt}$ , é  $p$ -*in*-mediana se, entre todos os conjuntos de  $p$  vértices do grafo, produzir a menor distância desde os outros vértices até si próprio.

Considera-se um grafo não orientado, tornando diferente o conceito de  $p$ -*out*-mediana ou  $p$ -*in*-mediana, doravante denominada  $p$ -mediana, de modo a simplificar notações utilizadas nesta pesquisa.

O Algoritmo de Teitz e Bart é iniciado a partir da escolha aleatória de um conjunto  $S$ , formado por  $p$  vértices, entre os  $n$  vértices de um grafo  $G = (V, A)$ , tal conjunto será considerado como a primeira aproximação do conjunto procurado  $V_p$  das  $p$ -medianas (solução ótima para o problema).

Sendo  $V$  o conjunto de vértices do grafo, testa-se, se qualquer vértice  $v_i \in (V - S)$  pode substituir um vértice  $v_j \in S$  e produzir novo conjunto  $S'$  de número de transmissão.

O algoritmo encerra-se quando a substituição não produzir número de transmissão menor.

O pseudocódigo do Algoritmo de TB é exposto no Quadro 2.

**Algoritmo de Teitz e Bart**

**Etapa 0.** Selecione um conjunto  $S$ , com  $|S| = p$ , ou seja, formar uma solução inicial para as  $p$ -medianas.

**Etapa 1.** Rotule todos os vértices  $v_i \notin S$  como não-analisados.

**Etapa 2.** Se existir vértices não-analisados em  $V - S$ , faça:

(a) selecione um vértice não-analisado  $v_i \in (V - S)$  e calcule a redução do número de transmissão para todo  $v_j \in S$ , logo  $\Delta_{ij} = \sigma(S) - \sigma(S \cup \{v_i\} - \{v_j\})$

(b)  $\Delta_{ij_0} = \max[\Delta_{ij}], \forall v_i \in S$

(c) Se  $\Delta_{ij_0} > 0$  então faça  $S \leftarrow S \cup \{v_i\} - \{v_{j_0}\}$  e rotule  $v_{j_0}$

(d) Se  $\Delta_{ij_0} \leq 0$ , rotule  $v_i$  como analisado.

**Etapa 3.** Se na etapa 2 houver alguma alteração no conjunto  $S$ , volte à etapa 1. Caso contrário, pare e apresente o conjunto  $S$  como uma aproximação para a solução do problema de  $p$ -medianas.

**Fim.**

**Quadro 2 – Pseudocódigo do Algoritmo de Teitz e Bart.**  
**Fonte: Adaptado de Vitor (2007).**

## 2.7 O ALGORITMO DE GILLET E JOHNSON

O problema de designação proposto por Gillet e Johnson (1973, apud CORRÊA, 2000, p.26), conhecido como Algoritmo de Gillet e Johnson, consiste no agrupamento dos vértices origens aos vértices destinos (medianas), de maneira ótima, ou seja, priorizar os vértices que apresentarem maior razão entre as distâncias mais próximas para serem alocados, desde que não exceda a capacidade do “depósito fictício” ou “sede fictícia”, ou seja, do caminhão (FORMIGONI, 2005).

Considerar as variáveis

$t_i^1$  = primeira mediana mais próxima

$t_i^2$  = segunda mediana mais próxima

$c_i^1$  = distância da primeira mediana ao vértice  $i$

$c_i^2$  = distância da segunda mediana ao vértice  $i$

A seguir, no Quadro 3, descreve-se o Algoritmo de Gillet e Johnson.

**Algoritmo de Gillet e Johnson**

**Etapa 0.** Calcular a distância entre cada nó não-designado até um dos depósitos fictícios (medianas) correspondentes que ainda possuem espaço.

**Etapa 1.** Para cada nó  $i$ , obter  $t_i^1$  como sendo a mediana mais próxima de  $i$  e  $t_i^2$  como sendo a segunda mediana mais próxima de  $i$ , com distâncias iguais a  $c_i^1$  e  $c_i^2$ , respectivamente.

**Etapa 2.** Para todos os nós  $i$ , calcular a razão ( $r_i$ ), e ordenar os nós  $i$  em ordem crescente, em uma lista.

$$r_i = c_i^1 / c_i^2$$

**Etapa 3.** Essa lista determina a ordem em que os nós serão designados às medianas, relativamente os nós próximos a uma determinada mediana, serão designados primeiros, ou até que sua capacidade seja excedida, quando isso ocorrer e houver ainda nós a serem designados, retorne à etapa 0.

Se todos os nós tenham designação, pare o algoritmo e apresente os nós designados.

**Fim.**

**Quadro 3 – Pseudocódigo do Algoritmo de Gillet e Johnson.**

**Fonte: Adaptado de Rodrigues (2007).**

Para a futura aplicação deste trabalho, encontra-se um problema quanto à escolha do Algoritmo de Gillet e Johnson, pois este método aloca os pontos de parada (no caso, as cidades) aos depósitos fictícios (caminhões situados nas cidades medianas) mais próximos, logo, limita a capacidade de cada depósito. Ou seja, a prioridade utilizada para o agrupamento é na ordem crescente das razões entre os pontos de parada e as cidades medianas, logo, as cidades distantes e que possuem grande demanda não serão atendidas, pois a capacidade dos depósitos fictícios será excedida.

Formigoni (2005), sugere uma modificação no Algoritmo de Gillet e Johnson, para que todas as cidades sejam designadas, o qual prioriza-se duas condições: maior demanda e menor distância entre as cidades.

Neste trabalho, esta modificação no método será denominada de Algoritmo de Gillet e Johnson Modificado (GJ-m).

As etapas do Algoritmo GJ-m são descritas a seguir, no Quadro 4.

**Algoritmo de Gillet e Johnson Modificado**

**Etapa 0.** Para todas as cidades procura-se a maior demanda  $D_i$ .

**Etapa 1.** Para esta demanda  $D_i$  procura-se uma mediana  $j$  (com capacidade não-excedida) mais próxima. A esta mediana  $j$  diminui-se a capacidade em  $D_i$  eliminando-se a cidade  $i$  do conjunto de cidades a serem alocadas.

**Etapa 2.** Volte à Etapa 0.

Pare o algoritmo, caso todas as cidades forem designadas, ou ainda todas as cidades medianas completarem as capacidades.

Obs.: Se as capacidades forem extrapoladas e ainda há cidades para atendimento, o algoritmo informará a necessidade de outro depósito fictício (caminhão).

**Fim.**

**Quadro 4 – Pseudocódigo do Algoritmo de Gillet e Johnson Modificado.**  
**Fonte: Adaptado de Formigoni (2005).**

## 2.8 O ALGORITMO DE CLARKE E WRIGHT

A heurística das economias de Clarke e Wright (CW) é dos mais consagrados na área logística, devido a sua flexibilidade a diversos tipos de restrições, como por exemplo, a capacidade dos veículos (BALLOU, 2001).

O método foi originalmente desenvolvido por Clarke e Wright (1964, apud Goldberg e Luna, 2005, p. 436) para o resolver o problema clássico de roteamento de veículos. Além de respeitar e priorizar as restrições de tempo e capacidade, sendo estes objetivos comuns nos métodos de roteirização, o método CW também tem a finalidade de minimizar a distância total percorrida pela frota (NOVAES, 2001).

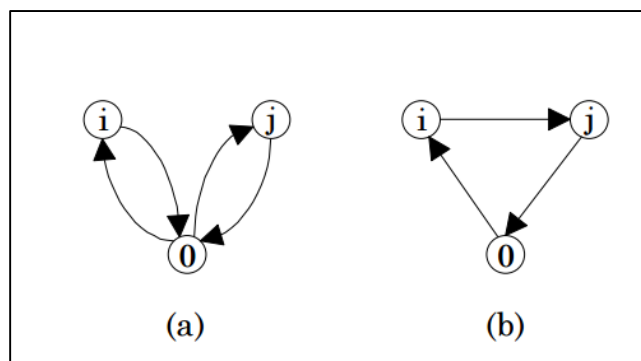
Ainda, de acordo com Novaes (2001), o processo é iniciado com um veículo para atender (hipoteticamente) somente um único cliente, e depois de realizada a entrega, o veículo retorna à origem, conforme Figura 3.a, supondo que o cliente  $i$  seja atendido e em seguida o cliente  $j$ . Lógico que tal situação provocará gastos exorbitantes na receita e também número elevado de veículos.

Seja  $d_{0i}$  e  $d_{0j}$  as distâncias entre a origem (centro de distribuição, por exemplo), e os clientes  $i$  e  $j$ , o percurso não-combinado de roteiros será igual ao apresentado em (CW1).

$$L = 2 \times d_{0i} + 2 \times d_{0j} \quad (\text{CW1})$$

Verifica-se então a possibilidade de trocar dois veículos que atendam dois nós por apenas um, conforme ilustrado na Figura 3.b, que inclui o atendimento dos clientes  $i$  e  $j$  num único roteiro, e o percurso será apresentado em (CW2).

$$L' = d_{0i} + d_{ij} + d_{0j} \quad (\text{CW2})$$



**Figura 3 – Ilustração do conceito de economias CW com (a) entregas separadas e (b) roteiro combinado.**  
**Fonte: Adaptado de NOVAES, 2001.**

O percurso combinado de roteiros projeta economia, ou ganho ( $e_{ij}$ ) representada pela diferença  $L - L'$  representado em (CW3).

$$e_{ij} = L - L' = d_{0i} + d_{0j} - d_{ij} \quad (\text{CW3})$$

Para Novaes (2001), a combinação de clientes  $i$  e  $j$ , seleciona-se o par com maior ganho  $e_{ij}$ .

Existe a possibilidade da existência de combinações que violam ou restringem critérios como tempo ou capacidade, portanto, a última equação revela duas propriedades interessantes com relação ao ganho, que tende a crescer em duas situações:

- a) quando os pontos  $i$  e/ou  $j$  afastam de 0, pois as distâncias  $d_{0i}$  e  $d_{0j}$  têm valores positivos;

- b) quando os pontos  $i$  e  $j$  estão mais próximos, pois a distância  $d_{ij}$  têm valor absoluto menor.

Para melhor compreensão, apresenta-se no Quadro 5, as etapas de execução do Algoritmo de CW.

**Algoritmo de Clarke e Wright**

**Etapa 0.** Selecionar qualquer nó como depósito central (nó 0), iniciar as  $n$  rotas, ligando cada nó exclusivamente ao nó 0, obtendo-se rotas  $0 - i - 0$  para  $i = 1, \dots, n$ .

**Etapa 1.** Calcule os *savings*  $e_{ij}$  entre os pontos de demanda  $P_i$  e  $P_j$ , da seguinte forma  $e_{ij} = d_{0i} + d_{0j} - d_{ij} \forall i, j$ .

**Etapa 2.** Liste em ordem crescente os *savings*, e forme sub-rotas do topo para baixo, considerando que:

- (a)  $P_i$  e  $P_j$  sejam nós "de ponta" de suas respectivas sub-rotas;
- (b)  $P_i$  e  $P_j$  não devem ser alocados à mesma sub-rotas;
- (c)  $d(R_i) + d(R_j) < K_v$ , ou seja, a demanda do veículo da sub-rotas  $i$  unida a demanda do veículo da sub-rotas  $j$  não deve exceder à capacidade de cada veículo.

**Etapa 3.** Se as condições (a), (b) e (c) da Etapa 2 forem satisfeitas, unir as sub-rotas dos pontos  $P_i$  e  $P_j$ .

**Etapa 4.** Se não existir  $e_{ij}$  que satisfaça as condições da Etapa 2, pare a execução do algoritmo. Caso contrário, retorne à Etapa 2.

**Fim.**

**Quadro 5 – Pseudocódigo do Algoritmo de Clarke e Wright.**

Fonte: Adaptado de Vitor (2007).



### 3 METODOLOGIA

Nesta etapa, abordam-se os procedimentos metodológicos a serem seguidos, acerca de garantir a confiabilidade dos dados durante o planejamento e execução do estudo.

Kauark et al. (2010), entende a metodologia como uma explicação minuciosa, detalhada, rigorosa e exata de todo o “caminho” do estudo, tal qual são descritos: a caracterização da pesquisa, as técnicas utilizadas na coleta de dados e os métodos aplicados na resolução do problema.

Também neste capítulo, apresentam-se procedimentos, programas e características necessárias para implementação computacional e solução do PRV real descrito nos capítulos anteriores.

#### 3.1 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa científica definida por Andrade (2009), e Santos (2001), é processo composto de múltiplas etapas, relacionadas entre si, de maneira contínua ou não, baseados no raciocínio lógico, de modo a encontrar soluções aos problemas propostos, mediante aplicação de métodos científicos. De forma simples, Kauark et al. (2010), assemelham pesquisa à busca ou procura. Logo, pesquisar, é buscar ou procurar respostas para indagações propostas (SILVA; MENEZES, 2005).

Existem várias classificações quanto aos tipos de pesquisa empregadas na literatura que contêm conjunto de características próprias e divergem uma das outras. Foram abordados autores considerados relevantes e mais adequados à pesquisa em estudo.

Sob a ótica de Vergara (2007), há duas abordagens básicas para a classificação da pesquisa científica: quanto aos fins e aos meios.

Quanto aos fins pode ser exploratória, descritiva, explicativa, metodológica, aplicada e intervencionista. Para os meios, pesquisa de campo, de laboratório, telematizada, documental, bibliográfica, experimental, *ex-post-facto*, participante, pesquisa-ação e estudo de caso.

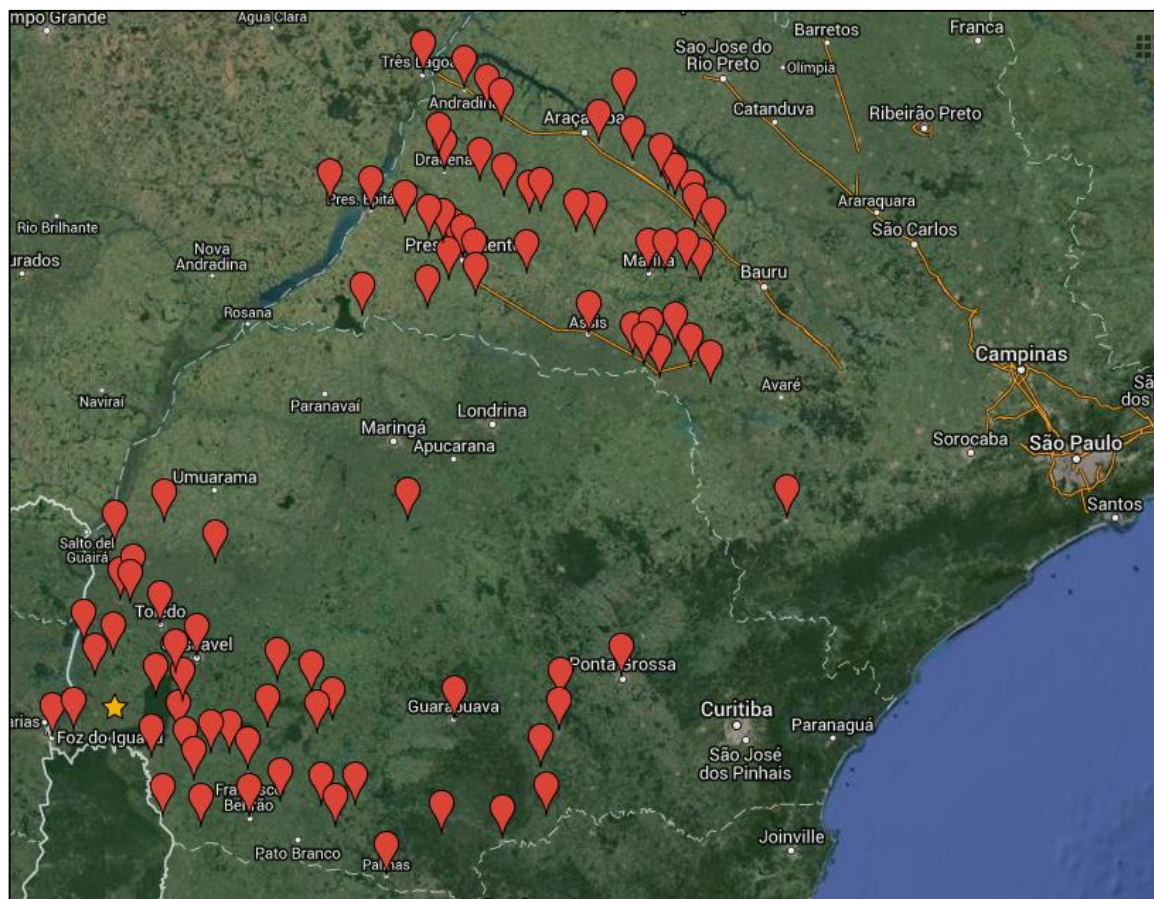
De acordo com as variáveis presentes em um estudo, considera-se a pesquisa de natureza qualitativa ou quantitativa (VERGARA, 2007). As pesquisas qualitativas são caracterizadas pelo dinamismo do sujeito estudado, que está extremamente relacionado com o ambiente (SILVA; MENEZES, 2005). Para as pesquisas quantitativas Richardson (1989), elucida que existe transformação de opiniões e informações em números, com utilização de recursos e técnicas estatísticas e/ou computacionais, para permitir a classificação e análise dos dados.

O estudo em questão caracteriza-se quanto aos fins, pesquisa aplicada que tem finalidade prática, motivada pela necessidade de resoluções de problemas, imediatos ou não (SILVA; MENEZES, 2005); quanto aos meios, trata-se de estudo de caso, que permite aprofundar e detalhar o ambiente, de um simples sujeito ou de uma situação particular (GODOY, 1995). Entende-se que esta pesquisa é quantitativa pois, procura através da modelagem matemática, solucionar problemas de roteamento da empresa estudada.

### 3.2 MATERIAIS

Os dados foram coletados com o responsável pelo setor logístico e disponibilizados pelo proprietário da empresa, através de análises documentais e entrevistas não-estruturadas. As informações fornecidas são referentes à capacidade da frota e demandas de cada cidade atendida no mês de setembro de 2015.

Para a obtenção da localização geográfica dos clientes (cidades) utilizou-se do banco de dados disponibilizado pela empresa referente à primeira quinzena do mês de setembro de 2015, especificamente entre os dias 01, 02, 08 e 15. No referente período, foram contabilizados 92 pontos de entrega, destes 45 do Estado do Paraná, 45 do Estado de São Paulo, e 2 do Estado de Mato Grosso do Sul, conforme representado na Figura 4. A sede da empresa fica localizada na cidade de Medianeira/PR.



**Figura 4 – Região de abrangência do período estudado.**  
**Fonte: Autoria própria.**

### 3.3 MÉTODOS

Nesta seção serão detalhados os procedimentos de implementação computacional utilizada para resolução do PRV envolvidos na distribuição da empresa. O processo computacional desta implementação é brevemente descrito a seguir: (a) encontrar as distâncias mínimas (algoritmo de Dijkstra); (b) usar distâncias mínimas como dados de entrada, para definição das  $p$ -medianas (Algoritmo de Teitz e Bart); (c) designar as cidades não-medianas às  $p$ -medianas (Algoritmo de Gillet e Johnson modificado); e (d) orientar cidades agrupadas como dados de entrada, juntamente com a capacidade dos veículos para a construção das rotas (Algoritmo de Clarke e Wright).

O roteamento, ou seja, o relatório de carregamento de mercadorias a serem entregues em uma rota estabelecida de um ou mais clientes, que neste caso, foram

estudadas em 8 viagens, são detalhados no Apêndice A. Cada uma das 8 rotas tem um caminhão correspondente, e as cidades atendidas são sequenciadas a partir da intuição do responsável pelo setor e finalizadas de acordo com a experiência dos motoristas.

O Quadro 6 apresenta a capacidade máxima dos veículos disponibilizados para distribuição dos produtos acabados.

<b>Veículo</b>	<b>Capacidade (Kg)</b>
ACR7XX6	6200
APO7XX8	8300
ABO7XX8	11000

**Quadro 6 – Capacidade máxima dos veículos da empresa estudada.**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Para melhor compreender a situação atual do romaneio empregado pela empresa estudada, verificou a eficiência mínima da capacidade de cada rota, ou seja, identificar a real utilização da carga fornecida pelo veículo, disposto no Quadro 7.

<b>Rota n.</b>	<b>Eficiência mínima (%)</b>
Rota 1	52,61
Rota 2	49,02
Rota 3	20,45
Rota 4	35,00
Rota 5	96,29
Rota 6	90,72
Rota 7	Excedeu 26,02
Rota 8	65,60

**Quadro 7 – Eficiência mínima da capacidade dos veículos da situação atual.**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Grande parte das rotas estudadas apresentaram baixo grau de utilização de capacidade, e a Rota 7, teve excesso de carga em 26,02% da capacidade máxima do veículo arbitrado àquela rota, o que não configura o ideal, além de despender de manutenção corretiva do veículo, até mesmo infração e multa por tráfego acima do permitido.

Estas considerações apenas confirmam a necessidade da aplicabilidade de algoritmos exatos ou heurísticos para a resolução do PRV. Orienta-se para tal, o conhecimento das distâncias mínimas de todos os pontos, neste caso, clientes visitados pela empresa.

Para calcular a malha viária, utilizou-se o *software Google Maps*, e apresenta-se distância total percorrida por cada rota no Apêndice B. Com os pontos-base definidos, usa-os como base de entrada para aplicação do Algoritmo de Dijkstra, para conexão a partir de distâncias mínimas, conforme estudado na seção 2.4.1.

Desta forma, aplica o Algoritmo de Dijkstra e busca-se a menor distância de cada uma das cidades a todas as outras, ou seja, dado  $n$  cidades, busca-se a distância mínima da cidade  $i$  a todas as  $n - 1$  cidades restantes, com  $i$  variando de 1 a  $n$ . Portanto, após a aplicação, constrói-se uma matriz  $n \times n$ , onde a diagonal principal ( $i=i$ ), ou seja a distância da cidade  $i$  até ela a mesma é nula. Como este trabalho tem-se uma matriz “92x92” torna-se inviável apresentá-la no texto, que discorre de 8464 elementos. Portanto a matriz genérica abaixo, melhor orienta-os para entendimento.

Considerando  $d_{i,j}$  as distâncias mínimas entre as cidades, conforme representado na Figura 5.

$$\begin{pmatrix} 0 & d_{1,2} & d_{1,3} & \cdots & d_{1,n-1} & d_{1,n} \\ d_{2,1} & 0 & d_{2,3} & \cdots & d_{2,n-1} & d_{2,n} \\ d_{3,1} & d_{3,2} & 0 & d_{3,4} & d_{3,n-1} & d_{3,n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ d_{n-1,1} & \vdots & \vdots & \vdots & 0 & d_{n-1,n} \\ d_{n,1} & d_{n,n+1} & \cdots & \cdots & d_{n,n-1} & 0 \end{pmatrix}$$

**Figura 5 – Matriz de distâncias mínimas.**  
Fonte: Adaptado de Oliveira, 2010.

Encontradas as distâncias mínimas de todos os pontos de visita, considerando restrições de capacidade e rodovias pavimentadas, têm-se as informações necessárias para implementação dos demais métodos contemplados neste trabalho.

A programação dos algoritmos foi desenvolvida em um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE, ou em inglês *Integrated Development Environment*), em plataforma Windows® integrada através do *Microsoft Visual Studio*, estruturado em linguagem C++, devido as características necessárias para o

bom desenvolvimento do modelo. Não é intuito deste trabalho a apresentação de técnicas de programação, mas recomenda-se para trabalhos futuros.

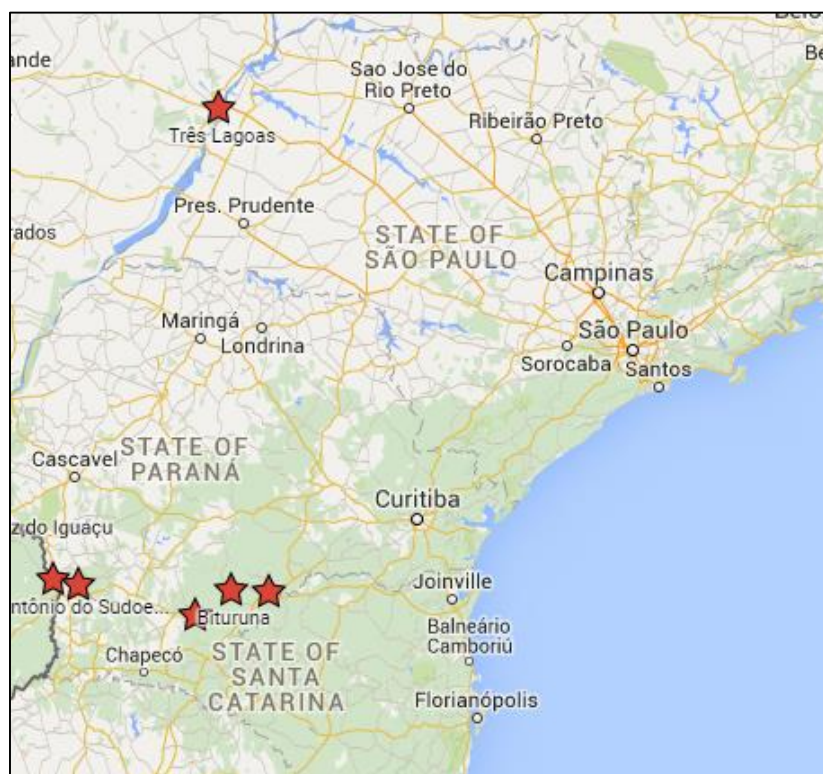
Para utilização do algoritmo do Teitz e Bart, conforme seção 2.6, definiu-se o número de  $p$ -medianas em função da quantidade de veículos que a empresa disponibiliza para realização das visitas. Para melhor discernimento, visto que a soma total da demanda é superior à soma da capacidade total dos caminhões, adotou-se como medida, o tempo de viagem do problema igual ao tempo de viagem da solução. Assim, cada caminhão responderá a uma viagem por semana, no total de 6 facilidades.

Para designar os pontos não-medianos às facilidades encontradas na etapa anterior, utilizou-se as considerações do algoritmo de Gillet e Johnson, seção 2.7 deste trabalho.

Na etapa de construção das rotas, busca-se encontrar uma rota viável para interligar todas as cidades atendidas de cada agrupamento. Com base nos *savings* do algoritmo de Clarke e Wright, seção 2.8, foi possível conectar as cidades do *cluster*. A cidade de Medianeira/PR faz parte de todas as rotas, devido as instalações da sede, bem como carregamento dos caminhões.

#### 4 RESULTADOS OBTIDOS

Por meio do algoritmo de Teitz e Bart, descrito na seção 2.6, determinou-se seis medianas, para o conjunto de 92 cidades, as cidades de Três Lagoas/MS, Santo Antônio do Sudoeste/PR, Bituruna/PR, União da Vitória/PR, Palmas/PR e Salgado Filho/PR, apresentadas na Figura 6.



**Figura 6 – Distribuição geográfica das facilidades.**  
**Fonte: Autoria própria.**

No Quadro 8, apresenta-se as cidades alocadas pelo Algoritmo Gillet e Johnson Modificado, seção 2.7, que serão atendidas pelas cidades sedes-fictícias, e seus respectivos caminhões para viagem.

Rota	Mediana	Alocações	Caminhão
1	TRES LAGOAS - MS	PRES. EPITACIO - SP DRACENA - SP TUPI PAULISTA - SP ANDRADINA - SP GUARACAI - SP MIRANDOPOLIS - SP PROMISSAO - SP BURITAMA - SP	ACR7XX6

Rota	Mediana	Alocações	Caminhão
		SANTO ANASTACIO - SP	
2	SANTO ANTONIO DO SUDOESTE - PR	CEU AZUL - PR LINDOESTE - PR NOVA PRATA DO IGUACU - PR BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR FORMOSA DO OESTE - PR SANTA TEREZA DO OESTE - PR CASCAVEL - PR GUARANIACU - PR REALEZA - PR CAPANEMA - PR CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR MAL. CANDIDO RONDON - PR TOLEDO - PR IPORA - PR TERRA ROXA - PR NOVA SANTA ROSA - PR QUATRO PONTES - PR SANTA HELENA - PR DIAMANTE DO OESTE - PR MISSAL - PR	APO7XX8
3	BITURUNA - PR	PRES. VENCESLAU - SP ESTRELA DO NORTE - SP REGENTE FEIJO - SP TACIBA - SP PIRAPOZINHO - SP VERA CRUZ - SP ASSIS - SP SANTA CRUZ DO RIO DO PARDO - SP MARILIA - SP GALIA - SP RANCHARIA - SP PRES. PRUDENTE - SP ALVARES MACHADO - SP PRES. BERNARDES - SP TEODORO SAMPAIO - SP	ABO7XX8
4	UNIÃO DA VITÓRIA - PR	HERCULANDIA - SP TUPA - SP PARAPUA - SP ADAMANTINA - SP PACAEMBU - SP OSVALDO CRUZ - SP PENAPOLIS - SP GARÇA - SP BERNARDINO DE CAMPOS - SP GUARANTA - SP PIRAJUI - SP CAFELANDIA - SP LINS - SP GUAICARA - SP BIRIGUI - SP BATAGUASSU - MS	ACR7XX6
5	PALMAS - PR	CORONEL VIVIDA - PR HONORIO SERPA - PR PAULO FRONTIN - PR SANTA TEREZINHA DE ITAIPU - PR ITAPEVA - SP SALTO GRANDE - SP IBIRAREMA - SP	ABO7XX8



Rota	Mediana	Alocações	Caminhão
		GUARAPUAVA - PR IMBITUVA - PR PONTA GROSSA - PR IRATI - PR RIO AZUL - PR MANGUEIRINHA - PR SAO JOAO DO IVAI - PR OURINHOS - SP SAO PEDRO DO TURVO - SP RIBEIRAO DO SUL - SP	
6	SALGADO FILHO - PR	SANTA IZABEL DO OESTE - PR FRANCISCO BELTRAO - PR ITAPEJARA D OESTE - PR FOZ DO IGUACU - PR LARANJEIRAS DO SUL - PR QUEDAS DO IGUACU - PR NOVA LARANJEIRAS - PR RIO BONITO DO IGUACU - PR DOIS VIZINHOS - PR	APO7XX8

**Quadro 8 – Cidades alocadas às p-medianas obtidas pelo programa roteirizador.**

Fonte: Autoria própria.

Para cada agrupamento, o método de economias de Clarke e Wright, seção 2.8 retornou rota viável, dispostos a seguir. Para o *cluster* da cidade de Três Lagoas/MS o algoritmo retornou a rota descrita no Quadro 9.

n.	Mediana	Rota viável pelo <i>cluster</i>	Rota percorrida (em Km)
Rota 1	TRES LAGOAS - MS	MEDIANEIRA - PR TRES LAGOAS - MS GUARACAI - SP MIRANDOPOLIS - SP PROMISSAO - SP BURITAMA - SP PRES. EPITACIO - SP SANTO ANASTACIO - SP DRACENA - SP TUPI PAULISTA - SP ANDRADINA - SP MEDIANEIRA - PR	2271,00

**Quadro 9 – Rota 1 obtida pelo programa roteirizador.**

Fonte: Elaborado pelo autor.

O algoritmo definiu o roteamento disposto no Quadro 10 para o agrupamento da cidade de Santo Antônio do Sudoeste/PR.

n.	Mediana	Rota viável pelo <i>cluster</i>	Rota percorrida (em Km)
Rota 2	SANTO ANTONIO DO SUDOESTE - PR	MEDIANEIRA - PR SANTO ANTONIO DO SUDOESTE - PR CAPANEMA - PR NOVA PRATA DO	1546,00

n.	Mediana	Rota viável pelo <i>cluster</i>	Rota percorrida (em Km)
		IGUACU - PR GUARANIACU - PR CASCAVEL - PR FORMOSA DO OESTE - PR BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR IPORA - PR TERRA ROXA - PR NOVA SANTA ROSA - PR MAL. CANDIDO RONDON - PR QUATRO PONTES - PR TOLEDO - PR DIAMANTE DO OESTE - PR SANTA HELENA - PR MISSAL - PR CEU AZUL - PR SANTA TEREZA DO OESTE - PR LINDOESTE - PR CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR REALEZA - PR MEDIANEIRA - PR	

**Quadro 10 – Rota 2 obtida pelo programa roteirizador.**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

A cidade mediana de Bituruna/PR, terceiro agrupamento, teve sua rota definida e apresentada abaixo, no Quadro 11.

n.	Mediana	Rota viável pelo <i>cluster</i>	Rota percorrida (em Km)
Rota 3	BITURUNA - PR	MEDIANEIRA - PR BITURUNA - PR TACIBA - SP TEODORO SAMPAIO - SP ESTRELA DO NORTE - SP PIRAPOZINHO - SP PRES. PRUDENTE - SP PRES. VENCESLAU - SP PRES. BERNARDES - SP ALVARES MACHADO - SP REGENTE FEIJO - SP RANCHARIA - SP ASSIS - SP MARILIA - SP VERA CRUZ - SP GALIA - SP SANTA CRUZ DO RIO	2388,00

n.	Mediana	Rota viável pelo <i>cluster</i>	Rota percorrida (em Km)
		DO PARDO - SP MEDIANEIRA - PR	

**Quadro 11 – Rota 3 obtida pelo programa roteirizador.**

Fonte: Elaborado pelo autor.

O mesmo procedimento foi aplicado ao *cluster* de União da Vitória/PR, conforme Quadro 12.

n.	Mediana	Rota viável pelo <i>cluster</i>	Rota percorrida (em Km)
Rota 4	UNIAO DA VITORIA - PR	MEDIANEIRA - PR UNIAO DA VITORIA - PR BERNARDINO DE CAMPOS - SP HERCULANDIA - SP TUPA - SP GARÇA - SP PIRAJUI - SP GUARANTA - SP CAFELANDIA - SP LINS - SP GUAICARA - SP PENAPOLIS - SP BIRIGUI - SP PARAPUA - SP OSVALDO CRUZ - SP ADAMANTINA - SP PACAEMBU - SP BATAGUASSU - MS MEDIANEIRA - PR	2458,00

**Quadro 12 – Rota 4 obtida pelo programa roteirizador.**

Fonte: Elaborado pelo autor.

As alocações à cidade de Palmas/PR apresentaram como resultado a rota viável dada no Quadro 13.

n.	Mediana	Rota viável pelo <i>cluster</i>	Rota percorrida (em Km)
Rota 5	PALMAS - PR	MEDIANEIRA - PR PALMAS - PR MANGUEIRINHA - PR HONORIO SERPA - PR CORONEL VIVIDA - PR SANTA TEREZINHA DE ITAIPU - PR GUARAPUAVA - PR SAO JOAO DO IVAI - PR PONTA GROSSA - PR ITAPEVA - SP OURINHOS - SP SAO PEDRO DO TURVO - SP RIBEIRAO DO SUL - SP IBIRAREMA - SP	2837,00

n.	Mediana	Rota viável pelo <i>cluster</i>	Rota percorrida (em Km)
		SALTO GRANDE - SP IMBITUVA - PR IRATI - PR RIO AZUL - PR PAULO FRONTIN - PR MEDIANEIRA - PR	

**Quadro 13 – Rota 5 obtida pelo programa roteirizador.**

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por fim, o *cluster* de Salgado Filho/PR retornou a rota disposta no Quadro 14.

n.	Mediana	Rota viável pelo <i>cluster</i>	Rota percorrida (em Km)
Rota 6	SALGADO FILHO- PR	MEDIANEIRA - PR SALGADO FILHO - PR FRANCISCO BELTRAO - PR ITAPEJARA D OESTE - PR FOZ DO IGUACU - PR RIO BONITO DO IGUACU - PR LARANJEIRAS DO SUL - PR NOVA LARANJEIRAS - PR QUEDAS DO IGUACU - PR DOIS VIZINHOS - PR SANTA IZABEL DO OESTE - PR MEDIANEIRA – PR	958,00

**Quadro 14 – Rota 6 obtida pelo programa roteirizador.**

Fonte: Elaborado pelo autor.

O relatório geral emitido pela programação está disposto no Apêndice C deste trabalho. É importante orientar que, as rotas retornadas tinham como origem e destino as cidades-sede fictícias, devido as considerações genéricas do próprio algoritmo Clarke e Wright. Logo, foi adicionado manualmente a cidade sede da empresa, Medianeira/PR, como início de cada rota, e considerando que, não é essência do PCV, seção 2.5, visitar duas cidades no mesmo roteiro e desnecessário, foi excluído a mediana no final do roteiro, e o veículo retorna à cidade sede.

#### 4.1 COMPARAÇÃO DE RESULTADOS

As informações sobre demanda e sequenciamento de rotas gerado pelo modelo foram comparadas com a situação atual da empresa, de acordo com os dados fornecidos por esta.

O Quadro 15 apresenta o mapeamento entre as distâncias (em Km) percorridas pelas 8 rotas, para a primeira quinzena de setembro de 2015.

Rota n.	Km Percorrido
	Situação Atual
Rota 1	2013,40
Rota 2	1853,50
Rota 3	125,00
Rota 4	1420,00
Rota 5	2606,30
Rota 6	2069,30
Rota 7	2693,20
Rota 8	577,20
<b>Total</b>	<b>13357,90</b>

**Quadro 15 – Situação atual das rotas estudadas.**  
Fonte: Elaborado pelo autor.

Apresenta-se no Quadro 16, uma síntese da distância total percorrida pela nova configuração de roteiro, baseado nas cidades atendidas e demanda no período de estudo.

Rota n.	Km Percorrido
	Rota proposta
Rota 1	2271,00
Rota 2	1546,00
Rota 3	2388,00
Rota 4	2458,00
Rota 5	2837,00
Rota 6	958,00
<b>Total</b>	<b>12458,00</b>

**Quadro 16 – Roteiro melhorado através do programa roteirizador.**  
Fonte: Elaborado pelo autor.

Por meio de análises de resultados, verificou-se uma pequena minimização nos custos por meio da estrutura realizada, através de métodos heurísticos. Os dados obtidos indicam que a empresa poderia reduzir cerca de 6,74% da distância

percorrida pelos veículos, impactando positivamente na margem de lucro da empresa.

A eficiência mínima da capacidade também foi calculada para as rotas propostas pelo programa roteirizador elaborado em *Visual Studio*, e apresentado abaixo no Quadro 16, e considera-as eficientes (>75%) em relação à problemática estudada.

<b>Rota n.</b>	<b>Eficiência mínima (%)</b>
Rota 1	99,66
Rota 2	92,66
Rota 3	99,61
Rota 4	99,72
Rota 5	75,33
Rota 6	89,29

**Quadro 17 – Eficiência mínima da capacidade dos veículos da situação atual.**

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Aparentemente, reduziu-se cerca de 900 Km, pode não resultar valor significativo, porém, esses valores se somados a outros roteiros, pode tornar mais um elevado custo logístico.

Ressalta também que, provavelmente essa diminuição de roteiros, de 8 para 6, permite redução de diárias dos motoristas e tempo despendido do carregamento de caminhões.

A redução de custos, deve ser considerada uma preocupação constante dos administradores. Para os custos logísticos, usufruir de uma ferramenta gerencial que permite a melhor tomada de decisão referente à minimização de rotas para as cidades atendidas, reduz riscos, geram maior competitividade, aumentam os níveis de qualidade a qual a empresa está inserida no mercado.

## 5 CONCLUSÕES

Neste trabalho após observação da metodologia utilizada na distribuição física de produtos acabados de uma empresa localizada no extremo oeste paranaense, foram propostas melhorias com utilização de algoritmos heurísticos após apresentação das vantagens que essa ferramenta possibilita auxiliando nas tomadas de decisão e na definição de roteiros mais econômicos.

Fundamentado nos resultados obtidos, foi demonstrado ser possível melhorar o roteamento empregado pela empresa, com possibilidade de elevação dos lucros. Ideal seria que o estudo comparativo se estendesse por período mais prolongado, almejando uma avaliação mais acurada deste ganho em longo prazo.

Conclui-se ainda que, diante dos resultados, a possibilidade de adoção de um sistema de entrega é válida, porém, na escolha do roteirizador desenvolvido, encontra-se algumas barreiras que devem ser solucionadas para a implementação, principalmente na ausência de uma *interface* para entrada de dados (cidades atendidas, capacidade dos caminhões, demanda dos clientes etc.) e na dificuldade para alimentação direta na matriz de distâncias. Ao considerar a execução, além do melhor desempenho financeiro com a redução de gastos, é uma forma de padronização de processo a fim de aumentar a produtividade, possibilitar controles diversos e efetivar lucros.

Recomendações para trabalhos futuros: aplicação de outras heurísticas de roteirização e verificação de distorções de resultados, além de comparações entre métodos; associação de análises de custos à outras restrições (incluindo pedágios, manutenção de veículos, combustível, tempo de viagem) juntamente com o problema de roteirização pura e também considerações relativas à situação física das estradas que também pode influenciar negativamente na escolha do trajeto.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 162p.

ARAKAKI, R. G. I. **Heurística de Localização-Alocação para Problemas de Localização de Facilidades**. 2002, 90 p. (INPE-9572-TDI/837) Tese (Doutorado em Computação Aplicada) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, 2002.

ARENALES, M.; ARMENTANO, V. A.; MORABITO, R.; YANASSE, H. H. **Pesquisa Operacional: para cursos de engenharia**. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

\_\_\_\_\_. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

\_\_\_\_\_. **Logística Empresarial: Transportes, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 2012.

BELFIORE, P.; FÁVERO, L. P. **Pesquisa Operacional para cursos de Administração, Ciências Contábeis e Economia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

BERTAGLIA, P. R. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. São Paulo: Saraiva, 2003.

BOAVENTURA NETTO, P. O.; JURKIEWICZ, S. **Grafos: Introdução e Prática**. São Paulo: Blucher, 2009. 162 p.

BOTELHO, L. G. **Um método para o planejamento operacional da distribuição: aplicação para casos com abastecimento de granéis líquidos** (2003). Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Logística Empresarial, PUC, Rio de Janeiro. 100 p.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D; J. **Logistical management: the integreted supply chain process**. New York: McGraw-Hill, 1996.



CAMPOS, D. S. **Integração de problemas de carregamento e roteamento de veículos com janela de tempo e frota heterogênea**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 121 p. 2008.

CAXITO, F. (Org.). **Logística: Um enfoque prático**. São Paulo: Saraiva, 2011. 328 p.

CHRISTOFIDES, N. **Graph theory: an algorithmic approach**. New York: Academic Press Inc, London, 1975.

\_\_\_\_\_.; N.; CAMPOS, V.; CORBERÁN, A.; MOTA, E.; **An Algorithm for the Rural Postman Problem**. *Imperial College Report ICR.81.5*, London, 1981.

COLOMBO, J. A. A. **Localização e roteamento para serviços de atendimento emergencial – O caso da segurança eletrônica**. (2001). Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Métodos Numéricos em Engenharia, UFPR, Curitiba.

CORRÊA, E. S. Algoritmos genéticos e busca tabu aplicados ao problema das p-medianas. (2000). Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Métodos Numéricos em Engenharia, UFPR, Curitiba. 98 p.

CUNHA, C. B. **Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais**. *Transportes*, v.8, n.2, p.51-74, 2000.

DEMARIA, M. **O operador de transporte multimodal como fator de otimização da logística** (2004). Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC, Florianópolis. 87 p.

EPPSTEIN, D. Finding the k shortest paths. Tech. Report 94-26, Univ. of California, Irvine, Dept. of Information and Computer Science (1994), p. 23. Disponível em <<http://www.ics.uci.edu/~eppstein/pubs/Epp-TR-94-26.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2009.

FRAGA, L. A. F.; BRANDALIZE, A. Administração de Transporte: o grande diferencial logístico. *Revista Ciências Empresariais*, 2008. Disponível em <<http://web.unifil.br/docs/empresarial/3/2.pdf>>. Acesso em 15 set. 2015.

FONTANA, A. M.; AGUIAR, E. M. Logística, Transportes e Adequação Ambiental. In: CAIXETA-FILHO, J. V.; MARTINS, R. S. (Org.). *Gestão Logística do Transporte de Cargas*. São Paulo: Atlas, 2001. Cap. 8. p. 210-211.

FORMIGONI, E. E. Resolução de problemas de roteamento de veículos na entrega de produtos da indústria avícola. (2005). Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Métodos Numéricos em Engenharia, UFPR, Curitiba. 98 p.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. Revista de Administração de Empresas, v. 35, n. 2, mar/abr, 1995.

GOLDBARG, M. C.; LUNA, H. P. L. Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

GONDRAN, M., MINOUX, E. M., Graphs and Algorithms. John Willey e Sons Ltd, 1984, 649p.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. Introdução à Pesquisa Operacional. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

HÖRNER, D. Resolução do problema das P-medianas não capacitado: comparação de algumas técnicas heurísticas. 2009. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2009.

KAUARK, F. S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. Metodologia da pesquisa: Um guia prático. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

KARIV, O. HAKIMI, S. L. The p-median problems. In: an algorithmic approach to network location problems. SIAN Journal on Applied Mathematics, v. 37, p. 539-560, 1979.

LACHTERMARCHER, G. Pesquisa Operacional na tomada de decisões. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LAPORTE, G.; GENDREAU, M.; POTVIN J. Y.; SEMET, F. **Classical and modern heuristics for the vehicle routing problem**, Internacional Transactions in Operations in Operational Research, v. 7, n4/ 5, p. 285- 300, 2000.

MARTINS, P. G.; CAMPOS, P. R. Administração de materiais e recursos patrimoniais. São Paulo: Saraiva, 2005.

MAYERLE, S. F.; Um Algoritmo Genético para Solução do Problema do Caixeiro Viajante; 14° ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção; João Pessoa; 1994.

MERCADO, N. B. G. Técnica de Busca Baseada em Algoritmo Genético para Localização de p-medianas. 2001. 94 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2001.

MLADENOVIC, N; HANSEN, P.; PEREZ, J A M. The p-median problem: A survey of metaheuristic approaches. European Journal of Operational Research, p. 927-939, 2007.

NOVAES, A. G. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição: Estratégia, Operação e Avaliação. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2001. 409 p.

OLIVEIRA, M. J. **O problema de formação de roteiros na entrega de arroz: Um estudo de caso aplicado a uma empresa de beneficiamento de arroz.** 2010. 93 f. TCC (Graduação) - Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica, UFSC, Florianópolis, 2010.

ORLANDELLI, R. **Um modelo markoviano-bayesiano de inteligência artificial para avaliação dinâmica do aprendizado:** aplicação à logística. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2005.

PENOF, D. G.; MELO, E. C.; LUDOVICO, N. (ORG.). Gestão da Produção e Logística. São Paulo: Saraiva, 2013.

RICHARDSON, R. J. Pesquisa social: Métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 1989.

RODRIGUES, S. B. A metaheurística Colônia de Formigas aplicada a um problema de roteamento de veículos: caso da Itaipu Binacional. Dissertação (Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia – área de concentração em programação matemática). Setor de tecnologia e ciências exatas, UFPR, Curitiba, 2007.

SANTOS, A. R. Metodologia científica: a construção do conhecimento. 4. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2001. 144p.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

TAHA, H. A. Pesquisa Operacional: uma visão geral. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

VASCONCELOS, A. **Algoritmos Evolutivos Aplicados à Solução do Problema das  $p$ -medianas**. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática e Computacional). Centro Federal de Educação Tecnológica Federal de Minas Gerais, 2010.

VERGARA, S. C. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

VITOR, A. Determinação do roteamento dos atendimentos de uma empresa de comercialização agrícola – variações de soluções heurísticas (2007). Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Métodos Numéricos em Engenharia, UFPR, Curitiba. 86 p.

WANKE, P. F.; MAGALHÃES, A. Logística para Micro e Pequenas Empresas. São Paulo: Atlas, 2012.

## **APÊNDICE A: DEMANDAS REAIS DA EMPRESA**

O romaneio a seguir representa as 8 viagens programadas pelo responsável do setor logístico, na primeira quinzena do mês de setembro de 2015.

Data de viagem	Caminhão	Rota	Cidade	Demanda (kg)
01/09/2015	ABO7XX8	1	PRES. VENCESLAU - SP	1034,50
		1	PRES. EPITÁCIO - SP	46,20
		1	ESTRELA DO NORTE - SP	597,00
		1	REGENTE FEIJÓ - SP	377,30
		1	TACIBA - SP	90,60
		1	HERCULÂNDIA - SP	137,80
		1	TUPÃ - SP	94,80
		1	PARAPUÃ - SP	851,90
		1	ADAMANTINA - SP	403,20
		1	PACAEMBU - SP	141,00
		1	TRÊS LAGOAS - MS	2013,20
			TOTAL	5787,50
01/09/2015	APO7XX8	2	CEU AZUL - PR	225,70
		2	LINDOESTE - PR	314,50
		2	SANTO ANTONIO DO SUDOESTE - PR	226,60
		2	SANTA IZABEL DO OESTE - PR	506,20
		2	NOVA PRATA DO IGUAÇU - PR	95,40
		2	BOA ESPERANÇA DO IGUAÇU - PR	150,00
		2	FRANCISCO BELTRÃO - PR	795,50
		2	ITAPEJARA D'OESTE - PR	661,40
		2	CORONEL VIVIDA - PR	505,85
		2	HONORIO SERPA - PR	105,00
		2	BITURUNA - PR	231,50
		2	UNIÃO DA VITÓRIA - PR	160,80
		2	PAULO FRONTIN - PR	91,00
			TOTAL	4069,45
01/09/2015	ACR7XX6	3	FOZ DO IGUAÇU - PR	882,25
		3	SANTA TEREZINHA DO ITAIPU - PR	385,35
			TOTAL	1267,60
02/09/2015	ACR7XX6	4	ITAPEVA - SP	1520,00
		4	LARANJEIRAS DO SUL - PR	649,50
			TOTAL	2169,50
08/09/2015	ABO7XX8	5	SANTA TEREZA DO OESTE - PR	275,00
		5	CASCADEL - PR	776,35
		5	GUARANIAÇU - PR	444,50
		5	QUEDAS DO IGUAÇU - PR	910,50
		5	NOVA LARANJEIRAS - PR	589,80
		5	FORMOSA DO OESTE - PR	70,00
		5	PIRAPOZINHO - SP	273,70

<b>Data de viagem</b>	<b>Caminhão</b>	<b>Rota</b>	<b>Cidade</b>	<b>Demanda (kg)</b>
		5	OSVALDO CRUZ - SP	510,20
		5	DRACENA - SP	77,40
		5	TUPI PAULISTA - SP	454,40
		5	ANDRADINA - SP	1118,45
		5	GUARAÇAI - SP	302,90
		5	MIRANDOPOLIS - SP	823,60
		5	PENAPOLIS - SP	132,00
		5	PROMISSÃO - SP	486,20
		5	VERA CRUZ - SP	87,50
		5	GARÇA - SP	207,60
		5	BERNARDINO DE CAMPOS - SP	49,20
		5	SALTO GRANDE - SP	105,70
		5	IBIRAREMA - SP	297,20
			<b>TOTAL</b>	<b>7992,20</b>
08/09/2015	APO7XX8	6	RIO BONITO DO IGUAÇU - PR	596,60
		6	GUARAPUAVA - PR	502,50
		6	IMBUTIVA - PR	409,40
		6	PONTA GROSSA - PR	260,63
		6	IRATI - PR	216,00
		6	RIO AZUL - PR	242,30
		6	PALMAS - PR	531,82
		6	MANGUEIRINHA - PR	839,95
		6	SÃO JOÃO DO IVAÍ - PR	1054,20
		6	DOIS VIZINHOS - PR	1631,18
		6	SALGADO FILHO - PR	192,00
		6	REALEZA - PR	501,10
		6	CAPANEMA - PR	490,50
		6	CAPITÃO LEÔNIDAS MARQUES - PR	61,85
			<b>TOTAL</b>	<b>7530,03</b>
08/09/2015	ABO7XX8	7	ASSIS - SP	639,80
		7	OURINHOS - SP	769,00
		7	SANTA CRUZ DO RIO DO PARDO - SP	1446,50
		7	SÃO PEDRO DO TURVO - SP	323,50
		7	RIBEIRÃO DO SUL - SP	133,80
		7	MARÍLIA - SP	3983,90
		7	GÁLIA - SP	300,00
		7	GUARANTÃ - SP	197,80
		7	PIRAJUÍ - SP	551,00
		7	CAFELÂNDIA - SP	604,00
		7	BATAGUASSU - MS	1584,60
		7	LINS - SP	260,60
		7	GUAÍÇARA - SP	127,80
		7	BIRIGUI - SP	176,80

<b>Data de viagem</b>	<b>Caminhão</b>	<b>Rota</b>	<b>Cidade</b>	<b>Demanda (kg)</b>
		7	BURITAMA - SP	328,80
		7	RANCHARIA - SP	269,55
		7	PRES. PRUDENTE - SP	852,20
		7	ALVARES MACHADO - SP	152,00
		7	PRES. BERNARDES - SP	267,90
		7	SANTO ANASTÁCIO - SP	532,55
		7	TEODORO SAMPAIO - SP	360,40
			<b>TOTAL</b>	<b>13862,50</b>
<b>15/09/2015</b>	<b>ACR7XX6</b>	8	MAL. CÂNDIDO RONDON - PR	568,95
		8	TOLEDO - PR	631,00
		8	IPORÃ - PR	427,10
		8	TERRA ROXA - PR	282,00
		8	NOVA SANTA ROSA - PR	696,55
		8	QUATRO PONTES - PR	207,90
		8	SANTA HELENA - PR	618,40
		8	DIAMANTE DO OESTE - PR	238,00
		8	MISSAL - PR	397,90
			<b>TOTAL</b>	<b>4067,80</b>

Fonte: A Empresa.



**APÊNDICE B: QUILOMETRAGEM PERCORRIDA POR ROTA**

O romaneio a seguir representa as distâncias totais percorridas por cada uma das oito viagens programadas pelo responsável do setor logístico, na primeira quinzena do mês de setembro de 2015.

ROTA 1	
MEDIANEIRA - PR	
PRES. VENCESLAU - SP	578
PRES. EPITÁCIO - SP	37,2
PRES. PRUDENTE - SP	91,8
ESTRELA DO NORTE - SP	55,3
REGENTE FEIJÓ - SP	57,6
TACIBA - SP	26,7
HERCULÂNDIA - SP	161
TUPÃ - SP	23
PARAPUÃ - SP	35,8
ADAMANTINA - SP	35
PACAEMBU - SP	27
TRÊS LAGOAS - MS	148
MEDIANEIRA - PR	737
<b>TOTAL</b>	<b>2013,4</b>
ROTA 2	
MEDIANEIRA - PR	
CEU AZUL - PR	35,8
LINDOESTE - PR	56,3
SANTO ANTONIO DO SUDOESTE - PR	121
SANTA IZABEL DO OESTE - PR	52,4
NOVA PRATA DO IGUAÇU - PR	40,3
BOA ESPERANÇA DO IGUAÇU - PR	241
FRANCISCO BELTRÃO - PR	312
ITAPEJARA D'OESTE - PR	35,3
CORONEL VIVIDA - PR	42,2
HONORIO SERPA - PR	23,8
BITURUNA - PR	246
UNIÃO DA VITÓRIA - PR	84,8
PAULO FRONTIN - PR	41,6
MEDIANEIRA - PR	521
<b>TOTAL</b>	<b>1853,5</b>
ROTA 3	
MEDIANEIRA - PR	
FOZ DO IGUAÇU - PR	59
SANTA TEREZINHA DO ITAIPU - PR	21,7
MEDIANEIRA - PR	44,3
<b>TOTAL</b>	<b>125</b>
ROTA 4	
MEDIANEIRA - PR	
ITAPEVA - SP	708
LARANJEIRAS DO SUL - PR	492
MEDIANEIRA - PR	220
<b>TOTAL</b>	<b>1420</b>
ROTA 5	
MEDIANEIRA - PR	
SANTA TEREZA DO OESTE - PR	63,7

CASCADEL - PR	22,8
GUARANIACU - PR	81,3
QUEDAS DO IGUACU - PR	84,3
NOVA LARANJEIRAS - PR	58,6
FORMOSA DO OESTE - PR	212
BERNARDINO DE CAMPOS - SP	537
SALTO GRANDE - SP	71,3
IBIRAREMA - SP	15,9
PIRAPOZINHO - SP	173
OSVALDO CRUZ - SP	101
DRACENA - SP	83,9
TUPI PAULISTA - SP	18,8
ANDRADINA - SP	60,6
GUARACAI - SP	30,6
MIRANDOPOLIS - SP	25,4
PENAPOLIS - SP	128
PROMISSAO - SP	28,4
VERA CRUZ - SP	115
GARCA - SP	19,7
MEDIANEIRA - PR	675
<b>TOTAL</b>	<b>2606,3</b>
<b>ROTA 6</b>	
MEDIANEIRA - PR	
RIO BONITO DO IGUACU - PR	235
GUARAPUAVA - PR	129
IMBITUVA - PR	129
PONTA GROSSA - PR	68
IRATI - PR	84,5
RIO AZUL - PR	36,6
PALMAS - PR	221
MANGUEIRINHA - PR	66
SAO JOAO DO IVAI - PR	336
DOIS VIZINHOS - PR	381
SALGADO FILHO - PR	99,6
REALEZA - PR	72,1
CAPANEMA - PR	43,7
CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR	47,8
MEDIANEIRA - PR	120
<b>TOTAL</b>	<b>2069,3</b>
<b>ROTA 7</b>	
MEDIANEIRA - PR	
ASSIS - SP	570
OURINHOS - SP	73,2
SANTA CRUZ DO RIO DO PARDO - SP	32,2
SAO PEDRO DO TURVO - SP	22,6

RIBEIRAO DO SUL - SP	30,6
MARILIA - SP	74,8
GALIA - SP	53
GUARANTA - SP	76,5
PIRAJUI - SP	24,4
CAFELANDIA - SP	33,5
BATAGUASSU - MS	351
LINS - SP	333
GUAICARA - SP	13,5
BIRIGUI - SP	77
BURITAMA - SP	37,9
RANCHARIA - SP	181
PRES. PRUDENTE - SP	59
ALVARES MACHADO - SP	13,8
PRES. BERNARDES - SP	16
SANTO ANASTACIO - SP	17,2
TEODORO SAMPAIO - SP	104
MEDIANEIRA - PR	499
<b>TOTAL</b>	<b>2693,2</b>
<b>ROTA 8</b>	
MEDIANEIRA - PR	
MAL. CÂNDIDO RONDON - PR	121
TOLEDO - PR	42
IPORÃ - PR	103
TERRA ROXA - PR	54
NOVA SANTA ROSA - PR	65,9
QUATRO PONTES - PR	19,8
SANTA HELENA - PR	66,4
DIAMANTE DO OESTE - PR	32,9
MISSAL - PR	42,7
MEDIANEIRA - PR	29,5
<b>TOTAL</b>	<b>577,2</b>

Fonte: A Empresa

**APÊNDICE C: RELATÓRIO GERADO PELO ROTEIRIZADOR DESENVOLVIDO**

```

Running main() from gtest_main.cc
[=====] Running 3 tests from 2 test cases.
[-----] Global test environment set-up.
[-----] 2 tests from RotasTest
[ RUN      ] RotasTest.validacaoInicializacaoDoCsv
Cidade PRES. VENCESLAU - SP sendo validada...
Cidade PRES. EPITACIO - SP sendo validada...
Cidade ESTRELA DO NORTE - SP sendo validada...
Cidade REGENTE FEIJO - SP sendo validada...
Cidade TACIBA -SP sendo validada...
Cidade HERCULANDIA - SP sendo validada...
Cidade TUPA - SP sendo validada...
Cidade PARAPUA - SP sendo validada...
Cidade ADAMANTINA - SP sendo validada...
Cidade PACAEMBU - SP sendo validada...
Cidade TRES LAGOAS - MS sendo validada...
Cidade CEU AZUL - PR sendo validada...
Cidade LINDOESTE - PR sendo validada...
Cidade SANTO ANTONIO DO SUDOESTE - PR sendo validada...
Cidade SANTA IZABEL DO OESTE - PR sendo validada...
Cidade NOVA PRATA DO IGUACU - PR sendo validada...
Cidade BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR sendo validada...
Cidade FRANCISCO BELTRAO - PR sendo validada...
Cidade ITAPEJARA D OESTE - PR sendo validada...
Cidade CORONEL VIVIDA - PR sendo validada...
Cidade HONORIO SERPA - PR sendo validada...
Cidade BITURUNA - PR sendo validada...
Cidade UNIAO DA VITORIA - PR sendo validada...
Cidade PAULO FRONTIN - PR sendo validada...
Cidade FOZ DO IGUACU - PR sendo validada...
Cidade SANTA TEREZINHA DE ITAIPU - PR sendo validada...
Cidade ITAPEVA - SP sendo validada...
Cidade LARANJEIRAS DO SUL - PR sendo validada...
Cidade FORMOSA DO OESTE - PR sendo validada...
Cidade PIRAPOZINHO - SP sendo validada...
Cidade OSVALDO CRUZ - SP sendo validada...
Cidade DRACENA - SP sendo validada...
Cidade TUPI PAULISTA - SP sendo validada...
Cidade ANDRADINA - SP sendo validada...
Cidade GUARACAI - SP sendo validada...
Cidade MIRANDOPOLIS - SP sendo validada...
Cidade PENAPOLIS - SP sendo validada...
Cidade PROMISSAO - SP sendo validada...
Cidade VERA CRUZ - SP sendo validada...
Cidade GARCA - SP sendo validada...
Cidade BERNARDINO DE CAMPOS - SP sendo validada...
Cidade SALTO GRANDE - SP sendo validada...
Cidade IBIRAREMA - SP sendo validada...
Cidade SANTA TEREZA DO OESTE - PR sendo validada...
Cidade CASCATEL - PR sendo validada...
Cidade GUARANIACU - PR sendo validada...
Cidade QUEDAS DO IGUACU - PR sendo validada...
Cidade NOVA LARANJEIRAS - PR sendo validada...
Cidade RIO BONITO DO IGUACU - PR sendo validada...
Cidade GUARAPUAVA - PR sendo validada...
Cidade IMBITUVA - PR sendo validada...
Cidade PONTA GROSSA - PR sendo validada...
Cidade IRATI - PR sendo validada...
Cidade RIO AZUL - PR sendo validada...
Cidade PALMAS - PR sendo validada...
Cidade MANGUEIRINHA - PR sendo validada...
Cidade SAO JOAO DO IVAI - PR sendo validada...
Cidade DOIS VIZINHOS - PR sendo validada...
Cidade SALGADO FILHO - PR sendo validada...
Cidade REALEZA - PR sendo validada...
Cidade CAPANEMA - PR sendo validada...
Cidade CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR sendo validada...
Cidade ASSIS - SP sendo validada...
Cidade OURINHOS - SP sendo validada...
Cidade SANTA CRUZ DO RIO DO PARDO - SP sendo validada...
Cidade SAO PEDRO DO TURVO - SP sendo validada...
Cidade RIBEIRAO DO SUL - SP sendo validada...
Cidade MARILIA - SP sendo validada...
Cidade GALIA - SP sendo validada...
Cidade GUARANTA - SP sendo validada...
Cidade PIRAJUI - SP sendo validada...
Cidade CAFELANDIA - SP sendo validada...

```

```

Cidade LINS - SP sendo validada...
Cidade GUAICARA - SP sendo validada...
Cidade BIRIGUI - SP sendo validada...
Cidade BURITAMA - SP sendo validada...
Cidade RANCHARIA - SP sendo validada...
Cidade PRES. PRUDENTE - SP sendo validada...
Cidade ALVARES MACHADO - SP sendo validada...
Cidade PRES. BERNARDES - SP sendo validada...
Cidade SANTO ANASTACIO - SP sendo validada...
Cidade TEODORO SAMPAIO - SP sendo validada...
Cidade BATAGUASSU - MS sendo validada...
Cidade MAL. CANDIDO RONDON - PR sendo validada...
Cidade TOLEDO - PR sendo validada...
Cidade IPORA - PR sendo validada...
Cidade TERRA ROXA - PR sendo validada...
Cidade NOVA SANTA ROSA - PR sendo validada...
Cidade QUATRO PONTES - PR sendo validada...
Cidade SANTA HELENA - PR sendo validada...
Cidade DIAMANTE DO OESTE - PR sendo validada...
Cidade MISSAL - PR sendo validada...
-----
[      OK ] RotasTest.validacaoInicializacaoDoCsv (2739 ms)
[ RUN    ] RotasTest.validacaoInicializacaoCsvComDemandas
Cidade PRES. VENCESLAU - SP sendo validada...
Cidade PRES. EPITACIO - SP sendo validada...
Cidade ESTRELA DO NORTE - SP sendo validada...
Cidade REGENTE FEIJO - SP sendo validada...
Cidade TACIBA -SP sendo validada...
Cidade HERCULANDIA - SP sendo validada...
Cidade TUPA - SP sendo validada...
Cidade PARAPUA - SP sendo validada...
Cidade ADAMANTINA - SP sendo validada...
Cidade PACAEMBU - SP sendo validada...
Cidade TRES LAGOAS - MS sendo validada...
Cidade CEU AZUL - PR sendo validada...
Cidade LINDOESTE - PR sendo validada...
Cidade SANTO ANTONIO DO SUDOESTE - PR sendo validada...
Cidade SANTA IZABEL DO OESTE - PR sendo validada...
Cidade NOVA PRATA DO IGUACU - PR sendo validada...
Cidade BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR sendo validada...
Cidade FRANCISCO BELTRAO - PR sendo validada...
Cidade ITAPEJARA D OESTE - PR sendo validada...
Cidade CORONEL VIVIDA - PR sendo validada...
Cidade HONORIO SERPA - PR sendo validada...
Cidade BITURUNA - PR sendo validada...
Cidade UNIAO DA VITORIA - PR sendo validada...
Cidade PAULO FRONTIN - PR sendo validada...
Cidade FOZ DO IGUACU - PR sendo validada...
Cidade SANTA TEREZINHA DE ITAIPU - PR sendo validada...
Cidade ITAPEVA - SP sendo validada...
Cidade LARANJEIRAS DO SUL - PR sendo validada...
Cidade FORMOSA DO OESTE - PR sendo validada...
Cidade PIRAPOZINHO - SP sendo validada...
Cidade OSVALDO CRUZ - SP sendo validada...
Cidade DRACENA - SP sendo validada...
Cidade TUPI PAULISTA - SP sendo validada...
Cidade ANDRADINA - SP sendo validada...
Cidade GUARACAI - SP sendo validada...
Cidade MIRANDOPOLIS - SP sendo validada...
Cidade PENAPOLIS - SP sendo validada...
Cidade PROMISSAO - SP sendo validada...
Cidade VERA CRUZ - SP sendo validada...
Cidade GARCA - SP sendo validada...
Cidade BERNARDINO DE CAMPOS - SP sendo validada...
Cidade SALTO GRANDE - SP sendo validada...
Cidade IBIRAREMA - SP sendo validada...
Cidade SANTA TEREZA DO OESTE - PR sendo validada...
Cidade CASCAVEL - PR sendo validada...
Cidade GUARANIACU - PR sendo validada...
Cidade QUEDAS DO IGUACU - PR sendo validada...
Cidade NOVA LARANJEIRAS - PR sendo validada...
Cidade RIO BONITO DO IGUACU - PR sendo validada...
Cidade GUARAPUAVA - PR sendo validada...
Cidade IMBITUVA - PR sendo validada...
Cidade PONTA GROSSA - PR sendo validada...
Cidade IRATI - PR sendo validada...
Cidade RIO AZUL - PR sendo validada...

```

```

Cidade PALMAS - PR sendo validada...
Cidade MANGUEIRINHA - PR sendo validada...
Cidade SAO JOAO DO IVAI - PR sendo validada...
Cidade DOIS VIZINHOS - PR sendo validada...
Cidade SALGADO FILHO - PR sendo validada...
Cidade REALEZA - PR sendo validada...
Cidade CAPANEMA - PR sendo validada...
Cidade CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR sendo validada...
Cidade ASSIS - SP sendo validada...
Cidade OURINHOS - SP sendo validada...
Cidade SANTA CRUZ DO RIO DO PARDO - SP sendo validada...
Cidade SAO PEDRO DO TURVO - SP sendo validada...
Cidade RIBEIRAO DO SUL - SP sendo validada...
Cidade MARILIA - SP sendo validada...
Cidade GALIA - SP sendo validada...
Cidade GUARANTA - SP sendo validada...
Cidade PIRAJUI - SP sendo validada...
Cidade CAFELANDIA - SP sendo validada...
Cidade LINS - SP sendo validada...
Cidade GUAICARA - SP sendo validada...
Cidade BIRIGUI - SP sendo validada...
Cidade BURITAMA - SP sendo validada...
Cidade RANCHARIA - SP sendo validada...
Cidade PRES. PRUDENTE - SP sendo validada...
Cidade ALVARES MACHADO - SP sendo validada...
Cidade PRES. BERNARDES - SP sendo validada...
Cidade SANTO ANASTACIO - SP sendo validada...
Cidade TEODORO SAMPAIO - SP sendo validada...
Cidade BATAGUASSU - MS sendo validada...
Cidade MAL. CANDIDO RONDON - PR sendo validada...
Cidade TOLEDO - PR sendo validada...
Cidade IPORA - PR sendo validada...
Cidade TERRA ROXA - PR sendo validada...
Cidade NOVA SANTA ROSA - PR sendo validada...
Cidade QUATRO PONTES - PR sendo validada...
Cidade SANTA HELENA - PR sendo validada...
Cidade DIAMANTE DO OESTE - PR sendo validada...
Cidade MISSAL - PR sendo validada...
-----
[      OK ] RotasTest.validacaoInicializacaoCsvComDemandas (2985 ms)
[-----] 2 tests from RotasTest (5752 ms total)
[-----] 1 test from IntegracaoTest
[ RUN      ] IntegracaoTest.testIntegracao
[Dijkstra] Carregando rotas mais curtas para 92 cidades...
[Teitz & Bart] Definindo 6 sedes...
    - TRES LAGOAS - MS
    - SANTO ANTONIO DO SUDOESTE - PR
    - BITURUNA - PR
    - UNIAO DA VITORIA - PR
    - PALMAS - PR
    - SALGADO FILHO - PR
[Gillett & Johnson] Localizando clusters...
[Gillett & Johnson] Cidades atendidas por TRES LAGOAS - MS
    - PRES. EPITACIO - SP, Distancia: 164Km | Demanda: 46Kg
    - DRACENA - SP, Distancia: 119Km | Demanda: 77Kg
    - TUPI PAULISTA - SP, Distancia: 101Km | Demanda: 454Kg
    - ANDRADINA - SP, Distancia: 41Km | Demanda: 1118Kg
    - GUARACAI - SP, Distancia: 68Km | Demanda: 302Kg
    - MIRANDOPOLIS - SP, Distancia: 85Km | Demanda: 823Kg
    - PROMISSAO - SP, Distancia: 228Km | Demanda: 486Kg
    - BURITAMA - SP, Distancia: 198Km | Demanda: 328Kg
    - SANTO ANASTACIO - SP, Distancia: 188Km | Demanda: 532Kg
[Gillett & Johnson] Cidades atendidas por SANTO ANTONIO DO SUDOESTE - PR
    - CEU AZUL - PR, Distancia: 177Km | Demanda: 225Kg
    - LINDOESTE - PR, Distancia: 121Km | Demanda: 314Kg
    - NOVA PRATA DO IGUACU - PR, Distancia: 92Km | Demanda: 95Kg
    - BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR, Distancia: 297Km | Demanda: 150Kg
    - FORMOSA DO OESTE - PR, Distancia: 267Km | Demanda: 70Kg
    - SANTA TEREZA DO OESTE - PR, Distancia: 150Km | Demanda: 275Kg
    - CASCAVEL - PR, Distancia: 165Km | Demanda: 776Kg
    - GUARANIACU - PR, Distancia: 230Km | Demanda: 444Kg
    - REALEZA - PR, Distancia: 69Km | Demanda: 501Kg
    - CAPANEMA - PR, Distancia: 55Km | Demanda: 490Kg
    - CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR, Distancia: 93Km | Demanda: 61Kg
    - MAL. CANDIDO RONDON - PR, Distancia: 238Km | Demanda: 568Kg
    - TOLEDO - PR, Distancia: 199Km | Demanda: 631Kg
    - IPORA - PR, Distancia: 295Km | Demanda: 427Kg

```



- TERRA ROXA - PR, Distancia: 289Km | Demanda: 282Kg
- NOVA SANTA ROSA - PR, Distancia: 249Km | Demanda: 696Kg
- QUATRO PONTES - PR, Distancia: 230Km | Demanda: 207Kg
- SANTA HELENA - PR, Distancia: 242Km | Demanda: 618Kg
- DIAMANTE DO OESTE - PR, Distancia: 210Km | Demanda: 238Kg
- MISSAL - PR, Distancia: 239Km | Demanda: 397Kg

[Gillett & Johnson] Cidades atendidas por BITURUNA - PR

- PRES. VENCESLAU - SP, Distancia: 642Km | Demanda: 1034Kg
- ESTRELA DO NORTE - SP, Distancia: 553Km | Demanda: 597Kg
- REGENTE FEIJO - SP, Distancia: 574Km | Demanda: 377Kg
- TACIBA - SP, Distancia: 551Km | Demanda: 90Kg
- PIRAPOZINHO - SP, Distancia: 583Km | Demanda: 273Kg
- VERA CRUZ - SP, Distancia: 660Km | Demanda: 87Kg
- ASSIS - SP, Distancia: 572Km | Demanda: 639Kg
- SANTA CRUZ DO RIO DO PARDO - SP, Distancia: 601Km | Demanda: 1446Kg
- MARILIA - SP, Distancia: 646Km | Demanda: 3983Kg
- GALIA - SP, Distancia: 673Km | Demanda: 300Kg
- RANCHARIA - SP, Distancia: 598Km | Demanda: 269Kg
- PRES. PRUDENTE - SP, Distancia: 589Km | Demanda: 852Kg
- ALVARES MACHADO - SP, Distancia: 595Km | Demanda: 152Kg
- PRES. BERNARDES - SP, Distancia: 611Km | Demanda: 267Kg
- TEODORO SAMPAIO - SP, Distancia: 574Km | Demanda: 360Kg

[Gillett & Johnson] Cidades atendidas por UNIAO DA VITORIA - PR

- HERCULANDIA - SP, Distancia: 554Km | Demanda: 137Kg
- TUPA - SP, Distancia: 577Km | Demanda: 94Kg
- PARAPUA - SP, Distancia: 612Km | Demanda: 851Kg
- ADAMANTINA - SP, Distancia: 643Km | Demanda: 403Kg
- PACAEMBU - SP, Distancia: 633Km | Demanda: 141Kg
- OSVALDO CRUZ - SP, Distancia: 622Km | Demanda: 510Kg
- PENAPOLIS - SP, Distancia: 639Km | Demanda: 132Kg
- GARCA - SP, Distancia: 590Km | Demanda: 207Kg
- BERNARDINO DE CAMPOS - SP, Distancia: 535Km | Demanda: 49Kg
- GUARANTA - SP, Distancia: 636Km | Demanda: 197Kg
- PIRAJUI - SP, Distancia: 650Km | Demanda: 551Kg
- CAFELANDIA - SP, Distancia: 649Km | Demanda: 604Kg
- LINS - SP, Distancia: 647Km | Demanda: 260Kg
- GUAICARA - SP, Distancia: 649Km | Demanda: 127Kg
- BIRIGUI - SP, Distancia: 668Km | Demanda: 176Kg
- BATAGUASSU - MS, Distancia: 662Km | Demanda: 1584Kg

[Gillett & Johnson] Cidades atendidas por PALMAS - PR

- CORONEL VIVIDA - PR, Distancia: 90Km | Demanda: 505Kg
- HONORIO SERPA - PR, Distancia: 67Km | Demanda: 105Kg
- PAULO FRONTIN - PR, Distancia: 174Km | Demanda: 91Kg
- SANTA TEREZINHA DE ITAIPU - PR, Distancia: 132Km | Demanda: 385Kg
- ITAPEVA - SP, Distancia: 564Km | Demanda: 1520Kg
- SALTO GRANDE - SP, Distancia: 637Km | Demanda: 105Kg
- IBIRAREMA - SP, Distancia: 648Km | Demanda: 297Kg
- GUARAPUAVA - PR, Distancia: 213Km | Demanda: 502Kg
- IMBITUVA - PR, Distancia: 281Km | Demanda: 409Kg
- PONTA GROSSA - PR, Distancia: 337Km | Demanda: 260Kg
- IRATI - PR, Distancia: 255Km | Demanda: 216Kg
- RIO AZUL - PR, Distancia: 221Km | Demanda: 242Kg
- MANGUEIRINHA - PR, Distancia: 66Km | Demanda: 839Kg
- SAO JOAO DO IVAI - PR, Distancia: 399Km | Demanda: 1054Kg
- OURINHOS - SP, Distancia: 620Km | Demanda: 769Kg
- SAO PEDRO DO TURVO - SP, Distancia: 655Km | Demanda: 323Kg
- RIBEIRAO DO SUL - SP, Distancia: 645Km | Demanda: 133Kg

[Gillett & Johnson] Cidades atendidas por SALGADO FILHO - PR

- SANTA IZABEL DO OESTE - PR, Distancia: 52Km | Demanda: 506Kg
- FRANCISCO BELTRAO - PR, Distancia: 53Km | Demanda: 795Kg
- ITAPEJARA D OESTE - PR, Distancia: 88Km | Demanda: 661Kg
- FOZ DO IGUACU - PR, Distancia: 190Km | Demanda: 882Kg
- LARANJEIRAS DO SUL - PR, Distancia: 190Km | Demanda: 649Kg
- QUEDAS DO IGUACU - PR, Distancia: 168Km | Demanda: 910Kg
- NOVA LARANJEIRAS - PR, Distancia: 217Km | Demanda: 589Kg
- RIO BONITO DO IGUACU - PR, Distancia: 172Km | Demanda: 596Kg
- DOIS VIZINHOS - PR, Distancia: 99Km | Demanda: 1631Kg

[Clarke & Wright] Localizando rotas nos clusters...

Encontrando roteamento para TRES LAGOAS - MS:

Saving de PROMISSAO - SP,BURITAMA - SP = 345Km sendo analisado...

Saving de PRES. EPITACIO - SP,SANTO ANASTACIO - SP = 291Km sendo analisado...

Saving de DRACENA - SP,SANTO ANASTACIO - SP = 222Km sendo analisado...

Saving de DRACENA - SP,TUPI PAULISTA - SP = 202Km sendo analisado...

Saving de TUPI PAULISTA - SP,SANTO ANASTACIO - SP = 202Km sendo analisado...

Saving de PRES. EPITACIO - SP,DRACENA - SP = 187Km sendo analisado...

Saving de PROMISSAO - SP,SANTO ANASTACIO - SP = 181Km sendo analisado...

Saving de PRES. EPITACIO - SP,TUPI PAULISTA - SP = 163Km sendo analisado...

Saving de BURITAMA - SP,SANTO ANASTACIO - SP = 158Km sendo analisado...  
 Saving de MIRANDOPOLIS - SP,PROMISSAO - SP = 157Km sendo analisado...  
 Saving de MIRANDOPOLIS - SP,BURITAMA - SP = 156Km sendo analisado...  
 Saving de DRACENA - SP,PROMISSAO - SP = 136Km sendo analisado...  
 Saving de GUARACAI - SP,MIRANDOPOLIS - SP = 128Km sendo analisado...  
 Saving de GUARACAI - SP,PROMISSAO - SP = 128Km sendo analisado...  
 Saving de GUARACAI - SP,BURITAMA - SP = 127Km sendo analisado...  
 Saving de DRACENA - SP,MIRANDOPOLIS - SP = 116Km sendo analisado...  
 Saving de MIRANDOPOLIS - SP,SANTO ANASTACIO - SP = 116Km sendo analisado...  
 Saving de DRACENA - SP,BURITAMA - SP = 110Km sendo analisado...  
 Saving de TUPI PAULISTA - SP,PROMISSAO - SP = 104Km sendo analisado...  
 Saving de PRES. EPITACIO - SP,PROMISSAO - SP = 99Km sendo analisado...  
 Saving de TUPI PAULISTA - SP,MIRANDOPOLIS - SP = 83Km sendo analisado...  
 Saving de DRACENA - SP,ANDRADINA - SP = 82Km sendo analisado...  
 Saving de DRACENA - SP,GUARACAI - SP = 82Km sendo analisado...  
 Saving de ANDRADINA - SP,SANTO ANASTACIO - SP = 82Km sendo analisado...  
 Saving de TUPI PAULISTA - SP,ANDRADINA - SP = 82Km sendo analisado...  
 Saving de TUPI PAULISTA - SP,BURITAMA - SP = 81Km sendo analisado...  
 Saving de GUARACAI - SP,SANTO ANASTACIO - SP = 81Km sendo analisado...  
 Saving de TUPI PAULISTA - SP,GUARACAI - SP = 81Km sendo analisado...  
 Saving de PRES. EPITACIO - SP,BURITAMA - SP = 79Km sendo analisado...  
 Saving de ANDRADINA - SP,GUARACAI - SP = 79Km sendo analisado...  
 Saving de ANDRADINA - SP,MIRANDOPOLIS - SP = 78Km sendo analisado...  
 Saving de ANDRADINA - SP,PROMISSAO - SP = 78Km sendo analisado...  
 Saving de ANDRADINA - SP,BURITAMA - SP = 78Km sendo analisado...  
 Saving de PRES. EPITACIO - SP,MIRANDOPOLIS - SP = 65Km sendo analisado...  
 Saving de PRES. EPITACIO - SP,ANDRADINA - SP = 46Km sendo analisado...  
 Saving de PRES. EPITACIO - SP,GUARACAI - SP = 45Km sendo analisado...  
 Rota otimizada para cidade sede :  
 R TRES LAGOAS - MS,GUARACAI - SP = 68Km | 302Kg  
 R GUARACAI - SP,MIRANDOPOLIS - SP = 25Km | 823Kg  
 R MIRANDOPOLIS - SP,PROMISSAO - SP = 156Km | 486Kg  
 R PROMISSAO - SP,BURITAMA - SP = 81Km | 328Kg  
 R BURITAMA - SP,PRES. EPITACIO - SP = 283Km | 46Kg  
 R PRES. EPITACIO - SP,SANTO ANASTACIO - SP = 61Km | 532Kg  
 R SANTO ANASTACIO - SP,DRACENA - SP = 85Km | 77Kg  
 R DRACENA - SP,TUPI PAULISTA - SP = 18Km | 454Kg  
 R TUPI PAULISTA - SP,ANDRADINA - SP = 60Km | 1118Kg  
 R ANDRADINA - SP,TRES LAGOAS - MS = 41Km | 2013Kg  
 Distancia total: 878Km | Demanda total: 6179Kg  
 Encontrando roteamento para SANTO ANTONIO DO SUDOESTE - PR:  
 Saving de IPORA - PR,TERRA ROXA - PR = 530Km sendo analisado...  
 Saving de BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR,FORMOSA DO OESTE - PR = 479Km sendo analisado...  
 Saving de TERRA ROXA - PR,NOVA SANTA ROSA - PR = 473Km sendo analisado...  
 Saving de IPORA - PR,NOVA SANTA ROSA - PR = 473Km sendo analisado...  
 Saving de MAL. CANDIDO RONDON - PR,NOVA SANTA ROSA - PR = 469Km sendo analisado...  
 Saving de NOVA SANTA ROSA - PR,QUATRO PONTES - PR = 460Km sendo analisado...  
 Saving de MAL. CANDIDO RONDON - PR,QUATRO PONTES - PR = 459Km sendo analisado...  
 Saving de BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR,IPORA - PR = 449Km sendo analisado...  
 Saving de SANTA HELENA - PR,MISSAL - PR = 447Km sendo analisado...  
 Saving de MAL. CANDIDO RONDON - PR,IPORA - PR = 445Km sendo analisado...  
 Saving de FORMOSA DO OESTE - PR,TERRA ROXA - PR = 444Km sendo analisado...  
 Saving de MAL. CANDIDO RONDON - PR,TERRA ROXA - PR = 444Km sendo analisado...  
 Saving de FORMOSA DO OESTE - PR,IPORA - PR = 440Km sendo analisado...  
 Saving de TERRA ROXA - PR,QUATRO PONTES - PR = 435Km sendo analisado...  
 Saving de IPORA - PR,QUATRO PONTES - PR = 435Km sendo analisado...  
 Saving de MAL. CANDIDO RONDON - PR,SANTA HELENA - PR = 422Km sendo analisado...  
 Saving de SANTA HELENA - PR,DIAMANTE DO OESTE - PR = 420Km sendo analisado...  
 Saving de NOVA SANTA ROSA - PR,SANTA HELENA - PR = 416Km sendo analisado...  
 Saving de FORMOSA DO OESTE - PR,NOVA SANTA ROSA - PR = 412Km sendo analisado...  
 Saving de DIAMANTE DO OESTE - PR,MISSAL - PR = 407Km sendo analisado...  
 Saving de QUATRO PONTES - PR,SANTA HELENA - PR = 406Km sendo analisado...  
 Saving de MAL. CANDIDO RONDON - PR,TOLEDO - PR = 395Km sendo analisado...  
 Saving de TOLEDO - PR,NOVA SANTA ROSA - PR = 395Km sendo analisado...  
 Saving de TOLEDO - PR,QUATRO PONTES - PR = 395Km sendo analisado...  
 Saving de FORMOSA DO OESTE - PR,QUATRO PONTES - PR = 392Km sendo analisado...  
 Saving de FORMOSA DO OESTE - PR,MAL. CANDIDO RONDON - PR = 392Km sendo analisado...  
 Saving de FORMOSA DO OESTE - PR,TOLEDO - PR = 392Km sendo analisado...  
 Saving de IPORA - PR,SANTA HELENA - PR = 391Km sendo analisado...  
 Saving de BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR,TERRA ROXA - PR = 391Km sendo analisado...  
 Saving de TOLEDO - PR,IPORA - PR = 391Km sendo analisado...  
 Saving de TOLEDO - PR,TERRA ROXA - PR = 391Km sendo analisado...  
 Saving de TERRA ROXA - PR,SANTA HELENA - PR = 391Km sendo analisado...  
 Saving de MAL. CANDIDO RONDON - PR,MISSAL - PR = 386Km sendo analisado...  
 Saving de NOVA SANTA ROSA - PR,MISSAL - PR = 379Km sendo analisado...  
 Saving de QUATRO PONTES - PR,MISSAL - PR = 370Km sendo analisado...  
 Saving de BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR,NOVA SANTA ROSA - PR = 362Km sendo analisado...

Saving de MAL. CANDIDO RONDON - PR,DIAMANTE DO OESTE - PR = 358Km sendo analisado...  
Saving de TOLEDO - PR,SANTA HELENA - PR = 357Km sendo analisado...  
Saving de IPORA - PR,MISSAL - PR = 355Km sendo analisado...  
Saving de TERRA ROXA - PR,MISSAL - PR = 354Km sendo analisado...  
Saving de CEU AZUL - PR,MISSAL - PR = 353Km sendo analisado...  
Saving de NOVA SANTA ROSA - PR,DIAMANTE DO OESTE - PR = 352Km sendo analisado...  
Saving de FORMOSA DO OESTE - PR,SANTA HELENA - PR = 351Km sendo analisado...  
Saving de CEU AZUL - PR,SANTA HELENA - PR = 344Km sendo analisado...  
Saving de CEU AZUL - PR,DIAMANTE DO OESTE - PR = 344Km sendo analisado...  
Saving de QUATRO PONTES - PR,DIAMANTE DO OESTE - PR = 342Km sendo analisado...  
Saving de BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR,TOLEDO - PR = 337Km sendo analisado...  
Saving de BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR,QUATRO PONTES - PR = 337Km sendo analisado...  
Saving de BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR,MAL. CANDIDO RONDON - PR = 337Km sendo analisado...  
Saving de TOLEDO - PR,DIAMANTE DO OESTE - PR = 335Km sendo analisado...  
Saving de BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR,GUARANIACU - PR = 330Km sendo analisado...  
Saving de FORMOSA DO OESTE - PR,DIAMANTE DO OESTE - PR = 329Km sendo analisado...  
Saving de IPORA - PR,DIAMANTE DO OESTE - PR = 328Km sendo analisado...  
Saving de BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR,CASCADEL - PR = 328Km sendo analisado...  
Saving de TERRA ROXA - PR,DIAMANTE DO OESTE - PR = 328Km sendo analisado...  
Saving de TOLEDO - PR,MISSAL - PR = 322Km sendo analisado...  
Saving de CASCADEL - PR,NOVA SANTA ROSA - PR = 320Km sendo analisado...  
Saving de FORMOSA DO OESTE - PR,CASCADEL - PR = 320Km sendo analisado...  
Saving de CASCADEL - PR,QUATRO PONTES - PR = 319Km sendo analisado...  
Saving de CASCADEL - PR,IPORA - PR = 319Km sendo analisado...  
Saving de CASCADEL - PR,TOLEDO - PR = 319Km sendo analisado...  
Saving de CASCADEL - PR,MAL. CANDIDO RONDON - PR = 319Km sendo analisado...  
Saving de CASCADEL - PR,TERRA ROXA - PR = 318Km sendo analisado...  
Saving de FORMOSA DO OESTE - PR,MISSAL - PR = 316Km sendo analisado...  
Saving de CASCADEL - PR,GUARANIACU - PR = 314Km sendo analisado...  
Saving de CEU AZUL - PR,TOLEDO - PR = 314Km sendo analisado...  
Saving de GUARANIACU - PR,NOVA SANTA ROSA - PR = 312Km sendo analisado...  
Saving de GUARANIACU - PR,IPORA - PR = 311Km sendo analisado...  
Saving de GUARANIACU - PR,MAL. CANDIDO RONDON - PR = 311Km sendo analisado...  
Saving de GUARANIACU - PR,TOLEDO - PR = 311Km sendo analisado...  
Saving de CEU AZUL - PR,QUATRO PONTES - PR = 311Km sendo analisado...  
Saving de CEU AZUL - PR,NOVA SANTA ROSA - PR = 311Km sendo analisado...  
Saving de CEU AZUL - PR,MAL. CANDIDO RONDON - PR = 311Km sendo analisado...  
Saving de GUARANIACU - PR,QUATRO PONTES - PR = 311Km sendo analisado...  
Saving de GUARANIACU - PR,TERRA ROXA - PR = 310Km sendo analisado...  
Saving de CEU AZUL - PR,FORMOSA DO OESTE - PR = 308Km sendo analisado...  
Saving de CEU AZUL - PR,TERRA ROXA - PR = 307Km sendo analisado...  
Saving de CEU AZUL - PR,IPORA - PR = 307Km sendo analisado...  
Saving de FORMOSA DO OESTE - PR,GUARANIACU - PR = 305Km sendo analisado...  
Saving de CEU AZUL - PR,SANTA TEREZA DO OESTE - PR = 300Km sendo analisado...  
Saving de SANTA TEREZA DO OESTE - PR,MISSAL - PR = 300Km sendo analisado...  
Saving de SANTA TEREZA DO OESTE - PR,SANTA HELENA - PR = 300Km sendo analisado...  
Saving de SANTA TEREZA DO OESTE - PR,DIAMANTE DO OESTE - PR = 300Km sendo analisado...  
Saving de BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR,SANTA HELENA - PR = 296Km sendo analisado...  
Saving de CEU AZUL - PR,BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR = 294Km sendo analisado...  
Saving de CEU AZUL - PR,CASCADEL - PR = 294Km sendo analisado...  
Saving de SANTA TEREZA DO OESTE - PR,QUATRO PONTES - PR = 293Km sendo analisado...  
Saving de CASCADEL - PR,MISSAL - PR = 293Km sendo analisado...  
Saving de SANTA TEREZA DO OESTE - PR,CASCADEL - PR = 293Km sendo analisado...  
Saving de SANTA TEREZA DO OESTE - PR,NOVA SANTA ROSA - PR = 293Km sendo analisado...  
Saving de CASCADEL - PR,SANTA HELENA - PR = 293Km sendo analisado...  
Saving de SANTA TEREZA DO OESTE - PR,MAL. CANDIDO RONDON - PR = 293Km sendo analisado...  
Saving de BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR,SANTA TEREZA DO OESTE - PR = 293Km sendo analisado...  
Saving de CASCADEL - PR,DIAMANTE DO OESTE - PR = 293Km sendo analisado...  
Saving de BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR,DIAMANTE DO OESTE - PR = 293Km sendo analisado...  
Saving de BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR,MISSAL - PR = 293Km sendo analisado...  
Saving de FORMOSA DO OESTE - PR,SANTA TEREZA DO OESTE - PR = 293Km sendo analisado...  
Saving de SANTA TEREZA DO OESTE - PR,IPORA - PR = 292Km sendo analisado...  
Saving de SANTA TEREZA DO OESTE - PR,TOLEDO - PR = 291Km sendo analisado...  
Saving de SANTA TEREZA DO OESTE - PR,TERRA ROXA - PR = 291Km sendo analisado...  
Saving de CEU AZUL - PR,GUARANIACU - PR = 285Km sendo analisado...  
Saving de SANTA TEREZA DO OESTE - PR,GUARANIACU - PR = 285Km sendo analisado...  
Saving de GUARANIACU - PR,SANTA HELENA - PR = 285Km sendo analisado...  
Saving de GUARANIACU - PR,DIAMANTE DO OESTE - PR = 285Km sendo analisado...  
Saving de GUARANIACU - PR,MISSAL - PR = 285Km sendo analisado...  
Saving de LINDOESTE - PR,MAL. CANDIDO RONDON - PR = 242Km sendo analisado...  
Saving de LINDOESTE - PR,DIAMANTE DO OESTE - PR = 242Km sendo analisado...  
Saving de LINDOESTE - PR,MISSAL - PR = 242Km sendo analisado...  
Saving de LINDOESTE - PR,CASCADEL - PR = 242Km sendo analisado...  
Saving de LINDOESTE - PR,TOLEDO - PR = 242Km sendo analisado...  
Saving de LINDOESTE - PR,BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR = 242Km sendo analisado...  
Saving de LINDOESTE - PR,FORMOSA DO OESTE - PR = 242Km sendo analisado...  
Saving de LINDOESTE - PR,SANTA TEREZA DO OESTE - PR = 242Km sendo analisado...

Saving de CEU AZUL - PR,LINDOESTE - PR = 242Km sendo analisado...  
Saving de LINDOESTE - PR,NOVA SANTA ROSA - PR = 242Km sendo analisado...  
Saving de LINDOESTE - PR,SANTA HELENA - PR = 242Km sendo analisado...  
Saving de LINDOESTE - PR,IPORA - PR = 241Km sendo analisado...  
Saving de LINDOESTE - PR,QUATRO PONTES - PR = 241Km sendo analisado...  
Saving de LINDOESTE - PR,TERRA ROXA - PR = 241Km sendo analisado...  
Saving de LINDOESTE - PR,GUARANIACU - PR = 233Km sendo analisado...  
Saving de CEU AZUL - PR,CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR = 186Km sendo analisado...  
Saving de CASCAVEL - PR,CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR = 186Km sendo analisado...  
Saving de CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR,TOLEDO - PR = 185Km sendo analisado...  
Saving de BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR,CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR = 185Km sendo analisado...  
Saving de LINDOESTE - PR,CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR = 185Km sendo analisado...  
Saving de SANTA TEREZA DO OESTE - PR,CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR = 185Km sendo analisado...  
Saving de FORMOSA DO OESTE - PR,CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR = 185Km sendo analisado...  
Saving de CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR,MAL. CANDIDO RONDON - PR = 185Km sendo analisado...  
Saving de CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR,MISSAL - PR = 185Km sendo analisado...  
Saving de CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR,DIAMANTE DO OESTE - PR = 185Km sendo analisado...  
Saving de CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR,SANTA HELENA - PR = 185Km sendo analisado...  
Saving de CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR,NOVA SANTA ROSA - PR = 185Km sendo analisado...  
Saving de CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR,QUATRO PONTES - PR = 184Km sendo analisado...  
Saving de GUARANIACU - PR,CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR = 184Km sendo analisado...  
Saving de CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR,IPORA - PR = 184Km sendo analisado...  
Saving de CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR,TERRA ROXA - PR = 184Km sendo analisado...  
Saving de NOVA PRATA DO IGUACU - PR,GUARANIACU - PR = 165Km sendo analisado...  
Saving de CEU AZUL - PR,NOVA PRATA DO IGUACU - PR = 150Km sendo analisado...  
Saving de NOVA PRATA DO IGUACU - PR,MAL. CANDIDO RONDON - PR = 150Km sendo analisado...  
Saving de NOVA PRATA DO IGUACU - PR,TOLEDO - PR = 150Km sendo analisado...  
Saving de NOVA PRATA DO IGUACU - PR,MISSAL - PR = 150Km sendo analisado...  
Saving de NOVA PRATA DO IGUACU - PR,DIAMANTE DO OESTE - PR = 150Km sendo analisado...  
Saving de NOVA PRATA DO IGUACU - PR,NOVA SANTA ROSA - PR = 150Km sendo analisado...  
Saving de NOVA PRATA DO IGUACU - PR,SANTA HELENA - PR = 150Km sendo analisado...  
Saving de LINDOESTE - PR,NOVA PRATA DO IGUACU - PR = 150Km sendo analisado...  
Saving de NOVA PRATA DO IGUACU - PR,BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR = 150Km sendo analisado...  
Saving de NOVA PRATA DO IGUACU - PR,FORMOSA DO OESTE - PR = 150Km sendo analisado...  
Saving de NOVA PRATA DO IGUACU - PR,SANTA TEREZA DO OESTE - PR = 150Km sendo analisado...  
Saving de NOVA PRATA DO IGUACU - PR,CASCAVEL - PR = 150Km sendo analisado...  
Saving de NOVA PRATA DO IGUACU - PR,IPORA - PR = 149Km sendo analisado...  
Saving de NOVA PRATA DO IGUACU - PR,TERRA ROXA - PR = 149Km sendo analisado...  
Saving de NOVA PRATA DO IGUACU - PR,QUATRO PONTES - PR = 149Km sendo analisado...  
Saving de NOVA PRATA DO IGUACU - PR,CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR = 145Km sendo analisado...  
Saving de REALEZA - PR,CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR = 138Km sendo analisado...  
Saving de CASCAVEL - PR,REALEZA - PR = 138Km sendo analisado...  
Saving de CEU AZUL - PR,REALEZA - PR = 138Km sendo analisado...  
Saving de REALEZA - PR,NOVA SANTA ROSA - PR = 137Km sendo analisado...  
Saving de FORMOSA DO OESTE - PR,REALEZA - PR = 137Km sendo analisado...  
Saving de REALEZA - PR,MAL. CANDIDO RONDON - PR = 137Km sendo analisado...  
Saving de REALEZA - PR,DIAMANTE DO OESTE - PR = 137Km sendo analisado...  
Saving de REALEZA - PR,SANTA HELENA - PR = 137Km sendo analisado...  
Saving de BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR,REALEZA - PR = 137Km sendo analisado...  
Saving de REALEZA - PR,TOLEDO - PR = 137Km sendo analisado...  
Saving de LINDOESTE - PR,REALEZA - PR = 137Km sendo analisado...  
Saving de REALEZA - PR,MISSAL - PR = 137Km sendo analisado...  
Saving de SANTA TEREZA DO OESTE - PR,REALEZA - PR = 137Km sendo analisado...  
Saving de REALEZA - PR,IPORA - PR = 136Km sendo analisado...  
Saving de GUARANIACU - PR,REALEZA - PR = 136Km sendo analisado...  
Saving de REALEZA - PR,QUATRO PONTES - PR = 136Km sendo analisado...  
Saving de REALEZA - PR,TERRA ROXA - PR = 136Km sendo analisado...  
Saving de NOVA PRATA DO IGUACU - PR,REALEZA - PR = 121Km sendo analisado...  
Saving de CASCAVEL - PR,CAPANEMA - PR = 101Km sendo analisado...  
Saving de CAPANEMA - PR,CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR = 101Km sendo analisado...  
Saving de CEU AZUL - PR,CAPANEMA - PR = 101Km sendo analisado...  
Saving de CAPANEMA - PR,MAL. CANDIDO RONDON - PR = 100Km sendo analisado...  
Saving de CAPANEMA - PR,SANTA HELENA - PR = 100Km sendo analisado...  
Saving de SANTA TEREZA DO OESTE - PR,CAPANEMA - PR = 100Km sendo analisado...  
Saving de CAPANEMA - PR,TOLEDO - PR = 100Km sendo analisado...  
Saving de CAPANEMA - PR,NOVA SANTA ROSA - PR = 100Km sendo analisado...  
Saving de LINDOESTE - PR,CAPANEMA - PR = 100Km sendo analisado...  
Saving de CAPANEMA - PR,MISSAL - PR = 100Km sendo analisado...  
Saving de BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR,CAPANEMA - PR = 100Km sendo analisado...  
Saving de FORMOSA DO OESTE - PR,CAPANEMA - PR = 100Km sendo analisado...  
Saving de CAPANEMA - PR,DIAMANTE DO OESTE - PR = 100Km sendo analisado...  
Saving de GUARANIACU - PR,CAPANEMA - PR = 99Km sendo analisado...  
Saving de CAPANEMA - PR,IPORA - PR = 99Km sendo analisado...  
Saving de CAPANEMA - PR,QUATRO PONTES - PR = 99Km sendo analisado...  
Saving de CAPANEMA - PR,TERRA ROXA - PR = 99Km sendo analisado...  
Saving de NOVA PRATA DO IGUACU - PR,CAPANEMA - PR = 82Km sendo analisado...

Saving de REALEZA - PR,CAPANEMA - PR = 81Km sendo analisado...  
 Rota otimizada para cidade sede :  
 R SANTO ANTONIO DO SUDOESTE - PR,CAPANEMA - PR = 55Km | 490Kg  
 R CAPANEMA - PR,NOVA PRATA DO IGUACU - PR = 65Km | 95Kg  
 R NOVA PRATA DO IGUACU - PR,GUARANIACU - PR = 157Km | 444Kg  
 R GUARANIACU - PR,CASCAVEL - PR = 81Km | 776Kg  
 R CASCAVEL - PR,FORMOSA DO OESTE - PR = 112Km | 70Kg  
 R FORMOSA DO OESTE - PR,BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR = 85Km | 150Kg  
 R BOA ESPERANCA DO IGUACU - PR,IPORA - PR = 143Km | 427Kg  
 R IPORA - PR,TERRA ROXA - PR = 54Km | 282Kg  
 R TERRA ROXA - PR,NOVA SANTA ROSA - PR = 65Km | 696Kg  
 R NOVA SANTA ROSA - PR,MAL. CANDIDO RONDON - PR = 18Km | 568Kg  
 R MAL. CANDIDO RONDON - PR,QUATRO PONTES - PR = 9Km | 207Kg  
 R QUATRO PONTES - PR,TOLEDO - PR = 34Km | 631Kg  
 R TOLEDO - PR,DIAMANTE DO OESTE - PR = 74Km | 238Kg  
 R DIAMANTE DO OESTE - PR,SANTA HELENA - PR = 32Km | 618Kg  
 R SANTA HELENA - PR,MISSAL - PR = 34Km | 397Kg  
 R MISSAL - PR,CEU AZUL - PR = 63Km | 225Kg  
 R CEU AZUL - PR,SANTA TEREZA DO OESTE - PR = 27Km | 275Kg  
 R SANTA TEREZA DO OESTE - PR,LINDOESTE - PR = 29Km | 314Kg  
 R LINDOESTE - PR,CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR = 29Km | 61Kg  
 R CAPITAO LEONIDAS MARQUES - PR,REALEZA - PR = 24Km | 501Kg  
 R REALEZA - PR,SANTO ANTONIO DO SUDOESTE - PR = 69Km | 226Kg  
 Distancia total: 1259Km | Demanda total: 7691Kg  
 Encontrando roteamento para BITURUNA - PR:  
 Saving de VERA CRUZ - SP,GALIA - SP = 1295Km sendo analisado...  
 Saving de VERA CRUZ - SP,MARILIA - SP = 1289Km sendo analisado...  
 Saving de MARILIA - SP,GALIA - SP = 1266Km sendo analisado...  
 Saving de PRES. VENCESLAU - SP,PRES. BERNARDES - SP = 1213Km sendo analisado...  
 Saving de ALVARES MACHADO - SP,PRES. BERNARDES - SP = 1190Km sendo analisado...  
 Saving de PRES. VENCESLAU - SP,ALVARES MACHADO - SP = 1189Km sendo analisado...  
 Saving de SANTA CRUZ DO RIO DO PARDO - SP,GALIA - SP = 1177Km sendo analisado...  
 Saving de PRES. PRUDENTE - SP,PRES. BERNARDES - SP = 1175Km sendo analisado...  
 Saving de PRES. VENCESLAU - SP,PRES. PRUDENTE - SP = 1174Km sendo analisado...  
 Saving de PRES. PRUDENTE - SP,ALVARES MACHADO - SP = 1171Km sendo analisado...  
 Saving de PIRAPOZINHO - SP,PRES. PRUDENTE - SP = 1148Km sendo analisado...  
 Saving de PIRAPOZINHO - SP,PRES. BERNARDES - SP = 1148Km sendo analisado...  
 Saving de PRES. VENCESLAU - SP,PIRAPOZINHO - SP = 1147Km sendo analisado...  
 Saving de REGENTE FEIJO - SP,PRES. PRUDENTE - SP = 1146Km sendo analisado...  
 Saving de VERA CRUZ - SP,ASSIS - SP = 1144Km sendo analisado...  
 Saving de ASSIS - SP,MARILIA - SP = 1144Km sendo analisado...  
 Saving de PIRAPOZINHO - SP,ALVARES MACHADO - SP = 1144Km sendo analisado...  
 Saving de REGENTE FEIJO - SP,PRES. BERNARDES - SP = 1143Km sendo analisado...  
 Saving de PRES. VENCESLAU - SP,REGENTE FEIJO - SP = 1142Km sendo analisado...  
 Saving de REGENTE FEIJO - SP,ALVARES MACHADO - SP = 1139Km sendo analisado...  
 Saving de VERA CRUZ - SP,SANTA CRUZ DO RIO DO PARDO - SP = 1136Km sendo analisado...  
 Saving de PRES. VENCESLAU - SP,TEODORO SAMPAIO - SP = 1133Km sendo analisado...  
 Saving de REGENTE FEIJO - SP,PIRAPOZINHO - SP = 1131Km sendo analisado...  
 Saving de SANTA CRUZ DO RIO DO PARDO - SP,MARILIA - SP = 1129Km sendo analisado...  
 Saving de RANCHARIA - SP,PRES. PRUDENTE - SP = 1128Km sendo analisado...  
 Saving de RANCHARIA - SP,PRES. BERNARDES - SP = 1126Km sendo analisado...  
 Saving de PRES. VENCESLAU - SP,RANCHARIA - SP = 1125Km sendo analisado...  
 Saving de VERA CRUZ - SP,RANCHARIA - SP = 1125Km sendo analisado...  
 Saving de MARILIA - SP,RANCHARIA - SP = 1125Km sendo analisado...  
 Saving de RANCHARIA - SP,ALVARES MACHADO - SP = 1122Km sendo analisado...  
 Saving de REGENTE FEIJO - SP,GALIA - SP = 1121Km sendo analisado...  
 Saving de ASSIS - SP,GALIA - SP = 1121Km sendo analisado...  
 Saving de GALIA - SP,PRES. PRUDENTE - SP = 1119Km sendo analisado...  
 Saving de GALIA - SP,PRES. BERNARDES - SP = 1116Km sendo analisado...  
 Saving de PRES. VENCESLAU - SP,GALIA - SP = 1115Km sendo analisado...  
 Saving de REGENTE FEIJO - SP,RANCHARIA - SP = 1115Km sendo analisado...  
 Saving de GALIA - SP,ALVARES MACHADO - SP = 1112Km sendo analisado...  
 Saving de REGENTE FEIJO - SP,VERA CRUZ - SP = 1109Km sendo analisado...  
 Saving de VERA CRUZ - SP,PRES. PRUDENTE - SP = 1107Km sendo analisado...  
 Saving de ESTRELA DO NORTE - SP,PIRAPOZINHO - SP = 1106Km sendo analisado...  
 Saving de VERA CRUZ - SP,PRES. BERNARDES - SP = 1104Km sendo analisado...  
 Saving de PIRAPOZINHO - SP,GALIA - SP = 1104Km sendo analisado...  
 Saving de PRES. VENCESLAU - SP,VERA CRUZ - SP = 1103Km sendo analisado...  
 Saving de GALIA - SP,RANCHARIA - SP = 1103Km sendo analisado...  
 Saving de PIRAPOZINHO - SP,RANCHARIA - SP = 1103Km sendo analisado...  
 Saving de PRES. VENCESLAU - SP,TACIBA -SP = 1102Km sendo analisado...  
 Saving de TACIBA -SP,PRES. PRUDENTE - SP = 1102Km sendo analisado...  
 Saving de TACIBA -SP,PRES. BERNARDES - SP = 1102Km sendo analisado...  
 Saving de VERA CRUZ - SP,ALVARES MACHADO - SP = 1100Km sendo analisado...  
 Saving de REGENTE FEIJO - SP,TACIBA -SP = 1099Km sendo analisado...  
 Saving de TACIBA -SP,ALVARES MACHADO - SP = 1098Km sendo analisado...  
 Saving de ASSIS - SP,RANCHARIA - SP = 1094Km sendo analisado...

Saving de PIRAPOZINHO - SP, VERA CRUZ - SP = 1092Km sendo analisado...  
 Saving de TACIBA -SP, PIRAPOZINHO - SP = 1090Km sendo analisado...  
 Saving de ESTRELA DO NORTE - SP, PRES. BERNARDES - SP = 1088Km sendo analisado...  
 Saving de ESTRELA DO NORTE - SP, PRES. PRUDENTE - SP = 1088Km sendo analisado...  
 Saving de PRES. VENCESLAU - SP, ESTRELA DO NORTE - SP = 1087Km sendo analisado...  
 Saving de ESTRELA DO NORTE - SP, ALVARES MACHADO - SP = 1084Km sendo analisado...  
 Saving de REGENTE FEIJO - SP, MARILIA - SP = 1080Km sendo analisado...  
 Saving de MARILIA - SP, PRES. PRUDENTE - SP = 1078Km sendo analisado...  
 Saving de TACIBA -SP, RANCHARIA - SP = 1077Km sendo analisado...  
 Saving de ASSIS - SP, SANTA CRUZ DO RIO DO PARDO - SP = 1077Km sendo analisado...  
 Saving de MARILIA - SP, PRES. BERNARDES - SP = 1075Km sendo analisado...  
 Saving de PRES. VENCESLAU - SP, MARILIA - SP = 1074Km sendo analisado...  
 Saving de TACIBA -SP, GALIA - SP = 1072Km sendo analisado...  
 Saving de ESTRELA DO NORTE - SP, REGENTE FEIJO - SP = 1071Km sendo analisado...  
 Saving de MARILIA - SP, ALVARES MACHADO - SP = 1071Km sendo analisado...  
 Saving de PIRAPOZINHO - SP, TEODORO SAMPAIO - SP = 1068Km sendo analisado...  
 Saving de PRES. BERNARDES - SP, TEODORO SAMPAIO - SP = 1067Km sendo analisado...  
 Saving de PIRAPOZINHO - SP, MARILIA - SP = 1063Km sendo analisado...  
 Saving de ESTRELA DO NORTE - SP, TEODORO SAMPAIO - SP = 1061Km sendo analisado...  
 Saving de TACIBA -SP, VERA CRUZ - SP = 1060Km sendo analisado...  
 Saving de PRES. PRUDENTE - SP, TEODORO SAMPAIO - SP = 1050Km sendo analisado...  
 Saving de ALVARES MACHADO - SP, TEODORO SAMPAIO - SP = 1046Km sendo analisado...  
 Saving de ESTRELA DO NORTE - SP, GALIA - SP = 1044Km sendo analisado...  
 Saving de ESTRELA DO NORTE - SP, RANCHARIA - SP = 1043Km sendo analisado...  
 Saving de ASSIS - SP, PRES. BERNARDES - SP = 1036Km sendo analisado...  
 Saving de PRES. VENCESLAU - SP, ASSIS - SP = 1034Km sendo analisado...  
 Saving de REGENTE FEIJO - SP, TEODORO SAMPAIO - SP = 1033Km sendo analisado...  
 Saving de ASSIS - SP, PRES. PRUDENTE - SP = 1033Km sendo analisado...  
 Saving de ESTRELA DO NORTE - SP, VERA CRUZ - SP = 1032Km sendo analisado...  
 Saving de REGENTE FEIJO - SP, ASSIS - SP = 1032Km sendo analisado...  
 Saving de ASSIS - SP, ALVARES MACHADO - SP = 1031Km sendo analisado...  
 Saving de SANTA CRUZ DO RIO DO PARDO - SP, RANCHARIA - SP = 1031Km sendo analisado...  
 Saving de TACIBA -SP, MARILIA - SP = 1031Km sendo analisado...  
 Saving de ESTRELA DO NORTE - SP, TACIBA -SP = 1030Km sendo analisado...  
 Saving de PIRAPOZINHO - SP, ASSIS - SP = 1022Km sendo analisado...  
 Saving de TACIBA -SP, ASSIS - SP = 1010Km sendo analisado...  
 Saving de GALIA - SP, TEODORO SAMPAIO - SP = 1006Km sendo analisado...  
 Saving de RANCHARIA - SP, TEODORO SAMPAIO - SP = 1005Km sendo analisado...  
 Saving de ESTRELA DO NORTE - SP, MARILIA - SP = 1003Km sendo analisado...  
 Saving de VERA CRUZ - SP, TEODORO SAMPAIO - SP = 994Km sendo analisado...  
 Saving de TACIBA -SP, TEODORO SAMPAIO - SP = 992Km sendo analisado...  
 Saving de SANTA CRUZ DO RIO DO PARDO - SP, PRES. PRUDENTE - SP = 973Km sendo analisado...  
 Saving de SANTA CRUZ DO RIO DO PARDO - SP, PRES. BERNARDES - SP = 973Km sendo analisado...  
 Saving de PRES. VENCESLAU - SP, SANTA CRUZ DO RIO DO PARDO - SP = 972Km sendo analisado...  
 Saving de REGENTE FEIJO - SP, SANTA CRUZ DO RIO DO PARDO - SP = 970Km sendo analisado...  
 Saving de SANTA CRUZ DO RIO DO PARDO - SP, ALVARES MACHADO - SP = 969Km sendo analisado...  
 Saving de MARILIA - SP, TEODORO SAMPAIO - SP = 965Km sendo analisado...  
 Saving de ESTRELA DO NORTE - SP, ASSIS - SP = 962Km sendo analisado...  
 Saving de PIRAPOZINHO - SP, SANTA CRUZ DO RIO DO PARDO - SP = 960Km sendo analisado...  
 Saving de TACIBA -SP, SANTA CRUZ DO RIO DO PARDO - SP = 948Km sendo analisado...  
 Saving de ASSIS - SP, TEODORO SAMPAIO - SP = 924Km sendo analisado...  
 Saving de ESTRELA DO NORTE - SP, SANTA CRUZ DO RIO DO PARDO - SP = 900Km sendo analisado...  
 Saving de SANTA CRUZ DO RIO DO PARDO - SP, TEODORO SAMPAIO - SP = 862Km sendo analisado...  
 Rota otimizada para cidade sede :  
 R BITURUNA - PR, TACIBA -SP = 551Km | 90Kg  
 R TACIBA -SP, TEODORO SAMPAIO - SP = 133Km | 360Kg  
 R TEODORO SAMPAIO - SP, ESTRELA DO NORTE - SP = 66Km | 597Kg  
 R ESTRELA DO NORTE - SP, PIRAPOZINHO - SP = 30Km | 273Kg  
 R PIRAPOZINHO - SP, PRES. PRUDENTE - SP = 24Km | 852Kg  
 R PRES. PRUDENTE - SP, PRES. VENCESLAU - SP = 57Km | 1034Kg  
 R PRES. VENCESLAU - SP, PRES. BERNARDES - SP = 40Km | 267Kg  
 R PRES. BERNARDES - SP, ALVARES MACHADO - SP = 16Km | 152Kg  
 R ALVARES MACHADO - SP, REGENTE FEIJO - SP = 30Km | 377Kg  
 R REGENTE FEIJO - SP, RANCHARIA - SP = 57Km | 269Kg  
 R RANCHARIA - SP, ASSIS - SP = 76Km | 639Kg  
 R ASSIS - SP, MARILIA - SP = 74Km | 3983Kg  
 R MARILIA - SP, VERA CRUZ - SP = 17Km | 87Kg  
 R VERA CRUZ - SP, GALIA - SP = 38Km | 300Kg  
 R GALIA - SP, SANTA CRUZ DO RIO DO PARDO - SP = 97Km | 1446Kg  
 R SANTA CRUZ DO RIO DO PARDO - SP, BITURUNA - PR = 601Km | 231Kg  
 Distancia total: 1907Km | Demanda total: 10957Kg  
 Encontrando roteamento para UNIAO DA VITORIA - PR:  
 Saving de LINS - SP, GUAICARA - SP = 1283Km sendo analisado...  
 Saving de CAFELANDIA - SP, LINS - SP = 1274Km sendo analisado...  
 Saving de GUARANTA - SP, CAFELANDIA - SP = 1270Km sendo analisado...  
 Saving de CAFELANDIA - SP, GUAICARA - SP = 1268Km sendo analisado...  
 Saving de PIRAJUI - SP, CAFELANDIA - SP = 1266Km sendo analisado...

Saving de PENAPOLIS - SP,BIRIGUI - SP = 1264Km sendo analisado...  
Saving de GUARANTA - SP,PIRAJUI - SP = 1262Km sendo analisado...  
Saving de GUARANTA - SP,LINS - SP = 1251Km sendo analisado...  
Saving de ADAMANTINA - SP,PACAEMBU - SP = 1249Km sendo analisado...  
Saving de PENAPOLIS - SP,GUAICARA - SP = 1248Km sendo analisado...  
Saving de PIRAJUI - SP,LINS - SP = 1246Km sendo analisado...  
Saving de GUARANTA - SP,GUAICARA - SP = 1244Km sendo analisado...  
Saving de PIRAJUI - SP,BIRIGUI - SP = 1240Km sendo analisado...  
Saving de PIRAJUI - SP,GUAICARA - SP = 1240Km sendo analisado...  
Saving de ADAMANTINA - SP,OSVALDO CRUZ - SP = 1238Km sendo analisado...  
Saving de PENAPOLIS - SP,LINS - SP = 1234Km sendo analisado...  
Saving de LINS - SP,BIRIGUI - SP = 1233Km sendo analisado...  
Saving de PARAPUA - SP,OSVALDO CRUZ - SP = 1222Km sendo analisado...  
Saving de PARAPUA - SP,ADAMANTINA - SP = 1220Km sendo analisado...  
Saving de PENAPOLIS - SP,CAFELANDIA - SP = 1218Km sendo analisado...  
Saving de CAFELANDIA - SP,BIRIGUI - SP = 1217Km sendo analisado...  
Saving de PACAEMBU - SP,OSVALDO CRUZ - SP = 1203Km sendo analisado...  
Saving de PARAPUA - SP,BIRIGUI - SP = 1196Km sendo analisado...  
Saving de OSVALDO CRUZ - SP,BIRIGUI - SP = 1194Km sendo analisado...  
Saving de PENAPOLIS - SP,GUARANTA - SP = 1194Km sendo analisado...  
Saving de GUARANTA - SP,BIRIGUI - SP = 1194Km sendo analisado...  
Saving de ADAMANTINA - SP,BIRIGUI - SP = 1192Km sendo analisado...  
Saving de PENAPOLIS - SP,PIRAJUI - SP = 1190Km sendo analisado...  
Saving de PIRAJUI - SP,BIRIGUI - SP = 1189Km sendo analisado...  
Saving de PARAPUA - SP,PACAEMBU - SP = 1188Km sendo analisado...  
Saving de GARCA - SP,CAFELANDIA - SP = 1170Km sendo analisado...  
Saving de GARCA - SP,GUARANTA - SP = 1170Km sendo analisado...  
Saving de GARCA - SP,PIRAJUI - SP = 1162Km sendo analisado...  
Saving de PACAEMBU - SP,BIRIGUI - SP = 1161Km sendo analisado...  
Saving de PARAPUA - SP,PENAPOLIS - SP = 1158Km sendo analisado...  
Saving de OSVALDO CRUZ - SP,PENAPOLIS - SP = 1156Km sendo analisado...  
Saving de TUPA - SP,PARAPUA - SP = 1154Km sendo analisado...  
Saving de TUPA - SP,ADAMANTINA - SP = 1154Km sendo analisado...  
Saving de ADAMANTINA - SP,PENAPOLIS - SP = 1154Km sendo analisado...  
Saving de TUPA - SP,OSVALDO CRUZ - SP = 1152Km sendo analisado...  
Saving de GARCA - SP,LINS - SP = 1150Km sendo analisado...  
Saving de GARCA - SP,GUAICARA - SP = 1144Km sendo analisado...  
Saving de PACAEMBU - SP,BATAGUASSU - MS = 1136Km sendo analisado...  
Saving de PARAPUA - SP,GUAICARA - SP = 1134Km sendo analisado...  
Saving de OSVALDO CRUZ - SP,GUAICARA - SP = 1132Km sendo analisado...  
Saving de ADAMANTINA - SP,GUAICARA - SP = 1130Km sendo analisado...  
Saving de TUPA - SP,BIRIGUI - SP = 1127Km sendo analisado...  
Saving de PARAPUA - SP,LINS - SP = 1126Km sendo analisado...  
Saving de OSVALDO CRUZ - SP,LINS - SP = 1124Km sendo analisado...  
Saving de TUPA - SP,GUAICARA - SP = 1122Km sendo analisado...  
Saving de TUPA - SP,PENAPOLIS - SP = 1122Km sendo analisado...  
Saving de PACAEMBU - SP,PENAPOLIS - SP = 1122Km sendo analisado...  
Saving de ADAMANTINA - SP,LINS - SP = 1122Km sendo analisado...  
Saving de ADAMANTINA - SP,BATAGUASSU - MS = 1121Km sendo analisado...  
Saving de TUPA - SP,PACAEMBU - SP = 1119Km sendo analisado...  
Saving de TUPA - SP,LINS - SP = 1118Km sendo analisado...  
Saving de PARAPUA - SP,CAFELANDIA - SP = 1110Km sendo analisado...  
Saving de HERCULANDIA - SP,ADAMANTINA - SP = 1108Km sendo analisado...  
Saving de HERCULANDIA - SP,OSVALDO CRUZ - SP = 1108Km sendo analisado...  
Saving de HERCULANDIA - SP,PENAPOLIS - SP = 1108Km sendo analisado...  
Saving de HERCULANDIA - SP,LINS - SP = 1108Km sendo analisado...  
Saving de HERCULANDIA - SP,BIRIGUI - SP = 1108Km sendo analisado...  
Saving de OSVALDO CRUZ - SP,CAFELANDIA - SP = 1108Km sendo analisado...  
Saving de HERCULANDIA - SP,TUPA - SP = 1108Km sendo analisado...  
Saving de HERCULANDIA - SP,GUAICARA - SP = 1108Km sendo analisado...  
Saving de HERCULANDIA - SP,PARAPUA - SP = 1108Km sendo analisado...  
Saving de ADAMANTINA - SP,CAFELANDIA - SP = 1107Km sendo analisado...  
Saving de GARCA - SP,BIRIGUI - SP = 1102Km sendo analisado...  
Saving de TUPA - SP,CAFELANDIA - SP = 1102Km sendo analisado...  
Saving de PACAEMBU - SP,GUAICARA - SP = 1098Km sendo analisado...  
Saving de PENAPOLIS - SP,GARCA - SP = 1094Km sendo analisado...  
Saving de PACAEMBU - SP,LINS - SP = 1090Km sendo analisado...  
Saving de PARAPUA - SP,GUARANTA - SP = 1089Km sendo analisado...  
Saving de ADAMANTINA - SP,GUARANTA - SP = 1089Km sendo analisado...  
Saving de TUPA - SP,GUARANTA - SP = 1089Km sendo analisado...  
Saving de HERCULANDIA - SP,CAFELANDIA - SP = 1088Km sendo analisado...  
Saving de OSVALDO CRUZ - SP,GUARANTA - SP = 1087Km sendo analisado...  
Saving de OSVALDO CRUZ - SP,BATAGUASSU - MS = 1084Km sendo analisado...  
Saving de PARAPUA - SP,PIRAJUI - SP = 1082Km sendo analisado...  
Saving de OSVALDO CRUZ - SP,PIRAJUI - SP = 1080Km sendo analisado...  
Saving de ADAMANTINA - SP,PIRAJUI - SP = 1080Km sendo analisado...  
Saving de TUPA - SP,PIRAJUI - SP = 1080Km sendo analisado...

Saving de HERCULANDIA - SP, GUARANTA - SP = 1075Km sendo analisado...  
 Saving de PACAEMBU - SP, CAFELANDIA - SP = 1074Km sendo analisado...  
 Saving de HERCULANDIA - SP, PACAEMBU - SP = 1073Km sendo analisado...  
 Saving de PARAPUA - SP, BATAGUASSU - MS = 1071Km sendo analisado...  
 Saving de HERCULANDIA - SP, PIRAJUI - SP = 1066Km sendo analisado...  
 Saving de ADAMANTINA - SP, GARCA - SP = 1059Km sendo analisado...  
 Saving de TUPA - SP, GARCA - SP = 1059Km sendo analisado...  
 Saving de PARAPUA - SP, GARCA - SP = 1059Km sendo analisado...  
 Saving de OSVALDO CRUZ - SP, GARCA - SP = 1058Km sendo analisado...  
 Saving de PACAEMBU - SP, GUARANTA - SP = 1054Km sendo analisado...  
 Saving de PACAEMBU - SP, PIRAJUI - SP = 1046Km sendo analisado...  
 Saving de BIRIGUI - SP, BATAGUASSU - MS = 1045Km sendo analisado...  
 Saving de HERCULANDIA - SP, GARCA - SP = 1044Km sendo analisado...  
 Saving de BERNARDINO DE CAMPOS - SP, PIRAJUI - SP = 1028Km sendo analisado...  
 Saving de PACAEMBU - SP, GARCA - SP = 1024Km sendo analisado...  
 Saving de CAFELANDIA - SP, BATAGUASSU - MS = 1015Km sendo analisado...  
 Saving de GARCA - SP, BATAGUASSU - MS = 1009Km sendo analisado...  
 Saving de PENAPOLIS - SP, BATAGUASSU - MS = 1008Km sendo analisado...  
 Saving de TUPA - SP, BATAGUASSU - MS = 1006Km sendo analisado...  
 Saving de GUARANTA - SP, BATAGUASSU - MS = 999Km sendo analisado...  
 Saving de BERNARDINO DE CAMPOS - SP, CAFELANDIA - SP = 998Km sendo analisado...  
 Saving de PIRAJUI - SP, BATAGUASSU - MS = 991Km sendo analisado...  
 Saving de LINS - SP, BATAGUASSU - MS = 991Km sendo analisado...  
 Saving de BERNARDINO DE CAMPOS - SP, GUARANTA - SP = 990Km sendo analisado...  
 Saving de GARCA - SP, BERNARDINO DE CAMPOS - SP = 985Km sendo analisado...  
 Saving de GUAICARA - SP, BATAGUASSU - MS = 985Km sendo analisado...  
 Saving de BERNARDINO DE CAMPOS - SP, LINS - SP = 974Km sendo analisado...  
 Saving de BERNARDINO DE CAMPOS - SP, GUAICARA - SP = 970Km sendo analisado...  
 Saving de HERCULANDIA - SP, BERNARDINO DE CAMPOS - SP = 970Km sendo analisado...  
 Saving de OSVALDO CRUZ - SP, BERNARDINO DE CAMPOS - SP = 970Km sendo analisado...  
 Saving de ADAMANTINA - SP, BERNARDINO DE CAMPOS - SP = 970Km sendo analisado...  
 Saving de PARAPUA - SP, BERNARDINO DE CAMPOS - SP = 970Km sendo analisado...  
 Saving de BERNARDINO DE CAMPOS - SP, BIRIGUI - SP = 970Km sendo analisado...  
 Saving de PENAPOLIS - SP, BERNARDINO DE CAMPOS - SP = 970Km sendo analisado...  
 Saving de TUPA - SP, BERNARDINO DE CAMPOS - SP = 970Km sendo analisado...  
 Saving de HERCULANDIA - SP, BATAGUASSU - MS = 961Km sendo analisado...  
 Saving de PACAEMBU - SP, BERNARDINO DE CAMPOS - SP = 935Km sendo analisado...  
 Saving de BERNARDINO DE CAMPOS - SP, BATAGUASSU - MS = 840Km sendo analisado...  
 Rota otimizada para cidade sede :  
 R UNIAO DA VITORIA - PR, BERNARDINO DE CAMPOS - SP = 535Km | 49Kg  
 R BERNARDINO DE CAMPOS - SP, HERCULANDIA - SP = 119Km | 137Kg  
 R HERCULANDIA - SP, TUPA - SP = 23Km | 94Kg  
 R TUPA - SP, GARCA - SP = 108Km | 207Kg  
 R GARCA - SP, PIRAJUI - SP = 78Km | 551Kg  
 R PIRAJUI - SP, GUARANTA - SP = 24Km | 197Kg  
 R GUARANTA - SP, CAFELANDIA - SP = 15Km | 604Kg  
 R CAFELANDIA - SP, LINS - SP = 22Km | 260Kg  
 R LINS - SP, GUAICARA - SP = 13Km | 127Kg  
 R GUAICARA - SP, PENAPOLIS - SP = 40Km | 132Kg  
 R PENAPOLIS - SP, BIRIGUI - SP = 43Km | 176Kg  
 R BIRIGUI - SP, PARAPUA - SP = 84Km | 851Kg  
 R PARAPUA - SP, OSVALDO CRUZ - SP = 12Km | 510Kg  
 R OSVALDO CRUZ - SP, ADAMANTINA - SP = 27Km | 403Kg  
 R ADAMANTINA - SP, PACAEMBU - SP = 27Km | 141Kg  
 R PACAEMBU - SP, BATAGUASSU - MS = 159Km | 1584Kg  
 R BATAGUASSU - MS, UNIAO DA VITORIA - PR = 662Km | 160Kg  
 Distancia total: 1991Km | Demanda total: 6183Kg  
 Encontrando roteamento para PALMAS - PR:  
 Saving de SALTO GRANDE - SP, IBIRAREMA - SP = 1270Km sendo analisado...  
 Saving de SAO PEDRO DO TURVO - SP, RIBEIRAO DO SUL - SP = 1270Km sendo analisado...  
 Saving de IBIRAREMA - SP, RIBEIRAO DO SUL - SP = 1268Km sendo analisado...  
 Saving de SALTO GRANDE - SP, RIBEIRAO DO SUL - SP = 1267Km sendo analisado...  
 Saving de SALTO GRANDE - SP, SAO PEDRO DO TURVO - SP = 1249Km sendo analisado...  
 Saving de IBIRAREMA - SP, SAO PEDRO DO TURVO - SP = 1249Km sendo analisado...  
 Saving de IBIRAREMA - SP, OURINHOS - SP = 1238Km sendo analisado...  
 Saving de OURINHOS - SP, RIBEIRAO DO SUL - SP = 1236Km sendo analisado...  
 Saving de OURINHOS - SP, SAO PEDRO DO TURVO - SP = 1236Km sendo analisado...  
 Saving de SALTO GRANDE - SP, OURINHOS - SP = 1235Km sendo analisado...  
 Saving de ITAPEVA - SP, SAO PEDRO DO TURVO - SP = 999Km sendo analisado...  
 Saving de ITAPEVA - SP, OURINHOS - SP = 975Km sendo analisado...  
 Saving de ITAPEVA - SP, RIBEIRAO DO SUL - SP = 974Km sendo analisado...  
 Saving de ITAPEVA - SP, SALTO GRANDE - SP = 973Km sendo analisado...  
 Saving de ITAPEVA - SP, IBIRAREMA - SP = 973Km sendo analisado...  
 Saving de ITAPEVA - SP, PONTA GROSSA - PR = 674Km sendo analisado...  
 Saving de IBIRAREMA - SP, PONTA GROSSA - PR = 662Km sendo analisado...  
 Saving de SALTO GRANDE - SP, PONTA GROSSA - PR = 662Km sendo analisado...  
 Saving de PONTA GROSSA - PR, RIBEIRAO DO SUL - SP = 662Km sendo analisado...



Saving de PONTA GROSSA - PR,SAO PEDRO DO TURVO - SP = 662Km sendo analisado...  
Saving de PONTA GROSSA - PR,OURINHOS - SP = 662Km sendo analisado...  
Saving de IMBITUVA - PR,RIBEIRAO DO SUL - SP = 562Km sendo analisado...  
Saving de IMBITUVA - PR,SAO PEDRO DO TURVO - SP = 562Km sendo analisado...  
Saving de IBIRAREMA - SP,IMBITUVA - PR = 561Km sendo analisado...  
Saving de SALTO GRANDE - SP,IMBITUVA - PR = 561Km sendo analisado...  
Saving de IMBITUVA - PR,OURINHOS - SP = 561Km sendo analisado...  
Saving de ITAPEVA - SP,IMBITUVA - PR = 558Km sendo analisado...  
Saving de IMBITUVA - PR,PONTA GROSSA - PR = 550Km sendo analisado...  
Saving de IMBITUVA - PR,IRATI - PR = 509Km sendo analisado...  
Saving de IRATI - PR,RIBEIRAO DO SUL - SP = 509Km sendo analisado...  
Saving de IRATI - PR,SAO PEDRO DO TURVO - SP = 509Km sendo analisado...  
Saving de IBIRAREMA - SP,IRATI - PR = 508Km sendo analisado...  
Saving de IRATI - PR,OURINHOS - SP = 508Km sendo analisado...  
Saving de ITAPEVA - SP,IRATI - PR = 508Km sendo analisado...  
Saving de PONTA GROSSA - PR,IRATI - PR = 508Km sendo analisado...  
Saving de SALTO GRANDE - SP,IRATI - PR = 508Km sendo analisado...  
Saving de SAO JOAO DO IVAI - PR,OURINHOS - SP = 479Km sendo analisado...  
Saving de IBIRAREMA - SP,SAO JOAO DO IVAI - PR = 477Km sendo analisado...  
Saving de SAO JOAO DO IVAI - PR,RIBEIRAO DO SUL - SP = 475Km sendo analisado...  
Saving de SAO JOAO DO IVAI - PR,SAO PEDRO DO TURVO - SP = 475Km sendo analisado...  
Saving de SALTO GRANDE - SP,SAO JOAO DO IVAI - PR = 474Km sendo analisado...  
Saving de ITAPEVA - SP,SAO JOAO DO IVAI - PR = 444Km sendo analisado...  
Saving de PONTA GROSSA - PR,SAO JOAO DO IVAI - PR = 444Km sendo analisado...  
Saving de RIO AZUL - PR,RIBEIRAO DO SUL - SP = 441Km sendo analisado...  
Saving de IBIRAREMA - SP,RIO AZUL - PR = 441Km sendo analisado...  
Saving de SALTO GRANDE - SP,RIO AZUL - PR = 441Km sendo analisado...  
Saving de IMBITUVA - PR,RIO AZUL - PR = 441Km sendo analisado...  
Saving de RIO AZUL - PR,OURINHOS - SP = 441Km sendo analisado...  
Saving de RIO AZUL - PR,SAO PEDRO DO TURVO - SP = 441Km sendo analisado...  
Saving de IRATI - PR,RIO AZUL - PR = 440Km sendo analisado...  
Saving de ITAPEVA - SP,RIO AZUL - PR = 440Km sendo analisado...  
Saving de PONTA GROSSA - PR,RIO AZUL - PR = 440Km sendo analisado...  
Saving de GUARAPUAVA - PR,SAO JOAO DO IVAI - PR = 418Km sendo analisado...  
Saving de GUARAPUAVA - PR,SAO PEDRO DO TURVO - SP = 399Km sendo analisado...  
Saving de GUARAPUAVA - PR,RIBEIRAO DO SUL - SP = 399Km sendo analisado...  
Saving de GUARAPUAVA - PR,OURINHOS - SP = 399Km sendo analisado...  
Saving de IBIRAREMA - SP,GUARAPUAVA - PR = 398Km sendo analisado...  
Saving de SALTO GRANDE - SP,GUARAPUAVA - PR = 398Km sendo analisado...  
Saving de ITAPEVA - SP,GUARAPUAVA - PR = 395Km sendo analisado...  
Saving de GUARAPUAVA - PR,PONTA GROSSA - PR = 387Km sendo analisado...  
Saving de GUARAPUAVA - PR,IMBITUVA - PR = 365Km sendo analisado...  
Saving de GUARAPUAVA - PR,IRATI - PR = 364Km sendo analisado...  
Saving de IMBITUVA - PR,SAO JOAO DO IVAI - PR = 363Km sendo analisado...  
Saving de IRATI - PR,SAO JOAO DO IVAI - PR = 362Km sendo analisado...  
Saving de PAULO FRONTIN - PR,SAO PEDRO DO TURVO - SP = 341Km sendo analisado...  
Saving de PAULO FRONTIN - PR,RIBEIRAO DO SUL - SP = 341Km sendo analisado...  
Saving de PAULO FRONTIN - PR,SALTO GRANDE - SP = 340Km sendo analisado...  
Saving de PAULO FRONTIN - PR,IMBITUVA - PR = 340Km sendo analisado...  
Saving de PAULO FRONTIN - PR,PONTA GROSSA - PR = 340Km sendo analisado...  
Saving de PAULO FRONTIN - PR,IRATI - PR = 340Km sendo analisado...  
Saving de PAULO FRONTIN - PR,RIO AZUL - PR = 340Km sendo analisado...  
Saving de PAULO FRONTIN - PR,OURINHOS - SP = 340Km sendo analisado...  
Saving de PAULO FRONTIN - PR,IBIRAREMA - SP = 340Km sendo analisado...  
Saving de PAULO FRONTIN - PR,ITAPEVA - SP = 340Km sendo analisado...  
Saving de GUARAPUAVA - PR,RIO AZUL - PR = 294Km sendo analisado...  
Saving de RIO AZUL - PR,SAO JOAO DO IVAI - PR = 292Km sendo analisado...  
Saving de PAULO FRONTIN - PR,SAO JOAO DO IVAI - PR = 257Km sendo analisado...  
Saving de PAULO FRONTIN - PR,GUARAPUAVA - PR = 194Km sendo analisado...  
Saving de CORONEL VIVIDA - PR,SANTA TEREZINHA DE ITAIPU - PR = 180Km sendo analisado...  
Saving de SANTA TEREZINHA DE ITAIPU - PR,GUARAPUAVA - PR = 151Km sendo analisado...  
Saving de CORONEL VIVIDA - PR,SAO JOAO DO IVAI - PR = 144Km sendo analisado...  
Saving de SANTA TEREZINHA DE ITAIPU - PR,SAO JOAO DO IVAI - PR = 144Km sendo analisado...  
Saving de CORONEL VIVIDA - PR,GUARAPUAVA - PR = 144Km sendo analisado...  
Saving de CORONEL VIVIDA - PR,HONORIO SERPA - PR = 134Km sendo analisado...  
Saving de HONORIO SERPA - PR,SANTA TEREZINHA DE ITAIPU - PR = 134Km sendo analisado...  
Saving de SANTA TEREZINHA DE ITAIPU - PR,IBIRAREMA - SP = 134Km sendo analisado...  
Saving de MANGUEIRINHA - PR,SAO JOAO DO IVAI - PR = 129Km sendo analisado...  
Saving de GUARAPUAVA - PR,MANGUEIRINHA - PR = 129Km sendo analisado...  
Saving de SANTA TEREZINHA DE ITAIPU - PR,OURINHOS - SP = 124Km sendo analisado...  
Saving de SANTA TEREZINHA DE ITAIPU - PR,RIBEIRAO DO SUL - SP = 124Km sendo analisado...  
Saving de SANTA TEREZINHA DE ITAIPU - PR,SAO PEDRO DO TURVO - SP = 124Km sendo analisado...  
Saving de SANTA TEREZINHA DE ITAIPU - PR,SALTO GRANDE - SP = 123Km sendo analisado...  
Saving de CORONEL VIVIDA - PR,IBIRAREMA - SP = 121Km sendo analisado...  
Saving de CORONEL VIVIDA - PR,SAO PEDRO DO TURVO - SP = 121Km sendo analisado...  
Saving de CORONEL VIVIDA - PR,OURINHOS - SP = 121Km sendo analisado...  
Saving de CORONEL VIVIDA - PR,RIBEIRAO DO SUL - SP = 121Km sendo analisado...

Saving de CORONEL VIVIDA - PR,SALTO GRANDE - SP = 121Km sendo analisado...  
 Saving de SANTA TEREZINHA DE ITAIPU - PR,ITAPEVA - SP = 120Km sendo analisado...  
 Saving de CORONEL VIVIDA - PR,ITAPEVA - SP = 117Km sendo analisado...  
 Saving de SANTA TEREZINHA DE ITAIPU - PR,PONTA GROSSA - PR = 112Km sendo analisado...  
 Saving de CORONEL VIVIDA - PR,PONTA GROSSA - PR = 110Km sendo analisado...  
 Saving de IBIRAREMA - SP,MANGUEIRINHA - PR = 107Km sendo analisado...  
 Saving de MANGUEIRINHA - PR,OURINHOS - SP = 107Km sendo analisado...  
 Saving de MANGUEIRINHA - PR,SAO PEDRO DO TURVO - SP = 107Km sendo analisado...  
 Saving de MANGUEIRINHA - PR,RIBEIRAO DO SUL - SP = 107Km sendo analisado...  
 Saving de SALTO GRANDE - SP,MANGUEIRINHA - PR = 106Km sendo analisado...  
 Saving de ITAPEVA - SP,MANGUEIRINHA - PR = 103Km sendo analisado...  
 Saving de HONORIO SERPA - PR,GUARAPUAVA - PR = 101Km sendo analisado...  
 Saving de HONORIO SERPA - PR,SAO JOAO DO IVAI - PR = 101Km sendo analisado...  
 Saving de SANTA TEREZINHA DE ITAIPU - PR,MANGUEIRINHA - PR = 100Km sendo analisado...  
 Saving de CORONEL VIVIDA - PR,MANGUEIRINHA - PR = 100Km sendo analisado...  
 Saving de PONTA GROSSA - PR,MANGUEIRINHA - PR = 95Km sendo analisado...  
 Saving de SANTA TEREZINHA DE ITAIPU - PR,IMBITUVA - PR = 90Km sendo analisado...  
 Saving de SANTA TEREZINHA DE ITAIPU - PR,IRATI - PR = 89Km sendo analisado...  
 Saving de CORONEL VIVIDA - PR,IMBITUVA - PR = 88Km sendo analisado...  
 Saving de CORONEL VIVIDA - PR,IRATI - PR = 86Km sendo analisado...  
 Saving de HONORIO SERPA - PR,IBIRAREMA - SP = 78Km sendo analisado...  
 Saving de HONORIO SERPA - PR,SALTO GRANDE - SP = 78Km sendo analisado...  
 Saving de HONORIO SERPA - PR,RIBEIRAO DO SUL - SP = 78Km sendo analisado...  
 Saving de HONORIO SERPA - PR,SAO PEDRO DO TURVO - SP = 78Km sendo analisado...  
 Saving de HONORIO SERPA - PR,OURINHOS - SP = 78Km sendo analisado...  
 Saving de HONORIO SERPA - PR,ITAPEVA - SP = 75Km sendo analisado...  
 Saving de IMBITUVA - PR,MANGUEIRINHA - PR = 73Km sendo analisado...  
 Saving de IRATI - PR,MANGUEIRINHA - PR = 71Km sendo analisado...  
 Saving de HONORIO SERPA - PR,PONTA GROSSA - PR = 66Km sendo analisado...  
 Saving de HONORIO SERPA - PR,MANGUEIRINHA - PR = 57Km sendo analisado...  
 Saving de HONORIO SERPA - PR,IMBITUVA - PR = 45Km sendo analisado...  
 Saving de HONORIO SERPA - PR,IRATI - PR = 43Km sendo analisado...  
 Saving de SANTA TEREZINHA DE ITAIPU - PR,RIO AZUL - PR = 19Km sendo analisado...  
 Saving de CORONEL VIVIDA - PR,RIO AZUL - PR = 16Km sendo analisado...  
 Saving de RIO AZUL - PR,MANGUEIRINHA - PR = 1Km sendo analisado...  
 Saving de HONORIO SERPA - PR,RIO AZUL - PR = 0Km sendo analisado...  
 Saving de CORONEL VIVIDA - PR,PAULO FRONTIN - PR = 0Km sendo analisado...  
 Saving de HONORIO SERPA - PR,PAULO FRONTIN - PR = 0Km sendo analisado...  
 Saving de PAULO FRONTIN - PR,MANGUEIRINHA - PR = 0Km sendo analisado...  
 Saving de PAULO FRONTIN - PR,SANTA TEREZINHA DE ITAIPU - PR = 0Km sendo analisado...  
 Rota otimizada para cidade sede :  
 R PALMAS - PR,MANGUEIRINHA - PR = 66Km | 839Kg  
 R MANGUEIRINHA - PR,HONORIO SERPA - PR = 76Km | 105Kg  
 R HONORIO SERPA - PR,CORONEL VIVIDA - PR = 23Km | 505Kg  
 R CORONEL VIVIDA - PR,SANTA TEREZINHA DE ITAIPU - PR = 42Km | 385Kg  
 R SANTA TEREZINHA DE ITAIPU - PR,GUARAPUAVA - PR = 194Km | 502Kg  
 R GUARAPUAVA - PR,SAO JOAO DO IVAI - PR = 194Km | 1054Kg  
 R SAO JOAO DO IVAI - PR,PONTA GROSSA - PR = 292Km | 260Kg  
 R PONTA GROSSA - PR,ITAPEVA - SP = 227Km | 1520Kg  
 R ITAPEVA - SP,OURINHOS - SP = 209Km | 769Kg  
 R OURINHOS - SP,SAO PEDRO DO TURVO - SP = 39Km | 323Kg  
 R SAO PEDRO DO TURVO - SP,RIBEIRAO DO SUL - SP = 30Km | 133Kg  
 R RIBEIRAO DO SUL - SP,IBIRAREMA - SP = 25Km | 297Kg  
 R IBIRAREMA - SP,SALTO GRANDE - SP = 15Km | 105Kg  
 R SALTO GRANDE - SP,IMBITUVA - PR = 357Km | 409Kg  
 R IMBITUVA - PR,IRATI - PR = 27Km | 216Kg  
 R IRATI - PR,RIO AZUL - PR = 36Km | 242Kg  
 R RIO AZUL - PR,PAULO FRONTIN - PR = 55Km | 91Kg  
 R PAULO FRONTIN - PR,PALMAS - PR = 174Km | 531Kg  
 Distancia total: 2081Km | Demanda total: 8286Kg  
 Encontrando roteamento para SALGADO FILHO - PR:  
 Saving de LARANJEIRAS DO SUL - PR,NOVA LARANJEIRAS - PR = 365Km sendo analisado...  
 Saving de LARANJEIRAS DO SUL - PR,RIO BONITO DO IGUACU - PR = 344Km sendo analisado...  
 Saving de NOVA LARANJEIRAS - PR,RIO BONITO DO IGUACU - PR = 335Km sendo analisado...  
 Saving de QUEDAS DO IGUACU - PR,NOVA LARANJEIRAS - PR = 327Km sendo analisado...  
 Saving de LARANJEIRAS DO SUL - PR,QUEDAS DO IGUACU - PR = 289Km sendo analisado...  
 Saving de QUEDAS DO IGUACU - PR,RIO BONITO DO IGUACU - PR = 256Km sendo analisado...  
 Saving de FOZ DO IGUACU - PR,RIO BONITO DO IGUACU - PR = 211Km sendo analisado...  
 Saving de FOZ DO IGUACU - PR,LARANJEIRAS DO SUL - PR = 211Km sendo analisado...  
 Saving de FOZ DO IGUACU - PR,NOVA LARANJEIRAS - PR = 202Km sendo analisado...  
 Saving de QUEDAS DO IGUACU - PR,DOIS VIZINHOS - PR = 198Km sendo analisado...  
 Saving de NOVA LARANJEIRAS - PR,DOIS VIZINHOS - PR = 189Km sendo analisado...  
 Saving de ITAPEJARA D OESTE - PR,LARANJEIRAS DO SUL - PR = 174Km sendo analisado...  
 Saving de ITAPEJARA D OESTE - PR,RIO BONITO DO IGUACU - PR = 174Km sendo analisado...  
 Saving de FOZ DO IGUACU - PR,QUEDAS DO IGUACU - PR = 174Km sendo analisado...  
 Saving de ITAPEJARA D OESTE - PR,FOZ DO IGUACU - PR = 173Km sendo analisado...  
 Saving de ITAPEJARA D OESTE - PR,NOVA LARANJEIRAS - PR = 165Km sendo analisado...

```

Saving de RIO BONITO DO IGUACU - PR,DOIS VIZINHOS - PR = 163Km sendo analisado...
Saving de LARANJEIRAS DO SUL - PR,DOIS VIZINHOS - PR = 163Km sendo analisado...
Saving de ITAPEJARA D OESTE - PR,QUEDAS DO IGUACU - PR = 158Km sendo analisado...
Saving de ITAPEJARA D OESTE - PR,DOIS VIZINHOS - PR = 146Km sendo analisado...
Saving de FOZ DO IGUACU - PR,DOIS VIZINHOS - PR = 143Km sendo analisado...
Saving de FRANCISCO BELTRAO - PR,RIO BONITO DO IGUACU - PR = 106Km sendo analisado...
Saving de FRANCISCO BELTRAO - PR,LARANJEIRAS DO SUL - PR = 106Km sendo analisado...
Saving de FRANCISCO BELTRAO - PR,FOZ DO IGUACU - PR = 106Km sendo analisado...
Saving de FRANCISCO BELTRAO - PR,ITAPEJARA D OESTE - PR = 106Km sendo analisado...
Saving de FRANCISCO BELTRAO - PR,QUEDAS DO IGUACU - PR = 105Km sendo analisado...
Saving de FRANCISCO BELTRAO - PR,DOIS VIZINHOS - PR = 104Km sendo analisado...
Saving de SANTA IZABEL DO OESTE - PR,QUEDAS DO IGUACU - PR = 100Km sendo analisado...
Saving de SANTA IZABEL DO OESTE - PR,DOIS VIZINHOS - PR = 99Km sendo analisado...
Saving de FRANCISCO BELTRAO - PR,NOVA LARANJEIRAS - PR = 97Km sendo analisado...
Saving de SANTA IZABEL DO OESTE - PR,NOVA LARANJEIRAS - PR = 91Km sendo analisado...
Saving de SANTA IZABEL DO OESTE - PR,RIO BONITO DO IGUACU - PR = 66Km sendo analisado...
Saving de SANTA IZABEL DO OESTE - PR,LARANJEIRAS DO SUL - PR = 66Km sendo analisado...
Saving de SANTA IZABEL DO OESTE - PR,ITAPEJARA D OESTE - PR = 48Km sendo analisado...
Saving de SANTA IZABEL DO OESTE - PR,FOZ DO IGUACU - PR = 45Km sendo analisado...
Saving de SANTA IZABEL DO OESTE - PR,FRANCISCO BELTRAO - PR = 40Km sendo analisado...
Rota otimizada para cidade sede :
R SALGADO FILHO - PR,FRANCISCO BELTRAO - PR = 53Km | 795Kg
R FRANCISCO BELTRAO - PR,ITAPEJARA D OESTE - PR = 35Km | 661Kg
R ITAPEJARA D OESTE - PR,FOZ DO IGUACU - PR = 105Km | 882Kg
R FOZ DO IGUACU - PR,RIO BONITO DO IGUACU - PR = 151Km | 596Kg
R RIO BONITO DO IGUACU - PR,LARANJEIRAS DO SUL - PR = 18Km | 649Kg
R LARANJEIRAS DO SUL - PR,NOVA LARANJEIRAS - PR = 42Km | 589Kg
R NOVA LARANJEIRAS - PR,QUEDAS DO IGUACU - PR = 58Km | 910Kg
R QUEDAS DO IGUACU - PR,DOIS VIZINHOS - PR = 69Km | 1631Kg
R DOIS VIZINHOS - PR,SANTA IZABEL DO OESTE - PR = 52Km | 506Kg
R SANTA IZABEL DO OESTE - PR,SALGADO FILHO - PR = 52Km | 192Kg
Distancia total: 635Km | Demanda total: 7411Kg
-----
[          OK ] IntegracaoTest.testIntegracao (27238 ms)
[-----] 1 test from IntegracaoTest (27241 ms total)
[-----] Global test environment tear-down
[=====] 3 tests from 2 test cases ran. (33009 ms total)
[ PASSED ] 3 tests.
Pressione qualquer tecla para continuar. . .

```