

Trabalho 01 - Disciplina MO420

Relaxação Lagrangiana para o Problema de Árvore Geradora com Número Mínimo de Ramificações

Carlos Victor Dantas Araujo - 230261

Instituto de Computação
Universidade Estadual de Campinas

25 de Outubro de 2019

1 Introdução

O problema de Árvore Geradora com Número Mínimo de Ramificações (AGMR), que consiste em encontrar uma árvore geradora com o menor número de vértices contendo o grau estritamente maior que dois. O AGMR é NP-difícil [5] e extensamente estudado na literatura [1, 2, 6, 7].

Dado um grafo conexo e não direcionado $G = (V, E)$, com $n = |V|$ e $m = |E|$ e $\delta_v =$ ao grau de $v, \forall v \in V$. Sendo $T = (V^t, E^t)$ uma árvore geradora de G , um vértice $v^t \in V^t$ é dito ser uma ramificação se $\delta_{v^t} > 2$. Neste trabalho será apresentada uma relaxação lagrangiana para o AGMR, juntamente com a análises dos resultados obtidos.

2 Relaxação Lagrangiana para o AGMR

Esta Seção apresenta o modelo de Programação Linear Inteira (PLI) para o AGMR e a relaxação lagrangiana implementada.

As variáveis do problema são binárias e são definidas como:

$$x_e = \begin{cases} 1, & \text{se a aresta } e \text{ está na solução,} \\ 0, & \text{Caso contrário} \end{cases}, \forall e \in E$$

. e

$$y_v = \begin{cases} 1, & \text{se o vértice } v \text{ é uma ramificação,} \\ 0, & \text{Caso contrário} \end{cases}, \forall v \in V$$

Dado um vértice $v \in V$, considere $A(v)$ como o conjunto de arestas incidente em v e, consequentemente, $\delta_v = |A(v)|$ é o grau de v . Define-se também S , como um subconjunto qualquer de V e $E(S) = \{(u, v) : u, v \in S\}$, ou seja, as aresta do conjunto S . Assim, uma formulação para o AGMR é dado por:

$$(IP) \quad \min \sum_{v \in V} y_v \tag{1}$$

sujeito a:

$$\sum_{e \in E} x_e = n - 1 \tag{2}$$

$$\sum_{e \in E(S)} x_e = |S| - 1 \quad \forall S \subseteq V \tag{3}$$

$$\sum_{e \in A(v)} x_e - 2 \leq \delta_v y_v - 1 \quad \forall v \in V \tag{4}$$

$$y_v \in \{0, 1\} \quad \forall v \in V \tag{5}$$

$$x_e \in \{0, 1\} \quad \forall e \in E \tag{6}$$

A função objetivo (1) minimiza o número de vértices que são ramificações. A restrição (2) limita a quantidade de arestas selecionadas em $n - 1$. As restrições (3) garantem a eliminação de ciclos, garantindo que qualquer a solução final seja uma árvore geradora. As restrições (4) fazem com que a variável y_v seja 1 sempre que a soma de todas as arestas adjacentes a v for maior que 2, ou seja, v é uma ramificação.

A relaxação lagrangiana proposta é obtida a partir da dualização da restrição (4). Para fins de redução no tamanho da instância, podemos tratar apenas o seguinte conjunto de vértices $V' = \{v \in V \mid \delta_v > 2\}$ ao invés de V , ou seja, vértices em G cujo grau é menor ou igual a dois nunca serão ramificações. Feito isso, ao introduzir os multiplicadores de Lagrange $\lambda_v \geq 0 \ \forall v \in V'$ na restrição dualizada (4), obtém-se a seguinte relaxação de (IP):

$$\begin{aligned} \text{(RL)} \quad z_{RL}(\lambda) = \min \sum_{v \in V'} y_v + \sum_{v \in V'} \lambda_v \left(\sum_{e \in A(v)} x_e - 2 - \delta_v y_v \right) \\ \text{s.a} \quad (2) - (3) \text{ e } (5) - (6) \end{aligned} \quad (7)$$

Assim, é possível reescrever $z(\lambda)$ da seguinte maneira:

$$z(\lambda) = -2 \sum_{v \in V'} \lambda_v + z_1(\lambda) + z_2(\lambda)$$

onde $z_1(\lambda)$ e $z_2(\lambda)$ são definidos como:

$$\begin{aligned} \text{(RL}_1\text{)} \quad z_1(\lambda) = \min \sum_{v \in V'} \sum_{e \in A(v)} \lambda_v x_e \\ \text{s.a} \quad (2), (3) \text{ e } (6) \end{aligned} \quad (8)$$

e

$$\begin{aligned} \text{(RL}_2\text{)} \quad z_2(\lambda) = \min \sum_{v \in V'} y_v (1 - \delta_v \lambda_v) \\ \text{s.a} \quad (2), (3) \text{ e } (6) \end{aligned} \quad (9)$$

Diante dessas definições, o Problema Dual Lagrangiano (PDL) é definido da seguinte forma apresentada em 10. Ou seja, busca-se encontrar o melhor conjunto de multiplicadores de Lagrange, de modo a maximizar o valor do limitante inferior (dual) obtido a partir da resolução do Problema Primal Lagrangiano (PPL).

$$\text{(PDL)} \quad z_{LD} = \max_{\lambda \geq 0} \{z_{RL}(\lambda)\} \quad (10)$$

O PPL pode ser resolvidos em tempo polinomial. O problema RL_1 trata-se da formulação de Árvore Geradora Mínima (AGM), que além de ter envoltória convexa bem definida [4], o que faz com que o mesmo possa ser resolvido utilizando programação linear, também pode ser resolvido utilizando um algoritmo combinatório como o de Prim ou Kruskal. O problema RL_2 se trata de um simples problema de inspeção, onde $y_v = 1$ se $(1 - \delta_v \lambda_v) \leq 0$, caso contrário, $y_v = 0$. Como visto em sala de aula, sabemos que se o PPL tem uma envoltória convexa bem definida, ou seja, atende a propriedade de integralidade das variáveis, então o resultado da resolução do PDL z_{LD} será igual ao valor da relaxação linear do problema original (IP). As vantagens de resolver a relaxação lagrangiana esta na velocidade com que o PPL é resolvido, em comparação com a relaxação linear, e principalmente o fato de que a formulação de AGM utilizada tem um número exponencial de restrições, ou seja, dependendo da entrada não é possível nem carregar o problema em memória para que a relaxação linear possa resolvê-lo, mas é possível resolver o mesmo utilizando um algoritmo combinatório que é muito eficiente.

2.1 Método de Subgradiente

Esta Seção apresenta um pseudocódigo em alto nível do Método de subgradiente utilizado como base no desenvolvimento deste trabalho.

Algoritmo 1: Método de Subgradiente (problema original IP de minimização)

Entrada: *limiar*, *maxIter*, *atualizaPi*

Saída: z_{LB} , z_{UB}

```

1   $m \leftarrow \rho \leftarrow 0$ ;
2   $z_{LB} \leftarrow 0$ ,  $z_{UB} \leftarrow$  custo de uma solução viável de IP;
3   $\alpha^0 \leftarrow \theta^0 \leftarrow 0$ ,  $\pi^0 \leftarrow 2$ ;
4  while ( $\frac{z_{UB}-z_{LB}}{z_{UB}} \leq \textit{limiar}$  ou  $m < \textit{maxIter}$  do
5       $x \leftarrow$  solução da  $RL(\alpha^m)$ ;
6       $z^m \leftarrow$  custo de  $x$  na função objetivo do PPL;
7      se  $z^m > z_{LB}$  então
8           $z_{LB} \leftarrow z^m$ ;
9      fim
10      $z_f^m \leftarrow$  custo de  $x$  na função objetivo do IP ;
11     se ( $x$  é viável em IP) e ( $z_f^m < z_{UB}$ ) então
12          $z_{UB} \leftarrow z_f^m$ ;
13          $\rho \leftarrow 0$ ;
14     senão
15          $\rho \leftarrow \rho + 1$ ;
16     fim
17     se  $\rho = \textit{atualizaPi}$  então
18          $\pi \leftarrow \pi/2$ ;
19          $\rho \leftarrow 0$ ;
20     fim
21      $\theta^m \leftarrow$  subgradiente( $x$ );
22      $n^m \leftarrow$  norma( $\theta^m$ );
23      $s^m \leftarrow \pi^m \frac{(z_{UB}-z^m)}{\|n^m\|^2}$ ;
24      $\alpha^{m+1} \leftarrow \max(0, \alpha^m + s^m \theta^m)$ ;
25      $m \leftarrow m + 1$ ;
26 end

```

O algoritmo recebe três parâmetros de entrada: *limiar*, *maxIter* e *atualizaPi*. Os dois primeiros são utilizados como condições de parada. O parâmetro *limiar* indica o valor máximo de *gap* para que a solução seja considerada ótima, encerrando assim a execução. O *maxIter* limita o máximo de reiterações do método do subgradiente. O terceiro e último parâmetro, *atualizaPi*, serve de contador para atualizações do valor de π , ou seja, quando houver uma quantidade *atualizaPi* de iterações consecutivas sem melhora do limite inferior. As linhas (1)-(3) representam apenas o processo de inicialização de variáveis, onde m é o contador de repetições do laço principal, ρ é contador de iterações, consecutivas, sem que haja redução no valor de z_{UB} . As variáveis z_{LB} e z_{UB} são os limitantes inferior e superior, respectivamente. O símbolo α representa o vetor de multiplicadores de Lagrange e θ é o vetor de subgradiente. Nos passos dentro do laço, primeiramente resolve-se o PPL utilizando os valores de multiplicadores atuais e esta

solução servirá para obtenção do vetor de subgradiente. Sendo o problema original IP de minimização, se o valor obtido na resolução do modelo relaxado for maior que o valor do limite inferior atual, atualiza-se z_{LB} . Além disso, se a solução do problema relaxado for viável para IP, verifica-se, na linha (11), a necessidade de atualizar o limitante superior z_{UB} com o valor da função objetivo original desta solução. Após essas avaliações é calculado o vetor de subgradiente (θ^m) e a norma deste vetor (n^m) é utilizada para computar o tamanho do passo utilizado (s^m) na direção do subgradiente. Com isso, na linha (24), atualizam-se os multiplicadores lagrangianos para a próxima iteração, cuidando para que eles não se tornem negativos.

2.2 Algoritmo de Kruskal

O conteúdo desta seção foi fortemente baseado no livro texto [3].

Um algoritmo clássico e muito eficiente para resolução de AGM's é o algoritmo de Kruskal, que consiste em ordenar as arestas de forma não-decrescente e ir adicionando elas à árvore, sendo necessária a verificação da existência de um ciclo no momento da inserção. A eficiência dessa verificação se dá pela utilização de uma estrutura de conjuntos disjuntos. Um pseudocódigo em alto nível do algoritmo do Kruskal se encontra em 2.

Algoritmo 2: AGM Kruskal

Entrada: G, w

Saída: A

```

1  $A \leftarrow \emptyset;$ 
2 para cada vértice  $v \in G.V$  faça
3   |  $\text{Make-Set}(v);$ 
4 fim
5 ordenar as arestas de  $G.E$  de modo não-decrescente pelos pesos  $w;$ 
6 para cada aresta  $(u, v) \in G.E$ , selecionada em ordem não-decrescente faça
7   | se  $\text{Find-Set}(u) \neq \text{Find-Set}(v)$  então
8     |  $A \leftarrow A \cup \{(u, v)\};$ 
9     |  $\text{Union}(u, v);$ 
10  | fim
11 fim
12 retorna  $A;$ 
```

As linhas (1)-(4) apenas inicializam o conjunto A com vazio e cria um total de $|V|$ árvores, uma contendo cada vértice. O laço **for** nas linhas (6)-(8) examina as arestas ordenadas pelo seu peso, da menor para a maior. O laço checa, para cada aresta (u, v) , quando os vértices u e v pertencem à mesma árvore. Casos pertença, então a aresta (u, v) não pode ser adicionada à floresta sem criar um ciclo, assim a aresta é descartada. Caso contrário, os dois vértices pertencem a árvores diferentes, nesse caso, a linha (8) adiciona essa aresta (u, v) em A , e a linha (9) junta os vértices das duas árvores.

O tempo de execução do algoritmo do de Kruskal depende de como é implementado a estrutura de dados de conjunto disjunto. A implementação mais eficientemente conhecida para conjunto disjunto utiliza duas heurísticas chamadas de *union-by-rank* e *path-compression*. Assim, para implementação do algoritmo de Kruskal utilizada neste trabalho, temos o tempo de ordenação das arestas limitado em $O(E \lg E)$. As operações contidas no laço das linhas (6)-(8), tem um tempo total de $O((V+E)\alpha(V))$, onde α é uma

função de crescimento muito baixo. Como G é conexo, temos que $|E| \geq |V| - 1$, então as operações do conjunto disjunto tomam tempo $O(E\alpha(V))$. Entretanto, na prática, podemos assumir que $\alpha(|V|) = O(\lg V) = O(\lg E)$, com isso o tempo total do algoritmo de Kruskal é dominado pela ordenação das arestas. Como os grafos das instâncias de teste são esparsos, podemos observar que, se $|E| < |V|^2$, temos que $\lg|E| = O(\lg V)$, então podemos reescrever o tempo de execução do algoritmo de Kruskal, em pior caso, como $O(E\lg V)$. O algoritmo de Kruskal foi selecionado pelo fato de que assintoticamente no pior caso, para grafos esparsos, seu tempo de execução é menor que o algoritmo de Prim e também por sua simplicidade de implementação.

3 Heurísticas Implementadas

3.1 Limite superior inicial

O Limite Superior (LS) para o AGMR se trata de uma solução viável qualquer, neste caso qualquer árvore geradora satisfaz o problema, no final busca-se apenas minimizar a quantidade de vértices da árvore que são ramificações. Para o LS inicial foi desenvolvida uma heurística que funciona da seguinte maneira, dado o grafo G , para todo vértice $v \in V$ são selecionadas as primeiras k arestas, onde $k = \delta v - 2$, para terem um peso igual à 1, enquanto as outras duas arestas restante teriam peso -1 . Após essa ponderação nas arestas é computada uma AGM utilizando G com as arestas ponderadas. Um pequeno pseudocódigo em alto nível é apresentado em 3.

Algoritmo 3: Heurística Inicial

Entrada: G
Saída: R

```

1  $R \leftarrow 0$ ;
2 para cada vértice  $v \in G.V$  faça
3   para  $u \in ADJ[v]$  faça
4     selecionar  $\delta_v - 2$  arestas e fazer  $G.w(v, u) \leftarrow 1$ ;
5     selecionar as 2 arestas restantes e fazer  $G.w(v, u) \leftarrow -1$ ;
6   fim
7 fim
8  $MST \leftarrow \text{MST-Kruskal}(G^w)$ ;
9 para cada vértice  $v \in MST.V$  faça
10  se  $\delta_v > 2$  então
11     $R \leftarrow R + 1$ ;
12  fim
13 fim
14 retorna  $R$ ;
```

A linha (1) apenas inicializa a variável que indica a quantidade de ramificações da árvore. O laço das linhas (2)-(7) percorre todas as arestas de G e pondera elas com 1 ou -1 , este procedimento é feito em tempo $O(V + E)$. A linha (8) adiciona à variável MST a AGM resultante a partir de G^w , ou seja, o grafo G com os pesos atribuídos nas arestas, este procedimento, como mostrado anteriormente, tem complexidade $O(E\lg V)$. O laço (9)-(13) contabiliza a quantidade de ramificações na árvore MST , pode ser feito em tempo

$O(E)$ com a utilização de um vetor de tamanho $|V|$ para contabilizar a quantidade de vezes que cada vértice aparece como extremo de uma aresta. Portanto, a complexidade dessa heurística inicial é o tempo de execução do algoritmo de Kruskal, $O(E \lg V)$.

3.2 Heurística de Busca

A heurística de busca foi desenvolvida para aplicação durante as iterações do método de subgradiente, ou seja, para cada iteração ela vasculha a AGM computada em busca de otimizações simples na solução. Será utilizado o pseudocódigo 4 para uma descrição mais detalhada do funcionamento.

Algoritmo 4: Heurística de Busca

Entrada: G, A
Saída: R

```

1  $R \leftarrow$  ramificações de  $A$ ;
2  $u \leftarrow NIL$ ;
3 para cada vértice  $u' \in A.V$  faça
4   se  $\delta_{u'} = 3$  então
5      $u \leftarrow u'$ ;
6   fim
7 fim
8 se  $u \neq NIL$  então
9   para cada vértice  $v \in ADJ[u]$  em  $A$  faça
10    para cada vértice  $k \in ADJ[v]$  em  $G$  faça
11      se  $\delta_k > 2$  em  $A$  ou  $\delta_k = 1$  em  $A$  então
12        trocar aresta  $(u, v)$  pela aresta  $(v, k)$  em  $A$ ;
13        retorna  $R - 1$ ;
14      fim
15    fim
16  fim
17 fim
18 retorna  $R$ ;
```

As estruturas de entrada para heurística de busca são a árvore geradora e o grafo original, A e G , respectivamente. As linhas (1)-(2) inicializam as variáveis R e u . O laço das linhas (3)-(7) vasculha a árvore A em busca de algum vértice com grau exatamente igual à três, este procedimento pode ser computado em tempo $O(V)$. Caso exista, cada vértice v que pertence a adjacência de u será avaliado, de modo que se existir algum k , tal que a aresta (v, k) existe no grafo original e o tamanho da adjacência de k é 1 ou estritamente maior que 2, então podemos remover a aresta (u, v) , que torna o vértice u uma ramificação e adicionar a aresta (v, k) , garantindo assim que haja uma redução em exatamente 1 no número de ramificações da árvore, o tempo necessário para essas mudanças, considerando a implementação feita em lista de adjacência é de $O(E)$, uma vez que no pior dos casos eu vou passar por todas as arestas do Grafo.

4 Conclusão

Diante das diferentes variações do método de subgradiente (MS) que foram implementadas, foi possível perceber a velocidade e facilidade com que o problema primal lagrangiano é resolvido, mas com a análise dos resultados foi possível perceber que só isso não é suficiente para convergência do algoritmo, uma vez que para algumas instâncias de teste o método de subgradiente computou centenas de milhares de iterações. A inserção de rotinas de préprocessamento e heurísticas para geração de limitantes primais de melhor qualidade se tornou um fator decisivo para obtenção de melhores resultados pelo MS.

A Resultados Computacionais

Nesta apêndice são descritos os experimentos computacionais realizados para testar a eficiência das relaxações lagrangianas desenvolvidas neste trabalho. A implementação dos algoritmos faz uso da linguagem de programação C++. Os experimentos realizados foram conduzidos em uma máquina com processador Intel Core I7-8700T (2.4 GHz) x 12, 7.6 GB de RAM e executando em um sistema operacional Linux Ubuntu 18.04 com 64 bits.

Os experimentos foram realizados sobre uma amostra de 400 instâncias disponibilizadas pelo professor. As implementações desenvolvidas são do método de subgradiente sem heurísticas, com heurística inicial e de busca e com heurísticas e préprocessamento. O objetivo dessa comparação é apresentar qual das implementações possui um melhor desempenho, considerando o valor dos limitantes primais e duais e a iteração com que os melhores limitantes foram encontrados. O tempo máximo para resolução de cada instância, para todos os algoritmos, foi definido em 5 e 10 segundos, podendo ser encerrado antes disso se o *gap*, calculado da forma $\frac{z_{UB} - z_{LB}}{z_{UB}}$, for menor que 0.001.

A tabela 1 contém a comparação entre os limites superiores para as três variações do método de subgradiente (MS) que foram desenvolvidas, MS, MS-Heurística e MS-Préprocessamento, que representam, respectivamente, o MS sem uso de heurísticas, com uso de heurísticas para gerar solução viável inicial e busca na árvore a cada iteração e utilizando as técnicas de préprocessamento. A primeira coluna da tabela apresenta o nome da instância que foi resolvida. Para cada algoritmo existem três colunas, limitante superior (UB), iteração com que o melhor limitante foi encontrado (M. Iter) e a quantidade de iterações realizadas pelo método de subgradiente (T. iter). A Tabela 2 contém a mesma estrutura, com exceção da troca de limite superior por limite inferior (LB) e o acréscimo da coluna de *gap*. Os parâmetros utilizados foram tamanho do passo fixo em 0.1, para o algoritmo que não utiliza heurísticas o z_{LB} iniciava com 0 e o z_{UB} com o número de vértices da instância. Todos tiveram tempo de execução igual à 5 segundos.

A Tabela 3 faz comparação da versão do MS com préprocessamento e heurísticas avaliando a diferença nos resultados obtidos com o tamanho do passo fixo e variando. As colunas para cada algoritmo (MS-Préprocessamento-Var, MS-Préprocessamento-Fixo) contém o limite inferior (LB), limite superior (UB) e o *gap*. Para o passo com variação, o cálculo foi feito da seguinte maneira. Sendo π o tamanho do passo, inicia-se com $\pi = 1.5$ e a cada 500 iterações sem atualização no limite inferior, $\pi = \frac{\pi}{2.0}$.

A Tabela 4 apresenta a diferença de desempenho com o acréscimo de tempo de execução da melhor versão do MS desenvolvida. MS-Préprocessamento-5 se trata do tempo de execução de 5 segundos, enquanto MS-Préprocessamento-10 é a execução do

mesmo algoritmo com o tempo dobrado. As colunas ressaltam o limite inferior, superior e o gap entre eles.

Tabela 1: Comparação de Limitantes Superiores todos os algoritmos (5 segundos)

Instância	MS			MS-Heurística			MS-Preprocessamento		
	UB	M. iter	T. Iter	UB	M. iter	T. Iter	UB	M. iter	T. Iter
Spd_RF2.20.27.211	2	9	1015838	2	9	1096191	1	12	12
Spd_RF2.20.27.219	3	1	1109831	2	30	1068746	2	27	979288
Spd_RF2.20.27.227	2	16	913212	2	23	1110691	2	10	1135327
Spd_RF2.20.27.235	3	10	944343	3	5	1106268	3	5	5
Spd_RF2.20.27.243	4	2	972581	3	17	1131533	4	1	1
Spd_RF2.20.34.251	1	37	813584	1	37	1003262	1	37	827347
Spd_RF2.20.34.259	1	32	938192	1	32	959143	1	32	928151
Spd_RF2.20.34.267	1	29	874930	1	26	1004931	1	26	940455
Spd_RF2.20.34.275	2	26	1066569	2	30	900858	2	30	767602
Spd_RF2.20.34.283	2	50324	1011626	2	21	874359	2	475	840180
Spd_RF2.20.42.291	1	137	834247	1	46	822569	1	46	805537
Spd_RF2.20.42.299	0	124	124	1	17	1006606	1	17	1020992
Spd_RF2.20.42.307	1	152	1025287	1	41	1028905	1	41	850612
Spd_RF2.20.42.315	1	145	802697	1	42	791016	1	42	768504
Spd_RF2.20.42.323	1	36	793161	0	104	104	0	104	104
Spd_RF2.20.49.331	1	6709	621854	1	45	736661	1	45	748535
Spd_RF2.20.49.339	1	28903	763877	1	39	744193	1	39	730489
Spd_RF2.20.49.347	1	73090	763784	1	11430	741992	1	11430	743458
Spd_RF2.20.49.355	1	18326	665700	1	541	738945	1	541	623888
Spd_RF2.20.49.363	1	25496	758292	1	18	750262	1	18	746293
Spd_RF2.20.57.371	1	18	722587	1	18	698873	1	18	705119
Spd_RF2.20.57.379	2	19	719273	1	21719	710109	1	21719	704861
Spd_RF2.20.57.387	1	46	630747	1	18	707279	1	18	704057
Spd_RF2.20.57.395	2	12	627977	1	1636	705680	1	1636	590700
Spd_RF2.20.57.403	1	32	724183	1	36	706124	1	36	702906
Spd_RF2.40.50.611	8	44	315549	7	35	348304	8	19	294914
Spd_RF2.40.50.619	7	31	394460	7	31	394833	7	6	320909
Spd_RF2.40.50.627	7	14	340596	7	11	405992	7	28	381844
Spd_RF2.40.50.635	9	7	391636	8	9	409201	7	135	258504
Spd_RF2.40.50.643	7	28	334804	7	28	397831	7	15	332993
Spd_RF2.40.60.651	4	24	289708	3	716	337396	3	10574	278817
Spd_RF2.40.60.659	4	36	324392	4	66	384587	4	31	331400
Spd_RF2.40.60.667	4	137	301255	4	118	331212	3	1246	1246
Spd_RF2.40.60.675	3	85	370357	3	77	360900	3	111	345630
Spd_RF2.40.60.683	6	35	270179	5	127	353462	4	57	325001
Spd_RF2.40.71.691	2	3109	254250	1	283161	289327	2	78	248137
Spd_RF2.40.71.699	3	242964	299130	3	4699	297746	4	50	292447
Spd_RF2.40.71.707	3	33	253669	3	914	293328	2	232	349633
Spd_RF2.40.71.715	3	63	327083	3	53	342057	3	116	250607
Spd_RF2.40.71.723	1	60	352044	1	43	348669	1	43	313148
Spd_RF2.40.81.731	1	10286	302698	1	28269	334460	1	28269	338363
Spd_RF2.40.81.739	3	12442	247356	2	60	266345	2	60	235265
Spd_RF2.40.81.747	3	3294	261101	2	170183	277788	2	170183	271184
Spd_RF2.40.81.755	2	2123	292693	1	329	293739	1	329	282980
Spd_RF2.40.81.763	1	196897	292095	1	4643	287222	1	4643	285276
Spd_RF2.40.92.771	3	6	230865	2	18815	264799	2	18815	262326
Spd_RF2.40.92.779	2	1202	326759	1	1894	318668	1	1894	317843
Spd_RF2.40.92.787	3	26545	270847	2	86808	268142	2	86808	226958
Spd_RF2.40.92.795	3	17476	240988	3	42396	268037	3	42396	221588
Spd_RF2.40.92.803	2	1948	270196	2	1038	268547	2	1038	265386
Spd_RF2.60.71.1011	12	1	156147	12	1	176103	11	68	166437
Spd_RF2.60.71.1019	15	11	188080	14	126	187548	14	8	204552
Spd_RF2.60.71.1027	14	6	179122	14	6	184790	13	9	184012
Spd_RF2.60.71.1035	13	1	167574	13	1	192579	13	1	178030
Spd_RF2.60.71.1043	15	24	158697	15	2	193653	15	2	172921
Spd_RF2.60.83.1051	9	694	181613	8	13461	180835	8	148	179377
Spd_RF2.60.83.1059	8	94	157090	8	82	183240	7	50	197715
Spd_RF2.60.83.1067	10	61	148860	9	92	179716	9	49	170834
Spd_RF2.60.83.1075	11	82	156281	11	82	182134	10	145	182981
Spd_RF2.60.83.1083	10	6	185266	10	6	179687	9	63	188206
Spd_RF2.60.95.1091	8	367	176609	8	71	174329	7	116	181295
Spd_RF2.60.95.1099	7	11855	151619	7	540	175760	6	4122	155275
Spd_RF2.60.95.1107	4	54	177962	4	69	179883	4	69	131500
Spd_RF2.60.95.1115	8	297	180648	7	53504	180007	7	16	153800
Spd_RF2.60.95.1123	7	35	194783	7	35	208242	5	61490	176284
Spd_RF2.60.107.1131	4	2885	144998	4	13257	171281	4	13257	163707
Spd_RF2.60.107.1139	6	9118	155884	6	310	165309	5	33832	165143
Spd_RF2.60.107.1147	4	78	146617	3	120	168547	3	120	168841
Spd_RF2.60.107.1155	6	7964	142231	6	9789	173971	5	48931	139313
Spd_RF2.60.107.1163	5	62570	171832	4	58305	172032	6	1566	170730
Spd_RF2.60.119.1171	6	11330	166012	5	90494	164466	5	90494	139746
Spd_RF2.60.119.1179	4	1857	165878	4	56	163081	4	56	162248
Spd_RF2.60.119.1187	2	19095	132536	2	15651	163152	3	2042	156913
Spd_RF2.60.119.1195	5	40	166907	4	31219	164496	4	31219	140658
Spd_RF2.60.119.1203	3	51060	142377	3	1122	164543	3	1122	163889
Spd_RF2.80.93.1411	18	4	164733	18	4	173966	17	11	166949
Spd_RF2.80.93.1419	18	12	201309	18	12	193381	17	12	171516
Spd_RF2.80.93.1427	17	246	178762	17	323	198000	17	125	197420
Spd_RF2.80.93.1435	17	29	205721	17	29	201081	17	13	199702
Spd_RF2.80.93.1443	18	68	185668	17	7150	185237	18	7	205808
Spd_RF2.80.106.1451	13	3021	180323	13	3021	172777	12	44	182495
Spd_RF2.80.106.1459	13	3840	169726	13	4376	179538	12	124	197371
Spd_RF2.80.106.1467	14	33	180405	14	33	168868	14	52	164888
Spd_RF2.80.106.1475	13	5976	152508	13	5316	170987	11	269	155956
Spd_RF2.80.106.1483	14	385	194183	14	152	202242	12	69	191386
Spd_RF2.80.120.1491	10	8929	172730	10	5958	176705	9	1743	167496
Spd_RF2.80.120.1499	10	637	149441	10	310	189360	10	106	171642
Spd_RF2.80.120.1507	9	3207	147277	9	3412	168750	8	272	144045
Spd_RF2.80.120.1515	13	9510	176511	12	93888	174560	11	435	175161
Spd_RF2.80.120.1523	12	33	162005	12	24	178395	12	18	179143

Table 1 continued from previous page

	MS			MS-Heurística			MS-Preprocessamento		
Spd_RF2.80.133.1531	8	63	168361	8	63	167275	7	11921	161385
Spd_RF2.80.133.1539	8	373	120153	7	10444	162742	7	1244	160343
Spd_RF2.80.133.1547	5	62	158439	5	2297	170197	5	51	167867
Spd_RF2.80.133.1555	5	189	146829	5	110	171236	5	149	142854
Spd_RF2.80.133.1563	10	50088	143120	10	39598	152572	8	197	140938
Spd_RF2.80.147.1571	4	66859	134664	4	2900	159642	4	2900	159775
Spd_RF2.80.147.1579	4	214	120291	4	66	162291	5	12458	134734
Spd_RF2.80.147.1587	6	93447	138854	6	5580	144271	6	36868	133639
Spd_RF2.80.147.1595	5	1192	163925	4	803	160803	4	121	140495
Spd_RF2.80.147.1603	6	59707	140676	6	16141	158058	5	52779	117781
Spd_RF2.100.114.1811	27	9857	121538	27	3536	130333	26	224	137552
Spd_RF2.100.114.1819	24	21	128719	24	21	130800	24	120	143459
Spd_RF2.100.114.1827	25	12	130199	25	12	131539	23	299	135725
Spd_RF2.100.114.1835	25	10	137634	25	13	135219	23	16	145199
Spd_RF2.100.114.1843	26	4	131404	26	4	136814	26	7	116680
Spd_RF2.100.129.1851	20	2984	127935	20	15523	126137	19	2542	129079
Spd_RF2.100.129.1859	19	34917	107356	19	3227	125739	18	11492	127606
Spd_RF2.100.129.1867	19	183	124974	19	183	126747	18	50	133756
Spd_RF2.100.129.1875	18	45260	127033	18	6237	117719	17	3566	128236
Spd_RF2.100.129.1883	17	327	106380	17	15508	123535	17	19	114450
Spd_RF2.100.144.1891	15	3899	120080	15	21116	121994	14	408	123055
Spd_RF2.100.144.1899	14	29876	119697	14	11465	96025	12	149	124194
Spd_RF2.100.144.1907	16	2254	104652	17	1185	121466	15	53	124875
Spd_RF2.100.144.1915	11	1343	121199	11	2007	121041	11	505	116440
Spd_RF2.100.144.1923	16	720	120628	15	90	127546	15	110	120768
Spd_RF2.100.159.1931	11	18494	118514	11	796	117547	10	4811	116521
Spd_RF2.100.159.1939	12	586	102531	12	20787	117159	11	13178	117278
Spd_RF2.100.159.1947	9	125	108781	8	87920	118416	8	274	114481
Spd_RF2.100.159.1955	10	39	116194	10	293	117370	8	460	101930
Spd_RF2.100.159.1963	13	4871	101207	13	356	113135	12	66	97307
Spd_RF2.100.174.1971	10	7978	115744	10	82513	113893	7	9375	112482
Spd_RF2.100.174.1979	10	36486	101725	10	46587	113674	10	6378	112168
Spd_RF2.100.174.1987	13	1835	114253	12	44923	113689	11	2043	89726
Spd_RF2.100.174.1995	8	38462	100594	8	272	115318	7	174	98924
Spd_RF2.100.174.2003	7	1225	90174	7	1125	114472	6	1944	102241
Spd_RF2.120.136.2211	31	400	97250	31	400	98130	30	43	98135
Spd_RF2.120.136.2219	31	29	96503	30	301	90295	29	132	98756
Spd_RF2.120.136.2227	31	157	96766	31	157	86309	30	40	102518
Spd_RF2.120.136.2235	30	10644	97510	30	6012	95050	29	31077	99435
Spd_RF2.120.136.2243	30	61	83178	30	61	97186	31	21	81945
Spd_RF2.120.152.2251	23	396	86940	22	27302	91628	21	52	95039
Spd_RF2.120.152.2259	25	18149	89231	25	23531	85128	23	82	81021
Spd_RF2.120.152.2267	24	557	90955	24	666	92462	23	89	94334
Spd_RF2.120.152.2275	23	311	93577	23	311	93221	22	38	96306
Spd_RF2.120.152.2283	26	1852	78608	26	627	92673	24	69	78511
Spd_RF2.120.169.2291	21	23	90338	21	23	79786	17	420	91806
Spd_RF2.120.169.2299	21	30	83958	20	434	84910	17	8078	89405
Spd_RF2.120.169.2307	17	117	89360	17	107	89455	16	263	88170
Spd_RF2.120.169.2315	20	11463	90215	20	24205	89594	19	87	89525
Spd_RF2.120.169.2323	21	179	78441	21	1674	84656	17	122	80435
Spd_RF2.120.185.2331	13	6799	88423	13	18082	81131	15	75	74185
Spd_RF2.120.185.2339	18	47346	88362	18	2036	88220	15	2933	87427
Spd_RF2.120.185.2347	15	17596	74466	15	5078	86796	13	1979	86357
Spd_RF2.120.185.2355	13	5068	75593	12	23850	85077	12	89	75342
Spd_RF2.120.185.2363	17	29835	74768	18	14495	86888	13	175	86750
Spd_RF2.120.202.2371	9	25506	76075	9	9314	84211	9	49630	69229
Spd_RF2.120.202.2379	17	9678	72288	16	56447	79376	15	160	71818
Spd_RF2.120.202.2387	13	2363	75830	12	12226	82634	9	181	73241
Spd_RF2.120.202.2395	11	34238	72394	11	23772	82820	9	15691	72326
Spd_RF2.120.202.2403	15	2347	73912	14	13497	84459	11	143	86845
Spd_RF2.140.157.2611	36	173	97147	36	173	115701	36	6	124598
Spd_RF2.140.157.2619	36	29	97466	35	3028	111205	35	51	104015
Spd_RF2.140.157.2627	37	85	114904	37	91	112975	36	207	117520
Spd_RF2.140.157.2635	36	54	99055	36	34	112423	35	78	97591
Spd_RF2.140.157.2643	35	130	114763	35	130	110818	35	16	116002
Spd_RF2.140.175.2651	28	326	95892	28	326	111747	26	49	112961
Spd_RF2.140.175.2659	30	34	111288	30	182	109946	27	64	115846
Spd_RF2.140.175.2667	29	473	92078	29	1418	109760	26	109	114789
Spd_RF2.140.175.2675	28	44741	109991	28	30633	108719	25	8189	95087
Spd_RF2.140.175.2683	29	380	111487	29	380	105672	28	70	120163
Spd_RF2.140.193.2691	20	915	95523	20	1605	99941	18	37150	90259
Spd_RF2.140.193.2699	24	9174	87932	24	9174	97107	21	56	91025
Spd_RF2.140.193.2707	23	2375	107124	22	14654	105897	21	40	93658
Spd_RF2.140.193.2715	25	17526	93811	25	17526	105716	23	82	104737
Spd_RF2.140.193.2723	21	3173	92959	21	3173	103732	20	319	88528
Spd_RF2.140.211.2731	21	4971	86759	21	2480	100559	15	459	82137
Spd_RF2.140.211.2739	23	91366	100300	23	91366	101841	21	614	88873
Spd_RF2.140.211.2747	20	905	100771	19	624	102104	17	106	102048
Spd_RF2.140.211.2755	19	2027	89469	19	1985	101525	15	106	103573
Spd_RF2.140.211.2763	18	202	88910	18	187	100742	18	51	86665
Spd_RF2.140.229.2771	12	38502	97998	12	23785	91465	11	772	98268
Spd_RF2.140.229.2779	14	6970	84816	13	2000	100107	14	14711	98334
Spd_RF2.140.229.2787	16	96557	97661	17	498	98126	14	89010	97105
Spd_RF2.140.229.2795	19	47697	90550	20	58	91673	12	1994	99780
Spd_RF2.140.229.2803	17	3185	99126	16	78216	98704	13	1111	81677
Spd_RF2.160.179.3011	41	7	74557	40	83	83062	40	52	75626
Spd_RF2.160.179.3019	40	2058	72933	39	24718	86303	39	88	74111
Spd_RF2.160.179.3027	43	5061	85132	43	14196	86539	42	3981	87200
Spd_RF2.160.179.3035	41	57	79624	41	57	86138	41	55	88148
Spd_RF2.160.179.3043	43	21	73507	43	21	85753	40	12	79532
Spd_RF2.160.198.3051	36	50712	70702	36	15768	77498	32	108	73340
Spd_RF2.160.198.3059	34	2957	82811	34	2694	83285	33	55	84103
Spd_RF2.160.198.3067	36	2223	83710	36	2223	83345	33	801	68598
Spd_RF2.160.198.3075	34	1904	71488	34	1904	83265	32	419	72431
Spd_RF2.160.198.3083	36	33625	82850	36	33625	79701	34	55	70836
Spd_RF2.160.218.3091	27	36941	70361	28	29	79799	25	144	59986
Spd_RF2.160.218.3099	32	41552	80754	32	14803	79832	28	79	78560
Spd_RF2.160.218.3107	24	1333	78473	24	5729	80067	22	84	65303

Table 1 continued from previous page

	MS			MS-Heurística			MS-Preprocessamento		
Spd_RF2.160.218.3115	28	78696	81163	28	47465	80322	25	640	81412
Spd_RF2.160.218.3123	29	7614	79282	29	1085	79976	25	1204	80402
Spd_RF2.160.237.3131	28	4589	69219	28	39531	77287	22	83	76646
Spd_RF2.160.237.3139	23	797	70837	22	60154	74961	19	169	78097
Spd_RF2.160.237.3147	23	11328	78111	23	2873	74678	21	2494	77139
Spd_RF2.160.237.3155	22	2345	78811	22	133	77814	21	13384	77525
Spd_RF2.160.237.3163	24	14716	77671	24	18970	75011	19	386	78275
Spd_RF2.160.257.3171	21	58808	76671	20	31481	76461	17	3109	75415
Spd_RF2.160.257.3179	20	16580	65672	19	9591	74465	15	30149	65124
Spd_RF2.160.257.3187	21	1038	65388	20	1740	75779	18	852	75390
Spd_RF2.160.257.3195	17	58703	65417	18	498	74912	16	4073	63428
Spd_RF2.160.257.3203	18	680	76448	17	3655	76358	14	1871	75819
Spd_RF2.180.200.3411	48	59	56139	48	63	66390	47	433	57994
Spd_RF2.180.200.3419	49	6001	67201	49	6001	65400	48	88	68393
Spd_RF2.180.200.3427	48	29	55541	48	41	58635	49	10	57471
Spd_RF2.180.200.3435	47	25	66261	47	25	65426	46	5396	57791
Spd_RF2.180.200.3443	48	16	56622	48	16	66544	46	19	59994
Spd_RF2.180.221.3451	38	1752	54971	38	1752	64248	36	146	54471
Spd_RF2.180.221.3459	42	5381	54051	42	5381	64814	39	5376	65592
Spd_RF2.180.221.3467	39	2062	63968	39	2062	60598	34	5194	66153
Spd_RF2.180.221.3475	41	4058	64230	41	4058	64904	38	37	65455
Spd_RF2.180.221.3483	43	25	54723	42	54839	64687	40	81	65032
Spd_RF2.180.242.3491	31	2808	61740	31	3045	57478	26	113	52651
Spd_RF2.180.242.3499	32	1822	52456	32	221	61962	29	123	62110
Spd_RF2.180.242.3507	32	426	53316	32	426	62252	27	7779	62784
Spd_RF2.180.242.3515	31	1437	63275	30	14513	62474	29	105	62357
Spd_RF2.180.242.3523	29	2563	59785	29	2701	61558	27	119	52300
Spd_RF2.180.263.3531	24	3363	60547	24	2963	60571	23	44321	59930
Spd_RF2.180.263.3539	27	7091	45793	27	8654	59926	22	975	46287
Spd_RF2.180.263.3547	26	152	60783	26	152	61139	22	106	60758
Spd_RF2.180.263.3555	28	3023	49547	28	6856	60043	24	13233	51396
Spd_RF2.180.263.3563	29	4198	56153	29	11390	60288	24	95	61292
Spd_RF2.180.284.3571	21	3457	52461	20	41487	59803	19	13133	52819
Spd_RF2.180.284.3579	24	4872	56623	24	10100	59869	21	4998	58600
Spd_RF2.180.284.3587	24	25837	60076	24	7297	60164	21	3170	51188
Spd_RF2.180.284.3595	28	17128	59981	29	1005	58824	23	5950	59145
Spd_RF2.180.284.3603	28	45687	59643	28	13632	59886	23	866	48343
Spd_RF2.200.222.3811	53	407	84934	53	407	77619	51	98	90076
Spd_RF2.200.222.3819	52	21503	69722	52	25272	81287	50	265	74276
Spd_RF2.200.222.3827	53	4113	70815	53	2668	77355	52	9	72725
Spd_RF2.200.222.3835	52	171	71765	52	38	83432	51	173	85980
Spd_RF2.200.222.3843	53	477	70086	52	36767	77967	52	115	73046
Spd_RF2.200.244.3851	45	10807	79525	45	8682	79533	42	91	77612
Spd_RF2.200.244.3859	49	25172	77882	48	41824	79887	43	57	80772
Spd_RF2.200.244.3867	41	78555	78956	41	37330	80113	39	1758	82474
Spd_RF2.200.244.3875	41	3050	79721	41	3050	79443	40	55	81634
Spd_RF2.200.244.3883	44	1942	81675	44	1942	81685	40	729	66319
Spd_RF2.200.267.3891	36	367	69414	35	55662	70546	34	65686	66372
Spd_RF2.200.267.3899	37	15283	77054	38	1755	71588	32	542	66432
Spd_RF2.200.267.3907	37	2069	77467	37	2069	66257	32	219	78839
Spd_RF2.200.267.3915	39	2017	78789	39	11472	75455	32	5258	77248
Spd_RF2.200.267.3923	39	655	73732	39	655	77859	32	53	77387
Spd_RF2.200.289.3931	30	884	63383	29	35131	74908	25	2091	73953
Spd_RF2.200.289.3939	33	47756	65020	33	20808	75295	29	159	63913
Spd_RF2.200.289.3947	35	29558	63865	34	28127	74887	28	18341	74294
Spd_RF2.200.289.3955	33	4155	64367	33	41872	74765	29	15753	75161
Spd_RF2.200.289.3963	31	45229	62068	31	11461	73628	29	8615	61242
Spd_RF2.200.312.3971	24	15498	73288	24	54028	72227	23	788	70688
Spd_RF2.200.312.3979	25	1469	63211	24	16857	72635	18	4133	72134
Spd_RF2.200.312.3987	30	9915	73687	30	9915	72671	22	46447	72783
Spd_RF2.200.312.3995	26	11097	64544	25	20369	73294	23	82	72384
Spd_RF2.200.312.4003	29	5474	73386	29	6716	73319	25	15097	72981
Spd_RF2.250.273.4011	70	2114	46564	70	5925	45790	67	278	47818
Spd_RF2.250.273.4019	65	7576	46083	65	20218	46231	66	26	39654
Spd_RF2.250.273.4027	68	663	46167	68	2075	46114	67	219	47940
Spd_RF2.250.273.4035	68	2136	45126	68	2136	43279	68	24	41093
Spd_RF2.250.273.4043	69	27932	39349	70	139	43440	67	43	40553
Spd_RF2.250.297.4051	59	1466	38443	59	339	43652	54	576	38464
Spd_RF2.250.297.4059	62	486	45523	61	5287	44980	58	1327	45483
Spd_RF2.250.297.4067	55	3408	38480	55	3408	41487	53	79	38523
Spd_RF2.250.297.4075	63	147	45410	62	5294	41905	58	95	46234
Spd_RF2.250.297.4083	59	3620	39672	59	610	44537	54	155	38725
Spd_RF2.250.321.4091	55	18478	37690	55	2367	43314	48	303	35998
Spd_RF2.250.321.4099	53	12233	44035	53	9613	44343	46	77	44750
Spd_RF2.250.321.4107	51	837	36721	50	42003	44273	45	38	37604
Spd_RF2.250.321.4115	53	34513	37269	53	1420	43908	46	160	44398
Spd_RF2.250.321.4123	54	1914	35889	52	1579	43735	46	232	39913
Spd_RF2.250.345.4131	40	351	37659	40	351	42817	34	14059	36266
Spd_RF2.250.345.4139	49	11195	42405	49	9251	40460	41	396	36358
Spd_RF2.250.345.4147	44	5929	38025	44	3608	42084	39	5268	36817
Spd_RF2.250.345.4155	45	2481	39717	45	1295	42865	39	15975	36058
Spd_RF2.250.345.4163	46	8076	42152	47	4845	39477	36	12011	43191
Spd_RF2.250.369.4171	39	794	40267	37	19829	38809	31	4131	35629
Spd_RF2.250.369.4179	34	1046	39892	34	4265	38675	32	13524	36158
Spd_RF2.250.369.4187	38	487	34594	38	487	42069	28	6209	36326
Spd_RF2.250.369.4195	37	30493	36336	38	13151	41766	33	682	36636
Spd_RF2.250.369.4203	39	1647	34722	37	42025	42274	29	183	32598
Spd_RF2.300.326.4211	84	118	37094	84	118	42413	81	450	36014
Spd_RF2.300.326.4219	82	19995	36231	81	32753	42278	81	1209	36470
Spd_RF2.300.326.4227	84	15519	42684	84	5043	42905	83	184	43962
Spd_RF2.300.326.4235	83	24351	39397	83	24351	40237	82	2445	36149
Spd_RF2.300.326.4243	83	212	42992	83	241	42269	83	7	37301
Spd_RF2.300.353.4251	73	191	41453	72	5173	41055	69	53	42155
Spd_RF2.300.353.4259	71	32468	35960	71	13667	41429	68	2017	39824
Spd_RF2.300.353.4267	76	3095	34881	76	910	41276	72	382	35053
Spd_RF2.300.353.4275	75	3061	41585	75	1535	40878	70	291	41379
Spd_RF2.300.353.4283	76	379	41572	75	11944	37607	71	96	41966
Spd_RF2.300.380.4291	69	6010	40196	70	2500	39781	61	3737	41123

Table 1 continued from previous page

	MS			MS-Heurística			MS-Preprocessamento		
Spd_RF2.300.380.4299	67	1009	34181	67	2965	40335	59	2560	34173
Spd_RF2.300.380.4307	64	28138	40549	64	22320	39960	56	355	40610
Spd_RF2.300.380.4315	62	114	37673	61	16808	40311	55	797	38389
Spd_RF2.300.380.4323	65	1623	34910	64	15602	39945	57	80	40536
Spd_RF2.300.407.4331	59	2243	39713	59	3434	38641	51	8295	39180
Spd_RF2.300.407.4339	58	11652	39230	57	7104	39363	51	161	39026
Spd_RF2.300.407.4347	62	4864	39857	61	28575	38402	49	196	39394
Spd_RF2.300.407.4355	55	34066	39849	55	15136	39372	49	35099	39144
Spd_RF2.300.407.4363	59	19703	38871	59	19703	39624	51	2126	39129
Spd_RF2.300.434.4371	48	2934	30593	48	17063	38576	41	20087	32515
Spd_RF2.300.434.4379	46	26321	32624	46	608	38192	37	542	35528
Spd_RF2.300.434.4387	50	33530	38197	50	3882	38163	43	2500	37956
Spd_RF2.300.434.4395	52	16615	32222	53	9169	38622	44	1200	38520
Spd_RF2.300.434.4403	55	5375	35385	55	5559	38537	44	1138	32743
Spd_RF2.350.378.4411	99	436	40091	98	21206	35636	97	4340	35817
Spd_RF2.350.378.4419	95	26667	34244	95	19830	40938	95	185	42268
Spd_RF2.350.378.4427	99	26336	41415	99	26336	40791	97	319	35167
Spd_RF2.350.378.4435	96	15865	41332	96	4698	40248	95	279	41831
Spd_RF2.350.378.4443	96	36753	40770	97	4036	40252	96	202	42545
Spd_RF2.350.406.4451	91	224	39697	90	25038	39874	84	152	35066
Spd_RF2.350.406.4459	86	21680	34158	86	21680	36812	83	108	34875
Spd_RF2.350.406.4467	89	4147	30883	88	17008	39056	84	136	34251
Spd_RF2.350.406.4475	84	17534	33766	84	17534	39709	83	221	34760
Spd_RF2.350.406.4483	90	934	32782	90	934	39413	85	21014	40249
Spd_RF2.350.435.4491	75	1578	37235	75	36	38506	67	129	38171
Spd_RF2.350.435.4499	74	1956	31008	74	20004	38241	71	113	32562
Spd_RF2.350.435.4507	71	7249	38959	71	7249	38551	68	3491	39046
Spd_RF2.350.435.4515	77	1355	33312	77	1355	37884	71	2442	33178
Spd_RF2.350.435.4523	74	20496	32102	74	7698	37795	71	1702	33191
Spd_RF2.350.463.4531	71	23358	37467	71	4258	37721	63	19323	37204
Spd_RF2.350.463.4539	70	18279	33134	70	276	37202	61	18963	37219
Spd_RF2.350.463.4547	70	5939	32344	70	528	37119	64	1982	30952
Spd_RF2.350.463.4555	68	30997	35481	68	30997	34804	58	7581	32023
Spd_RF2.350.463.4563	72	3929	31915	70	15351	37292	61	34676	37479
Spd_RF2.350.492.4571	59	18216	36435	60	2861	36582	49	17985	37009
Spd_RF2.350.492.4579	65	6762	31601	64	14316	36932	56	1687	36859
Spd_RF2.350.492.4587	58	10368	36776	58	9671	36826	49	2156	36824
Spd_RF2.350.492.4595	56	7057	37004	56	14274	36342	48	3962	35922
Spd_RF2.350.492.4603	62	4607	35292	63	5570	36594	57	35112	36518
Spd_RF2.400.429.4611	117	12680	40325	117	5524	39575	112	11795	36175
Spd_RF2.400.429.4619	116	5652	32782	116	5652	39361	113	495	36191
Spd_RF2.400.429.4627	117	6587	41213	117	3804	39384	113	49	41980
Spd_RF2.400.429.4635	113	24879	41076	114	25904	38231	112	157	41597
Spd_RF2.400.429.4643	116	7406	41232	116	8101	40000	115	134	42010
Spd_RF2.400.459.4651	103	9570	39139	102	31090	38657	98	49	39170
Spd_RF2.400.459.4659	100	12180	39811	99	10649	32981	95	26475	39246
Spd_RF2.400.459.4667	105	37162	39015	105	9226	39275	102	652	39777
Spd_RF2.400.459.4675	105	7048	34104	105	12141	38966	99	11362	38991
Spd_RF2.400.459.4683	102	11667	39454	101	36420	37317	97	3008	33811
Spd_RF2.400.489.4691	86	1890	38293	86	32812	37729	82	128	38145
Spd_RF2.400.489.4699	95	26974	32625	95	26974	38006	85	1776	37739
Spd_RF2.400.489.4707	93	514	31899	93	514	38075	84	21327	32546
Spd_RF2.400.489.4715	89	6930	32279	89	6930	33762	82	144	31818
Spd_RF2.400.489.4723	91	13776	38332	92	17605	37746	86	8353	37949
Spd_RF2.400.519.4731	83	11916	33353	83	11916	37471	76	32951	36871
Spd_RF2.400.519.4739	84	3080	37048	84	3080	37118	73	3113	37075
Spd_RF2.400.519.4747	82	7206	30586	82	8177	36549	75	4883	31298
Spd_RF2.400.519.4755	85	11024	29935	84	3288	36794	75	9458	36943
Spd_RF2.400.519.4763	83	3462	31666	83	3588	36652	72	157	33179
Spd_RF2.400.549.4771	76	1693	30551	76	5692	33714	64	4931	30655
Spd_RF2.400.549.4779	73	14936	35504	74	795	36218	61	115	35422
Spd_RF2.400.549.4787	70	8168	35022	70	4373	35986	59	13115	36001
Spd_RF2.400.549.4795	69	16723	36100	69	15149	35807	62	4759	36300
Spd_RF2.400.549.4803	78	11963	31249	78	4987	34475	64	2855	30786
Spd_RF2.450.482.4811	128	9500	40451	128	17602	40480	127	7403	41518
Spd_RF2.450.482.4819	129	914	34829	129	3592	39716	128	6	41019
Spd_RF2.450.482.4827	131	27498	39131	131	12342	39511	130	919	34701
Spd_RF2.450.482.4835	131	10431	37716	130	17011	39777	130	7	34391
Spd_RF2.450.482.4843	129	4717	38286	129	1046	37752	128	163	36164
Spd_RF2.450.515.4851	117	41	38793	117	41	38597	110	168	33309
Spd_RF2.450.515.4859	117	2109	38365	116	2855	38542	114	158	39319
Spd_RF2.450.515.4867	118	6093	33524	118	6093	38839	111	1359	33710
Spd_RF2.450.515.4875	118	191	32664	117	13981	37048	112	124	32459
Spd_RF2.450.515.4883	115	768	32970	114	15295	37959	110	400	31853
Spd_RF2.450.548.4891	104	1110	37179	104	1110	37152	94	1016	31566
Spd_RF2.450.548.4899	103	21962	37979	102	21198	36401	95	25	37035
Spd_RF2.450.548.4907	101	849	31824	101	849	31017	94	605	32811
Spd_RF2.450.548.4915	104	15131	32165	104	4080	37008	95	3802	37743
Spd_RF2.450.548.4923	106	2675	33194	107	3821	37535	98	32106	37407
Spd_RF2.450.581.4931	94	11984	36564	94	12305	30222	81	11618	35426
Spd_RF2.450.581.4939	92	2550	35806	92	2727	35573	83	973	30228
Spd_RF2.450.581.4947	96	27736	36656	97	5284	36086	86	362	36886
Spd_RF2.450.581.4955	97	6111	30675	96	20311	36125	85	4730	31706
Spd_RF2.450.581.4963	96	11956	30295	95	18109	36051	84	2279	36223
Spd_RF2.450.614.4971	89	8485	33085	89	17331	35219	73	193	35304
Spd_RF2.450.614.4979	90	497	30358	90	497	35231	73	187	30011
Spd_RF2.450.614.4987	85	1115	35815	83	10186	34770	75	21527	35385
Spd_RF2.450.614.4995	85	10440	35215	85	10440	35246	73	7652	35450
Spd_RF2.450.614.5003	90	806	35451	88	24084	34269	78	24201	34975
Spd_RF2.500.534.5011	143	7574	20982	143	2066	24781	143	480	25163
Spd_RF2.500.534.5019	146	1074	23839	146	813	24554	145	92	21653
Spd_RF2.500.534.5027	146	1456	18411	145	2001	24144	142	1609	20971
Spd_RF2.500.534.5035	147	13462	21105	147	13462	22908	146	870	16758
Spd_RF2.500.534.5043	144	5815	20752	144	5815	24683	142	479	25258
Spd_RF2.500.568.5051	128	545	21292	128	545	23428	123	265	24293
Spd_RF2.500.568.5059	131	2133	21485	131	2133	23480	124	2385	23718
Spd_RF2.500.568.5067	132	1177	23986	132	518	23797	129	1750	24312
Spd_RF2.500.568.5075	130	2195	23624	129	13088	24045	125	13631	20493

Table 1 continued from previous page

	MS			MS-Heurística			MS-Preprocessamento		
Spd_RF2.500.568.5083	131	332	24160	131	332	24000	124	11688	24458
Spd_RF2.500.603.5091	123	16666	19346	125	1624	23648	115	1834	23648
Spd_RF2.500.603.5099	115	3105	19698	116	31	23466	108	7963	23561
Spd_RF2.500.603.5107	119	11765	18882	119	11765	23383	112	1078	20210
Spd_RF2.500.603.5115	123	5510	23443	123	5510	23552	111	13471	23842
Spd_RF2.500.603.5123	117	13122	20039	117	13122	23400	107	420	23610
Spd_RF2.500.637.5131	110	4961	21759	111	15294	21101	99	5332	23093
Spd_RF2.500.637.5139	108	8792	23222	108	8792	20683	98	1744	23126
Spd_RF2.500.637.5147	107	19972	22240	107	864	22886	95	1999	23305
Spd_RF2.500.637.5155	106	178	19309	106	178	23099	94	1851	19198
Spd_RF2.500.637.5163	101	839	23088	101	1857	22817	92	2888	22811
Spd_RF2.500.672.5171	104	3936	22847	105	2937	22669	90	5125	22385
Spd_RF2.500.672.5179	97	4708	16784	99	4967	22596	87	7811	19254
Spd_RF2.500.672.5187	95	6220	22473	94	7766	22505	80	4113	22471
Spd_RF2.500.672.5195	102	2469	22776	99	13859	22467	88	825	22260
Spd_RF2.500.672.5203	97	2995	22727	95	20042	20670	86	3413	22594

Tabela 2: Comparação de Limites Inferiores todos os algoritmos (5 segundos de execução)

Instância	MS				MS-Heurística				MS-Preprocessamento			
	LB	M. iter	T. Iter	Gap	LB	M. iter	T. Iter	Gap	LB	M. iter	T. Iter	Gap
Spd_RF2.20.27.211	1	52	1015838	0,50	1	48	1096191	0,50	1	0	12	0,0
Spd_RF2.20.27.219	1	27	1109831	0,67	1	35	1068746	0,50	2	54	979288	0,00
Spd_RF2.20.27.227	1	105	913212	0,50	1	46	1110691	0,50	2	100	1135327	0,00
Spd_RF2.20.27.235	1	86	944343	0,67	1	52	1106268	0,67	3	0	5	0,00
Spd_RF2.20.27.243	2	38	972581	0,50	2	78	1131533	0,33	4	0	1	0,00
Spd_RF2.20.34.251	1	4832	813584	0,00	1	26256	1003262	0,00	1	26256	827347	0,00
Spd_RF2.20.34.259	1	9272	938192	0,00	1	3398	959143	0,00	1	3398	928151	0,00
Spd_RF2.20.34.267	1	117	874930	0,00	1	134	1004931	0,00	1	134	940455	0,00
Spd_RF2.20.34.275	1	59	1066569	0,50	1	380884	900858	0,50	1	380884	767602	0,03
Spd_RF2.20.34.283	1	89683	1011626	0,50	1	107277	874359	0,50	1	0	840180	0,00
Spd_RF2.20.42.291	1	332844	834247	0,00	1	281395	822569	0,00	1	281395	805537	0,00
Spd_RF2.20.42.299	0	0	124	0,00	0	0	1006606	1,00	0	0	1020992	0,06
Spd_RF2.20.42.307	0	0	1025287	1,00	0	0	1028905	1,00	0	0	850612	0,02
Spd_RF2.20.42.315	0	0	802697	1,00	0	0	791016	1,00	0	0	768504	0,02
Spd_RF2.20.42.323	0	0	793161	1,00	0	0	104	0,00	0	0	104	0,00
Spd_RF2.20.49.331	0	0	621854	1,00	0	0	736661	1,00	0	0	748535	0,02
Spd_RF2.20.49.339	0	0	763877	1,00	0	0	744193	1,00	0	0	730489	0,03
Spd_RF2.20.49.347	0	0	763784	1,00	0	0	741992	1,00	0	0	743458	0,00
Spd_RF2.20.49.355	0	0	665700	1,00	0	0	738945	1,00	0	0	623888	0,00
Spd_RF2.20.49.363	0	0	758292	1,00	0	0	750262	1,00	0	0	746293	0,06
Spd_RF2.20.57.371	0	0	722587	1,00	0	0	698873	1,00	0	0	705119	0,06
Spd_RF2.20.57.379	0	0	719273	1,00	0	0	710109	1,00	0	0	704861	0,00
Spd_RF2.20.57.387	0	0	630747	1,00	0	0	707279	1,00	0	0	704057	0,06
Spd_RF2.20.57.395	0	0	627977	1,00	0	0	705680	1,00	0	0	590700	0,00
Spd_RF2.20.57.403	0	0	724183	1,00	0	0	706124	1,00	0	0	702906	0,03
Spd_RF2.40.50.611	4	193068	315549	0,50	4	194305	348304	0,43	8	270195	294914	0,00
Spd_RF2.40.50.619	3	74	394460	0,57	3	54	394833	0,57	7	178	320909	0,00
Spd_RF2.40.50.627	3	149	340596	0,57	3	103	405992	0,57	7	36565	381844	0,00
Spd_RF2.40.50.635	3	64	391636	0,67	3	46	409201	0,63	7	81792	258504	0,00
Spd_RF2.40.50.643	3	102	334804	0,57	3	73	397831	0,57	5	100	332993	0,13
Spd_RF2.40.60.651	2	56772	289708	0,50	2	148436	337396	0,33	2	197207	278817	0,00
Spd_RF2.40.60.659	2	221	324392	0,50	2	146	384587	0,50	2	164692	331400	0,06
Spd_RF2.40.60.667	2	39678	301255	0,50	2	279194	331212	0,50	4	1078	1246	0,00
Spd_RF2.40.60.675	2	126	370357	0,33	2	773	360900	0,33	2	119	345630	0,01
Spd_RF2.40.60.683	2	175	270179	0,67	2	100	353462	0,60	4	150	325001	0,00
Spd_RF2.40.71.691	1	149240	254250	0,50	1	286257	289327	0,00	1	1036	248137	0,01
Spd_RF2.40.71.699	1	251834	299130	0,67	1	62106	297746	0,67	2	178845	292447	0,04
Spd_RF2.40.71.707	1	63	253669	0,67	1	221121	293328	0,67	2	249	349633	0,00
Spd_RF2.40.71.715	1	75	327083	0,67	1	53	342057	0,67	2	158165	250607	0,01
Spd_RF2.40.71.723	1	73	352044	0,00	1	93	348669	0,00	1	93	313148	0,00
Spd_RF2.40.81.731	0	0	302698	1,00	0	0	334460	1,00	0	0	338363	0,00
Spd_RF2.40.81.739	1	94203	247356	0,67	1	143576	266345	0,50	1	143576	235265	0,02
Spd_RF2.40.81.747	1	143090	261101	0,67	1	262229	277788	0,50	1	262229	271184	0,00
Spd_RF2.40.81.755	1	215913	292693	0,50	1	44367	293739	0,00	1	44367	282980	0,00
Spd_RF2.40.81.763	1	200965	292095	0,00	1	119021	287222	0,00	1	119021	285276	0,00
Spd_RF2.40.92.771	1	60242	230865	0,67	1	86866	264799	0,50	1	86866	262326	0,00
Spd_RF2.40.92.779	0	0	326759	1,00	0	0	318668	1,00	0	0	317843	0,00
Spd_RF2.40.92.787	1	30719	270847	0,67	1	218605	268142	0,50	1	218605	226958	0,00
Spd_RF2.40.92.795	0	0	240988	1,00	0	0	268037	1,00	0	0	221588	0,00
Spd_RF2.40.92.803	1	70560	270196	0,50	1	99877	268547	0,50	1	99877	265386	0,00
Spd_RF2.60.71.1011	5	1	156147	0,58	5	1	176103	0,58	10	137665	166437	0,01
Spd_RF2.60.71.1019	6	166238	188080	0,60	6	187537	187548	0,57	13	881	204552	0,13
Spd_RF2.60.71.1027	6	32	179122	0,57	6	32	184790	0,57	11	75	184012	0,22
Spd_RF2.60.71.1035	5	29	167574	0,62	5	73	192579	0,62	10	79	178030	3,00
Spd_RF2.60.71.1043	6	615	158697	0,60	6	1	193653	0,60	15	223	172921	0,00
Spd_RF2.60.83.1051	4	145193	181613	0,56	4	67550	180835	0,50	6	95774	179377	0,01
Spd_RF2.60.83.1059	3	108685	157090	0,63	3	50154	183240	0,63	6	124	197715	0,02
Spd_RF2.60.83.1067	4	55370	148860	0,60	4	149926	179716	0,56	7	43019	170834	0,04
Spd_RF2.60.83.1075	5	131434	156281	0,55	5	172998	182134	0,55	9	1135	182981	0,01
Spd_RF2.60.83.1083	4	40355	185266	0,60	4	55813	179687	0,60	7	1097	188206	0,03
Spd_RF2.60.95.1091	3	25682	176609	0,63	3	128136	174329	0,63	4	1884	181295	0,03
Spd_RF2.60.95.1099	3	99891	151619	0,57	3	26366	175760	0,57	4	200	155275	0,00
Spd_RF2.60.95.1107	2	92544	177962	0,50	2	45444	179883	0,50	2	45444	131500	0,03
Spd_RF2.60.95.1115	3	30188	180648	0,63	3	102569	180007	0,57	6	64471	153800	0,06
Spd_RF2.60.95.1123	2	860	194783	0,71	2	860	208242	0,71	3	77510	176284	0,00
Spd_RF2.60.107.1131	2	128904	144998	0,50	2	103904	171281	0,50	2	103904	163707	0,00
Spd_RF2.60.107.1139	2	55872	155884	0,67	2	70683	165309	0,67	3	112288	165143	0,00
Spd_RF2.60.107.1147	2	55923	146617	0,50	2	156749	168547	0,33	2	156749	168841	0,01
Spd_RF2.60.107.1155	2	97404	142231	0,67	2	26084	173971	0,67	3	70614	139313	0,00
Spd_RF2.60.107.1163	2	126248	171832	0,60	2	74233	172032	0,50	2	88896	170730	0,00
Spd_RF2.60.119.1171	1	112992	166012	0,83	1	148226	164466	0,80	1	135356	139746	0,00
Spd_RF2.60.119.1179	1	127665	165878	0,75	1	37033	163081	0,75	1	37033	162248	0,05
Spd_RF2.60.119.1187	1	45813	132536	0,50	1	63867	163152	0,50	1	0	156913	0,00
Spd_RF2.60.119.1195	1	44	166907	0,80	1	77263	164496	0,75	1	77263	140658	0,00
Spd_RF2.60.119.1203	1	52076	142377	0,67	1	11722	164543	0,67	1	11722	163889	0,00

Tabela 2 continuação

	MS				MS-Heurística				MS-Preprocessamento			
Spd_RF2.80.93.1411	8	126631	164733	0,56	8	93503	173966	0,56	15	88221	166949	0,18
Spd_RF2.80.93.1419	8	466	201309	0,56	8	904	193381	0,56	14	34366	171516	0,25
Spd_RF2.80.93.1427	8	1741	178762	0,53	8	1985	198000	0,53	17	126	197420	0,00
Spd_RF2.80.93.1435	8	192	205721	0,53	8	309	201081	0,53	14	67788	199702	0,23
Spd_RF2.80.93.1443	8	91873	185668	0,56	8	127240	185237	0,53	14	20	205808	0,57
Spd_RF2.80.106.1451	5	68473	180323	0,62	5	68473	172777	0,62	8	76361	182495	0,09
Spd_RF2.80.106.1459	5	57803	169726	0,62	5	130122	179538	0,62	11	299	197371	0,01
Spd_RF2.80.106.1467	6	59349	180405	0,57	6	59349	168868	0,57	10	130	164888	0,08
Spd_RF2.80.106.1475	5	85202	152508	0,62	5	167518	170987	0,62	11	72466	155956	0,00
Spd_RF2.80.106.1483	5	9318	194183	0,64	5	6307	202242	0,64	10	185	191386	0,03
Spd_RF2.80.120.1491	4	130581	172730	0,60	4	140221	176705	0,60	6	155487	167496	0,00
Spd_RF2.80.120.1499	4	119974	149441	0,60	4	1635	189360	0,60	6	19861	171642	0,04
Spd_RF2.80.120.1507	4	97720	147277	0,56	4	109993	168750	0,56	6	89340	144045	0,01
Spd_RF2.80.120.1515	4	104812	176511	0,69	4	115297	174560	0,67	7	72686	175161	0,01
Spd_RF2.80.120.1523	4	54222	162005	0,67	4	143564	178395	0,67	8	246	179143	0,22
Spd_RF2.80.133.1531	3	161280	168361	0,63	3	139998	167275	0,63	3	91356	161385	0,00
Spd_RF2.80.133.1539	3	100371	120153	0,63	3	19486	162742	0,57	4	9887	160343	0,00
Spd_RF2.80.133.1547	2	113588	158439	0,60	2	70630	170197	0,60	3	145818	167867	0,04
Spd_RF2.80.133.1555	2	235	146829	0,60	2	342	171236	0,60	4	86034	142854	0,01
Spd_RF2.80.133.1563	3	56267	143120	0,70	3	85897	152572	0,70	6	56426	140938	0,01
Spd_RF2.80.147.1571	2	130691	134664	0,50	2	76468	159642	0,50	2	76468	159775	0,00
Spd_RF2.80.147.1579	2	112977	120291	0,50	2	6089	162291	0,50	4	83832	134734	0,00
Spd_RF2.80.147.1587	2	110993	138854	0,67	2	42	144271	0,67	2	66985	133639	0,00
Spd_RF2.80.147.1595	2	148847	163925	0,60	2	159781	160803	0,50	3	2426	140495	0,01
Spd_RF2.80.147.1603	2	113893	140676	0,67	2	152130	158058	0,67	2	92137	117781	0,00
Spd_RF2.100.114.1811	12	82395	121538	0,56	12	34683	130333	0,56	24	8182	137552	0,01
Spd_RF2.100.114.1819	12	118080	128719	0,50	12	118080	130800	0,50	22	148	143459	0,02
Spd_RF2.100.114.1827	12	107378	130199	0,52	12	27060	131539	0,52	22	82700	135725	0,00
Spd_RF2.100.114.1835	11	156	137634	0,56	11	126	135219	0,56	22	192	145199	0,06
Spd_RF2.100.114.1843	11	20	131404	0,58	11	20	136814	0,58	20	116	116680	0,86
Spd_RF2.100.129.1851	8	34445	127935	0,60	8	85709	126137	0,60	15	24929	129079	0,00
Spd_RF2.100.129.1859	8	23409	107356	0,58	8	89763	125739	0,58	13	56815	127606	0,00
Spd_RF2.100.129.1867	8	92210	124974	0,58	8	63352	126747	0,58	14	104	133756	0,08
Spd_RF2.100.129.1875	7	116293	127033	0,61	7	55151	117719	0,61	14	58365	128236	0,00
Spd_RF2.100.129.1883	8	94024	106380	0,53	8	28559	123535	0,53	14	321	114450	0,16
Spd_RF2.100.144.1891	5	42023	120080	0,67	5	78236	121994	0,67	10	110861	123055	0,01
Spd_RF2.100.144.1899	5	80211	119697	0,64	5	62084	96025	0,64	9	75831	124194	0,02
Spd_RF2.100.144.1907	6	33607	104652	0,63	6	107414	121466	0,65	12	40455	124875	0,06
Spd_RF2.100.144.1915	5	83842	121199	0,55	5	115637	121041	0,55	6	106974	116440	0,01
Spd_RF2.100.144.1923	5	6582	120628	0,69	5	14481	127546	0,67	11	114364	120768	0,04
Spd_RF2.100.159.1931	4	80942	118514	0,64	4	63801	117547	0,64	6	61404	116521	0,00
Spd_RF2.100.159.1939	4	29559	102531	0,67	4	104789	117159	0,67	6	46014	117278	0,00
Spd_RF2.100.159.1947	3	24671	108781	0,67	3	102263	118416	0,63	5	87876	114481	0,01
Spd_RF2.100.159.1955	4	49478	116194	0,60	4	15501	117370	0,60	6	93701	101930	0,00
Spd_RF2.100.159.1963	4	23674	101207	0,69	4	8602	113135	0,69	8	40849	97307	0,06
Spd_RF2.100.174.1971	3	16336	115744	0,70	3	5245	113893	0,70	6	102052	112482	0,00
Spd_RF2.100.174.1979	3	77499	101725	0,70	3	65164	113674	0,70	4	23788	112168	0,00
Spd_RF2.100.174.1987	3	24541	114253	0,77	3	74886	113689	0,75	7	43646	89726	0,00
Spd_RF2.100.174.1995	3	94569	100594	0,63	3	27897	115318	0,63	5	86287	98924	0,01
Spd_RF2.100.174.2003	2	84000	90174	0,71	2	31419	114472	0,71	3	4078	102241	0,00
Spd_RF2.120.136.2211	14	512	97250	0,55	14	512	98130	0,55	29	49	98135	0,02
Spd_RF2.120.136.2219	14	50943	96503	0,55	14	75590	90295	0,53	27	10190	98756	0,02
Spd_RF2.120.136.2227	14	5518	96766	0,55	14	73994	86309	0,55	26	68	102518	0,10
Spd_RF2.120.136.2235	14	48875	97510	0,53	14	83271	95050	0,53	28	67914	99435	0,00
Spd_RF2.120.136.2243	14	1	83178	0,53	14	1	97186	0,53	27	37001	81945	0,19
Spd_RF2.120.152.2251	9	69495	86940	0,61	9	44419	91628	0,59	19	265	95039	0,04
Spd_RF2.120.152.2259	10	76399	89231	0,60	10	36154	85128	0,60	19	1667	81021	0,05
Spd_RF2.120.152.2267	10	16628	90955	0,58	10	17962	92462	0,58	20	16384	94334	0,03
Spd_RF2.120.152.2275	10	60593	93577	0,57	10	65258	93221	0,57	18	64	96306	0,11
Spd_RF2.120.152.2283	10	53939	78608	0,62	10	84105	92673	0,62	22	16123	78511	0,03
Spd_RF2.120.169.2291	7	7085	90338	0,67	7	74594	79786	0,67	14	18469	91806	0,01
Spd_RF2.120.169.2299	7	44488	83958	0,67	7	20260	84910	0,65	14	25018	89405	0,00
Spd_RF2.120.169.2307	7	18414	89360	0,59	7	9092	89455	0,59	10	57467	88170	0,02
Spd_RF2.120.169.2315	7	62667	90215	0,65	7	50083	89594	0,65	13	85702	89525	0,07
Spd_RF2.120.169.2323	8	68401	78441	0,62	8	50633	84656	0,62	15	400	80435	0,02
Spd_RF2.120.185.2331	5	16988	88423	0,62	5	68844	81131	0,62	7	10732	74185	0,11
Spd_RF2.120.185.2339	6	50269	88362	0,67	6	12896	88220	0,67	10	61048	87427	0,00
Spd_RF2.120.185.2347	5	45826	74466	0,67	5	32711	86796	0,67	9	67111	86357	0,00
Spd_RF2.120.185.2355	5	29331	75593	0,62	5	56421	85077	0,58	7	30891	75342	0,06
Spd_RF2.120.185.2363	5	74420	74768	0,71	5	85901	86888	0,72	11	23678	86750	0,01
Spd_RF2.120.202.2371	3	27816	76075	0,67	3	53026	84211	0,67	5	61647	69229	0,00
Spd_RF2.120.202.2379	5	14725	72288	0,71	5	39590	79376	0,69	8	61206	71818	0,04
Spd_RF2.120.202.2387	4	6714	75830	0,69	4	34409	82634	0,67	7	53098	73241	0,01
Spd_RF2.120.202.2395	4	14358	72394	0,64	4	43732	82820	0,64	5	63130	72326	0,00
Spd_RF2.120.202.2403	4	71911	73912	0,73	4	23250	84459	0,71	7	3416	86845	0,03
Spd_RF2.140.157.2611	16	24345	97147	0,56	16	24345	115701	0,56	31	318	124598	0,83
Spd_RF2.140.157.2619	16	1	97466	0,56	16	94151	111205	0,54	33	69956	104015	0,04
Spd_RF2.140.157.2627	16	1	114904	0,57	16	1	112975	0,57	31	104998	117520	0,02
Spd_RF2.140.157.2635	16	12621	99055	0,56	16	39048	112423	0,56	31	174	97591	0,05
Spd_RF2.140.157.2643	16	1	114763	0,54	16	1	110818	0,54	30	288	116002	0,31
Spd_RF2.140.175.2651	11	94757	95892	0,61	11	94757	111747	0,61	20	6429	112961	0,12
Spd_RF2.140.175.2659	12	26846	111288	0,60	12	22739	109946	0,60	24	156	115846	0,05
Spd_RF2.140.175.2667	11	53160	92078	0,62	11	102266	109760	0,62	22	30642	114789	0,04
Spd_RF2.140.175.2675	11	53941	109991	0,61	11	92618	108719	0,61	23	39353	95087	0,00
Spd_RF2.140.175.2683	12	97355	111487	0,59	12	97355	105672	0,59	24	339	120163	0,06
Spd_RF2.140.193.2691	8	74839	95523	0,60	8	33698	99941	0,60	16	77221	90259	0,00
Spd_RF2.140.193.2699	8	72404	87932	0,67	8	72404	97107	0,67	13	270	91025	0,14
Spd_RF2.140.193.2707	9	19652	107124	0,61	9	95624	105897	0,59	17	399	93658	0,10
Spd_RF2.140.193.2715	9	82790	93811	0,64	9	82790	105716	0,64	15	16588	104737	0,10
Spd_RF2.140.193.2723	8	92506	92959	0,62	8	92506	103732	0,62	13	62395	88528	0,02
Spd_RF2.140.211.2731	7	69835	86759	0,67	7	85364	100559	0,67	12	49339	82137	0,01
Spd_RF2.140												

Tabela 2 continuação

		MS				MS-Heurística				MS-Preprocessamento		
Spd_RF2.140.229.2795	4	74269	90550	0,79	4	76503	91673	0,80	10	62612	99780	0,00
Spd_RF2.140.229.2803	5	71763	99126	0,71	5	81644	98704	0,69	8	18110	81677	0,00
Spd_RF2.160.179.3011	19	52030	74557	0,54	19	79673	83062	0,53	37	8380	75626	0,06
Spd_RF2.160.179.3019	19	1	72933	0,53	19	1	86303	0,51	37	62849	74111	0,02
Spd_RF2.160.179.3027	19	56842	85132	0,56	19	9087	86539	0,56	37	57805	87200	0,00
Spd_RF2.160.179.3035	19	1	79624	0,54	19	1	86138	0,54	37	488	88148	0,07
Spd_RF2.160.179.3043	19	66743	73507	0,56	19	81456	85753	0,56	38	221	79532	0,17
Spd_RF2.160.198.3051	15	2487	70702	0,58	15	32049	77498	0,58	30	171	73340	0,02
Spd_RF2.160.198.3059	13	34742	82811	0,62	13	59455	83285	0,62	25	24621	84103	0,15
Spd_RF2.160.198.3067	14	58119	83710	0,61	14	58119	83345	0,61	29	39693	68598	0,00
Spd_RF2.160.198.3075	14	30246	71488	0,59	14	30246	83265	0,59	26	50791	72431	0,01
Spd_RF2.160.198.3083	14	69477	82850	0,61	14	69477	79701	0,61	28	1600	70836	0,11
Spd_RF2.160.218.3091	9	70207	70361	0,67	9	67851	79799	0,68	19	48098	59986	0,04
Spd_RF2.160.218.3099	11	46140	80754	0,66	11	25906	79832	0,66	22	15027	78560	0,08
Spd_RF2.160.218.3107	9	67310	78473	0,63	9	25499	80067	0,63	17	3741	65303	0,06
Spd_RF2.160.218.3115	10	21740	81163	0,64	10	77033	80322	0,64	21	4282	81412	0,01
Spd_RF2.160.218.3123	10	45256	79282	0,66	10	1543	79976	0,66	20	2643	80402	0,00
Spd_RF2.160.237.3131	8	51699	69219	0,71	8	33519	77287	0,71	17	21516	76646	0,06
Spd_RF2.160.237.3139	8	48342	70837	0,65	8	70687	74961	0,64	13	50307	78097	0,04
Spd_RF2.160.237.3147	7	65713	78111	0,70	7	53341	74678	0,70	11	63532	77139	0,00
Spd_RF2.160.237.3155	8	23407	78811	0,64	8	58471	77814	0,64	13	76519	77525	0,00
Spd_RF2.160.237.3163	8	54948	77671	0,67	8	69153	75011	0,67	16	63102	78275	0,01
Spd_RF2.160.257.3171	6	71315	76671	0,71	6	61338	76461	0,70	12	21111	75415	0,00
Spd_RF2.160.257.3179	6	49671	65672	0,70	6	13378	74465	0,68	11	41048	65124	0,00
Spd_RF2.160.257.3187	6	17605	65388	0,71	6	49723	75779	0,70	7	18574	75390	0,01
Spd_RF2.160.257.3195	6	60684	65417	0,65	6	30978	74912	0,67	9	26792	63428	0,00
Spd_RF2.160.257.3203	6	62499	76448	0,67	6	18086	76358	0,65	10	30971	75819	0,00
Spd_RF2.180.200.3411	22	1	56139	0,54	22	46714	66390	0,54	45	44025	57994	0,00
Spd_RF2.180.200.3419	22	26077	67201	0,55	22	26077	65400	0,55	44	37239	68393	0,05
Spd_RF2.180.200.3427	23	27857	55541	0,52	23	35817	58635	0,52	43	350	57471	0,60
Spd_RF2.180.200.3435	22	1	66261	0,53	22	1	65426	0,53	44	51374	57791	0,00
Spd_RF2.180.200.3443	21	41338	56622	0,56	21	1	66544	0,56	40	103	59994	0,32
Spd_RF2.180.221.3451	15	3007	54971	0,61	15	3007	64248	0,61	29	828	54471	0,05
Spd_RF2.180.221.3459	16	13743	54051	0,62	16	13743	64814	0,62	29	20625	65592	0,00
Spd_RF2.180.221.3467	16	7044	63968	0,59	16	7044	60598	0,59	31	33139	66153	0,00
Spd_RF2.180.221.3475	16	11463	64230	0,61	16	11463	64904	0,61	29	43578	65455	0,24
Spd_RF2.180.221.3483	16	19105	54723	0,63	16	19105	64687	0,62	35	54924	65032	0,06
Spd_RF2.180.242.3491	12	58708	61740	0,61	12	22964	57478	0,61	21	52494	52651	0,04
Spd_RF2.180.242.3499	12	14694	52456	0,63	12	15815	61962	0,63	22	55536	62110	0,06
Spd_RF2.180.242.3507	11	48047	53316	0,66	11	13889	62252	0,66	21	8135	62784	0,00
Spd_RF2.180.242.3515	12	59687	63275	0,61	12	21657	62474	0,60	22	19149	62357	0,07
Spd_RF2.180.242.3523	11	31390	59785	0,62	11	2581	61558	0,62	20	9412	52300	0,06
Spd_RF2.180.263.3531	9	28451	60547	0,63	9	53537	60571	0,63	13	56108	59930	0,00
Spd_RF2.180.263.3539	10	23586	45793	0,63	10	55970	59926	0,63	18	41685	46287	0,00
Spd_RF2.180.263.3547	9	47405	60783	0,65	9	47405	61139	0,65	17	55871	60758	0,05
Spd_RF2.180.263.3555	10	13117	49547	0,64	10	51987	60043	0,64	17	19712	51396	0,00
Spd_RF2.180.263.3563	10	23116	56153	0,66	10	42774	60288	0,66	18	1106	61292	0,06
Spd_RF2.180.284.3571	7	13497	52461	0,67	7	3230	59803	0,65	11	33950	52819	0,00
Spd_RF2.180.284.3579	7	29951	56623	0,71	7	48172	59869	0,71	12	14679	58600	0,00
Spd_RF2.180.284.3587	7	53311	60076	0,71	7	54257	60164	0,71	8	49371	51188	0,00
Spd_RF2.180.284.3595	9	44241	59981	0,68	8	41648	58824	0,72	16	15894	59145	0,00
Spd_RF2.180.284.3603	8	51556	59643	0,71	8	56235	59886	0,71	18	32329	48343	0,01
Spd_RF2.200.222.3811	25	1	84934	0,53	25	1	77619	0,53	49	1269	90076	0,02
Spd_RF2.200.222.3819	25	1565	69722	0,52	25	21079	81287	0,52	48	322	74276	0,01
Spd_RF2.200.222.3827	24	48408	70815	0,55	24	25873	77355	0,55	47	45168	72725	0,56
Spd_RF2.200.222.3835	24	1	71765	0,54	24	1	83432	0,54	47	70368	85980	0,02
Spd_RF2.200.222.3843	25	1	70086	0,53	25	1	77967	0,52	48	5241	73046	0,03
Spd_RF2.200.244.3851	18	42639	79525	0,60	18	15590	79533	0,60	37	63538	77612	0,05
Spd_RF2.200.244.3859	19	64862	77882	0,61	19	774	79887	0,60	39	43302	80772	0,07
Spd_RF2.200.244.3867	18	32379	78956	0,56	18	34023	80113	0,56	35	53478	82474	0,00
Spd_RF2.200.244.3875	18	18948	79721	0,56	18	18948	79443	0,56	33	482	81634	0,13
Spd_RF2.200.244.3883	18	71195	81675	0,59	18	71195	81685	0,59	33	17957	66319	0,01
Spd_RF2.200.267.3891	14	9351	69414	0,61	14	56609	70546	0,60	26	7239	66372	0,00
Spd_RF2.200.267.3899	14	23999	77054	0,62	14	38218	71588	0,63	25	28675	66432	0,01
Spd_RF2.200.267.3907	13	46953	77467	0,65	13	46953	66257	0,65	28	30889	78839	0,02
Spd_RF2.200.267.3915	13	7992	78789	0,67	13	53065	75455	0,67	28	72314	77248	0,00
Spd_RF2.200.267.3923	13	49598	73732	0,67	13	49598	77859	0,67	27	3208	77387	0,09
Spd_RF2.200.289.3931	10	19104	63383	0,67	10	48333	74908	0,66	18	5659	73953	0,00
Spd_RF2.200.289.3939	11	37385	65020	0,67	11	42628	75295	0,67	19	40464	63913	0,06
Spd_RF2.200.289.3947	10	2471	63865	0,71	10	26349	74887	0,71	19	24510	74294	0,00
Spd_RF2.200.289.3955	12	40263	64367	0,64	12	49429	74765	0,64	21	20635	75161	0,00
Spd_RF2.200.289.3963	11	49055	62068	0,65	11	29389	73628	0,65	20	21331	61242	0,00
Spd_RF2.200.312.3971	8	19001	73288	0,67	8	45206	72227	0,67	14	53920	70688	0,01
Spd_RF2.200.312.3979	7	38301	63211	0,72	7	58348	72635	0,71	12	63014	72134	0,00
Spd_RF2.200.312.3987	8	7004	73687	0,73	8	7004	72671	0,73	17	71910	72783	0,00
Spd_RF2.200.312.3995	7	7043	64544	0,73	7	20492	73294	0,72	13	45797	72384	0,12
Spd_RF2.200.312.4003	8	47952	73386	0,72	8	33489	73319	0,72	16	25999	72981	0,00
Spd_RF2.250.273.4011	32	1	46564	0,54	32	1	45790	0,54	64	29205	47818	0,01
Spd_RF2.250.273.4019	32	1	46083	0,51	32	1	46231	0,51	62	4263	39654	0,15
Spd_RF2.250.273.4027	32	1	46167	0,53	32	1	46114	0,53	62	13293	47940	0,02
Spd_RF2.250.273.4035	32	1	45126	0,53	32	1	43279	0,53	62	243	41093	0,25
Spd_RF2.250.273.4043	32	1	39349	0,54	32	1	43440	0,54	64	577	40553	0,07
Spd_RF2.250.297.4051	24	20070	38443	0,59	24	28785	43652	0,59	46	28312	38464	0,01
Spd_RF2.250.297.4059	24	41125	45523	0,61	24	5273	44980	0,61	50	20724	45483	0,01
Spd_RF2.250.297.4067	24	13775	38480	0,56	24	13775	41487	0,56	46	32033	38523	0,09
Spd_RF2.250.297.4075	24	18075	45410	0,62	24	25908	41905	0,61	49	11421	46234	0,09
Spd_RF2.250.297.4083	24	31953	39672	0,59	24	37706	44537	0,59	47	5850	38725	0,05
Spd_RF2.250.321.4091	20	30254	37690	0,64	20	27252	43314	0,64	39	4215	35998	0,03
Spd_RF2.250.321.4099	20	19264	44035	0,62	20	19758	44343	0,62	37	443	44750	0,12
Spd_RF2.250.321.4107	18	19223	36721	0,65	18	19223	44273	0,64	35	28341	37604	0,26
Spd_RF2.250.321.4115	20	3095	37269	0,62	20	41383	43908	0,62	39	33206	44398	0,04
Spd_RF2.250.321.4123	21	34010	35889	0,61	21	26710	43735	0,60	41	26838	39913	

Tabela 2 continuação

MS					MS-Heurística					MS-Preprocessamento				
Spd_RF2.250.369.4179	12	30057	39892	0,65	12	38328	38675	0,65	18	21771	36158	0,00		
Spd_RF2.250.369.4187	12	12630	34594	0,68	12	39202	42069	0,68	22	35148	36326	0,00		
Spd_RF2.250.369.4195	13	27738	36336	0,65	13	37823	41766	0,66	22	30052	36636	0,02		
Spd_RF2.250.369.4203	11	2504	34722	0,72	11	32321	42274	0,70	20	20579	32598	0,05		
Spd_RF2.300.326.4211	40	1	37094	0,52	40	1	42413	0,52	77	1709	36014	0,01		
Spd_RF2.300.326.4219	39	1	36231	0,52	39	1	42278	0,52	76	7556	36470	0,00		
Spd_RF2.300.326.4227	39	1	42684	0,54	39	1	42905	0,54	77	5095	43962	0,03		
Spd_RF2.300.326.4235	39	1	39397	0,53	39	1	40237	0,53	77	25321	36149	0,00		
Spd_RF2.300.326.4243	40	1	42992	0,52	40	1	42269	0,52	77	62	37301	0,86		
Spd_RF2.300.353.4251	31	29864	41453	0,58	31	10501	41055	0,57	64	23926	42155	0,09		
Spd_RF2.300.353.4259	31	2961	35960	0,56	31	26347	41429	0,56	62	37639	39824	0,00		
Spd_RF2.300.353.4267	32	30862	34881	0,58	32	16956	41276	0,58	63	27372	35053	0,02		
Spd_RF2.300.353.4275	31	20375	41585	0,59	31	32117	40878	0,59	62	5633	41379	0,03		
Spd_RF2.300.353.4283	31	8124	41572	0,59	31	24102	37607	0,59	61	10749	41966	0,10		
Spd_RF2.300.380.4291	26	29245	40196	0,62	26	18090	39781	0,63	52	4258	41123	0,00		
Spd_RF2.300.380.4299	24	3632	34181	0,64	24	13254	40335	0,64	49	19588	34173	0,00		
Spd_RF2.300.380.4307	23	28953	40549	0,64	23	19633	39960	0,64	47	12755	40610	0,03		
Spd_RF2.300.380.4315	23	19791	37673	0,63	23	22617	40311	0,62	43	33744	38389	0,02		
Spd_RF2.300.380.4323	25	33396	34910	0,62	25	8786	39945	0,61	49	7275	40536	0,10		
Spd_RF2.300.407.4331	20	17260	39713	0,66	20	25213	38641	0,66	43	11386	39180	0,00		
Spd_RF2.300.407.4339	20	21943	39230	0,66	20	29014	39363	0,65	41	797	39026	0,06		
Spd_RF2.300.407.4347	20	9141	39857	0,68	20	20220	38402	0,67	39	26283	39394	0,05		
Spd_RF2.300.407.4355	19	7385	39849	0,65	19	21307	39372	0,65	37	26458	39144	0,00		
Spd_RF2.300.407.4363	20	9549	38871	0,66	20	9549	39624	0,66	38	25812	39129	0,01		
Spd_RF2.300.434.4371	16	26352	30593	0,67	16	19833	38576	0,67	28	28660	32515	0,00		
Spd_RF2.300.434.4379	15	9898	32624	0,67	15	23219	38192	0,67	31	8226	35528	0,01		
Spd_RF2.300.434.4387	15	12256	38197	0,70	15	31965	38163	0,70	29	14890	37956	0,01		
Spd_RF2.300.434.4395	16	22756	32222	0,69	16	9503	38622	0,70	32	34269	38520	0,01		
Spd_RF2.300.434.4403	17	8836	35385	0,69	17	2476	38537	0,69	33	1607	32743	0,01		
Spd_RF2.350.378.4411	47	1	40091	0,53	47	1	35636	0,52	90	34858	35817	0,00		
Spd_RF2.350.378.4419	46	1	34244	0,52	46	1	40938	0,52	88	16200	42268	0,04		
Spd_RF2.350.378.4427	47	1	41415	0,53	47	1	40791	0,53	91	32616	35167	0,02		
Spd_RF2.350.378.4435	46	1	41332	0,52	46	1	40248	0,52	90	327	41831	0,02		
Spd_RF2.350.378.4443	46	1	40770	0,52	46	1	40252	0,53	88	27737	42545	0,04		
Spd_RF2.350.406.4451	37	1	39697	0,59	37	1	39874	0,59	76	28060	35066	0,05		
Spd_RF2.350.406.4459	37	1	34158	0,57	37	1	36812	0,57	73	3731	34875	0,09		
Spd_RF2.350.406.4467	38	18410	30883	0,57	38	38545	39056	0,57	75	29267	34251	0,07		
Spd_RF2.350.406.4475	36	24862	33766	0,57	36	38739	39709	0,57	71	8556	34760	0,05		
Spd_RF2.350.406.4483	36	1	32782	0,60	36	1	39413	0,60	70	17153	40249	0,00		
Spd_RF2.350.435.4491	29	1596	37235	0,61	29	29354	38506	0,61	57	31601	38171	0,08		
Spd_RF2.350.435.4499	29	29420	31008	0,61	29	24929	38241	0,61	53	22297	32562	0,16		
Spd_RF2.350.435.4507	29	32398	38959	0,59	29	32398	38551	0,59	56	35916	39046	0,00		
Spd_RF2.350.435.4515	30	25005	33312	0,61	30	25005	37884	0,61	62	24480	33178	0,00		
Spd_RF2.350.435.4523	30	25870	32102	0,59	30	5897	37795	0,59	57	1259	33191	0,01		
Spd_RF2.350.463.4531	25	6286	37467	0,65	25	9157	37721	0,65	52	28331	37204	0,00		
Spd_RF2.350.463.4539	25	20370	33134	0,64	25	21109	37202	0,64	48	22283	37219	0,00		
Spd_RF2.350.463.4547	24	26529	32344	0,66	24	1841	37119	0,66	44	14968	30952	0,01		
Spd_RF2.350.463.4555	23	26139	35481	0,66	23	26139	34804	0,66	45	8120	32023	0,00		
Spd_RF2.350.463.4563	24	31733	31915	0,67	25	17446	37292	0,64	45	20354	37479	0,00		
Spd_RF2.350.492.4571	20	20779	36435	0,66	20	3202	36582	0,67	38	33707	37009	0,00		
Spd_RF2.350.492.4579	21	2000	31601	0,68	21	26043	36932	0,67	40	22619	36859	0,01		
Spd_RF2.350.492.4587	19	34221	36776	0,67	19	11673	36826	0,67	33	26825	36824	0,01		
Spd_RF2.350.492.4595	19	7581	37004	0,66	19	34285	36342	0,66	33	14537	35922	0,00		
Spd_RF2.350.492.4603	21	14389	35292	0,66	21	8998	36594	0,67	38	28772	36518	0,00		
Spd_RF2.400.429.4611	54	1	40325	0,54	54	1	39575	0,54	108	12523	36175	0,00		
Spd_RF2.400.429.4619	55	1	32782	0,53	55	1	39361	0,53	106	19637	36191	0,01		
Spd_RF2.400.429.4627	54	1	41213	0,54	54	1	39384	0,54	108	13645	41980	0,10		
Spd_RF2.400.429.4635	53	7517	41076	0,53	54	15287	38231	0,53	102	10247	41597	0,06		
Spd_RF2.400.429.4643	55	1	41232	0,53	55	1	40000	0,53	108	149	42010	0,05		
Spd_RF2.400.459.4651	45	36491	39139	0,56	45	35696	38657	0,56	87	5532	39170	0,22		
Spd_RF2.400.459.4659	44	1	39811	0,56	44	1	32981	0,56	84	16458	39246	0,00		
Spd_RF2.400.459.4667	44	37556	39015	0,58	44	3	39275	0,58	83	13214	39777	0,03		
Spd_RF2.400.459.4675	45	31482	34104	0,57	45	29575	38966	0,57	88	16789	38991	0,00		
Spd_RF2.400.459.4683	44	19428	39454	0,57	44	23378	37317	0,56	85	12683	33811	0,00		
Spd_RF2.400.489.4691	35	8279	38293	0,59	35	29214	37729	0,59	67	33020	38145	0,12		
Spd_RF2.400.489.4699	36	6853	32625	0,62	36	33065	38006	0,62	71	28852	37739	0,01		
Spd_RF2.400.489.4707	36	26172	31899	0,61	36	26172	38075	0,61	70	15181	32546	0,00		
Spd_RF2.400.489.4715	36	32249	32279	0,60	36	32249	33762	0,60	69	1100	31818	0,09		
Spd_RF2.400.489.4723	36	1982	38332	0,60	36	7545	37746	0,61	71	21776	37949	0,00		
Spd_RF2.400.519.4731	30	785	33353	0,64	30	785	37471	0,64	59	22319	36871	0,00		
Spd_RF2.400.519.4739	29	28423	37048	0,65	29	28423	37118	0,65	55	3547	37075	0,01		
Spd_RF2.400.519.4747	30	9717	30586	0,63	30	3331	36549	0,63	59	26994	31298	0,00		
Spd_RF2.400.519.4755	30	9044	29935	0,65	30	2288	36794	0,64	57	29121	36943	0,00		
Spd_RF2.400.519.4763	30	24112	31666	0,64	30	28887	36652	0,64	62	9634	33179	0,06		
Spd_RF2.400.549.4771	26	30018	30551	0,66	26	17058	33714	0,66	48	16755	30655	0,00		
Spd_RF2.400.549.4779	24	23775	35504	0,67	24	28557	36218	0,68	47	6328	35422	0,12		
Spd_RF2.400.549.4787	24	21890	35022	0,66	24	32211	35986	0,66	49	17495	36001	0,00		
Spd_RF2.400.549.4795	24	34828	36100	0,65	24	18901	35807	0,65	45	30744	36300	0,00		
Spd_RF2.400.549.4803	26	1864	31249	0,67	26	17420	34475	0,67	52	14601	30786	0,00		
Spd_RF2.450.482.4811	61	1	40451	0,52	61	1	40480	0,52	120	31757	41518	0,00		
Spd_RF2.450.482.4819	61	1	34829	0,53	61	1	39716	0,53	120	32381	41019	1,33		
Spd_RF2.450.482.4827	61	1	39131	0,53	61	1	39511	0,53	119	12566	34701	0,01		
Spd_RF2.450.482.4835	62	1	37716	0,53	62	1	39777	0,52	118	20500	34391	1,71		
Spd_RF2.450.482.4843	62	1	38286	0,52	62	1	37752	0,52	121	10004	36164	0,04		
Spd_RF2.450.515.4851	50	3	38793	0,57	50	3	38597	0,57	99	29619	33309	0,07		
Spd_RF2.450.515.4859	50	1	38365	0,57	50	1	38542	0,57	100	8551	39319	0,09		
Spd_RF2.450.515.4867	49	3												

Tabela 2 continuação

	MS				MS-Heurística				MS-Preprocessamento			
Spd_RF2.450.581.4963	34	17377	30295	0,65	35	35428	36051	0,63	68	29044	36223	0,01
Spd_RF2.450.614.4971	29	28638	33085	0,67	29	32935	35219	0,67	54	10669	35304	0,10
Spd_RF2.450.614.4979	29	14042	30358	0,68	29	14042	35231	0,68	54	28540	30011	0,10
Spd_RF2.450.614.4987	28	16990	35815	0,67	28	34387	34770	0,66	54	21559	35385	0,00
Spd_RF2.450.614.4995	29	13042	35215	0,66	29	13042	35246	0,66	58	17686	35450	0,00
Spd_RF2.450.614.5003	29	34018	35451	0,68	29	17691	34269	0,67	53	30332	34975	0,00
Spd_RF2.500.534.5011	68	1	20982	0,52	68	1	24781	0,52	135	11394	25163	0,02
Spd_RF2.500.534.5019	69	1	23839	0,53	69	1	24554	0,53	134	2855	21653	0,12
Spd_RF2.500.534.5027	69	1	18411	0,53	69	1	24144	0,52	137	17134	20971	0,00
Spd_RF2.500.534.5035	70	1	21105	0,52	70	1	22908	0,52	139	7125	16758	0,01
Spd_RF2.500.534.5043	69	1	20752	0,52	69	1	24683	0,52	135	2137	25258	0,01
Spd_RF2.500.568.5051	57	3	21292	0,55	57	3	23428	0,55	113	13458	24293	0,04
Spd_RF2.500.568.5059	57	1	21485	0,56	57	1	23480	0,56	110	20183	23718	0,01
Spd_RF2.500.568.5067	56	1	23986	0,58	56	1	23797	0,58	112	15263	24312	0,01
Spd_RF2.500.568.5075	58	1	23624	0,55	58	1	24045	0,55	115	18515	20493	0,00
Spd_RF2.500.568.5083	57	1	24160	0,56	57	1	24000	0,56	115	17732	24458	0,00
Spd_RF2.500.603.5091	49	10942	19346	0,60	49	16227	23648	0,61	98	4766	23648	0,01
Spd_RF2.500.603.5099	47	4657	19698	0,59	47	6507	23466	0,59	96	12417	23561	0,00
Spd_RF2.500.603.5107	48	729	18882	0,60	48	729	23383	0,60	96	13746	20210	0,01
Spd_RF2.500.603.5115	47	9116	23443	0,62	47	9116	23552	0,62	95	4079	23842	0,00
Spd_RF2.500.603.5123	45	1384	20039	0,62	45	20337	23400	0,62	90	5654	23610	0,04
Spd_RF2.500.637.5131	41	14606	21759	0,63	41	10605	21101	0,63	85	1216	23093	0,00
Spd_RF2.500.637.5139	40	16990	23222	0,63	40	16990	20683	0,63	82	13881	23126	0,01
Spd_RF2.500.637.5147	39	10529	22240	0,64	39	14631	22886	0,64	81	17308	23305	0,01
Spd_RF2.500.637.5155	39	6335	19309	0,63	39	6335	23099	0,63	73	6051	19198	0,01
Spd_RF2.500.637.5163	38	16050	23088	0,62	38	7417	22817	0,62	76	4058	22811	0,01
Spd_RF2.500.672.5171	34	7495	22847	0,67	34	20880	22669	0,68	68	21349	22385	0,00
Spd_RF2.500.672.5179	33	16100	16784	0,66	33	11425	22596	0,67	63	18713	19254	0,00
Spd_RF2.500.672.5187	31	13691	22473	0,67	31	8094	22505	0,67	58	8274	22471	0,01
Spd_RF2.500.672.5195	33	6076	22776	0,68	33	12189	22467	0,67	66	5233	22260	0,03
Spd_RF2.500.672.5203	32	19849	22727	0,67	33	9612	20670	0,65	65	12962	22594	0,01

Tabela 3: Comparação da melhor versão do MS com multiplicador de tamanho do passo fixo e variando

Instância	MS-Preprocessamento-Var			MS-Preprocessamento-Fixo		
	LB	UB	Gap	LB	UB	Gap
Spd_RF2.20.27.211	1	1	0,00	1	1	0,00
Spd_RF2.20.27.219	2	2	0,00	2	2	0,00
Spd_RF2.20.27.227	2	2	0,00	2	2	0,00
Spd_RF2.20.27.235	3	3	0,00	3	3	0,00
Spd_RF2.20.27.243	4	4	0,00	4	4	0,00
Spd_RF2.20.34.251	1	1	0,00	1	1	0,00
Spd_RF2.20.34.259	1	1	0,00	1	1	0,00
Spd_RF2.20.34.267	1	1	0,00	1	1	0,00
Spd_RF2.20.34.275	1	1	0,00	1	2	0,50
Spd_RF2.20.34.283	1	1	0,00	1	2	0,50
Spd_RF2.20.42.291	1	1	0,00	1	1	0,00
Spd_RF2.20.42.299	0	0	0,00	0	1	1,00
Spd_RF2.20.42.307	0	0	0,00	0	1	1,00
Spd_RF2.20.42.315	0	0	0,00	0	1	1,00
Spd_RF2.20.42.323	0	0	0,00	0	0	0,00
Spd_RF2.20.49.331	0	1	1,00	0	1	1,00
Spd_RF2.20.49.339	0	1	1,00	0	1	1,00
Spd_RF2.20.49.347	0	1	1,00	0	1	1,00
Spd_RF2.20.49.355	0	1	1,00	0	1	1,00
Spd_RF2.20.49.363	0	1	1,00	0	1	1,00
Spd_RF2.20.57.371	0	1	1,00	0	1	1,00
Spd_RF2.20.57.379	0	1	1,00	0	1	1,00
Spd_RF2.20.57.387	0	1	1,00	0	1	1,00
Spd_RF2.20.57.395	0	1	1,00	0	1	1,00
Spd_RF2.20.57.403	0	1	1,00	0	1	1,00
Spd_RF2.40.50.611	8	8	0,00	8	8	0,00
Spd_RF2.40.50.619	7	7	0,00	7	7	0,00
Spd_RF2.40.50.627	7	7	0,00	7	7	0,00
Spd_RF2.40.50.635	7	7	0,00	7	7	0,00
Spd_RF2.40.50.643	5	6	0,17	5	7	0,29
Spd_RF2.40.60.651	2	3	0,33	2	3	0,33
Spd_RF2.40.60.659	2	4	0,50	2	4	0,50
Spd_RF2.40.60.667	4	4	0,00	4	4	0,00
Spd_RF2.40.60.675	2	3	0,33	2	3	0,33
Spd_RF2.40.60.683	4	4	0,00	4	4	0,00
Spd_RF2.40.71.691	1	1	0,00	1	2	0,50
Spd_RF2.40.71.699	2	3	0,33	2	4	0,50
Spd_RF2.40.71.707	2	2	0,00	2	2	0,00
Spd_RF2.40.71.715	2	3	0,33	2	3	0,33
Spd_RF2.40.71.723	1	1	0,00	1	1	0,00
Spd_RF2.40.81.731	0	1	1,00	0	1	1,00
Spd_RF2.40.81.739	1	2	0,50	1	2	0,50
Spd_RF2.40.81.747	1	2	0,50	1	2	0,50
Spd_RF2.40.81.755	1	1	0,00	1	1	0,00
Spd_RF2.40.81.763	1	1	0,00	1	1	0,00
Spd_RF2.40.92.771	1	2	0,50	1	2	0,50
Spd_RF2.40.92.779	0	1	1,00	0	1	1,00
Spd_RF2.40.92.787	1	2	0,50	1	2	0,50
Spd_RF2.40.92.795	0	4	1,00	0	3	1,00
Spd_RF2.40.92.803	1	2	0,50	1	2	0,50
Spd_RF2.60.71.1011	10	11	0,09	10	11	0,09
Spd_RF2.60.71.1019	13	14	0,07	13	14	0,07
Spd_RF2.60.71.1027	11	13	0,15	11	13	0,15
Spd_RF2.60.71.1035	10	12	0,17	10	13	0,23
Spd_RF2.60.71.1043	15	15	0,00	15	15	0,00
Spd_RF2.60.83.1051	6	8	0,25	6	8	0,25
Spd_RF2.60.83.1059	6	7	0,14	6	7	0,14
Spd_RF2.60.83.1067	7	8	0,13	7	9	0,22
Spd_RF2.60.83.1075	9	10	0,10	9	10	0,10

Table 3 continued from previous page

	MS-Preprocessamento-Var				MS-Preprocessamento-Fixo		
Spd_RF2.60.83.1083	7	7	0,00	7	9	0,22	
Spd_RF2.60.95.1091	4	7	0,43	4	7	0,43	
Spd_RF2.60.95.1099	4	6	0,33	4	6	0,33	
Spd_RF2.60.95.1107	2	3	0,33	2	4	0,50	
Spd_RF2.60.95.1115	6	7	0,14	6	7	0,14	
Spd_RF2.60.95.1123	3	5	0,40	3	5	0,40	
Spd_RF2.60.107.1131	2	4	0,50	2	4	0,50	
Spd_RF2.60.107.1139	3	5	0,40	3	5	0,40	
Spd_RF2.60.107.1147	2	3	0,33	2	3	0,33	
Spd_RF2.60.107.1155	3	5	0,40	3	5	0,40	
Spd_RF2.60.107.1163	2	5	0,60	2	6	0,67	
Spd_RF2.60.119.1171	1	6	0,83	1	5	0,80	
Spd_RF2.60.119.1179	1	5	0,80	1	4	0,75	
Spd_RF2.60.119.1187	1	2	0,50	1	3	0,67	
Spd_RF2.60.119.1195	1	5	0,80	1	4	0,75	
Spd_RF2.60.119.1203	1	2	0,50	1	3	0,67	
Spd_RF2.80.93.1411	15	17	0,12	15	17	0,12	
Spd_RF2.80.93.1419	14	16	0,13	14	17	0,18	
Spd_RF2.80.93.1427	17	17	0,00	17	17	0,00	
Spd_RF2.80.93.1435	14	16	0,13	14	17	0,18	
Spd_RF2.80.93.1443	14	17	0,18	14	18	0,22	
Spd_RF2.80.106.1451	8	11	0,27	8	12	0,33	
Spd_RF2.80.106.1459	11	11	0,00	11	12	0,08	
Spd_RF2.80.106.1467	10	13	0,23	10	14	0,29	
Spd_RF2.80.106.1475	11	11	0,00	11	11	0,00	
Spd_RF2.80.106.1483	10	12	0,17	10	12	0,17	
Spd_RF2.80.120.1491	6	9	0,33	6	9	0,33	
Spd_RF2.80.120.1499	6	10	0,40	6	10	0,40	
Spd_RF2.80.120.1507	6	8	0,25	6	8	0,25	
Spd_RF2.80.120.1515	7	11	0,36	7	11	0,36	
Spd_RF2.80.120.1523	8	12	0,33	8	12	0,33	
Spd_RF2.80.133.1531	3	7	0,57	3	7	0,57	
Spd_RF2.80.133.1539	4	7	0,43	4	7	0,43	
Spd_RF2.80.133.1547	3	5	0,40	3	5	0,40	
Spd_RF2.80.133.1555	4	5	0,20	4	5	0,20	
Spd_RF2.80.133.1563	6	8	0,25	6	8	0,25	
Spd_RF2.80.147.1571	2	3	0,33	2	4	0,50	
Spd_RF2.80.147.1579	4	5	0,20	4	5	0,20	
Spd_RF2.80.147.1587	2	6	0,67	2	6	0,67	
Spd_RF2.80.147.1595	3	4	0,25	3	4	0,25	
Spd_RF2.80.147.1603	2	6	0,67	2	5	0,60	
Spd_RF2.100.114.1811	24	26	0,08	24	26	0,08	
Spd_RF2.100.114.1819	22	24	0,08	22	24	0,08	
Spd_RF2.100.114.1827	22	23	0,04	22	23	0,04	
Spd_RF2.100.114.1835	22	23	0,04	22	23	0,04	
Spd_RF2.100.114.1843	20	24	0,17	20	26	0,23	
Spd_RF2.100.129.1851	15	19	0,21	15	19	0,21	
Spd_RF2.100.129.1859	13	18	0,28	13	18	0,28	
Spd_RF2.100.129.1867	14	17	0,18	14	18	0,22	
Spd_RF2.100.129.1875	14	17	0,18	14	17	0,18	
Spd_RF2.100.129.1883	14	15	0,07	14	17	0,18	
Spd_RF2.100.144.1891	10	14	0,29	10	14	0,29	
Spd_RF2.100.144.1899	9	12	0,25	9	12	0,25	
Spd_RF2.100.144.1907	12	15	0,20	12	15	0,20	
Spd_RF2.100.144.1915	6	11	0,45	6	11	0,45	
Spd_RF2.100.144.1923	11	15	0,27	11	15	0,27	
Spd_RF2.100.159.1931	6	10	0,40	6	10	0,40	
Spd_RF2.100.159.1939	6	12	0,50	6	11	0,45	
Spd_RF2.100.159.1947	5	8	0,38	5	8	0,38	
Spd_RF2.100.159.1955	6	8	0,25	6	8	0,25	
Spd_RF2.100.159.1963	8	11	0,27	8	12	0,33	
Spd_RF2.100.174.1971	6	7	0,14	6	7	0,14	
Spd_RF2.100.174.1979	4	10	0,60	4	10	0,60	
Spd_RF2.100.174.1987	7	11	0,36	7	11	0,36	
Spd_RF2.100.174.1995	5	7	0,29	5	7	0,29	
Spd_RF2.100.174.2003	3	6	0,50	3	6	0,50	
Spd_RF2.120.136.2211	29	30	0,03	29	30	0,03	
Spd_RF2.120.136.2219	27	29	0,07	27	29	0,07	
Spd_RF2.120.136.2227	26	29	0,10	26	30	0,13	
Spd_RF2.120.136.2235	28	29	0,03	28	29	0,03	
Spd_RF2.120.136.2243	27	30	0,10	27	31	0,13	
Spd_RF2.120.152.2251	19	21	0,10	19	21	0,10	
Spd_RF2.120.152.2259	19	22	0,14	19	23	0,17	
Spd_RF2.120.152.2267	20	23	0,13	20	23	0,13	
Spd_RF2.120.152.2275	18	21	0,14	18	22	0,18	
Spd_RF2.120.152.2283	22	23	0,04	22	24	0,08	
Spd_RF2.120.169.2291	14	17	0,18	14	17	0,18	
Spd_RF2.120.169.2299	14	17	0,18	14	17	0,18	
Spd_RF2.120.169.2307	10	16	0,38	10	16	0,38	
Spd_RF2.120.169.2315	13	18	0,28	13	19	0,32	
Spd_RF2.120.169.2323	15	17	0,12	15	17	0,12	
Spd_RF2.120.185.2331	7	15	0,53	7	15	0,53	
Spd_RF2.120.185.2339	10	15	0,33	10	15	0,33	
Spd_RF2.120.185.2347	9	13	0,31	9	13	0,31	
Spd_RF2.120.185.2355	7	12	0,42	7	12	0,42	
Spd_RF2.120.185.2363	11	13	0,15	11	13	0,15	
Spd_RF2.120.202.2371	5	9	0,44	5	9	0,44	
Spd_RF2.120.202.2379	8	15	0,47	8	15	0,47	
Spd_RF2.120.202.2387	7	9	0,22	7	9	0,22	
Spd_RF2.120.202.2395	5	9	0,44	5	9	0,44	
Spd_RF2.120.202.2403	7	11	0,36	7	11	0,36	
Spd_RF2.140.157.2611	31	35	0,11	31	36	0,14	
Spd_RF2.140.157.2619	33	35	0,06	33	35	0,06	
Spd_RF2.140.157.2627	31	36	0,14	31	36	0,14	
Spd_RF2.140.157.2635	31	35	0,11	31	35	0,11	
Spd_RF2.140.157.2643	30	33	0,09	30	35	0,14	
Spd_RF2.140.175.2651	20	24	0,17	20	26	0,23	
Spd_RF2.140.175.2659	24	27	0,11	24	27	0,11	

Table 3 continued from previous page

	MS-Preprocessamento-Var			MS-Preprocessamento-Fixo		
Spd_RF2_140_175_2667	22	26	0,15	22	26	0,15
Spd_RF2_140_175_2675	23	25	0,08	23	25	0,08
Spd_RF2_140_175_2683	24	28	0,14	24	28	0,14
Spd_RF2_140_193_2691	16	19	0,16	16	18	0,11
Spd_RF2_140_193_2699	13	20	0,35	13	21	0,38
Spd_RF2_140_193_2707	17	20	0,15	17	21	0,19
Spd_RF2_140_193_2715	15	22	0,32	15	23	0,35
Spd_RF2_140_193_2723	13	20	0,35	13	20	0,35
Spd_RF2_140_211_2731	12	15	0,20	12	15	0,20
Spd_RF2_140_211_2739	13	21	0,38	13	21	0,38
Spd_RF2_140_211_2747	12	16	0,25	12	17	0,29
Spd_RF2_140_211_2755	13	15	0,13	13	15	0,13
Spd_RF2_140_211_2763	12	18	0,33	12	18	0,33
Spd_RF2_140_229_2771	7	11	0,36	7	11	0,36
Spd_RF2_140_229_2779	6	14	0,57	6	14	0,57
Spd_RF2_140_229_2787	7	15	0,53	7	14	0,50
Spd_RF2_140_229_2795	10	12	0,17	10	12	0,17
Spd_RF2_140_229_2803	8	13	0,38	8	13	0,38
Spd_RF2_160_179_3011	37	39	0,05	37	40	0,08
Spd_RF2_160_179_3019	37	40	0,08	37	39	0,05
Spd_RF2_160_179_3027	37	42	0,12	37	42	0,12
Spd_RF2_160_179_3035	37	40	0,08	37	41	0,10
Spd_RF2_160_179_3043	38	40	0,05	38	40	0,05
Spd_RF2_160_198_3051	30	32	0,06	30	32	0,06
Spd_RF2_160_198_3059	25	31	0,19	25	33	0,24
Spd_RF2_160_198_3067	29	33	0,12	29	33	0,12
Spd_RF2_160_198_3075	26	32	0,19	26	32	0,19
Spd_RF2_160_198_3083	28	34	0,18	28	34	0,18
Spd_RF2_160_218_3091	19	25	0,24	19	25	0,24
Spd_RF2_160_218_3099	22	27	0,19	22	28	0,21
Spd_RF2_160_218_3107	17	22	0,23	17	22	0,23
Spd_RF2_160_218_3115	21	25	0,16	21	25	0,16
Spd_RF2_160_218_3123	20	25	0,20	20	25	0,20
Spd_RF2_160_237_3131	17	22	0,23	17	22	0,23
Spd_RF2_160_237_3139	13	19	0,32	13	19	0,32
Spd_RF2_160_237_3147	11	22	0,50	11	21	0,48
Spd_RF2_160_237_3155	13	21	0,38	13	21	0,38
Spd_RF2_160_237_3163	16	19	0,16	16	19	0,16
Spd_RF2_160_257_3171	12	17	0,29	12	17	0,29
Spd_RF2_160_257_3179	11	16	0,31	11	15	0,27
Spd_RF2_160_257_3187	7	16	0,56	7	18	0,61
Spd_RF2_160_257_3195	10	17	0,41	9	16	0,44
Spd_RF2_160_257_3203	10	14	0,29	10	14	0,29
Spd_RF2_180_200_3411	45	47	0,04	45	47	0,04
Spd_RF2_180_200_3419	44	48	0,08	44	48	0,08
Spd_RF2_180_200_3427	43	47	0,09	43	49	0,12
Spd_RF2_180_200_3435	44	46	0,04	44	46	0,04
Spd_RF2_180_200_3443	40	45	0,11	40	46	0,13
Spd_RF2_180_221_3451	29	34	0,15	29	36	0,19
Spd_RF2_180_221_3459	29	39	0,26	29	39	0,26
Spd_RF2_180_221_3467	31	34	0,09	31	34	0,09
Spd_RF2_180_221_3475	29	36	0,19	29	38	0,24
Spd_RF2_180_221_3483	35	38	0,08	35	40	0,13
Spd_RF2_180_242_3491	21	26	0,19	21	26	0,19
Spd_RF2_180_242_3499	22	29	0,24	22	29	0,24
Spd_RF2_180_242_3507	21	27	0,22	21	27	0,22
Spd_RF2_180_242_3515	22	28	0,21	22	29	0,24
Spd_RF2_180_242_3523	20	26	0,23	20	27	0,26
Spd_RF2_180_263_3531	13	23	0,43	13	23	0,43
Spd_RF2_180_263_3539	18	22	0,18	18	22	0,18
Spd_RF2_180_263_3547	17	22	0,23	17	22	0,23
Spd_RF2_180_263_3555	17	24	0,29	17	24	0,29
Spd_RF2_180_263_3563	18	24	0,25	18	24	0,25
Spd_RF2_180_284_3571	11	19	0,42	11	19	0,42
Spd_RF2_180_284_3579	12	21	0,43	12	21	0,43
Spd_RF2_180_284_3587	9	22	0,59	8	21	0,62
Spd_RF2_180_284_3595	16	23	0,30	16	23	0,30
Spd_RF2_180_284_3603	18	23	0,22	18	23	0,22
Spd_RF2_200_222_3811	49	51	0,04	49	51	0,04
Spd_RF2_200_222_3819	48	50	0,04	48	50	0,04
Spd_RF2_200_222_3827	47	51	0,08	47	52	0,10
Spd_RF2_200_222_3835	47	51	0,08	47	51	0,08
Spd_RF2_200_222_3843	48	51	0,06	48	52	0,08
Spd_RF2_200_244_3851	37	42	0,12	37	42	0,12
Spd_RF2_200_244_3859	39	43	0,09	39	43	0,09
Spd_RF2_200_244_3867	35	39	0,10	35	39	0,10
Spd_RF2_200_244_3875	33	39	0,15	33	40	0,18
Spd_RF2_200_244_3883	33	40	0,18	33	40	0,18
Spd_RF2_200_267_3891	26	33	0,21	26	34	0,24
Spd_RF2_200_267_3899	25	32	0,22	25	32	0,22
Spd_RF2_200_267_3907	28	33	0,15	28	32	0,13
Spd_RF2_200_267_3915	28	32	0,13	28	32	0,13
Spd_RF2_200_267_3923	27	32	0,16	27	32	0,16
Spd_RF2_200_289_3931	18	25	0,28	18	25	0,28
Spd_RF2_200_289_3939	19	29	0,34	19	29	0,34
Spd_RF2_200_289_3947	20	28	0,29	19	28	0,32
Spd_RF2_200_289_3955	21	29	0,28	21	29	0,28
Spd_RF2_200_289_3963	20	29	0,31	20	29	0,31
Spd_RF2_200_312_3971	14	22	0,36	14	23	0,39
Spd_RF2_200_312_3979	12	18	0,33	12	18	0,33
Spd_RF2_200_312_3987	17	22	0,23	17	22	0,23
Spd_RF2_200_312_3995	13	23	0,43	13	23	0,43
Spd_RF2_200_312_4003	16	25	0,36	16	25	0,36
Spd_RF2_250_273_4011	64	67	0,04	64	67	0,04
Spd_RF2_250_273_4019	62	65	0,05	62	66	0,06
Spd_RF2_250_273_4027	62	67	0,07	62	67	0,07
Spd_RF2_250_273_4035	62	67	0,07	62	68	0,09
Spd_RF2_250_273_4043	64	67	0,04	64	67	0,04

Table 3 continued from previous page

	MS-Preprocessamento-Var			MS-Preprocessamento-Fixo		
Spd_RF2.250.297.4051	46	54	0,15	46	54	0,15
Spd_RF2.250.297.4059	50	58	0,14	50	58	0,14
Spd_RF2.250.297.4067	46	53	0,13	46	53	0,13
Spd_RF2.250.297.4075	49	57	0,14	49	58	0,16
Spd_RF2.250.297.4083	47	54	0,13	47	54	0,13
Spd_RF2.250.321.4091	39	48	0,19	39	48	0,19
Spd_RF2.250.321.4099	37	45	0,18	37	46	0,20
Spd_RF2.250.321.4107	35	45	0,22	35	45	0,22
Spd_RF2.250.321.4115	39	46	0,15	39	46	0,15
Spd_RF2.250.321.4123	41	46	0,11	41	46	0,11
Spd_RF2.250.345.4131	27	33	0,18	27	34	0,21
Spd_RF2.250.345.4139	31	41	0,24	31	41	0,24
Spd_RF2.250.345.4147	29	40	0,28	29	39	0,26
Spd_RF2.250.345.4155	26	40	0,35	26	39	0,33
Spd_RF2.250.345.4163	31	36	0,14	31	36	0,14
Spd_RF2.250.369.4171	23	30	0,23	23	31	0,26
Spd_RF2.250.369.4179	18	32	0,44	18	32	0,44
Spd_RF2.250.369.4187	22	28	0,21	22	28	0,21
Spd_RF2.250.369.4195	22	33	0,33	22	33	0,33
Spd_RF2.250.369.4203	20	29	0,31	20	29	0,31
Spd_RF2.300.326.4211	77	81	0,05	77	81	0,05
Spd_RF2.300.326.4219	76	81	0,06	76	81	0,06
Spd_RF2.300.326.4227	77	82	0,06	77	83	0,07
Spd_RF2.300.326.4235	77	82	0,06	77	82	0,06
Spd_RF2.300.326.4243	77	82	0,06	77	83	0,07
Spd_RF2.300.353.4251	64	69	0,07	64	69	0,07
Spd_RF2.300.353.4259	62	68	0,09	62	68	0,09
Spd_RF2.300.353.4267	63	72	0,13	63	72	0,13
Spd_RF2.300.353.4275	62	70	0,11	62	70	0,11
Spd_RF2.300.353.4283	61	71	0,14	61	71	0,14
Spd_RF2.300.380.4291	52	61	0,15	52	61	0,15
Spd_RF2.300.380.4299	49	59	0,17	49	59	0,17
Spd_RF2.300.380.4307	47	56	0,16	47	56	0,16
Spd_RF2.300.380.4315	43	55	0,22	43	55	0,22
Spd_RF2.300.380.4323	49	57	0,14	49	57	0,14
Spd_RF2.300.407.4331	43	50	0,14	43	51	0,16
Spd_RF2.300.407.4339	41	51	0,20	41	51	0,20
Spd_RF2.300.407.4347	39	49	0,20	39	49	0,20
Spd_RF2.300.407.4355	37	48	0,23	37	49	0,24
Spd_RF2.300.407.4363	38	50	0,24	38	51	0,25
Spd_RF2.300.434.4371	28	41	0,32	28	41	0,32
Spd_RF2.300.434.4379	31	37	0,16	31	37	0,16
Spd_RF2.300.434.4387	29	42	0,31	29	43	0,33
Spd_RF2.300.434.4395	32	42	0,24	32	44	0,27
Spd_RF2.300.434.4403	33	44	0,25	33	44	0,25
Spd_RF2.350.378.4411	90	97	0,07	90	97	0,07
Spd_RF2.350.378.4419	88	95	0,07	88	95	0,07
Spd_RF2.350.378.4427	91	97	0,06	91	97	0,06
Spd_RF2.350.378.4435	90	94	0,04	90	95	0,05
Spd_RF2.350.378.4443	88	96	0,08	88	96	0,08
Spd_RF2.350.406.4451	76	83	0,08	76	84	0,10
Spd_RF2.350.406.4459	73	83	0,12	73	83	0,12
Spd_RF2.350.406.4467	75	84	0,11	75	84	0,11
Spd_RF2.350.406.4475	71	83	0,14	71	83	0,14
Spd_RF2.350.406.4483	70	84	0,17	70	85	0,18
Spd_RF2.350.435.4491	57	67	0,15	57	67	0,15
Spd_RF2.350.435.4499	53	71	0,25	53	71	0,25
Spd_RF2.350.435.4507	56	68	0,18	56	68	0,18
Spd_RF2.350.435.4515	62	71	0,13	62	71	0,13
Spd_RF2.350.435.4523	57	71	0,20	57	71	0,20
Spd_RF2.350.463.4531	52	63	0,17	52	63	0,17
Spd_RF2.350.463.4539	48	62	0,23	48	61	0,21
Spd_RF2.350.463.4547	44	63	0,30	44	64	0,31
Spd_RF2.350.463.4555	45	58	0,22	45	58	0,22
Spd_RF2.350.463.4563	45	62	0,27	45	61	0,26
Spd_RF2.350.492.4571	38	49	0,22	38	49	0,22
Spd_RF2.350.492.4579	40	56	0,29	40	56	0,29
Spd_RF2.350.492.4587	33	49	0,33	33	49	0,33
Spd_RF2.350.492.4595	33	48	0,31	33	48	0,31
Spd_RF2.350.492.4603	39	57	0,32	38	57	0,33
Spd_RF2.400.429.4611	108	113	0,04	108	112	0,04
Spd_RF2.400.429.4619	106	113	0,06	106	113	0,06
Spd_RF2.400.429.4627	108	113	0,04	108	113	0,04
Spd_RF2.400.429.4635	102	112	0,09	102	112	0,09
Spd_RF2.400.429.4643	108	114	0,05	108	115	0,06
Spd_RF2.400.459.4651	87	98	0,11	87	98	0,11
Spd_RF2.400.459.4659	84	95	0,12	84	95	0,12
Spd_RF2.400.459.4667	83	101	0,18	83	102	0,19
Spd_RF2.400.459.4675	88	99	0,11	88	99	0,11
Spd_RF2.400.459.4683	85	97	0,12	85	97	0,12
Spd_RF2.400.489.4691	67	81	0,17	67	82	0,18
Spd_RF2.400.489.4699	71	85	0,16	71	85	0,16
Spd_RF2.400.489.4707	70	85	0,18	70	84	0,17
Spd_RF2.400.489.4715	69	82	0,16	69	82	0,16
Spd_RF2.400.489.4723	71	86	0,17	71	86	0,17
Spd_RF2.400.519.4731	59	76	0,22	59	76	0,22
Spd_RF2.400.519.4739	55	73	0,25	55	73	0,25
Spd_RF2.400.519.4747	59	75	0,21	59	75	0,21
Spd_RF2.400.519.4755	57	76	0,25	57	75	0,24
Spd_RF2.400.519.4763	62	72	0,14	62	72	0,14
Spd_RF2.400.549.4771	48	62	0,23	48	64	0,25
Spd_RF2.400.549.4779	47	61	0,23	47	61	0,23
Spd_RF2.400.549.4787	49	59	0,17	49	59	0,17
Spd_RF2.400.549.4795	45	62	0,27	45	62	0,27
Spd_RF2.400.549.4803	52	64	0,19	52	64	0,19
Spd_RF2.450.482.4811	120	128	0,06	120	127	0,06
Spd_RF2.450.482.4819	120	128	0,06	120	128	0,06
Spd_RF2.450.482.4827	119	130	0,08	119	130	0,08

Table 3 continued from previous page

	MS-Preprocessamento-Var			MS-Preprocessamento-Fixo		
	LB	UB	Gap	LB	UB	Gap
Spd_RF2.450.482.4835	118	129	0,09	118	130	0,09
Spd_RF2.450.482.4843	121	128	0,05	121	128	0,05
Spd_RF2.450.515.4851	99	110	0,10	99	110	0,10
Spd_RF2.450.515.4859	100	113	0,12	100	114	0,12
Spd_RF2.450.515.4867	98	111	0,12	98	111	0,12
Spd_RF2.450.515.4875	100	112	0,11	100	112	0,11
Spd_RF2.450.515.4883	96	110	0,13	96	110	0,13
Spd_RF2.450.548.4891	85	94	0,10	85	94	0,10
Spd_RF2.450.548.4899	81	94	0,14	81	95	0,15
Spd_RF2.450.548.4907	78	94	0,17	78	94	0,17
Spd_RF2.450.548.4915	77	95	0,19	77	95	0,19
Spd_RF2.450.548.4923	82	98	0,16	82	98	0,16
Spd_RF2.450.581.4931	69	81	0,15	69	81	0,15
Spd_RF2.450.581.4939	67	83	0,19	67	83	0,19
Spd_RF2.450.581.4947	67	86	0,22	67	86	0,22
Spd_RF2.450.581.4955	65	85	0,24	65	85	0,24
Spd_RF2.450.581.4963	68	83	0,18	68	84	0,19
Spd_RF2.450.614.4971	54	72	0,25	54	73	0,26
Spd_RF2.450.614.4979	54	73	0,26	54	73	0,26
Spd_RF2.450.614.4987	54	74	0,27	54	75	0,28
Spd_RF2.450.614.4995	58	73	0,21	58	73	0,21
Spd_RF2.450.614.5003	53	77	0,31	53	78	0,32
Spd_RF2.500.534.5011	135	143	0,06	135	143	0,06
Spd_RF2.500.534.5019	134	144	0,07	134	145	0,08
Spd_RF2.500.534.5027	137	142	0,04	137	142	0,04
Spd_RF2.500.534.5035	139	146	0,05	139	146	0,05
Spd_RF2.500.534.5043	135	142	0,05	135	142	0,05
Spd_RF2.500.568.5051	113	123	0,08	113	123	0,08
Spd_RF2.500.568.5059	110	124	0,11	110	124	0,11
Spd_RF2.500.568.5067	112	128	0,13	112	129	0,13
Spd_RF2.500.568.5075	115	125	0,08	115	125	0,08
Spd_RF2.500.568.5083	115	125	0,08	115	124	0,07
Spd_RF2.500.603.5091	98	115	0,15	98	115	0,15
Spd_RF2.500.603.5099	96	109	0,12	96	108	0,11
Spd_RF2.500.603.5107	96	111	0,14	96	112	0,14
Spd_RF2.500.603.5115	95	111	0,14	95	111	0,14
Spd_RF2.500.603.5123	90	107	0,16	90	107	0,16
Spd_RF2.500.637.5131	85	99	0,14	85	99	0,14
Spd_RF2.500.637.5139	82	98	0,16	82	98	0,16
Spd_RF2.500.637.5147	81	96	0,16	81	95	0,15
Spd_RF2.500.637.5155	74	93	0,20	73	94	0,22
Spd_RF2.500.637.5163	76	92	0,17	76	92	0,17
Spd_RF2.500.672.5171	68	90	0,24	68	90	0,24
Spd_RF2.500.672.5179	63	85	0,26	63	87	0,28
Spd_RF2.500.672.5187	58	79	0,27	58	80	0,28
Spd_RF2.500.672.5195	67	87	0,23	66	88	0,25
Spd_RF2.500.672.5203	65	86	0,24	65	86	0,24

Tabela 4: Comparação entre ganho de qualidade com acréscimo do tempo de execução

Instância	MS-Preprocessamento-10			MS-Preprocessamento-5		
	LB	UB	Gap	LB	UB	Gap
Spd_RF2.20.27.211	1	1	0,00	1	1	0,00
Spd_RF2.20.27.219	2	2	0,00	2	2	0,00
Spd_RF2.20.27.227	2	2	0,00	2	2	0,00
Spd_RF2.20.27.235	3	3	0,00	3	3	0,00
Spd_RF2.20.27.243	4	4	0,00	4	4	0,00
Spd_RF2.20.34.251	1	1	0,00	1	1	0,00
Spd_RF2.20.34.259	1	1	0,00	1	1	0,00
Spd_RF2.20.34.267	1	1	0,00	1	1	0,00
Spd_RF2.20.34.275	1	1	0,00	1	2	0,50
Spd_RF2.20.34.283	1	1	0,00	1	2	0,50
Spd_RF2.20.42.291	1	1	0,00	1	1	0,00
Spd_RF2.20.42.299	0	0	0,00	0	1	1,00
Spd_RF2.20.42.307	0	0	0,00	0	1	1,00
Spd_RF2.20.42.315	0	0	0,00	0	1	1,00
Spd_RF2.20.42.323	0	0	0,00	0	0	0,00
Spd_RF2.20.49.331	0	1	1,00	0	1	1,00
Spd_RF2.20.49.339	0	1	1,00	0	1	1,00
Spd_RF2.20.49.347	0	1	1,00	0	1	1,00
Spd_RF2.20.49.355	0	1	1,00	0	1	1,00
Spd_RF2.20.49.363	0	1	1,00	0	1	1,00
Spd_RF2.20.57.371	0	1	1,00	0	1	1,00
Spd_RF2.20.57.379	0	1	1,00	0	1	1,00
Spd_RF2.20.57.387	0	1	1,00	0	1	1,00
Spd_RF2.20.57.395	0	1	1,00	0	1	1,00
Spd_RF2.20.57.403	0	1	1,00	0	1	1,00
Spd_RF2.40.50.611	8	8	0,00	8	8	0,00
Spd_RF2.40.50.619	7	7	0,00	7	7	0,00
Spd_RF2.40.50.627	7	7	0,00	7	7	0,00
Spd_RF2.40.50.635	7	7	0,00	7	7	0,00
Spd_RF2.40.50.643	5	6	0,17	5	7	0,29
Spd_RF2.40.60.651	2	3	0,33	2	3	0,33
Spd_RF2.40.60.659	2	4	0,50	2	4	0,50
Spd_RF2.40.60.667	4	4	0,00	4	4	0,00
Spd_RF2.40.60.675	2	3	0,33	2	3	0,33
Spd_RF2.40.60.683	4	4	0,00	4	4	0,00
Spd_RF2.40.71.691	1	1	0,00	1	2	0,50
Spd_RF2.40.71.699	2	3	0,33	2	4	0,50
Spd_RF2.40.71.707	2	2	0,00	2	2	0,00
Spd_RF2.40.71.715	2	3	0,33	2	3	0,33
Spd_RF2.40.71.723	1	1	0,00	1	1	0,00
Spd_RF2.40.81.731	0	1	1,00	0	1	1,00
Spd_RF2.40.81.739	1	2	0,50	1	2	0,50
Spd_RF2.40.81.747	1	2	0,50	1	2	0,50
Spd_RF2.40.81.755	1	1	0,00	1	1	0,00

Table 4 continued from previous page

	MS-Preprocessamento-10			MS-Preprocessamento-5		
Spd_RF2.40.81.763	1	1	0,00	1	1	0,00
Spd_RF2.40.92.771	1	2	0,50	1	2	0,50
Spd_RF2.40.92.779	0	1	1,00	0	1	1,00
Spd_RF2.40.92.787	1	2	0,50	1	2	0,50
Spd_RF2.40.92.795	0	4	1,00	0	3	1,00
Spd_RF2.40.92.803	1	2	0,50	1	2	0,50
Spd_RF2.60.71.1011	10	11	0,09	10	11	0,09
Spd_RF2.60.71.1019	13	14	0,07	13	14	0,07
Spd_RF2.60.71.1027	11	13	0,15	11	13	0,15
Spd_RF2.60.71.1035	10	12	0,17	10	13	0,23
Spd_RF2.60.71.1043	15	15	0,00	15	15	0,00
Spd_RF2.60.83.1051	6	8	0,25	6	8	0,25
Spd_RF2.60.83.1059	6	7	0,14	6	7	0,14
Spd_RF2.60.83.1067	7	8	0,13	7	9	0,22
Spd_RF2.60.83.1075	9	10	0,10	9	10	0,10
Spd_RF2.60.83.1083	7	7	0,00	7	9	0,22
Spd_RF2.60.95.1091	4	7	0,43	4	7	0,43
Spd_RF2.60.95.1099	4	6	0,33	4	6	0,33
Spd_RF2.60.95.1107	2	3	0,33	2	4	0,50
Spd_RF2.60.95.1115	6	7	0,14	6	7	0,14
Spd_RF2.60.95.1123	3	5	0,40	3	5	0,40
Spd_RF2.60.107.1131	2	4	0,50	2	4	0,50
Spd_RF2.60.107.1139	3	5	0,40	3	5	0,40
Spd_RF2.60.107.1147	2	3	0,33	2	3	0,33
Spd_RF2.60.107.1155	3	5	0,40	3	5	0,40
Spd_RF2.60.107.1163	2	5	0,60	2	6	0,67
Spd_RF2.60.119.1171	1	6	0,83	1	5	0,80
Spd_RF2.60.119.1179	1	5	0,80	1	4	0,75
Spd_RF2.60.119.1187	1	2	0,50	1	3	0,67
Spd_RF2.60.119.1195	1	5	0,80	1	4	0,75
Spd_RF2.60.119.1203	1	2	0,50	1	3	0,67
Spd_RF2.80.93.1411	15	17	0,12	15	17	0,12
Spd_RF2.80.93.1419	14	16	0,13	14	17	0,18
Spd_RF2.80.93.1427	17	17	0,00	17	17	0,00
Spd_RF2.80.93.1435	14	16	0,13	14	17	0,18
Spd_RF2.80.93.1443	14	17	0,18	14	18	0,22
Spd_RF2.80.106.1451	8	11	0,27	8	12	0,33
Spd_RF2.80.106.1459	11	11	0,00	11	12	0,08
Spd_RF2.80.106.1467	10	13	0,23	10	14	0,29
Spd_RF2.80.106.1475	11	11	0,00	11	11	0,00
Spd_RF2.80.106.1483	10	12	0,17	10	12	0,17
Spd_RF2.80.120.1491	6	9	0,33	6	9	0,33
Spd_RF2.80.120.1499	6	10	0,40	6	10	0,40
Spd_RF2.80.120.1507	6	8	0,25	6	8	0,25
Spd_RF2.80.120.1515	7	11	0,36	7	11	0,36
Spd_RF2.80.120.1523	8	12	0,33	8	12	0,33
Spd_RF2.80.133.1531	3	7	0,57	3	7	0,57
Spd_RF2.80.133.1539	4	7	0,43	4	7	0,43
Spd_RF2.80.133.1547	3	5	0,40	3	5	0,40
Spd_RF2.80.133.1555	4	5	0,20	4	5	0,20
Spd_RF2.80.133.1563	6	8	0,25	6	8	0,25
Spd_RF2.80.147.1571	2	3	0,33	2	4	0,50
Spd_RF2.80.147.1579	4	5	0,20	4	5	0,20
Spd_RF2.80.147.1587	2	6	0,67	2	6	0,67
Spd_RF2.80.147.1595	3	4	0,25	3	4	0,25
Spd_RF2.80.147.1603	2	6	0,67	2	5	0,60
Spd_RF2.100.114.1811	24	26	0,08	24	26	0,08
Spd_RF2.100.114.1819	22	24	0,08	22	24	0,08
Spd_RF2.100.114.1827	22	23	0,04	22	23	0,04
Spd_RF2.100.114.1835	22	23	0,04	22	23	0,04
Spd_RF2.100.114.1843	20	24	0,17	20	26	0,23
Spd_RF2.100.129.1851	15	19	0,21	15	19	0,21
Spd_RF2.100.129.1859	13	18	0,28	13	18	0,28
Spd_RF2.100.129.1867	14	17	0,18	14	18	0,22
Spd_RF2.100.129.1875	14	17	0,18	14	17	0,18
Spd_RF2.100.129.1883	14	15	0,07	14	17	0,18
Spd_RF2.100.144.1891	10	14	0,29	10	14	0,29
Spd_RF2.100.144.1899	9	12	0,25	9	12	0,25
Spd_RF2.100.144.1907	12	15	0,20	12	15	0,20
Spd_RF2.100.144.1915	6	11	0,45	6	11	0,45
Spd_RF2.100.144.1923	11	15	0,27	11	15	0,27
Spd_RF2.100.159.1931	6	10	0,40	6	10	0,40
Spd_RF2.100.159.1939	6	12	0,50	6	11	0,45
Spd_RF2.100.159.1947	5	8	0,38	5	8	0,38
Spd_RF2.100.159.1955	6	8	0,25	6	8	0,25
Spd_RF2.100.159.1963	8	11	0,27	8	12	0,33
Spd_RF2.100.174.1971	6	7	0,14	6	7	0,14
Spd_RF2.100.174.1979	4	10	0,60	4	10	0,60
Spd_RF2.100.174.1987	7	11	0,36	7	11	0,36
Spd_RF2.100.174.1995	5	7	0,29	5	7	0,29
Spd_RF2.100.174.2003	3	6	0,50	3	6	0,50
Spd_RF2.120.136.2211	29	30	0,03	29	30	0,03
Spd_RF2.120.136.2219	27	29	0,07	27	29	0,07
Spd_RF2.120.136.2227	26	29	0,10	26	30	0,13
Spd_RF2.120.136.2235	28	29	0,03	28	29	0,03
Spd_RF2.120.136.2243	27	30	0,10	27	31	0,13
Spd_RF2.120.152.2251	19	21	0,10	19	21	0,10
Spd_RF2.120.152.2259	19	22	0,14	19	23	0,17
Spd_RF2.120.152.2267	20	23	0,13	20	23	0,13
Spd_RF2.120.152.2275	18	21	0,14	18	22	0,18
Spd_RF2.120.152.2283	22	23	0,04	22	24	0,08
Spd_RF2.120.169.2291	14	17	0,18	14	17	0,18
Spd_RF2.120.169.2299	14	17	0,18	14	17	0,18
Spd_RF2.120.169.2307	10	16	0,38	10	16	0,38
Spd_RF2.120.169.2315	13	18	0,28	13	19	0,32
Spd_RF2.120.169.2323	15	17	0,12	15	17	0,12
Spd_RF2.120.185.2331	7	15	0,53	7	15	0,53
Spd_RF2.120.185.2339	10	15	0,33	10	15	0,33

Table 4 continued from previous page

	MS-Preprocessamento-10			MS-Preprocessamento-5		
Spd_RF2_120.185.2347	9	13	0,31	9	13	0,31
Spd_RF2_120.185.2355	7	12	0,42	7	12	0,42
Spd_RF2_120.185.2363	11	13	0,15	11	13	0,15
Spd_RF2_120.202.2371	5	9	0,44	5	9	0,44
Spd_RF2_120.202.2379	8	15	0,47	8	15	0,47
Spd_RF2_120.202.2387	7	9	0,22	7	9	0,22
Spd_RF2_120.202.2395	5	9	0,44	5	9	0,44
Spd_RF2_120.202.2403	7	11	0,36	7	11	0,36
Spd_RF2_140.157.2611	31	35	0,11	31	36	0,14
Spd_RF2_140.157.2619	33	35	0,06	33	35	0,06
Spd_RF2_140.157.2627	31	36	0,14	31	36	0,14
Spd_RF2_140.157.2635	31	35	0,11	31	35	0,11
Spd_RF2_140.157.2643	30	33	0,09	30	35	0,14
Spd_RF2_140.175.2651	20	24	0,17	20	26	0,23
Spd_RF2_140.175.2659	24	27	0,11	24	27	0,11
Spd_RF2_140.175.2667	22	26	0,15	22	26	0,15
Spd_RF2_140.175.2675	23	25	0,08	23	25	0,08
Spd_RF2_140.175.2683	24	28	0,14	24	28	0,14
Spd_RF2_140.193.2691	16	19	0,16	16	18	0,11
Spd_RF2_140.193.2699	13	20	0,35	13	21	0,38
Spd_RF2_140.193.2707	17	20	0,15	17	21	0,19
Spd_RF2_140.193.2715	15	22	0,32	15	23	0,35
Spd_RF2_140.193.2723	13	20	0,35	13	20	0,35
Spd_RF2_140.211.2731	12	15	0,20	12	15	0,20
Spd_RF2_140.211.2739	13	21	0,38	13	21	0,38
Spd_RF2_140.211.2747	12	16	0,25	12	17	0,29
Spd_RF2_140.211.2755	13	15	0,13	13	15	0,13
Spd_RF2_140.211.2763	12	18	0,33	12	18	0,33
Spd_RF2_140.229.2771	7	11	0,36	7	11	0,36
Spd_RF2_140.229.2779	6	14	0,57	6	14	0,57
Spd_RF2_140.229.2787	7	15	0,53	7	14	0,50
Spd_RF2_140.229.2795	10	12	0,17	10	12	0,17
Spd_RF2_140.229.2803	8	13	0,38	8	13	0,38
Spd_RF2_160.179.3011	37	39	0,05	37	40	0,08
Spd_RF2_160.179.3019	37	40	0,08	37	39	0,05
Spd_RF2_160.179.3027	37	42	0,12	37	42	0,12
Spd_RF2_160.179.3035	37	40	0,08	37	41	0,10
Spd_RF2_160.179.3043	38	40	0,05	38	40	0,05
Spd_RF2_160.198.3051	30	32	0,06	30	32	0,06
Spd_RF2_160.198.3059	25	31	0,19	25	33	0,24
Spd_RF2_160.198.3067	29	33	0,12	29	33	0,12
Spd_RF2_160.198.3075	26	32	0,19	26	32	0,19
Spd_RF2_160.198.3083	28	34	0,18	28	34	0,18
Spd_RF2_160.218.3091	19	25	0,24	19	25	0,24
Spd_RF2_160.218.3099	22	27	0,19	22	28	0,21
Spd_RF2_160.218.3107	17	22	0,23	17	22	0,23
Spd_RF2_160.218.3115	21	25	0,16	21	25	0,16
Spd_RF2_160.218.3123	20	25	0,20	20	25	0,20
Spd_RF2_160.237.3131	17	22	0,23	17	22	0,23
Spd_RF2_160.237.3139	13	19	0,32	13	19	0,32
Spd_RF2_160.237.3147	11	22	0,50	11	21	0,48
Spd_RF2_160.237.3155	13	21	0,38	13	21	0,38
Spd_RF2_160.237.3163	16	19	0,16	16	19	0,16
Spd_RF2_160.257.3171	12	17	0,29	12	17	0,29
Spd_RF2_160.257.3179	11	16	0,31	11	15	0,27
Spd_RF2_160.257.3187	7	16	0,56	7	18	0,61
Spd_RF2_160.257.3195	9	17	0,47	9	16	0,44
Spd_RF2_160.257.3203	10	14	0,29	10	14	0,29
Spd_RF2_180.200.3411	45	47	0,04	45	47	0,04
Spd_RF2_180.200.3419	44	48	0,08	44	48	0,08
Spd_RF2_180.200.3427	43	47	0,09	43	49	0,12
Spd_RF2_180.200.3435	44	46	0,04	44	46	0,04
Spd_RF2_180.200.3443	40	45	0,11	40	46	0,13
Spd_RF2_180.221.3451	29	34	0,15	29	36	0,19
Spd_RF2_180.221.3459	29	39	0,26	29	39	0,26
Spd_RF2_180.221.3467	31	34	0,09	31	34	0,09
Spd_RF2_180.221.3475	29	36	0,19	29	38	0,24
Spd_RF2_180.221.3483	35	38	0,08	35	40	0,13
Spd_RF2_180.242.3491	21	26	0,19	21	26	0,19
Spd_RF2_180.242.3499	22	29	0,24	22	29	0,24
Spd_RF2_180.242.3507	21	27	0,22	21	27	0,22
Spd_RF2_180.242.3515	22	28	0,21	22	29	0,24
Spd_RF2_180.242.3523	20	26	0,23	20	27	0,26
Spd_RF2_180.263.3531	13	23	0,43	13	23	0,43
Spd_RF2_180.263.3539	18	22	0,18	18	22	0,18
Spd_RF2_180.263.3547	17	22	0,23	17	22	0,23
Spd_RF2_180.263.3555	17	24	0,29	17	24	0,29
Spd_RF2_180.263.3563	18	24	0,25	18	24	0,25
Spd_RF2_180.284.3571	11	19	0,42	11	19	0,42
Spd_RF2_180.284.3579	12	21	0,43	12	21	0,43
Spd_RF2_180.284.3587	9	22	0,59	8	21	0,62
Spd_RF2_180.284.3595	16	23	0,30	16	23	0,30
Spd_RF2_180.284.3603	18	23	0,22	18	23	0,22
Spd_RF2_200.222.3811	49	51	0,04	49	51	0,04
Spd_RF2_200.222.3819	48	50	0,04	48	50	0,04
Spd_RF2_200.222.3827	47	51	0,08	47	52	0,10
Spd_RF2_200.222.3835	47	51	0,08	47	51	0,08
Spd_RF2_200.222.3843	48	51	0,06	48	52	0,08
Spd_RF2_200.244.3851	37	42	0,12	37	42	0,12
Spd_RF2_200.244.3859	39	43	0,09	39	43	0,09
Spd_RF2_200.244.3867	35	39	0,10	35	39	0,10
Spd_RF2_200.244.3875	33	39	0,15	33	40	0,18
Spd_RF2_200.244.3883	33	40	0,18	33	40	0,18
Spd_RF2_200.267.3891	26	33	0,21	26	34	0,24
Spd_RF2_200.267.3899	25	32	0,22	25	32	0,22
Spd_RF2_200.267.3907	28	33	0,15	28	32	0,13
Spd_RF2_200.267.3915	28	32	0,13	28	32	0,13
Spd_RF2_200.267.3923	27	32	0,16	27	32	0,16

Table 4 continued from previous page

	MS-Preprocessamento-10			MS-Preprocessamento-5		
Spd_RF2_200.289.3931	18	25	0,28	18	25	0,28
Spd_RF2_200.289.3939	19	29	0,34	19	29	0,34
Spd_RF2_200.289.3947	19	28	0,32	19	28	0,32
Spd_RF2_200.289.3955	21	29	0,28	21	29	0,28
Spd_RF2_200.289.3963	20	29	0,31	20	29	0,31
Spd_RF2_200.312.3971	14	22	0,36	14	23	0,39
Spd_RF2_200.312.3979	12	18	0,33	12	18	0,33
Spd_RF2_200.312.3987	17	22	0,23	17	22	0,23
Spd_RF2_200.312.3995	13	23	0,43	13	23	0,43
Spd_RF2_200.312.4003	16	25	0,36	16	25	0,36
Spd_RF2_250.273.4011	64	67	0,04	64	67	0,04
Spd_RF2_250.273.4019	62	65	0,05	62	66	0,06
Spd_RF2_250.273.4027	62	67	0,07	62	67	0,07
Spd_RF2_250.273.4035	62	67	0,07	62	68	0,09
Spd_RF2_250.273.4043	64	67	0,04	64	67	0,04
Spd_RF2_250.297.4051	46	54	0,15	46	54	0,15
Spd_RF2_250.297.4059	50	58	0,14	50	58	0,14
Spd_RF2_250.297.4067	46	53	0,13	46	53	0,13
Spd_RF2_250.297.4075	49	57	0,14	49	58	0,16
Spd_RF2_250.297.4083	47	54	0,13	47	54	0,13
Spd_RF2_250.321.4091	39	48	0,19	39	48	0,19
Spd_RF2_250.321.4099	37	45	0,18	37	46	0,20
Spd_RF2_250.321.4107	35	45	0,22	35	45	0,22
Spd_RF2_250.321.4115	39	46	0,15	39	46	0,15
Spd_RF2_250.321.4123	41	46	0,11	41	46	0,11
Spd_RF2_250.345.4131	27	33	0,18	27	34	0,21
Spd_RF2_250.345.4139	31	41	0,24	31	41	0,24
Spd_RF2_250.345.4147	29	40	0,28	29	39	0,26
Spd_RF2_250.345.4155	26	40	0,35	26	39	0,33
Spd_RF2_250.345.4163	31	36	0,14	31	36	0,14
Spd_RF2_250.369.4171	23	30	0,23	23	31	0,26
Spd_RF2_250.369.4179	18	32	0,44	18	32	0,44
Spd_RF2_250.369.4187	22	28	0,21	22	28	0,21
Spd_RF2_250.369.4195	22	33	0,33	22	33	0,33
Spd_RF2_250.369.4203	20	29	0,31	20	29	0,31
Spd_RF2_300.326.4211	77	81	0,05	77	81	0,05
Spd_RF2_300.326.4219	76	81	0,06	76	81	0,06
Spd_RF2_300.326.4227	77	82	0,06	77	83	0,07
Spd_RF2_300.326.4235	77	82	0,06	77	82	0,06
Spd_RF2_300.326.4243	77	82	0,06	77	83	0,07
Spd_RF2_300.353.4251	64	69	0,07	64	69	0,07
Spd_RF2_300.353.4259	62	68	0,09	62	68	0,09
Spd_RF2_300.353.4267	63	72	0,13	63	72	0,13
Spd_RF2_300.353.4275	62	70	0,11	62	70	0,11
Spd_RF2_300.353.4283	61	71	0,14	61	71	0,14
Spd_RF2_300.380.4291	52	61	0,15	52	61	0,15
Spd_RF2_300.380.4299	49	59	0,17	49	59	0,17
Spd_RF2_300.380.4307	47	56	0,16	47	56	0,16
Spd_RF2_300.380.4315	43	55	0,22	43	55	0,22
Spd_RF2_300.380.4323	49	57	0,14	49	57	0,14
Spd_RF2_300.407.4331	43	50	0,14	43	51	0,16
Spd_RF2_300.407.4339	41	51	0,20	41	51	0,20
Spd_RF2_300.407.4347	39	49	0,20	39	49	0,20
Spd_RF2_300.407.4355	37	48	0,23	37	49	0,24
Spd_RF2_300.407.4363	38	50	0,24	38	51	0,25
Spd_RF2_300.434.4371	28	41	0,32	28	41	0,32
Spd_RF2_300.434.4379	31	37	0,16	31	37	0,16
Spd_RF2_300.434.4387	29	42	0,31	29	43	0,33
Spd_RF2_300.434.4395	32	42	0,24	32	44	0,27
Spd_RF2_300.434.4403	33	44	0,25	33	44	0,25
Spd_RF2_350.378.4411	90	97	0,07	90	97	0,07
Spd_RF2_350.378.4419	88	95	0,07	88	95	0,07
Spd_RF2_350.378.4427	91	97	0,06	91	97	0,06
Spd_RF2_350.378.4435	90	94	0,04	90	95	0,05
Spd_RF2_350.378.4443	88	96	0,08	88	96	0,08
Spd_RF2_350.406.4451	76	83	0,08	76	84	0,10
Spd_RF2_350.406.4459	73	83	0,12	73	83	0,12
Spd_RF2_350.406.4467	75	84	0,11	75	84	0,11
Spd_RF2_350.406.4475	71	83	0,14	71	83	0,14
Spd_RF2_350.406.4483	70	84	0,17	70	85	0,18
Spd_RF2_350.435.4491	57	67	0,15	57	67	0,15
Spd_RF2_350.435.4499	53	71	0,25	53	71	0,25
Spd_RF2_350.435.4507	56	68	0,18	56	68	0,18
Spd_RF2_350.435.4515	62	71	0,13	62	71	0,13
Spd_RF2_350.435.4523	57	71	0,20	57	71	0,20
Spd_RF2_350.463.4531	52	63	0,17	52	63	0,17
Spd_RF2_350.463.4539	48	62	0,23	48	61	0,21
Spd_RF2_350.463.4547	44	63	0,30	44	64	0,31
Spd_RF2_350.463.4555	45	58	0,22	45	58	0,22
Spd_RF2_350.463.4563	45	62	0,27	45	61	0,26
Spd_RF2_350.492.4571	38	49	0,22	38	49	0,22
Spd_RF2_350.492.4579	40	56	0,29	40	56	0,29
Spd_RF2_350.492.4587	33	49	0,33	33	49	0,33
Spd_RF2_350.492.4595	33	48	0,31	33	48	0,31
Spd_RF2_350.492.4603	38	57	0,33	38	57	0,33
Spd_RF2_400.429.4611	108	113	0,04	108	112	0,04
Spd_RF2_400.429.4619	106	113	0,06	106	113	0,06
Spd_RF2_400.429.4627	108	113	0,04	108	113	0,04
Spd_RF2_400.429.4635	102	112	0,09	102	112	0,09
Spd_RF2_400.429.4643	108	114	0,05	108	115	0,06
Spd_RF2_400.459.4651	87	98	0,11	87	98	0,11
Spd_RF2_400.459.4659	84	95	0,12	84	95	0,12
Spd_RF2_400.459.4667	83	101	0,18	83	102	0,19
Spd_RF2_400.459.4675	88	99	0,11	88	99	0,11
Spd_RF2_400.459.4683	85	97	0,12	85	97	0,12
Spd_RF2_400.489.4691	67	81	0,17	67	82	0,18
Spd_RF2_400.489.4699	71	85	0,16	71	85	0,16
Spd_RF2_400.489.4707	70	85	0,18	70	84	0,17

Table 4 continued from previous page

	MS-Preprocessamento-10			MS-Preprocessamento-5		
Spd_RF2_400.489.4715	69	82	0,16	69	82	0,16
Spd_RF2_400.489.4723	71	86	0,17	71	86	0,17
Spd_RF2_400.519.4731	59	76	0,22	59	76	0,22
Spd_RF2_400.519.4739	55	73	0,25	55	73	0,25
Spd_RF2_400.519.4747	59	75	0,21	59	75	0,21
Spd_RF2_400.519.4755	57	76	0,25	57	75	0,24
Spd_RF2_400.519.4763	62	72	0,14	62	72	0,14
Spd_RF2_400.549.4771	48	62	0,23	48	64	0,25
Spd_RF2_400.549.4779	47	61	0,23	47	61	0,23
Spd_RF2_400.549.4787	49	59	0,17	49	59	0,17
Spd_RF2_400.549.4795	45	62	0,27	45	62	0,27
Spd_RF2_400.549.4803	52	64	0,19	52	64	0,19
Spd_RF2_450.482.4811	120	128	0,06	120	127	0,06
Spd_RF2_450.482.4819	120	128	0,06	120	128	0,06
Spd_RF2_450.482.4827	119	130	0,08	119	130	0,08
Spd_RF2_450.482.4835	118	129	0,09	118	130	0,09
Spd_RF2_450.482.4843	121	128	0,05	121	128	0,05
Spd_RF2_450.515.4851	99	110	0,10	99	110	0,10
Spd_RF2_450.515.4859	100	113	0,12	100	114	0,12
Spd_RF2_450.515.4867	98	111	0,12	98	111	0,12
Spd_RF2_450.515.4875	100	112	0,11	100	112	0,11
Spd_RF2_450.515.4883	96	110	0,13	96	110	0,13
Spd_RF2_450.548.4891	85	94	0,10	85	94	0,10
Spd_RF2_450.548.4899	81	94	0,14	81	95	0,15
Spd_RF2_450.548.4907	78	94	0,17	78	94	0,17
Spd_RF2_450.548.4915	77	95	0,19	77	95	0,19
Spd_RF2_450.548.4923	82	98	0,16	82	98	0,16
Spd_RF2_450.581.4931	69	81	0,15	69	81	0,15
Spd_RF2_450.581.4939	67	83	0,19	67	83	0,19
Spd_RF2_450.581.4947	67	86	0,22	67	86	0,22
Spd_RF2_450.581.4955	65	85	0,24	65	85	0,24
Spd_RF2_450.581.4963	68	83	0,18	68	84	0,19
Spd_RF2_450.614.4971	54	72	0,25	54	73	0,26
Spd_RF2_450.614.4979	54	73	0,26	54	73	0,26
Spd_RF2_450.614.4987	54	74	0,27	54	75	0,28
Spd_RF2_450.614.4995	58	73	0,21	58	73	0,21
Spd_RF2_450.614.5003	53	77	0,31	53	78	0,32
Spd_RF2_500.534.5011	135	143	0,06	135	143	0,06
Spd_RF2_500.534.5019	134	144	0,07	134	145	0,08
Spd_RF2_500.534.5027	137	142	0,04	137	142	0,04
Spd_RF2_500.534.5035	139	146	0,05	139	146	0,05
Spd_RF2_500.534.5043	135	142	0,05	135	142	0,05
Spd_RF2_500.568.5051	113	123	0,08	113	123	0,08
Spd_RF2_500.568.5059	110	124	0,11	110	124	0,11
Spd_RF2_500.568.5067	112	128	0,13	112	129	0,13
Spd_RF2_500.568.5075	115	125	0,08	115	125	0,08
Spd_RF2_500.568.5083	115	125	0,08	115	124	0,07
Spd_RF2_500.603.5091	98	115	0,15	98	115	0,15
Spd_RF2_500.603.5099	96	109	0,12	96	108	0,11
Spd_RF2_500.603.5107	96	111	0,14	96	112	0,14
Spd_RF2_500.603.5115	95	111	0,14	95	111	0,14
Spd_RF2_500.603.5123	90	107	0,16	90	107	0,16
Spd_RF2_500.637.5131	85	99	0,14	85	99	0,14
Spd_RF2_500.637.5139	82	98	0,16	82	98	0,16
Spd_RF2_500.637.5147	81	96	0,16	81	95	0,15
Spd_RF2_500.637.5155	73	93	0,22	73	94	0,22
Spd_RF2_500.637.5163	76	92	0,17	76	92	0,17
Spd_RF2_500.672.5171	68	90	0,24	68	90	0,24
Spd_RF2_500.672.5179	63	85	0,26	63	87	0,28
Spd_RF2_500.672.5187	58	79	0,27	58	80	0,28
Spd_RF2_500.672.5195	66	87	0,24	66	88	0,25
Spd_RF2_500.672.5203	65	86	0,24	65	86	0,24

Considerando os dados constantes na Tabela 1, percebe-se que o a versão do MS que utiliza as técnicas de preprocessamento obteve os melhores resultados. Os valores de limite superior obtidos por esse algoritmo foi maior ou igual aos demais em 386 de 400 instância de teste. Em segundo lugar ressaltamos a versão do MS que utiliza heurísticas, ela apresentou melhora em 33 instâncias se comparado com a versão do método de sub-gradiente que não utiliza heurísticas.

Para os limitante duais, Tabela 2, o algoritmo MS-Preprocessamento obteve melhores resultados em todas as 400 instâncias, sempre sendo maior ou igual aos demais. O mesmo algoritmo obteve gap's menores ou iguais as demais versões em 389, das 400 instâncias e também ocorreram 22, das 400 instâncias, onde o gap foi igual a 0, ou seja, é possível considerar o resultado obtido como ótimo. Utilizando estes dados nota-se a diferença de qualidade da solução quando o método consegue melhores valores de limitante dual (inferior), isso faz com que os multiplicadores sejam selecionados de maneira mais eficiente, o que produz limitantes primais (superiores) com uma qualidade maior também.

Os resultados que constam na Tabela 3 afirmam um ganho de desempenho com a utilização de um tamanho de passo que não seja fixo. Em 95 instâncias o gap do

MS-Preprocessamento-Var foi menor que a versão com passo fixo. Para 378, e 400 instâncias, o resultado obtido foi menor ou igual. Para demais casos, onde o a versão MS-Preprocessamento-Var teve um gap maior, o valor excedido não ultrapassou 0,03.

Na última Tabela, 4, apresentam dados para avaliar o ganho qualidade de resultados com o acréscimo de tempo para o método. Para 284, de 400 instâncias, o valor de gap foi igual. Apenas para 93 delas a utilização de 10 segundos de execução se mostrou mais proveitosa, uma vez que elas obtiveram um valor de gap menor que o mesmo algoritmo executando por 5 segundos. A melhora do limite superior aconteceu em 93 instâncias, enquanto apenas 1 instância apresentou melhoras no limitante dual com o acréscimo de tempo. Os ganhos não se fazem muito significativos pelo fato da quantidade de iterações realizadas, o problema primal pode ser resolvido em tempo muito baixo, fazendo com que para determinadas instâncias sejam computadas até centenas de milhares de iterações, sendo que boa parte dos limitantes só apresenta alterações até um determinado número de iterações, como ilustrado nos gráficos 1 e 2.

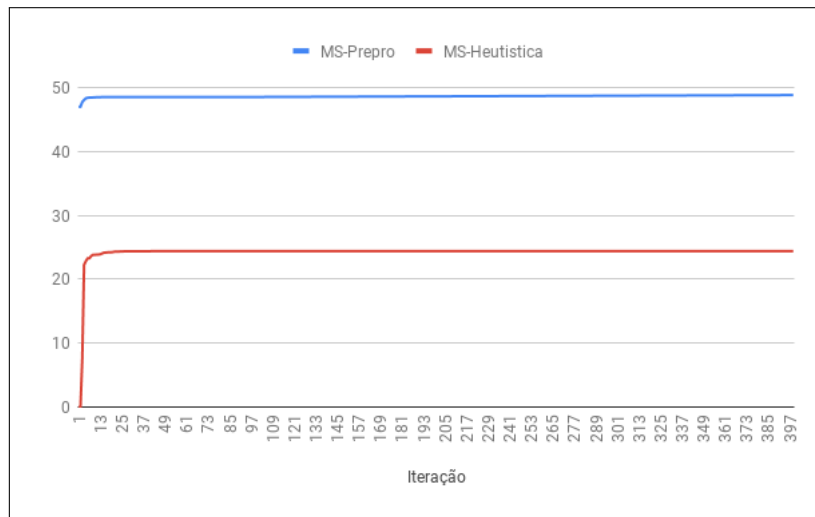


Figura 1: Comportamento do Limite Inferior - instância *Spd_RF2_200_222_3811*

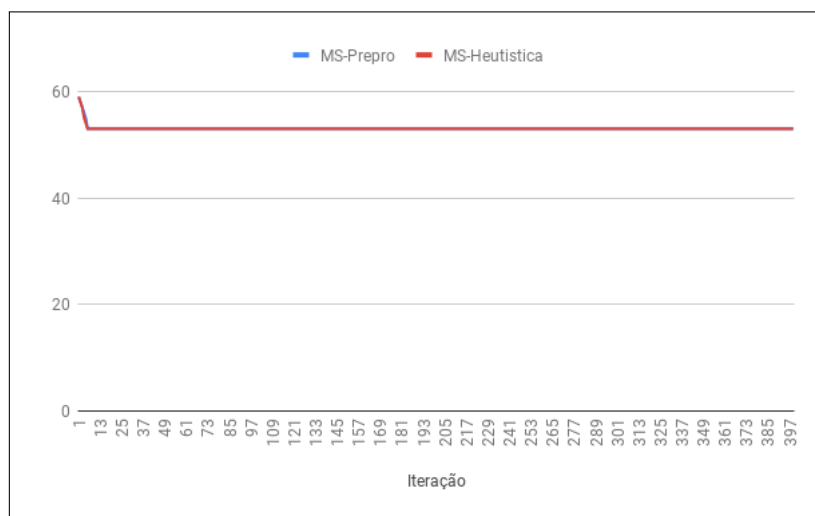


Figura 2: Comportamento do Limite Superior - instância *Spd_RF2_200_222_3811*

Como apresentado nas Figuras 1 e 2, é notória a diferença na obtenção de limitantes

duais se utilizarmos técnicas de preprocessamentos. Para a instância utilizada, selecionada de maneira aleatória, podemos perceber que não houve muita diferença na obtenção de limitantes primais, uma vez que ambos os algoritmos utilizam as heurísticas desenvolvidas. Para este caso também não foram necessárias muitas iterações para que os algoritmos deixassem de apresentar melhoras nos valores dos limitantes. Isso mostra que, uma vez que o problema primal lagrangiano pode ser resolvido em tempo muito baixo, vale mais a pena investir em heurísticas e técnicas para melhoria dos limitantes, inferiores e superiores, por mais que eles demandem um pouco mais de tempo de execução.

Referências

- [1] F. Carrabs, R. Cerulli, M. Gaudioso, and M. Gentili. Lower and upper bounds for the spanning tree with minimum branch vertices. *Computational Optimization and Applications*, 56(2):405–438, Oct 2013.
- [2] R. Cerulli, M. Gentili, and A. Iossa. Bounded-degree spanning tree problems: models and new algorithms. *Computational Optimization and Applications*, 42(3):353–370, Apr 2009.
- [3] T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, and C. Stein. *Introduction to Algorithms, Third Edition*. The MIT Press, 3rd edition, 2009.
- [4] J. Edmonds. Matroids and the greedy algorithm. *Mathematical Programming*, 1(1):127–136, Dec 1971.
- [5] L. Gargano, P. Hell, L. Stacho, and U. Vaccaro. Spanning trees with bounded number of branch vertices. In P. Widmayer, S. Eidenbenz, F. Triguero, R. Morales, R. Conejo, and M. Hennessy, editors, *Automata, Languages and Programming*, pages 355–365, Berlin, Heidelberg, 2002. Springer Berlin Heidelberg.
- [6] A. Marín. Exact and heuristic solutions for the minimum number of branch vertices spanning tree problem. *European Journal of Operational Research*, 245(3):680 – 689, 2015.
- [7] M. Merabet, J. Desai, and M. Molnar. A generalization of the minimum branch vertices spanning tree problem. In J. Lee, G. Rinaldi, and A. R. Mahjoub, editors, *Combinatorial Optimization*, pages 338–351, Cham, 2018. Springer International Publishing.