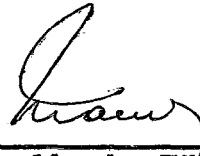


# Uma Aplicação do TABU SEARCH para um Problema de Roteamento com Time-Window Dentro de um Hospital

*Marcelo Dib Cruz*

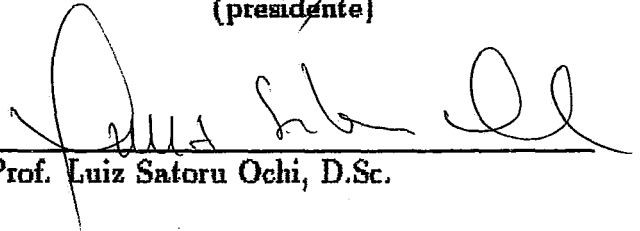
TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO.

Aprovada por:



---

Prof. Nelson Maculan Filho, D.Sc.  
(presidente)



---

Prof. Luiz Satoru Ochi, D.Sc.



---

Prof. Paulo Oswaldo Boaventura Netto, D.Ing.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL  
DEZEMBRO DE 1992

# Uma Aplicação do TABU SEARCH para um Problema de Roteamento com Time-Window Dentro de um Hospital

*Marcelo Dib Cruz*

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO.

Aprovada por:

---

Prof. Nelson Maculan Filho, D.Sc.  
(presidente)

---

Prof. Luiz Satoru Ochi, D.Sc.

---

Prof. Paulo Oswaldo Boaventura Netto, D.Ing.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL  
DEZEMBRO DE 1992

CRUZ, MARCELO DIB

Uma Aplicação do TABU SEARCH para um Problema de Roteamento com Time-Window dentro de um Hospital [Rio de Janeiro] 1992

VII, 65 p., 29.7 cm, (COPPE/UFRJ, M. Sc., ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO, 1992)

TESE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE

I. COPPE/UFRJ II. Título(Série).

*A meus pais*

# Agradecimentos

A Nelson Maculan pela orientação e pelo apoio total tanto em termos de trabalho como também na viagem e apoio moral.

A Philippe Michelon pela orientação durante o período que estive no Canada.

A Philippe Michelon e a Université de Montreal pelos recursos financeiros cedidos que possibilitaram este trabalho

A Luiz Satoru pelo apoio e dedicação em todas as etapas desta tese.

A Antonio, Claudia e Cristina pelo apoio nas horas mais difíceis deste trabalho.

Aos amigos que participaram direta ou indiretamente desta tese.

A CAPES e CNPQ pelo apoio financeiro, sem o qual não seria possível a realização deste trabalho.

Resumo da Tese apresentada à COPPE como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M. Sc.)

Uma Aplicação do TABU SEARCH para um Problema de Roteamento com  
Time-Window Dentro de um Hospital

Marcelo Dib Cruz

Dezembro de 1992

Orientadores: Nelson Maculan Filho

Co-orientador: Philippe Michelon

Programa: Engenharia de Sistemas e Computação

O TABU SEARCH é um método que tem sido muito usado nos últimos tempos. Ele tem sido usado na resolução de problemas combinatórios, normalmente em métodos iterativos e tem mostrado os melhores resultados comparado com os métodos tradicionais.

Este trabalho tem como objetivo propor uma heurística construtiva e otimizatória para a solução de um problema de roteamento e scheduling encontrado nas atividades de planejamento de um hospital, utilizando o método *TABU SEARCH*.

O problema é real e foi encontrado num hospital belga. Os resultados são apresentados e comparados com a solução antiga do hospital. Algumas considerações são feitas a respeito dos parâmetros do TABU SEARCH, visto que este possui uma grande flexibilidade.

Abstract of Thesis presented to COPPE as partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M. Sc.)

An Application of TABU SEARCH for a Routing Problem with Time-Window in  
a Hospital

Marcelo Dib Cruz

December, 1992

Thesis Supervisor: Nelson Maculan Filho

Co-Supervisor: Philippe Michelon

Department: Programa de Engenharia de Sistemas e Computação

The *Tabu Search* is a method that has been largely used these days. It has been used in the solution of combinatorial problems, normally in iterative methods and provides better results than the traditional methods.

This work proposes an optimizing constructive heuristic for the solution of a routing and scheduling problem commonly found in hospital administration, using a method *Tabu Search*.

The problem is a real problem found in a Belgian hospital. The results are shown and compared with the traditional solution. We make some considerations about the *Tabu Search* parameters, because it is a flexible method.

# Índice

<b>I</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
<b>II</b>	<b>Descrição do Problema</b>	<b>4</b>
II.1	Descrição das Tarefas . . . . .	5
II.1.1	Troca de Carrinho-Gêmeo . . . . .	5
II.1.2	Abastecimento das Unidades de Saúde com Material Médico .	5
II.1.3	Tarefas Suplementares . . . . .	6
II.2	Outras Restrições . . . . .	6
<b>III</b>	<b>Modelo Matemático do Problema</b>	<b>8</b>
III.1	Definições . . . . .	8
III.2	Representação do Problema . . . . .	8
III.3	Definição das Variáveis . . . . .	10
III.4	Modelo do Problema . . . . .	10
III.5	Conclusão . . . . .	14
<b>IV</b>	<b>Tabu Search</b>	<b>15</b>
IV.1	Introdução . . . . .	15
IV.2	Métodos de Descida . . . . .	16



IV.3 Uma Melhoria : Soluções Tabu . . . . .	17
IV.4 Condições Tabu : Implementação na Prática . . . . .	18
IV.5 Critério de Aspiração . . . . .	20
IV.6 Tabu Search : Uma Visão Através de Fluxogramas . . . . .	22
IV.7 Um Exemplo do Método Tabu Search . . . . .	25
<b>V O Algoritmo Utilizado na Resolução do Problema Apresentado</b>	<b>28</b>
<b>VI Conclusão</b>	<b>33</b>
<b>VII Apêndice</b>	<b>39</b>
VII.1 Soluções da Segunda-feira . . . . .	39

# Lista de Figuras

IV.1 Forma Geral dos Métodos de Descida . . . . .	17
IV.2 Forma geral do Tabu Search . . . . .	19
IV.3 Forma geral do Tabu Search com o Critério de Aspiração . . . . .	21
IV.4 Um Exemplo do Tabu search dado em [3] . . . . .	27
V.1 O Algoritmo . . . . .	32
VI.1 Solução Antiga . . . . .	33
VI.2 Nova Solução . . . . .	34

# Capítulo I

## Introdução

Esta tese foi desenvolvida em Montreal, Canada. O D.I.R.O (departamento de informática e Pesquisa Operacional) localizado na Université de Montreal, tem um convênio com a área de saúde, isto é, ele recebe fundos para a aplicação da pesquisa operacional nos problemas relacionados a área de saúde. Este departamento conta com vários alunos de mestrado e doutorado além de dois Analistas de Sistemas que ajudam nos projetos. O problema que será apresentado foi proposto por uma estudante canadense que estava fazendo doutorado numa universidade da Bélgica. Ela coletou manualmente os dados de um hospital Belga e os enviou ao D.I.R.O. Lá os dados foram organizados por um dos analistas que os colocou no computador. Eu recebi os disquetes dos dados já organizados e meu trabalho foi desenvolver um método para resolver o problema usando as técnicas de Otimização.

O problema estudado se passa num hospital. O hospital tem 14 andares, quatro subsolos e dez andares acima do solo. Existe um depósito no andar subsolo 3 onde são guardados os remédios, material médico em geral, roupas novas e limpas, etc. No primeiro andar também fica localizado a cozinha e o refeitório, onde as pessoas fazem suas refeições e de onde saem as refeições para serem entregues nos quartos dos pacientes que não podem se locomover. Neste andar também fica a lavanderia. As unidades de saúde estão localizadas do primeiro ao décimo andar. Nos andares abaixo do solo estão localizados as salas de raio-X, fisioterapia, radiologia,

etc.

O hospital tem nove funcionários, chamados carregadores, que realizam uma série de transportes internos (chamaremos de tarefas), tais como a entrega de refeições nos quartos, a entrega de remédios nas unidades de saúde, etc. Cada tarefa leva um determinado tempo para ser executada dentro de um intervalo de tempo pré estabelecido. Por exemplo, quando um carregador abastece a fisioterapia com material médico, ele sai do depósito com o material, caminha até o elevador, pega o elevador até o andar desejado e caminha até a fisioterapia. Ele só pode realizar esta tarefa entre 13:00 e 14:00 e deve durar 10 minutos.

Os carregadores se dividem em dois grupos, quatro que trabalham de manhã e mais cinco que trabalham à tarde. Porém existem horários onde este número é insuficiente devido ao grande número de tarefas. Então outros funcionários de outros setores ajudam a realizar as tarefas não realizadas pelos carregadores.

O nosso objetivo é tentar organizar as tarefas de modo que os carregadores possam realizar o maior número possível de tarefas. Para isso temos que reduzir o tempo ocioso entre as tarefas, isto é, o tempo de deslocamento dos carregadores entre o fim de uma tarefa e o início da seguinte. Estes tempos normalmente são diferentes dependendo da sequência de tarefas. Neste caso uma boa sequência de tarefas seria aquela que minimizasse o tempo ocioso entre as tarefas, respeitando as restrições do problema.

Este problema se assemelha ao problema de multi caixeiro viajante com janela de tempo (MCVJT). O MCVJT consiste em otimizar a distribuição de uma frota de veículos com capacidade finita partindo de um mesmo depósito e tendo que visitar um conjunto de clientes conhecidos (somente uma vez) com demanda conhecida. As visitas são somente autorizadas dentro de um intervalo de tempo (janela de tempo). A relação entre o problema apresentado e MCVJT, é que cada carregador corresponde a um veículo do MCVJT e cada tarefa corresponde a cada cliente do MCVJT. A grande diferença é que o problema apresentado não tem restrições de capacidade. Esta relação ficará mais visível nos próximos capítulos.

A maneira que escolhemos para atacar o problema é partindo de uma solução inicial (uma solução corresponde a dizer qual a sequência de tarefas alocadas a cada carregador) tentar trocar tarefas, isto é, retirar uma tarefa de uma sequência de tarefas de um dos carregadores e tentar reinserir esta tarefa nesta mesma sequência, num lugar melhor, ou numa outra sequência realizada por outro carregador. Este processo é realizado num número fixo de vezes, utilizando um método que não permite a repetição de soluções chamado *Tabu Search*.

# Capítulo II

## Descrição do Problema

Dentro de um hospital circula diariamente uma quantidade enorme de produtos, tais como lençóis, toalhas, medicamentos, refeições (para pacientes nos quartos), roupas sujas, etc .

Para efetuar esses transportes internos, o hospital dispõe de uma categoria de funcionários responsáveis somente por isso, denominados “carregadores”. Porém, por uma questão de higiene e salubridade eles são divididos em dois grupos cujas tarefas jamais se interagem. O primeiro chamado de “carregadores limpos” que são responsáveis pelo transporte de produtos novos ou limpos, tais como roupa branca limpa, refeições, medicamentos ... O outro chamado “carregadores de retorno” que são responsáveis pelo transporte de roupa suja, pela coleta do lixo , etc.

O trabalho que nos interessa é o planejamento e a melhor distribuição de todas as tarefas atribuídas aos “carregadores limpos ”e portanto não nos preocuparemos com o outro grupo .

## **II.1 Descrição das Tarefas**

As tarefas atribuídas aos carregadores limpos podem ser classificadas (grosseiramente) como:

### **II.1.1 Troca de Carrinho-Gêmeo**

Alguns serviços (tais como radiologia, fisioterapia) são abastecidos por um “carrinho-gêmeo” contendo todo o material médico ou para-médico necessário, para um ou vários dias, dependendo do caso. Esse abastecimento é realizado com uma troca completa do “carrinho-gêmeo”, isto é, o carregador chega com um novo carrinho contendo tudo que é necessário a esta unidade e leva o carrinho antigo de volta ao depósito. Esse serviço é feito através de um cálculo de frequência de abastecimento necessária ao setor.

### **II.1.2 Abastecimento das Unidades de Saúde com Material Médico**

O abastecimento de certas unidades de saúde é realizado de uma maneira bem peculiar e bem diferente da maneira acima. Como as unidades requerem um pouco mais de cuidado, o abastecimento é feito em três etapas: Primeiro o carregador passa pela unidade de saúde e anota o pedido. Depois ele vai a um depósito e preenche o carrinho com o pedido e entrega-o na unidade. Para assegurar um bom funcionamento desse tipo de serviço, os administradores exigem que a unidade seja sempre abastecida pelo mesmo carregador, isto é, o carregador que abastecer na segunda-feira terá que abastecer esta unidade também na terça-feira ou na quarta-feira, sempre que esta necessitar de abastecimento. E ainda, que as três etapas sejam realizadas pelo mesmo carregador.

### II.1.3 Tarefas Suplementares

Os carregadores tem outras responsabilidades a cumprir, como entregar refeições e efetuar um certo número de outros transportes tais como levar a roupa branca limpa do setor de esterilização até o depósito , etc ...

Cada transporte pode ser modelado como uma tarefa a cumprir. Esta tarefa se caracteriza por:

- um lugar de início
- um lugar de término
- uma duração
- uma janela de tempo

Isto é, se o carregador faz uma tarefa que se caracteriza em entregar roupas limpas a uma determinada unidade de saúde *us1* . Então o lugar de início é o depósito, onde se encontra a roupa limpa, o lugar de término é a própria unidade, a duração é o tempo de sair do depósito, chegar a unidade *us1* e entregar a roupa limpa. Porém esta tarefa só pode ser realizada num intervalo de tempo estabelecido (janela de tempo).

## II.2 Outras Restrições

Para cumprir estas tarefas, o hospital dispõe de 9 (nove) carregadores durante a semana e 3 (Três) carregadores durante o fim de semana.

Durante a semana eles são divididos em dois grupos. O primeiro grupo, com quatro integrantes, começa o expediente as 6:00 da manhã e finaliza as 14:15. Eles tem duas pausas: uma as 9:15 para o café com duração de 15 minutos e uma outra as 11:15 para o almoço com duração de 60 minutos. O segundo grupo,



com cinco integrantes, começa o expediente as 11:15 e finaliza as 19:15. Eles tem duas pausas: uma as 13:20 para o café com duração de 15 minutos e uma outra as 15:30 para o almoço com duração de 60 minutos. Durante o fim de semana, por ter um número de tarefas menor, só tem um único grupo com três integrantes. Eles começam o expediente as 6:00 da manhã e finaliza as 18:30. Eles tem três pausas: uma as 9:15 para o café com duração de 15 minutos e uma outra as 11:15 para o almoço com duração de 60 minutos e uma última as 17:30 também para o café com duração de 15 minutos.

# Capítulo III

## Modelo Matemático do Problema

### III.1 Definições

def: Um grafo  $G=(N,A)$  é um par ordenado onde  $N$  é um conjunto não vazio de nós ou vértices e  $A$  é um conjunto de pares não ordenados de elementos de  $N$ . Cada elemento de  $A$  é denominado aresta.

def: Diz-se que um grafo é *valorado* se existem uma ou mais funções relacionando  $N$  e/ou  $A$  com conjunto de números. Quando a função é relacionada a  $N$  diz-se que *o grafo é valorado em relação aos vértices* e quando a função é relacionada a  $A$  diz-se que *o grafo é valorado em relação as arestas*.

def: Um grafo *direcionado ou digrafo* é um par ordenado  $G=(N,A)$ , onde  $N$  é um conjunto finito e não vazio de vértices e  $A$  é um conjunto de pares ordenados de vértices distintos denominados *arcos*.

### III.2 Representação do Problema

O problema que apresentamos pode ser modelado como um grafo valorado. Mais especificamente, podemos dizer que é um grafo valorado em relação aos vértices onde cada tarefa é um nó do grafo. Cada nó  $i$  pode ser descrito como abaixo:

$L_i^1$  : lugar de origem da tarefa  $i$ .

$L_i^2$  : lugar de destino da tarefa  $i$ .

$d_i$  : tempo de duração da tarefa  $i$ .

$[a_i, b_i]$  : janela de tempo da tarefa  $i$ , isto é, intervalo de tempo no qual a tarefa tem que ser cumprida.

$N$  representa o conjunto de todos os nós do grafo. Da mesma maneira, podemos dizer que o grafo é valorado em relação as arestas, pois cada arco representa o tempo de percurso entre o final de uma tarefa e o início de outra. Definimos  $A$  como o conjunto de arestas do grafo. Assim:

- $(i, j) \in A$  se e somente se é possível fazer  $j$  logo após  $i$ , isto é,  $a_i + d_i + t_{ij} \leq b_j - d_j$  onde  $t_{ij}$  é o tempo de ir de  $i$  para  $j$ .

Existem  $l$  grupos de carregadores, onde cada grupo de carregadores  $k$  ( $k=1, \dots, l$ ) tem um horário de início da jornada de trabalho  $HI_k$ , um horário de término da jornada de trabalho  $HF_k$  e um número máximo de carregadores  $NG_k$ . Além disso cada carregador tem um ou dois horários para o café e um horário para o almoço.

As pausas e os almoços são consideradas nós do grafo, pois têm a mesma forma das tarefas acima. Assim temos:

$AL_k$  tarefa almoço pertencente ao grupo de carregadores  $k$ ,  $k=1, \dots, l$ .

$CM_k$  tarefa café da manhã pertencente ao grupo de carregadores  $k$ ,  $k=1, \dots, l$ .

$CT_k$  tarefa café da tarde pertencente ao grupo de carregadores  $k$ ,  $k=1, \dots, l$ .

Criaremos também origens fictícias  $O_k$ ,  $k = 1, 2, \dots, l$ , cada uma ligando a todos os outros nós originais do grafo, de onde obrigatoriamente os carregadores têm que sair.

Criaremos também os conjuntos  $F_1, F_2$  e  $F_3$  da seguinte maneira:

- $F_1 = \{ \text{nós} / \text{cada nó consiste na tarefa de anotar o pedido da unidade } i, \forall i \in A \}$
- $F_2 = \{ \text{nós} / \text{cada nó consiste na tarefa de encher o carrinho no depósito com o pedido da unidade } i, \forall i \in A \}$
- $F_3 = \{ \text{nós} / \text{cada nó consiste na tarefa de entregar na unidade } i, \forall i \in A \}$

$F_1, F_2, F_3$  são arrumados de forma que as unidades tenham o mesmo índice dentro de cada conjunto. Assim se  $F_1 = \{i, j, \dots\}$ ,  $F_2 = \{p, t, \dots\}$ , e  $F_3 = \{q, r, \dots\}$ , então  $i, p$  e  $q$  correspondem respectivamente a anotar, preencher e entregar na mesma unidade de saúde. Estas tarefas são denominadas de correspondentes.

Definiremos também o conjunto  $E$ , que é a união dos conjuntos descritos acima, isto é,  $E = F_1 \cup F_2 \cup F_3$ .

Seja  $P_i = \{j \mid (j, i) \in A\}$  e

$S_i = \{j \mid (i, j) \in A\}$ , isto é,  $P_i$  é o conjunto dos nós adjacentes a  $i$  que estão chegando a  $i$  e  $S_i$  é o conjunto dos nós adjacentes a  $i$  que estão saindo de  $i$ .

O modelo pode ser encontrado em [24] e [11].

### III.3 Definição das Variáveis

$$X_{ij}^{kc} = \begin{cases} 1 & , \text{ se a tarefa } j \text{ for feita logo após} \\ & \text{a tarefa } i \text{ pelo carregador } c \text{ pertencente ao grupo } k. \\ 0 & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$$

$C_{ij}^{kc}$  = custo do carregador  $c$  pertencente ao grupo  $k$  ir de  $i$  para  $j$ .

$ST_i^{kc}$  = horário de início do carregador  $c$  pertencente ao grupo  $k$ . na tarefa  $i$ .

### III.4 Modelo do Problema

(P) MIN

$$\sum_{k=1}^l \sum_{c=1}^{NG_k} \sum_{(i,j) \in A} C_{ij}^{kc} X_{ij}^{kc}$$

(S.A)

$$\sum_{k=1}^l \sum_{c=1}^{NG_k} \sum_{i \in P_j} X_{ij}^{kc} = 1$$

$$\forall j \in N - \{O_k, AL_k, CM_k, CT_k, k = 1, 2, \dots, l\}$$

restrição que garante que somente um carregador chega em cada nó  $j$  do grafo, com exceção das pausas e da origem fictícia.

$$\sum_{k=1}^l \sum_{c=1}^{NG_k} \sum_{j \in S_i} X_{ij}^{kc} = 1$$

$$\forall j \in N - \{O_k, AL_k, CM_k, CT_k, k = 1, 2, \dots, l\}$$

restrição que garante que somente um carregador sai de cada nó  $i$  do grafo, com exceção das pausas e da origem fictícia.

$$\sum_{k=1}^l \sum_{i \in P_j} X_{ij}^{kc} = \sum_{k=1}^l \sum_{i \in S_i} X_{ji}^{kc}$$

$$\forall j \in N$$

restrição que garante que o carregador que chega em qualquer nó  $i \in N$  é o mesmo que sai deste nó  $i$ .

$$ST_t^{kc} \leq ST_{t_1}^{kc} \leq ST_{t_2}^{kc}$$

$$k = 1, \dots, l$$

$$c = 1, \dots, NG_k$$

$$t \in F_1$$

$$t_1 \in F_2$$

$t_2 \in F_3$  e  $t, t_1, t_2$  correspondentes.

restrição que garante que o carregador terá primeiro que anotar o pedido, depois encher o carrinho e depois entregar na unidade de saúde

$$\sum_{j \in P_t} X_{tj}^{kc} = \sum_{j \in P_q} X_{qj}^{kc}$$

$k = 1, \dots, l$

$c = 1, \dots, NG_k$

$\forall t, q \in E$

restrição que garante que o mesmo carregador fará sempre a mesma unidade de saúde durante todos os dias

$$\sum_{i \in P_t} X_{it}^{kc} \leq \sum_{i \in P_{t_1}} X_{it_1}^{kc} \leq \sum_{i \in P_{t_2}} X_{it_2}^{kc}$$

$k = 1, \dots, l$

$c = 1, \dots, NG_k$

$t \in F_1$

$t_1 \in F_2$

$t_2 \in F_3$  e  $t, t_1, t_2$  correspondentes.

Estas restrições garantem que, se um carregador  $c$  do grupo  $k$  fizer a tarefa que consiste em anotar o pedido de uma dada unidade de saúde, terá também que preencher o carrinho e entregar o carrinho nessa unidade de saúde.

$$\text{se } X_{ij}^{kc} > 0 \rightarrow ST_i^{kc} + d_i + t_{ij} \leq ST_j^{kc} \quad (i, j) \in A$$

Esta restrição exige que se o carregador for da tarefa  $i$  para a tarefa  $j$  então ele terá que chegar primeiro em  $j$  antes do tempo  $ST_j^{kc}$ .

Para linealizar a restrição acima, basta definir um  $M > 0$  suficientemente grande, tq  $M \geq ST_i^{kc} + d_i + t_{ij} + ST_j^{kc}$ ,  $\forall k, c, (i, j)$  e proceder da seguinte forma:

$$ST_i^{kc} + d_i + t_{ij} + ST_j^{kc} \leq (1 - X_{ij}^{kc})M$$

$$k = 1, \dots, l$$

$$i \in N$$

$$c = 1, \dots, NG_k$$

$$a_i \leq ST_i^{kc} + d_i \leq b_i$$

$$k = 1, \dots, l$$

$$i \in N$$

$$c = 1, \dots, NG_k$$

restrição que garante que a tarefa deverá ser cumprida dentro de sua janela de tempo

$$\text{se } X_{ij}^{kc} > 0 \implies ST_j^{kc} \geq HI_k \quad \text{e} \quad ST_j^{kc} + d_j \leq HF_k$$

ou

$$\text{se } X_{ij}^{kc} > 0 \implies HI_k \leq ST_j^{kc} \leq HF_k - d_j$$

$$k = 1, \dots, l$$

$$c = 1, \dots, NG_k$$

$$(i, j) \in A$$

restrições que garantem que as tarefas respeitarão as restrições de tempo dos grupos de carregadores.

$$\sum_{c=1}^{NG_k} \sum_{i \in PA_k} X_{iA_k}^{kc} = \sum_{c=1}^{NG_k} \sum_{i \in PCM_k} X_{iCM_k}^{kc} \geq \sum_{c=1}^{NG_k} \sum_{i \in SO_k} X_{O_k i}^{kc}$$

e

$$\sum_{c=1}^{NG_k} \sum_{i \in PCT_k} X_{iCT_k}^{kc} \geq \sum_{c=1}^{NG_k} \sum_{i \in SO_k} X_{O_k i}^{kc}$$

$$k = 1, \dots, l$$

restrições que garantem que cada grupo de carregadores almoçará e fará sua(s) pausa(s) uma e somente uma vez.

### III.5 Conclusão

O modelo que acabamos de apresentar contém um número muito grande de restrições. Por isso a solução por um método exato é impossível nos computadores atuais. Daí resolvemos adotar um método heurístico para resolver o problema estudado.



# Capítulo IV

## Tabu Search

### IV.1 Introdução

Começaremos definindo o problema : Dado um conjunto  $X$  de soluções viáveis  $s$  e uma função  $f$  que a cada  $s \in X$  relaciona um real (ou em alguns casos um inteiro)  $f(s)$ , o objetivo é encontrar uma solução  $s^*$  tal que  $f(s^*)$  seja mínimo. Os métodos exatos desenvolvidos para estes problemas não são eficazes senão para uma classe de problemas particulares [10], com uma estrutura especial. De fato uma grande parte dos problemas que podem ser definidos dessa forma é equivalente a problemas de decisão pertencentes à classe NP-hard e, como consequência, os algoritmos exatos só podem resolver problemas de pequeno porte. A necessidade de resolver problemas práticos de grande porte conduziu ao desenvolvimento de métodos heurísticos, onde o objetivo é encontrar uma “boa” solução num tempo razoável. Entre esses métodos encontram-se freqüentemente os métodos do tipo *iterativos*. O método iterativo se caracteriza por partir de uma solução, a processar e encontrar uma outra solução. Este processo é realizado num número dado de vezes. Para manter esse procedimento simples, a função que modifica uma solução viável  $s$  a uma outra  $s'$  tem que ser bastante simples. Digamos que  $s' = s \oplus m$  onde  $m$  é um elemento do conjunto das modificações simples. Nós definiremos  $M$  como o conjunto de todas as modificações aceitáveis e  $M_s \subseteq M$  como o conjunto das modificações aceitáveis de  $s$ . Agora definiremos a vizinhança de  $s$ ,  $N(s)$  para cada solução

s:

$$N(s) = \{s' / \exists m \in M_s : s' = s \oplus m\}$$

Como um exemplo, considere um problema onde um conjunto finito  $W$  é dado contendo somente elementos 0 ou 1, e  $X$  o conjunto de todos subconjuntos  $s \subseteq W$  com  $|s| = k$ ,  $k$  um numero inteiro fixo, cada solução  $s$  pode ser um vetor característico  $s \in [0, 1]^{|W|}$ . Suponha que a modificação seja uma troca de um elemento de  $s$  com um outro fora de  $s$ . Para a modificação  $m$  que consiste em retirar o  $i$ -ésimo elemento e colocar o  $j$ -ésimo elemento, nós associamos o vetor  $m \in [0, +1, -1]^{|W|}$ , com  $m_i = -1$ ,  $m_j = +1$ , e  $m_k = 0$ ,  $k \neq i, j$ . Então  $M = \{m \in [0, +1, -1]^{|W|} / \sum_i |M_i| = 2 \text{ e } \sum_i M_i = 0\}$  corresponde ao conjunto de modificações satisfazendo a  $s' = s \oplus m$ , visto que  $s \oplus m \in [0, 1]^{|W|}$ . Note bem que o conjunto de soluções pode ser representado por um grafo  $G = (X, U)$ , onde cada solução  $s$  é um nó de  $G$ . Assim sempre existe um arco  $(s, s')$  desde que  $s' \in N(s)$ . Assim o conjunto de soluções encontradas num método iterativo será representado por um grafo orientado.

## IV.2 Métodos de Descida

Num método de descida geral, a cada passo um conjunto  $V^* \subset N(s)$  é gerado. A melhor solução  $s'$  em  $V^*$  é determinada e a troca de soluções de  $s$  a  $s'$  é feita se  $f(s') < f(s)$ . Se  $s'$  não melhorar  $s$  então o método para. A figura IV.1 ilustra a forma geral dos métodos de descida:

Existem várias maneiras de gerar o conjunto  $V^*$ . Quando  $|N(s)|$  é relativamente pequeno,  $V^* = N(s)$ . As vezes encontrar a melhor solução em  $V^*$  pode ser um problema não trivial. Nesses casos é preciso resolver o problema de *otimização local*  $\text{Min} \{f(s) / s \in V^* \subseteq N(s)\}$  por uma heurística. Neste sentido, o método de descida geral pode ser visto como uma metaheurística que utiliza uma heurística em cada passo para encontrar uma boa solução para o problema de otimização local. Sendo uma extensão dos métodos de descida, TS é considerado também uma metaheurística.

**INICIALIZAÇÃO** : Escolha uma solução inicial  $s$  em  $X$ .

Para := false.

**ENQUANTO** Para = false **FAÇA**

Gerar um conjunto  $V^*$  de soluções simples pertencentes a  $N(s)$ .

Encontre a melhor solução possível  $S'$  em  $V^*$  tq  $f(s') = \text{Min } f(t)$ ,  $t \in V^*$ .

**SE**  $f(s') \geq f(s)$  **ENTÃO** :

Para := true.

**SENÃO**:

$s := s'$ .

**FIM ENQUANTO**

Figura IV.1: Forma Geral dos Métodos de Descida

### IV.3 Uma Melhoria : Soluções Tabu

Uma grande desvantagem dos métodos de descida é a possibilidade de parar em um ótimo local que, às vezes, pode estar muito longe do ótimo global do problema [1],[2] e [3]. Para sair do ótimo local e ir em busca de uma solução melhor ou até mesmo do ótimo global, às vezes é necessário aceitar uma solução  $s$  com a modificação  $m$  tq  $s' = s \oplus m$  e  $f(s') > f(s)$ , isto é, uma nova solução que piore a solução anterior. No momento que  $s'$  piora a solução  $s$ , começa a ocorrer o risco de ciclo. Para evitar o risco de ciclo ou pelo menos reduzir tal possibilidade, é necessário proibir modificações que retornem a soluções anteriores. Uma maneira simples de realizar esta tarefa é manter uma lista  $T$  das soluções já visitadas (Lista Tabu). Quando uma solução  $s' = s \oplus m \in V^* \subseteq N(s)$  for gerada, é necessário verificar se está contida na Lista Tabu  $T$ . Assim teremos certeza que não ocorrerá ciclo, visto que, só é permitido visitar cada solução somente uma vez. Porém estas condições não

podem ser tão fortes, visto que há momentos em que pode ser muito bom voltar a uma solução e a partir dela, buscar outras soluções. Por isso, utiliza-se a restrição de Tabu somente para as  $t$  últimas soluções encontradas, onde  $t$  é um número inteiro ( $t$  pode ser fixo ou variável).  $T$  representa uma lista cíclica se  $t = |T|$  é constante, isto é, as últimas  $t$  soluções que não podem ser retornadas. Quando uma nova solução é encontrada, a solução mais antiga deixa de ser Tabu e a nova solução passa a sê-lo. Daí repara-se que a lista previne ciclos num período maior ou igual a  $t$  iterações.

Embora reduzidos pela Lista Tabu, ciclos podem ocorrer. Por isso, regras de parada são necessárias para o processo iterativo. Assim uma regra de parada pode ser, por exemplo, o algoritmo *para* se num número fixo  $K_{máx}$  de iterações, não tenha existido melhoras. Outra regra de parada, pode ser, se  $V^* - T = \emptyset$ , ou seja, se as soluções simples e vizinhas a uma solução  $s$  são todas Tabu, isto é, estão contidas na lista Tabu.

Não é difícil ver que com o TABU SEARCH o algoritmo procura mais dentro do conjunto viável, e por tentar evitar ciclos, um número muito maior de soluções pode ser testado. O processo ideal do TABU SEARCH é mostrado na figura IV.2.

## IV.4 Condições Tabu : Implementação na Prática

Tendo em  $T$  uma lista contendo  $|T|$  soluções, e como cada solução pode ser grande, é praticamente irreal armazenar tudo isso, visto que ocuparia grande espaço de memória [3]. Por outro lado, a cada iteração é necessário testar se a solução encontrada é Tabu ou não, e isto levaria bastante tempo de processamento. Porém não é necessário armazenar as soluções inteiras para se evitar ciclos. Basta armazenar uma parte de cada solução ou de cada modificação ou ainda uma parte das duas, de tal maneira que esta(s) parte(s) armazenada(s) lhe identifique. A cada parte será dado o *Status Tabu*. Assim numa solução  $s$  ou numa modificação  $m$ , nós podemos dar o status tabu a alguma parte  $t_i$  de  $s$  ou  $m$  (a parte  $t_i$  pode ser elemento, parte de elemento, uma característica,

**INICIALIZAÇÃO** : Escolha uma solução inicial  $s$  em  $X$ .

$s^* := s$  ( $s^*$  = melhor solução encontrada até o momento).

niter := 0 (um contador para iterações).

Miter := 0 (última iteração onde houve alguma melhora, ou onde encontrou-se o último  $s^*$ ).

Inicialize a lista Tabu,  $T := \emptyset$ .

Para := false.

**ENQUANTO**

Para = false **FAÇA**

**SE** (niter - Miter >  $K_{\text{máx}}$  :  $K_{\text{máx}}$  é o limite de iterações para ter alguma melhora) ou ( $V^* - T = \emptyset$ )

**ENTÃO** : para := true

**SENÃO**

niter := niter + 1

Gerar  $V^* \subseteq N(s) - T$

Encontre a melhor solução possível  $s'$  em  $V^*$  tq  $f(s') = \text{Min } f(t)$ ,  $t \in V^*$ .

$s := s'$ .

Atualizar  $T$  ( $T := T - (\text{solução mais antiga}) \cup \{s\}$ )

**SE**  $f(s') \leq f(s^*)$  **ENTÃO** :

$s^* := s'$ .

Miter := niter.

**FIM ENQUANTO**

Figura IV.2: Forma geral do Tabu Search

parte de alguma característica de  $s$  ou  $m$ ). Em geral

$$t_i(m \text{ ou } s) \in T_i \quad (i = 1, \dots, t)$$

são chamados de *condições Tabu*. Então uma solução  $s$  ou uma modificação  $m$  tem o *status Tabu* (ou é Tabu) se satisfaz as condições acima.

## IV.5 Critério de Aspiração

O que pode ser ainda melhorado, é que proibindo um número muito grande de soluções pode prejudicar o desempenho do algoritmo [1]. Por isso em certas ocasiões é bastante interessante permitir que o *status Tabu* de uma dada solução seja retirado. O critério para remover o *status Tabu* é denominado *Critério de Aspiração*. De uma forma geral o que se utiliza é uma coleção de critérios para avaliar uma modificação  $m$  (aplicada a solução  $s$ ). Assim

$a_i(s, m)$  é a penalização para a modificação  $m$  com respeito ao critério  $i$ . Um valor limite  $A_i(s, m)$  é encontrado para todo critério  $i$  e então se procede da seguinte forma:

$$\text{se } a_i(s, m) < A_i(s, m), \forall i \quad 1 \leq i \leq c$$

então o *status tabu* da modificação  $m$  aplicada a  $s$  é cancelado, isto é, se qualquer um dos critérios for satisfeito, o *status tabu* da solução é retirado.

Um exemplo simples de um critério de aspiração pode ser dado considerando a própria função objetivo, isto é,  $a_i(s, m) = f(s \oplus m)$  e o limite  $A_i(s, m)$  é o melhor valor da função encontrado até o presente momento. Assim se

$$a_i(s, m) < A_i(s, m) \text{ ou}$$

$$f(s \oplus m) < f(s^*)$$

onde  $s^*$  é a melhor solução até o momento, o *status tabu* é removido. Em outras palavras, uma solução  $s \oplus m$  é aceita se melhora o melhor valor encontrado. Inicialmente  $A_i(s, m) = +\infty$  e a medida que soluções melhores são encontradas o limite é atualizado. A forma geral do TS com *critério de aspiração* é mostrado na figura IV.3.

**INICIALIZAÇÃO** : Escolha uma solução inicial  $s$  em  $X$ .

$s^* := s$  ( $s^*$  = melhor solução encontrada até o momento).

niter := 0 (um contador para iterações).

Miter := 0 (última iteração onde houve alguma melhora, ou onde encontrou-se o último  $s^*$ ).

Inicialize a lista Tabu,  $T := \emptyset$  e faça  $A_j(s, m) = +\infty \quad \forall j$ .

Kmáx = número máximo de iterações entre duas melhoras de  $f$ )

$f_*$  = limite inferior de  $f$ .

**ENQUANTO**

$(f(s) < f_*)$  e  $(\text{niter} - \text{Miter} < \text{kmáx})$  **FAÇA**

niter := niter + 1 .

Gerar  $V^* \subseteq N(s)$  de soluções

$\bar{s} = s \oplus \bar{m}$  tq nenhuma das condições

Tabu  $t_i(\bar{s}, \bar{m}) \in T_i$  sejam violadas

ou que pelo menos um dos critérios de Aspiração

$a_j(\bar{s}, \bar{m}) < A_j(\bar{s}, \bar{m})$  seja válido.

Encontre a melhor solução possível  $s'$

em  $V^*$  tq  $f(s') = \text{Min } f(t)$ ,  $t \in V^*$ .

**SE**  $f(s') \leq f(s^*)$  **ENTÃO** :

$s^* := s'$ .

Miter := niter.

Atualize os valores dos  $A_j(s, m)$ .

Atualizar  $T$  ( $T := T - (\text{solução mais antiga}) \cup \{s'\}$ )

$s := s'$ .

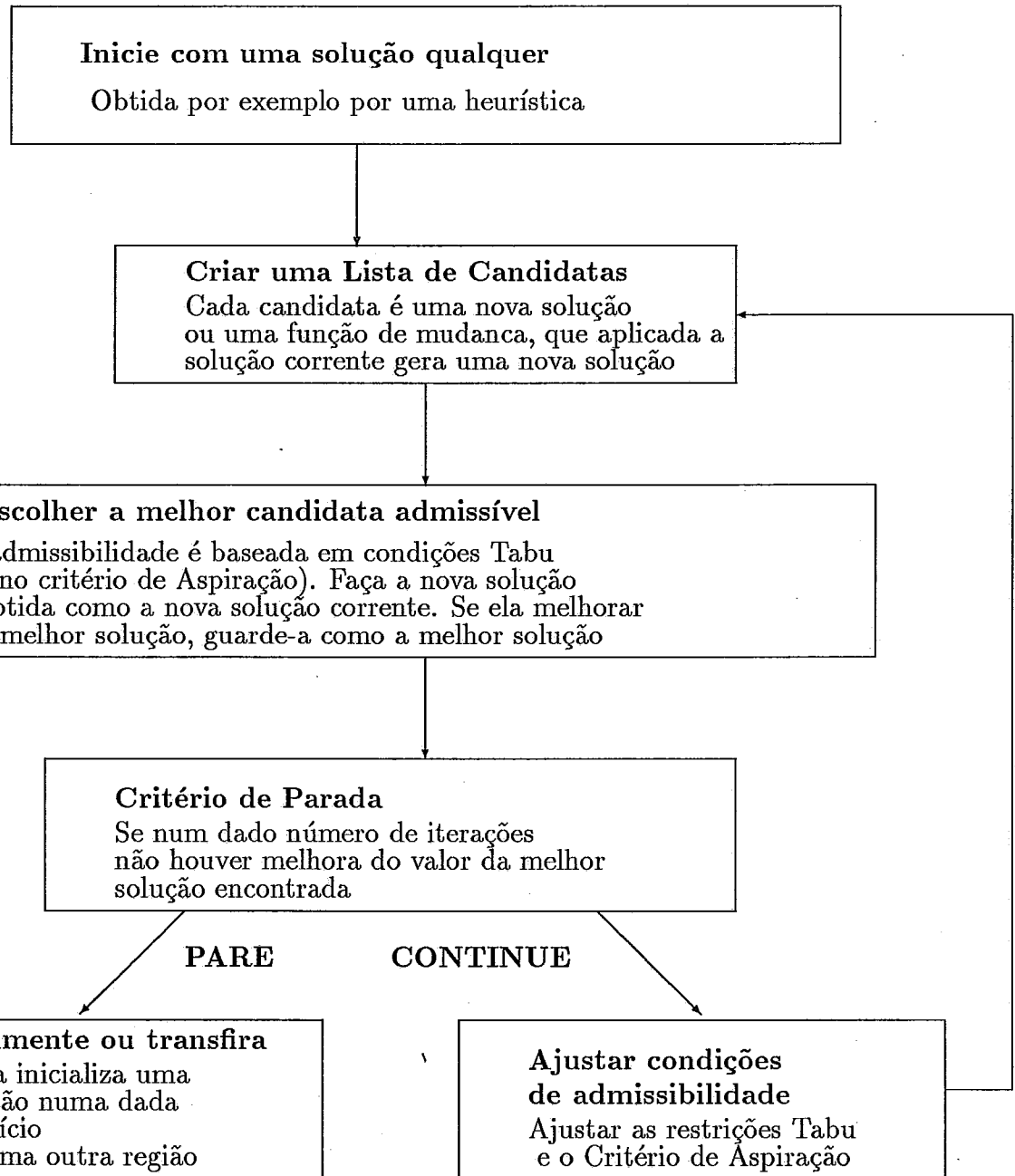
**FIM ENQUANTO**

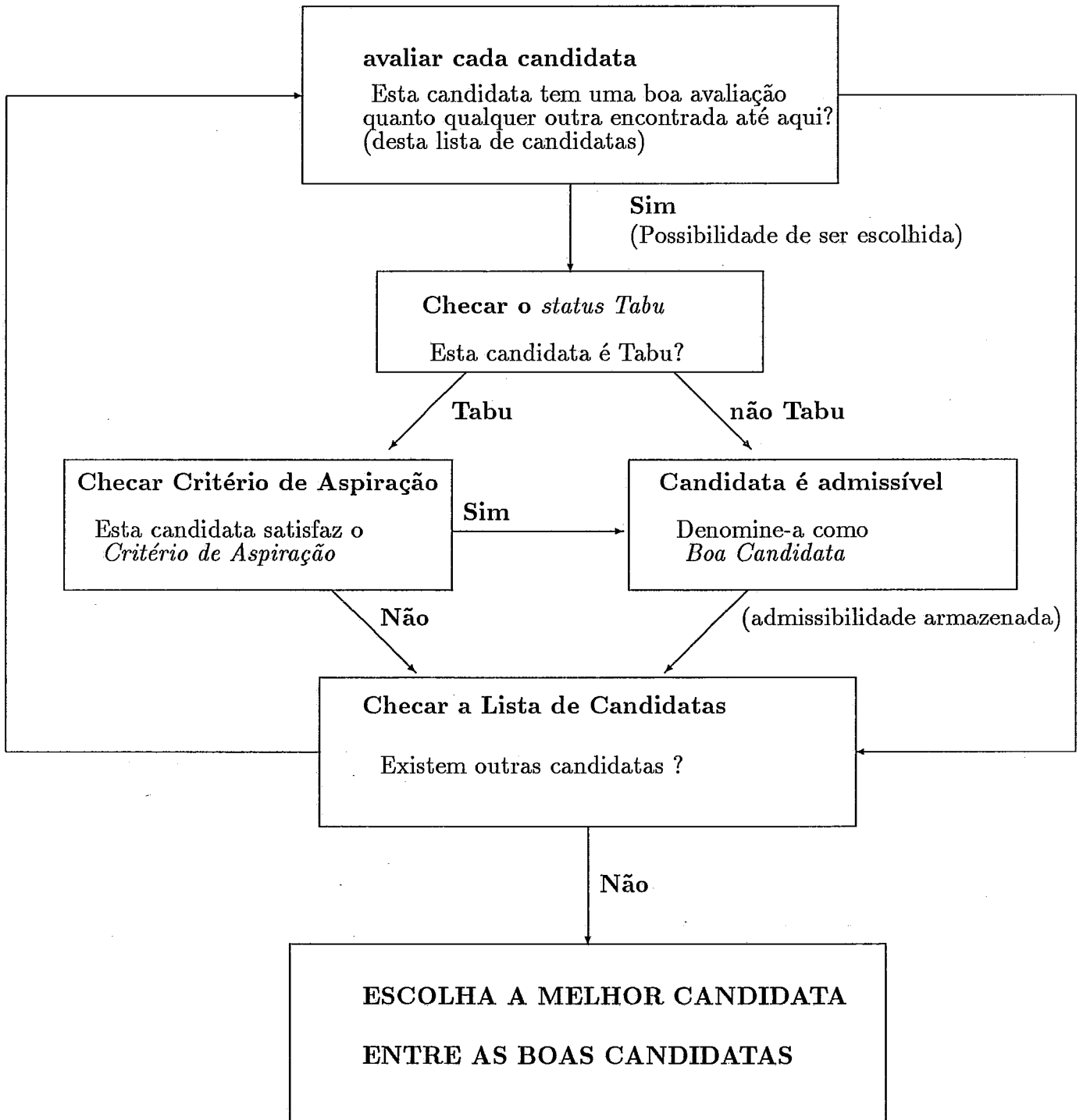
Figura IV.3: Forma geral do Tabu Search com o Critério de Aspiração

## IV.6 Tabu Search : Uma Visão Através de Fluxogramas

Como o número de soluções consideradas Tabu é relativamente pequeno em relação ao número de soluções possíveis por iteração e assumindo que o custo de avaliação de uma solução não é grande, as vezes pode ser “bom” testar se a solução tem um valor tão bom quanto as que já foram checadas. Depois é necessário checar o *status tabu*. Se a solução não é Tabu ela é logo admissível como candidata, senão o critério de aspiração pode retirar o status Tabu, dando uma outra chance de admissibilidade. Se o *status tabu* e o *critério de Aspiração* forem altamente limitantes, a última candidata inadmissível pode ser armazenada como uma estratégia para o algoritmo não parar. Os fluxogramas a seguir desenvolvidos em [3] ilustram bem estas idéias. O primeiro fluxograma mostra o corpo do algoritmo e o segundo mostra a escolha da melhor candidata admissível em cada iteração.







## IV.7 Um Exemplo do Método Tabu Search

Considere o problema de “Árvore Geradora de custo Mínimo”, acrescido de restrições que proibam certas arestas de aparecerem juntas ou que permitam que certas arestas apareçam somente se outras aparecerem. (veja [3])

O exemplo é baseado num grafo que contém 5 nós, portanto a *Árvore Geradora* consiste de 4 arestas. Quatro diagramas do grafo são mostrados na figura IV.4, correspondendo a três iterações do método. As arestas da solução corrente estão indicadas por letras maiúsculas (X) e arestas de soluções anteriores estão indicadas por letras minúsculas (x). O custo de cada aresta está indicado na caixa junto a aresta e a variável associada a este está no lado contrário. As variáveis são do tipo zero-um, e cada  $x_j, j = 1, 2, \dots, 7$  é definido da seguinte forma:

$$x_j = \begin{cases} 1 & \text{se a aresta } j \text{ está na árvore} \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

As restrições do problema são as seguintes :

$$x_1 + x_2 + x_6 \leq 1$$

$$x_1 \leq x_6$$

A primeira restrição do problema diz que somente uma das arestas  $x_1, x_2, x_6$  é permitida de entrar na árvore, enquanto a segunda que a aresta  $x_1$  só pode entrar na árvore se a aresta  $x_3$  também estiver na árvore.

Para permitir a avaliação das árvores no caso da solução violar as restrições, é introduzido uma penalidade de custo 50 para cada unidade de violação. Assim na primeira iteração da figura o custo é dado da seguinte forma :  $16 + 100 = 116$  onde 16 é a soma dos arestas e 100 é a soma de duas penalizações ( $x_1$  está na árvore junto com  $x_6$  o que viola a primeira restrição e  $x_1$  está na árvore sem  $x_3$  o que viola a segunda restrição).

Para aplicar o Tabu Search no exemplo, utiliza-se como regra de mudança de solução a troca de arestas, isto é, inserir uma nova aresta e retirar uma

aresta antiga para chegar a uma outra solução. Desde que uma solução só é viável se não contiver ciclos, tem-se o cuidado de assegurar a não ocorrência de ciclos após cada adição de aresta. Assim, por exemplo, se o aresta  $x_2$  entra na árvore, obrigatoriamente  $x_1$  ou  $x_4$  tem que sair. A regra de escolha da nova solução é aquela que produz uma árvore com o menor custo possível. Para definir os atributos Tabu, usaremos uma regra simples. Toda aresta que entra na nova solução recebe o Status Tabu e permanece na lista por somente duas iterações, o tamanho da lista. Assim para saber se a solução é Tabu ou não basta averiguar se a aresta que pretendemos colocar está na lista Tabu. Toda vez que uma nova aresta é adicionada, ela passa a ser Tabu e a mais antiga da lista deixa de se-lo.

O critério de aspiração nesse exemplo, é que uma aresta com status Tabu só pode entrar numa nova solução se melhorar a melhor solução encontrada até a iteração corrente do algoritmo.

Na primeira iteração  $x_1$  saiu da árvore e  $x_3$  entrou na árvore, pois esta foi a mudança que produziu a árvore de menor custo apenas retirando uma aresta e inserindo uma outra. Na segunda iteração a aresta  $x_3$  não podia ser retirada (ela era tabu e não satisfazia ao critério de aspiração). Daí a solução que produziu a árvore de menor custo possível foi aquela com a retirada de  $x_6$  e a entrada de  $x_7$ . Com isso  $x_7$  passou a ser tabu juntamente com  $x_3$ . Na terceira iteração  $x_3$  foi retirada da solução mesmo sendo Tabu pois o valor da nova solução obtida com sua retirada e a entrada da aresta  $x_2$  produziu uma árvore com custo menor que o conseguido até o momento (antes o menor custo conseguido era de 28 e nesta iteração foi conseguido um custo de valor igual a 23) o que satisfez o critério de aspiração. A melhor solução é mostrada na quarta figura.

+

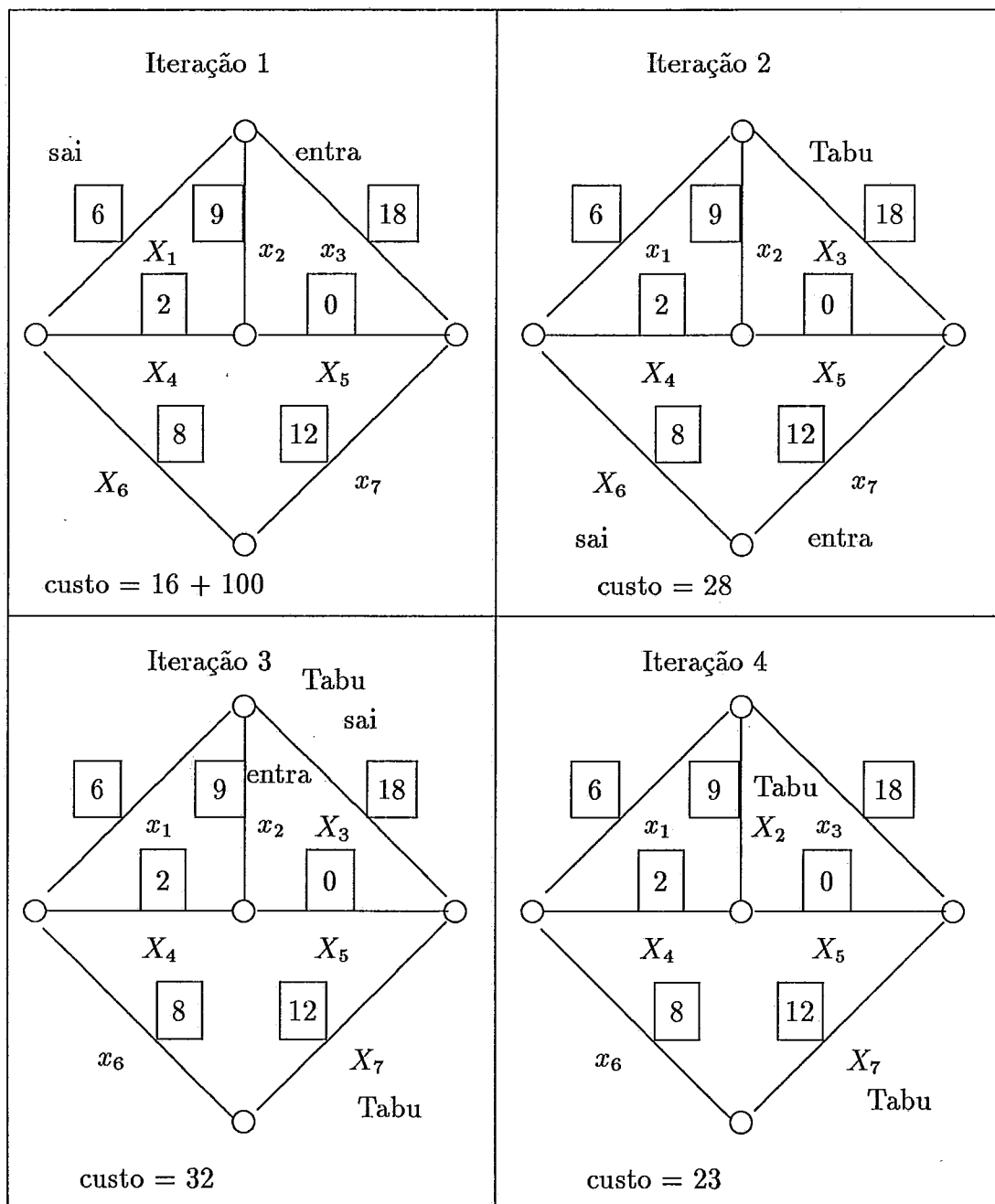


Figura IV.4: Um Exemplo do Tabu search dado em [3]

## Capítulo V

# O Algoritmo Utilizado na Resolução do Problema Apresentado

Dada a complexidade do problema em questão, propomos um algoritmo específico para a resolução do problema e utilizamos uma metaheurística denominada *TABU SEARCH* para melhorar o desempenho deste.

A metaheurística *TABU SEARCH* surgiu de dois trabalhos independentes de F.Glover (1986) [4] e Pierre Hansen (1987) [5], como uma maneira de eliminar o grande problema dos métodos de descida e permitir a saída de um ótimo local. A idéia fundamental do método *TABU* [6] é de modificar uma heurística de descida de modo a:

1. Permitir uma solução de subida quando não houver mais solução de descida
2. Proibir as soluções já visitadas através de uma lista (ou listas) *TABU*, construída a fim de evitar os ciclos.

O problema pode ser modelado como um grafo orientado onde cada tarefa é um nó ( $N$  é o conjunto de nós do grafo) e  $(i,j)$  é um arco do grafo se  $a_i + d_i + t_{ij} \leq b_j - d_j$  onde  $t_{ij}$  é o tempo de ir de  $i$  para  $j$ , isto é,  $(i,j)$  existe se é possível fazer  $i$  e logo após  $j$ .

Primeiramente definiremos a notação utilizada para o nosso problema. Na iteração  $t$  do problema a solução consiste de  $m$  rotas (sequências de tarefas),  $R_t = \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$ . O algoritmo proposto é um algoritmo de troca, partindo de uma solução inicial  $R_0$ , viável ou não. A troca que este realiza é uma troca simples, isto é, ele retira um nó  $i$  de uma das rotas  $r_j$ ,  $j = 1, \dots, m$  e tenta reinserir em outro lugar melhor, na própria rota ou em outra rota. Repare que neste processo uma ou várias rotas podem se tornar vazias.

Para escolher o nó que sai, ele necessita de uma estrutura bastante eficaz de modo a encontrar a tarefa que não está bem colocada, ou seja, uma tarefa que de alguma forma cause inviabilidade na rota. Normalmente o problema é causado quando uma tarefa é realizada fora de sua janela de tempo. A estrutura é descrita abaixo. Suponha que  $i \rightarrow j \rightarrow k \dots$  seja uma rota. Para cada tarefa da rota definiremos o campo horário ( $h$ ) e o campo atraso ( $A$ ) da seguinte forma:

$$\begin{array}{lll}
 i & \longrightarrow & j & & \longrightarrow & k \dots \\
 h_i = a_i & & h_j := h_i + d_i + t_{ij} & & & \\
 A_i = 0 & & A_j := \max[0, h_j - (b_j - d_j)] & & & \\
 & & h_j := \min[h_j, b_j - d_j] & & & 
 \end{array}$$

Na primeira tarefa de cada rota, digamos tarefa  $i$ ,  $h_i = a_i$ , isto é, na primeira tarefa de cada rota o horário é o limite inferior da janela de tempo e como a tarefa começa na hora certa, o atraso é nulo. A partir daí,  $h$  é o horário possível de se começar, ele é sempre viável. Quando se chega numa tarefa após o limite superior da janela de tempo, faz-se  $h$  o último horário possível de se começar, e a diferença desses dois é o quanto se está atrasado, isto é, é o valor de  $A$ . Quando todos os atrasos são nulos a rota é viável e se qualquer atraso for diferente de zero a rota é inviável. Daí o critério de escolha da tarefa que sai: é aquela no qual o atraso é diferente de zero. Toda vez que se retira ou se insere um nó em uma rota, recalculam-se  $h$  e  $A$  para todos os nós desta rota a partir do nó que saiu ou entrou.

Para avaliarmos a solução utilizaremos duas funções objetivas [12],[13]. A primeira,  $F_1$ , mede a soma dos tempos gastos para ir de um nó a outro, isto é, o tempo de deslocamento entre as tarefas. Assim  $F_1$  é:

$$F_1 = \sum_m \sum_{(i,j) \in r_m} t_{ij}$$

e a segunda,  $F_2$ , é soma de  $F_1$  mais a penalização das tarefas quando estas possuem atraso. Assim:

$$F_2 = F_1 + \sum_{i \in N} \alpha * A_i$$

$F_2$  é a medida do quanto a solução está inviável. Quando  $F_2$  é muito maior que  $F_1$ , a inviabilidade da solução é muito grande, e então a solução é muito ruim. Quando  $F_1 = F_2$  todos os atrasos são nulos, isto é, a solução é viável. Foram testados vários  $\alpha$  com valores entre 1.5 e 3.0 e o escolhido foi com valor igual a 2. A função  $F_2$  é utilizada para escolher a melhor solução em cada iteração, enquanto  $F_1$  é utilizada para medir a viabilidade da solução.

Repare que o algoritmo aceita soluções inviáveis [13]. Ele caminha por fora do conjunto viável, permitindo assim uma busca maior que os algoritmos convencionais.

A condição *TABU* escolhida é que, se um nó  $i$  sai de uma rota  $r_j$  e é inserido numa rota  $r_k$ , então o movimento consistindo de reinserir  $i$  em  $r_j$  é considerado *TABU* [7]. Isto é feito armazenando na lista Tabu o nó e o número da rota. O critério de aspiração é que uma solução Tabu é permitida se melhorar a melhor solução encontrada até o momento. Digamos que numa dada iteração retira-se um nó  $i$  e o melhor lugar para reinseri-lo é a rota  $k$ . Assim o nó  $i$  na rota  $k$  é *TABU*. Então se o nó  $i$  é escolhido para deixar a rota  $k$  numa iteração posterior, ele não poderá a não ser que que a solução obtida com a saída de  $i$  da rota  $k$  melhore o valor da melhor solução de todas aquelas encontradas até o momento. O tamanho escolhido para a lista *TABU* é de 25, isto é, a solução encontrada em cada iteração permanece Tabu por 25 iterações.

Como o número de tarefas relacionadas com as unidades de saúde é pequeno, nós as fixamos em suas rotas e não as deixamos sair. Para isso criamos uma lista (*LTF*) contendo as tarefas que não podem ser removidas. O almoço e a



pausa são colocados como tarefas. Em relação à respeitabilidade do horário de início e término do expediente de cada grupo, foram criadas tarefas fictícias que começam e terminam exatamente nos inícios e terminos de cada grupo, com duração nula, todas as outras tendo que estar no meio dessas duas, e então são colocadas na LTF, isto é, essas tarefas não poderão ser retiradas de suas rotas iniciais. Toda vez que uma das tarefas da LTF é escolhida, pegamos a anterior num processo recursivo, isto é, a primeira tarefa anterior a estas não fixadas. O algoritmo é descrito na figura V.1 abaixo:

[pæ

**INICIALIZAÇÃO:** Construir (por uma heurística qualquer) uma solução inicial  $R$  em  $X$ .

$R^* = R$  ( $R^*$  = melhor solução encontrada até o momento).

Inicialize a Lista Tabu,  $T := \emptyset$ .

Faça  $A(R) = F_2(R) = +\infty$ .

**PARA  $I := 1$  ATÉ** Niter **FAÇA :**

Escolher o primeiro nó (digamos  $i \in r_k \in R$ ) tal que o atraso  $A_i \neq 0$  (se não houver, escolha um outro qualquer).

Retira-lo da rota e ajustar todos os  $A$  e  $h$  dos nós restantes a partir de  $i$ .

Gerar o conjunto viável  $V^*$  da seguinte forma: inserir o nó  $i$  em toda rota entre qq par de nós tq  $30 + a_1 \leq h_j$  e  $h_j \leq b_i + 30$  (suponha que queremos inserir  $i$  entre  $j$  e  $k$ ), que não seja Tabu, e se for que satisfaça ao critério de aspiração.

Escolha a melhor solução  $R' \in V^*$ .

SE  $F(R') < F(R^*)$  ENTÃO

$$R^* = R'$$

$$A(R) = F(R^*).$$

Atualize  $T$ .

$$R = R'.$$

**FIM PARA**

Figura V.1: O Algoritmo

# Capítulo VI

## Conclusão

O problema resolvido não tinha muitas opções de soluções, visto que era bastante apertado, isto é, as janelas de tempo eram bastante pequenas e por isso a solução era quase evidente. Mesmo assim, conseguimos uma melhora bastante significativa, principalmente nos piores dias, ou seja, nos dias onde a solução antiga deixava de cumprir um número grande de tarefas.

O hospital utiliza 9 carregadores para fazer essas tarefas e as tarefas que não são realizadas por eles, são realizadas por outros profissionais de outros setores. Pela solução anterior, foram deixadas de cumprir uma soma de **144** tarefas num total de **1,042.00** minutos. A solução encontrada deixa de realizar **76** tarefas num total de **426.20** minutos. As soluções da segunda-feira serão mostradas no final da tese, e nas tabelas a seguir (figura VI.1 e VI.2) será mostrada a comparação entre as soluções.

DIA DA SEMANA	NUM. DE TAREFAS NÃO REALIZADAS	TEMPO TOTAL
segunda	6	24.00
terça-feira	23	237.39
quarta-feira	18	88.00
quinta-feira	10	40.00
sexta-feira	29	278.30
sábado	37	238.31
domingo	21	126.00

Figura VI.1: Solução Antiga

DIA DA SEMANA	NUM. DE TAREFAS NÃO REALIZADAS	TEMPO TOTAL
segunda	0	0.00
terça-feira	3	12.00
quarta-feira	9	36.00
quinta-feira	4	27.00
sexta-feira	5	33.00
sábado	34	188.40
domingo	21	126.00

Figura VI.2: Nova Solução

O método TABU SEARCH tem uma grande flexibilidade em relação a seus parâmetros. Ele permite a utilização de um grande número de atributos Tabu, isto é, ele permite que o atributo Tabu tenha uma grande variedade de escolhas. O que escolhemos nos pareceu o mais lógico pela sua simplicidade de representar a solução e pela sua facilidade de manipulação, ou seja, pela rapidez e facilidade de acesso na hora da implementação.

Durante o trabalho, foram testadas várias funções de escolha (aquela que escolhe o ponto a ser retirado da rota) visto que esta função é a mais importante do algoritmo. No início se pensou em escolher a tarefa que tinha o maior atraso. Porém o problema tinha alguns horários críticos, isto é, horários onde o número de tarefas era maior que o tempo total disponível, e quando o algoritmo entrava nesses horários, demorava demais para sair deles. Então se tentou fazer uma pequena modificação no sentido de mudar a direção de escolha quando o algoritmo entrasse nesses pontos, e alternou-se a escolha do maior atraso com uma escolha aleatória. O processo não funcionou muito bem. A função que funcionou melhor foi a que escolhe o nó com atraso sequencialmente, ou seja, escolhe-se o primeiro nó com atraso da primeira rota (se a rota possui atraso), depois o segundo nó com atraso da primeira rota até que acabe os nós com atraso. Depois passa-se para a segunda rota, a terceira ... e após o ciclo repete-se o processo.

Tentaram-se vários tamanhos para a lista Tabu. O número de possibilidades de troca é grande, então pensou-se em uma lista grande (60 soluções). Mas

com os testes e a comparação das soluções notou-se que nos horários críticos, onde estava o principal problema, o algoritmo demorava muito tempo para retornar a uma solução, e com isso retardava o processo. Então diminuiu-se a lista até chegar a 25, com a qual se encontraram as melhores soluções.

O problema é um problema difícil, pois trabalhar com “time-window” envolve um ajuste de horário toda vez que se muda de solução. No nosso caso, toda vez que se insere uma nova tarefa, recalculam-se A e h de todos os outros nós da rota a partir do nó inserido, e como se faz várias inserções em cada iteração, gasta-se muito tempo neste ajuste de rota. Com isso o algoritmo é um pouco lento, principalmente quando o número de rotas é grande. No nosso problema, que tinha uma média de 350 tarefas e 9 rotas, o algoritmo levava uma média de 100 minutos numa máquina SUN SPARC de 22 MIP para realizar cerca de 300 iterações.

O problema resolvido é similar ao problema clássico de Multi Caixeiro Viajante com Time-Window. É aceitável modificar o algoritmo atual para poder resolver este problema. A implementação está quase pronta, resta apenas testar e comparar com outras heurísticas.

# Referências Bibliográficas

- [1] Glover F., "Tabu Search-Part I", ORSA Journal on Computing, vol.1,N0.3,pp.190-206, 1989
- [2] Glover F., "Tabu Search-Part II", ORSA, journal on computing, vol.2,No1,pp.4-32, 1990
- [3] Glover F., "Tabu Search: A Tutorial", INTERFACE 20,pp.74-94,1990
- [4] Glover F., "Future Paths for Integer programming and links to Artificial Intelligence", Comp. e Ops. Res. vol.13,n.5,pp.533-549,1986
- [5] Hansen,P. , Jaumard,B. "Algorithms for the Maximum Satisfiability Problem" G-87-28,GERAD-Université McGill, 1987
- [6] Paciorek,N. "La Méthode Tabou",Tese de Doutorado, Université de Montreal,1990
- [7] Pureza, V. M. and França, P. M. "Vehicle Routing Problems via Tabu Search Metaheuristic",CRT-Montreal, 1991
- [8] Fisher, M. L. and Jaikumar, R. "A generalized Assignment Heuristic for Vehicle Routing",Networks vol.11 ,pp.104-124,1981
- [9] Haouari,M. , Dejax,P. e Desrochers,M. "Les problèmes de tournées avec contraintes de fenêtres de temps, l'état de l'art", G-90-13,GERAD-Université McGill, 1990
- [10] Hertz,A. e Werra,D. "The Tabu Search Metaheuristic: How we used it", Ecole Polytechnique Fédérale de lausanne. D'épartement de Mathématiques, Chaire de Recherche Opérationnelle, CH-1015 Lousanne, 1988.

- [11] Ferland, J.A. e Michelon, P. "The Vehicle Scheduling Problem with Multiple Vehicle Types", *J. Opl Res. Soc.* Vol.39, No.6, pp.577-583, 1988
- [12] Gendreau, M., Hertz, A. e Laporte, G. "New Insertion and Post-Optimization procedures for the Traveling Salesman Problem", *C.R.T - 708*, Université de Montreal, 1991.
- [13] Gendreau, M., Hertz, A. e Laporte, G. "A Tabu Search Heuristic for the Vehicle Routing Problem", *C.R.T - 777*, Université de Montreal, 1991.
- [14] Paessens, H. "The Savings algorithm for the Vehicle Routing Problem", *European journal of Operational Research* 34, pp.336-344, 1988
- [15] Brinati, M. A. "Como Planejar e Controlar Rotas Economicas com Auxilio do Computador", *III Logistech Brasil'90*, 1990.
- [16] Orloff, C. S. "Routing a Fleet of M Vehicles to/from a Central Facility", *Networks*, vol.4, pp.147-162, 1974.
- [17] Lenstra, J. K. e Rinooy Kan, A. H. G. "On general Routing Problems", *Network*, vol.6, pp.273-280, 1976.
- [18] Bodin, L. e Golden, B. "Classification in Vehicle Routing and Scheduling", *Networks*, vol.11, pp.97-108, 1981.
- [19] Lin, S., "Heuristic programming as an Aid to Network Design", *Networks*, vol.5, pp.33-43, 1975.
- [20] Barachet, L. L. "Graphic Solution of The Traveling Salesman Problem", *regie nationale des usines renault, billancourt, seine, France*, pp.841-845, 1957.
- [21] Golden, B., Magnanti, T. L. e Nguyen, H. Q. "Implementing Vehicle Routing Algorithms", *Networks* vol.7, pp.113-148, 1977.
- [22] Clarke, G. e Wright, J. W. "Scheduling of Vehicles from a central Depot to a number of Delivery points", *operations research* 12, pp.568-581, 1964.
- [23] Lin, S e Kernigham, B. W. "An Effective Algorithm for the Traveling Salesman problem", *Bell Telephone Laboratories*, 1971

- [24] Magnanti, T. L. "Combinatorial Optimization and vehicle Fleet Planning: Perspectives and Prospects", *Networks* vol.11, pp.179-213, 1981.



# Capítulo VII

## Apêndice

### VII.1 Soluções da Segunda-feira

Inicialmente algumas explicações são necessárias. A apresentação das soluções está dividido em quatro partes: as tarefas, os tempos de deslocamento entre as unidades do hospital, a solução utilizada pelo hospital e a solução proposta.

Os tempos de deslocamento entre as unidades do hospital são apresentados por andar, isto é, em cada andar monta-se uma matriz com o tempo de deslocamento entre suas unidades. Para calcular o tempo entre duas unidades em andares diferentes soma-se o tempo da primeira unidade até o elevador (representado nas listagens a seguir por AS-número do andar ou AN-número do andar) mais próximo, com o tempo para deslocar-se dentro do elevador (10 segundos por cada andar, ou seja, se o carregador se deslocar 3 andares ele demora 30 segundos), mais o tempo de deslocamento do elevador a segunda unidade. Os tempos de deslocamento entre as unidades estão em segundos.

As tarefas são referenciadas nas soluções por seus números e toda vez que o campo atraso de qualquer tarefa é diferente de zero, então esta tarefa não pode ser realizada pelo carregador correspondente.

arquivo com as tarefas :

numero de tarefas do primeiro dia :

316

No1	No2	Duree	Fenetre	SecDeb	SecFin
1	287	15.00	0	15SECA	SECA
2	154	12.20	0	45SECA	SECA
3	155	12.20	0	45SECA	SECA
4	142	11.20	0	45SECA	SECA
5	148	6.40	0	45SECA	SECA
6	149	6.40	0	45SECA	SECA
7	151	6.40	0	45SECA	SECA
8	143	6.20	0	45SECA	SECA
9	152	6.20	0	45SECA	SECA
10	153	6.20	0	45SECA	SECA
11	150	16.40	0	60SECA	SECA
12	147	12.20	0	60SECA	SECA
13	144	4.00	0	60SECA	SECA
14	145	4.00	0	60SECA	SECA
15	146	4.00	0	60SECA	SECA
16	16	4.00	30	90CUIS	CUIS
17	19	4.00	30	90CUIS	CUIS
18	22	4.00	30	90CUIS	CUIS
19	25	4.00	30	90CUIS	CUIS
20	28	4.00	30	90CUIS	CUIS
21	31	4.00	30	90CUIS	CUIS
22	34	4.00	30	90CUIS	CUIS
23	37	4.00	30	90CUIS	CUIS
24	40	4.00	30	90CUIS	CUIS
25	43	4.00	30	90CUIS	CUIS
26	46	4.00	30	90CUIS	CUIS
27	49	4.00	30	90CUIS	CUIS
28	52	4.00	30	90CUIS	CUIS
29	55	4.00	30	90CUIS	CUIS
30	58	4.00	30	90CUIS	CUIS
31	61	4.00	30	90CUIS	CUIS
32	64	4.00	30	90CUIS	CUIS
33	67	4.00	30	90CUIS	CUIS
34	70	4.00	30	90CUIS	CUIS
35	73	4.00	30	90CUIS	CUIS
36	76	4.00	30	90CUIS	CUIS
37	79	4.00	30	90CUIS	CUIS
38	82	4.00	30	90CUIS	CUIS
39	85	4.00	30	90CUIS	CUIS
40	88	4.00	30	90CUIS	CUIS
41	91	4.00	30	90CUIS	CUIS
42	94	4.00	30	90CUIS	CUIS
43	97	4.00	30	90CUIS	CUIS
44	100	4.00	30	90CUIS	CUIS
45	103	4.00	30	90CUIS	CUIS
46	106	4.00	30	90CUIS	CUIS
47	109	4.00	30	90CUIS	CUIS
48	112	4.00	30	90CUIS	CUIS
49	115	4.00	30	90CUIS	CUIS
50	118	4.00	30	90CUIS	CUIS
51	121	4.00	30	90CUIS	CUIS
52	124	4.00	30	90CUIS	CUIS
53	127	4.00	30	90CUIS	CUIS
54	130	4.00	30	90CUIS	CUIS
55	133	4.00	30	90CUIS	CUIS
56	136	4.00	30	90CUIS	CUIS
57	139	4.00	30	90CUIS	CUIS
58	293	60.00	90	165SECA	SECA

59	296	15.00	105	120	CUIS	CUIS
60	297	15.00	135	165	CUIS	CUIS
61	278	75.00	120	285	SECA	SECA
62	284	20.00	210	230	CUIS	CUIS
63	294	60.00	210	285	SECA	SECA
64	288	45.00	90	285	SECA	SECA
65	281	45.00	90	305	SECA	SECA
66	280	16.00	90	305	SECA	RXRM
67	282	15.00	270	315	CUIS	CUIS
68	68	4.00	255	315	CUIS	CUIS
69	71	4.00	255	315	CUIS	CUIS
70	35	4.00	255	315	CUIS	CUIS
71	74	4.00	255	315	CUIS	CUIS
72	77	4.00	255	315	CUIS	CUIS
73	23	4.00	255	315	CUIS	CUIS
74	80	4.00	255	315	CUIS	CUIS
75	38	4.00	255	315	CUIS	CUIS
76	83	4.00	255	315	CUIS	CUIS
77	86	4.00	255	315	CUIS	CUIS
78	89	4.00	255	315	CUIS	CUIS
79	41	4.00	255	315	CUIS	CUIS
80	92	4.00	255	315	CUIS	CUIS
81	95	4.00	255	315	CUIS	CUIS
82	17	4.00	255	315	CUIS	CUIS
83	98	4.00	255	315	CUIS	CUIS
84	44	4.00	255	315	CUIS	CUIS
85	101	4.00	255	315	CUIS	CUIS
86	104	4.00	255	315	CUIS	CUIS
87	26	4.00	255	315	CUIS	CUIS
88	107	4.00	255	315	CUIS	CUIS
89	47	4.00	255	315	CUIS	CUIS
90	110	4.00	255	315	CUIS	CUIS
91	113	4.00	255	315	CUIS	CUIS
92	116	4.00	255	315	CUIS	CUIS
93	50	4.00	255	315	CUIS	CUIS
94	119	4.00	255	315	CUIS	CUIS
95	122	4.00	255	315	CUIS	CUIS
96	20	4.00	255	315	CUIS	CUIS
97	125	4.00	255	315	CUIS	CUIS
98	53	4.00	255	315	CUIS	CUIS
99	128	4.00	255	315	CUIS	CUIS
100	131	4.00	255	315	CUIS	CUIS
101	29	4.00	255	315	CUIS	CUIS
102	134	4.00	255	315	CUIS	CUIS
103	56	4.00	255	315	CUIS	CUIS
104	137	4.00	255	315	CUIS	CUIS
105	140	4.00	255	315	CUIS	CUIS
106	65	4.00	255	315	CUIS	CUIS
107	62	4.00	255	315	CUIS	CUIS
108	32	4.00	255	315	CUIS	CUIS
109	59	4.00	255	315	CUIS	CUIS
110	273	4.00	285	315	SECA	SECA
111	274	4.00	285	315	SECA	SECA
112	170	10.00	315	345	SECA	SECA
113	171	10.00	315	345	SECA	SECA
114	172	10.00	315	345	SECA	SECA
115	173	10.00	315	345	SECA	SECA
116	174	10.00	315	345	SECA	SECA
117	167	9.40	315	345	SECA	SECA
118	168	9.40	315	345	SECA	SECA
119	230	5.00	315	345	SURG	SECA
120	298	15.00	345	405	CUIS	CUIS
121	4	24.32	255	435	U7S	U7S
122	3	23.07	255	435	U5S	U5S

123	5	22.45	255	435U9S	U9S
124	238	6.00	375	420U9S	LING
125	242	6.00	375	420U9N	LING
126	237	5.50	375	420U8S	LING
127	236	5.40	375	420U7S	LING
128	241	5.40	375	420U7N	LING
129	235	5.30	375	420U6S	LING
130	240	5.30	375	420U6N	LING
131	234	5.20	375	420U5S	LING
132	239	5.20	375	420U5N	LING
133	233	5.10	375	420U4S	LING
134	232	5.00	375	420U3S	LING
135	231	4.50	375	420U2S	LING
136	1	17.35	255	435U8N	U8N
137	2	12.41	255	435U9N	U9N
138	295	60.00	375	500SECA	SECA
139	9	38.53	375	495SECA	SECA
140	8	36.46	375	495SECA	SECA
141	10	36.17	375	495SECA	SECA
142	290	15.00	435	480CUIS	CUIS
143	6	27.44	375	495SECA	SECA
144	7	19.55	375	495SECA	SECA
145	279	75.00	435	555SECA	SECA
146	276	30.00	420	510SECA	SECA
147	286	110.00	390	615SECA	SECA
148	275	4.00	510	540SECA	SECA
149	277	30.00	510	600SECA	SECA
150	251	5.50	375	585U8S	TS
151	249	5.40	375	585U7S	TS
152	247	5.30	375	585U6S	TS
153	245	5.20	375	585U5S	TS
154	285	20.00	540	600CUIS	CUIS
155	243	4.50	375	585U2S	LINS
156	254	2.00	375	585SECA	AS-3
157	256	2.00	375	585SECA	AS-3
158	258	2.00	375	585SECA	AS-3
159	260	2.00	375	585SECA	AS-3
160	262	2.00	375	585SECA	AS-3
161	264	2.00	375	501SECA	AS-3
162	266	2.00	375	585SECA	AS-3
163	268	2.00	375	501SECA	AS-3
164	270	2.00	375	501SECA	AS-3
165	272	2.00	375	501SECA	AS-3
166	289	30.00	90	615SECA	SECA
167	175	10.00	575	615SECA	SECA
168	195	10.00	575	615SECA	SECA
169	169	9.40	575	615SECA	SECA
170	183	6.20	540	615SECA	SECA
171	191	6.20	555	615SECA	SECA
172	192	6.20	555	615SECA	SECA
173	193	6.20	555	615SECA	SECA
174	194	6.20	555	615SECA	SECA
175	283	15.00	630	675CUIS	CUIS
176	48	4.00	615	675CUIS	CUIS
177	18	4.00	615	675CUIS	CUIS
178	114	4.00	615	675CUIS	CUIS
179	27	4.00	615	675CUIS	CUIS
180	69	4.00	615	675CUIS	CUIS
181	93	4.00	615	675CUIS	CUIS
182	42	4.00	615	675CUIS	CUIS
183	135	4.00	615	675CUIS	CUIS
184	102	4.00	615	675CUIS	CUIS
185	39	4.00	615	675CUIS	CUIS
186	84	4.00	615	675CUIS	CUIS

187	129	4.00	615	675CUIS	CUIS
188	36	4.00	615	675CUIS	CUIS
189	126	4.00	615	675CUIS	CUIS
190	96	4.00	615	675CUIS	CUIS
191	132	4.00	615	675CUIS	CUIS
192	54	4.00	615	675CUIS	CUIS
193	99	4.00	615	675CUIS	CUIS
194	75	4.00	615	675CUIS	CUIS
195	81	4.00	615	675CUIS	CUIS
196	141	4.00	615	675CUIS	CUIS
197	57	4.00	615	675CUIS	CUIS
198	90	4.00	615	675CUIS	CUIS
199	111	4.00	615	675CUIS	CUIS
200	123	4.00	615	675CUIS	CUIS
201	105	4.00	615	675CUIS	CUIS
202	21	4.00	615	675CUIS	CUIS
203	66	4.00	615	675CUIS	CUIS
204	87	4.00	615	675CUIS	CUIS
205	33	4.00	615	675CUIS	CUIS
206	117	4.00	615	675CUIS	CUIS
207	24	4.00	615	675CUIS	CUIS
208	72	4.00	615	675CUIS	CUIS
209	45	4.00	615	675CUIS	CUIS
210	108	4.00	615	675CUIS	CUIS
211	51	4.00	615	675CUIS	CUIS
212	30	4.00	615	675CUIS	CUIS
213	63	4.00	615	675CUIS	CUIS
214	138	4.00	615	675CUIS	CUIS
215	78	4.00	615	675CUIS	CUIS
216	60	4.00	615	675CUIS	CUIS
217	120	4.00	615	675CUIS	CUIS
218	14	30.41	435	815U7S	U7S
219	269	10.00	585	795AS-3	SECA
220	271	10.00	585	795AS-3	SECA
221	267	9.40	585	795AS-3	SECA
222	263	9.20	585	795AS-3	SECA
223	265	9.20	585	795AS-3	SECA
224	261	9.00	585	795AS-3	SECA
225	13	28.58	435	815U5S	U5S
226	257	8.40	585	795AS-3	SECA
227	259	8.40	585	795AS-3	SECA
228	15	28.33	435	815U9S	U9S
229	255	8.20	585	795AS-3	SECA
230	253	8.00	585	795AS-3	SECA
231	252	5.50	585	795TS	U8S
232	250	5.40	585	795TS	U7S
233	248	5.30	585	795TS	U6S
234	246	5.20	585	795TS	U5S
235	244	4.50	585	795LINS	U2S
236	11	21.56	435	815U8N	U8N
237	291	15.00	435	810SECA	SECA
238	292	15.00	435	810SECA	SECA
239	196	13.20	375	810SECA	SECA
240	197	13.20	375	810SECA	SECA
241	229	12.20	435	810SECA	SECA
242	225	12.00	435	810SECA	SECA
243	226	12.00	435	810SECA	SECA
244	227	12.00	435	810SECA	SECA
245	224	12.00	435	810SECA	SECA
246	223	12.00	435	810SECA	SECA
247	228	12.00	435	810SECA	SECA
248	222	11.40	435	810SECA	SECA
249	221	11.40	435	810SECA	SECA
250	219	11.40	435	810SECA	SECA

251	220	11.40	435	810SECA	SECA
252	156	11.20	405	810SECA	SECA
253	157	11.20	405	810SECA	SECA
254	158	11.20	405	810SECA	SECA
255	159	11.20	405	810SECA	SECA
256	160	11.20	405	810SECA	SECA
257	161	11.20	405	810SECA	SECA
258	162	11.20	405	810SECA	SECA
259	163	11.20	405	810SECA	SECA
260	164	11.20	405	810SECA	SECA
261	165	11.20	405	810SECA	SECA
262	166	11.20	405	810SECA	SECA
263	218	11.20	435	810SECA	SECA
264	216	11.00	435	810SECA	SECA
265	217	11.00	435	810SECA	SECA
266	12	15.47	435	815U9N	U9N
267	200	10.40	375	810SECA	SECA
268	210	10.40	435	810SECA	SECA
269	211	10.40	435	810SECA	SECA
270	212	10.40	435	810SECA	SECA
271	213	10.40	435	810SECA	SECA
272	214	10.40	435	810SECA	SECA
273	215	10.40	435	810SECA	SECA
274	199	10.20	375	810SECA	SECA
275	207	10.20	435	810SECA	SECA
276	208	10.20	435	810SECA	SECA
277	209	10.20	435	810SECA	SECA
278	198	10.00	375	810SECA	SECA
279	204	10.00	435	810SECA	SECA
280	205	10.00	435	810SECA	SECA
281	206	10.00	435	810SECA	SECA
282	203	9.40	435	810SECA	SECA
283	201	9.40	435	810SECA	SECA
284	202	9.40	435	810SECA	SECA
285	178	6.20	405	810SECA	SECA
286	176	6.20	405	810SECA	SECA
287	185	6.20	405	810SECA	SECA
288	187	6.20	405	810SECA	SECA
289	182	6.20	405	810SECA	SECA
290	184	6.20	405	810SECA	SECA
291	189	6.20	405	810SECA	SECA
292	190	6.20	405	810SECA	SECA
293	179	6.20	405	810SECA	SECA
294	188	6.20	405	810SECA	SECA
295	177	6.20	405	810SECA	SECA
296	180	6.20	405	810SECA	SECA
297	181	6.20	405	810SECA	SECA
298	186	6.20	405	810SECA	SECA
299	299	15.00	560	575CUIS	CUIS
300	300	15.00	560	575CUIS	CUIS
301	301	15.00	560	575CUIS	CUIS
302	302	15.00	560	575CUIS	CUIS
303	303	15.00	560	575CUIS	CUIS
304	304	60.00	675	735CUIS	CUIS
305	305	60.00	675	735CUIS	CUIS
306	306	60.00	675	735CUIS	CUIS
307	307	60.00	675	735CUIS	CUIS
308	308	60.00	675	735CUIS	CUIS
309	309	15.00	195	210CUIS	CUIS
310	310	15.00	195	210CUIS	CUIS
311	311	15.00	195	210CUIS	CUIS
312	312	15.00	195	210CUIS	CUIS
313	313	60.00	315	375CUIS	CUIS
314	314	60.00	315	375CUIS	CUIS

315 315 60.00 315 375CUIS CUIS  
 316 316 60.00 315 375CUIS CUIS

DISTANCIAS ENTRE AS UNIDADES DO MESMO ANDAR

arquivo contendo as distancias no andar subsolo 4

	RDTH	RTOP	RTQO	AN-4	AS-4
RDTH		60	120	180	180
RTOP			60	120	120
RTQO				90	90
AN-4					120
AS-4					

arquivo contendo as distancias do andar subsolo 3

	SECA	CUIS	LING	LINS	TS	AN-3	AS-3
SECA		120	120	120	120	120	120
CUIS			120	120	120	120	120
LING				120	120	120	120
LINS					120	120	120
TS						120	120
AN-3							120

arquivo contendo as distancias do andar subsolo 2

QOPE	150	90	180	180	180	240	180	240	300	300	120	240	180	240	120	60	210	210		
RXGE		150	240	240	240	120	120	210	240	240	120	240	180	180	180	60	240	240		
QOSE			150	150	150	180	120	210	270	270	60	180	120	180	60	60	180	180		
SI1				30	30	240	180	240	150	150	150	120	150	210	180	180	60	60		
SI2					30	240	180	240	150	150	150	120	150	210	180	180	60	60		
SI3						240	180	240	150	150	150	120	150	210	180	180	60	60		
CORT							60	90	150	150	120	180	150	90	240	210	240	240		
RXPE								90	120	120	60	120	90	60	180	150	210	210		
EPNE									60	60	120	90	60	30	240	240	210	210		
LEGE										30	150	60	90	90	270	300	120	120		
ECP												180	60	120	120	300	330	120	120	
RXNE													120	60	90	150	120	150	150	
ECV														60	60	270	300	60	60	
LECG															60	180	240	120	120	
RXSC																240	300	210	210	
RXRM																	60	180	180	
BRAN																			210	210
AN-2																				120
AS-2																				

obs : as linhas representam as mesmas coisas que as colunas

arquivo contendo as distancias do andar subsolo 1

CORL	60	120	180	180	150	240	210	210	240	270	300	240	210	120	120	270	120	300
COPH		60	120	120	150	180	150	150	180	210	240	180	150	60	60	210	120	240
CMIG			60	120	210	120	120	120	180	210	240	180	150	90	90	210	180	240
CGYN				120	210	90	60	60	120	120	180	120	60	60	60	120	180	180
MORG					150	180	150	150	180	210	270	180	150	60	60	210	120	270
CTHM						300	270	270	300	330	390	300	270	150	150	330	60	360
CPED							60	60	120	150	210	120	90	150	150	150	270	210
CMIA								30	90	120	180	60	30	150	150	120	240	180

CMIB	90	120	180	60	30	150	150	120	240	180
CDER		30	90	30	60	180	180	30	270	90
CURO			60	60	90	210	210	30	300	60
CTA				120	150	270	270	60	360	60
CPLV					60	180	180	60	270	120
DIAC						150	150	120	240	150
DIAH							30	210	120	180
EEG								210	120	180
LYTH									300	60
AN-1										240

arquivo contendo as distancias do andar terreo(ou 0 )

	SURG	CMPR	ANO	AS0
SURG		210	60	150
CMPR			240	120
ANO				120

arquivo contendo as distancias do andar 1

	U1S	AN1	AS1
U1S		120	240
AN1			120

arquivo contendo as distancias do andar 2

	U2S	U2N	AN2	AS2
U2N		120	120	240
U2S			240	120
AN2				120

arquivo contendo as distancia do andar 3

	U3N	U3S	AN3	AS3
U3N		120	120	240
U3S			240	120
AN3				120

arquivo contendo as distancias do andar 4

	U4N	U4S	AN4	AS4
U4N		120	120	240
U4S			240	120
AN4				120

arquivo contendo as distancias do andar 5

	U5N	U5S	AN5	AS5
U5N		120	120	240
U5S			240	120
AN5				120

arquivo contendo as distancias do andar 6

	U6N	U6S	AN6	AS6
U6N		120	120	240
U6S			240	120
AN6				120



arquivo contendo as distancias do andar 7

	U7N	U7S	AN7	AS7
U7N	120	120	240	
U7S		240	120	
AN7			120	

arquivo contendo as distancias do andar 8

	U8N	U8S	AN8	AS8
U8N	120	120	240	
U8S		240	120	
AN8			120	

arquivo contendo as distancias do andar 9

	U9N	U9S	AN9	AS9
U9N	120	120	240	
U9S		240	120	
AN9			120	

arquivo contendo as distancias do andar 10

	CFIV	AN10	AS10
CFIV	120	120	
AN10		120	

SOLUCOES

-----

SEGUNDA FEIRA

-----

SOLUCAO UTILIZADA PELO HOSPITAL

-----

cm : cafe da manha  
ct : cafe da tarde  
alm : almoco

carregador 1:

1-	tarefa	:	1	inicio	:	0.00	fim	:	15.00	atraso	:	0.0
2-	tarefa	:	8	inicio	:	15.00	fim	:	21.20	atraso	:	0.0
3-	tarefa	:	12	inicio	:	21.20	fim	:	33.40	atraso	:	0.0
4-	tarefa	:	18	inicio	:	35.40	fim	:	39.40	atraso	:	0.0
5-	tarefa	:	23	inicio	:	39.40	fim	:	43.40	atraso	:	0.0
6-	tarefa	:	27	inicio	:	43.40	fim	:	47.40	atraso	:	0.0
7-	tarefa	:	31	inicio	:	47.40	fim	:	51.40	atraso	:	0.0
8-	tarefa	:	35	inicio	:	51.40	fim	:	55.40	atraso	:	0.0
9-	tarefa	:	39	inicio	:	55.40	fim	:	59.40	atraso	:	0.0

10-	tarafa	:	43	inicio	:	59.40	fim	:	63.40	atraso	:	0.0	
11-	tarafa	:	47	inicio	:	63.40	fim	:	67.40	atraso	:	0.0	
12-	tarafa	:	51	inicio	:	67.40	fim	:	71.40	atraso	:	0.0	
13-	tarafa	:	55	inicio	:	71.40	fim	:	75.40	atraso	:	0.0	
14-	tarafa	:	59	inicio	:	105.00	fim	:	120.00	atraso	:	0.	
15-	tarafa	:	64	inicio	:	122.00	fim	:	167.00	atraso	:	0.	
cm	16-	tarafa	:	309	inicio	:	195.00	fim	:	210.00	atraso	:	0.
	17-	tarafa	:	62	inicio	:	210.00	fim	:	230.00	atraso	:	0.
	18-	tarafa	:	67	inicio	:	270.00	fim	:	285.00	atraso	:	0.
	19-	tarafa	:	78	inicio	:	285.00	fim	:	289.00	atraso	:	0.
	20-	tarafa	:	81	inicio	:	289.00	fim	:	293.00	atraso	:	0.
	21-	tarafa	:	84	inicio	:	293.00	fim	:	297.00	atraso	:	0.
	22-	tarafa	:	88	inicio	:	297.00	fim	:	301.00	atraso	:	0.
	23-	tarafa	:	92	inicio	:	301.00	fim	:	305.00	atraso	:	0.
	24-	tarafa	:	96	inicio	:	305.00	fim	:	309.00	atraso	:	0.
	25-	tarafa	:	100	inicio	:	309.00	fim	:	313.00	atraso	:	0.
alm	26-	tarafa	:	104	inicio	:	311.00	fim	:	315.00	atraso	:	2.
	27-	tarafa	:	313	inicio	:	315.00	fim	:	375.00	atraso	:	0.
	28-	tarafa	:	120	inicio	:	375.0	fim	:	390.00	atraso	:	0.
	29-	tarafa	:	126	inicio	:	395.83	fim	:	401.33	atraso	:	0.
	30-	tarafa	:	127	inicio	:	407.00	fim	:	412.40	atraso	:	0.
	31-	tarafa	:	138	inicio	:	414.40	fim	:	474.40	atraso	:	0.
	32-	tarafa	:	153	inicio	:	479.73	fim	:	484.93	atraso	:	0.
	33-	tarafa	:	155	inicio	:	489.77	fim	:	494.27	atraso	:	0.
	34-	tarafa	:	158	inicio	:	496.27	fim	:	498.27	atraso	:	0.

carregador

2:

1-	tarafa	:	2	inicio	:	0.00	fim	:	12.20	atraso	:	0.0	
2-	tarafa	:	6	inicio	:	12.20	fim	:	18.60	atraso	:	0.0	
3-	tarafa	:	10	inicio	:	18.60	fim	:	24.80	atraso	:	0.0	
4-	tarafa	:	14	inicio	:	24.80	fim	:	28.80	atraso	:	0.0	
5-	tarafa	:	16	inicio	:	30.80	fim	:	34.80	atraso	:	0.0	
6-	tarafa	:	19	inicio	:	34.80	fim	:	38.80	atraso	:	0.0	
7-	tarafa	:	22	inicio	:	38.80	fim	:	42.80	atraso	:	0.0	
8-	tarafa	:	26	inicio	:	42.80	fim	:	46.80	atraso	:	0.0	
9-	tarafa	:	30	inicio	:	46.80	fim	:	50.80	atraso	:	0.0	
10-	tarafa	:	34	inicio	:	50.80	fim	:	54.80	atraso	:	0.0	
11-	tarafa	:	38	inicio	:	54.80	fim	:	58.80	atraso	:	0.0	
12-	tarafa	:	42	inicio	:	58.80	fim	:	62.80	atraso	:	0.0	
13-	tarafa	:	46	inicio	:	62.80	fim	:	66.80	atraso	:	0.0	
14-	tarafa	:	50	inicio	:	66.80	fim	:	70.80	atraso	:	0.0	
15-	tarafa	:	54	inicio	:	70.80	fim	:	74.80	atraso	:	0.0	
16-	tarafa	:	58	inicio	:	90.00	fim	:	150.00	atraso	:	0.	
17-	tarafa	:	65	inicio	:	150.00	fim	:	195.00	atraso	:	0.	
cm	18-	tarafa	:	310	inicio	:	195.00	fim	:	210.00	atraso	:	0.
	19-	tarafa	:	63	inicio	:	212.00	fim	:	272.00	atraso	:	0.
	20-	tarafa	:	110	inicio	:	285.00	fim	:	289.00	atraso	:	0.
	21-	tarafa	:	111	inicio	:	289.00	fim	:	293.00	atraso	:	0.
	22-	tarafa	:	85	inicio	:	295.00	fim	:	299.00	atraso	:	0.
	23-	tarafa	:	90	inicio	:	299.00	fim	:	303.00	atraso	:	0.
	24-	tarafa	:	94	inicio	:	303.00	fim	:	307.00	atraso	:	0.
	25-	tarafa	:	98	inicio	:	307.00	fim	:	311.00	atraso	:	0.
	26-	tarafa	:	102	inicio	:	311.00	fim	:	315.00	atraso	:	0.
alm	27-	tarafa	:	105	inicio	:	311.00	fim	:	315.00	atraso	:	4.
	28-	tarafa	:	314	inicio	:	315.00	fim	:	375.00	atraso	:	0.
	29-	tarafa	:	122	inicio	:	380.33	fim	:	403.40	atraso	:	0.
	30-	tarafa	:	140	inicio	:	408.74	fim	:	445.20	atraso	:	0.

31-	tarafa	:	150	inicio	:	451.03	fim	:	456.53	atraso	:	0.
32-	tarafa	:	151	inicio	:	462.20	fim	:	467.60	atraso	:	0.
33-	tarafa	:	225	inicio	:	472.93	fim	:	501.51	atraso	:	0.

carregador 3:

1-	tarafa	:	3	inicio	:	0.00	fim	:	12.20	atraso	:	0.0
2-	tarafa	:	7	inicio	:	12.20	fim	:	18.60	atraso	:	0.0
3-	tarafa	:	11	inicio	:	18.60	fim	:	35.00	atraso	:	0.0
4-	tarafa	:	20	inicio	:	37.00	fim	:	41.00	atraso	:	0.0
5-	tarafa	:	24	inicio	:	41.00	fim	:	45.00	atraso	:	0.0
6-	tarafa	:	28	inicio	:	45.00	fim	:	49.00	atraso	:	0.0
7-	tarafa	:	32	inicio	:	49.00	fim	:	53.00	atraso	:	0.0
8-	tarafa	:	36	inicio	:	53.00	fim	:	57.00	atraso	:	0.0
9-	tarafa	:	40	inicio	:	57.00	fim	:	61.00	atraso	:	0.0
10-	tarafa	:	44	inicio	:	61.00	fim	:	65.00	atraso	:	0.0
11-	tarafa	:	48	inicio	:	65.00	fim	:	69.00	atraso	:	0.0
12-	tarafa	:	52	inicio	:	69.00	fim	:	73.00	atraso	:	0.0
13-	tarafa	:	56	inicio	:	73.00	fim	:	77.00	atraso	:	0.0
14-	tarafa	:	60	inicio	:	135.00	fim	:	150.00	atraso	:	0.
15-	tarafa	:	66	inicio	:	152.00	fim	:	168.00	atraso	:	0.
cm 16-	tarafa	:	311	inicio	:	195.00	fim	:	210.00	atraso	:	0.
17-	tarafa	:	136	inicio	:	255.00	fim	:	272.35	atraso	:	0.
18-	tarafa	:	73	inicio	:	278.18	fim	:	282.18	atraso	:	0.
19-	tarafa	:	76	inicio	:	282.18	fim	:	286.18	atraso	:	0.
20-	tarafa	:	79	inicio	:	286.18	fim	:	290.18	atraso	:	0.
21-	tarafa	:	82	inicio	:	290.18	fim	:	294.18	atraso	:	0.
22-	tarafa	:	86	inicio	:	294.18	fim	:	298.18	atraso	:	0.
23-	tarafa	:	89	inicio	:	298.18	fim	:	302.18	atraso	:	0.
24-	tarafa	:	93	inicio	:	302.18	fim	:	306.18	atraso	:	0.
25-	tarafa	:	97	inicio	:	306.18	fim	:	310.18	atraso	:	0.
26-	tarafa	:	101	inicio	:	310.18	fim	:	314.18	atraso	:	0.
27-	tarafa	:	106	inicio	:	311.00	fim	:	315.00	atraso	:	3.
alm 28-	tarafa	:	315	inicio	:	315.00	fim	:	375.00	atraso	:	0.
29-	tarafa	:	124	inicio	:	381.00	fim	:	387.00	atraso	:	0.
30-	tarafa	:	125	inicio	:	393.00	fim	:	399.00	atraso	:	0.
31-	tarafa	:	143	inicio	:	401.00	fim	:	428.44	atraso	:	0.
32-	tarafa	:	146	inicio	:	428.44	fim	:	458.44	atraso	:	0.
33-	tarafa	:	152	inicio	:	463.94	fim	:	469.24	atraso	:	0.
34-	tarafa	:	236	inicio	:	475.07	fim	:	496.63	atraso	:	0.
35-	tarafa	:	156	inicio	:	502.47	fim	:	504.47	atraso	:	0.

carregador 4:

1-	tarafa	:	4	inicio	:	0.00	fim	:	11.20	atraso	:	0.00
2-	tarafa	:	5	inicio	:	11.20	fim	:	17.60	atraso	:	0.0
3-	tarafa	:	9	inicio	:	17.60	fim	:	23.80	atraso	:	0.0
4-	tarafa	:	13	inicio	:	23.80	fim	:	27.80	atraso	:	0.0
5-	tarafa	:	15	inicio	:	27.80	fim	:	31.80	atraso	:	0.0
6-	tarafa	:	17	inicio	:	33.80	fim	:	37.80	atraso	:	0.0
7-	tarafa	:	21	inicio	:	37.80	fim	:	41.80	atraso	:	0.0

8-	tarafa	:	25	inicio	:	41.80	fim	:	45.80	atraso	:	0.0
9-	tarafa	:	29	inicio	:	45.80	fim	:	49.80	atraso	:	0.0
10-	tarafa	:	33	inicio	:	49.80	fim	:	53.80	atraso	:	0.0
11-	tarafa	:	37	inicio	:	53.80	fim	:	57.80	atraso	:	0.0
12-	tarafa	:	41	inicio	:	57.80	fim	:	61.80	atraso	:	0.0
13-	tarafa	:	45	inicio	:	61.80	fim	:	65.80	atraso	:	0.0
14-	tarafa	:	49	inicio	:	65.80	fim	:	69.80	atraso	:	0.0
15-	tarafa	:	53	inicio	:	69.80	fim	:	73.80	atraso	:	0.0
16-	tarafa	:	57	inicio	:	73.80	fim	:	77.80	atraso	:	0.0
17-	tarafa	:	61	inicio	:	120.00	fim	:	195.00	atraso	:	0.
18-	tarafa	:	312	inicio	:	195.00	fim	:	210.00	atraso	:	0.
19-	tarafa	:	166	inicio	:	212.00	fim	:	242.00	atraso	:	0.
20-	tarafa	:	68	inicio	:	255.00	fim	:	259.00	atraso	:	0.
21-	tarafa	:	69	inicio	:	259.00	fim	:	263.00	atraso	:	0.
22-	tarafa	:	70	inicio	:	263.00	fim	:	267.00	atraso	:	0.
23-	tarafa	:	71	inicio	:	267.00	fim	:	271.00	atraso	:	0.
24-	tarafa	:	72	inicio	:	271.00	fim	:	275.00	atraso	:	0.
25-	tarafa	:	74	inicio	:	275.00	fim	:	279.00	atraso	:	0.
26-	tarafa	:	75	inicio	:	279.00	fim	:	283.00	atraso	:	0.
27-	tarafa	:	77	inicio	:	283.00	fim	:	287.00	atraso	:	0.
28-	tarafa	:	80	inicio	:	287.00	fim	:	291.00	atraso	:	0.
29-	tarafa	:	83	inicio	:	291.00	fim	:	295.00	atraso	:	0.
30-	tarafa	:	87	inicio	:	295.00	fim	:	299.00	atraso	:	0.
31-	tarafa	:	91	inicio	:	299.00	fim	:	303.00	atraso	:	0.
32-	tarafa	:	95	inicio	:	303.00	fim	:	307.00	atraso	:	0.
33-	tarafa	:	99	inicio	:	307.00	fim	:	311.00	atraso	:	0.
34-	tarafa	:	103	inicio	:	311.00	fim	:	315.00	atraso	:	0.
35-	tarafa	:	107	inicio	:	311.00	fim	:	315.00	atraso	:	4.
36-	tarafa	:	108	inicio	:	311.00	fim	:	315.00	atraso	:	4.
37-	tarafa	:	109	inicio	:	311.00	fim	:	315.00	atraso	:	4.
38-	tarafa	:	316	inicio	:	315.00	fim	:	375.00	atraso	:	0.
39-	tarafa	:	123	inicio	:	381.00	fim	:	403.45	atraso	:	0.
40-	tarafa	:	141	inicio	:	409.45	fim	:	445.62	atraso	:	0.
41-	tarafa	:	142	inicio	:	447.62	fim	:	462.62	atraso	:	0.
42-	tarafa	:	228	inicio	:	468.62	fim	:	496.95	atraso	:	0.
43-	tarafa	:	157	inicio	:	502.95	fim	:	504.95	atraso	:	0.

cm

alm

carregador

5:

1-	tarafa	:	112	inicio	:	315.00	fim	:	325.00	atraso	:	0.
2-	tarafa	:	117	inicio	:	325.00	fim	:	334.40	atraso	:	0.
3-	tarafa	:	130	inicio	:	375.00	fim	:	380.30	atraso	:	0.
4-	tarafa	:	135	inicio	:	385.13	fim	:	389.63	atraso	:	0.
5-	tarafa	:	163	inicio	:	391.63	fim	:	393.63	atraso	:	0.
6-	tarafa	:	239	inicio	:	395.63	fim	:	408.83	atraso	:	0.
7-	tarafa	:	137	inicio	:	414.83	fim	:	427.24	atraso	:	0.
8-	tarafa	:	257	inicio	:	433.24	fim	:	444.44	atraso	:	0.
9-	tarafa	:	238	inicio	:	444.44	fim	:	459.44	atraso	:	0.
10-	tarafa	:	144	inicio	:	459.44	fim	:	478.99	atraso	:	0.
11-	tarafa	:	243	inicio	:	478.99	fim	:	490.99	atraso	:	0.
12-	tarafa	:	246	inicio	:	490.99	fim	:	502.99	atraso	:	0.
13-	tarafa	:	250	inicio	:	502.99	fim	:	514.39	atraso	:	0.
14-	tarafa	:	149	inicio	:	514.39	fim	:	544.39	atraso	:	0.
15-	tarafa	:	275	inicio	:	544.39	fim	:	554.59	atraso	:	0.
16-	tarafa	:	299	inicio	:	560.00	fim	:	575.00	atraso	:	0.

ct

17-	tarafa	:	154	inicio	:	575.00	fim	:	595.00	atraso	:	0.	
18-	tarafa	:	223	inicio	:	597.00	fim	:	606.20	atraso	:	0.	
19-	tarafa	:	230	inicio	:	608.20	fim	:	616.20	atraso	:	0.	
20-	tarafa	:	179	inicio	:	618.20	fim	:	622.20	atraso	:	0.	
21-	tarafa	:	183	inicio	:	622.20	fim	:	626.20	atraso	:	0.	
22-	tarafa	:	187	inicio	:	626.20	fim	:	630.20	atraso	:	0.	
23-	tarafa	:	175	inicio	:	630.20	fim	:	645.20	atraso	:	0.	
24-	tarafa	:	207	inicio	:	645.20	fim	:	649.20	atraso	:	0.	
25-	tarafa	:	212	inicio	:	649.20	fim	:	653.20	atraso	:	0.	
26-	tarafa	:	217	inicio	:	653.20	fim	:	657.20	atraso	:	0.	
27-	tarafa	:	280	inicio	:	659.20	fim	:	669.20	atraso	:	0.	
alm	28-	tarafa	:	304	inicio	:	675.00	fim	:	735.00	atraso	:	0.
	29-	tarafa	:	281	inicio	:	737.00	fim	:	747.00	atraso	:	0.
	30-	tarafa	:	295	inicio	:	747.00	fim	:	753.20	atraso	:	0.
	31-	tarafa	:	266	inicio	:	759.20	fim	:	774.67	atraso	:	0.

carregador 6:

1-	tarafa	:	113	inicio	:	315.00	fim	:	325.00	atraso	:	0.	
2-	tarafa	:	118	inicio	:	325.00	fim	:	334.40	atraso	:	0.	
3-	tarafa	:	131	inicio	:	375.00	fim	:	380.20	atraso	:	0.	
4-	tarafa	:	133	inicio	:	385.37	fim	:	390.47	atraso	:	0.	
5-	tarafa	:	165	inicio	:	392.47	fim	:	394.47	atraso	:	0.	
6-	tarafa	:	267	inicio	:	396.47	fim	:	406.87	atraso	:	0.	
7-	tarafa	:	252	inicio	:	406.87	fim	:	418.07	atraso	:	0.	
8-	tarafa	:	255	inicio	:	418.07	fim	:	429.27	atraso	:	0.	
9-	tarafa	:	258	inicio	:	429.27	fim	:	440.47	atraso	:	0.	
10-	tarafa	:	145	inicio	:	440.47	fim	:	515.47	atraso	:	0.	
11-	tarafa	:	262	inicio	:	515.47	fim	:	526.67	atraso	:	0.	
12-	tarafa	:	268	inicio	:	526.67	fim	:	537.07	atraso	:	0.	
13-	tarafa	:	272	inicio	:	537.07	fim	:	547.47	atraso	:	0.	
14-	tarafa	:	277	inicio	:	547.47	fim	:	557.67	atraso	:	0.	
ct	15-	tarafa	:	300	inicio	:	560.00	fim	:	575.00	atraso	:	0.
	16-	tarafa	:	167	inicio	:	577.00	fim	:	587.00	atraso	:	0.
	17-	tarafa	:	174	inicio	:	587.00	fim	:	593.20	atraso	:	0.
	18-	tarafa	:	222	inicio	:	595.20	fim	:	604.40	atraso	:	0.
	19-	tarafa	:	227	inicio	:	606.40	fim	:	614.80	atraso	:	0.
	20-	tarafa	:	177	inicio	:	616.80	fim	:	620.80	atraso	:	0.
	21-	tarafa	:	182	inicio	:	620.80	fim	:	624.80	atraso	:	0.
	22-	tarafa	:	185	inicio	:	624.80	fim	:	628.80	atraso	:	0.
	23-	tarafa	:	189	inicio	:	628.80	fim	:	632.80	atraso	:	0.
	24-	tarafa	:	193	inicio	:	632.80	fim	:	636.80	atraso	:	0.
	25-	tarafa	:	197	inicio	:	636.80	fim	:	640.80	atraso	:	0.
	26-	tarafa	:	201	inicio	:	640.80	fim	:	644.80	atraso	:	0.
	27-	tarafa	:	205	inicio	:	644.80	fim	:	648.80	atraso	:	0.
	28-	tarafa	:	210	inicio	:	648.80	fim	:	652.80	atraso	:	0.
	29-	tarafa	:	215	inicio	:	652.80	fim	:	656.80	atraso	:	0.
	30-	tarafa	:	235	inicio	:	658.80	fim	:	663.30	atraso	:	0.
	31-	tarafa	:	287	inicio	:	668.13	fim	:	674.33	atraso	:	0.
ct	32-	tarafa	:	305	inicio	:	675.00	fim	:	735.00	atraso	:	0.
	33-	tarafa	:	282	inicio	:	737.00	fim	:	746.40	atraso	:	0.
	34-	tarafa	:	292	inicio	:	746.40	fim	:	752.60	atraso	:	0.
	35-	tarafa	:	297	inicio	:	752.60	fim	:	758.80	atraso	:	0.

carregador 7:

	1-	tarafa	:	114	inicio	:	315.00	fim	:	325.00	atraso	:	0.
	2-	tarafa	:	119	inicio	:	328.50	fim	:	333.50	atraso	:	0.
	3-	tarafa	:	132	inicio	:	375.00	fim	:	380.20	atraso	:	0.
	4-	tarafa	:	134	inicio	:	385.20	fim	:	390.20	atraso	:	0.
	5-	tarafa	:	164	inicio	:	392.20	fim	:	394.20	atraso	:	0.
	6-	tarafa	:	240	inicio	:	396.20	fim	:	409.40	atraso	:	0.
	7-	tarafa	:	253	inicio	:	409.40	fim	:	420.60	atraso	:	0.
	8-	tarafa	:	256	inicio	:	420.60	fim	:	431.80	atraso	:	0.
	9-	tarafa	:	259	inicio	:	431.80	fim	:	443.00	atraso	:	0.
	10-	tarafa	:	237	inicio	:	443.00	fim	:	458.00	atraso	:	0.
	11-	tarafa	:	241	inicio	:	458.00	fim	:	470.20	atraso	:	0.
	12-	tarafa	:	242	inicio	:	470.20	fim	:	482.20	atraso	:	0.
	13-	tarafa	:	244	inicio	:	482.20	fim	:	494.20	atraso	:	0.
	14-	tarafa	:	247	inicio	:	494.20	fim	:	506.20	atraso	:	0.
	15-	tarafa	:	251	inicio	:	506.20	fim	:	517.60	atraso	:	0.
	16-	tarafa	:	264	inicio	:	517.60	fim	:	528.60	atraso	:	0.
	17-	tarafa	:	270	inicio	:	528.60	fim	:	539.00	atraso	:	0.
	18-	tarafa	:	170	inicio	:	540.00	fim	:	546.20	atraso	:	0.
	19-	tarafa	:	276	inicio	:	546.20	fim	:	556.40	atraso	:	0.
ct	20-	tarafa	:	301	inicio	:	560.00	fim	:	575.00	atraso	:	0.
	21-	tarafa	:	168	inicio	:	577.00	fim	:	587.00	atraso	:	0.
	22-	tarafa	:	219	inicio	:	589.00	fim	:	599.00	atraso	:	0.
	23-	tarafa	:	224	inicio	:	601.00	fim	:	610.00	atraso	:	0.
	24-	tarafa	:	231	inicio	:	612.00	fim	:	617.50	atraso	:	0.
	25-	tarafa	:	178	inicio	:	623.33	fim	:	627.33	atraso	:	0.
	26-	tarafa	:	186	inicio	:	627.33	fim	:	631.33	atraso	:	0.
	27-	tarafa	:	191	inicio	:	631.33	fim	:	635.33	atraso	:	0.
	28-	tarafa	:	195	inicio	:	635.33	fim	:	639.33	atraso	:	0.
	29-	tarafa	:	199	inicio	:	639.33	fim	:	643.33	atraso	:	0.
	30-	tarafa	:	203	inicio	:	643.33	fim	:	647.33	atraso	:	0.
	31-	tarafa	:	209	inicio	:	647.33	fim	:	651.33	atraso	:	0.
	32-	tarafa	:	213	inicio	:	651.33	fim	:	655.33	atraso	:	0.
	33-	tarafa	:	233	inicio	:	657.33	fim	:	662.63	atraso	:	0.
	34-	tarafa	:	286	inicio	:	668.13	fim	:	674.33	atraso	:	0.
alm	35-	tarafa	:	306	inicio	:	675.00	fim	:	735.00	atraso	:	0.
	36-	tarafa	:	283	inicio	:	737.00	fim	:	746.40	atraso	:	0.
	37-	tarafa	:	293	inicio	:	746.40	fim	:	752.60	atraso	:	0.
	38-	tarafa	:	298	inicio	:	752.60	fim	:	758.80	atraso	:	0.

carregador 8:

	1-	tarafa	:	115	inicio	:	315.00	fim	:	325.00	atraso	:	0.
	2-	tarafa	:	128	inicio	:	375.00	fim	:	380.40	atraso	:	0.
	3-	tarafa	:	160	inicio	:	382.40	fim	:	384.40	atraso	:	0.
	4-	tarafa	:	162	inicio	:	386.40	fim	:	388.40	atraso	:	0.
	5-	tarafa	:	147	inicio	:	390.40	fim	:	500.40	atraso	:	0.

	6-	tarafa	:	249	inicio	:	500.40	fim	:	511.80	atraso	:	0.
	7-	tarafa	:	148	inicio	:	511.80	fim	:	515.80	atraso	:	0.
	8-	tarafa	:	263	inicio	:	515.80	fim	:	527.00	atraso	:	0.
	9-	tarafa	:	269	inicio	:	527.00	fim	:	537.40	atraso	:	0.
	10-	tarafa	:	273	inicio	:	537.40	fim	:	547.80	atraso	:	0.
ct	11-	tarafa	:	278	inicio	:	547.80	fim	:	557.80	atraso	:	0.
	12-	tarafa	:	302	inicio	:	560.00	fim	:	575.00	atraso	:	0.
	13-	tarafa	:	169	inicio	:	577.00	fim	:	586.40	atraso	:	0.
	14-	tarafa	:	173	inicio	:	586.40	fim	:	592.60	atraso	:	0.
	15-	tarafa	:	221	inicio	:	594.60	fim	:	604.00	atraso	:	0.
	16-	tarafa	:	229	inicio	:	606.00	fim	:	614.20	atraso	:	0.
	17-	tarafa	:	176	inicio	:	616.20	fim	:	620.20	atraso	:	0.
	18-	tarafa	:	181	inicio	:	620.20	fim	:	624.20	atraso	:	0.
	19-	tarafa	:	184	inicio	:	624.20	fim	:	628.20	atraso	:	0.
	20-	tarafa	:	188	inicio	:	628.20	fim	:	632.20	atraso	:	0.
	21-	tarafa	:	192	inicio	:	632.20	fim	:	636.20	atraso	:	0.
	22-	tarafa	:	196	inicio	:	636.20	fim	:	640.20	atraso	:	0.
	23-	tarafa	:	200	inicio	:	640.20	fim	:	644.20	atraso	:	0.
	24-	tarafa	:	204	inicio	:	644.20	fim	:	648.20	atraso	:	0.
	25-	tarafa	:	209	inicio	:	648.20	fim	:	652.20	atraso	:	0.
	26-	tarafa	:	214	inicio	:	652.20	fim	:	656.20	atraso	:	0.
	27-	tarafa	:	234	inicio	:	658.20	fim	:	663.40	atraso	:	0.
alm	28-	tarafa	:	288	inicio	:	668.73	fim	:	674.93	atraso	:	0.
	29-	tarafa	:	307	inicio	:	675.00	fim	:	735.00	atraso	:	0.
	30-	tarafa	:	284	inicio	:	737.00	fim	:	746.40	atraso	:	0.
	31-	tarafa	:	294	inicio	:	746.40	fim	:	752.60	atraso	:	0.

carregador

9:

	1-	tarafa	:	116	inicio	:	315.00	fim	:	325.00	atraso	:	0.
	2-	tarafa	:	129	inicio	:	375.00	fim	:	380.30	atraso	:	0.
	3-	tarafa	:	159	inicio	:	382.30	fim	:	384.30	atraso	:	0.
	4-	tarafa	:	161	inicio	:	386.30	fim	:	388.30	atraso	:	0.
	5-	tarafa	:	121	inicio	:	391.97	fim	:	416.29	atraso	:	0.
	6-	tarafa	:	254	inicio	:	421.95	fim	:	433.15	atraso	:	0.
	7-	tarafa	:	260	inicio	:	433.15	fim	:	444.35	atraso	:	0.
	8-	tarafa	:	139	inicio	:	444.35	fim	:	482.88	atraso	:	0.
	9-	tarafa	:	245	inicio	:	482.88	fim	:	494.88	atraso	:	0.
	10-	tarafa	:	248	inicio	:	494.88	fim	:	506.28	atraso	:	0.
	11-	tarafa	:	261	inicio	:	506.28	fim	:	517.48	atraso	:	0.
	12-	tarafa	:	265	inicio	:	517.48	fim	:	528.48	atraso	:	0.
	13-	tarafa	:	271	inicio	:	528.48	fim	:	538.88	atraso	:	0.
	14-	tarafa	:	274	inicio	:	538.88	fim	:	549.08	atraso	:	0.
	15-	tarafa	:	285	inicio	:	549.08	fim	:	555.28	atraso	:	0.
ct	16-	tarafa	:	303	inicio	:	560.00	fim	:	575.00	atraso	:	0.
	17-	tarafa	:	171	inicio	:	577.00	fim	:	583.20	atraso	:	0.
	18-	tarafa	:	172	inicio	:	583.20	fim	:	589.40	atraso	:	0.
	19-	tarafa	:	220	inicio	:	591.40	fim	:	601.40	atraso	:	0.
	20-	tarafa	:	226	inicio	:	603.40	fim	:	611.80	atraso	:	0.
	21-	tarafa	:	232	inicio	:	613.80	fim	:	619.20	atraso	:	0.
	22-	tarafa	:	180	inicio	:	624.87	fim	:	628.87	atraso	:	0.
	23-	tarafa	:	190	inicio	:	628.87	fim	:	632.87	atraso	:	0.
	24-	tarafa	:	194	inicio	:	632.87	fim	:	636.87	atraso	:	0.
	25-	tarafa	:	198	inicio	:	636.87	fim	:	640.87	atraso	:	0.
	26-	tarafa	:	202	inicio	:	640.87	fim	:	644.87	atraso	:	0.
	27-	tarafa	:	206	inicio	:	644.87	fim	:	648.87	atraso	:	0.

28-	tar	:	211	in	:	648.87	fim	:	652.87	atr	:	0.	
29-	tar	:	216	in	:	652.87	fim	:	656.87	atr	:	0.	
30-	tar	:	279	in	:	658.87	fim	:	668.87	atr	:	0.	
31-	tar	:	289	in	:	668.87	fim	:	675.07	atr	:	0.	
alm	32-	tar	:	308	in	:	675.00	fim	:	735.00	atr	:	0.
	33-	tar	:	290	in	:	737.00	fim	:	743.20	atr	:	0.
	34-	tar	:	291	in	:	743.20	fim	:	749.40	atr	:	0.
	35-	tar	:	296	in	:	749.40	fim	:	755.60	atr	:	0.
	36-	tar	:	218	in	:	761.27	fim	:	791.68	atr	:	0.

numero total das tarefas nao cumpridas : 6  
tempo total das tarefas nao cumpridas : 24:00  
tempo total de percurso entre as tarefas : 363.17

SEGUNDA FEIRA

SOLUCAO ENCONTRADA

cm : cafe da manha  
ct : cafe da tarde  
alm : almoco

carregador 1:

1-	tar	:	11	in	:	0.00	fim	:	16.40	atr	:	0.0	
2-	tar	:	2	in	:	16.40	fim	:	28.60	atr	:	0.0	
3-	tar	:	13	in	:	28.60	fim	:	32.60	atr	:	0.0	
4-	tar	:	7	in	:	32.60	fim	:	39.00	atr	:	0.0	
5-	tar	:	12	in	:	39.00	fim	:	51.20	atr	:	0.0	
6-	tar	:	57	in	:	53.20	fim	:	57.20	atr	:	0.0	
7-	tar	:	26	in	:	57.20	fim	:	61.20	atr	:	0.0	
8-	tar	:	45	in	:	61.20	fim	:	65.20	atr	:	0.0	
9-	tar	:	40	in	:	65.20	fim	:	69.20	atr	:	0.0	
10-	tar	:	47	in	:	69.20	fim	:	73.20	atr	:	0.0	
11-	tar	:	27	in	:	73.20	fim	:	77.20	atr	:	0.0	
12-	tar	:	46	in	:	77.20	fim	:	81.20	atr	:	0.0	
13-	tar	:	36	in	:	81.20	fim	:	85.20	atr	:	0.0	
14-	tar	:	52	in	:	85.20	fim	:	89.20	atr	:	0.0	
15-	tar	:	59	in	:	105.00	fim	:	120.00	atr	:	0.	
16-	tar	:	64	in	:	122.00	fim	:	167.00	atr	:	0.	
cm	17-	tar	:	312	in	:	195.00	fim	:	210.00	atr	:	0.
	18-	tar	:	62	in	:	210.00	fim	:	230.00	atr	:	0.
	19-	tar	:	94	in	:	255.00	fim	:	259.00	atr	:	0.
	20-	tar	:	109	in	:	259.00	fim	:	263.00	atr	:	0.
	21-	tar	:	99	in	:	263.00	fim	:	267.00	atr	:	0.
	22-	tar	:	104	in	:	267.00	fim	:	271.00	atr	:	0.
	23-	tar	:	95	in	:	271.00	fim	:	275.00	atr	:	0.
	24-	tar	:	75	in	:	275.00	fim	:	279.00	atr	:	0.
	25-	tar	:	97	in	:	279.00	fim	:	283.00	atr	:	0.
	26-	tar	:	98	in	:	283.00	fim	:	287.00	atr	:	0.
	27-	tar	:	110	in	:	289.00	fim	:	293.00	atr	:	0.
	28-	tar	:	111	in	:	293.00	fim	:	297.00	atr	:	0.



29-	tarafa	:	96	inicio	:	299.00	fim	:	303.00	atraso	:	0.	
30-	tarafa	:	108	inicio	:	303.00	fim	:	307.00	atraso	:	0.	
31-	tarafa	:	84	inicio	:	307.00	fim	:	311.00	atraso	:	0.	
32-	tarafa	:	83	inicio	:	311.00	fim	:	315.00	atraso	:	0.	
alm	33-	tarafa	:	316	inicio	:	315.00	fim	:	375.00	atraso	:	0.
34-	tarafa	:	124	inicio	:	381.00	fim	:	387.00	atraso	:	0.	
35-	tarafa	:	160	inicio	:	389.00	fim	:	391.00	atraso	:	0.	
36-	tarafa	:	127	inicio	:	394.67	fim	:	400.07	atraso	:	0.	
37-	tarafa	:	128	inicio	:	405.73	fim	:	411.13	atraso	:	0.	
38-	tarafa	:	288	inicio	:	413.13	fim	:	419.33	atraso	:	0.	
39-	tarafa	:	255	inicio	:	419.33	fim	:	430.53	atraso	:	0.	
40-	tarafa	:	282	inicio	:	435.00	fim	:	444.40	atraso	:	0.	
41-	tarafa	:	265	inicio	:	444.40	fim	:	455.40	atraso	:	0.	
42-	tarafa	:	278	inicio	:	455.40	fim	:	465.40	atraso	:	0.	
43-	tarafa	:	283	inicio	:	465.40	fim	:	474.80	atraso	:	0.	
44-	tarafa	:	271	inicio	:	474.80	fim	:	485.20	atraso	:	0.	
45-	tarafa	:	246	inicio	:	485.20	fim	:	497.20	atraso	:	0.	
46-	tarafa	:	161	inicio	:	497.20	fim	:	499.20	atraso	:	0.	

carregador 2:

1-	tarafa	:	5	inicio	:	0.00	fim	:	6.40	atraso	:	0.00	
2-	tarafa	:	14	inicio	:	6.40	fim	:	10.40	atraso	:	0.00	
3-	tarafa	:	10	inicio	:	10.40	fim	:	16.60	atraso	:	0.00	
4-	tarafa	:	39	inicio	:	30.00	fim	:	34.00	atraso	:	0.00	
5-	tarafa	:	55	inicio	:	34.00	fim	:	38.00	atraso	:	0.00	
6-	tarafa	:	23	inicio	:	38.00	fim	:	42.00	atraso	:	0.00	
7-	tarafa	:	48	inicio	:	42.00	fim	:	46.00	atraso	:	0.00	
8-	tarafa	:	30	inicio	:	46.00	fim	:	50.00	atraso	:	0.00	
9-	tarafa	:	16	inicio	:	50.00	fim	:	54.00	atraso	:	0.00	
10-	tarafa	:	44	inicio	:	54.00	fim	:	58.00	atraso	:	0.00	
11-	tarafa	:	49	inicio	:	58.00	fim	:	62.00	atraso	:	0.00	
12-	tarafa	:	54	inicio	:	62.00	fim	:	66.00	atraso	:	0.00	
13-	tarafa	:	56	inicio	:	66.00	fim	:	70.00	atraso	:	0.00	
14-	tarafa	:	21	inicio	:	70.00	fim	:	74.00	atraso	:	0.00	
15-	tarafa	:	34	inicio	:	74.00	fim	:	78.00	atraso	:	0.00	
16-	tarafa	:	35	inicio	:	78.00	fim	:	82.00	atraso	:	0.00	
17-	tarafa	:	38	inicio	:	82.00	fim	:	86.00	atraso	:	0.00	
18-	tarafa	:	43	inicio	:	86.00	fim	:	90.00	atraso	:	0.00	
19-	tarafa	:	58	inicio	:	92.00	fim	:	152.00	atraso	:	0.0	
cm	20-	tarafa	:	310	inicio	:	195.00	fim	:	210.00	atraso	:	0.0
21-	tarafa	:	63	inicio	:	212.00	fim	:	272.00	atraso	:	0.0	
22-	tarafa	:	79	inicio	:	274.00	fim	:	278.00	atraso	:	0.0	
23-	tarafa	:	82	inicio	:	278.00	fim	:	282.00	atraso	:	0.0	
24-	tarafa	:	103	inicio	:	282.00	fim	:	286.00	atraso	:	0.0	
25-	tarafa	:	106	inicio	:	286.00	fim	:	290.00	atraso	:	0.0	
26-	tarafa	:	86	inicio	:	290.00	fim	:	294.00	atraso	:	0.0	
27-	tarafa	:	101	inicio	:	294.00	fim	:	298.00	atraso	:	0.0	
28-	tarafa	:	102	inicio	:	298.00	fim	:	302.00	atraso	:	0.0	
29-	tarafa	:	91	inicio	:	302.00	fim	:	306.00	atraso	:	0.0	
30-	tarafa	:	87	inicio	:	306.00	fim	:	310.00	atraso	:	0.0	
31-	tarafa	:	68	inicio	:	310.00	fim	:	314.00	atraso	:	0.0	
alm	32-	tarafa	:	313	inicio	:	315.00	fim	:	375.00	atraso	:	0.0
33-	tarafa	:	125	inicio	:	381.00	fim	:	387.00	atraso	:	0.0	
34-	tarafa	:	129	inicio	:	392.50	fim	:	397.80	atraso	:	0.0	
35-	tarafa	:	130	inicio	:	403.30	fim	:	408.60	atraso	:	0.0	
36-	tarafa	:	150	inicio	:	414.43	fim	:	419.93	atraso	:	0.0	
37-	tarafa	:	151	inicio	:	425.60	fim	:	431.00	atraso	:	0.0	
38-	tarafa	:	152	inicio	:	436.50	fim	:	441.80	atraso	:	0.0	
39-	tarafa	:	153	inicio	:	447.13	fim	:	452.33	atraso	:	0.0	

40-	tarefa	:	273	inicio	:	454.33	fim	:	464.73	atraso	:	0.0
41-	tarefa	:	269	inicio	:	464.73	fim	:	475.13	atraso	:	0.0
42-	tarefa	:	281	inicio	:	475.13	fim	:	485.13	atraso	:	0.0
43-	tarefa	:	239	inicio	:	485.13	fim	:	498.33	atraso	:	0.0
44-	tarefa	:	165	inicio	:	498.33	fim	:	500.33	atraso	:	0.0

carregador 3:

1-	tarefa	:	4	inicio	:	0.00	fim	:	11.20	atraso	:	0.0
2-	tarefa	:	9	inicio	:	11.20	fim	:	17.40	atraso	:	0.0
3-	tarefa	:	8	inicio	:	17.40	fim	:	23.60	atraso	:	0.0
4-	tarefa	:	15	inicio	:	23.60	fim	:	27.60	atraso	:	0.0
5-	tarefa	:	6	inicio	:	27.60	fim	:	34.00	atraso	:	0.0
6-	tarefa	:	37	inicio	:	36.00	fim	:	40.00	atraso	:	0.0
7-	tarefa	:	41	inicio	:	40.00	fim	:	44.00	atraso	:	0.0
8-	tarefa	:	28	inicio	:	44.00	fim	:	48.00	atraso	:	0.0
9-	tarefa	:	51	inicio	:	48.00	fim	:	52.00	atraso	:	0.0
10-	tarefa	:	32	inicio	:	52.00	fim	:	56.00	atraso	:	0.0
11-	tarefa	:	53	inicio	:	56.00	fim	:	60.00	atraso	:	0.0
12-	tarefa	:	24	inicio	:	60.00	fim	:	64.00	atraso	:	0.0
13-	tarefa	:	29	inicio	:	64.00	fim	:	68.00	atraso	:	0.0
14-	tarefa	:	19	inicio	:	68.00	fim	:	72.00	atraso	:	0.0
15-	tarefa	:	17	inicio	:	72.00	fim	:	76.00	atraso	:	0.0
16-	tarefa	:	22	inicio	:	76.00	fim	:	80.00	atraso	:	0.0
17-	tarefa	:	61	inicio	:	120.00	fim	:	195.00	atraso	:	0.
18-	tarefa	:	309	inicio	:	195.00	fim	:	210.00	atraso	:	2.
19-	tarefa	:	71	inicio	:	255.00	fim	:	259.00	atraso	:	0.
20-	tarefa	:	92	inicio	:	259.00	fim	:	263.00	atraso	:	0.
21-	tarefa	:	80	inicio	:	263.00	fim	:	267.00	atraso	:	0.
22-	tarefa	:	72	inicio	:	267.00	fim	:	271.00	atraso	:	0.
23-	tarefa	:	93	inicio	:	271.00	fim	:	275.00	atraso	:	0.
24-	tarefa	:	70	inicio	:	275.00	fim	:	279.00	atraso	:	0.
25-	tarefa	:	81	inicio	:	279.00	fim	:	283.00	atraso	:	0.
26-	tarefa	:	88	inicio	:	283.00	fim	:	287.00	atraso	:	0.
27-	tarefa	:	69	inicio	:	287.00	fim	:	291.00	atraso	:	0.
28-	tarefa	:	315	inicio	:	315.00	fim	:	375.00	atraso	:	0.
29-	tarefa	:	126	inicio	:	380.83	fim	:	386.33	atraso	:	0.
30-	tarefa	:	131	inicio	:	391.67	fim	:	396.87	atraso	:	0.
31-	tarefa	:	132	inicio	:	402.20	fim	:	407.40	atraso	:	0.
32-	tarefa	:	260	inicio	:	409.40	fim	:	420.60	atraso	:	0.
33-	tarefa	:	146	inicio	:	420.60	fim	:	450.60	atraso	:	0.
34-	tarefa	:	142	inicio	:	452.60	fim	:	467.60	atraso	:	0.
35-	tarefa	:	155	inicio	:	472.43	fim	:	476.93	atraso	:	0.
36-	tarefa	:	156	inicio	:	478.93	fim	:	480.93	atraso	:	0.
37-	tarefa	:	157	inicio	:	482.93	fim	:	484.93	atraso	:	0.
38-	tarefa	:	158	inicio	:	486.93	fim	:	488.93	atraso	:	0.
39-	tarefa	:	159	inicio	:	490.93	fim	:	492.93	atraso	:	0.
40-	tarefa	:	163	inicio	:	494.93	fim	:	496.93	atraso	:	0.

carregador 4:

1-	tarefa	:	1	inicio	:	0.00	fim	:	15.00	atraso	:	0.0
2-	tarefa	:	3	inicio	:	15.00	fim	:	27.20	atraso	:	0.0
3-	tarefa	:	25	inicio	:	30.00	fim	:	34.00	atraso	:	0.0

	4-	tarafa	:	20	inicio	:	34.00	fim	:	38.00	atraso	:	0.0
	5-	tarafa	:	31	inicio	:	38.00	fim	:	42.00	atraso	:	0.0
	6-	tarafa	:	33	inicio	:	42.00	fim	:	46.00	atraso	:	0.0
	7-	tarafa	:	50	inicio	:	46.00	fim	:	50.00	atraso	:	0.0
	8-	tarafa	:	18	inicio	:	50.00	fim	:	54.00	atraso	:	0.0
	9-	tarafa	:	42	inicio	:	54.00	fim	:	58.00	atraso	:	0.0
	10-	tarafa	:	65	inicio	:	90.00	fim	:	135.00	atraso	:	0.
	11-	tarafa	:	60	inicio	:	137.00	fim	:	152.00	atraso	:	0.
cm	12-	tarafa	:	311	inicio	:	195.00	fim	:	210.00	atraso	:	0.
	13-	tarafa	:	66	inicio	:	212.00	fim	:	228.00	atraso	:	0.
	14-	tarafa	:	90	inicio	:	255.00	fim	:	259.00	atraso	:	0.
	15-	tarafa	:	85	inicio	:	259.00	fim	:	263.00	atraso	:	0.
	16-	tarafa	:	77	inicio	:	263.00	fim	:	267.00	atraso	:	0.
	17-	tarafa	:	76	inicio	:	267.00	fim	:	271.00	atraso	:	0.
	18-	tarafa	:	100	inicio	:	271.00	fim	:	275.00	atraso	:	0.
	19-	tarafa	:	107	inicio	:	275.00	fim	:	279.00	atraso	:	0.
	20-	tarafa	:	74	inicio	:	279.00	fim	:	283.00	atraso	:	0.
	21-	tarafa	:	89	inicio	:	283.00	fim	:	287.00	atraso	:	0.
	22-	tarafa	:	78	inicio	:	287.00	fim	:	291.00	atraso	:	0.
	23-	tarafa	:	105	inicio	:	291.00	fim	:	295.00	atraso	:	0.
	24-	tarafa	:	67	inicio	:	295.00	fim	:	310.00	atraso	:	0.
alm	25-	tarafa	:	73	inicio	:	310.00	fim	:	314.00	atraso	:	0.
	26-	tarafa	:	314	inicio	:	315.00	fim	:	375.00	atraso	:	0.
	27-	tarafa	:	133	inicio	:	380.17	fim	:	385.27	atraso	:	0.
	28-	tarafa	:	134	inicio	:	390.27	fim	:	395.27	atraso	:	0.
	29-	tarafa	:	135	inicio	:	400.10	fim	:	404.60	atraso	:	0.
	30-	tarafa	:	295	inicio	:	406.60	fim	:	412.80	atraso	:	0.
	31-	tarafa	:	138	inicio	:	412.80	fim	:	472.80	atraso	:	0.
	32-	tarafa	:	242	inicio	:	472.80	fim	:	484.80	atraso	:	0.
	33-	tarafa	:	248	inicio	:	484.80	fim	:	496.20	atraso	:	0.
	34-	tarafa	:	164	inicio	:	496.20	fim	:	498.20	atraso	:	0.

carregador

5:

	1-	tarafa	:	112	inicio	:	315.00	fim	:	325.00	atraso	:	0.
	2-	tarafa	:	117	inicio	:	325.00	fim	:	334.40	atraso	:	0.
	3-	tarafa	:	285	inicio	:	405.00	fim	:	411.20	atraso	:	0.
	4-	tarafa	:	137	inicio	:	417.20	fim	:	429.61	atraso	:	0.
	5-	tarafa	:	294	inicio	:	435.61	fim	:	441.81	atraso	:	0.
	6-	tarafa	:	144	inicio	:	441.81	fim	:	461.36	atraso	:	0.
	7-	tarafa	:	258	inicio	:	461.36	fim	:	472.56	atraso	:	0.
	8-	tarafa	:	264	inicio	:	472.56	fim	:	483.56	atraso	:	0.
	9-	tarafa	:	284	inicio	:	483.56	fim	:	492.96	atraso	:	0.
	10-	tarafa	:	297	inicio	:	492.96	fim	:	499.16	atraso	:	0.
	11-	tarafa	:	276	inicio	:	499.16	fim	:	509.36	atraso	:	0.
	12-	tarafa	:	166	inicio	:	509.36	fim	:	539.36	atraso	:	0.
	13-	tarafa	:	279	inicio	:	539.36	fim	:	549.36	atraso	:	0.
ct	14-	tarafa	:	300	inicio	:	560.00	fim	:	575.00	atraso	:	0.
	15-	tarafa	:	171	inicio	:	577.00	fim	:	583.20	atraso	:	0.
	16-	tarafa	:	238	inicio	:	583.20	fim	:	598.20	atraso	:	0.
	17-	tarafa	:	169	inicio	:	598.20	fim	:	607.60	atraso	:	0.
	18-	tarafa	:	172	inicio	:	607.60	fim	:	613.80	atraso	:	0.
	19-	tarafa	:	272	inicio	:	613.80	fim	:	624.20	atraso	:	0.
	20-	tarafa	:	180	inicio	:	626.20	fim	:	630.20	atraso	:	0.
	21-	tarafa	:	182	inicio	:	630.20	fim	:	634.20	atraso	:	0.
	22-	tarafa	:	183	inicio	:	634.20	fim	:	638.20	atraso	:	0.
	23-	tarafa	:	176	inicio	:	638.20	fim	:	642.20	atraso	:	0.
	24-	tarafa	:	198	inicio	:	642.20	fim	:	646.20	atraso	:	0.
	25-	tarafa	:	188	inicio	:	646.20	fim	:	650.20	atraso	:	0.
	26-	tarafa	:	195	inicio	:	650.20	fim	:	654.20	atraso	:	0.

27-	tarafa	:	179	inicio	:	654.20	fim	:	658.20	atraso	:	0.	
28-	tarafa	:	178	inicio	:	658.20	fim	:	662.20	atraso	:	0.	
29-	tarafa	:	181	inicio	:	662.20	fim	:	666.20	atraso	:	0.	
30-	tarafa	:	217	inicio	:	666.20	fim	:	670.20	atraso	:	0.	
alm	31-	tarafa	:	307	inicio	:	675.00	fim	:	735.00	atraso	:	0.
	32-	tarafa	:	221	inicio	:	737.00	fim	:	746.40	atraso	:	0.
	33-	tarafa	:	237	inicio	:	746.40	fim	:	761.40	atraso	:	0.
	34-	tarafa	:	230	inicio	:	763.40	fim	:	771.40	atraso	:	0.
	35-	tarafa	:	229	inicio	:	773.40	fim	:	781.60	atraso	:	0.
	36-	tarafa	:	289	inicio	:	781.60	fim	:	787.80	atraso	:	0.
	37-	tarafa	:	231	inicio	:	789.50	fim	:	795.00	atraso	:	0.
	38-	tarafa	:	266	inicio	:	799.17	fim	:	814.64	atraso	:	0.

carregador 6:

1-	tarafa	:	113	inicio	:	315.00	fim	:	325.00	atraso	:	0.	
2-	tarafa	:	118	inicio	:	325.00	fim	:	334.40	atraso	:	0.	
3-	tarafa	:	121	inicio	:	340.07	fim	:	364.39	atraso	:	0.	
4-	tarafa	:	275	inicio	:	435.00	fim	:	445.20	atraso	:	0.	
5-	tarafa	:	286	inicio	:	445.20	fim	:	451.40	atraso	:	0.	
6-	tarafa	:	139	inicio	:	451.40	fim	:	489.93	atraso	:	0.	
7-	tarafa	:	274	inicio	:	489.93	fim	:	500.13	atraso	:	0.	
8-	tarafa	:	296	inicio	:	500.13	fim	:	506.33	atraso	:	0.	
9-	tarafa	:	261	inicio	:	506.33	fim	:	517.53	atraso	:	0.	
10-	tarafa	:	277	inicio	:	517.53	fim	:	527.73	atraso	:	0.	
11-	tarafa	:	298	inicio	:	527.73	fim	:	533.93	atraso	:	0.	
12-	tarafa	:	270	inicio	:	533.93	fim	:	544.33	atraso	:	0.	
ct	13-	tarafa	:	251	inicio	:	544.33	fim	:	555.73	atraso	:	0.
	14-	tarafa	:	301	inicio	:	560.00	fim	:	575.00	atraso	:	0.
	15-	tarafa	:	267	inicio	:	577.00	fim	:	587.40	atraso	:	0.
	16-	tarafa	:	168	inicio	:	587.40	fim	:	597.40	atraso	:	0.
	17-	tarafa	:	173	inicio	:	597.40	fim	:	603.60	atraso	:	0.
	18-	tarafa	:	235	inicio	:	605.60	fim	:	610.10	atraso	:	0.
	19-	tarafa	:	216	inicio	:	615.00	fim	:	619.00	atraso	:	0.
	20-	tarafa	:	194	inicio	:	619.00	fim	:	623.00	atraso	:	0.
	21-	tarafa	:	189	inicio	:	623.00	fim	:	627.00	atraso	:	0.
	22-	tarafa	:	190	inicio	:	627.00	fim	:	631.00	atraso	:	0.
	23-	tarafa	:	187	inicio	:	631.00	fim	:	635.00	atraso	:	0.
	24-	tarafa	:	191	inicio	:	635.00	fim	:	639.00	atraso	:	0.
	25-	tarafa	:	210	inicio	:	639.00	fim	:	643.00	atraso	:	0.
	26-	tarafa	:	212	inicio	:	643.00	fim	:	647.00	atraso	:	0.
	27-	tarafa	:	199	inicio	:	647.00	fim	:	651.00	atraso	:	0.
	28-	tarafa	:	196	inicio	:	651.00	fim	:	655.00	atraso	:	0.
	29-	tarafa	:	185	inicio	:	655.00	fim	:	659.00	atraso	:	0.
	30-	tarafa	:	184	inicio	:	659.00	fim	:	663.00	atraso	:	0.
	31-	tarafa	:	202	inicio	:	663.00	fim	:	667.00	atraso	:	0.
	32-	tarafa	:	203	inicio	:	667.00	fim	:	671.00	atraso	:	0.
alm	33-	tarafa	:	205	inicio	:	671.00	fim	:	675.00	atraso	:	0.
	34-	tarafa	:	305	inicio	:	675.00	fim	:	735.00	atraso	:	0.
	35-	tarafa	:	219	inicio	:	737.00	fim	:	747.00	atraso	:	0.
	36-	tarafa	:	250	inicio	:	747.00	fim	:	758.40	atraso	:	0.
	37-	tarafa	:	254	inicio	:	758.40	fim	:	769.60	atraso	:	0.
	38-	tarafa	:	290	inicio	:	769.60	fim	:	775.80	atraso	:	0.
	39-	tarafa	:	218	inicio	:	781.47	fim	:	811.88	atraso	:	0.

carregador 7:

	1-	tarafa	:	114	inicio	:	315.00	fim	:	325.00	atraso	:	0.
	2-	tarafa	:	119	inicio	:	328.50	fim	:	333.50	atraso	:	0.
	3-	tarafa	:	287	inicio	:	405.00	fim	:	411.20	atraso	:	0.
	4-	tarafa	:	259	inicio	:	411.20	fim	:	422.40	atraso	:	0.
	5-	tarafa	:	147	inicio	:	422.40	fim	:	532.40	atraso	:	0.
	6-	tarafa	:	263	inicio	:	532.40	fim	:	543.60	atraso	:	0.
ct	7-	tarafa	:	241	inicio	:	543.60	fim	:	555.80	atraso	:	0.
	8-	tarafa	:	302	inicio	:	560.00	fim	:	575.00	atraso	:	0.
	9-	tarafa	:	233	inicio	:	585.00	fim	:	590.30	atraso	:	0.
	10-	tarafa	:	220	inicio	:	593.80	fim	:	603.80	atraso	:	0.
	11-	tarafa	:	167	inicio	:	603.80	fim	:	613.80	atraso	:	0.
	12-	tarafa	:	192	inicio	:	615.80	fim	:	619.80	atraso	:	0.
	13-	tarafa	:	193	inicio	:	619.80	fim	:	623.80	atraso	:	0.
	14-	tarafa	:	201	inicio	:	623.80	fim	:	627.80	atraso	:	0.
	15-	tarafa	:	206	inicio	:	627.80	fim	:	631.80	atraso	:	0.
	16-	tarafa	:	197	inicio	:	631.80	fim	:	635.80	atraso	:	0.
	17-	tarafa	:	186	inicio	:	635.80	fim	:	639.80	atraso	:	0.
	18-	tarafa	:	200	inicio	:	639.80	fim	:	643.80	atraso	:	0.
	19-	tarafa	:	226	inicio	:	645.80	fim	:	654.20	atraso	:	0.
alm	20-	tarafa	:	249	inicio	:	654.20	fim	:	665.60	atraso	:	0.
	21-	tarafa	:	306	inicio	:	675.00	fim	:	735.00	atraso	:	0.
	22-	tarafa	:	245	inicio	:	737.00	fim	:	749.00	atraso	:	0.
	23-	tarafa	:	280	inicio	:	749.00	fim	:	759.00	atraso	:	0.
	24-	tarafa	:	268	inicio	:	759.00	fim	:	769.40	atraso	:	0.
	25-	tarafa	:	256	inicio	:	769.40	fim	:	780.60	atraso	:	0.
	26-	tarafa	:	257	inicio	:	780.60	fim	:	791.80	atraso	:	0.
	27-	tarafa	:	262	inicio	:	791.80	fim	:	803.00	atraso	:	0.
	28-	tarafa	:	291	inicio	:	803.00	fim	:	809.20	atraso	:	0.

carregador 8:

	1-	tarafa	:	115	inicio	:	315.00	fim	:	325.00	atraso	:	0.
	2-	tarafa	:	120	inicio	:	345.00	fim	:	360.00	atraso	:	0.
	3-	tarafa	:	122	inicio	:	365.33	fim	:	388.40	atraso	:	0.
	4-	tarafa	:	123	inicio	:	393.07	fim	:	415.52	atraso	:	0.
	5-	tarafa	:	140	inicio	:	421.52	fim	:	457.98	atraso	:	0.
	6-	tarafa	:	141	inicio	:	457.98	fim	:	494.15	atraso	:	0.
	7-	tarafa	:	252	inicio	:	494.15	fim	:	505.35	atraso	:	0.
	8-	tarafa	:	148	inicio	:	510.00	fim	:	514.00	atraso	:	0.
ct	9-	tarafa	:	149	inicio	:	514.00	fim	:	544.00	atraso	:	0.
	10-	tarafa	:	299	inicio	:	560.00	fim	:	575.00	atraso	:	0.
	11-	tarafa	:	222	inicio	:	585.00	fim	:	594.20	atraso	:	0.
	12-	tarafa	:	174	inicio	:	594.20	fim	:	600.40	atraso	:	0.
	13-	tarafa	:	170	inicio	:	600.40	fim	:	606.60	atraso	:	0.
	14-	tarafa	:	227	inicio	:	608.60	fim	:	617.00	atraso	:	0.
	15-	tarafa	:	228	inicio	:	623.00	fim	:	651.33	atraso	:	0.
	16-	tarafa	:	223	inicio	:	655.33	fim	:	664.53	atraso	:	0.
	17-	tarafa	:	177	inicio	:	666.53	fim	:	670.53	atraso	:	0.
	18-	tarafa	:	204	inicio	:	670.53	fim	:	674.53	atraso	:	0.
alm	19-	tarafa	:	304	inicio	:	675.00	fim	:	735.00	atraso	:	0.
	20-	tarafa	:	224	inicio	:	737.00	fim	:	746.00	atraso	:	0.
	21-	tarafa	:	247	inicio	:	746.00	fim	:	758.00	atraso	:	0.
	22-	tarafa	:	234	inicio	:	760.00	fim	:	765.20	atraso	:	0.
	23-	tarafa	:	292	inicio	:	770.53	fim	:	776.73	atraso	:	0.
	24-	tarafa	:	225	inicio	:	782.07	fim	:	810.65	atraso	:	0.

carregador

9:

	1-	tar	116	in	315.00	fim	325.00	atr	0.
	2-	tar	136	in	330.83	fim	348.18	atr	0.
	3-	tar	293	in	405.00	fim	411.20	atr	0.
	4-	tar	143	in	411.20	fim	438.64	atr	0.
	5-	tar	145	in	438.64	fim	513.64	atr	0.
	6-	tar	162	in	513.64	fim	515.64	atr	0.
ct	7-	tar	303	in	560.00	fim	575.00	atr	0.
	8-	tar	154	in	575.00	fim	595.00	atr	0.
	9-	tar	214	in	615.00	fim	619.00	atr	0.
	10-	tar	253	in	621.00	fim	632.20	atr	0.
	11-	tar	175	in	634.20	fim	649.20	atr	0.
	12-	tar	207	in	649.20	fim	653.20	atr	0.
	13-	tar	208	in	653.20	fim	657.20	atr	0.
	14-	tar	209	in	657.20	fim	661.20	atr	0.
	15-	tar	211	in	661.20	fim	665.20	atr	0.
	16-	tar	213	in	665.20	fim	669.20	atr	0.
	17-	tar	215	in	669.20	fim	673.20	atr	0.
	19-	tar	232	in	737.00	fim	742.40	atr	0.
	20-	tar	240	in	748.07	fim	761.27	atr	0.
	21-	tar	243	in	761.27	fim	773.27	atr	0.
	22-	tar	244	in	773.27	fim	785.27	atr	0.
	23-	tar	236	in	791.10	fim	812.66	atr	0.

numero total das tarefas nao cumpridas : 0

tempo total das tarefas nao cumpridas : 0

tempo total de percurso entre as tarefas : 313.00