



Roteirização de Veículos

Prof. Fernando Augusto Silva Marins

www.feg.unesp.br/~fmarins

fmarins@feg.unesp.br

Sumário

- Introdução
- Roteirização sem restrições
- Roteirização com Restrições
- Softwares de Roteirização
- TMS – *Transportation Management Systems*

Roteirização de Veículos

Conceituação

- Um Problema Real de Roteirização é definido por três fatores fundamentais:
 - ✓ Decisões;
 - ✓ Objetivos;
 - ✓ Restrições.

Roteirização de Veículos

- As **Decisões** dizem respeito a alocação de veículos a grupos de clientes (programação e seqüenciamento das visitas);
- Como **Objetivos** principais visa propiciar um serviço de alto nível aos clientes, mantendo custos operacionais e de capital baixos;
- Deve obedecer às **Restrições**: completar as rotas com os recursos disponíveis, respeitando os limites de tempo da jornada de trabalho, além das restrições de trânsito (limites de velocidades, horários de carga/descarga, tamanho máximo dos veículos nas vias públicas e outros.

Exemplos de Problemas de Roteirização:

- Entrega, em domicílio, de produtos comprados nas lojas de varejo ou pela Internet;
- Distribuição de produtos dos CDs para lojas de varejo;
- Distribuição de bebidas em bares e restaurantes;
- Coleta de lixo urbano;
- Distribuição de combustíveis para postos de gasolina;
- *Milk Run*.

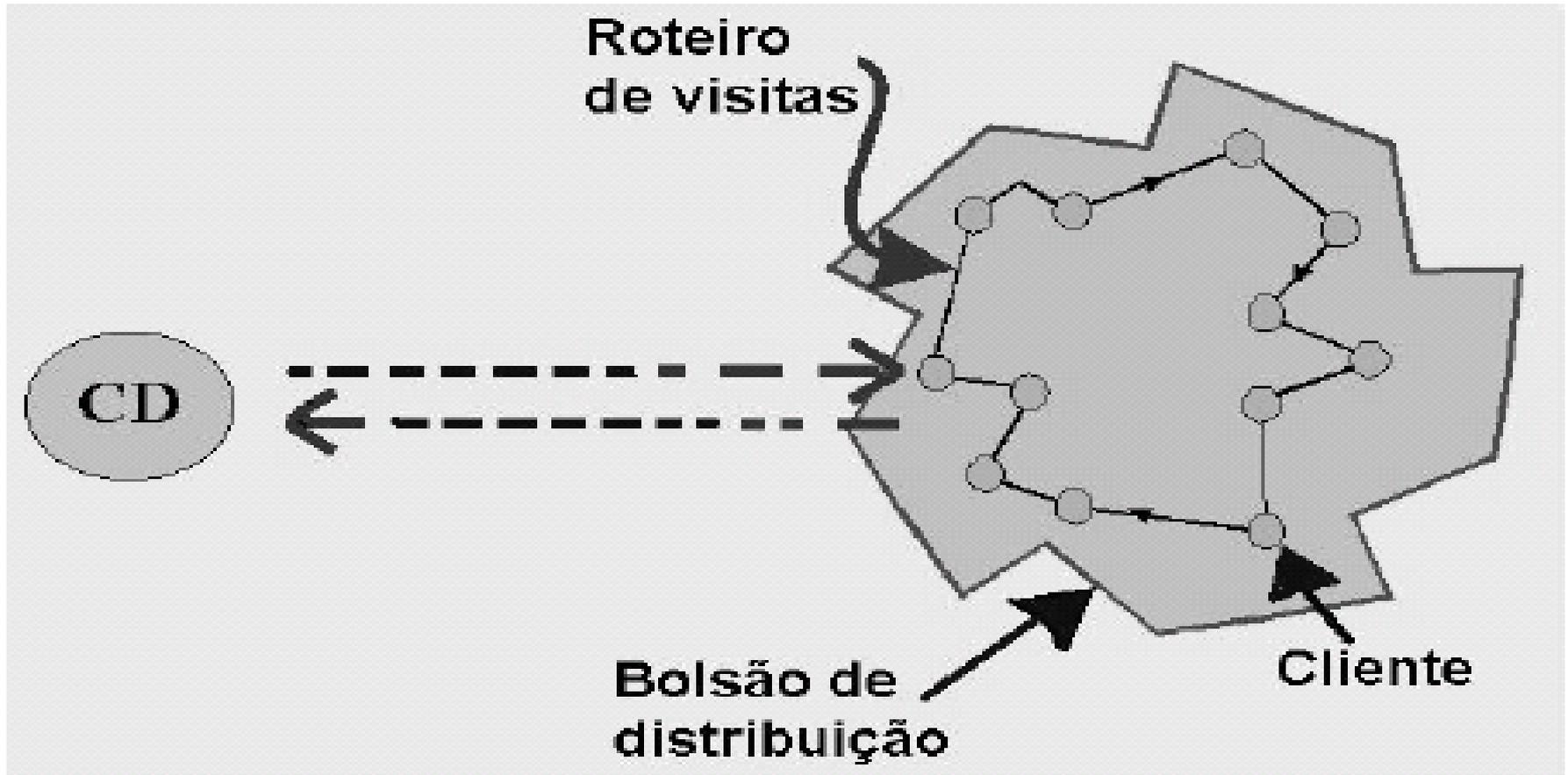
Roteirização de Veículos

Roteirização sem restrições: Separação dos clientes nos roteiros já foi realizada. Restrições de tempo e de capacidade já foram resolvidas.

- O problema a ser resolvido é o de encontrar a seqüência de visitas aos clientes que torne mínimo o percurso dentro do bolsão de distribuição.

Roteirização de Veículos

Roteirização sem restrições: roteiro com 12 clientes - bolsão de distribuição



Problema do Caixeiro Viajante - PCV

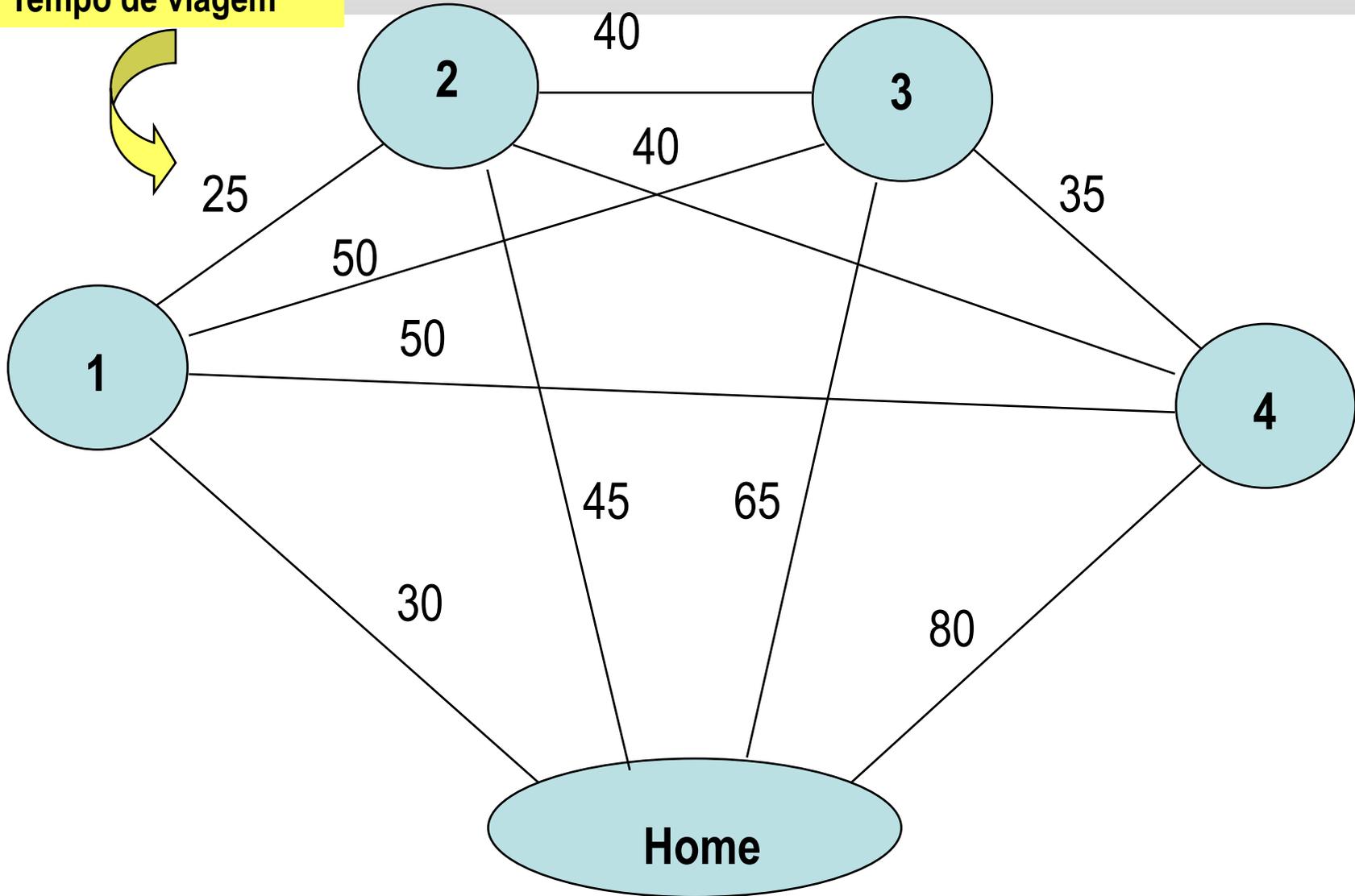
Exemplo: Federal Emergency Management Agency - FEMA

- **A visit must be made to four local offices of FEMA, going out from and returning to the same main office in Northridge, Southern California.**
- **Data: Travel time (simétrico) between offices (min.)**

		To office			
		2	3	4	Home
F r o m	Office 1	25	50	50	30
	Office 2		40	40	45
	Office 3			35	65
	Office 4				80

FEMA Network Model

Tempo de viagem



FEMA – Solution by full enumeration

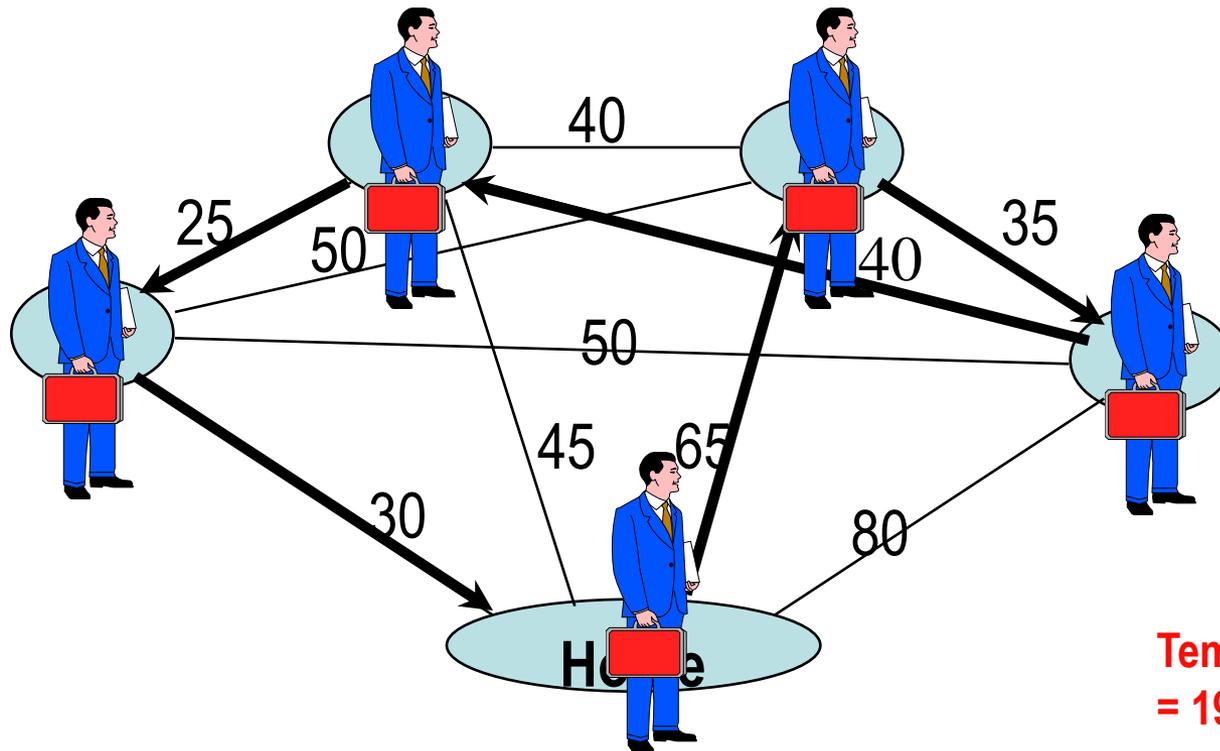
For this problem we have
 $(5-1)! / 2 = 12$ cycles.
 Symmetrical problems
 need to enumerate only
 $(m-1)! / 2$ cycles.

Possible cycles

<u>Cycle</u>	<u>Total Cost</u>
1. H-O1-O2-O3-O4-H	210
2. H-O1-O3-O2-O4-H	240
3. H-O1-O2-O4-O3-H	195
4. H-O1-O3-O4-O2-H	200
5. H-O1-O4-O2-O3-H	225
6. H-O1-O4-O3-O2-H	200
7. H-O2-O3-O1-O4-H	265
8. H-O2-O1-O3-O4-H	235
9. H-O2-O4-O1-O3-H	250
10. H-O2-O1-O4-O3-H	220
11. H-O3-O1-O2-O4-H	260
12. H-O3-O1-O2-O4-H	260

← Minimum ●

FEMA – Optimal solution



**Tempo total ótimo
= 195 minutos**

Roteirização sem restrições

Problema do Caixeiro - Viajante PCV

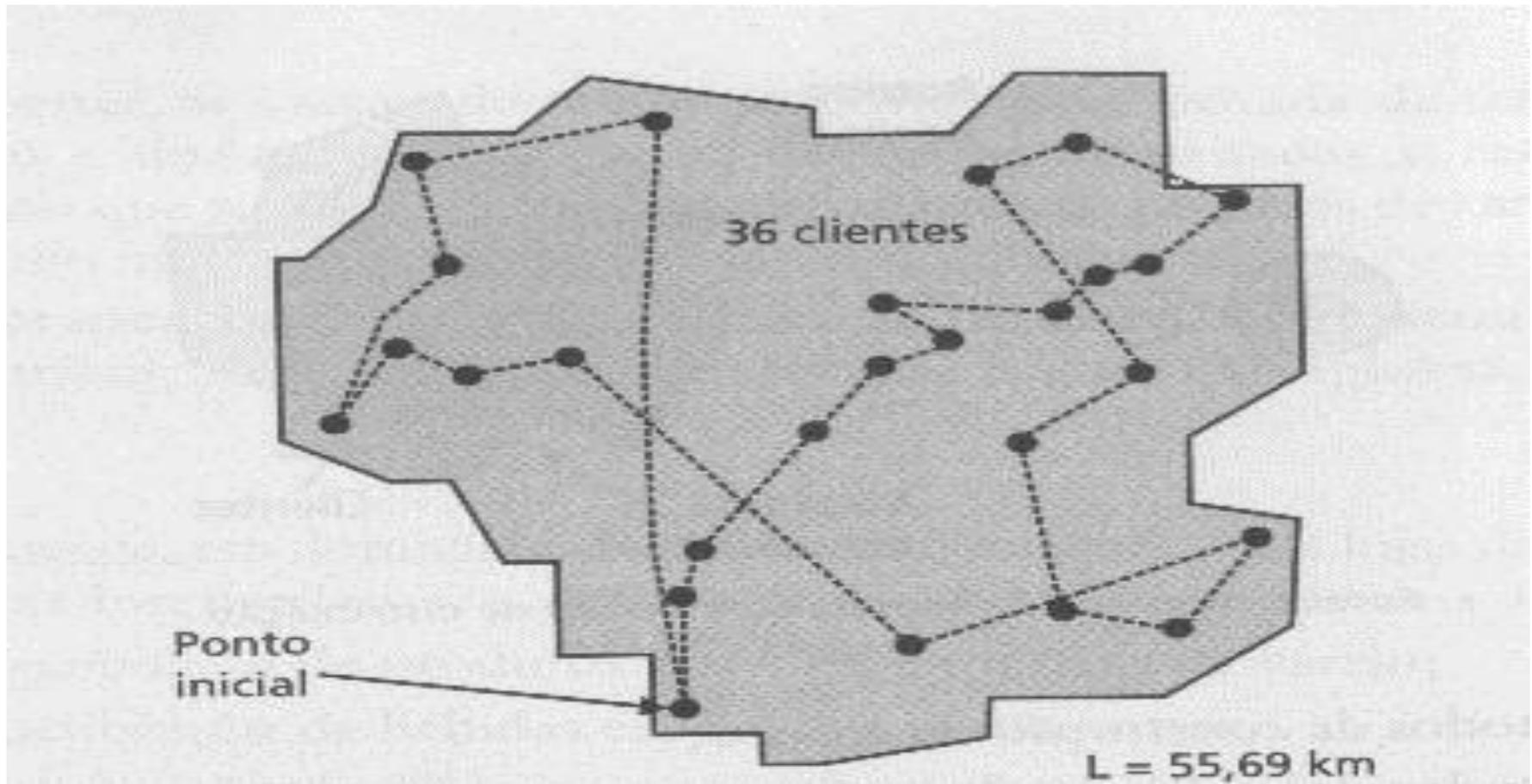
Métodos Heurísticos para resolver um PCV:

- Métodos de Construção do Roteiro.
- Métodos de Melhoria do Roteiro.

Roteirização sem restrições

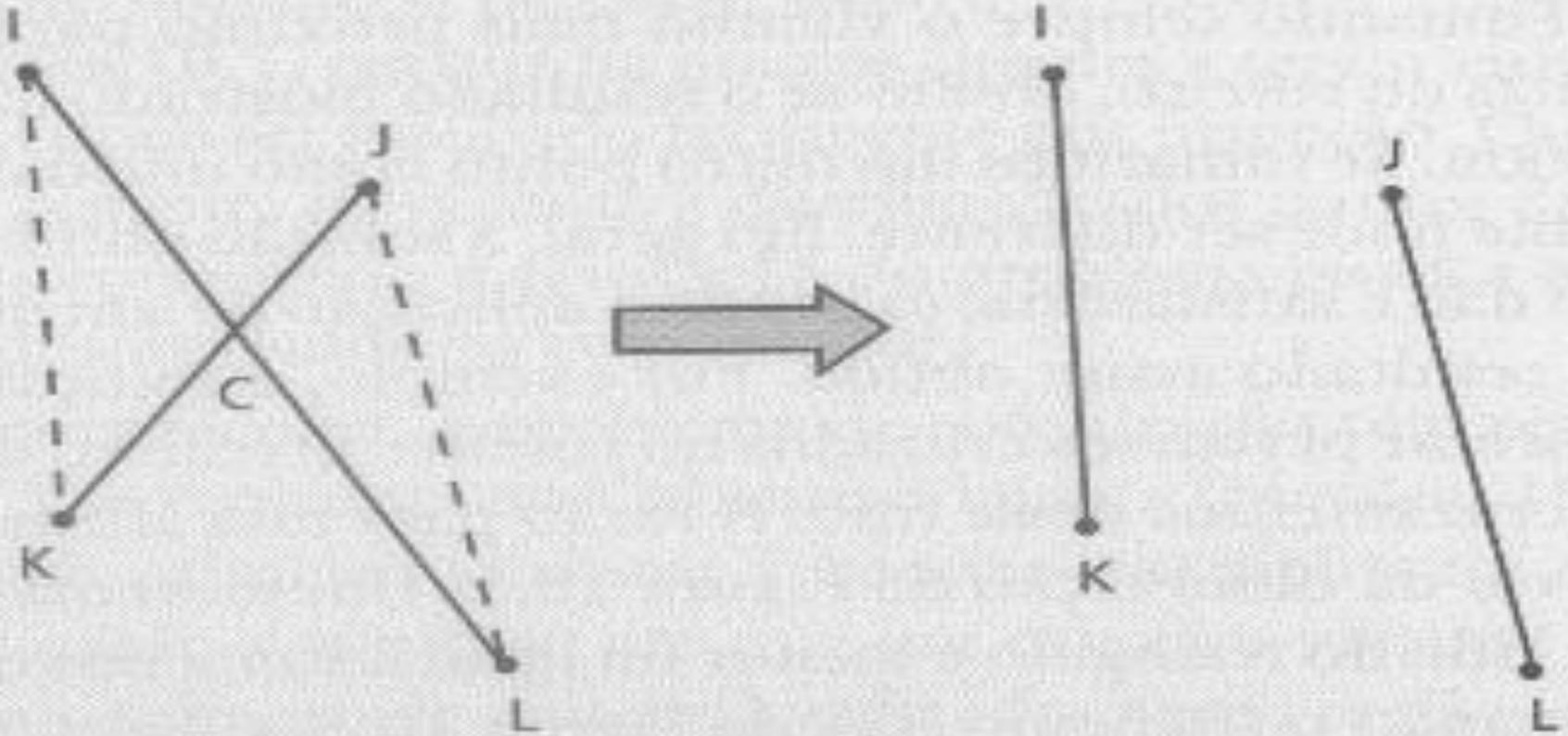
Métodos de Construção dos Roteiros

1. Sistemática mais simples é **Ligar Cada Ponto Ao Seu Vizinho Mais Próximo**:



Roteirização sem restrições

Métodos de Construção dos Roteiros – Eliminação de cruzamento do PCV



$$IK \leq IC + CK$$

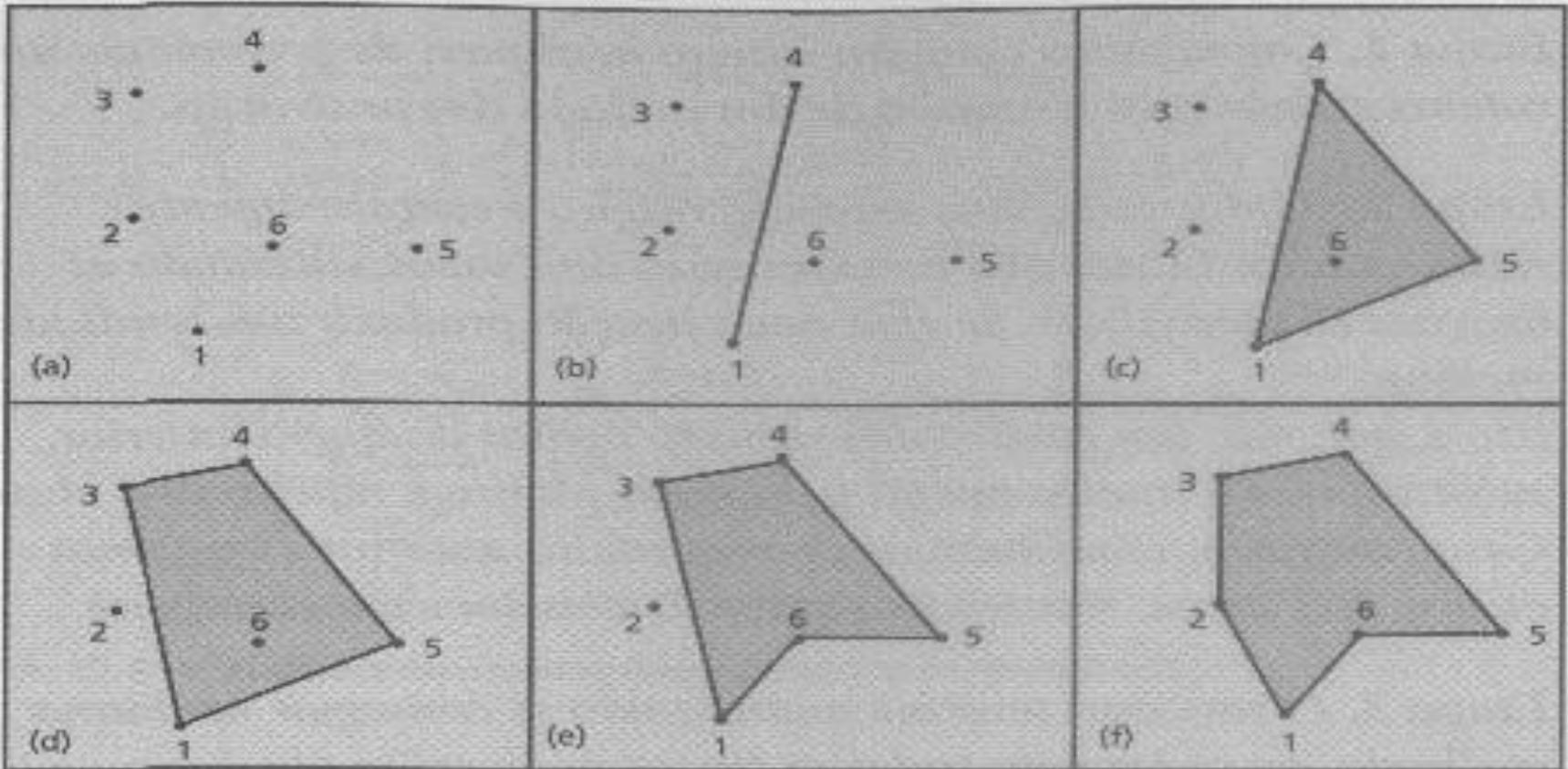
$$JL \leq JC + CL$$

$$IK + JL \leq IL + JK$$

Roteirização sem restrições

Métodos de Construção dos Roteiros

2. Método mais eficiente: Inserção do Ponto Mais Distante.



Roteirização sem restrições

Métodos de Melhoria do Roteiro

- Métodos de Melhoria partem da solução obtida com o auxílio de um outro método qualquer e aperfeiçoam essa solução usando uma sistemática pré-definida.
- Mais utilizados:
 - *2-opt* (mais simples)
 - *3-opt*

Roteirização sem restrições

Métodos de Melhoria do Roteiro: 2-opt

Etapa 1. Começamos com um roteiro qualquer, de preferência um roteiro gerado com o auxílio de um método de construção.

Etapa 2. Removemos dois arcos do roteiro e tentativamente reconectamos os nós que formam esses dois arcos, alterando as ligações (Figura 10.5). Se essa nova ligação produzir um resultado melhor,

isto é, gerando um roteiro de extensão menor do que o anterior, substituímos o roteiro inicial pelo novo roteiro e repetimos a etapa 2. Caso contrário, continuamos com o roteiro anterior e tentamos outros dois arcos, repetindo a etapa 2, e assim sucessivamente.

Etapa 3. O processo termina quando não se conseguir nenhuma melhoria, ao se fazerem todas as trocas de ligações possíveis.

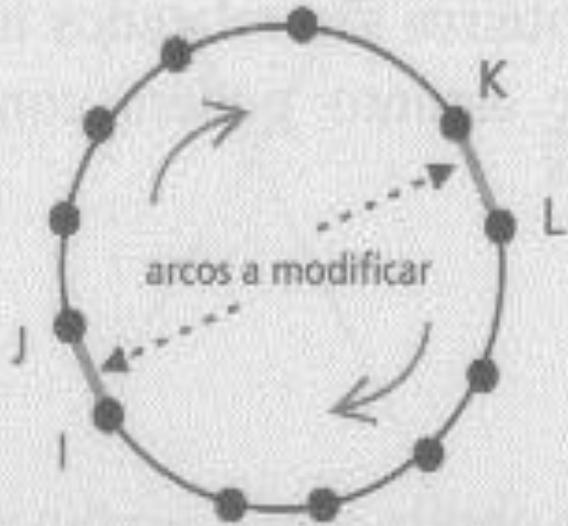
Roteirização sem restrições

Métodos de Melhoria do Roteiro: 2-opt

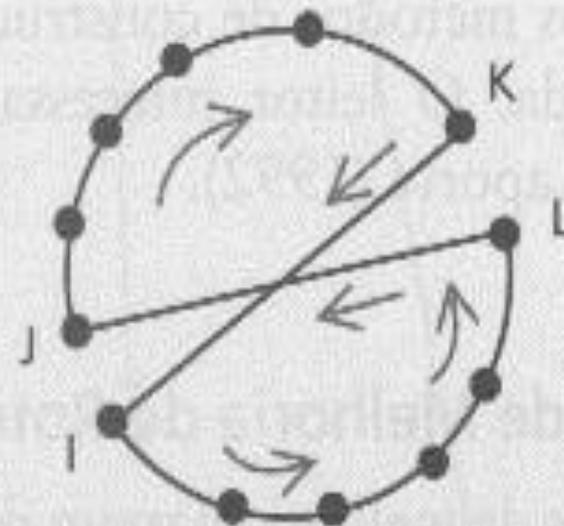
- Observe a Figura 10.5 (slide seguinte) 
- Nesse roteiro consideramos 4 nós: J, I, L e K.
- Supor que roteiro (a) tem extensão L_a
- Alterar as ligações desses arcos gerando o roteiro (b) com extensão L_b
- Se $L_b < L_a$: adotar (b) como roteiro básico
- Caso contrário, manter roteiro (a) como básico.
- Continuar processo para todas as combinações possíveis de pares de nós, até não se conseguir mais melhorias.

Roteirização sem restrições

Métodos de melhoria de roteiros: 2-opt



(a) roteiro básico

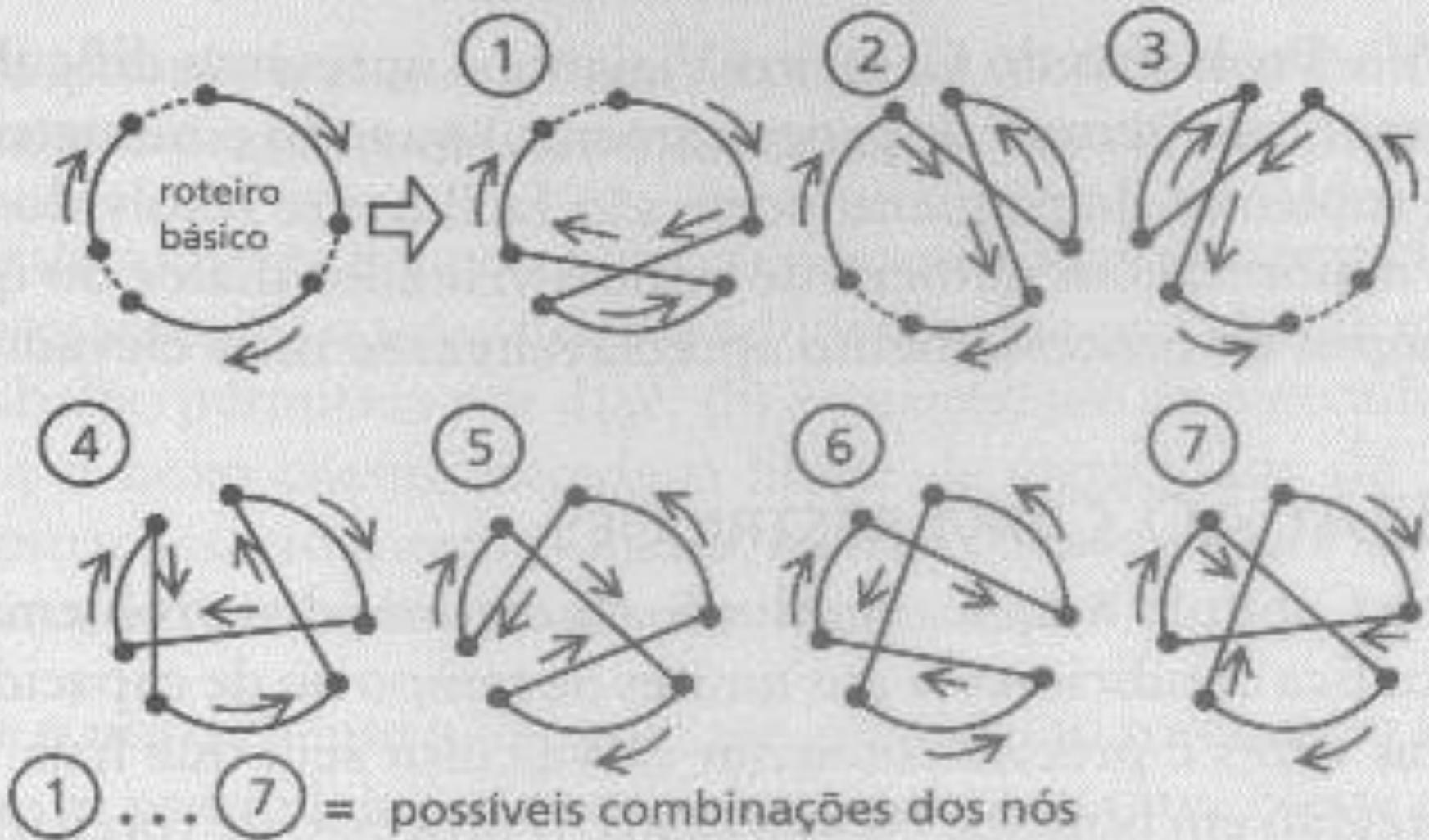


(b) roteiro modificado

FIGURA 10.5 • Dois pares de nós (I–J e K–L) rearranjados no método 2-opt, para solução do PCV

Roteirização sem restrições

Métodos de melhoria de roteiros: 3-opt



Roteirização sem restrições

Métodos de Melhoria de Roteiro: aplicação do 3-opt



21% de economia

Roteirização com restrições

Conceituação

- A roteirização ocorre simultaneamente ao processo de divisão da área em zonas de entrega (bolsões).
- Roteiro condicionado aos limites de tempo ou de capacidade do veículo
- Métodos muito utilizados:
 - ✓ Método de *Varredura*;
 - ✓ Método de *Clarke e Wright*.

Roteirização com restrições

Método da Varredura

Vantagens

- Rápido e de fácil utilização;

Limitações

- Erro médio de 10%, tomando como referência a solução ótima absoluta, sendo menos preciso que o método de *Clarke e Wright*.
- Nível de precisão aceitável para problemas em que as características mudam rapidamente, sendo preferível se ter uma solução razoável, em um tempo curto, do que a ótima mais demorada.

Roteirização com restrições

Método da Varredura - Etapas

- **Etapa 1.** Definir um eixo horizontal passando pelo depósito.
- **Etapa 2.** Girar o eixo em torno do CD no sentido anti-horário até que a linha inclua um cliente. 
- **Etapa 3.** Teste do cliente em potencial para inclusão no roteiro:
 - (a) Tempo de atendimento do novo cliente estoura a jornada de trabalho permitida por dia?;
 - (b) Quantidade de mercadoria a transportar para o novo cliente excede o limite de capacidade do veículo?Se ambas as restrições não forem violadas, incorporar o novo cliente ao roteiro e repetir Etapas 2 e 3.
Caso contrário ir para Etapa 4.

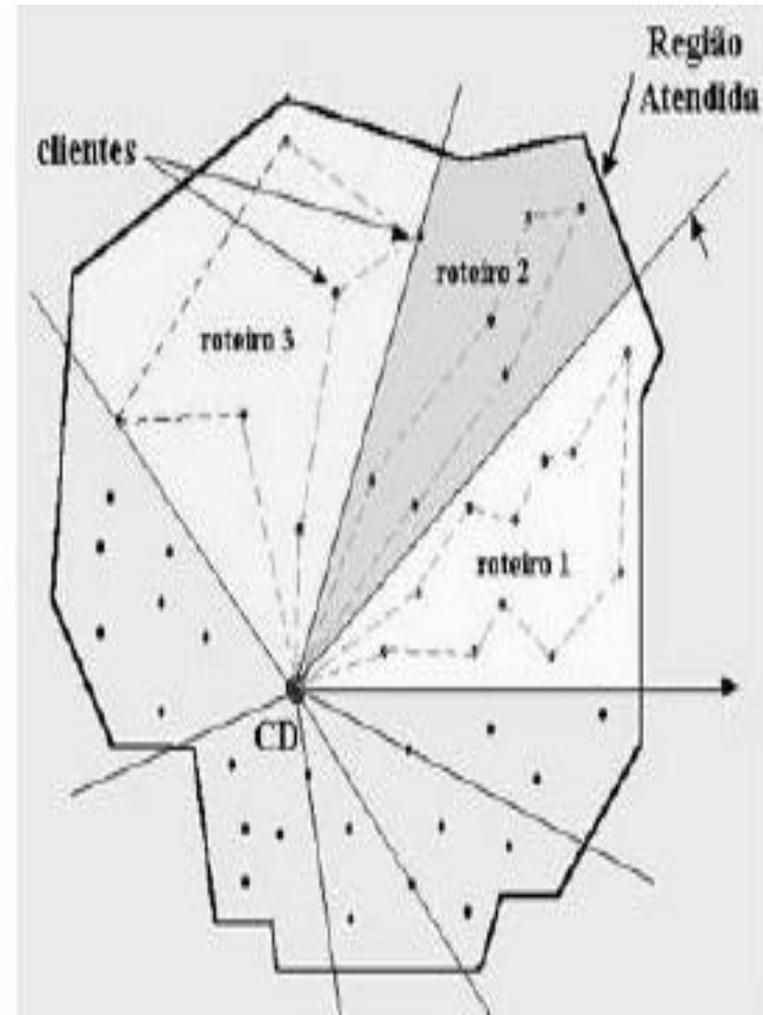
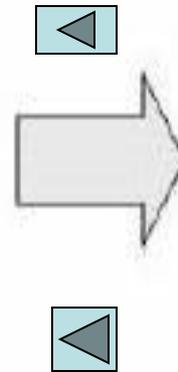
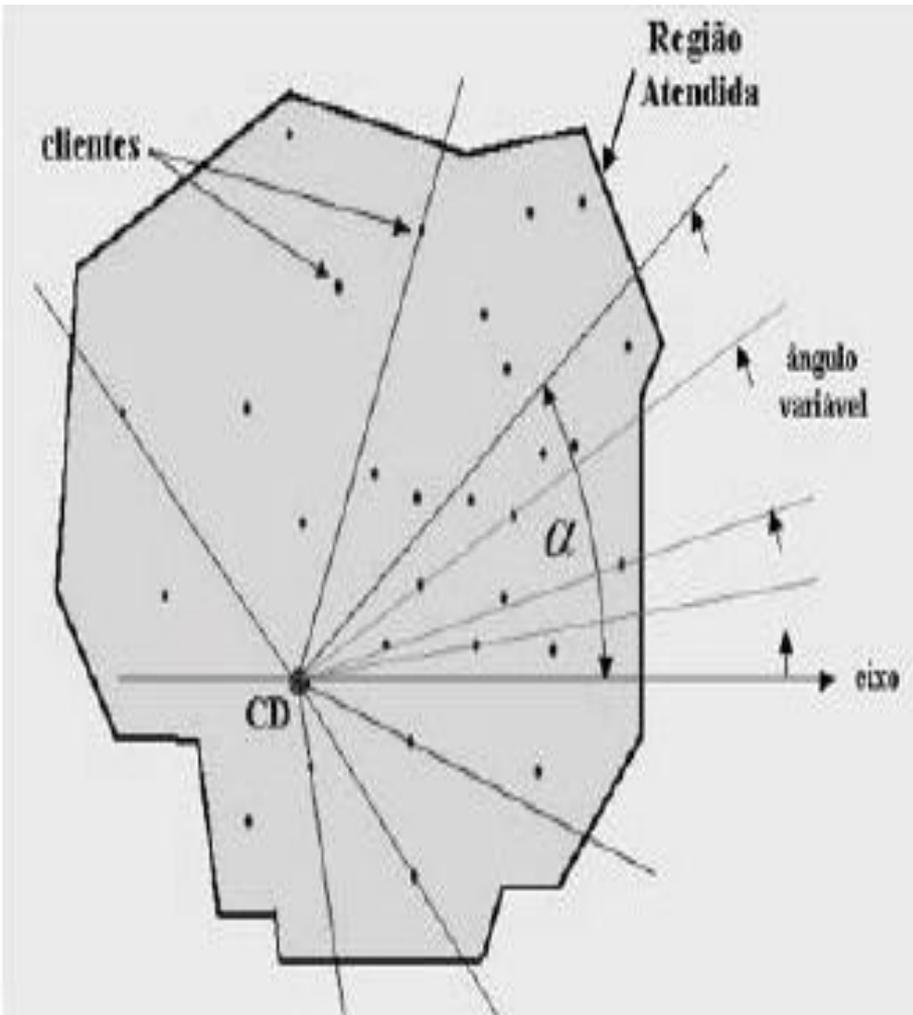
Roteirização com restrições

Método da Varredura - Etapas

- **Etapa 4.** Se o novo cliente não puder ser incluído no roteiro em formação, é sinal que as possibilidades desse roteiro se esgotaram. Nesse caso, fechamos o roteiro e iniciamos um novo. O processo termina quando todos os clientes tiverem sido incluídos em um roteiro. 
- **Etapa 5.** Para cada roteiro, aplicar um método de melhoria (2-opt ou 3-opt) de forma a minimizar os percursos. 

Roteirização com restrições

Método da Varredura - Evolução



Roteirização com restrições

Método da Varredura - Exemplo

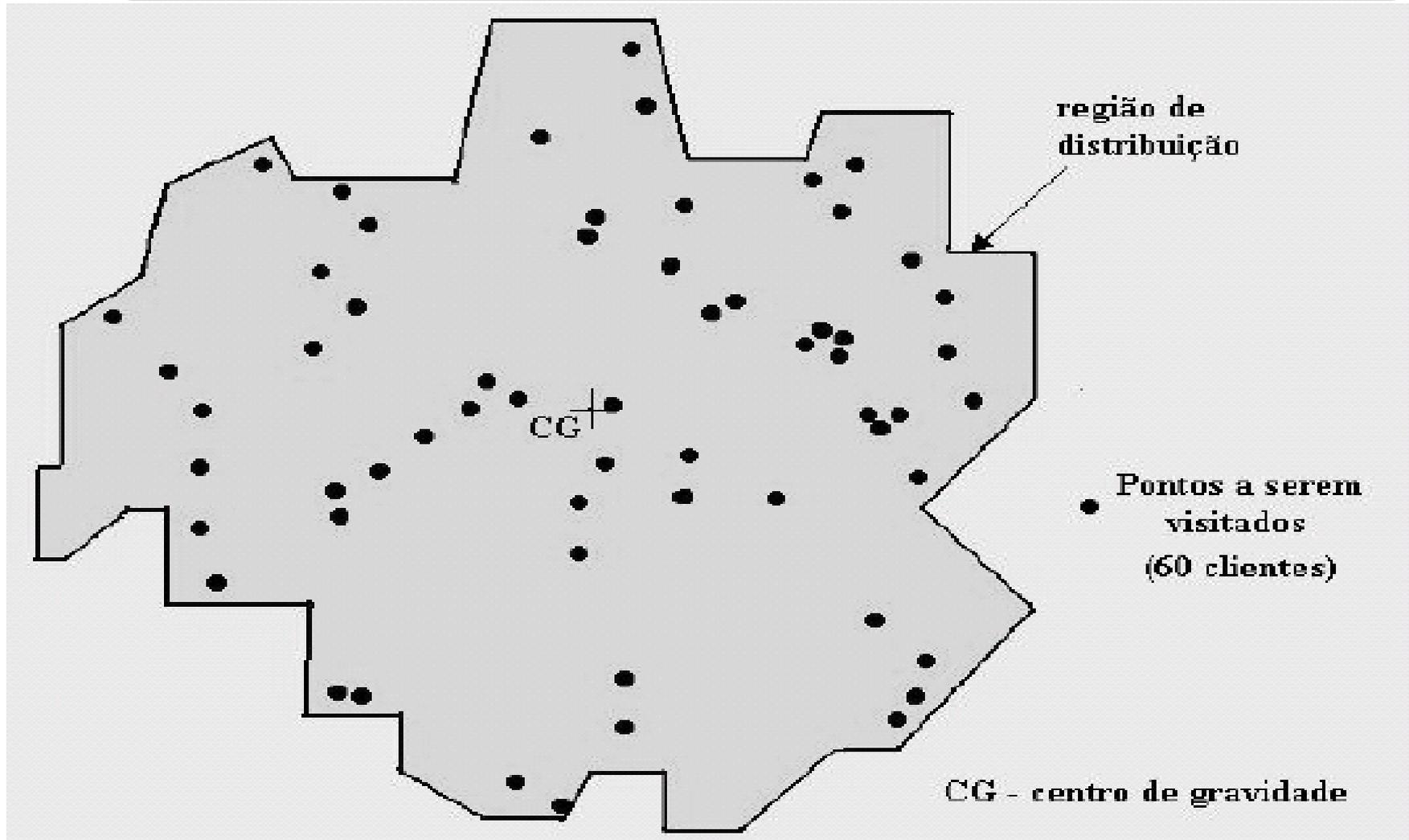
Considere um caso com 60 pontos de entrega e as distâncias entre depósitos e clientes são na faixa de 75,2 a 79,8 km.

Dados: Coordenadas (x, y) e demandas (kg) dos clientes

Condições: Os veículos utilizados são de 4 toneladas de capacidade e a jornada diária de trabalho é de 8 h.

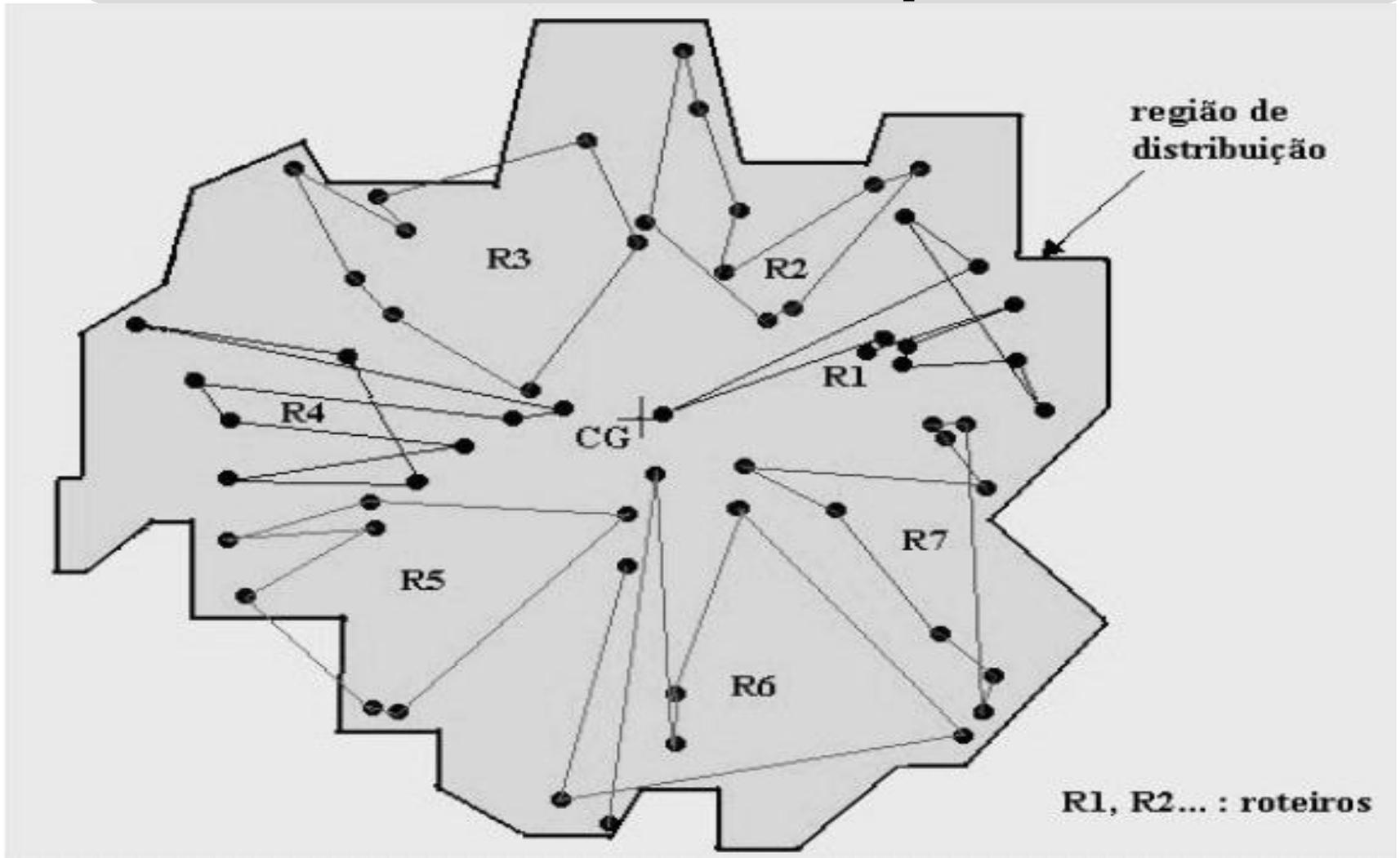
Roteirização com restrições

Método da Varredura - Exemplo



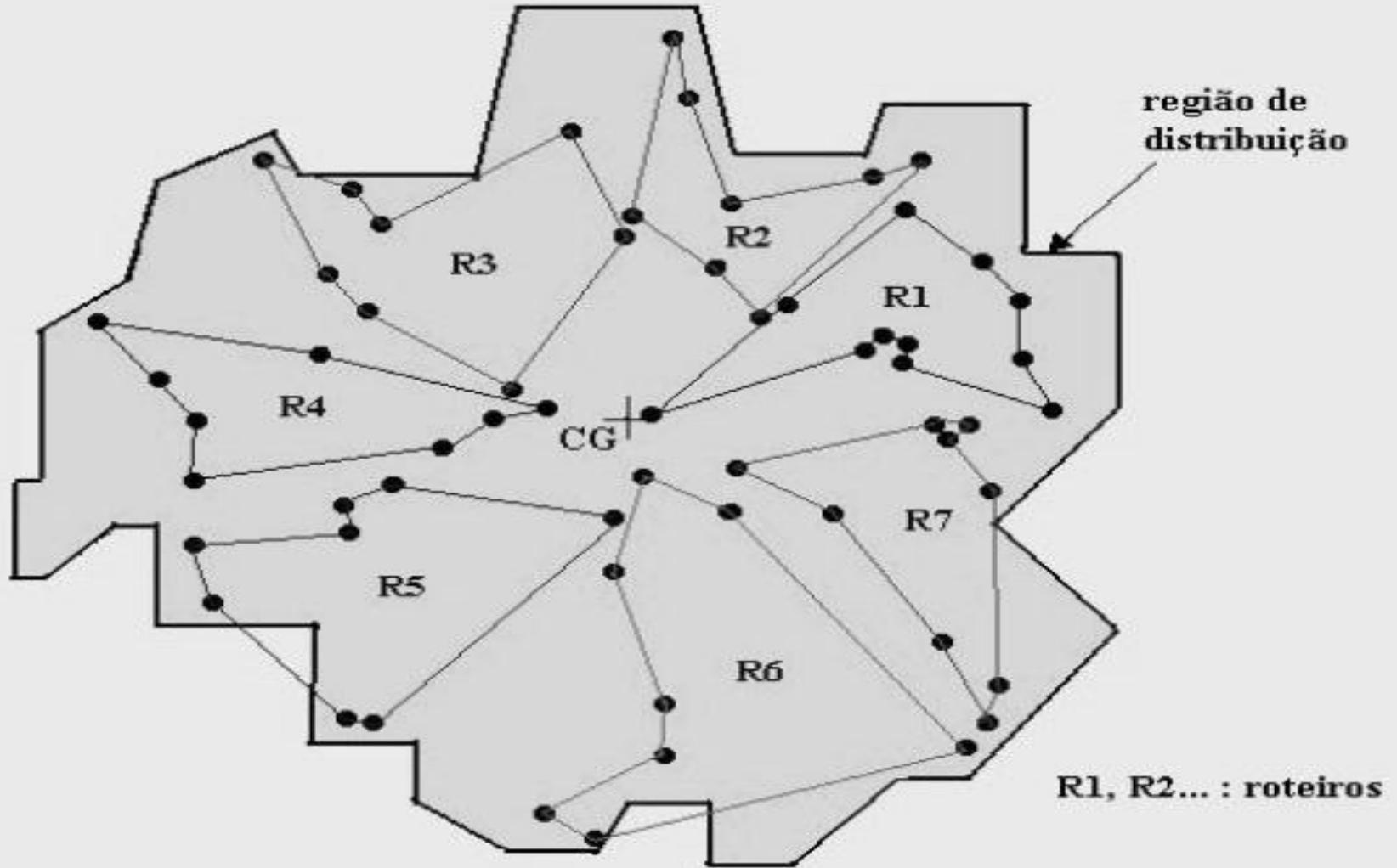
Roteirização com restrições

Método da Varredura – Roteiros do exemplo



Roteirização com restrições

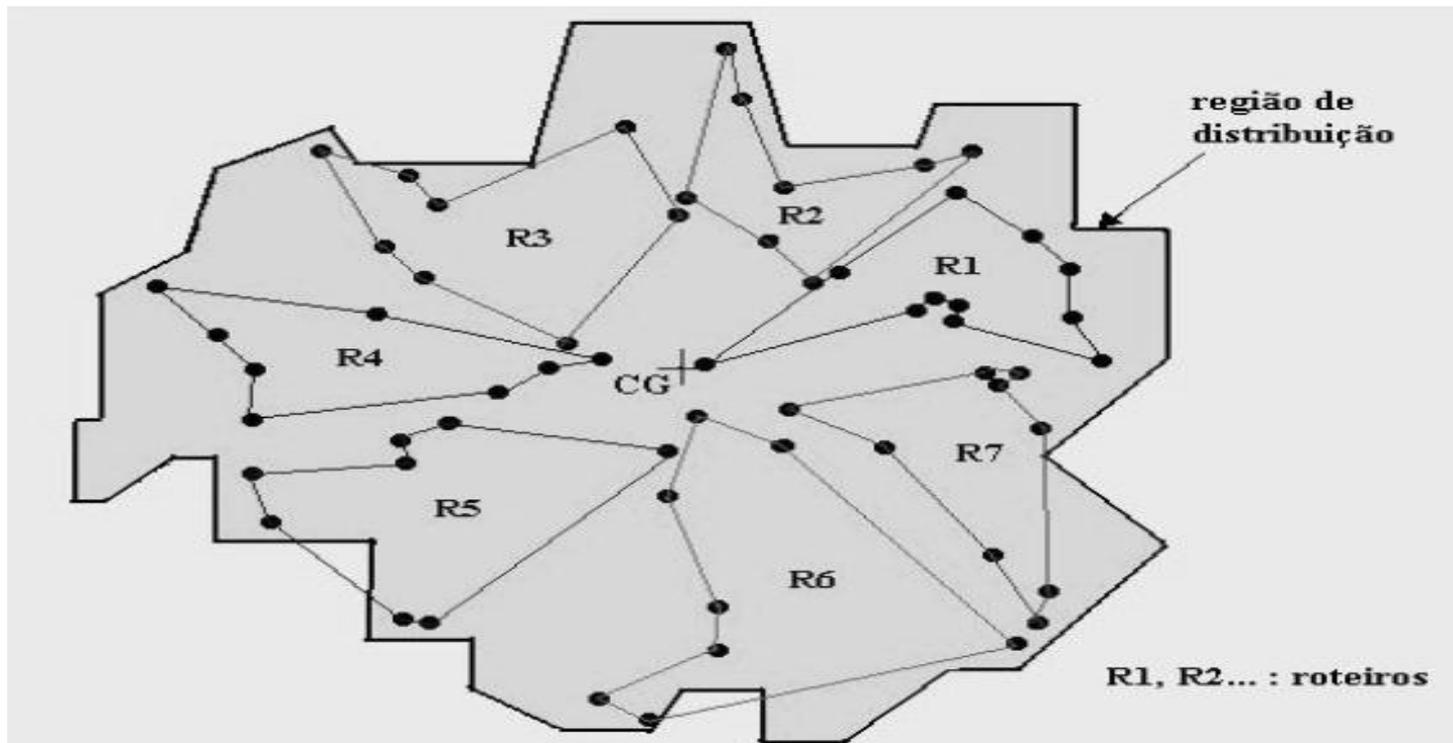
Método da Varredura – Roteiros do exemplo com 3-opt



Roteirização com restrições

Método da Varredura - Resultado

- Número de roteiros (nº de veículos): 7
- Quilometragem total diária da frota: 1.101,9 Km
- Custo médio visitado: R\$ 16,58 por cliente



Roteirização com restrições

Método de Clarke e Wright

- Permite incorporar diversos tipos de restrições;
- Erro médio de 2%, tomando como referência a solução ótima absoluta, sendo mais preciso que o Método da Varredura;
- Visa minimizar a distância percorrida pela frota e o número de veículos necessários;
- Baseia-se no conceito de Ganho (g_{ij})

Roteirização com restrições

Método de Clarke e Wright: conceito de ganho

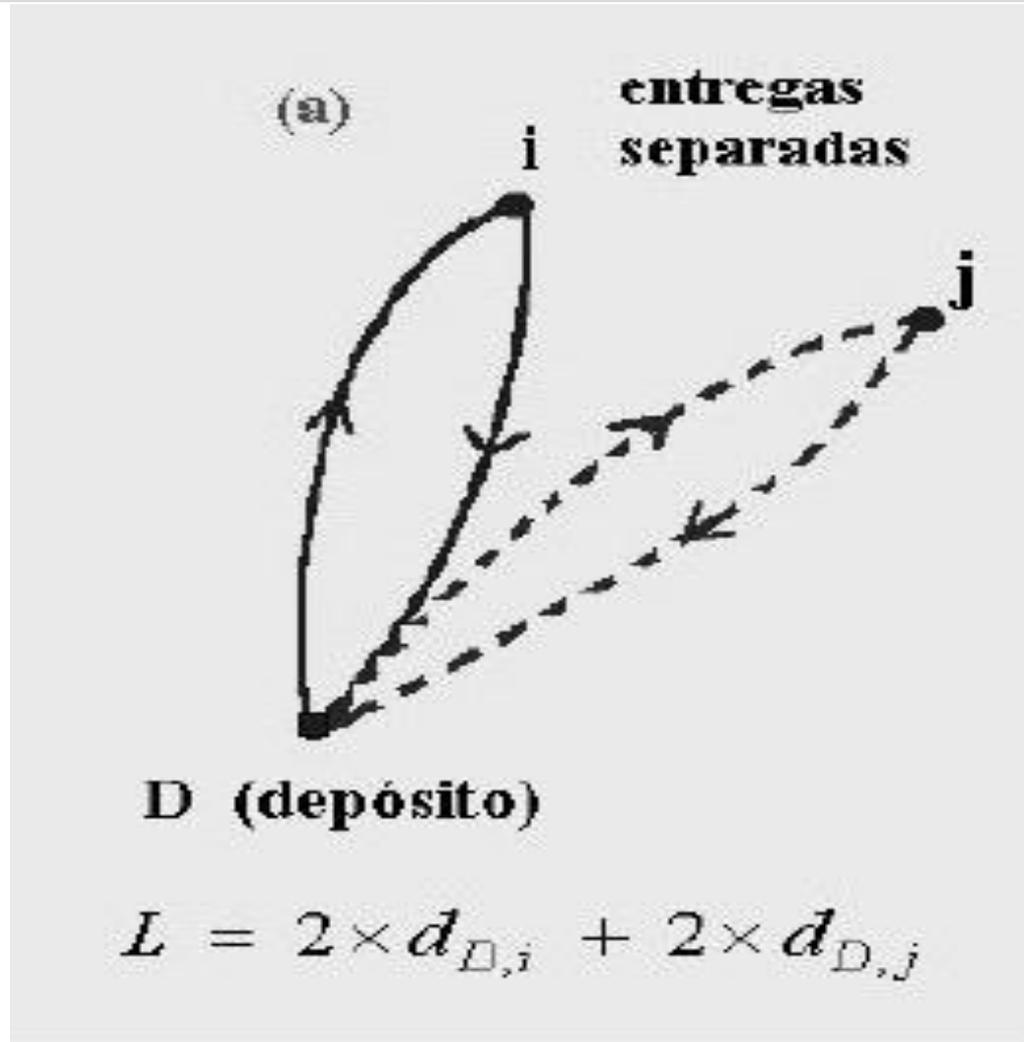
- Suponha que estão sendo atendidos em seqüência dois clientes i e j :

$d_{D,i}$ e $d_{D,j}$ são as distâncias entre o CD e cada um dos clientes

$L = 2 \cdot d_{D,i} + 2 \cdot d_{D,j}$ é a distância total 
percorrida pelo veículo designado.

Roteirização com restrições

Método de Clarke e Wright: conceito de ganho



Roteirização com restrições

Método de Clarke e Wright: conceito de ganho

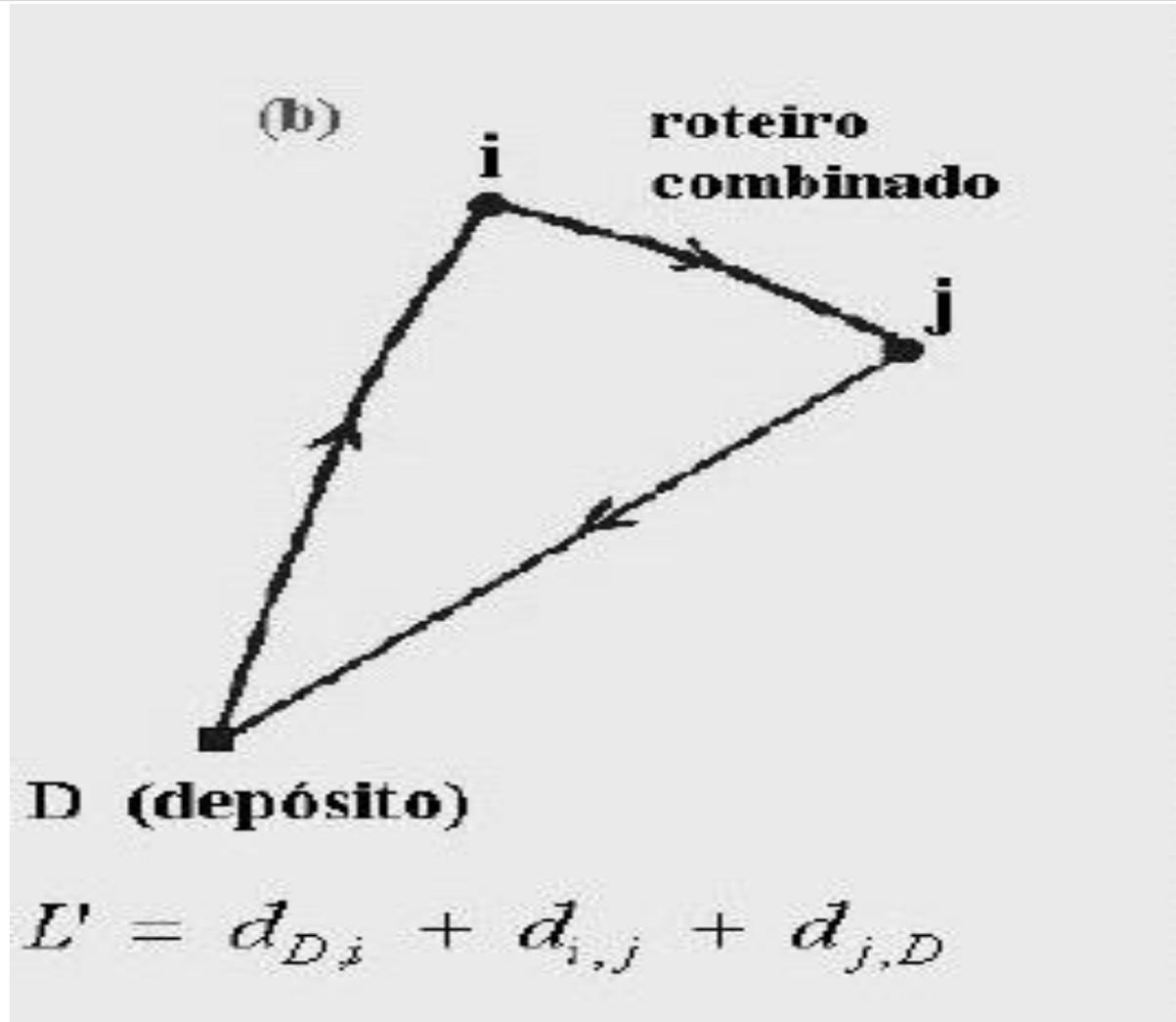
- Uma melhoria seria juntar os dois clientes i e j num roteiro único, assim 

$L' = d_{D,i} + d_{i,j} + d_{D,j}$ é a nova distância

total percorrida 

Roteirização com restrições

Método de Clarke e Wright: conceito de ganho



Roteirização com restrições

Método de Clarke e Wright: conceito de ganho

- Ao integrar os dois clientes em um único roteiro tem-se um Ganho (economia) dado por

$$g_{ij} = L - L' = d_{D,i} + d_{D,j} - d_{i,j}$$

- Procura-se o par de clientes i e j com maior ganho que não violam as restrições de tempo e capacidade.

Roteirização com restrições

Método de Clarke e Wright: Propriedades do Ganho

- O Ganho tende a crescer quando os pontos i e/ou j se afastam do CD;
- O Ganho tende a crescer quando os pontos i e j estão mais próximos.

Roteirização com restrições

Método de Clarke e Wright - Etapas

- **Idéia:** Analisar todas as combinações possíveis entre nós i e j , dois a dois. Ordenar as combinações na ordem decrescente dos Ganhos $g_{i,j}$.
- As combinações de maiores Ganhos tendem a ser formadas por pontos distantes do CD, mas próximos entre si.
- Os roteiros vão sendo formados a partir dos pontos mais distantes do CD, vindo paulatinamente na direção do CD.

Roteirização com restrições

Método de Clarke e Wright - Etapas

Etapa 1: Combinam-se os pontos (clientes) dois a dois e calcula-se o ganho para a combinação através da relação:

$$g_{i,j} = L' - L = d_{D,i} + d_{D,j} - d_{i,j}$$

Etapa 2: Ordenam-se todas as combinações i, j , de forma decrescente segundo os valores dos ganhos $g_{i,j}$.

Etapa 3: Começa-se com a combinação de dois nós que apresentou o maior ganho e segue a ordem decrescente de ganhos.

Roteirização com restrições

Método de Clarke e Wright - Etapas

- Etapa 4:** Para um par de pontos (i,j) , da seqüência de combinações, verificar se os dois pontos já fazem parte de um roteiro iniciado:
- ✓ Se i e j não foram incluídos em nenhum dos roteiros já iniciados, cria-se um novo roteiro com esses dois pontos;
 - ✓ Se o ponto i já pertence a um roteiro iniciado, verificar se ele é o 1o. ou o último (sem o CD). Se SIM, acrescentar o par (i,j) na extremidade apropriada. Repetir para o ponto j . Se nenhum dois pontos satisfazer a condição, ir ao item seguinte;
 - ✓ Se ambos os pontos i e j fazem parte, cada um deles, de roteiros iniciados, mas diferentes, verificar se ambos são extremos dos respectivos roteiros. Se SIM, fundir os dois roteiros num só, juntando-os de forma a unir i a j . Caso contrário, ir para Etapa 5;
 - ✓ Se ambos os nós i e j pertencerem a um mesmo roteiro, ir para Etapa 5.

Roteirização com restrições

Método de Clarke e Wright - Etapas

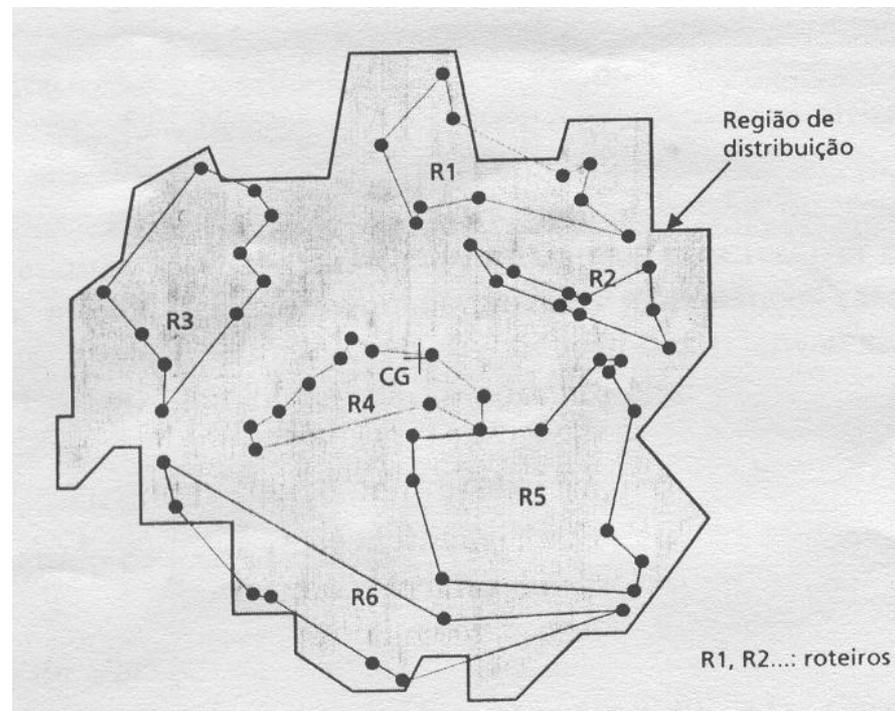
Etapa 5: Cada vez que se acrescentar um ou mais pontos num roteiro, ou quando se fundir dois roteiros num só, verificar se a nova configuração satisfaz as restrições de tempo e de capacidade. Se atender os limites das restrições, a nova configuração é aceita.

Etapa 6: O processo termina quando todos os pontos (clientes) tiverem sido incluídos num roteiro.

Roteirização com restrições

Método de Clarke e Wright – Resultados com 3-opt

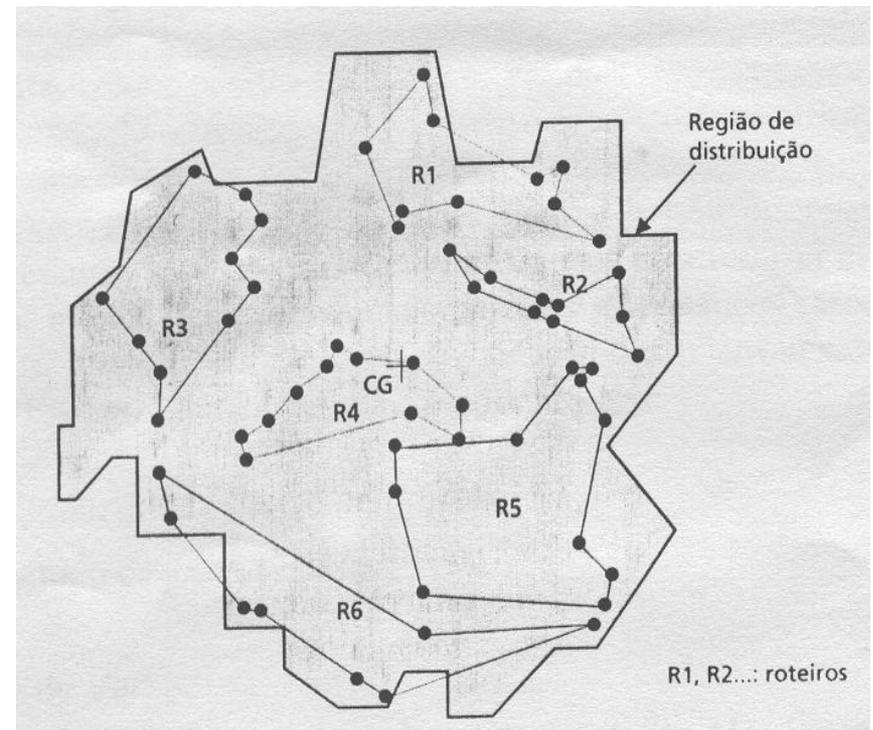
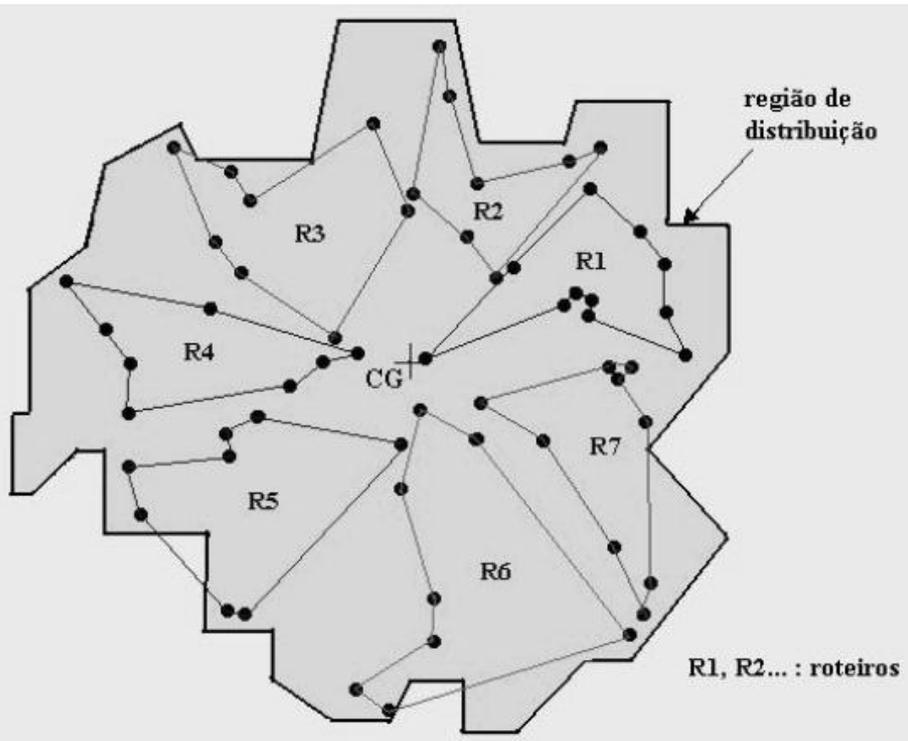
- Quilometragem total diária da frota: 950,7 Km
- Número de roteiros (número de veículos): 6
- Custo médio por cliente visitado: R\$ 14,24



Roteirização com restrições

Comparação dos métodos

- Redução no investimento em veículos (1/7): 14,3%
- Redução na quilometragem da frota: 13,7%
- Redução no custo unitário: 14,1%

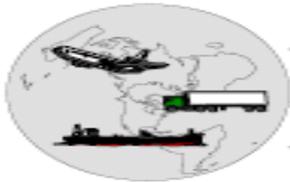


Softwares de Roteirização

Finalidades

- Determinação das melhores rotas a serem utilizadas;
- Análise da distribuição a partir de mais de um centro de distribuição, consolidando o melhor cenário;
- Gerenciamento do tempo de entrega por cliente, a fim de identificar as dificuldades específicas de carga e descarga em cada empresa;
- Reprogramações de entrega em função de imprevistos ocorridos (problemas de quebras, acidentes, congestionamentos, etc.).

Softwares de Roteirização



LOGWARE

**SELECTED COMPUTER PROGRAMS
FOR LOGISTICS/SUPPLY CHAIN
PLANNING**

Version 5.0

Ronald H. Ballou

**Weatherhead School of Management
Case Western Reserve University**

Softwares de Roteirização

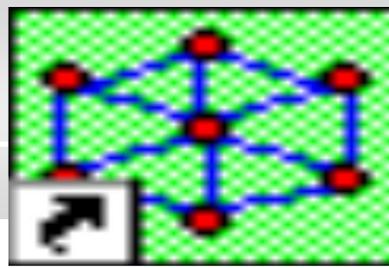


Softwares de Roteirização

Module

FORECAST	Forecasts time series data by means of exponential smoothing and time series decomposition methods
ROUTE	Determines the shortest path through a network of routes
ROUTESEQ	Determines the best sequence to visit stops on a route
ROUTER	Develops routes and schedules for multiple trucks serving multiple stops
INPOL	Finds optimal inventory ordering policies based on economic order quantity principles
COG	Finds the location of a single facility by the exact center-of-gravity method
MULTICOG	Locates a selected number of facilities by the exact center-of-gravity method
PMED	Locates a selected number of facilities by the P-median method
WARELOCA	A warehouse location program for specifically analyzing the Unemore Soap Company case study
LAYOUT	Positions products in warehouses and other facilities
MILES	Computes approximate distance between two points using latitude-longitude or linear-grid coordinate points
TRANLP	Solves the transportation method of linear programming
LNPROG	Solves general linear programming problems by means of the simplex method
MIPROG	Solves the mixed integer linear programming problem by means of branch and bound
MULREG	Finds linear regression equations by means of the stepwise procedure of regression/correlation analysis
SCSIM	Simulates the flow of a product through five echelons of a supply channel

WinQSB



Network Modeling.Ink

NET Help Contents

- This program, NET, models and solves network problems including network flow (transshipment), transportation, assignment, shortest path, maximal flow, minimal spanning tree, and traveling salesman problems.
- NET provides nearest neighbor heuristic, cheapest insertion heuristic, and two-way exchange improvement heuristic to fast solve the problem. You can also choose to solve the problem optimally by the branch-and-bound method.

However, it may take a lot of CPU time if the problem has many nodes.

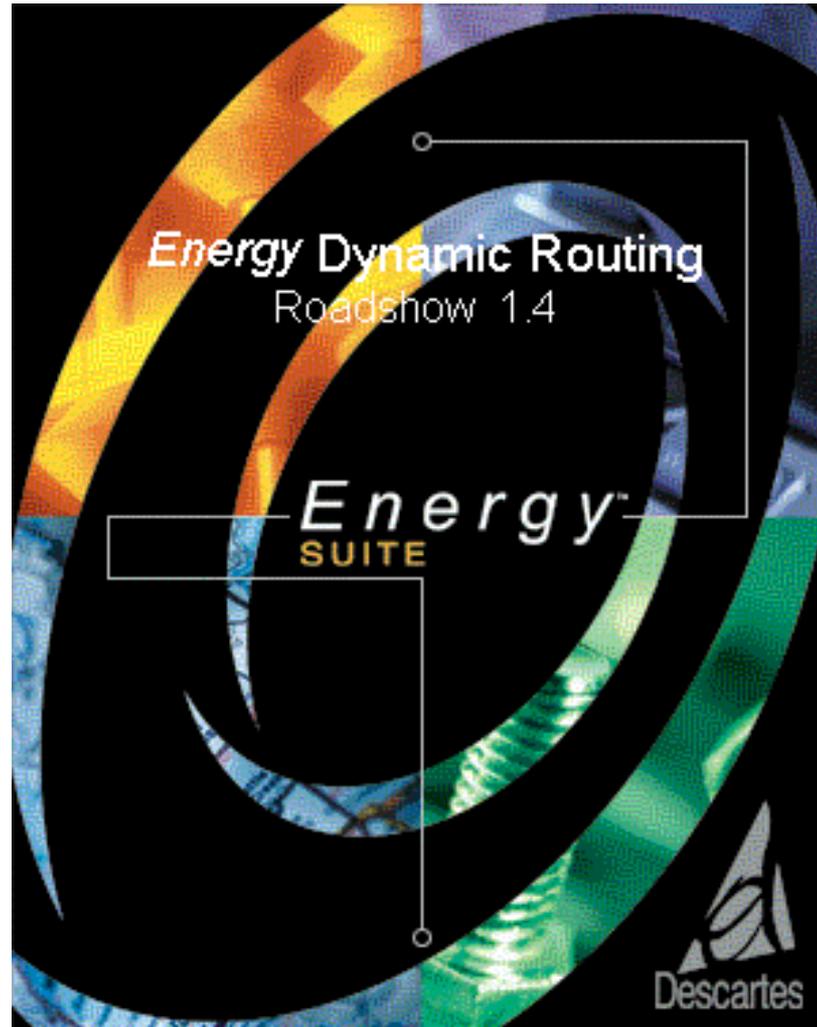
Softwares de Roteirização

- Roadshow (1993) – www.routing.com.br
- TransCAD – (1988) – www.caliper.com
- ArcLogistics Route (1999) – www.esri.com
- RouteSmart (1989) – www.routesmart.com
- TruckStops (1984) – www.bestroutes.com

MELO, ACS; GIANARELLI, PC; GOMES, EG; FERREIRA FILHO, VJM, Sistemas de Roteirização de Veículos e Gestão da Cadeia de Suprimentos: uma abordagem analítica. In: Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional – SBPO, pp. 690-704, Juiz de Fora, MG, 2001.

Exemplo de *Software comercial*

Roadshow



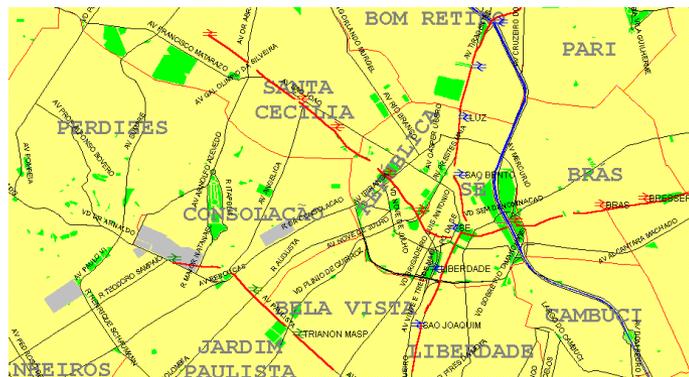
Exemplo de *Software*

O que é *Roadshow* ?

- Ferramenta de Planejamento de Vendas e Distribuição.
- Cria Rotas de Vendas, Coletas e Entregas com ***MENOR CUSTO***, respeitando condições de ***TEMPO*** e ***DISTÂNCIA***, garantindo ***MÁXIMA QUALIDADE DE ATENDIMENTO***.
- Permite Planejamento Logístico Estratégico através de simulações de modelos de distribuição.
- Reduz o custo e permite o controle da distribuição.

Exemplo de Software

Roadshow opera com diversas escalas de mapas, desde mapas de ruas, até mapas a nível de estradas. Mapas vetorizados também podem ser utilizados.



Exemplo de *Software*

É possível também cadastrar informações de motoristas, frota de veículos, produtos e pedidos. Essas informações podem ser inseridas através de janelas disponíveis no *Roadshow*.

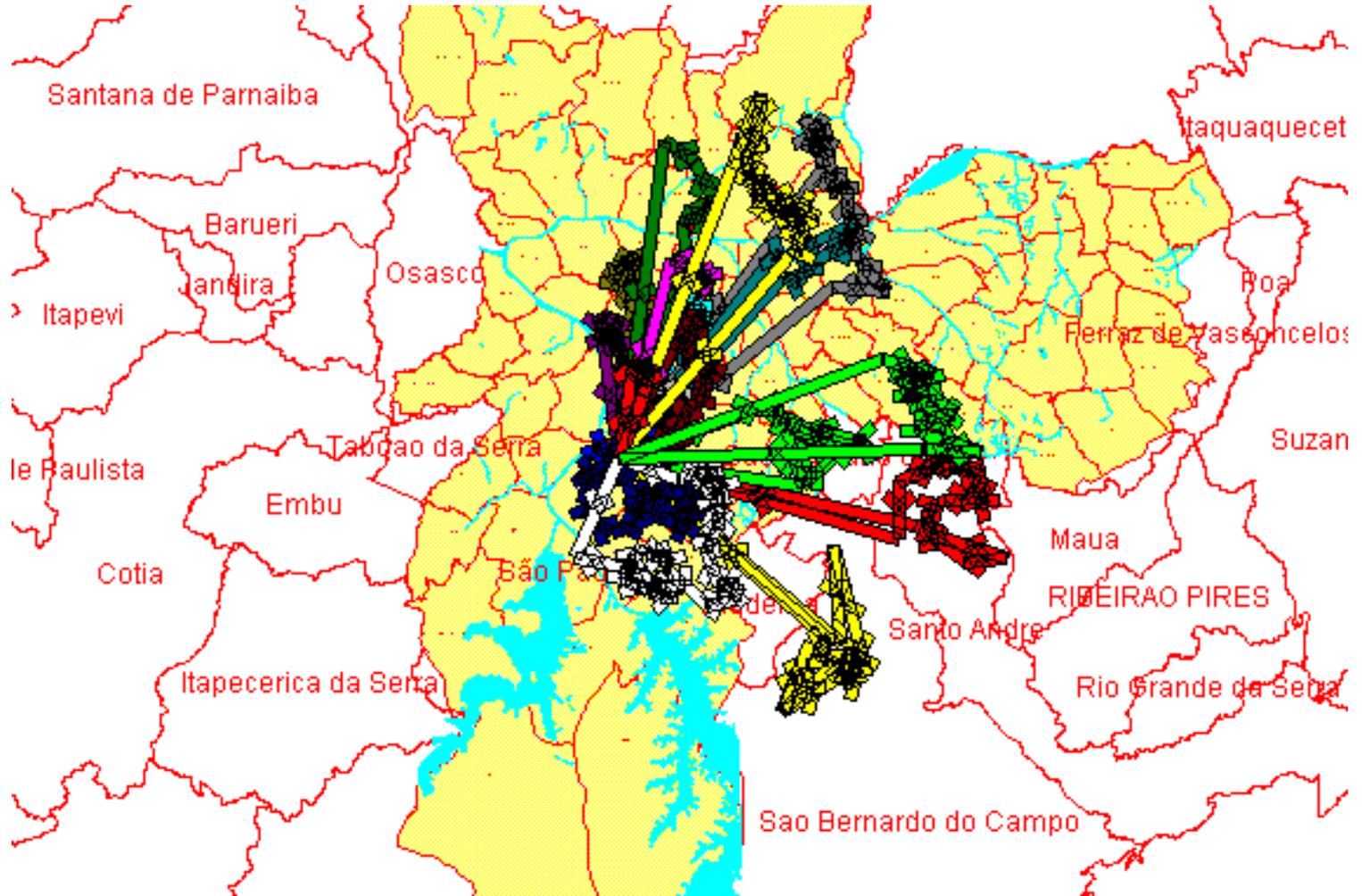


- O *Roadshow* utiliza a frota do dia disponível, com capacidades e custos de cada veículo. Assim, o sistema determina os melhores veículos para cada rota, reduzindo o custo de distribuição.

- As rotas são geradas com base nos pedidos do dia e dentro dos limites de tempo, distância, entregas, paradas, restrições dos produtos e outros estabelecidos pelo usuário, permitindo simulações e adequando as rotas às características da operação

Exemplo de *Software*

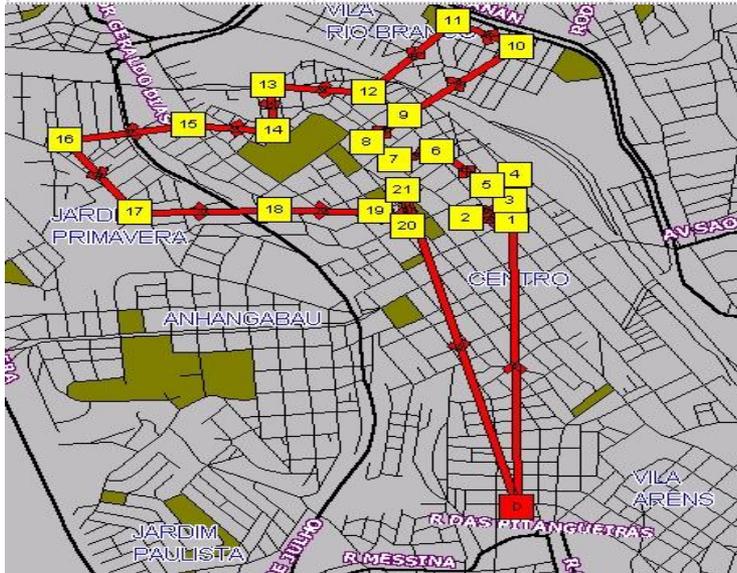
Visualização das Rotas do Dia



Exemplo de Software

Visualização dos detalhes de cada rota

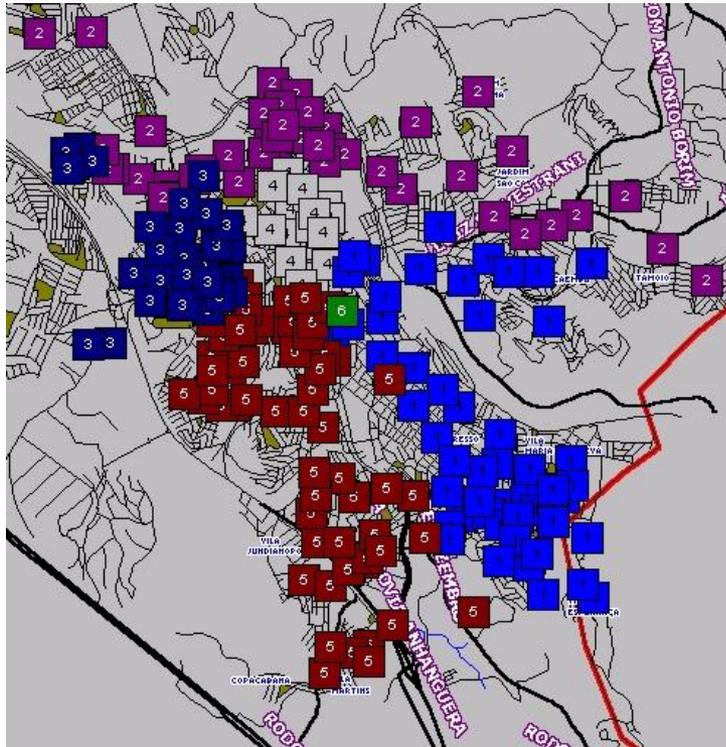
Codigo Cliente	Nome Cliente	Endereço	Hr chegada	Hr Saída	Distância	Tempo Desloca	Tempo Entrega	Dúzia	Total \$
				60:33	16.09	0:21	0:53	45.00	8.67
Depósito				7:00	0.00	0:00	0:00		0.00
93250	GLOBOTECO'S	DO RETIRO 120 R	07:05	7:09	3.06	0:05	0:04	5.00	1.48
88500	GANDI AUTO PI	DO RETIRO 25 R	07:10	7:18	0.72	0:01	0:08	2.00	0.58
55136	CHROUPANA DO	DO RETIRO 20 R	07:19	7:25	0.40	0:01	0:06	13.00	0.39
46965	RENDAS SUPE	OSVALDO ARANHA 40 R	07:26	7:34	1.37	0:01	0:08	6.00	0.83
24242	CABAS DISCOT	LIBERATO FINOTTI 12 R	07:37	7:57	2.90	0:03	0:20	11.00	1.88
32860	BAR AVENIDA	CORUMBATAI 30 R	07:58	8:02	1.13	0:01	0:04	6.00	0.60
22600	MORTE LENTA	R JOSE GASPAR 44	08:05	8:08	3.14	0:03	0:03	2.00	1.41
Depósito			08:14	0:00	3.38	0:06	0:00		1.50



- Na planilha de dados é possível identificar as informações dos clientes, horários de chegada e saída, distâncias, custos, quantidades, etc.
- A rota também é apresentada graficamente.

Exemplo de *Software*

Planejamento de vendas: Maximiza o trabalho da equipe de vendas



- *Roadshow* cria e apresenta os territórios de venda balanceados por tempo, pontos de venda, visitas, potencial, etc.
- Os territórios são concentrados e balanceados.

# Território	Cor	Tempo de atendimento	Pontos de venda	Visitas	Caixa	Balance%
Território #15	Pink	5:27	109	109	6906.00	4%
Território #14	White	5:33	111	111	11861.00	8%
Território #13	Green	5:39	113	113	6607.00	4%
Território #12	Blue	5:36	112	112	8258.00	5%
Território #11	Dark Blue	5:33	111	111	8998.00	6%
Território #10	Teal	5:39	113	113	12394.00	8%
Território #9	Grey	5:36	112	112	13459.00	9%
Território #8	Olive	5:36	112	112	11633.00	7%

Exemplo de *Software*

Flexibilidade ao Usuário

Com base em relatórios e na visualização das rotas, o usuário pode alterar os resultados das rotas, possibilitando :

- incluir/retirar clientes de uma rota
- modificar o horário de entrega ao cliente
- trocar clientes de rota
- alterar sequência de entrega
- verificar impacto nos custos automaticamente
- inclusão automática dos pedidos de última hora



Gráficos e relatórios apoiam o usuário na roteirização

Exemplo de *Software*

Alguns Benefícios do Roadshow

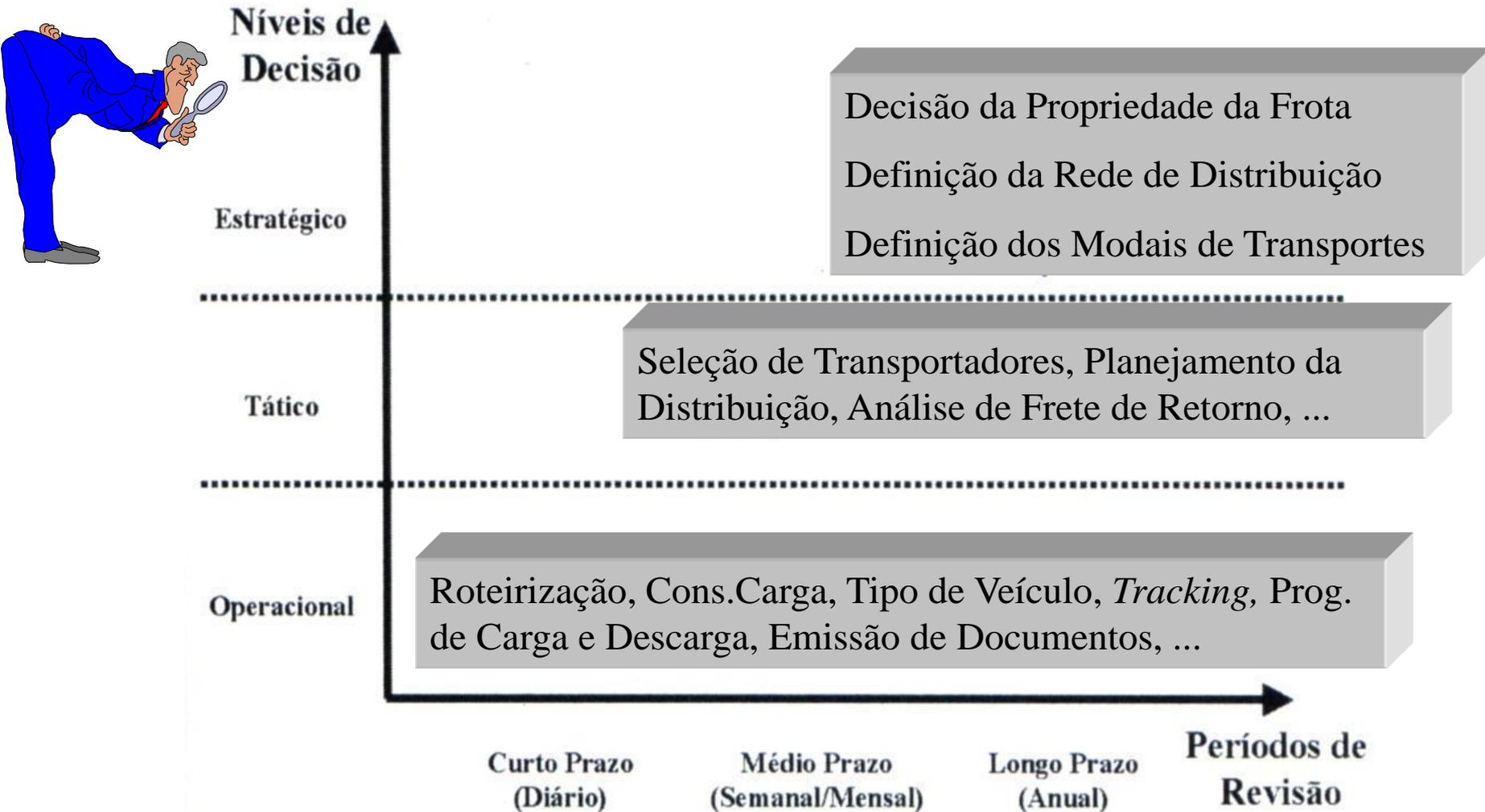
- Minimiza Custos de Distribuição
- Garante Qualidade no Atendimento
- Carga de Trabalho mais Homogênea
- Maximiza a Ocupação dos Caminhões
- Gera Rotas Baseadas em Custos Reais
- Aumenta o Controle sobre os Motoristas
- Balanceamento de Territórios de Venda por Horas de Trabalho, Faturamento, Premiação e Número de Clientes

Exemplo de *Software*

Resultados com Roadshow:

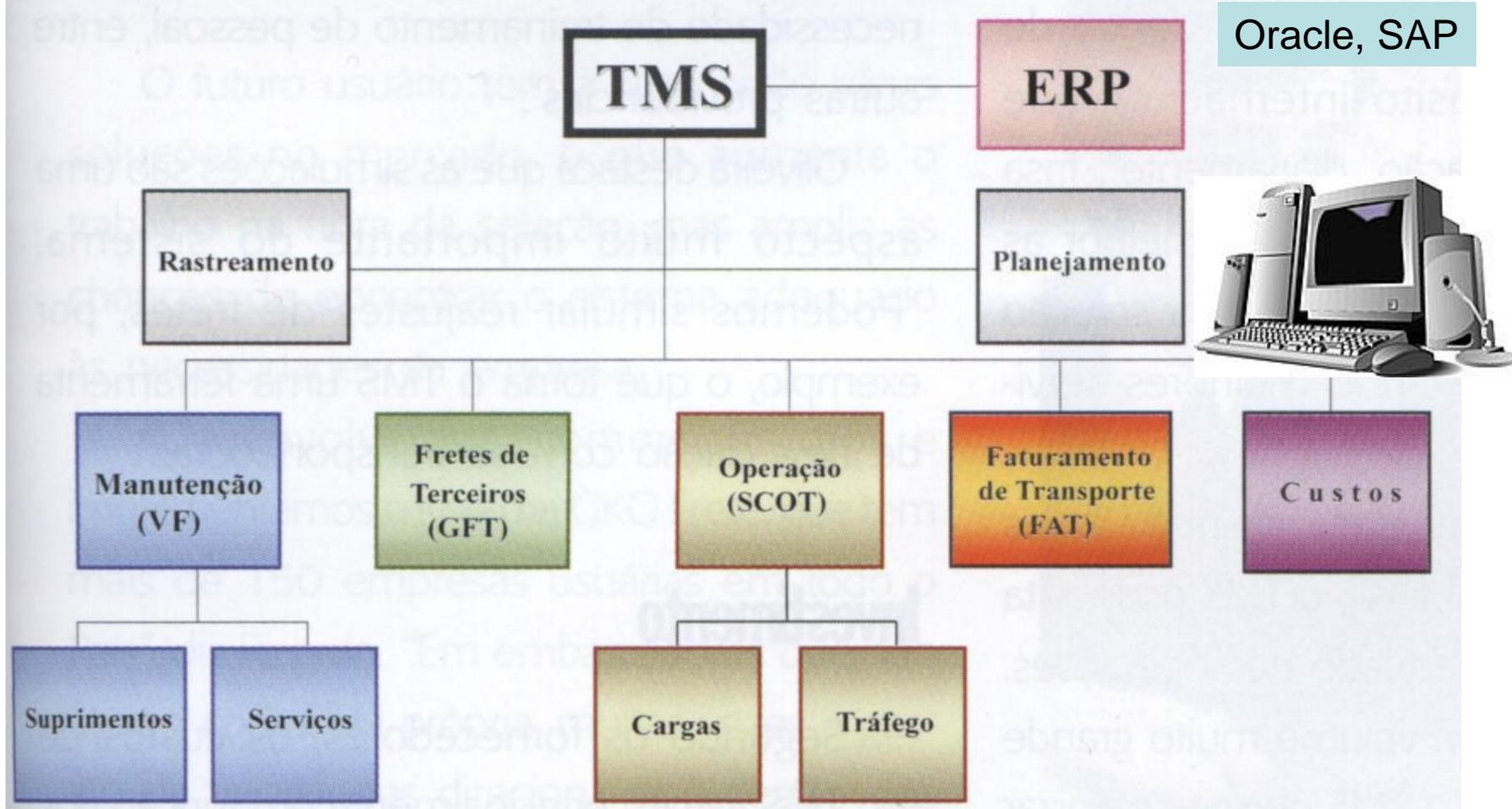
- 8% a 15% de redução no custo de distribuição com rotas fixas;
- 15% a 20% de redução com rotas dinâmicas;
- 97,5% de confiabilidade nos horários de entrega;
- 60% de redução nos retornos;
- 10% a 33% de redução no número de veículos;
- 50% de aumento em caixas e paradas por rota;
- 19% de diminuição na quilometragem;
- 21% de redução no número de funcionários;
- 36% de redução de horas extras.

Problemas de Decisão em Transportes



TMS - Transportation Management System

Exemplo de um sistema e módulos que compõem um TMS



- Funcionalidades de um software TMS
 - Monitoramento e controle de custos e serviços
 - Planejamento e execução
 - Apoio à negociação e auditoria de frete
 - Manutenção da frota



▪ TMS - Monitoramento & Controle

– Informações sobre:

- Desempenho dos transportadores - modais
- Frete *premium* e frete de retorno
- Cargas expedidas e número veículos usados
- Desempenho das entregas



▪ TMS - Monitoramento & Controle

– Controle de custos:



- Fazer orçamentos e acompanhar evolução custos (orçado *versus* realizado)
- Custos/ton-km e valores pagos por rota ou cliente
- Visualizar custos adicionais (veículos extras, entregas especiais)

1



▪ TMS – Monitoramento & Controle

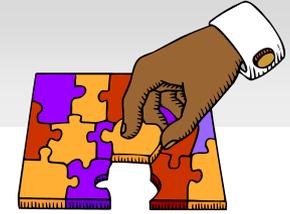
– *Tracking* - monitorar frota e produtos, agrega valor pela informação para os clientes sobre *status* e localização dos pedidos, além de gerenciar o risco da carga e do veículo



▪ custo sistema de rastreamento via satélite era US\$12.000 agora é R\$700,00!

– Controle de serviços - monitorar o desempenho das entregas, nível de utilização da frota (otimizar ativos)

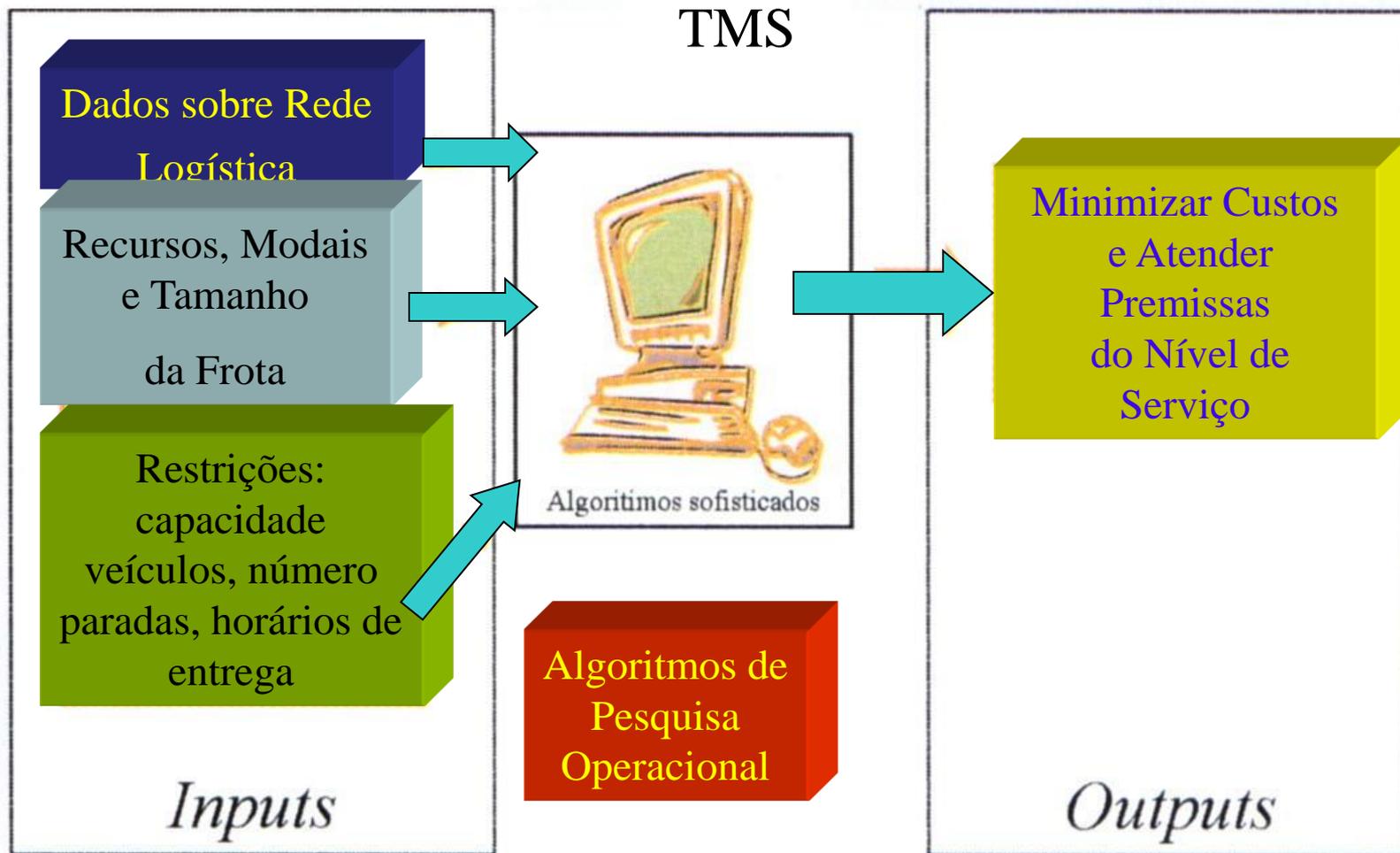
■ TMS – Planejamento & Execução



- Determinar rotas e modais, seqüenciar paradas dos veículos e os tempos de cada uma delas, preparar documentos para despacho de veículos e verificar disponibilidade dos mesmos.



- Base: Modelos e Algoritmos de Otimização da Pesquisa Operacional - Programação Linear, Programação Inteira, Teoria das Filas, Programação em Redes, Simulação - Pacotes Computacionais (Lindo, WinQSB, Cube - IQ3.0, Arena, Promodel, Simul8, ...)





- TMS - Apoio à Negociação & Auditoria de Frete
 - Base de dados das tarifas de frete para remunerar serviço e para auditoria
 - *Software* compara valor cobrado pelo prestador de serviço com o calculado e apresenta as diferenças

■ TMS - Apoio à Negociação & Auditoria de Frete

– Cadastro das condições comerciais:

- Por volumes
- Fracionamento e tamanho das carga
- Custos e volumes expedidos por modais
- Frete por viagem e tipos de veículos
- Rotas e destinos

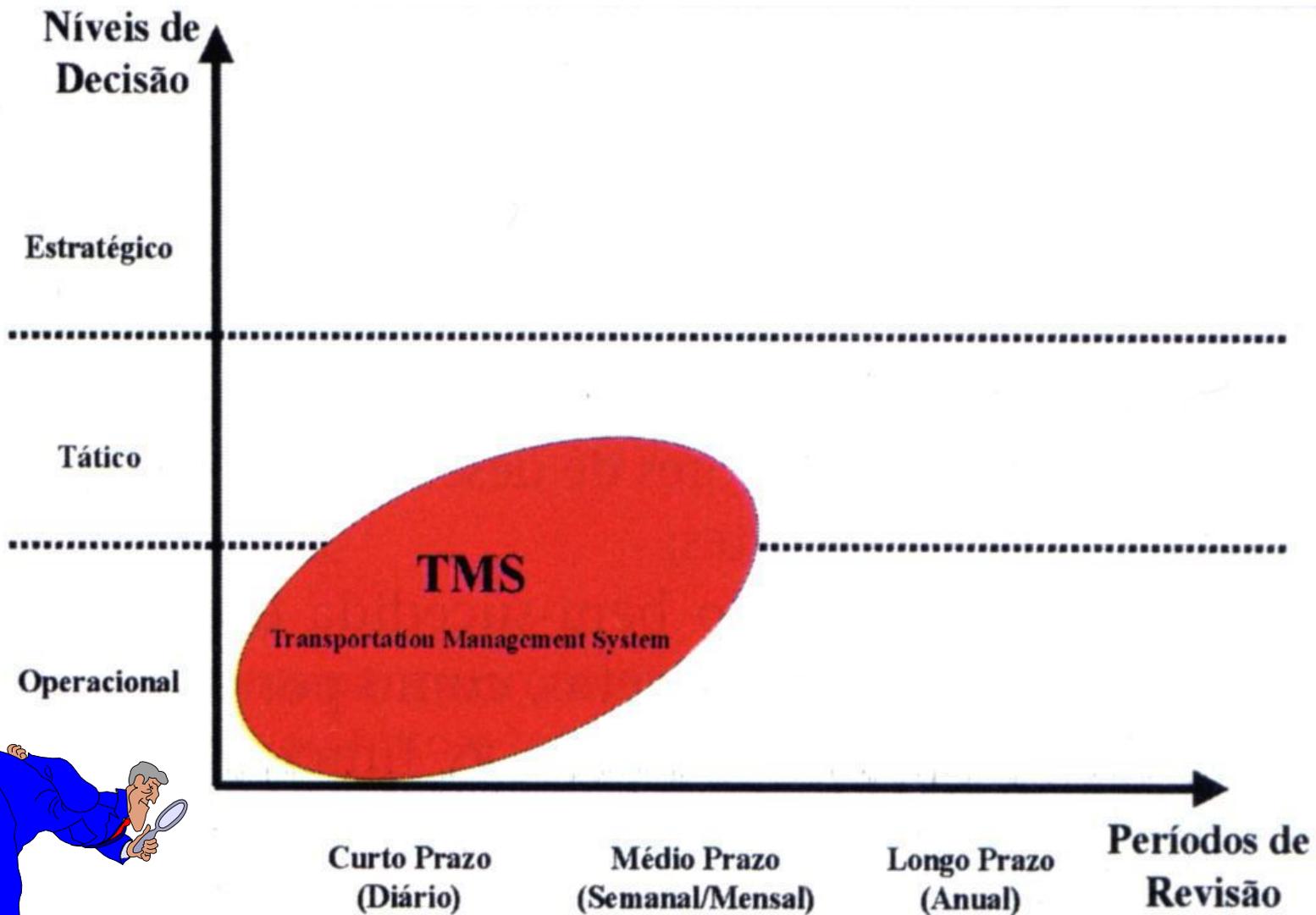


– Apoio à negociação - identificar impacto de novas condições comerciais sobre o custo do frete

– **ASP - Application Service Provider via WEB**



(TransWorks, Nistevo, [NxTier Technologies](#), Shippers Commonwealth, Lean Logistics)



Bibliografia

- **Novaes, A. G. N.** *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição 3a. Edição revista, atualizada e ampliada*, Editora Campus, 2007.
- www.feg.unesp.br/~fmarins
- www.routing.com.br
- Logware 5.0 – Software que acompanha o livro: Ballou, R. H. *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial – 5a. Edição*, Bookman Companhia Editora, 2006