

Universidade Federal de Juiz de Fora
Faculdade de Engenharia
Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional

Ana Amélia de Souza Pereira

**Análise de objetivos e meta-heurísticas para problemas multiobjetivo de
sequenciamento da produção**

Juiz de Fora

2016

Ana Amélia de Souza Pereira

Análise de objetivos e meta-heurísticas para problemas multiobjetivo de
sequenciamento da produção

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional da Universidade Federal de Juiz de Fora, na área de concentração interdisciplinar, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Modelagem Computacional.

Orientador: Helio José Corrêa Barbosa

Coorientador: Heder Soares Bernardino

Juiz de Fora

2016

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Pereira, Ana Amélia de Souza.

Análise de objetivos e meta-heurísticas para problemas multiobjetivo de sequenciamento da produção / Ana Amélia de Souza Pereira. -- 2016.

224 f. : il.

Orientador: Helio José Corrêa Barbosa

Coorientador: Heder Soares Bernardino

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional, 2016.

1. Meta-heurística. 2. Sequenciamento da produção. 3. Presa Predador. 4. Otimização Multiobjetivo. I. Barbosa, Helio José Corrêa, orient. II. Bernardino, Heder Soares, coorient. III. Título.

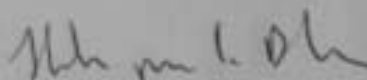
Ana Amélia de Souza Pereira

Análise de objetivos e meta-heurísticas para problemas multiobjetivo de sequenciamento da produção

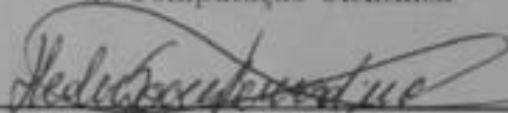
Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional da Universidade Federal de Juiz de Fora, na área de concentração interdisciplinar, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Modelagem Computacional.

Aprovada em 26 de Setembro de 2016:

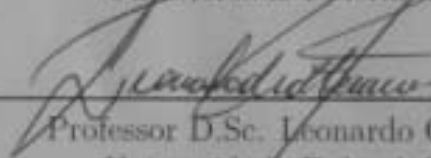
BANCA EXAMINADORA



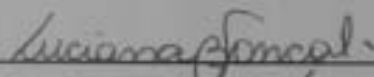
Professor D.Sc. Helio José Corrêa Barbosa - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora / Laboratório Nacional
de Computação Científica



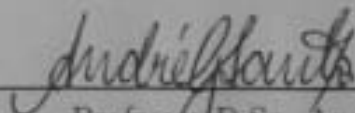
Professor D.Sc. Heder Soares Bernardino - Coorientador
Universidade Federal de Juiz de Fora



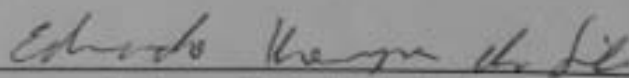
Professor D.Sc. Leonardo Goliatt da Fonseca
Universidade Federal de Juiz de Fora



Professora D.Sc. Luciana Brugiolo Gonçalves
Universidade Federal de Juiz de Fora



Professor D.Sc. André Gustavo dos Santos
Universidade Federal de Viçosa



Professor D.Sc. Eduardo Krempser da Silva
Fundação Oswaldo Cruz



Professor D.Sc. Sergio Ricardo de Souza
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

AGRADECIMENTOS

À DEUS pela força espiritual.

Meus pais, obrigado estarem sempre comigo.

Ao meu esposo Christien, por compreender os momentos de estudo extremo.

Aos meus orientadores, Prof. Helio e Prof. Heder, meu agradecimento por aceitarem este desafio, compartilharem seus conhecimentos e passarem muitos apertos comigo.

Aos meus amigos, que me apoiaram em momentos difíceis, e comemoraram comigo nas alegrias.

Aos amigos do Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional Lemão, Érica, Daniele Magalhães, Janaina, João Alves, Joventino, Ruy, Marcos, Carla, Gustavo, Sabrina, Evelyn, Lucas, Daniela Schimitz, Denis Vargas, Maicon, Jonathan, Anna Cláudia, Camila, Edson Bruno, Rafaela, Aldemon, Bruno, Michelli, Rafael Garcia, Fabrizzio e todos os outros que tive oportunidade de conhecer. A caminhada foi longa, mas com vocês este caminho foi mais tranquilo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional da UFJF, pela oportunidade oferecida.

Ao Vinicius Garcia que me salvou em um momento difícil.

À CAPES, à Universidade Federal de Juiz de Fora pelo apoio financeiro concebido.

Enfim, agradeço a todos que estiveram comigo nessa caminhada.

RESUMO

O sequenciamento da produção é um processo importante de tomada de decisão usado nas indústrias a fim de alocar tarefas aos recursos. Dada a relevância desse tipo de problema, a pesquisa em programação da produção faz-se necessária. Este trabalho envolve o processo de otimização nos seguintes problemas: máquina única, máquinas paralelas idênticas, máquinas paralelas idênticas com *release time*, máquinas paralelas não relacionadas com *setup time* dependente da sequência e das máquinas, e *flow shop* flexível com *setup time* dependente da sequência e dos estágios. Além disso, múltiplos e conflitantes objetivos devem ser otimizados ao mesmo tempo na programação de produção, e a literatura vem mostrando avanço nesse sentido. O presente trabalho analisa os objetivos comumente adotados e propõe um conjunto de pares de objetivos. Análise de correlação e árvore de agregação são utilizadas aqui para indicar as possibilidades de agregação entre os objetivos conflitantes. Meta-heurísticas são comumente adotadas para resolver os problemas de escalonamento abordados neste trabalho e duas delas, o *Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II* (NSGA-II) e a Presa Predador (PP), são aplicados aos problemas multiobjetivo propostos a fim de estudar suas adequações aos novos casos. O NSGA-II é um dos Algoritmos Genéticos mais utilizados em problemas de escalonamento. A PP é uma abordagem evolutiva recente para problemas de programação da produção, cada predador é responsável por tratar um único objetivo. Uma generalização para a técnica PP em que os predadores consideram de forma ponderada ambos os objetivos é também proposta. Adicionalmente, a influência da adoção de busca local sobre essas técnicas é analisada. Experimentos computacionais adotando hipervolume como métrica de desempenho foram conduzidos visando avaliar as técnicas computacionais consideradas neste trabalho e suas variantes.

Palavras-chave: Meta-heurística. Sequenciamento da produção. Presa Predador. Otimização Multiobjetivo.

ABSTRACT

The sequencing of the production is an important process in decision-making and it is used in industries in order to allocate tasks to resources. Given the relevance of this kind of problem, the research in production scheduling is necessary. This study involves the process of optimization in the following problems: single machines, parallel identical machines, parallel identical machines with *release time*, unrelated parallel machines with *setup time* dependent on the sequence and on the machines, and *flow shop* which is flexible with *setup time* dependent on the sequence and stages. Moreover, multiple and conflicting objectives must be optimized at the same time in production scheduling and the literature has been showing progress in this sense. The present study analyses the commonly adopted objectives and suggests a set of objective pairs. Correlation analysis and aggregation trees are used here to indicate possibilities of aggregation among the conflicting objectives. Metaheuristics are commonly used to solve the sequencing problems addressed in this study and two of them, the Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II (NSGA-II) and Predator-Prey(PP), are applied to the proposed multiobjective problems in order to study their adjustments to the new cases. The NSGA-II is one of the most used genetic algorithms in sequencing problems. The PP is a recent evolutionary approach to scheduling problems, where each Predator is responsible for dealing with just one objective. A generalization of the PP technique, in which Predators considered both objectives using weights, is also proposed. In addition, the influence of the adoption of local search on these techniques is analyzed. Computational experiments adopting the hypervolume as a performance measure were conducted aiming at evaluating the computational techniques considered in this study and their variants.

Key-words: Metaheuristics. Sequencing of the production. Predator-Prey. Multiobjective Optimization.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Diagrama de fluxo de informação de um sistema produtivo (Pinedo, 2012).	32
Figura 2 – Gráfico de Gantt orientado por máquinas (a) e orientado por tarefas (b). Adaptado de Brucker (2007).	36
Figura 3 – Mapeamento de uma solução do espaço de variáveis, para o espaço de objetivos	40
Figura 4 – Exemplo de distribuição das soluções na fronteira de Pareto (adaptado de Deb (2001)).	41
Figura 5 – Heurística construtiva NEH	43
Figura 6 – Gráfico de Gantt de uma solução para o problema de Máquina Única	47
Figura 7 – Gráfico de Gantt de uma solução para o problema de P_m	49
Figura 8 – Gráfico de Gantt de uma solução para o problema Máquina Paralela Idêntica com Release P_m	50
Figura 9 – Gráfico de Gantt de uma solução para o problema de R_m	52
Figura 10 – Gráfico de Gantt de uma solução para o problema de FF_k	55
Figura 11 – Interpretação do coeficiente de correlação de Pearson (Fávero e Fávero, 2015).	57
Figura 12 – Árvore de agregação, adaptado de Freitas <i>et al.</i> (2015).	58
Figura 13 – Conflitos no gráfico de coordenadas paralelas (de Freitas <i>et al.</i> , 2015).	60
Figura 14 – Correlação entre os objetivos selecionados para o problema de Máquina Única.	61
Figura 15 – Correlação negativa próxima de -1 entre os objetivos $\sum C_j \times \sum E_j$ para o problema de Máquina Única.	61
Figura 16 – Correlação negativa próxima de zero do problema de Máquina Única.	62
Figura 17 – Correlação positiva próxima de zero do problema de Máquina Única.	63
Figura 18 – Correlação positiva próxima de 1 do problema de Máquina Única.	64
Figura 19 – Correlação positiva perfeita entre os objetivos $T_{max} \times L_{max}$ para o problema de Máquina Única.	64
Figura 20 – Árvore de agregação dos objetivos do problema de Máquina Única.	66
Figura 21 – Coordenadas paralelas dos objetivos do problema de Máquina Única.	67
Figura 22 – Correlação entre os objetivos selecionados para o problema de máquinas paralelas idênticas, com $n = 50$ e $m = 8$	68
Figura 23 – Correlação negativa próxima de -1 para o problema $P_m d_j \sum C_j, \sum E_j$, com $n = 50$ e $m = 8$	68
Figura 24 – Correlação positiva próxima de zero do problema $P_m d_j \gamma_{1\dots 8}$, com $n = 50$ e $m = 8$	69
Figura 25 – Árvore de agregação dos objetivos do problema Máquina Paralela Idêntica.	71

Figura 26 – Coordenadas paralelas dos objetivos do problema Máquina Paralela Idêntica.	72
Figura 27 – Correlação negativa próxima de -1 do problema de Máquina Paralela Idêntica com <i>Release Time</i> , com $n = 50$ e $m = 12$	73
Figura 28 – Correlação entre os objetivos selecionados para o problema de Máquina Paralela Idêntica com <i>Release Time</i> , com $n = 50$ e $m = 12$	74
Figura 29 – Árvore de agregação dos objetivos do problema de Máquina Paralela Idêntica com <i>Release Time</i>	76
Figura 30 – Coordenadas paralelas dos objetivos do problema de Máquinas Paralelas Idênticas com <i>Release Time</i>	77
Figura 31 – Correlação negativa forte para o problema de Máquina Paralela não Relacionada, entre os objetivos $\sum C_j \times \sum E_j$, com $n = 100$ e $m = 8$	78
Figura 32 – Correlação entre os objetivos selecionados para o problema de Máquina Paralela não Relacionada, com $n = 100$ e $m = 8$	78
Figura 33 – Correlação negativa próxima de -1 para o problema de Máquina Paralela não Relacionada, entre os objetivos $\sum E_j \times C_{max}$, com $n = 100$ e $m = 8$	79
Figura 34 – Correlação negativa próxima de zero do problema para o prolema de máquinas paralelas não relacionadas, com $n = 100$ e $m = 8$	80
Figura 35 – Correlação negativa próxima de zero do problema $R_m d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{ijl} \gamma_1 \dots \gamma_{11}$, com $n = 100$ e $m = 8$ (continuação).	81
Figura 36 – Árvore de agregação dos objetivos do problema Máquinas Paralelas Não relacionadas.	83
Figura 37 – Coordenadas paralelas dos objetivos do problema de Máquinas Paralelas Não relacionadas	84
Figura 38 – Correlação negativa próxima de -1 entre os objetivos $\sum E_j \times \sum U_j$ do problema <i>Flow Shop</i> Flexível, com $n = 100$ e $k = 12$	85
Figura 39 – Correlação entre os objetivos selecionados para o problema <i>Flow Shop</i> Flexível, com $n = 100$ e $k = 12$	86
Figura 40 – Correlação negativa próxima de zero do problema <i>Flow Shop</i> Flexível, com $n = 100$ e $k = 12$	87
Figura 41 – Coordenadas paralelas dos objetivos do problema de <i>Flow Shop</i> Flexível.	89
Figura 42 – Árvore de agregação dos objetivos do problema de <i>Flow Shop</i> Flexível.	90
Figura 43 – Representação da solução.	92
Figura 44 – Estrutura do Predador	93
Figura 45 – Estrutura da meta-heurística Presa Predador.	93
Figura 46 – Processo de mutação do PP.	95
Figura 47 – Classificação por dominância	96
Figura 48 – Estrutura do NSGA-II adaptado de Deb Deb (2001)	97
Figura 49 – <i>Crowding distance</i> para a solução i ; adaptado de Deb Deb (2001)	98

Figura 50 – Operador de cruzamento <i>similar job order (SJOX)</i>	100
Figura 51 – Mutação <i>shift</i>	100
Figura 52 – Hipervolume gerado pelas soluções não-dominadas.	105
Figura 53 – Perfis de desempenho das meta-heurísticas 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A, 2 nsga-ii H, 1 pp H, 2 pp H, 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H, utilizando a média dos hipervolumes para instância do problema $1 d_j \gamma_{1,,}, \gamma_7$ (problema teste).	112
Figura 54 – Pareto com o resultado da Meta-heurística 1 pp A, utilizando a instância teste do problema $1 d_j L_{max}, \sum C_j$	113
Figura 55 – Pareto com o resultado da Meta-heurística 2 pp A, utilizando a instâncias teste do problema $1 d_j L_{max}, \sum C_j$	114
Figura 56 – Pareto das meta-heurísticas utilizando a instância teste do problema $1 d_j L_{max}, \sum C_j$ e o resultado exato Grimme <i>et al.</i> (2013).	115
Figura 57 – Pareto com o resultado das Meta-heurísticas utilizando a instâncias teste do problema $1 d_j \gamma_{1,,}, \gamma_7$, para as combinações dos objetivos selecionados120	
Figura 58 – Perfis de desempenho das meta-heurísticas 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A, 2 nsga-ii H, 1 pp H, 2 pp H, 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H, utilizando a média dos hipervolumes para instância do problema $1 d_j \gamma_{1,,}, \gamma_7$	121
Figura 59 – Perfis de desempenho das meta-heurísticas 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A, 2 nsga-ii H, 1 pp H, 2 pp H, 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H, utilizando a média dos hipervolumes para instância do problema $P_m d_j \gamma_{1\dots\gamma_8}$	127
Figura 60 – Perfis de desempenho das meta-heurísticas 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A e 2 nsga-ii A, utilizando a média dos hipervolumes para instância do problema $P_m d_j, R_j, w_j, h_j, c_j \gamma_{1\dots\gamma_{11}}$	132
Figura 61 – Perfis de desempenho das meta-heurísticas 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A e 2 nsga-ii A, utilizando a média dos hipervolumes para instância do problema $R_m d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{ijl} \gamma_{1\dots\gamma_{11}}$	139
Figura 62 – Perfis de desempenho das meta-heurísticas 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A e 2 nsga-ii A, utilizando a média dos hipervolumes para instância do problema $FF_k d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{tjl} \gamma_{1\dots\gamma_{11}}$	144

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tempos de processamento para o problema de R_m	51
Tabela 2 – Tempos de preparação S_{ijl} na máquina M1.	51
Tabela 3 – Tempos de preparação S_{ijl} na máquina M2.	51
Tabela 4 – Tempos de processamento das tarefas para o exemplo do problema de FF_k	54
Tabela 5 – Tempos de preparação S_{ijl} no estágio E1.	54
Tabela 6 – Tempos de preparação S_{ijl} no estágio E2.	54
Tabela 7 – Tempos de preparação S_{ijl} no estágio E3.	54
Tabela 8 – Classificação para análise da correlação entre os objetivos.	57
Tabela 9 – Objetivos utilizados na árvore de agregação para o problema de máquina única.	65
Tabela 10 – Objetivos utilizados na árvore de agregação para o problema Máquina Paralela Idêntica.	70
Tabela 11 – Objetivos utilizados na árvore de agregação para o problema Máquina Paralela Idêntica.	75
Tabela 12 – Objetivos utilizados na árvore de agregação para o problema Máquina Paralela Idêntica.	82
Tabela 13 – Objetivos utilizados na árvore de agregação para o problema de <i>Flow Shop</i> Flexível.	88
Tabela 14 – Exemplo da estrutura proposta para os predadores com $np = 4$	96
Tabela 15 – Exemplo da estrutura proposta para os predadores com $np = 10$	96
Tabela 16 – Combinações de parâmetros testados para o 1 nsga-ii A e 2 nsga-ii A.	102
Tabela 17 – Combinações de parâmetros testados para o 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H.	103
Tabela 18 – Calibração utilizada em 1 pp A e 2 pp A.	104
Tabela 19 – Calibração utilizada em 1 pp H e 2 pp H.	104
Tabela 20 – Regras de despacho selecionadas referentes a cada um dos objetivos da instância do problema $1 d_j \gamma_1 \dots \gamma_7$ (instância teste).	107
Tabela 21 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $1 d_j \gamma_1, \dots, \gamma_7$ (problema teste) referente a meta-heurística 1 nsga-ii A.	108
Tabela 22 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $1 d_j \gamma_1, \dots, \gamma_7$ (problema teste) referente a meta-heurística 1 nsga-ii H.	108
Tabela 23 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $1 d_j \gamma_1, \dots, \gamma_7$ (problema teste) referente a meta-heurística 2 nsga-ii A.	109

Tabela 24 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema 1 $d_j \gamma_{1,,}, \gamma_7$ (problema teste) referente a meta-heurística 2 nsga-ii H.	109
Tabela 25 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema 1 $d_j \gamma_{1,,}, \gamma_7$ (problema teste) referente a meta-heurística 1 pp A.	110
Tabela 26 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema 1 $d_j \gamma_{1,,}, \gamma_7$ (problema teste) referente a meta-heurística 2 pp A.	110
Tabela 27 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema 1 $d_j \gamma_{1,,}, \gamma_7$ (problema teste) referente a meta-heurística 1 pp H.	111
Tabela 28 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema 1 $d_j \gamma_{1,,}, \gamma_7$ (problema teste) referente a meta-heurística 2 pp H.	111
Tabela 29 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho das meta-heurísticas 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A, 2 nsga-ii H, 1 pp H, 2 pp H, 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H, utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema 1 $d_j \gamma_{1,,}, \gamma_7$ (problema teste).	112
Tabela 30 – Regras de despacho selecionadas referentes a cada um dos objetivos da instância do problema 1 $d_j \gamma_{1..}\gamma_7$	115
Tabela 31 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema 1 $d_j \gamma_{1,,}, \gamma_7$ referente a meta-heurística 1 nsga-ii A.	116
Tabela 32 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema 1 $d_j \gamma_{1,,}, \gamma_7$ referente a meta-heurística 1 nsga-ii H.	117
Tabela 33 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema 1 $d_j \gamma_{1,,}, \gamma_7$ referente a meta-heurística 2 nsga-ii A.	117
Tabela 34 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema 1 $d_j \gamma_{1,,}, \gamma_7$ referente a meta-heurística 2 nsga-ii H.	117
Tabela 35 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema 1 $d_j \gamma_{1,,}, \gamma_7$ referente a meta-heurística 1 pp A.	118
Tabela 36 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema 1 $d_j \gamma_{1,,}, \gamma_7$ referente a meta-heurística 1 pp H.	118

Tabela 37 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $1 d_j \gamma_{1,,,\gamma_7}$ referente a meta-heurística 2 pp A.	119
Tabela 38 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $1 d_j \gamma_{1,,,\gamma_7}$ referente a meta-heurística 2 pp H.	119
Tabela 39 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho das meta-heurísticas 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A, 2 nsga-ii A, 1 pp H, 2 pp H, 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H, utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $1 d_j \gamma_{1,,,\gamma_7}$	121
Tabela 40 – Regras de despacho selecionadas referentes a cada um dos objetivos da instância do problema $P_m d_j \gamma_{1\dots\gamma_8}$	123
Tabela 41 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m d_j \gamma_{1\dots\gamma_8}$ referente a meta-heurística 1 nsga-ii A.	124
Tabela 42 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m d_j \gamma_{1\dots\gamma_8}$ referente a meta-heurística 1 nsga-ii H.	124
Tabela 43 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m d_j \gamma_{1\dots\gamma_8}$ referente a meta-heurística 2 nsga-ii A.	124
Tabela 44 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m d_j \gamma_{1\dots\gamma_8}$ referente a meta-heurística 2 nsga-ii H.	125
Tabela 45 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m d_j \gamma_{1\dots\gamma_8}$ referente a meta-heurística 1 pp A.	125
Tabela 46 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m d_j \gamma_{1\dots\gamma_8}$ referente a meta-heurística 1 pp H.	126
Tabela 47 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m d_j \gamma_{1\dots\gamma_8}$ referente a meta-heurística 2 pp A.	126
Tabela 48 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m d_j \gamma_{1\dots\gamma_8}$ referente a meta-heurística 2 pp H.	126

Tabela 49 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho das meta-heurísticas 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A, 2 nsga-ii A, 1 pp H, 2 pp H, 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H, utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m d_j \gamma_1\dots\gamma_8$	128
Tabela 50 – Regras de despacho selecionadas referentes a cada um dos objetivos da instância do problema $P_m d_j,R_j,w_j,h_j,c_j \gamma_1\dots\gamma_{11}$	129
Tabela 51 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m d_j,R_j,w_j,h_j,c_j \gamma_1\dots\gamma_{11}$ referente a meta-heurística 1 nsga-ii A.	130
Tabela 52 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m d_j,R_j,w_j,h_j,c_j \gamma_1\dots\gamma_{11}$ referente a meta-heurística 2 nsga-ii A.	131
Tabela 53 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m d_j,R_j,w_j,h_j,c_j \gamma_1\dots\gamma_{11}$ referente a meta-heurística 1 pp A.	131
Tabela 54 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m d_j,R_j,w_j,h_j,c_j \gamma_1\dots\gamma_{11}$ referente a meta-heurística 2 pp A.	132
Tabela 55 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho das meta-heurísticas 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A e 2 nsga-ii A, utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m d_j,R_j,w_j,h_j,c_j \gamma_1\dots\gamma_{11}$	133
Tabela 56 – Regras de despacho selecionadas referentes a cada um dos objetivos da instância do problema $R_m d_j,r_j,w_j,h_j,c_j,S_{ijl} \gamma_1\dots\gamma_{11}$	135
Tabela 57 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $R_m d_j,r_j,w_j,h_j,c_j,S_{ijl} \gamma_1\dots\gamma_{11}$ referente a meta-heurística 1 nsga-ii A.	136
Tabela 58 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $R_m d_j,r_j,w_j,h_j,c_j,S_{ijl} \gamma_1\dots\gamma_{11}$ referente a meta-heurística 2 nsga-ii A.	137
Tabela 59 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $R_m d_j,r_j,w_j,h_j,c_j,S_{ijl} \gamma_1\dots\gamma_{11}$ referente a meta-heurística 1 pp A.	137
Tabela 60 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $R_m d_j,r_j,w_j,h_j,c_j,S_{ijl} \gamma_1\dots\gamma_{11}$ referente a meta-heurística 2 pp A.	138
Tabela 61 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho das meta-heurísticas 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A e 2 nsga-ii A, utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $R_m d_j,r_j,w_j,h_j,c_j,S_{ijl} \gamma_1\dots\gamma_{11}$	138

Tabela 62 – Regras de despacho selecionadas referentes a cada um dos objetivos da instância do problema $FF_k d_j,r_j,w_j,h_j,c_j,S_{tjl} \gamma_1\dots\gamma_{11}$	141
Tabela 63 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $FF_k d_j,r_j,w_j,h_j,c_j,S_{tjl} \gamma_1\dots\gamma_{11}$ referente a meta-heurística 1 nsga-ii A.	142
Tabela 64 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $FF_k d_j,r_j,w_j,h_j,c_j,S_{tjl} \gamma_1\dots\gamma_{11}$ referente a meta-heurística 2 nsga-ii A.	142
Tabela 65 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $FF_k d_j,r_j,w_j,h_j,c_j,S_{tjl} \gamma_1\dots\gamma_{11}$ referente a meta-heurística 1 pp A.	143
Tabela 66 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $FF_k d_j,r_j,w_j,h_j,c_j,S_{tjl} \gamma_1\dots\gamma_{11}$ referente a meta-heurística 2 pp A.	143
Tabela 67 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho das meta-heurísticas 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A e 2 nsga-ii A, utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $FF_k d_j,r_j,w_j,h_j,c_j,S_{tjl} \gamma_1\dots\gamma_{11}$	144
Tabela 68 – Correlação dos objetivos das instâncias do problema de máquina única.	156
Tabela 69 – Correlação dos objetivos das instâncias do problema 1 $d_j \gamma_1\dots\gamma_7$ Grimme <i>et al.</i> (2013) - continuação.	156
Tabela 70 – Correlação dos objetivos das instâncias 50 8 do problema máquina paralela idêntica.	157
Tabela 71 – Correlação dos objetivos das instâncias 50 8 do problema máquina paralela idêntica continuação.	158
Tabela 72 – Correlação dos objetivos das instâncias 50 12 do problema máquina paralela idêntica.	159
Tabela 73 – Correlação dos objetivos das instâncias 50 12 do problema máquina paralela idêntica continuação.	160
Tabela 74 – Correlação dos objetivos das instâncias 100 8 do problema máquina paralela idêntica.	161
Tabela 75 – Correlação dos objetivos das instâncias 100 8 do problema máquina paralela idêntica continuação.	162
Tabela 76 – Correlação dos objetivos das instâncias 100 12 do problema máquina paralela idêntica.	163
Tabela 77 – Correlação dos objetivos das instâncias 100 12 do problema máquina paralela idêntica continuação.	164
Tabela 78 – Correlação dos objetivos das instâncias 50 8 do problema Máquina Paralela Idêntica com <i>Release Time</i>	165

Tabela 79 – Correlação dos objetivos das instâncias 50 8 do problema Máquina Paralela Idêntica com <i>Release Time</i> continuação 1.	166
Tabela 80 – Correlação dos objetivos das instâncias 50 8 do problema Máquina Paralela Idêntica com <i>Release Time</i> continuação 2.	167
Tabela 81 – Correlação dos objetivos das instâncias 50 12 do problema Máquina Paralela Idêntica com <i>Release Time</i>	168
Tabela 82 – Correlação dos objetivos das instâncias 50 12 do problema Máquina Paralela Idêntica com <i>Release Time</i> continuação 1.	169
Tabela 83 – Correlação dos objetivos das instâncias 50 12 do problema Máquina Paralela Idêntica com <i>Release Time</i> continuação 2.	170
Tabela 84 – Correlação dos objetivos das instâncias 100 8 do problema Máquina Paralela Idêntica com <i>Release Time</i>	171
Tabela 85 – Correlação dos objetivos das instâncias 100 8 do problema Máquina Paralela Idêntica com <i>Release Time</i> continuação 1.	172
Tabela 86 – Correlação dos objetivos das instâncias 100 8 do problema Máquina Paralela Idêntica com <i>Release Time</i> continuação 2.	173
Tabela 87 – Correlação dos objetivos das instâncias 100 12 do problema Máquina Paralela Idêntica com <i>Release Time</i>	174
Tabela 88 – Correlação dos objetivos das instâncias 100 12 do problema Máquina Paralela Idêntica com <i>Release Time</i> continuação 1.	175
Tabela 89 – Correlação dos objetivos das instâncias 100 12 do problema Máquina Paralela Idêntica com <i>Release Time</i> continuação 2.	176
Tabela 90 – Correlação dos objetivos das instâncias 50 8 do problema Máquina Paralela não Relecionada.	177
Tabela 91 – Correlação dos objetivos das instâncias 50 8 do problema Máquina Paralela não Relecionada continuação 1.	178
Tabela 92 – Correlação dos objetivos das instâncias 50 8 do problema Máquina Paralela não Relecionada continuação 2.	179
Tabela 93 – Correlação dos objetivos das instâncias 50 12 do problema Máquina Paralela não Relecionada.	180
Tabela 94 – Correlação dos objetivos das instâncias 50 12 do problema Máquina Paralela não Relecionada continuação 1.	181
Tabela 95 – Correlação dos objetivos das instâncias 50 12 do problema Máquina Paralela não Relecionada continuação 2.	182
Tabela 96 – Correlação dos objetivos das instâncias 100 8 do problema Máquina Paralela não Relecionada.	183
Tabela 97 – Correlação dos objetivos das instâncias 100 8 do problema Máquina Paralela não Relecionada continuação 1.	184

Tabela 98 – Correlação dos objetivos das instâncias 100 8 do problema Máquina Paralela não Relecionada continuação 2.	185
Tabela 99 – Correlação dos objetivos das instâncias 100 12 do problema Máquina Paralela não Relecionada.	186
Tabela 100 – Correlação dos objetivos das instâncias 100 12 do problema Máquina Paralela não Relecionada continuação 1.	187
Tabela 101 – Correlação dos objetivos das instâncias 100 12 do problema Máquina Paralela não Relecionada continuação 2.	188
Tabela 102 – Correlação dos objetivos das instâncias 50 8 do problema <i>Flow Shop</i> Flexível.	189
Tabela 103 – Correlação dos objetivos das instâncias 50 8 do problema <i>Flow Shop</i> Flexível continuação 1.	190
Tabela 104 – Correlação dos objetivos das instâncias 50 8 do problema <i>Flow Shop</i> Flexível continuação 2.	191
Tabela 105 – Correlação dos objetivos das instâncias 50 12 do problema <i>Flow Shop</i> Flexível.	192
Tabela 106 – Correlação dos objetivos das instâncias 50 12 do problema <i>Flow Shop</i> Flexível continuação 1.	193
Tabela 107 – Correlação dos objetivos das instâncias 50 12 do problema <i>Flow Shop</i> Flexível continuação 2.	194
Tabela 108 – Correlação dos objetivos das instâncias 100 8 do problema <i>Flow Shop</i> Flexível.	195
Tabela 109 – Correlação dos objetivos das instâncias 100 8 do problema <i>Flow Shop</i> Flexível continuação 1.	196
Tabela 110 – Correlação dos objetivos das instâncias 100 8 do problema <i>Flow Shop</i> Flexível continuação 2.	197
Tabela 111 – Correlação dos objetivos das instâncias 100 12 do problema <i>Flow Shop</i> Flexível.	198
Tabela 112 – Correlação dos objetivos das instâncias 100 12 do problema <i>Flow Shop</i> Flexível continuação 1.	199
Tabela 113 – Correlação dos objetivos das instâncias 100 12 do problema <i>Flow Shop</i> Flexível continuação 2.	200
Tabela 114 – Média das regras de despacho para instância do problema $1 d_j \gamma_1\dots\gamma_7$ (instância teste).	201
Tabela 115 – Média das regras de despacho para instâncias do problema $1 d_j \gamma_1\dots\gamma_7$.	201
Tabela 116 – Média das regras de despacho para instâncias do problema $P_m d_j \gamma_1\dots\gamma_8$.	202
Tabela 117 – Média das regras de despacho (EDD, SPT, LPT e MST) para instâncias do problema $P_m d_j,R_j,w_j,h_j,c_j \gamma_1\dots\gamma_{11}$	203

Tabela 118–Média das regras de despacho (WSPT, WLPT e ERD) para instâncias do problema $P_m d_j, R_j, w_j, h_j, c_j \gamma_1 \dots \gamma_{11}$	204
Tabela 119–Média das regras de despacho (EDD, SPT, LPT e MST) para instâncias do problema $R_m d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{ijl} \gamma_1 \dots \gamma_{11}$	205
Tabela 120–Média das regras de despacho (WSPT, WLPT e ERD) para instâncias do problema $R_m d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{ijl} \gamma_1 \dots \gamma_{11}$	206
Tabela 121–Média das regras de despacho (EDD, SPT, LPT e MST) para instâncias do problema $FF_k d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{ijl} \gamma_1 \dots \gamma_{11}$	207
Tabela 122–Média das regras de despacho (WSPT, WLPT e ERD) para instâncias do problema $FF_k d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{ijl} \gamma_1 \dots \gamma_{11}$	208
Tabela 123–Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $1 d_j \gamma_1 \dots \gamma_7$ (instância teste).	209
Tabela 124–Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $1 d_j \gamma_1 \dots \gamma_7$	209
Tabela 125–Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $P_m d_j \gamma_1 \dots \gamma_8$	210
Tabela 126–Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $P_m d_j \gamma_1 \dots \gamma_8$. Continuação 1.	211
Tabela 127–Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $P_m d_j, R_j, w_j, h_j, c_j \gamma_1 \dots \gamma_{11}$	212
Tabela 128–Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $P_m d_j, R_j, w_j, h_j, c_j \gamma_1 \dots \gamma_{11}$. Continuação 1.	213
Tabela 129–Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $P_m d_j, R_j, w_j, h_j, c_j \gamma_1 \dots \gamma_{11}$. Continuação 2.	214
Tabela 130–Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $P_m d_j, R_j, w_j, h_j, c_j \gamma_1 \dots \gamma_{11}$. Continuação 3.	215
Tabela 131–Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $R_m d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{ijl} \gamma_1 \dots \gamma_{11}$	216
Tabela 132–Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $R_m d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{ijl} \gamma_1 \dots \gamma_{11}$. Continuação 1.	217

Tabela 133–Ponto de referência (<i>PR</i>) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $R_m d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{ijl} \gamma_1 \dots \gamma_{11}$. Continuação 2.	218
Tabela 134–Ponto de referência (<i>PR</i>) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $R_m d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{ijl} \gamma_1 \dots \gamma_{11}$. Continuação 3.	219
Tabela 135–Ponto de referência (<i>PR</i>) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $FF_k d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{tjl} \gamma_1 \dots \gamma_{11}$	220
Tabela 136–Ponto de referência (<i>PR</i>) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $FF_k d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{tjl} \gamma_1 \dots \gamma_{11}$. Continuação 1.	221
Tabela 137–Ponto de referência (<i>PR</i>) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $FF_k d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{tjl} \gamma_1 \dots \gamma_{11}$. Continuação 2.	222
Tabela 138–Ponto de referência (<i>PR</i>) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $FF_k d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{tjl} \gamma_1 \dots \gamma_{11}$. Continuação 3.	223
Tabela 139–Instância teste para o problema 1 $ d_j L_{max}, \sum C_j$ Grimme <i>et al.</i> (2013).	224
Tabela 140–34 soluções ótimas para a instância do problema 1 $ d_j L_{max}, \sum C_j$	224

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
1.1	NATUREZA DO PROBLEMA	23
1.2	JUSTIFICATIVA E CONTRIBUIÇÃO	24
1.3	OBJETIVOS	25
1.4	TRABALHOS RELACIONADOS	26
1.4.1	Máquina única	26
1.4.2	Máquinas paralelas	27
1.4.3	<i>Flow shop</i>	29
1.5	ORGANIZAÇÃO	30
2	REVISÃO DA LITERATURA	31
2.1	PROBLEMAS DE SEQUENCIAMENTO DA PRODUÇÃO	31
2.1.1	Notação para os problemas de sequenciamento	32
2.1.1.1	<i>Termo α</i>	32
2.1.1.2	<i>Termo β</i>	34
2.1.1.3	<i>Termo γ</i>	34
2.1.2	Gráfico de Gantt	35
2.1.3	Tempos de preparação (<i>setup time</i>)	36
2.1.4	Regras de despacho	37
2.2	OTIMIZAÇÃO	39
2.2.1	Otimização multiobjetivo	39
2.2.1.1	<i>Classificação dos métodos de otimização multiobjetivo</i>	41
2.3	HEURÍSTICAS	42
2.3.1	Heurística construtiva	43
2.3.2	Meta-heurística mono-objetivo	43
2.3.3	Meta-heurística multiobjetivo	44
3	CARACTERIZAÇÃO DOS PROBLEMAS	46
3.1	MÁQUINA ÚNICA	46
3.2	MÁQUINAS PARALELAS	47
3.2.1	Máquinas paralelas idênticas	47
3.2.2	Máquinas paralelas não relacionadas	49
3.3	FLOW SHOP FLEXÍVEL	51
4	ANÁLISE DOS OBJETIVOS	56
4.1	OBJETIVOS SELECIONADOS	56

4.2	CORRELAÇÃO ENTRE OS OBJETIVOS	56
4.3	ÁRVORE DE AGREGAÇÃO	57
4.4	MÁQUINA ÚNICA	59
4.4.1	Correlação entre objetivos	59
4.4.2	Árvore de Agregação	65
4.5	MÁQUINAS PARALELAS IDÊNTICAS	67
4.5.1	Correlação dos objetivos	67
4.5.2	Árvore de Agregação	70
4.6	MÁQUINAS PARALELAS IDÊNTICAS COM <i>RELEASE TIME</i>	72
4.6.1	Correlação dos objetivos	72
4.6.2	Árvore de Agregação	75
4.7	MÁQUINAS PARALELAS NÃO RELACIONADAS	77
4.7.1	Correlação dos objetivos	77
4.7.2	Árvore de Agregação	82
4.8	<i>FLOW SHOP</i> FLEXÍVEL	84
4.8.1	Correlação dos objetivos	84
4.8.2	Árvore de Agregação	88
4.9	CONSIDERAÇÕES DAS ANÁLISES DOS OBJETIVOS	91
5	MÉTODOS DE SOLUÇÃO	92
5.1	REPRESENTAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO	92
5.2	PRESA PREDADOR (PP)	92
5.2.1	A abordagem proposta	94
5.3	NONDOMINATED SORTING GENETIC ALGORITHM II (NSGA-II)	95
5.3.1	Crowding Distance	97
5.3.2	Operadores	99
5.3.2.1	<i>Busca Local</i>	100
6	EXPERIMENTOS COMPUTACIONAIS	101
6.1	IMPLEMENTAÇÃO	102
6.1.1	NSGA-II	102
6.1.2	Presa Predador - PP	103
6.1.3	Heurística Construtiva - NEH	104
6.2	INDICADOR DE HIPERVOLUME - <i>IH</i>	105
6.3	PERFIS DE DESEMPENHO	105
6.4	PROBLEMA TESTE - MÁQUINA ÚNICA	106
6.4.1	Instância do problema	106
6.4.2	Regra de despacho e ponto de referência	106
6.4.3	Calibração da Meta-heurística NSGA-II	107
6.4.4	Calibração da Meta-heurística PP	109

6.4.5	Resultados obtidos e comparações	110
6.5	MÁQUINA ÚNICA	113
6.5.1	Instância do problema	114
6.5.2	Regras de despacho e ponto de referência	114
6.5.3	Calibração da Meta-heurística NSGA-II	116
6.5.4	Calibração da Meta-heurística PP	116
6.5.5	Resultados obtidos e comparações	121
6.6	MÁQUINAS PARALELAS IDÊNTICAS	122
6.6.1	Instância do problema	122
6.6.2	Regras de despacho e ponto de referência	122
6.6.3	Calibração da Meta-heurística NSGA-II	123
6.6.4	Calibração da Meta-heurística PP	123
6.6.5	Resultados obtidos e comparações	127
6.7	MÁQUINAS PARALELAS IDÊNTICAS COM <i>RELEASE TIME</i>	127
6.7.1	Instância do problema	128
6.7.2	Regras de despacho e ponto de referência	128
6.7.3	Calibração da Meta-heurística NSGA-II	130
6.7.4	Calibração da Meta-heurística PP	130
6.7.5	Resultados obtidos e comparações	131
6.8	MÁQUINAS PARALELAS NÃO RELACIONADAS	132
6.8.1	Instância do problema	133
6.8.2	Regras de despacho e ponto de referência	133
6.8.3	Calibração da Meta-heurística NSGA-II	136
6.8.4	Calibração da Meta-heurística PP	136
6.8.5	Resultados obtidos e comparações	137
6.9	FLOW SHOP FLEXÍVEL	139
6.9.1	Instância do problema	139
6.9.2	Regras de despacho e ponto de referência	140
6.9.3	Calibração da Meta-heurística NSGA-II	140
6.9.4	Calibração da Meta-heurística PP	142
6.9.5	Resultados obtidos e comparações	143
7	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	145
	REFERÊNCIAS	147
	APÊNDICE A – CORRELAÇÃO ENTRE OS OBJETIVOS .	156
A.1	MÁQUINA ÚNICA	156
A.2	MÁQUINAS PARALELAS IDÊNTICAS	157

A.3	MÁQUINAS PARALELAS IDÊNTICAS COM RELEASE	165
A.4	MÁQUINAS PARALELAS NÃO RELACIONADAS	177
A.5	FLOW SHOP FLEXÍVEL	189
	APÊNDICE B – REGRAS DE DESPACHO	201
	APÊNDICE C – PONTOS DE REFERÊNCIA	209
C.1	PROBLEMA TESTE	209
C.2	MÁQUINA ÚNICA	209
C.3	MÁQUINAS PARALELAS IDÊNTICAS	210
C.4	MÁQUINAS PARALELAS IDÊNTICAS COM <i>RELEASE TIME</i>	212
C.5	MÁQUINAS PARALELAS NÃO RELACIONADAS	216
C.6	<i>FLOW SHOP</i> FLEXÍVEL	220
	APÊNDICE D – INSTÂNCIA TESTE	224

1 INTRODUÇÃO

1.1 NATUREZA DO PROBLEMA

Este trabalho trata de problemas de sequenciamento da produção, ou escalonamento, conhecidos na literatura inglesa como *scheduling*, uma importante atividade do nível operacional. O sequenciamento da produção é um processo de tomada de decisão usado em indústrias a fim de alocar tarefas aos recursos em um determinado período de tempo (Pinedo, 2012). Uma tarefa pode ser representada por operações a serem realizadas no processo produtivo, ou programas em execução em um ambiente computacional, enquanto um recurso são as máquinas que irão efetivar as tarefas, ou unidades de processamento que executarão os programas.

O processo de tomada de decisão em um ambiente de produção visa otimizar um ou mais objetivos, como entrega de pedidos dentro do prazo previamente combinado com o cliente, redução do tempo de estocagem de produto acabado, eficiência no processamento dos pedidos, dentre outros. O controle dessas atividades no nível operacional busca não somente assegurar o funcionamento do sistema produtivo, como também garantir a satisfação do cliente em um mercado competitivo.

O sequenciamento de tarefas é uma atividade do nível operacional, em que existe a concorrência entre as tarefas por recursos, possui características importantes como, atribuição dos recursos que é a designação das tarefas aos recursos disponíveis; sequenciamento das tarefas que envolve a ordem que estas terão ao serem designadas aos recursos (Reklaitis, 1996).

O problema de sequenciamento apresenta complexidade NP-difícil, o que implica em alto custo (esforço) computacional, mesmo para problemas que não envolvam um grande número de tarefas (Portilho, 2007). Com isso, percebe-se a necessidade de desenvolver algoritmos que sejam capazes de encontrar soluções próximas da ótima e que garantam algum tipo de segurança.

Além disso, em ambientes de produção existe a necessidade de gerenciar diferentes objetivos, na maioria das vezes, conflitantes entre si. Esses algoritmos devem ser eficientes para resolver os problemas à medida que o número de objetivos aumenta.

Levando em consideração o grau de complexidade do processo produtivo e a concorrência entre as organizações, algoritmos que garantem encontrar o sequenciamento adequado das tarefas podem auxiliar na redução de tempos improdutivos com máquinas ociosas, aumentar a confiabilidade do processo produtivo e reduzir o custo de produção.

A presente pesquisa aborda o problema de sequenciamento da produção nos ambientes de máquina única, máquinas paralelas idênticas, máquinas paralelas não relacionadas e *flow shop* flexível.

1.2 JUSTIFICATIVA E CONTRIBUIÇÃO

O problema de sequenciamento da produção é uma aplicação comum na indústria, podendo ser encontrado na indústria têxtil, siderúrgica, de manufatura, eletrônica e outras. Determinar uma solução de boa qualidade para o problema de sequenciamento e em tempo viável não é uma tarefa simples, porém é crucial para manter a empresa competitiva.

No dia a dia, as empresas enfrentam preocupações, tais como: a permanência do produto no processo produtivo, a qual deve ser a menor possível; produtos perecíveis que não podem ficar armazenados por muito tempo, como no caso de empresas alimentícias por causa da data de validade; a entrega dos produtos em tempo hábil, a fim de garantir a satisfação dos clientes.

Apesar do sequenciamento da produção estar relacionado especificamente com a área produtiva, outros fatores e departamentos exercem influência na tomada de decisão. Durante o ano ocorre uma sazonalidade na produção devido à variação na demanda dos produtos; em alguns meses existem picos que devem ser considerados. Para realizar estes ajustes, a empresa adota estratégias como: analisar histórico de vendas, solicitar aos clientes frequentes previsões de pedidos, variação da força de trabalho por meio de demissão e contratação de funcionários e horas extras nos meses de pico, ao invés de sobrecarregar estoques de um mês para o outro (Toso e Morabito, 2005).

Através do histórico de vendas, é possível que a empresa faça uma previsão mensal de quais serão as necessidades dos clientes, mas, por outro lado, fica difícil prever como será a distribuição da demanda ao longo do mês, pois alguns clientes fazem pedidos na primeira semana, outros na última e há os que preferem realizar semanalmente. Todos esses fatores levam aos tomadores de decisão uma série de escolhas a serem realizadas. Decidir pela melhor opção quando existem vários objetivos envolvidos não é uma tarefa simples.

As sociedades com fins lucrativos visam o lucro e qualquer escolha inadequada pode comprometer o rendimento e mesmo a existência da empresa. Ferramentas que auxiliam na combinação dos objetivos proporcionam uma visão mais ampla da situação atual da empresa. Viabilizar ferramentas de apoio para que o tomador de decisão realize escolhas bem informadas faz com que a empresa tenha uma fundamentação sólida para garantir seu objetivo principal: o lucro.

Várias meta-heurísticas são desenvolvidas para os problemas de sequenciamento da produção, utilizando uma abordagem *a-priori*. Quando o problema é tratado dessa forma, a decisão é previamente direcionada, não permitindo ao responsável uma análise para decidir qual dos objetivos priorizar em um determinado momento.

Fazem-se necessários mais estudos de meta-heurísticas focadas no método dito *a-posteriori*, sendo que, a tomada de decisão ocorre após o processo de busca de soluções alternativas. Neste caso é dada a mesma importância para todos os objetivos durante o

processo de busca e caberá ao responsável pela tomada de decisão escolher entre as soluções encontradas, aquela mais adequada para o momento em questão. O responsável pela decisão dentro da empresa terá flexibilidade em analisar os diferentes objetivos presentes no seu dia a dia e tomar decisão com base no que de fato existe de relevante em sua situação real.

Como contribuições deste trabalho, pode-se destacar:

- Estudo da correlação existente entre cada par de objetivos selecionados para análise aplicando o coeficiente de correlação de Pearson (ρ).
- Estudo da relação e conflitos existentes entre os objetivos selecionados utilizando a ferramenta árvore de agregação.
- Estudo de meta-heurística focada no método *a-posteriori* e adaptação da meta-heurística PP para os ambientes de máquina paralela não-relacionada e *flow shop* flexível.
- A aplicação da meta-heurística PP multiobjetivo ao ambiente de máquina paralela idêntica, com acréscimo da data de liberação r_j e para dois objetivos.
- A aplicação da meta-heurística PP multiobjetivo ao ambiente de máquina paralela não-relacionada com tempo de preparação dependente da sequência e da máquina, com data de liberação, e para dois objetivos.
- A aplicação da meta-heurística PP multiobjetivo ao ambiente *flow shop* flexível com tempo de preparação dependente da sequência e dos estágios, com data de liberação, e para dois objetivos.
- Atribuição de diferentes pesos na meta-heurística PP e aplicação aos ambientes já mencionados.
- Adaptação de heurística de busca à meta-heurística PP e aplicação aos ambientes já mencionados.
- A aplicação da meta-heurística NSGA-II com e sem busca local, levando em consideração diferentes objetivos para os problemas de programação da produção: máquina única, máquina paralela idêntica, máquina paralela não relacionada e *flow shop* flexível.
- Comparação do desempenho da meta-heurística PP para todos os casos com a técnica NSGA-II.

1.3 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma solução eficiente baseada em meta-heurística para os ambientes de máquina única, máquinas paralelas idênticas, máquinas paralelas não relacionadas e *flow shop* flexível, para auxiliar os tomadores de decisão das indústrias em relação ao sequenciamento da produção. Esses ambientes são abordados

tendo como meta a minimização de dois objetivos (medidas de desempenho).

As medidas de desempenho selecionadas para os experimentos foram analisadas duas a duas levando em consideração cada ambiente de produção, a fim de estudar a relação existente entre elas. Com o propósito de entender melhor os problemas quando trabalhados num ambiente multiobjetivo, realiza-se aqui uma análise criteriosa dos pares de objetivos. Esse estudo envolve o coeficiente de correlação de Pearson (ρ) e a ferramenta árvore de agregação para verificar as relações entre as medidas de desempenho adotadas.

Vale ressaltar que para a solução de problemas em ambientes reais, faz-se necessário o uso de algoritmos computacionalmente eficientes. Assim, as meta-heurísticas Presa-Predador (PP) (Grimme *et al.*, 2013) e *Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II* (NSGA-II) (Deb *et al.*, 2002) foram estudadas neste trabalho. E proposta uma nova variante para a meta-heurística PP.

Para validar a meta-heurística PP foi utilizado um exemplo da literatura correspondente ao problema de máquina única, onde é possível encontrar sua solução exata em tempo polinomial (Grimme *et al.*, 2013). Os resultados obtidos foram comparados com a meta-heurística NSGA-II (Deb *et al.*, 2002) e a eficiência da *meta-heurística* PP foi avaliada através do hipervolume.

1.4 TRABALHOS RELACIONADOS

Até o fim da década de 1980, era comum encontrar publicações com apenas um único objetivo; desde então iniciaram os esforços em relação ao problema de sequenciamento multiobjetivo (Hoogeveen, 2005; Grimme *et al.*, 2013).

Esta seção apresenta trabalhos encontrados na literatura relacionados aos problemas de sequenciamento da produção: máquina única, máquinas paralelas e *flow shop*.

1.4.1 Máquina única

Alguns trabalhos abordam o problema de máquina única com o objetivo de minimizar a soma ponderada das penalidades por atraso e adiantamento. Lee e Choi (1995) utilizam um Algoritmo Genético (AG); neste caso, o problema possui datas de entrega distintas. Com o mesmo objetivo e data de entrega comum, James (1997) optaram pela meta-heurística busca tabu, Hino *et al.* (2005) resolvem o problema através do uso de Busca Tabu e AG e Kawamura e Ronconi (2006) utilizaram um algoritmo do tipo *branch-and-bound*. Ribeiro *et al.* (2010) propuseram um AG adaptativo, sendo utilizada a meta-heurística *Greedy Randomized Adaptive Search Procedures* - GRASP para geração das soluções iniciais do AG. Colin e Shimizu (2000) utilizam uma heurística de inserção de ociosidade, para minimização da soma ponderada das penalidades por atraso e adiantamento.

Köksalan e Keha (2003) consideram duas abordagens do problema, a primeira envolvendo a soma dos tempos de fluxo e número de tarefas em atraso e a segunda a soma dos tempos de fluxo e adiantamento máximo. Para o primeiro caso foi aplicada uma heurística, posteriormente melhorada com o AG; já no segundo foi realizada uma adaptação do AG para exploração do problema.

Schaller e Gupta (2008) abordam o problema de minimizar a soma dos adiantamentos e atrasos. Para isto, é utilizado um algoritmo *branch-and-bound* e consideram que este algoritmo é impraticável para grandes instâncias na abordagem utilizada.

Tavakkoli-Moghaddam *et al.* (2010) propõem um método multiobjetivo baseado em lógica *fuzzy*, para resolver o problema de máquina única, com o objetivo de minimizar uma ponderada dos atrasos e *makespan*, na formulação do problema é considerado o instante de liberação da tarefa R_j .

1.4.2 Máquinas paralelas

Na literatura, os trabalhos com os objetivos combinados de forma linear são amplamente abordados. Alguns serão apresentados nesta seção. Bank e Werner (2001) consideram data de liberação e data de entrega comum para todas as tarefas, no ambiente de máquinas paralelas não relacionadas, sendo o objetivo minimizar a soma ponderada dos atrasos e a soma ponderada dos adiantamentos. Para isto, diferentes heurísticas construtivas e iterativas foram comparadas, utilizando instâncias com até 500 tarefas e 20 máquinas.

Eren (2009), considera máquinas paralelas idênticas com tempos de preparação e tempos de remoção, o objetivo é minimizar a soma ponderada dos tempos de conclusão e a soma dos atrasos. Foram desenvolvidos um modelo de programação matemática e três heurísticas. Os resultados dos testes computacionais mostram que o modelo proposto é eficaz na resolução de problemas com até 15 tarefas e 5 máquinas.

O problema abordado por Nogueira *et al.* (2014), é o de máquina paralela não relacionada com o objetivo de minimizar a soma ponderada dos atrasos e a soma ponderada dos adiantamentos; tempos ociosos são abordados. Para a solução do problema foram comparados os métodos GRASP, GRASP com *Path Relinking* e um híbrido de GRASP, *Iterated Local Search - ILS* e *Path Relinking*.

Existem ainda trabalhos que abordam o método *a-posteriori*, como: Cochran *et al.* (2003), que apresentam o MPGA (*Multiple Population Genetic Algorithm*) com dois estágios. No primeiro os objetivos são combinados, as soluções deste estágio são organizadas em sub-populações, que evoluem separadamente e serão a população inicial do próximo estágio, sendo que cada sub-população evolui separadamente. Uma estratégia

elitista é utilizada para garantir o melhor indivíduo segundo cada objetivo e o melhor indivíduo considerando os objetivos combinados. Os resultados são comparados com o MOGA (*Multiple Objective Genetic Algorithms*). Para a primeira comparação, dois objetivos são utilizados: *Makespan* e soma ponderada dos atrasos. Já na segunda, três objetivos são levados em consideração, sendo os dois anteriores e soma ponderada dos tempos de conclusão, os resultados computacionais mostram melhor desempenho do MPGA em relação ao MOGA.

Suresh e Chaudhuri (1996) propõem uma meta-heurística baseada em Busca Tabu para o problema de máquinas paralelas não-relacionadas. Neste problema é considerado apenas um estágio, as tarefas devem ser processadas sem interrupção e cada máquina só pode processar uma tarefa de cada vez, o objetivo é minimizar o Atraso máximo e o *Makespan*. O desempenho da Busca Tabu foi comparada com uma heurística e mostrou melhor desempenho em termo de qualidade das soluções e tempo de processamento.

Balasubramanian *et al.* (2009) consideram o problema de máquinas paralelas idênticas. Os critérios de desempenho são a minimização do *Makespan* e *Completion time*. As tarefas foram divididas em dois conjuntos e a cada conjunto, foi atribuído um objetivo. Os autores propuseram uma heurística baseada em SPT-LPT-SPT (*Shortest Processing Time, Longest Processing Time*) e Algoritmo Genético e os resultados indicam soluções de boa qualidade.

Li *et al.* (2010) discutem o problema de máquinas paralelas idênticas com data de liberação, data de entrega e tempos de preparação dependentes da sequência. Os critérios de desempenho adotados foram: *Makespan* e soma dos atrasos. Para resolver o problema, duas meta-heurísticas foram adotadas: *Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II* (NSGA-II), proposta por Deb *et al.* (2000), e *Strength Pareto Evolutionary Algorithm 2* (SPEA2), proposta por Zitzler *et al.* (2001). Os resultados computacionais mostram que o NSGA-II obteve melhores soluções para todas as instâncias testadas.

Em seu trabalho, Bandyopadhyay e Bhattacharya (2013), propõem uma modificação na meta-heurística NSGA-II, para o problema de máquinas paralelas e realiza uma comparação com o NSGA-II e SPEA2 originais. As alterações foram realizadas nos operadores de cruzamento e mutação, onde foi utilizado um cruzamento de cinco pontos e uma mutação aplicada ao longo de toda população, dependendo da estrutura do cromossomo. Foram adotados três critérios de desempenho: minimização da soma ponderada dos atrasos, minimização dos custos de deterioração das máquinas e minimização do *makespan*. Os resultados computacionais indicam que o NSGA-II modificado apresenta melhor desempenho em relação aos demais.

Um *particle swarm optimization* - PSO multiobjetivo (MOPSO) é proposto em Torabi *et al.* (2013) e aplicado a uma problema de máquina paralela não relacionada em que a soma ponderada dos tempos de fluxo e a soma ponderada do atraso devem ser

minimizadas. O modelo também considera tempos de preparação dependentes da máquina e das tarefas. As soluções encontradas pelo MOPSO foram comparadas com as obtidas pelo *Conventional Multiobjective Particle Swarm Optimization* - CMOPSO. O MOPSO é capaz de encontrar soluções mais diversificadas e com melhor qualidade.

Em Grimme *et al.* (2013), propõem uma técnica multiobjetiva presa predador (PP), usada para resolver problemas de máquinas paralelas idênticas. Nesse método, uma regra de despacho para cada objetivo é usada para melhorar os resultados. Quando o ambiente é formado por uma única máquina, a meta-heurística foi aplicada para minimizar a soma dos tempos de conclusão e o *lateness* máximo. Nos casos que contêm máquinas paralelas idênticas, o problema tem como objetivo minimizar três objetivos: o *makespan*, o soma dos tempos de conclusão e o número de tarefas atrasadas. O PP proposto foi comparado com o NSGA-II e os resultados encontrados nos experimentos mostraram que o PP apresentou melhor desempenho do que o NSGA-II.

Pereira *et al.* (2014) tratam do problema de máquinas paralelas não relacionadas com tempo de preparação dependentes das tarefas e das máquinas. As tarefas estão disponíveis para processamento conforme sua data de liberação. Foi realizada uma análise comparativa dos resultados obtidos por métodos *a-posteriores* com aqueles encontrados por métodos *a-priori*. O método *a-posteriores* apresentou resultados competitivos na maioria dos problemas considerados e os objetivos abordados foram soma ponderada dos atrasos e soma ponderada dos adiantamentos.

1.4.3 *Flow shop*

Existem na literatura uma série de trabalhos com dois objetivos, que abordam a minimização do *makespan* e outra medida de desempenho. Alguns exemplos utilizando uma abordagem linear, podem ser encontrados a fim de minimizar o *makespan* e também: soma dos tempos de conclusão (Sayin e Karabati, 1999), (Lin e Wu, 2006), (Eren e Güner, 2008), soma dos tempos fluxo (Rajkumar *et al.*, 2009), Pacheco *et al.* (2013), número de tarefas em atraso (Jungwattanakit *et al.*, 2005), (Jungwattanakit *et al.*, 2008). Outros buscando construir a fronteira de Pareto com o objetivo de minimizar o *makespan* e: soma dos atrasos (Murata *et al.*, 1996), (Chakravarthy e Rajendran, 1999), (Armentano e Arroyo, 2004), (Ruiz e Allahverdi, 2009), soma dos atrasos e atraso máximo (Arroyo e Armentano, 2005), atraso máximo (Framinan, 2009), (Qian *et al.*, 2009).

Eren e Güner (2006) utilizam Busca Tabu para minimizar a soma dos tempos de conclusão e a soma dos atrasos, em uma abordagem linear, no ambiente de *flow shop* com duas máquinas e tempos de preparação.

Atencio *et al.* (2012) consideram a minimização do *makespan* e número de tarefas em atraso, em um ambiente *flow shop* flexível. Para resolver o problema multiobjetivo, o método utilizado foi baseado na meta-heurística *Ant Colony Optimization* - ACO. Os

experimentos foram realizados com instâncias disponíveis na literatura. Os resultados mostram a eficiência do método proposto.

Neste trabalho Khalili e Tavakkoli-Moghaddam (2012), o objetivo é minimizar o *makespan* e a soma ponderada dos atrasos, através de uma abordagem multiobjetivo baseada na teoria eletromagnética, para o ambiente *flow shop*. Também foi utilizada uma versão multiobjetivo do *simulated annealing*, para comparação dos resultados.

Com o objetivo de de minimizar soma ponderada dos atrasos e soma ponderada dos adiantamentos no ambiente *flow shop* flexível, com tempos de preparação dependentes da sequência, Pereira e Arroyo (2011) utilizam as meta-heurísticas AG e *Iterated Local Search* (ILS), já Pereira e Barbosa (2013), realizaram um estudo do AG com diferentes mecanismos de busca.

1.5 ORGANIZAÇÃO

O presente capítulo objetivou apresentar o contexto em que os ambientes de produção estudados estão inseridos. Além disso, foi discutido a justificativa para o trabalho, os objetivos e alguns trabalhos relacionados aos ambientes e à abordagem multiobjetivo.

No capítulo 2, foi realizada uma revisão da literatura, com informações sobre os problemas de sequenciamento da produção, otimização e heurísticas.

A caracterização dos problemas: máquina única, máquinas paralelas idênticas, máquinas paralelas idênticas com *release time*, máquinas paralelas não relacionadas e *flow shop* flexível, encontra-se no capítulo 3.

A análise dos objetivos foi abordada no capítulo 4, com informações sobre os objetivos selecionados e para cada ambiente estudado, existe uma avaliação da correlação entre os objetivos e análise da árvore de agregação.

No capítulo 5, primeiro é exibida uma representação de uma solução, em seguida, informações sobre a meta-heurística Presa Predador e a variação proposta e por fim, a meta-heurística NSGA-II.

Os experimentos computacionais são detalhados no capítulo 6, com informações sobre a implementação utilizada para as meta-heurísticas, sobre a métrica hipervolume e os perfis de desempenho. Para cada ambiente são apresentadas as instâncias para os testes, as regras de despacho testadas, as calibrações das meta-heurísticas e os resultados encontrados.

A conclusão e trabalhos futuros se encontram no capítulo 7.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo foi realizada uma revisão da literatura sobre problemas de sequenciamento da produção, otimização e heurística. A primeira seção trata o problema de sequenciamento da produção, suas características, notação, visualização através do gráfico de Gantt, tempos de preparação e regras de despacho.

Na seção sobre otimização, é realizada uma introdução sobre o assunto e em seguida é feita uma breve abordagem sobre otimização multiobjetivo. A última seção trata sobre heurística e meta-heurística mono-objetivo e multiobjetivo.

2.1 PROBLEMAS DE SEQUENCIAMENTO DA PRODUÇÃO

Segundo Fuchigami e Rangel (2014), a programação da produção, ou *scheduling*, dentro de uma empresa em nível operacional é uma das atividades mais importantes, por auxiliar através de suas medidas de desempenho: satisfação do cliente, utilização dos recursos de forma eficiente, redução do custo, entrega de produtos no tempo estipulado.

Conforme Pinedo (2012), o problema de sequenciamento é responsável pela alocação de recursos para tarefas durante um determinado período de tempo e tem como objetivo otimizar um ou mais objetivos. As tarefas e os recursos podem ser representados de várias formas diferentes dentro das organizações. As tarefas podem ser entendidas como operações em um processo produtivo, as fases de um projeto de construção, as execuções de programas de computador, dentre outros (Pinedo, 2012). Por outro lado, recursos podem ser representados por máquinas na indústria, mão de obra na construção, unidades de processamento em um ambiente de computação, sendo que as tarefas podem possuir níveis de prioridade, data para início e até mesmo data de vencimento.

Dentro de um sistema produtivo, o sequenciamento irá interagir com diversas outras atividades. Esta interação pode ainda ser incluída em um *Enterprise Resource Planning* (ERP), servindo de base para a tomada de decisão.

Um ambiente genérico de fabricação é apresentado na Figura 1, que mostra um diagrama com o fluxo de informação, sendo as encomendas transformadas em tarefas com suas respectivas datas de entrega. Muitas vezes existe a necessidade destas tarefas serem processadas em uma máquina ou estação de trabalho (estágio), com um determinado número de máquinas. Diferentes situações podem ocorrer durante o processo, como: processamento adiado devido à máquina em questão estar ocupada, tarefa com prioridade passa à frente, máquinas quebradas, dentre outros.

Para manter a eficiência e o controle das operações neste ambiente, é importante ter um sequenciamento detalhado de tarefas. Neste contexto, o chão da fábrica não é a única parte de uma organização que possui impacto no processo de sequenciamento; este

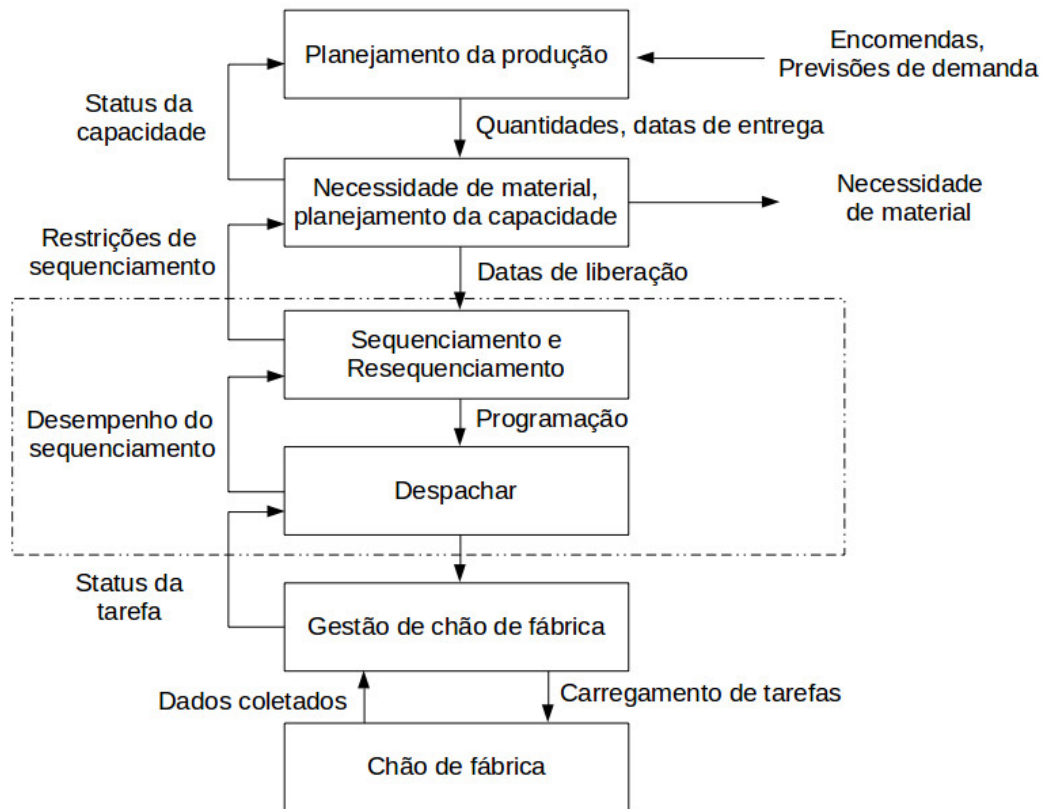


Figura 1 – Diagrama de fluxo de informação de um sistema produtivo (Pinedo, 2012).

também é afetado pelo planejamento da produção. O planejamento da produção busca otimizar recursos envolvendo os níveis de estoque, previsões de demanda e a necessidade de materiais. As decisões tomadas neste nível podem impactar diretamente no processo de sequenciamento.

2.1.1 Notação para os problemas de sequenciamento

Uma notação comumente adotada na literatura para os problemas de sequenciamento será utilizada neste trabalho. Esta notação utiliza três campos representados por $\alpha | \beta | \gamma$, sendo que α representa o ambiente de produção, β apresenta a característica de processamento, as restrições das tarefas e dos recursos, e γ é a função objetivo (Graham *et al.*, 1979).

2.1.1.1 Termo α

Os problemas de sequenciamento são classificados em função do fluxo das tarefas nas máquinas e nos estágios (Pinedo, 2012; MacCarthy e Liu, 1993; Morais *et al.*, 2010), sendo estes representados pelo termo α :

- Máquina Única - *Single machine* (1) - é o caso mais simples entre todos os

ambientes. Nele existe somente uma máquina para as tarefas serem processadas.

- Máquinas Paralelas - mais de uma máquina está disponível para as mesmas operações:

- Máquinas Paralelas Idênticas - *Parallel identical machine* (P_m) - neste ambiente existem m máquinas idênticas, sendo que cada tarefa pode ser processada em qualquer máquina com a mesma velocidade.

- Máquinas Paralelas Uniformes - *Parallel machine with different speeds* (Q_m) - neste ambiente existem m máquinas que podem executar as mesmas tarefas com velocidades de processamento diferentes.

- Máquinas Paralelas Não Relacionadas - *Unrelated machines parallel* (R_m) - este ambiente é uma generalização do anterior, com velocidades de processamento diferentes em cada máquina; sendo assim o tempo de processamento depende da tarefa e da máquina.

- *Flow shop* (F_m) - possui m máquinas especializadas em série, sendo que todas as tarefas devem ser processadas em todas as máquinas e estas devem seguir a mesma sequência de processamento.

- *Flow shop* Flexível (FF_k) - é uma extensão do *flow shop* caracterizado por estágios, sendo que cada estágio é composto por um conjunto de máquinas paralelas capazes de executar as mesmas operações. Em um dado estágio, uma tarefa pode ser processada em qualquer máquina.

- *Job Shop* (J_m) - as operações de cada tarefa são executadas em uma sequência específica de máquinas especializadas, isto é, permite diferentes ordens para processamento.

- *Job Shop* Flexível - *Flexible job shop* (FJ_m) - é uma generalização do *Job shop* e do ambiente de máquinas paralelas, onde ao invés de m máquinas em paralelo, possui um conjunto de máquinas paralelas em cada estágio de produção e cada tarefa segue sua rota própria nestes estágios.

- *Open shop* (O_m) - neste ambiente, cada tarefa deve ser processada em várias máquinas, mas não necessariamente em todas. Além disso, não existem roteiros de processamento pré-estabelecidos para as tarefas, isto é, não existe nenhuma sequência obrigatória de processamento das tarefas ao longo das máquinas.

2.1.1.2 Termo β

O termo β pode ser representando por um único símbolo, múltiplos símbolos ou nenhum. Alguns possíveis símbolos para β são listados:

- Instante de liberação (*release time* - r_j) da tarefa j é a data de liberação da tarefa para o início de sua execução.
- Data de entrega (*due date* - d_j) da tarefa j é o instante que a tarefa deveria ser concluída para posterior entrega ao cliente.
- Penalidade de adiantamento (*weighted earliness* - h_j) da tarefa j é aquela aplicada quando a tarefa termina seu processamento antes a data de entrega.
- Penalidade de atraso (*weighted tardiness* - w_j) da tarefa j é aquela aplicada quando a tarefa termina seu processamento após a data de entrega..
- Penalidade de fluxo - f_j da tarefa j é aplicada ao tempo de permanência da tarefa em execução.
- Penalidade de conclusão - (*weighted completion time* - c_j) da tarefa j é aquela aplicada ao tempo de conclusão da tarefa.

2.1.1.3 Termo γ

O problema de sequenciamento da produção é usualmente resolvido tendo em vista uma dada medida de desempenho, ou objetivos que se deseja minimizar ou maximizar. O termo γ é utilizado para representar a medida de desempenho dos problemas e antes de listá-las será necessário apresentar algumas definições:

- Instante de conclusão (*completion time* - C_j) da tarefa j é o momento de término do processamento da tarefa.
- Atraso T_j da tarefa j ($T_j = \max\{C_j - d_j, 0\}$).
- Adiantamento E_j da tarefa j ($E_j = \max\{d_j - C_j, 0\}$).
- Tempo de permanência (*flow time* - F_j) da tarefa j no sistema ($F_j = C_j - r_j$).
- Desvio da data de entrega (*lateness* - L_j) da tarefa j ($L_j = C_j - d_j$).
- Tarefa em atraso (*tardy job* - U_j) - $U_j = 1$ caso $C_j > d_j$ e $U_j = 0$ caso contrário.

As medidas de desempenho são representadas pelo termo γ e algumas delas seguem (Sun *et al.*, 2011; Hoogeveen, 2005):

- Instante de conclusão máximo ou *Makespan* $C_{max} = \max\{C_j\}$.
- Atraso máximo ou *Maximum tardiness* $T_{max} = \max\{T_j\}$.
- Adiantamento máximo ou *Maximum earliness* $E_{max} = \max\{E_j\}$.
- Maior desvio à data de entrega ou *Maximum lateness* $L_{max} = \max\{L_j\}$
- Soma dos tempos de conclusão ou *Completion time* $\sum C_j$.
- Soma dos tempos fluxo ou *Total flow time* $\sum F_j$.
- Soma dos atrasos ou *Total tardiness* $\sum T_j$.
- Soma dos adiantamentos ou *Total earliness* $\sum E_j$.
- Número de tarefas em atraso ou *number of tardy jobs* $\sum U_j$.
- Soma ponderada dos tempos de conclusão ou *Total weighted completion time* $\sum c_j C_j$.
- Soma ponderada dos tempos de fluxo ou *Total weighted flow time* $\sum f_j F_j$.
- Soma ponderada dos atrasos ou *Total weighted tardiness* $\sum w_j T_j$.
- Soma ponderada dos adiantamentos ou *Total weighted earliness* $\sum h_j E_j$.

2.1.2 Gráfico de Gantt

Para representação visual, uma ferramenta comumente utilizada é o gráfico de Gantt, que ilustra o sequenciamento das atividades. Foi idealizado pelo engenheiro industrial norte-americano Henry Gantt em 1917 (Peinado e Graeml, 2007; Slack *et al.*, 2009). É uma ferramenta simples que utiliza barras horizontais para representar as tarefas que podem ser realizadas simultaneamente; na vertical são apresentadas as atividades; as datas estão na horizontal e a duração é possível de ser visualizada no comprimento das barras (Peinado e Graeml, 2007). Segundo Peinado e Graeml (2007), o gráfico de Gantt é amplamente utilizado na prática pelas empresas, principalmente pela sua simplicidade e facilidade de entendimento. O gráfico de Gantt, conforme Brucker (2007), pode ser orientado por máquina, como mostrado na Figura 2(a), ou orientado por tarefas, como apresentado na Figura 2(b).

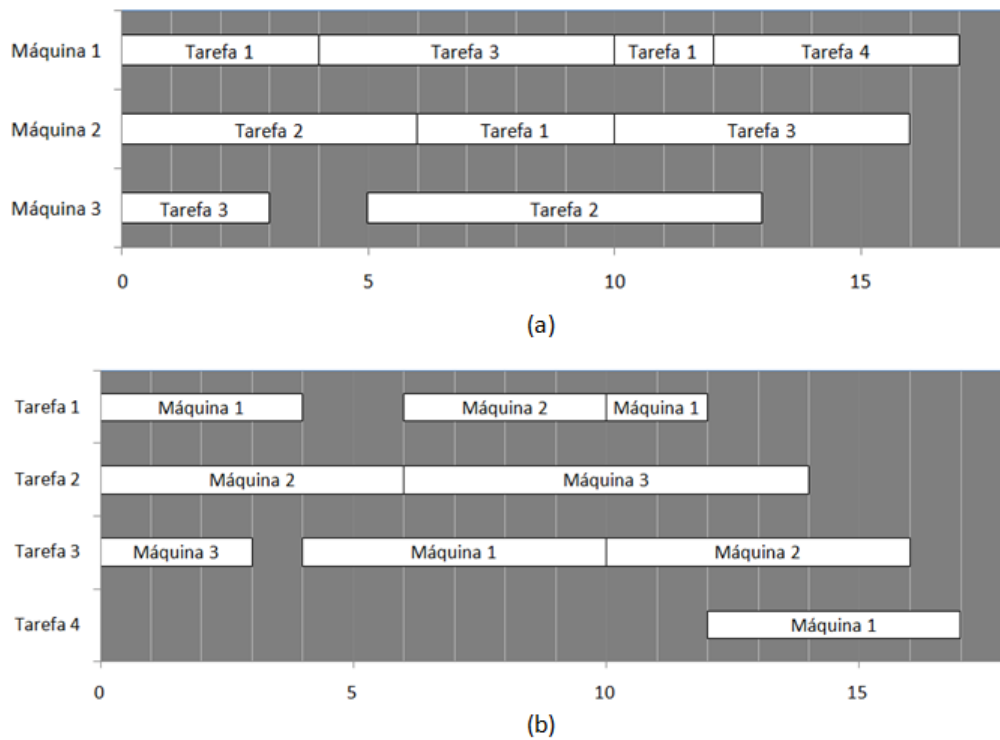


Figura 2 – Gráfico de Gantt orientado por máquinas (a) e orientado por tarefas (b). Adaptado de Brucker (2007).

2.1.3 Tempos de preparação (*setup time*)

Para compreender sobre o processo produtivo é importante entender alguns detalhes de produção; um deles é o tempo de preparação (*setup time*), que é o tempo gasto para organizar a máquina, o processo, a matéria prima a ser transformada e o ciclo produtivo. Em ambientes reais estes tempos ocorrem na aquisição, limpeza e ajuste de ferramentas e máquinas, realocação de tarefas e inspeção de materiais (Etcheverry e Anzanello, 2013).

Estes tempos podem ser classificados levando em consideração sua dependência: dependente da sequência ou independente da sequência. Também podem ser classificados em relação às máquinas, neste caso, para as tarefas ou lotes de tarefas e, por fim, podem ser antecipatórios ou não-antecipatórios.

Em relação à dependência, o tempo de preparação pode ser independente da sequência quando a preparação depende somente da tarefa a ser processada, sendo que cada tarefa possui seu tempo de preparação independente da tarefa anterior processada na mesma máquina. No caso dependente da sequência, a preparação depende tanto da tarefa a ser processada quanto da tarefa anterior já processada na mesma máquina (Allahverdi *et al.*, 1999; Cheng *et al.*, 2000; Gendreau *et al.*, 2001). Deve-se levar em consideração que, ao alterar a tarefa processada anteriormente, este tempo também é alterado.

Os tempos gastos para preparação em relação à máquina podem estar relacionados

a lotes de tarefas quando estas são agrupadas de acordo com o tipo de operação a ser executada. As tarefas são agrupadas em lotes de produtos antes de serem processadas (Allahverdi *et al.*, 1999; Cheng *et al.*, 2000). Podem ser por tarefas quando a máquina deve ser preparada para cada tarefa a ser processada, sendo que, para cada máquina, existe um tempo diferente de preparação em relação a uma mesma tarefa.

Finalmente, o tempo de preparação pode ser classificado como antecipatório, quando este pode ser realizado antes mesmo da tarefa ser liberada para o processamento, caso a máquina já esteja liberada. Por outro lado, é dito não-antecipatório quando só poderá ser realizado após a liberação da tarefa para processamento (Cheng *et al.*, 2000).

2.1.4 Regras de despacho

Métodos de programação baseados em prioridades são amplamente utilizados em problemas de sequenciamento da produção (Pereira e Arroyo, 2011; Grimme *et al.*, 2013). Uma possibilidade a ser utilizada são as chamadas regras de despacho, responsáveis por determinar a sequência do processamento das tarefas.

As regras de despacho, de maneira geral, são de simples implementação (Pinedo, 2012) e alguns exemplos destas para os problemas de sequenciamento serão discutidas a seguir. Antes, porém, são apresentados alguns parâmetros importantes, visando uma melhor compreensão das regras de despacho.

Vale lembrar que uma solução candidata para o problema de sequenciamento é representada aqui por uma permutação (sequência) π de n tarefas, sendo a tarefa da posição j representada por $\pi(j)$.

Parâmetros:

- j : índice para tarefas, $j = 0, 1, \dots, n$;
- t : índice para estágios, $t = 1, \dots, k$;
- i : índice para máquinas, $i = 1, \dots, m_t$;
- $d_{\pi(j)}$: data de entrega da tarefa $\pi(j)$;
- $r_{\pi(j)}$: instante de liberação (*release time*) da tarefa $\pi(j)$;
- $h_{\pi(j)}$: penalidade de adiantamento da tarefa $\pi(j)$;
- $w_{\pi(j)}$: penalidade de atraso da tarefa $\pi(j)$;
- $p_{i, \pi(j)}$: tempo de processamento na máquina i da tarefa $\pi(j)$.
- $p_{t_i, \pi(j)}$: tempo de processamento no estágio t na máquina i da tarefa $\pi(j)$.

Na regra de despacho, quando existe uma máquina disponível, uma tarefa com maior prioridade é selecionada, sendo a prioridade definida por uma regra ligada ao objetivo em questão (Mainieri e Ronconi, 2011). Estas regras podem ser utilizadas para determinar uma sequência inicial de tarefas (Jungwattanakit *et al.*, 2008), que pode ser combinada com uma heurística construtiva para dar início a uma meta-heurística, ou ainda utilizada para auxiliar na convergência desta. «««< .mine Alguns exemplos de regras de despacho são relacionadas a seguir: ===== Alguns exemplos de regras de despacho são relacionadas a seguir: »»»> .r237

- Regra SPT (*Shortest Processing Time*) - responsável por sequenciar as tarefas em ordem crescente do seu tempo de processamento. No caso referente ao problema de máquinas paralelas a sequência gerada é: $p_{i,\pi(1)} \leq p_{i,\pi(2)} \leq \dots \leq p_{i,\pi(n)}$, e uma adaptação para os casos que envolvem estágios com máquinas paralelas fica: $\sum_{t=1}^k p_{t_i,\pi(1)} \leq \sum_{t=1}^k p_{t_i,\pi(2)} \leq \dots \leq \sum_{t=1}^k p_{t_i,\pi(n)}$.
- Regra LPT (*Longest Processing Time*) - as tarefas são sequenciadas em ordem decrescente de seus tempos de processamento, sendo o resultado para máquinas paralelas: $p_{i,\pi(1)} \geq p_{i,\pi(2)} \geq \dots \geq p_{i,\pi(n)}$, e uma adaptação envolvendo estágios com máquinas paralelas fica: $\sum_{t=1}^k p_{t_i,\pi(1)} \geq \sum_{t=1}^k p_{t_i,\pi(2)} \geq \dots \geq \sum_{t=1}^k p_{t_i,\pi(n)}$.
- Regra EDD (*Earliest Due Date first*) - as tarefas são sequenciadas em ordem crescente de suas datas de entrega. Esta tende a minimizar os atrasos com uma sequência gerada: $d_{\pi(1)} \leq d_{\pi(2)} \leq \dots \leq d_{\pi(n)}$.
- Regra ERD (*Earliest Release Date first*) - as tarefas são sequenciadas ordem crescente do instante de liberação. Tende à minimização da variação do tempo de espera no primeiro estágio: $r_{\pi(1)} \leq r_{\pi(2)} \leq \dots \leq r_{\pi(n)}$.
- Regra MST (*Minimum Slack Time*) - é uma variação da regra EDD definida pela sequência crescente da data de entrega de cada tarefa menos seus tempos de processamento. A sequência gerada pela regra para máquinas paralelas fica: $(d_{\pi(1)} - p_{i,\pi(1)}) \leq (d_{\pi(2)} - p_{i,\pi(2)}) \leq \dots \leq (d_{\pi(n)} - p_{i,\pi(n)})$, e uma adaptação da regra para vários estágios com máquinas paralelas gera: $(d_{\pi(1)} - \sum_{t=1}^k p_{t_i,\pi(1)}) \leq (d_{\pi(2)} - \sum_{t=1}^k p_{t_i,\pi(2)}) \leq \dots \leq (d_{\pi(n)} - \sum_{t=1}^k p_{t_i,\pi(n)})$.
- Regra WSPT (*Weighted Shortest Processing Time*) - as tarefas são sequenciadas de acordo com a maior razão entre as penalidades de atraso e o tempo de processamento. A sequência da regra para máquinas paralelas fica: $(w_{\pi(1)}/p_{i,\pi(1)}) \geq (w_{\pi(2)}/p_{i,\pi(2)}) \geq \dots \geq (w_{\pi(n)}/p_{i,\pi(n)})$, e uma adaptação da regra para problemas com vários estágios e máquinas paralelas gera: $(w_{\pi(1)}/\sum_{t=1}^k p_{t_i,\pi(1)}) \geq (w_{\pi(2)}/\sum_{t=1}^k p_{t_i,\pi(2)}) \geq \dots \geq (w_{\pi(n)}/\sum_{t=1}^k p_{t_i,\pi(n)})$.

- Regra WLPT (*Weighted Longest Processing Time*) - ordena as tarefas conforme a menor razão entre a penalidade de adiantamento e o tempo de processamento da tarefa. A sequência gerada para máquinas paralelas fica: $(h_{\pi(1)}/p_{i,\pi(1)}) \leq (h_{\pi(2)}/p_{i,\pi(2)}) \leq \dots \leq (h_{\pi(n)}/p_{i,\pi(n)})$, e uma adaptação da regra para o caso de vários estágios e máquinas paralelas seria: $(h_{\pi(1)}/\sum_{t=1}^k p_{t_i,\pi(1)}) \leq (h_{\pi(2)}/\sum_{t=1}^k p_{t_i,\pi(2)}) \leq \dots \leq (h_{\pi(n)}/\sum_{t=1}^k p_{t_i,\pi(n)})$.

2.2 OTIMIZAÇÃO

Otimização é uma área interdisciplinar de conhecimento que utiliza modelos matemáticos e algoritmos computacionais para buscar a melhor solução, segundo um ou mais critérios, dentro de um conjunto de opções possíveis. Tem aplicação nas mais variadas áreas, como engenharia, administração, biologia, economia e física, dentre outras. Otimizar visa melhorar algo que já existe, criar projetos com mais eficiência e menor custo, determinar a melhor configuração de um projeto sem testar todas as possibilidades (Lobato, 2008).

Problemas de otimização surgem de situações nas quais escolhas devem ser realizadas, guiadas por uma função objetivo e um conjunto de restrições, expressos em função das variáveis de decisão. Nesses problemas se busca determinar os valores destas variáveis de decisão que maximizem ou minimizem tal função objetivo, satisfazendo o conjunto de restrições.

Existem diferentes tipos de problemas de otimização, mas aqui o problema tratado possui características da otimização combinatória. Problemas de otimização combinatória surgem em diferentes áreas como saúde, energia, transporte, medicina, finanças, aviação e circuitos eletrônicos. Na engenharia de produção é possível encontrar uma variedade de problemas de otimização combinatória, entre eles o planejamento e a programação da produção, projeto de *layout* de sistemas de produção, e a localização de instalações e distribuição de produtos (Arenales *et al.*, 2007). Conforme Papadimitriou e Steiglitz (1998), em problemas combinatórios o espaço de soluções possíveis (candidatas, viáveis) é finito, apesar de ser extremamente grande.

O problema de sequenciamento da produção em questão possui natureza combinatória que, em termos de complexidade computacional, é classificado como NP-difícil. Desta forma, este tipo de problema só pode ser resolvido eficientemente, de maneira ótima, para instâncias de pequeno porte.

2.2.1 Otimização multiobjetivo

A otimização dita multiobjetivo corresponde à situação em que há vários objetivos conflitantes (e frequentemente não-comensuráveis) a serem otimizados (minimizados ou

maximizados) simultaneamente. Nenhuma das soluções factíveis otimizam todos os objetivos ao mesmo tempo, dada a natureza conflitante dos mesmos.

Existem dois espaços ou conjuntos a se considerar: o de variáveis de decisão e o de objetivos. Estes espaços são ilustrados na Figura 3, onde pode-se observar o mapeamento de uma solução candidata do espaço de variáveis para o espaço de objetivos do problema. O espaço de objetivos é definido pelas funções objetivo do problema e o espaço de variáveis é aquele em que se busca pelas soluções do problema.

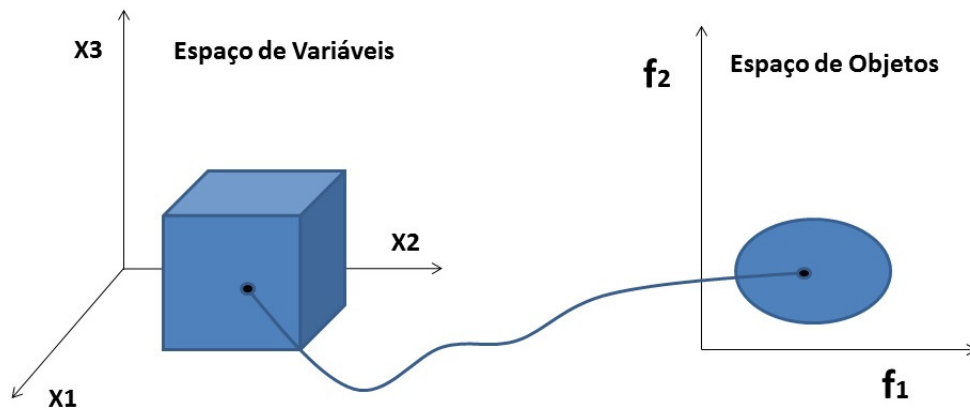


Figura 3 – Mapeamento de uma solução do espaço de variáveis, para o espaço de objetivos

Na otimização multiobjetivo, usualmente não existe uma única solução que otimize todos os objetivos. Mas pode-se encontrar um conjunto de soluções em que nenhuma delas é melhor do que outra em todos os objetivos. O problema multiobjetivo pode ser formulado como:

$$\begin{aligned} \text{Minimizar} \quad & f_m(x), \quad m = 2, \dots, M \\ \text{Sujeito a} \quad & g_j(x) \leq 0; \quad j = 1, 2, \dots, J \\ & h_k(x) = 0; \quad k = 1, 2, \dots, K \\ & x_i^L \leq x_i \leq x_i^U \quad i = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

x é um vetor de n variáveis de decisão $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$, os valores x_i^L e x_i^U são os limites inferior e superior, respectivamente, para a variável x_i . As restrições são representadas por J desigualdades (g_j) e K igualdades (h_k) e cada função $f_m(x)$ deve ser minimizada.

Em otimização multiobjetivo, são considerados vários objetivos conflitantes, o conceito de dominância é utilizado. Para exemplificar, um ponto $a_1 \in \mathbb{R}^n$ domina outro ponto $a_2 \in \mathbb{R}^n$ se $f_i(a_1) \leq f_i(a_2), i = 1, \dots, M$ e $f_y(a_1) < f_y(a_2)$ para pelo menos um valor de $y \in 1, \dots, M$. Sendo assim, um ponto a_1 domina outro ponto a_2 , caso a avaliação de a_1 seja melhor do que a de a_2 em pelo menos um objetivo, não sendo pior para os demais. Dadas duas soluções S_1 e S_2 podem ocorrer três possibilidades de dominância entre elas:

$$\begin{aligned}
 S_1 \prec S_2 & \quad S_1 \text{ domina } S_2 \\
 S_1 \succ S_2 & \quad S_2 \text{ domina } S_1 \\
 S_1 \sim S_2 & \quad S_1 \text{ e } S_2 \text{ são indiferentes.}
 \end{aligned}$$

De acordo com Lei (2009), quando um vetor é não-dominado em relação ao espaço de busca geral, este é dito um ótimo de Pareto¹.

Deb (2001) indica duas metas para a otimização multiobjetivo: (i) encontrar um conjunto de soluções o mais próximo possível da fronteira de Pareto e (ii) encontrar um conjunto de soluções com a maior diversidade possível.

Para melhor ilustrar as metas, na Figura 4 (a) existe uma boa distribuição das soluções na fronteira de Pareto segundo as metas mencionadas. Já na Figura 4 (b) as distribuições se concentram em algumas regiões.

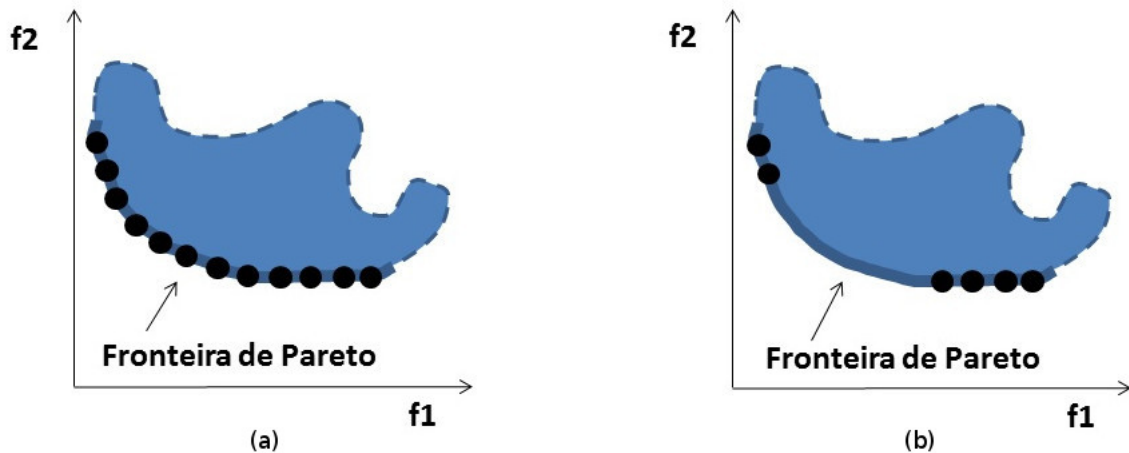


Figura 4 – Exemplo de distribuição das soluções na fronteira de Pareto (adaptado de Deb (2001)).

2.2.1.1 Classificação dos métodos de otimização multiobjetivo

O responsável pela tomada de decisão deve realizar um balanceamento (*trade-off*) dos objetivos conflitantes. Além de um método que gere soluções eficientes (Pareto-ótimas), há também a necessidade de um processo de tomada de decisão multi-critério para a escolha da solução adequada.

Os métodos de otimização multiobjetivo podem ser classificados de acordo com o processo de articulação das preferências do decisor, sendo eles: métodos *a-priori*, métodos *a-posteriori* e métodos iterativos.

¹ O italiano Vilfredo Pareto (1848:1923) foi um engenheiro, sociólogo, economista, cientista político e filósofo, responsável por várias contribuições importantes ao estudo da economia.

Nos métodos *a-priori*, o tomador de decisão intervém antes do processo de busca das soluções, sendo apresentados:

- No primeiro caso os objetivos são agregados, via uma combinação linear, em apenas um, sendo necessária então a determinação de pesos para indicar a prioridade entre eles. Nesse tipo de método pode-se utilizar então técnicas de otimização mono-objetivo à função objetivo agregada resultante.
- No segundo caso, são definidas prioridades entre os objetivos que devem ser classificados de forma decrescente. Resolve-se então o problema de otimização em relação ao primeiro objetivo sem considerar os demais e, em seguida, o segundo objetivo é otimizado sujeito ao valor ótimo encontrado no primeiro, e assim sucessivamente.

Nos métodos *a-posteriori*, a tomada de decisão ocorre após o processo de busca das soluções Pareto-ótimas. Nesse caso, é dada a mesma importância para todos os objetivos durante a busca e o decisor deverá escolher entre as soluções encontradas, aquela que seja a mais adequada para o problema em questão.

O último método é o iterativo, em que existe uma iteração entre o processo de busca da solução e a articulação das preferências do decisor, direcionando a busca para as suas regiões de interesse.

2.3 HEURÍSTICAS

Na realidade da indústria, deve-se levar em consideração alguns fatores, como o equilíbrio entre a produção, qualidade dos produtos e a entrega ao cliente. Os *softwares* implantados devem garantir que essas necessidades sejam satisfeitas com menor tempo e boa qualidade. Para viabilizar a resolução dos problemas de programação aqui considerados, métodos heurísticos têm sido utilizados.

Heurísticas são processos iterativo que organizam e direcionam heurísticas subordinadas através da integração de conceitos diversificados, e com o objetivo de manipular uma solução, parte de uma solução, ou um conjunto de soluções (Barbosa e Rocha, 2006). Através de sua aplicação é possível encontrar soluções de boa qualidade, com um tempo computacional aceitável (de Melo e Ronconi, 2012), mas não garantem que se obtenha a solução ótima para o problema. Vale ressaltar que existem diferentes algoritmos heurísticos sendo que alguns proporcionam melhor desempenho em tipos de problemas específicos.

Uma abordagem sobre heurística construtiva e meta-heurística é apresentada, sendo que sobre a segunda realizou-se um estudo para algoritmos empregados em otimização mono-objetivo e multiobjetivo.

2.3.1 Heurística construtiva

Conforme Ronconi (2004), as heurísticas construtivas não necessitam de extensos testes computacionais para seu ajuste e criam uma solução a partir de uma ou mais regras. Estes métodos geram uma única sequência de tarefas, a qual será utilizada como solução do problema (Nawaz *et al.*, 1983; Palmer, 1965; Nagano *et al.*, 2002). Heurísticas construtivas são geralmente usadas para a construção de soluções iniciais para meta-heurísticas ou como ponto de partida para outras heurísticas.

Uma heurística construtiva amplamente utilizada em problemas de programação da produção é a denotada por NEH (Nawaz, Enscore Jr. e Ham), proposta por Nawaz *et al.* (1983). São encontradas nos trabalhos de (Kalczyński e Kamburowski, 2007; Chiang *et al.*, 2009; Arroyo e Pereira, 2011; de Siqueira *et al.*, 2012; Carvalho *et al.*, 2013; Pereira *et al.*, 2014; Baskar, 2015; Fernandez-Viagas e Framinan, 2015; Rossi *et al.*, 2016).

Na Figura 5, é apresentado um exemplo básico da heurística, a qual parte de uma solução parcial Π formada pela primeira tarefa j da lista candidata LC , sendo uma solução completa construída em $n - 1$ iterações ($i = 2, \dots, n$). A cada iteração i , a próxima tarefa de LC é selecionada e inserida em todas as possíveis posições da atual sequência. A sequência gerada com o menor valor da função objetivo é selecionada e o procedimento é repetido até que seja criada uma sequência completa.

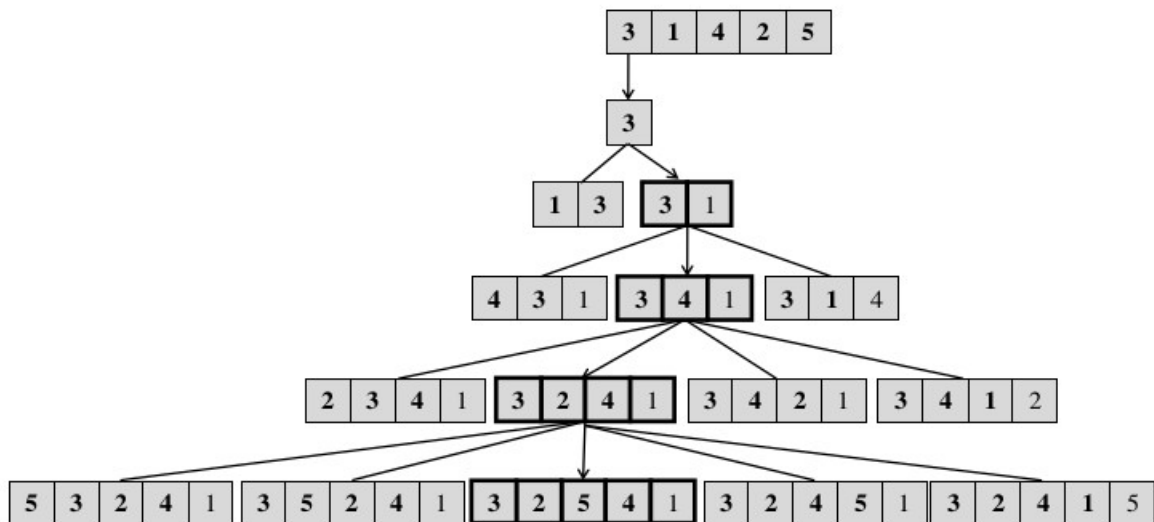


Figura 5 – Heurística construtiva NEH

2.3.2 Meta-heurística mono-objetivo

Em problemas de otimização com um único objetivo, procura-se por um ponto do espaço de busca que seja um extremo da função objetivo (minimização ou maximização).

Para resolver esses problemas, há uma série de meta-heurísticas que vem sendo utilizadas. As meta-heurísticas foram introduzidas por Glover (1986) e, desde então, diferentes abordagens vem sendo desenvolvidas, podem possuir característica populacional e baseadas em procedimento de busca local.

As meta-heurísticas baseadas em procedimento de busca local requerem uma solução prévia, a qual necessitará de um operador que modifique essa solução, podendo gerar uma nova solução parcial ou completa. Neste contexto, o termo vizinhança será adotado quando um operador modifica a solução em questão, a fim de percorrer o espaço de busca, levando em conta em cada passo a solução obtida anteriormente. Existem inúmeros exemplos desse tipo de meta-heurística: *Guided Local Search* - GLS, *Simulated Annealing*, *Tabu Search* (Busca Tabu) - TS, *Greedy Randomized Adaptive Search Procedures* - GRASP e *Iterated Local Search* - ILS.

Já a meta-heurística populacional é inicializada com um conjunto de soluções, muitas vezes chamado de população, em que cada elemento ou indivíduo caracteriza uma solução candidata para o problema. A população em questão evolui por meio de iterações entre seus indivíduos, em um processo que visa aumentar a qualidade média sem comprometer a diversidade do conjunto. Como exemplo pode-se citar: Algoritmos Genéticos (AGs), *Ant colony optimization* (ACO) e *Particle Swarm Optimization* (PSO).

Sun *et al.* (2011) indicam que existe na literatura uma concentração na solução de problemas envolvendo sequenciamento da produção com apenas um único critério. Ao analisar a situação vivenciada na realidade das indústrias, verifica-se a existência de diferentes objetivos no dia a dia de um gestor. Uma solução para esses casos é combinar em uma função escalar todos os objetivos usando pesos, o que pode gerar uma dificuldade em atribuir um peso adequado para cada objetivo, de forma que reflita as preferências do decisor. É importante oferecer estratégias dinâmicas a serem agregadas ao ERP, permitindo ao decisor uma abordagem *a-posteriori*, em que ele possa buscar por soluções rápidas, combinando os objetivos de seu interesse, que atendam às necessidades em um determinado momento.

2.3.3 Meta-heurística multiobjetivo

Existem hoje na literatura diferentes implementações para a solução de problemas de sequenciamento da produção que envolvem meta-heurísticas multiobjetivo. Ao decidir por uma implementação multiobjetivo, ou seja, otimizar diferentes objetivos simultaneamente, o esforço não é somente na complexidade computacional, como nos problemas mono-objetivo. Existem também dificuldades em relação ao número de soluções, que cresce devido à quantidade de objetivos que serão utilizados. Elaborar um algoritmo eficiente que não aumente tanto o tempo de execução (Lei, 2009) não é tarefa fácil.

Entre as implementações para os problemas multiobjetivo de sequenciamento

da produção, Sun *et al.* (2011) afirma que meta-heurísticas baseadas em AG são as mais populares (Cochran *et al.*, 2003; Li *et al.*, 2010; Pereira *et al.*, 2014). Outras meta-heurísticas também têm sido utilizadas para este problema e exemplos podem ser encontrados em: ACO (Pasia *et al.*, 2006; Yagmahan e Yenisey, 2008), ILS (Oliveira Junior *et al.*, 2010), GRASP (Oliveira Junior *et al.*, 2010; Arroyo e Pereira, 2011), PSO (Sha e Lin, 2009), TS (Armentano e Arroyo, 2004), SA (Varadharajan e Rajendran, 2005) e Presa-Predador (Grimme *et al.*, 2013).

Vale ressaltar que, historicamente, o primeiro *Multi-Objective Evolutionary Algorithm* - (MOEA), foi proposto por J.Schaffer (1985), através do *Vector Evaluated Genetic Algorithm* - (VEGA). Foi desenvolvido a partir de uma alteração no AG básico para considerar cada objetivo separadamente, mas não conseguia manter uma diversidade adequada entre os indivíduos não-dominados.

Alguns outros exemplos de MOEA podem ser encontrados entre os ditos não-elitistas: *Multiple Objective Genetic Algorithms* - (MOGA) (Fonseca *et al.*, 1993), *Non-dominated Sorting Genetic Algorithm* - (NSGA) (Srinivas e Deb, 1994) e *Niched Pareto Genetic Algorithm* - (NPGA) (Horn *et al.*, 1994). Posteriormente, foram desenvolvidos os ditos elitistas *Strength Pareto Evolutionary Algorithm* - (SPEA) (Zitzler e Thiele, 1999) e *Pareto Archived Evolution Strategy* - (PAES) (Knowles e Corne, 2000). Outras versões são apresentadas em: *Pareto Envelope-Based Selection Algorithm* - (PESA) (Corne *et al.*, 2000) e *Multi-objective Particle Swarm Optimizers* - (MOPSO) (Reyes-Sierra e Coello, 2006).

Neste trabalho foram testadas duas meta-heurísticas multiobjetivo para problemas de sequenciamento da produção: NSGA-II e Presa Predador - PP, sendo também consideradas variações destas através do acréscimo de busca local.

3 CARACTERIZAÇÃO DOS PROBLEMAS

Os problemas investigados neste trabalho tratam de sequenciamento de tarefas em diferentes ambientes de produção: máquina única, máquina paralela e *flow shop* flexível. Neste capítulo os problemas são descritos e as definições apresentadas na Seção 2.1 são utilizadas para apoiar essas explicações.

3.1 MÁQUINA ÚNICA

O problema de máquina única tratado pode ser definido com um conjunto $j = \{1, 2, 3, \dots, n\}$ com n tarefas que estão disponíveis para serem sequenciadas em uma única máquina a partir do instante zero. Cada tarefa j possui um tempo de processamento p_j e uma data de entrega d_j . Além disso, preempção não é permitida, ou seja, o processamento de uma tarefa não pode ser interrompido.

O problema aqui consiste em determinar o sequenciamento de tarefas que minimize pares dos objetivos que seguem: atraso máximo (f_1), adiantamento máximo (f_2), *lateness máximo* (f_3), *completion time* (f_4), soma dos atrasos (f_5), soma dos adiantamentos (f_6) e número de tarefas em atraso (f_7). Os objetivos são relacionados nas Equações 3.1 a 3.7.

$$f_1 = T_{max} = \max_{1 \leq j \leq n} \{T_j\} \quad (3.1)$$

$$f_2 = E_{max} = \max_{1 \leq j \leq n} \{E_j\} \quad (3.2)$$

$$f_3 = L_{max} = \max_{1 \leq j \leq n} \{L_j\} \quad (3.3)$$

$$f_4 = \sum_{1 \leq j \leq n} C_j \quad (3.4)$$

$$f_5 = \sum_{1 \leq j \leq n} T_j \quad (3.5)$$

$$f_6 = \sum_{1 \leq j \leq n} E_j \quad (3.6)$$

$$f_7 = \sum_{1 \leq j \leq n} U_j \quad (3.7)$$

Para exemplificar o problema é utilizada uma instância com 6 tarefas e tempos de processamento $p_j = \{2, 9, 9, 4, 2, 6\}$. As tarefas são sequenciadas conforme suas datas de entrega $d_j = \{2, 19, 25, 20, 10, 15\}$, sendo utiliza a regra de despacho EDD, o que gerou a sequência $\pi(j) = \{1, 5, 6, 2, 4, 3\}$. Na Figura 6, é exibido o sequenciamento das tarefas.

Observa-se que, o tempo de conclusão das tarefas $n = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ é $C_j = \{2, 19, 32, 23, 4, 10\}$, respectivamente. De acordo com as Equações 3.1 a 3.7, os valores das funções objetivos são: $f_1 = 7$, $f_2 = 6$, $f_3 = 7$, $f_4 = 90$, $f_5 = 10$, $f_6 = 11$ e $f_7 = 2$.

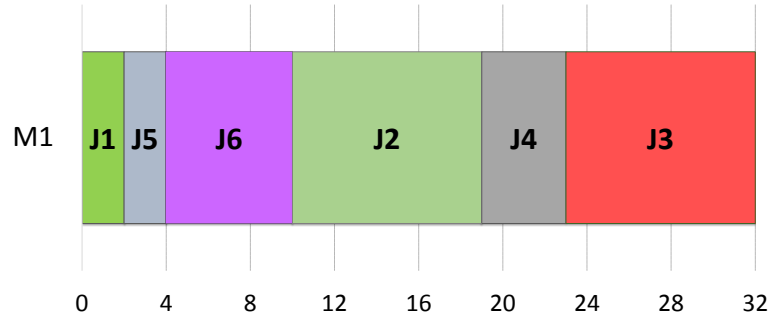


Figura 6 – Gráfico de Gantt de uma solução para o problema de Máquina Única

3.2 MÁQUINAS PARALELAS

O problema de programação de produção em máquinas paralelas trata a situação em que várias máquinas operam em paralelo e realizam a mesma função.

Neste trabalho as seguintes variações de máquinas paralelas foram estudadas: máquinas paralelas idênticas ($P_m|d_j|\gamma_1\dots\gamma_8$), máquinas paralelas idênticas com *release time* ($P_m|d_j,r_j,w_j,h_j,c_j|\gamma_1\dots\gamma_{11}$) e máquinas paralelas não relacionadas ($R_m|d_j,r_j,w_j,h_j,c_j,S_{ijl}|\gamma_1\dots\gamma_{11}$). Detalhes sobre os problemas serão apresentados nas próximas seções.

3.2.1 Máquinas paralelas idênticas

Seja um conjunto de n tarefas e um conjunto de m máquinas idênticas ($m < n$), cada tarefa deve ser executada em uma única máquina com o tempo processamento p_{ij} da tarefa j na máquina i . Considera-se que as tarefas estão disponíveis para processamento no instante zero. Cada máquina pode processar somente uma tarefa de cada vez e não é permitido interromper seu processamento. Cada tarefa j possui uma data de entrega d_j .

Para o problema de máquinas paralelas idênticas as medidas de desempenho consideradas para minimização são: atraso máximo (f_1), adiantamento máximo (f_2), *lateness máximo* (f_3), *completion time* (f_4), soma dos atrasos (f_5), soma dos adiantamentos (f_6), número de tarefas em atraso (f_7) e *makespan* (f_8). Esses objetivos, combinados aqui

dois a dois para formar os problemas de otimização, são relacionados nas Equações 3.8 a 3.15.

$$f_1 = T_{max} = \max_{1 \leq j \leq n} \{T_j\} \quad (3.8)$$

$$f_2 = E_{max} = \max_{1 \leq j \leq n} \{E_j\} \quad (3.9)$$

$$f_3 = L_{max} = \max_{1 \leq j \leq n} \{L_j\} \quad (3.10)$$

$$f_4 = \sum_{1 \leq j \leq n} C_j \quad (3.11)$$

$$f_5 = \sum_{1 \leq j \leq n} T_j \quad (3.12)$$

$$f_6 = \sum_{1 \leq j \leq n} E_j \quad (3.13)$$

$$f_7 = \sum_{1 \leq j \leq n} U_j \quad (3.14)$$

$$f_8 = C_{max} = \max_{1 \leq j \leq n} \{C_j\} \quad (3.15)$$

Uma instância do problema com tarefas $n = 6$ e máquinas $m = 3$ é utilizada para exemplificar o ambiente de máquinas paralelas idênticas. Deve-se considerar os tempos de processamento das tarefas $p_{ij} = \{2, 9, 9, 4, 2, 6\}$, e as datas de entrega $d_j = \{5, 10, 15, 14, 5, 6\}$. As tarefas são sequenciadas $\pi = \{1, 5, 6, 2, 4, 3\}$ conforme a regra de despacho EDD.

Na Figura 7, é ilustrada a execução das tarefas para o problema. Após execução os tempos de conclusão das tarefas podem ser observados $C_j = \{2, 11, 16, 7, 2, 6\}$, com isto, possibilita o cálculo das funções objetivo listadas nas Equações 3.8 a 3.15, sendo, $f_1 = 1$, $f_2 = 5$, $f_3 = 1$, $f_4 = 31$, $f_5 = 2$, $f_6 = 11$, $f_7 = 2$ e $f_8 = 13$.

Já para o problema de máquinas paralelas idênticas com *release time*, os tempos de liberação r_j , penalidade de adiantamento h_j , penalidade de atraso w_j e penalidade de conclusão c_j são considerados. Além das medidas de desempenho já mencionadas, também foram acrescentados os seguintes objetivos a serem minimizados: soma ponderada dos tempos de conclusão (f_9), soma ponderada dos atrasos (f_{10}) e soma ponderada dos adiantamentos (f_{11}), relacionados nas Equações 3.16 a 3.18.

$$f_9 = \sum_{1 \leq j \leq n} c_j C_j \quad (3.16)$$

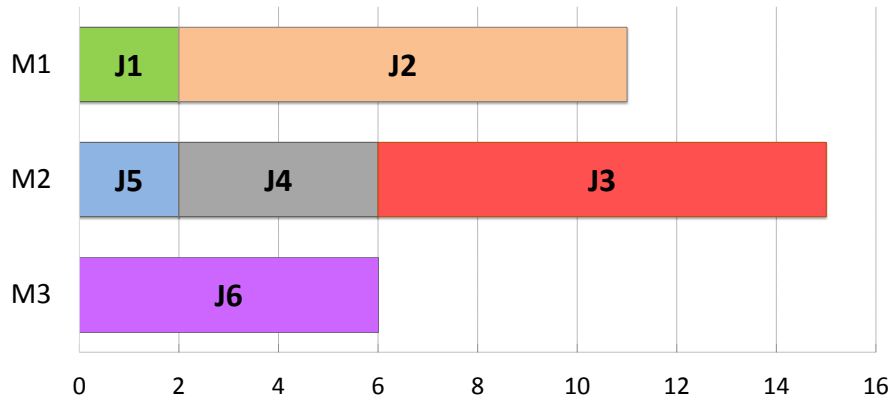


Figura 7 – Gráfico de Gantt de uma solução para o problema de P_m

$$f_{10} = \sum_{1 \leq j \leq n} w_j T_j \quad (3.17)$$

$$f_{11} = \sum_{1 \leq j \leq n} h_j E_j \quad (3.18)$$

Na Figura 8, uma solução do problema de máquinas paralelas idênticas com *release time* é apresentado. Os tempos de liberação para o exemplo são $r_j = \{2, 1, 3, 2, 1, 1\}$, com isto, a conclusão das tarefas serão $C_j = \{12, 34, 42, 38, 13, 23\}$. Também se considera penalidade de adiantamento $h_j = \{1, 3, 3, 1, 2, 2\}$, penalidade de atraso $w_j = \{3, 4, 4, 2, 6, 5\}$ e penalidade de conclusão $c_j = \{5, 4, 3, 4, 5, 2\}$. Os valores das funções objetivo para as Equações 3.16 a 3.18 do problema são $f_9 = 177$, $f_{10} = 56$ e $f_{11} = 5$.

3.2.2 Máquinas paralelas não relacionadas

Considere uma instância com $n = 6$ tarefas e $m = 2$ máquinas. São características do problema: cada tarefa deverá ser processada exatamente uma vez por apenas uma máquina, cada tarefa possui um tempo de processamento p_{ij} dependente da máquina i que será executada, existem tempos de preparação S_{ilj} dependentes da máquina e da tarefa l anteriormente processada para a tarefa corrente j .

Os objetivos de minimização considerados são: atraso máximo (f_1), adiantamento máximo (f_2), *lateness máximo* (f_3), *completion time* (f_4), soma dos atrasos (f_5), soma dos adiantamentos (f_6), número de tarefas em atraso (f_7), *makespan* (f_8), soma ponderada dos tempos de conclusão (f_9), soma ponderada dos atrasos (f_{10}) e soma ponderada dos adiantamentos (f_{11}), relacionados nas Equações 3.19 a 3.29. Os objetivos são considerados

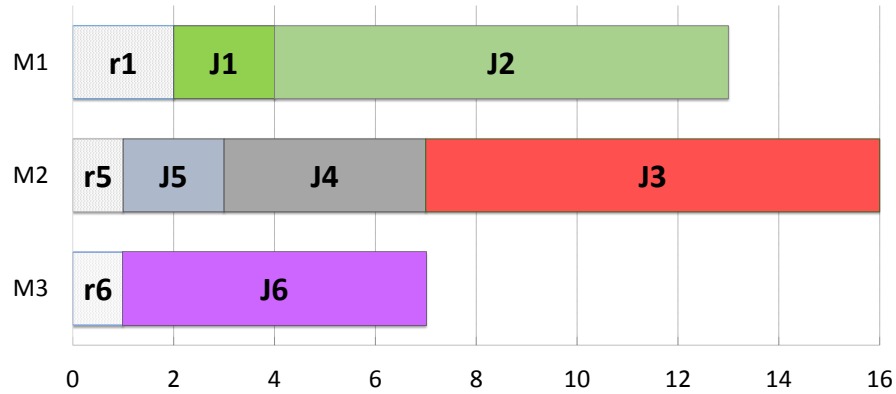


Figura 8 – Gráfico de Gantt de uma solução para o problema Máquina Paralela Idêntica com Release P_m

em um ambiente multiobjetivo e combinados dois a dois.

$$f_1 = T_{max} = \max_{1 \leq j \leq n} \{T_j\} \quad (3.19)$$

$$f_2 = E_{max} = \max_{1 \leq j \leq n} \{E_j\} \quad (3.20)$$

$$f_3 = L_{max} = \max_{1 \leq j \leq n} \{L_j\} \quad (3.21)$$

$$f_4 = \sum_{1 \leq j \leq n} C_j \quad (3.22)$$

$$f_5 = \sum_{1 \leq j \leq n} T_j \quad (3.23)$$

$$f_6 = \sum_{1 \leq j \leq n} E_j \quad (3.24)$$

$$f_7 = \sum_{1 \leq j \leq n} U_j \quad (3.25)$$

$$f_8 = C_{max} = \max_{1 \leq j \leq n} \{C_j\} \quad (3.26)$$

$$f_9 = \sum_{1 \leq j \leq n} c_j C_j \quad (3.27)$$

$$f_{10} = \sum_{1 \leq j \leq n} w_j T_j \quad (3.28)$$

$$f_{11} = \sum_{1 \leq j \leq n} h_j E_j \quad (3.29)$$

Para ilustrar uma solução do problema na Tabela 1, na primeira coluna são listadas as tarefas j e nas colunas com os títulos M1 e M2 os tempos de processamento p_{ij} de cada tarefa j nas máquinas. As tarefas possuem datas de entrega $d_j = \{3, 15, 23, 21, 6, 7\}$, datas de liberação $r_j = \{2, 1, 3, 2, 1, 1\}$, penalidade de adiantamento $h_j = \{1, 3, 3, 1, 2, 2\}$, penalidade de atraso $w_j = \{3, 4, 4, 2, 6, 5\}$ e penalidade de conclusão $c_j = \{5, 4, 3, 4, 5, 2\}$. As tarefas são sequenciadas conforme suas datas de entrega d_j , sendo utilizada a regra de despacho EDD, sendo a sequência $\pi(j) = \{1, 5, 6, 2, 4, 3\}$.

Tabela 1 – Tempos de processamento para o problema de R_m .

j	M1	M2
1	9	10
2	10	8
3	6	10
4	5	8
5	7	10
6	8	6

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os tempos de preparação S_{ilj} das tarefas nas máquinas M1 e M2, ou seja o tempo gasto para preparar a máquina i para processar a tarefa j após ter processado a tarefa l . Na primeira coluna das tabelas são listadas as tarefas l já processadas e na primeira linha as tarefas j a serem processadas.

Tabela 2 – Tempos de preparação S_{ijl} na máquina M1.

M1	1	2	3	4	5	6
1	0	7	2	5	7	1
2	6	0	1	2	7	8
3	8	6	0	4	9	1
4	5	6	3	0	4	3
5	3	4	7	1	0	2
6	6	2	5	6	4	0

Tabela 3 – Tempos de preparação S_{ijl} na máquina M2.

M2	1	2	3	4	5	6
1	0	2	9	3	1	2
2	9	0	2	2	2	1
3	3	2	0	1	7	9
4	1	2	8	0	9	1
5	2	3	4	8	0	7
6	1	7	1	9	3	0

Os tempos de conclusão das tarefas podem ser observados na Figura 9, $C_j = \{4, 15, 26, 17, 3, 11\}$, sendo assim, os valores das funções objetivo para as Equações 3.19 a 3.29 do problema, são $f_1 = 4$, $f_2 = 4$, $f_3 = 4$, $f_4 = 76$, $f_5 = 8$, $f_6 = 7$, $f_7 = 3$, $f_8 = 26$, $f_9 = 263$, $f_{10} = 35$ e $f_{11} = 10$.

3.3 FLOW SHOP FLEXÍVEL

O *flow shop* flexível é uma generalização do *flow shop* para ambientes de máquinas paralelas, ao invés de m máquinas em série, como no *flow shop*. Há fases em série (estágios)

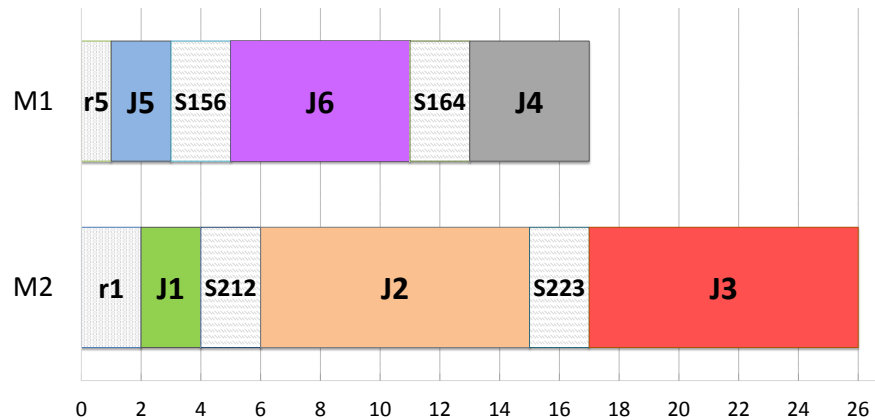


Figura 9 – Gráfico de Gantt de uma solução para o problema de R_m .

e cada fase têm um número de máquinas idênticas em paralelo.

O problema abordado conta com a característica de processamento de tarefas em linha de produção, n tarefas são processadas em k estágios na mesma ordem. Cada estágio t possui m_t máquinas paralelas idênticas e uma tarefa pode ser processada por qualquer máquina do estágio corrente. Tempos de preparação (*setup time*) são considerados em cada estágio t , estes tempos são dependentes da sequência de tarefas S_{lj} , ou seja, o tempo de ajuste gasto ao finalizar uma tarefa l e antes de iniciar o processamento de outra j . Cada tarefa possui uma data de entrega d_j e estão disponíveis para processamento em diferentes instantes de tempo de liberação (*release time*) r_j . Desta forma, as características devem ser consideradas:

- as tarefas devem passar por todos os estágios na mesma ordem;
- cada tarefa deve ser processada por apenas uma máquina de cada estágio;
- uma máquina pode processar no máximo uma tarefa de cada vez; e
- as tarefas devem ser processadas sem interrupções.

Para o problema de *flow shop* flexível os objetivos considerados aqui e a serem minimizados são: atraso máximo (f_1), adiantamento máximo (f_2), *lateness máximo* (f_3), *completion time* (f_4), soma dos atrasos (f_5), soma dos adiantamentos (f_6), número de tarefas em atraso (f_7), *makespan* (f_8), soma ponderada dos tempos de conclusão (f_9), soma ponderada dos atrasos (f_{10}) e soma ponderada dos adiantamentos (f_{11}), relacionados

nas Equações 3.30 a 3.40. Os objetivos são considerados em um ambiente multiobjetivo e combinados dois a dois.

$$f_1 = T_{max} = \max_{1 \leq j \leq n} \{T_j\} \quad (3.30)$$

$$f_2 = E_{max} = \max_{1 \leq j \leq n} \{E_j\} \quad (3.31)$$

$$f_3 = L_{max} = \max_{1 \leq j \leq n} \{L_j\} \quad (3.32)$$

$$f_4 = \sum_{1 \leq j \leq n} C_j \quad (3.33)$$

$$f_5 = \sum_{1 \leq j \leq n} T_j \quad (3.34)$$

$$f_6 = \sum_{1 \leq j \leq n} E_j \quad (3.35)$$

$$f_7 = \sum_{1 \leq j \leq n} U_j \quad (3.36)$$

$$f_8 = C_{max} = \max_{1 \leq j \leq n} \{C_j\} \quad (3.37)$$

$$f_9 = \sum_{1 \leq j \leq n} c_j C_j \quad (3.38)$$

$$f_{10} = \sum_{1 \leq j \leq n} w_j T_j \quad (3.39)$$

$$f_{11} = \sum_{1 \leq j \leq n} h_j E_j \quad (3.40)$$

Um exemplo de uma solução do problema é apresentado, para isto, se utiliza uma instância formada por $n = 6$ tarefas e $k = 3$ estágios, sendo que o primeiro estágio possui duas máquinas; o segundo, uma máquina; e o terceiro, duas máquinas. Os tempos de processamento $p_{t_i j}$ no estágio t na máquina i da tarefa j são exibidos na Tabela 4, onde a primeira coluna lista as tarefas e as demais os tempos de processamento nos estágios.

Os tempos de preparação S_{lj} nos estágios (E1, E2 e E3) são listados nas Tabelas 5, 6 e 7. Na primeira coluna das tabelas são listadas as tarefas l já processadas e na primeira linha as tarefas j a serem processadas.

As datas de entrega das tarefas $d_j = \{10, 30, 44, 38, 13, 24\}$ foram utilizadas para criar a sequência $\pi(j) = \{1, 5, 6, 2, 4, 3\}$ através da regra de despacho EDD, ilustrada

Tabela 4 – Tempos de processamento das tarefas para o exemplo do problema de FF_k .

$p_{t,j}$	E1	E2	E3
J1	2	3	5
J2	9	6	10
J3	3	5	4
J4	4	5	7
J5	2	2	3
J6	6	5	7

Tabela 5 – Tempos de preparação S_{ijl} no estágio E1.

E1	1	2	3	4	5	6
1	0	7	2	5	7	1
2	6	0	1	2	7	8
3	8	6	0	4	9	1
4	5	6	3	0	4	3
5	3	4	7	1	0	2
6	6	2	5	2	4	0

Tabela 6 – Tempos de preparação S_{ijl} no estágio E2.

E2	1	2	3	4	5	6
1	0	2	9	3	1	2
2	9	0	2	2	2	1
3	3	2	0	1	7	9
4	1	2	1	0	9	1
5	2	3	4	8	0	1
6	1	2	1	9	3	0

Tabela 7 – Tempos de preparação S_{ijl} no estágio E3.

E3	1	2	3	4	5	6
1	0	2	1	4	2	2
2	3	0	2	1	1	3
3	5	7	0	3	4	2
4	9	3	2	0	5	8
5	5	3	3	7	0	5
6	4	4	7	3	5	0

na Figura 10. As tarefas possuem ainda uma data de liberação $r_j = \{2, 1, 3, 2, 1, 1\}$, penalidade de adiantamento $h_j = \{1, 3, 3, 1, 2, 2\}$, penalidade de atraso $w_j = \{3, 4, 4, 2, 6, 5\}$ e penalidade de conclusão $c_j = \{5, 4, 3, 4, 5, 2\}$.

Para que detalhes sobre a implementação do problema fique claro, observa-se que no estágio $t = 1$ da Figura 10, ao escolher a máquina para executar a tarefa $j = 6$, após as tarefas $j = 1$ e 5 terem sido alocadas, ocorre um empate. Ao tentar alocar a tarefa $j = 6$ na máquina M1 ($r_1 + p_{1,1} + S_{116} + p_{1,6}$) a conclusão será $C_6 = 11$ e na máquina M2 ($r_5 + p_{1,5} + S_{156} + p_{1,6}$) será $C_6 = 11$. Neste caso, a execução da tarefa $j = 6$ ocorre na primeira máquina, ou seja, M1.

Já no estágio $t = 3$ ao tentar alocar a tarefa $j = 6$, após as tarefas $j = 1$ e 5 terem sido alocadas, deve-se verificar que uma tarefa não pode ser iniciada em um estágio atual t antes de ter sido finalizada no estágio anterior $t - 1$. Mas vale ressaltar que o tempo de preparação S_{316} ou S_{356} pode ser realizado antes do término da tarefa no estágio anterior $t - 1$. Caso a tarefa $j = 6$ seja executada na máquina M1 sua conclusão será $C_6 = 23$, pois é possível realizar todo tempo de preparação $S_{316} = 2$ antes do término da tarefa no estágio anterior $t - 1$. Já na máquina M2, não é possível realizar todo tempo de preparação $S_{356} = 5$, antes do fim da tarefa em $t - 1$, fazendo que a conclusão da tarefa seja em $C_6 = 25$, o que justifica a execução da tarefa $j = 6$ na máquina M1.

Os tempos de conclusão das tarefas conforme Figura 10, $C_j = \{12, 34, 42, 38, 13, 23\}$. Dessa forma, é possível encontrar os valores das funções objetivo, calculados via as Equações 3.30 a 3.40, sendo $f_1 = 4$, $f_2 = 2$, $f_3 = 4$, $f_4 = 162$, $f_5 = 6$, $f_6 = 3$, $f_7 = 2$, $f_8 = 42$,

$f_9 = 585$, $f_{10} = 22$ e $f_{11} = 8$.

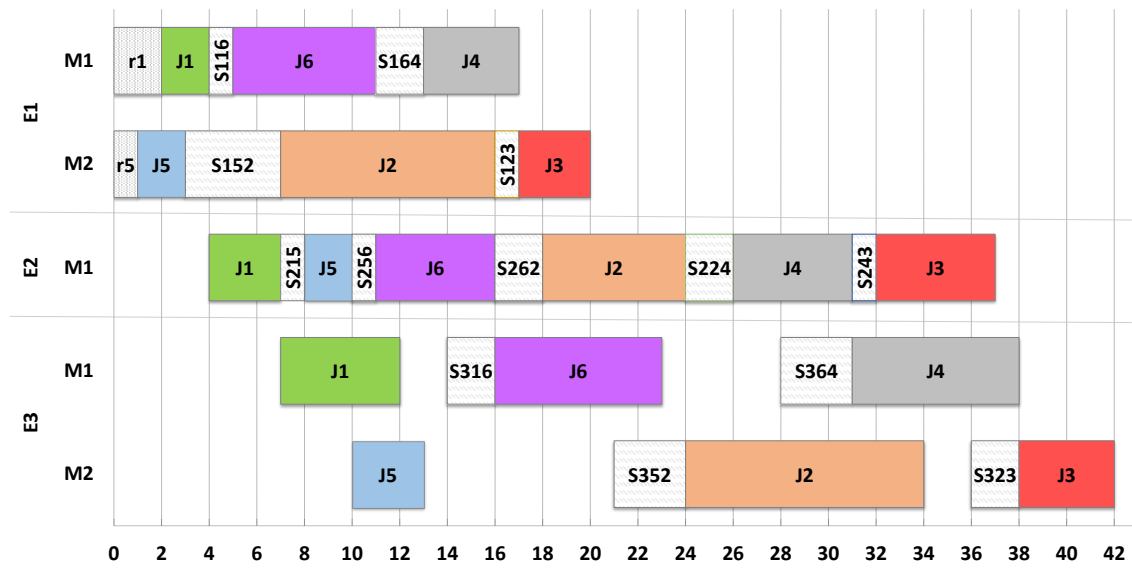


Figura 10 – Gráfico de Gantt de uma solução para o problema de FF_k .

4 ANÁLISE DOS OBJETIVOS

Neste capítulo é realizada uma análise entre os objetivos tratados. A primeira seção apresenta quais os objetivos utilizados e na sequência é apresentado o coeficiente de correlação de Pearson, usado para verificar a correlação existente entre cada par de objetivos. Também foi utilizada uma ferramenta conhecida como árvore de agregação para comparar as relações e conflitos existentes entre os objetivos, ferramenta esta apresentada neste capítulo. E por fim, foi feita uma análise levando em consideração cada ambiente de produção abordado no trabalho.

4.1 OBJETIVOS SELECIONADOS

Verificou-se que determinados objetivos são amplamente tratados na literatura, utilizados para o problema de sequenciamento da produção em ambiente mono-objetivo e multiobjetivo. Para este estudo, foram selecionados alguns objetivos e realizou-se uma análise da relação existente entre eles. Vale ressaltar que a análise foi realizada levando-se em consideração cada um dos ambientes de produção abordados neste trabalho. Os objetivos utilizados foram especificados na Seção 2.1.1.3.

4.2 CORRELAÇÃO ENTRE OS OBJETIVOS

Para o estudo da relação existente entre cada dois objetivos selecionados para o trabalho, foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson (ρ), que é uma medida de associação linear entre variáveis, apresentada na Eq. 4.1, sendo x_i e y_i os valores dos objetivos, \bar{x} e \bar{y} são respectivamente as médias dos valores x_i e y_i (Lee Rodgers e Nicewander, 1988).

$$\rho = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\sum(x_i - \bar{x})^2)(\sum(y_i - \bar{y})^2)}} \quad (4.1)$$

O coeficiente de correlação de Pearson (ρ) está compreendido no intervalo fechado de -1 a 1. A direção é indicada pelo sinal, que pode ser positiva ou negativa, sendo que: os valores extremos indicam uma relação perfeita entre as variáveis, qualquer outro valor indica uma relação imperfeita, e valor nulo mostra a ausência de relação linear (Moreira e da Silveira, 1993).

Na Figura 11 é possível verificar que, se ($\rho = 1$), a correlação é linear positiva perfeita, ou seja, existe uma relação diretamente proporcional entre as variáveis; se ($\rho = -1$), a correlação é linear negativa forte, ou seja, existe uma relação inversamente proporcional entre as variáveis; e, se for nulo, não existe correlação entre as variáveis (Fávero e Fávero, 2015).

Por exemplo, o NSGA-II (Deb *et al.*, 2000) (que é discutido em detalhes na seção 5.3) é um dos mais adotados métodos evolutivos para problemas multiobjetivos e um dos seus principais componentes é a ordenação por dominância. Apesar do seu sucesso, a ordenação por dominância não funciona tão bem quando o número de objetivos é superior a quatro, pois a maioria das soluções é não-dominada.

Além disso, mesmo nas situações em que o método de busca consegue obter soluções para o problema, a visualização e apresentação dos resultados é muito complexa.

A árvore de agregação foi então proposta por de Freitas (2013), visando apoiar o entendimento das relações e conflitos existentes entre os objetivos, o que é relevante principalmente quando o problema envolve uma grande quantidade deles.

Árvores de agregação iterativamente agrupam funções objetivo em ramos da árvore de acordo com sua harmonia, ou seja, quanto mais harmoniosos forem dois objetivos, mais adequados estão para serem reduzidos ou agrupados em um novo objetivo (de Freitas *et al.*, 2015).

Na Figura 12, apresenta um exemplo de árvore de agregação, com a relação existente entre os objetivos e sua estruturação em forma de árvore. Os nós folha são os objetivos $f_n\gamma$, sendo $n\gamma$ o número do objetivo; os pais de nós folha exibem um objetivo composto, representados pela soma de objetivos e renormalização de seus valores. Os pais são representados na forma $f_{n\gamma_1+n\gamma_2} - c$, ou seja, a agregação dos objetivos $f_{n\gamma_1}$ e $f_{n\gamma_2}$ com c conflito entre os objetivos. Um exemplo entre os objetivos f_3 e f_1 que estão em um nó folha, estes são agregados em primeiro momento, representando um objetivo composto $f_3 + f_1$, com um conflito de 0% entre os dois, o que significa a existência de uma harmonia completa. Por outro lado, o objetivo f_2 pode ser visto como primo, por está do lado direito, o que representa a existência de menos harmonia com os demais. Ao agregar f_2 a $f_3 + f_1$, um novo objetivo composto é formado $f_3 + f_1 + f_2$, neste caso o conflito entre eles é de 25%.

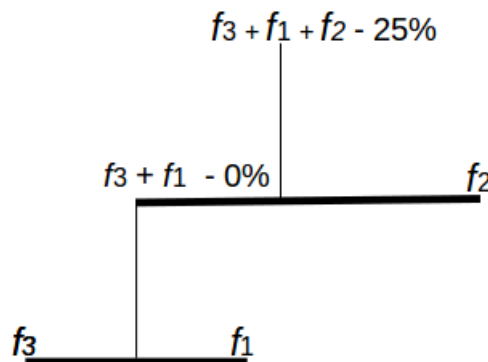


Figura 12 – Árvore de agregação, adaptado de Freitas *et al.* (2015).

Para gerar uma árvore de agregação, a entrada é uma matriz de soluções, em que cada linha representa uma solução do problema e cada coluna um objetivo.

Uma representação visual do conflito existente entre dois objetivos, pode ser visto através do gráfico de coordenadas paralelas, sendo o eixo x os objetivos e o eixo y os valores das funções objetivo para cada solução. Diferentes tipos de conflitos para o gráfico de coordenadas paralelas é apresentado por de Freitas *et al.* (2015). Na Figura 13, apresenta diferentes tipos de conflito entre dois objetivos. A Figura 13(a), existe uma harmonia completa entre os dois objetivos, ou seja, não existe conflito e este comportamento acontece de forma global. Na Figura 13(b), também existe um comportamento global, existe um conflito extremo, caso um tenha melhora no resultado de um objetivo, o outro piora. Já nas Figuras 13(c) e 13(d), o conflito é local, as diferenças estão concentradas em valores baixo e alto dos objetivos. Conforme de Freitas *et al.* (2015), mesmo sendo o conflito local, localmente existe o mesmo comportamento do conflito da Figura 13(b), na área que ocorre. A Figura 13(e), ilustra o conflito em diferentes posições para dois objetivos e na Figura 13(f), é mais um caso de conflito global, com diferença entre os dois objetivos acontecendo por todo lado.

Neste tipo de gráfico, quando as linhas horizontais permanecem paralelas, significa que há harmonia entre os objetivos ou entre uma região de valores dos objetivos. Quando as retas não estão paralelas e se cruzam, há conflito entre esses objetivos, podendo variar na região de valores e na intensidade. Em Freitas *et al.* (2015), são descritos os diversos tipos de conflito encontrados com a utilização do gráfico de trade-off.

Esse ferramental é adotado aqui para analisar o elo entre os diversos objetivos que podem estar associados à programação da produção. Verifica-se também a utilidade da Árvore de Agregação no auxílio à redução do tamanho do problema.

4.4 MÁQUINA ÚNICA

Os resultados obtidos através da correlação entre os objetivos e da árvore de agregação para o ambiente de máquina única, serão apresentados nesta seção.

4.4.1 Correlação entre objetivos

Para melhor entendimento sobre o estudo da correlação entre os objetivos, será utilizado como exemplo a instância teste apresentada na Tabela 139 no Apêndice D; dados estes fornecidos por Grimme *et al.* (2013). O ambiente deste exemplo evolui máquina única. Os seguintes objetivos foram selecionados para a análise: T_{max} , E_{max} , L_{max} , $\sum C_j$, $\sum T_j$, $\sum E_j$, $\sum U_j$, sendo realizada uma combinação destes dois a dois totalizando 21 comparações.

Nas Tabelas 68 e 69 no Apêndice A.1, é possível verificar os resultados referentes à

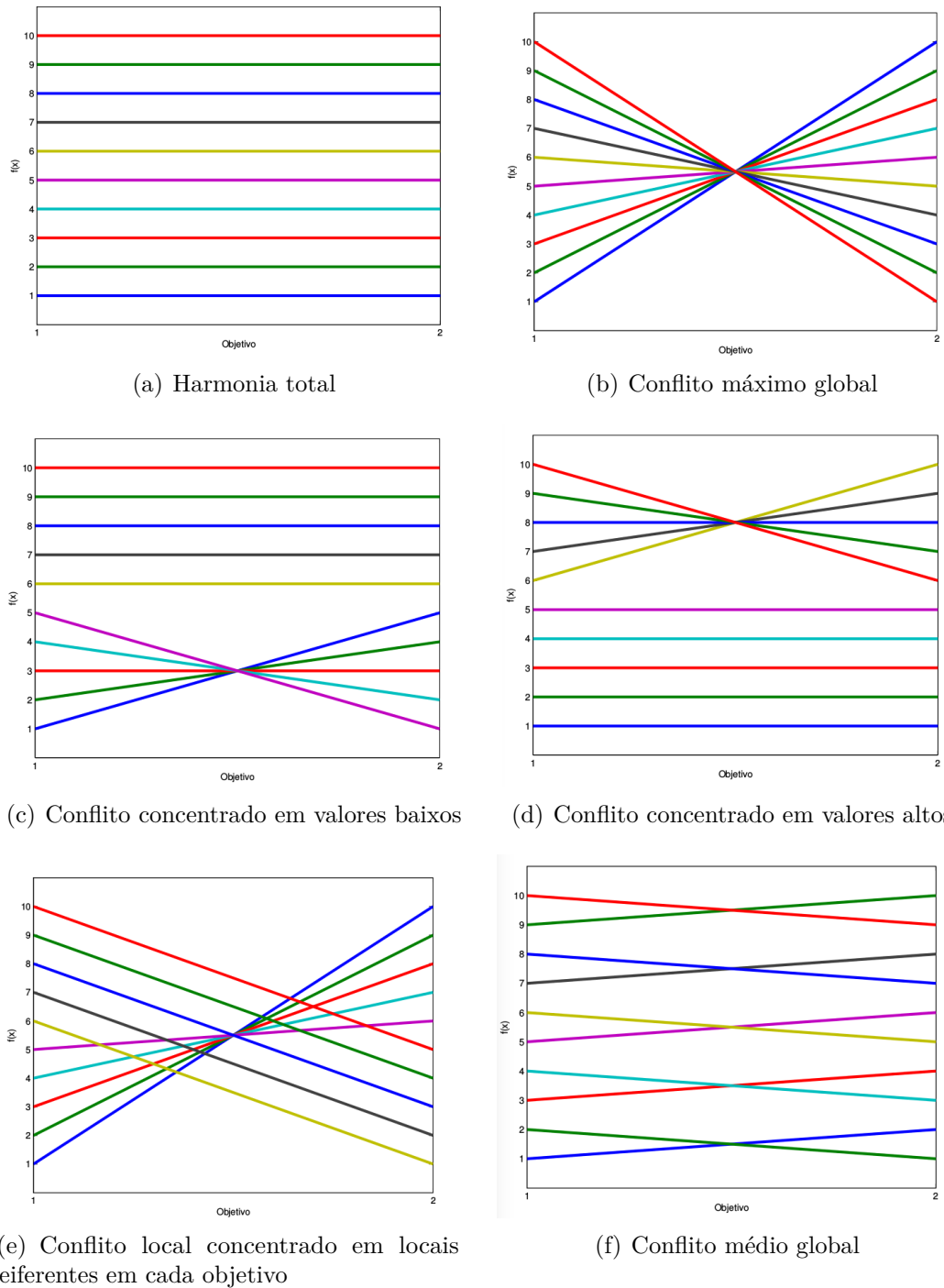


Figura 13 – Conflitos no gráfico de coordenadas paralelas (de Freitas *et al.*, 2015).

correlação (ρ) dos objetivos combinados dois a dois. Conforme classificação apresentada na Tabela 8, as combinações de objetivos serão separadas por grupos. Os dados para cálculo das correlações são gerados aleatoriamente e ilustrados em gráficos, a fim de exemplificar como ocorreram as seleções das combinações entre os objetivos. Além disso, foi utilizado um mapa de cores para apresentar a matriz de correlação entre os objetivos combinados dois a dois. Vale lembrar que $\rho \in [-1; 1]$. Na escala de cores, o valor -1 é representado

pela cor marrom escuro, o valor 1 está relacionado à cor azul escuro e o zero é referido pela cor branca. Os demais valores de correlação são representados por combinações de intensidade dessas cores. A Figura 14 ilustra o mapa de cores.

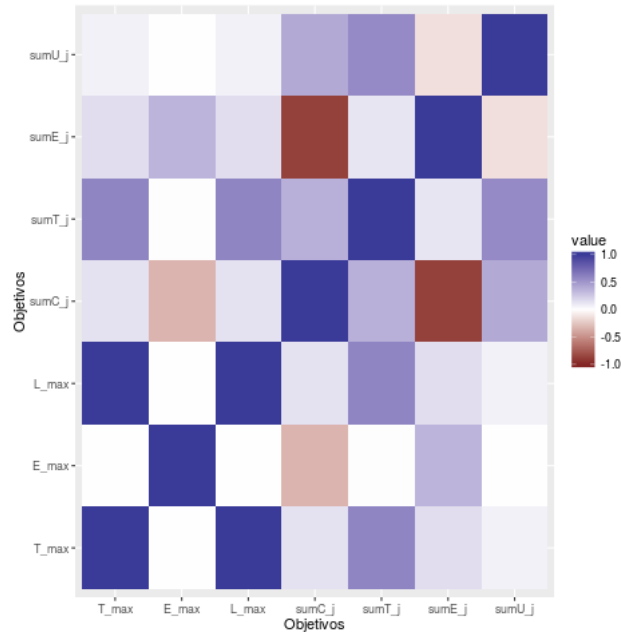


Figura 14 – Correlação entre os objetivos selecionados para o problema de Máquina Única.

A correlação entre os objetivos $\sum C_j \times \sum E_j$, como pode ser visto na Figura 15, é negativa forte, ou seja, próxima de -1. Este resultado também pode ser observado na Figura 14, a conexão entre estes objetivos possui uma cor marrom escuro no mapa de cores .

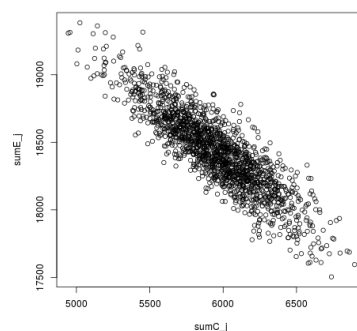


Figura 15 – Correlação negativa próxima de -1 entre os objetivos $\sum C_j \times \sum E_j$ para o problema de Máquina Única.

Nas Figuras 16(a) - 16(e), os gráficos apresentam correlação negativa próxima de zero, ou seja, uma ausência de correlação entre os objetivos. Este resultado também pode

ser observado na Figura 14, o mapa de cores que representa a intensidade de conexão entre esses objetivos possuem a cor branca ou próxima de branca.

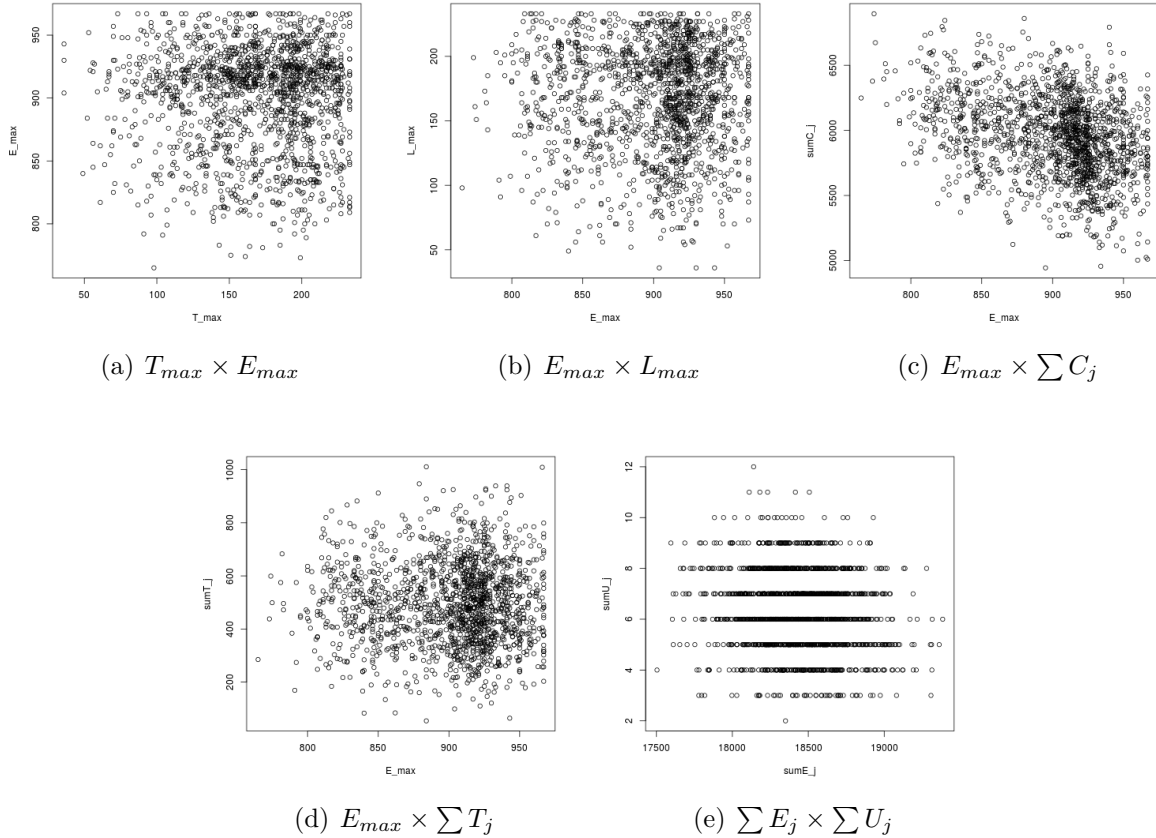


Figura 16 – Correlação negativa próxima de zero do problema de Máquina Única.

Nas Figuras 17(a) -17(k) existe uma correlação fraca entre os objetivos apresentados nos gráficos, que neste caso se trata de um exemplo que a correlação é positiva próxima de zero. Na Figura 14, esta situação pode ser novamente observada, no quadrado que representa a conexão entre os objetivos apresenta uma cor azul claro, bem próxima de branco ou branco.

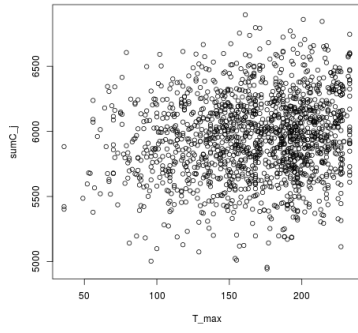
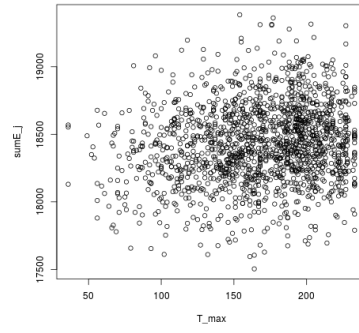
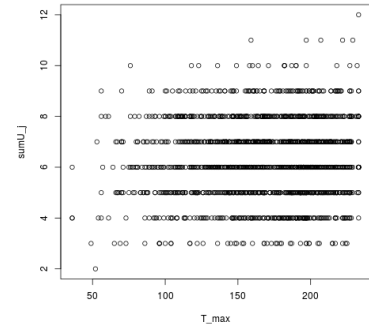
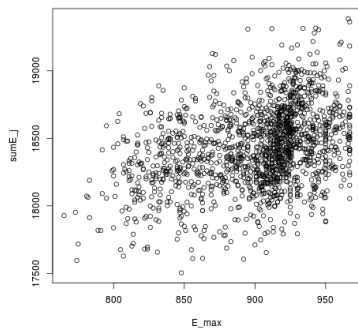
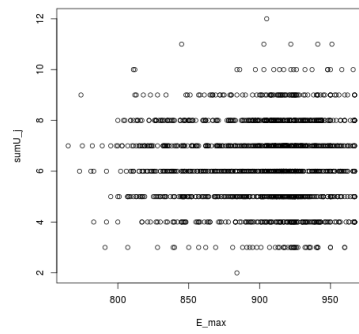
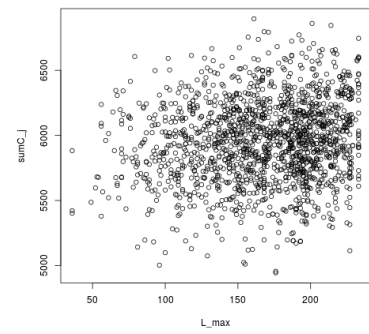
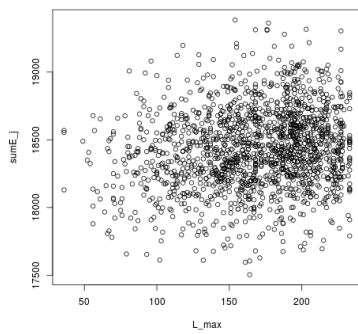
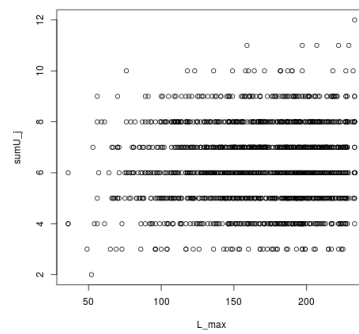
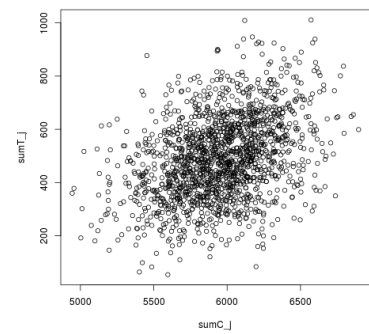
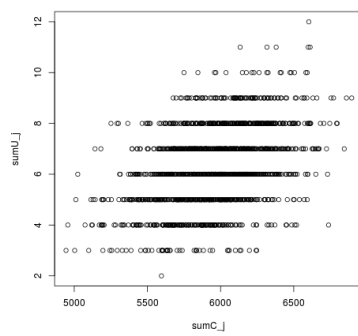
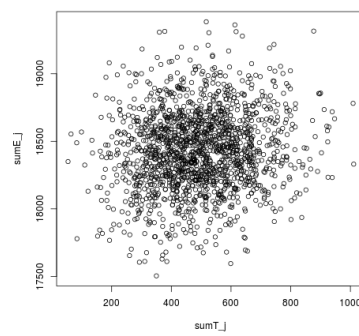
(a) $T_{max} \times \sum C_j$ (b) $T_{max} \times \sum E_j$ (c) $T_{max} \times \sum U_j$ (d) $E_{max} \times \sum E_j$ (e) $E_{max} \times \sum U_j$ (f) $L_{max} \times \sum C_j$ (g) $L_{max} \times \sum E_j$ (h) $L_{max} \times \sum U_j$ (i) $\sum C_j \times \sum T_j$ (j) $\sum C_j \times \sum U_j$ (k) $\sum T_j \times \sum E_j$

Figura 17 – Correlação positiva próxima de zero do problema de Máquina Única.

A correlação entre os objetivos das Figuras 18(a), 18(b) e 18(c) apresentam gráficos com correlação positiva próxima de 1, com resultados de correlação no intervalo entre $[0,5; 0,8)$. Além disso, é possível observar na Figura 14 que as cores que representam estes resultados são intermediário entre azul claro e azul escuro.

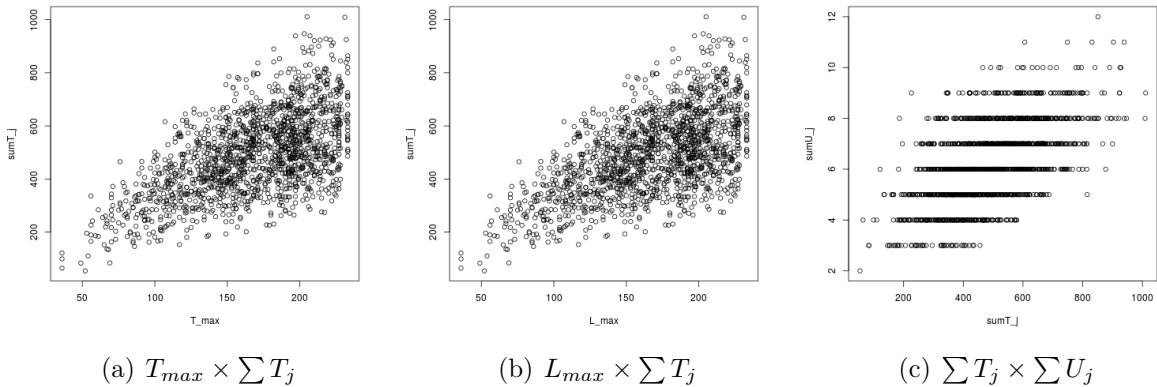


Figura 18 – Correlação positiva próxima de 1 do problema de Máquina Única.

A Figura 19 apresenta uma correlação perfeita entre os objetivos $T_{max} \times L_{max}$, sendo a correlação igual a 1. Essa relação pode também ser observada pela cor azul escuro do mapa de cores que indica a relação entre esses objetivos na Figura 14.

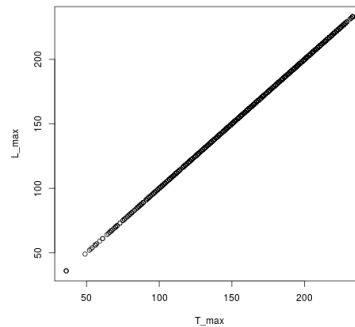


Figura 19 – Correlação positiva perfeita entre os objetivos $T_{max} \times L_{max}$ para o problema de Máquina Única.

Como o resultado da correlação entre os objetivos T_{max} e L_{max} é igual a 1 e a correlação destes com demais apresentam o mesmo valor, um exemplo pode ser visto na Tabela 68, a correlação entre $T_{max} \times E_{max} = -0,00380461$ e $E_{max} \times L_{max} = -0,00380461$. O mesmo acontece com os demais ambientes abordados neste trabalho; desta forma, escolheu-se utilizar o objetivo T_{max} , com exceção da comparação entre os objetivos $\sum C_j$ e L_{max} , somente para o problema $1|d_j|\sum C_j, L_{max}$, que será utilizada para validação das meta-heurísticas (Grimme *et al.*, 2013).

Vale ressaltar que a correlação mede a associação linear entre duas variáveis; neste caso, entre dois objetivos. Com base nessas análises, os pares de objetivos escolhidos para os experimentos foram: $\sum C_j \times \sum E_j$, $T_{max} \times E_{max}$, $E_{max} \times \sum C_j$, $E_{max} \times \sum T_j$, $E_{max} \times \sum U_j$, $T_{max} \times \sum C_j$, $T_{max} \times \sum E_j$, $T_{max} \times \sum U_j$, $E_{max} \times \sum E_j$, $\sum E_j \times \sum U_j$, $\sum C_j \times \sum T_j$, $\sum C_j \times \sum U_j$ e $\sum T_j \times \sum E_j$.

4.4.2 Árvore de Agregação

A entrada para gerar a árvore de agregação para o ambiente de máquina única, foi uma matriz formada por 200 soluções (linha) e sete objetivos (coluna), o resultado pode ser visto na Figura 20. Os objetivos representados na árvore são definidos conforme Tabela 9.

Tabela 9 – Objetivos utilizados na árvore de agregação para o problema de máquina única.

Classificação	γ
f1	T_{max}
f2	E_{max}
f3	L_{max}
f4	$\sum C_j$
f5	$\sum T_j$
f6	$\sum E_j$
f7	$\sum U_j$

Com base na árvore, as funções objetivo que podem ser agregadas em um primeiro momento são as funções E_{max} (f2) e $\sum E_j$ (f6), que resulta no objetivo composto $E_{max} + \sum E_j$. Estas são apresentadas no mapa de cores Figura 14 pela cor azul claro, o que indica que possuem uma correlação positiva próxima de zero.

Paralelamente, as funções $\sum T_j$ (f5) e $\sum U_j$ (f7) podem ser agregadas, na sequência pode-se unir a elas os T_{max} (f1) e L_{max} (f3), formando o objetivo composto $\sum T_j + \sum U_j + T_{max} + L_{max}$. E por fim, a função $\sum C_j$ (f4) é agregada formando uma função $\sum T_j + \sum U_j + T_{max} + L_{max} + \sum C_j$ com conflito $c = 48,16\%$. Vale ressaltar que, conforme apresentado na seção 4.4.1, os objetivos T_{max} (f1), L_{max} (f3) possuem correlação positiva perfeita, sendo indicado na árvore com conflito $c = 0\%$

A Figura 21 apresenta o gráfico de coordenadas paralelas, através do qual torna-se possível visualizar de forma rápida conflitos existente entre os objetivos adjacentes. Pode-se verificar conflito entre os objetivos $\sum T_j$ (f5) e $\sum E_j$ (f6) pelo fato das linhas se cruzarem tanto para grandes quanto para pequenos valores das funções.

O fato de existir grande conflito em boa parte dos objetivos, pode ser comprovado com base na Figura 20, em que, após a soma de todas as funções, encontra-se um conflito total $c = 79,36\%$

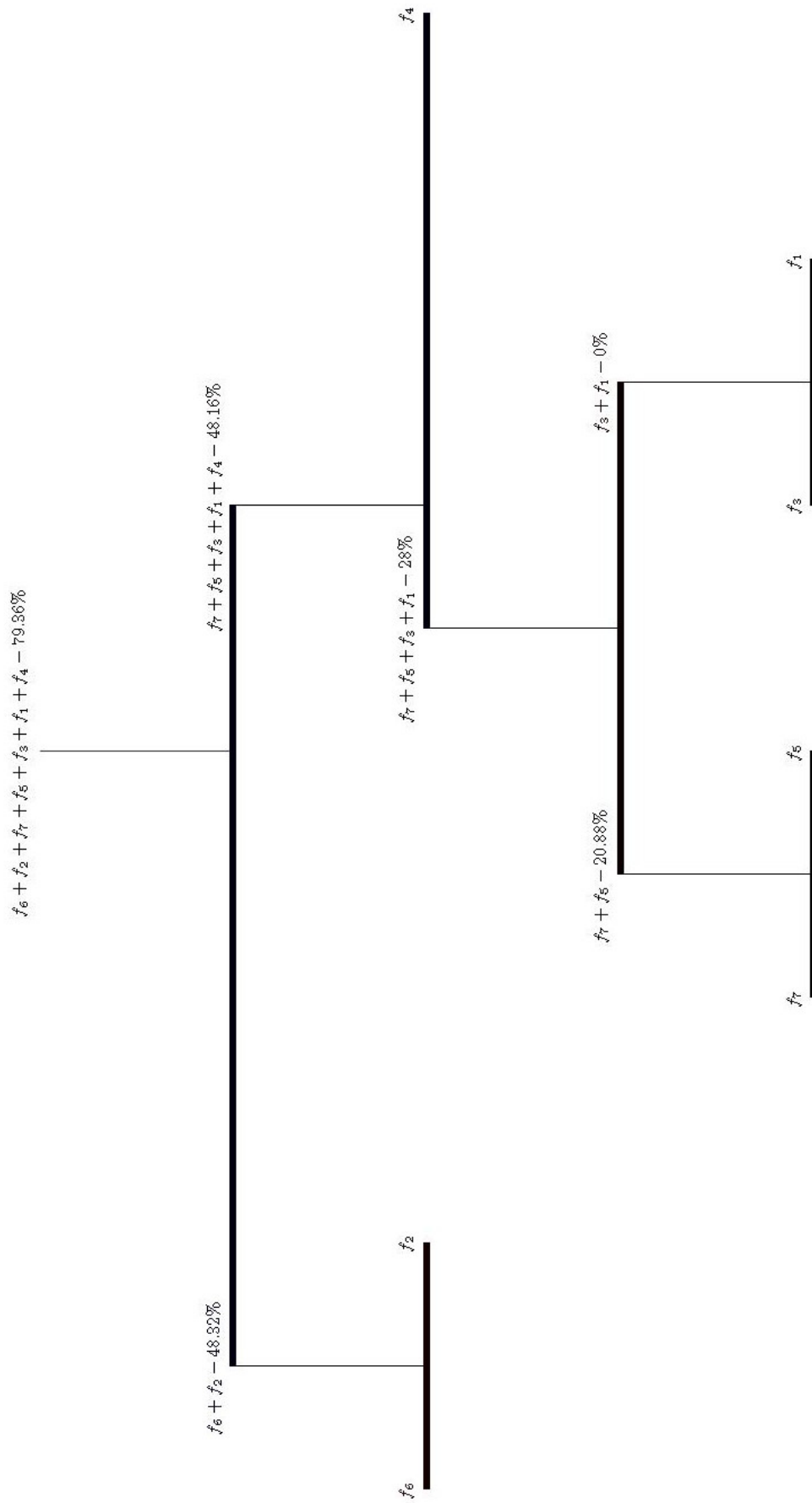


Figura 20 – Árvore de agregação dos objetivos do problema de Máquina Única.

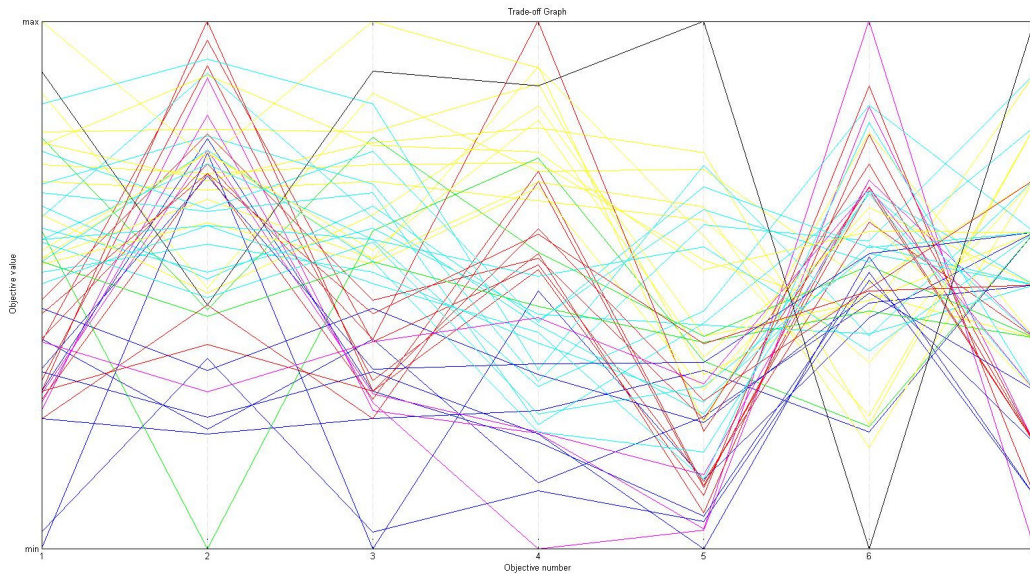


Figura 21 – Coordenadas paralelas dos objetivos do problema de Máquina Única.

4.5 MÁQUINAS PARALELAS IDÊNTICAS

Nesta seção é apresentada uma análise da correlação entre os objetivos e da árvore de agregação para o problema de máquinas paralelas idênticas.

4.5.1 Correlação dos objetivos

Nesta seção é apresentada a correlação entre os objetivos do problema de máquina paralela idêntica. Para isto utilizou-se os objetivos: T_{max} , E_{max} , L_{max} , $\sum C_j$, $\sum T_j$, $\sum E_j$, $\sum U_j$ e C_{max} . Estes foram analisados em diferentes instâncias formadas por tarefas $n = \{50, 100\}$ e máquinas $m = \{8, 12\}$, com a combinação $n \times m$. As instâncias utilizadas para os testes são descritas na seção 6.6.1.

Os resultados encontrados da correlação entre os objetivos para combinação $n = 50 \times m = 8$ estão nas Tabelas 70 e 71. Para $n = 50 \times m = 12$ estão nas Tabelas 72 e 73, para $n = 100 \times m = 8$ estão nas Tabelas 74 e 75 e para $n = 100 \times m = 12$ estão nas Tabelas 76 e 77. Estas tabelas se encontram no Apêndice A.2.

Alguns exemplos serão representados graficamente, a fim de justificar as escolhas em trabalhar com tomada de decisão envolvendo um ambiente multiobjetivo. Outros gráficos estão disponíveis no Pereira (2016).

A Figura 22, apresenta o mapa de cores com uma matriz de correlação entre os objetivos combinados dois a dois, já esclarecido anteriormente. Este mapa será utilizado nas análises realizadas para o problema.

Um exemplo pode ser visto na Figura 23, os objetivos $\sum C_j$ e $\sum E_j$ apresentam

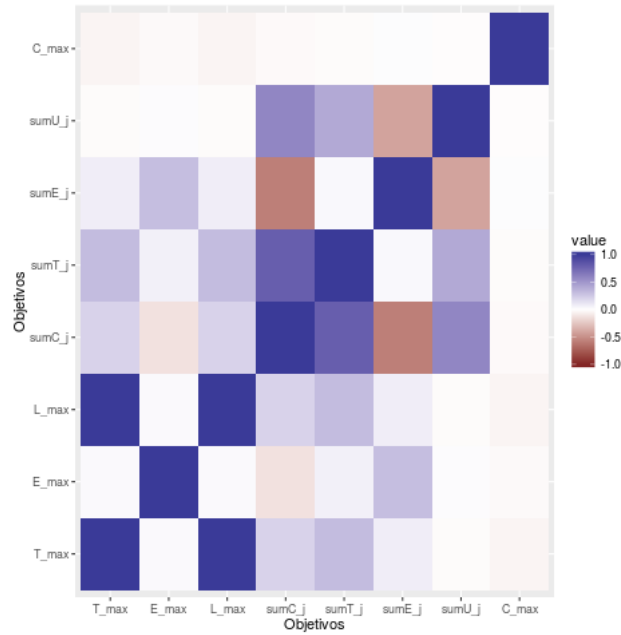


Figura 22 – Correlação entre os objetivos selecionados para o problema de máquinas paralelas idênticas, com $n = 50$ e $m = 8$.

correlação negativa próxima de -1, sendo uma das combinações de objetivos selecionadas para análise da correlação.

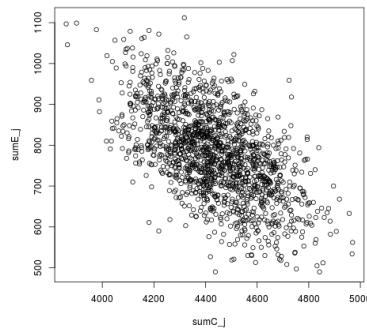


Figura 23 – Correlação negativa próxima de -1 para o problema $P_m|d_j|\sum C_j, \sum E_j$, com $n = 50$ e $m = 8$.

Nas análises realizadas, muitos casos apresentam correlação positiva próxima de 0, como pode ser visto nas Figuras 24(a) - 24(j). No mapa de cores, estas correlações são exibidas com uma variação de cor do azul claro ao branco, indicadas na Figura 22.

Apesar de apresentar correlação positiva próximo de 1, os objetivos $\sum C_j$ e $\sum T_j$ foram selecionados por encontrar na literatura a combinação. Na seção 1.4, foram relacionados alguns trabalhos encontrados na literatura.

Outros exemplos podem ser visualizados na Figura 22, o mapa de cores apresenta

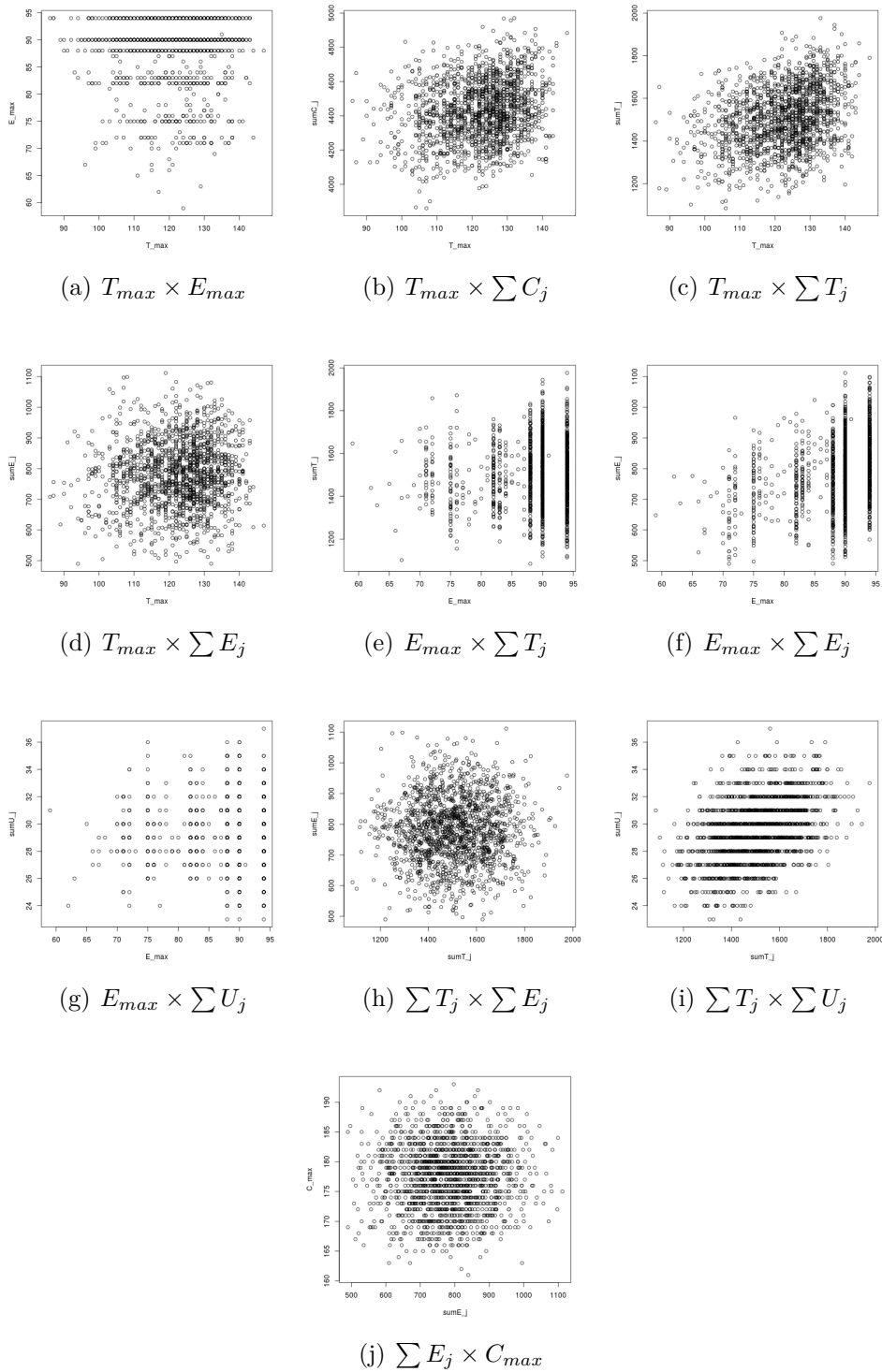


Figura 24 – Correlação positiva próxima de zero do problema $P_m|d_j|\gamma_1\dots\gamma_8$, com $n = 50$ e $m = 8$.

variação no marrom, ou seja correlação negativa próxima de -1, como é o caso das combinações entre os objetivos: $\sum C_j \times \sum E_j$, $\sum E_j \times \sum U_j$ e $E_{max} \times \sum C_j$.

O resultado da correlação e sua ilustração gráfica auxiliou na escolha das combinações entre os objetivos selecionadas para os experimentos. Através das análises entre 28 combinações de objetivos, 19 foram selecionadas: $T_{max} \times E_{max}$, $T_{max} \times \sum C_j$,

$T_{max} \times \sum T_j, T_{max} \times \sum E_j, T_{max} \times \sum U_j, T_{max} \times C_{max}, E_{max} \times \sum C_j, E_{max} \times \sum T_j, E_{max} \times \sum E_j,$
 $E_{max} \times \sum U_j, E_{max} \times C_{max}, \sum C_j \times \sum T_j, \sum C_j \times \sum E_j, \sum C_j \times C_{max}, \sum T_j \times \sum E_j,$
 $\sum T_j \times C_{max}, \sum E_j \times \sum U_j, \sum E_j \times C_{max}$ e $\sum U_j \times C_{max}$.

4.5.2 Árvore de Agregação

No ambiente de máquinas paralelas idênticas a árvore de agregação é formada por uma matriz composta por 200 soluções (linha) e oito objetivos (coluna). Os objetivos são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Objetivos utilizados na árvore de agregação para o problema Máquina Paralela Idêntica.

Classificação	γ
f1	T_{max}
f2	E_{max}
f3	L_{max}
f4	$\sum C_j$
f5	$\sum T_j$
f6	$\sum E_j$
f7	$\sum U_j$
f8	C_{max}

A árvore de agregação na Figura 25 primeiramente apresenta os objetivos que podem ser agregados E_{max} (f6) e $\sum E_j$ (f6) com conflito $c = 57,76\%$. Ao analisar o lado direito da árvore, os objetivos T_{max} (f1) e L_{max} (f3) podem ser agregados; em seguida $T_{max} + L_{max}$ estes poderão se juntar a C_{max} (f8). Existe ainda outra possível agregação entre os objetivos $\sum C_j$ (f4) e $\sum T_j$ (f5), formando assim o objetivo composto $\sum C_j + \sum T_j$. O conflito ao agregar os objetivos $T_{max} + L_{max} + C_{max} + \sum C_j + \sum T_j$ é baixo, sendo $c = 10,08\%$. Ao acrescentar o objetivo $\sum U_j$ (f8) não têm grande alteração com $c = 15,04\%$. O conflito será maior ao agregar os dois lados da árvore, objetivos relacionados ao adiantamento (lado esquerdo) aos objetivos relacionados ao atraso e à conclusão das tarefas (lado direito), a soma de todos estes gera um total de $c = 76\%$.

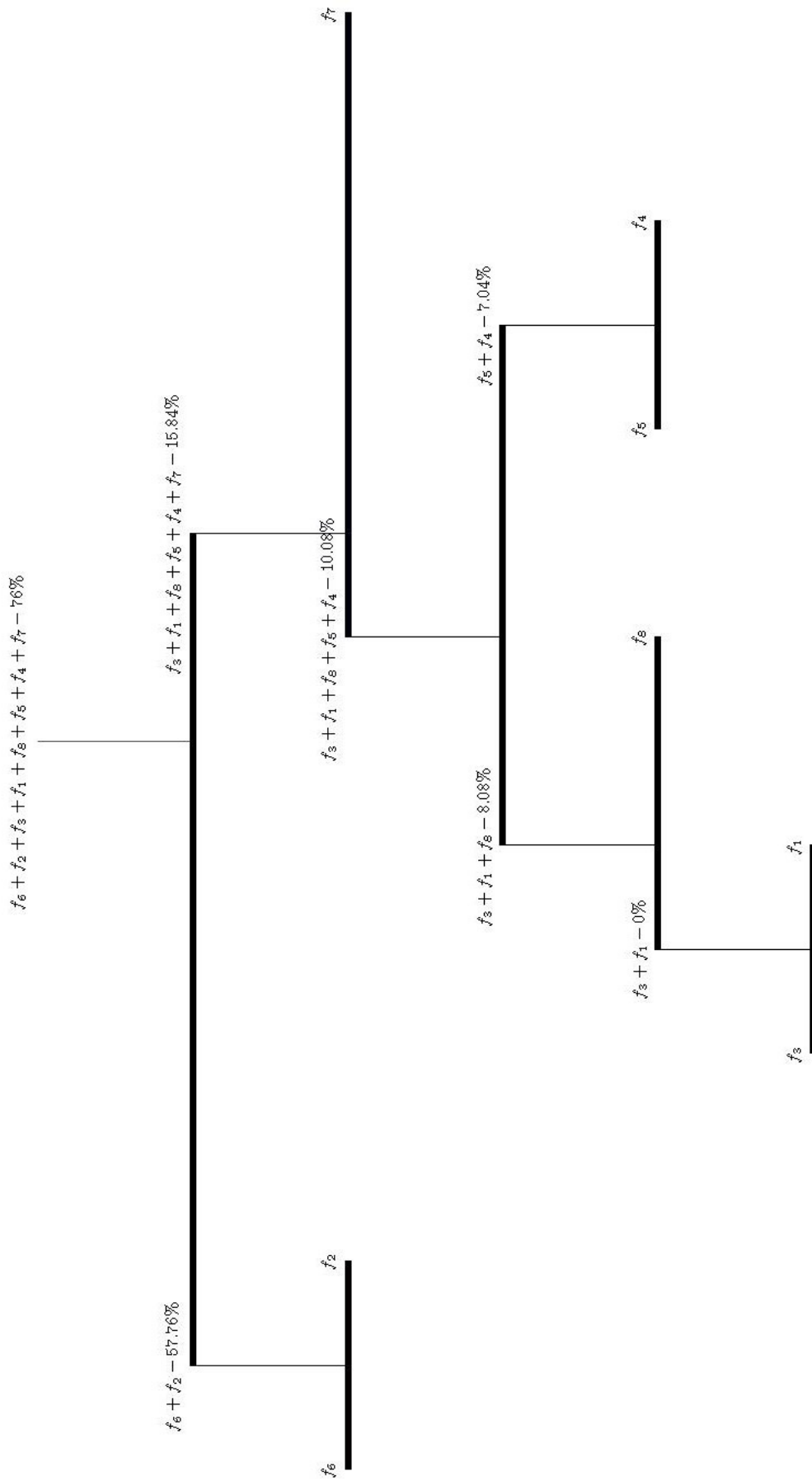


Figura 25 – Árvore de agregação dos objetivos do problema Máquina Paralela Idêntica.

Conflitos existentes entre os objetivos são ilustrados na Figura 26, percebe-se a existência de conflito máximo global na maioria das linhas para os objetivos $\sum T_j$ (f5), $\sum E_j$ (f6) e $\sum U_j$ (f7), com o cruzamento para valores grandes e pequenos de função objetivo, informação que pode apoiar nas decisões de trabalhar com múltiplos objetivos. Já entre L_{max} (f3), $\sum C_j$ (f4) e $\sum T_j$ (f5) e entre $\sum U_j$ (f7) e C_{max} (f8), mostram-se com objetivos harmoniosos.

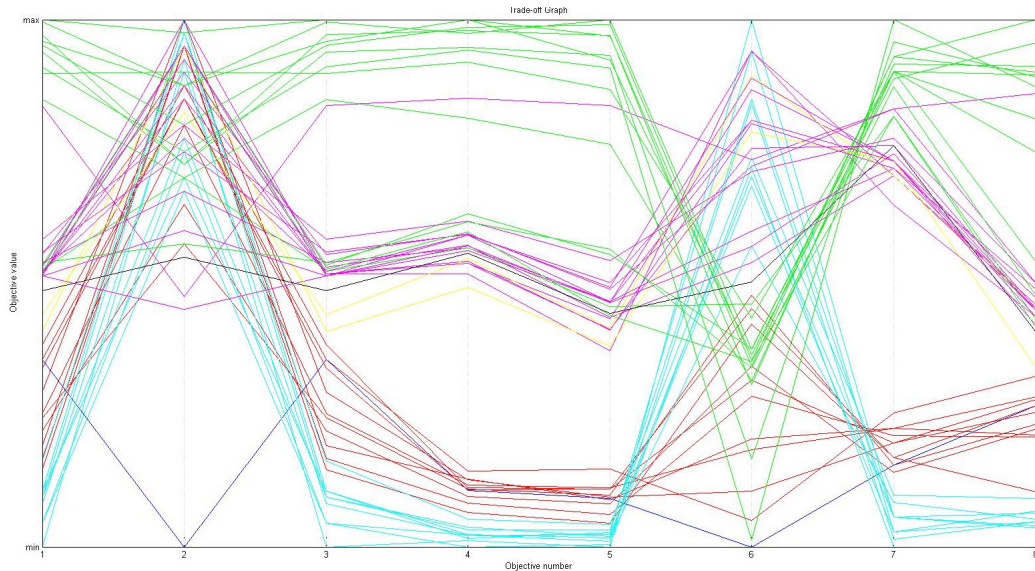


Figura 26 – Coordenadas paralelas dos objetivos do problema Máquina Paralela Idêntica.

4.6 MÁQUINAS PARALELAS IDÊNTICAS COM *RELEASE TIME*

Uma análise sobre a correlação entre os objetivos e da árvore de agregação para o problema de máquinas paralelas idênticas com *release time*, é apresentada nesta seção.

4.6.1 Correlação dos objetivos

Para o problema de Máquina Paralela Idêntica com *Release Time* foram analisados onze objetivos, sendo eles: T_{max} , E_{max} , L_{max} , $\sum C_j$, $\sum T_j$, $\sum E_j$, $\sum U_j$, C_{max} , $\sum c_j C_j$, $\sum w_j T_j$, $\sum h_j E_j$, combinados dois a dois gerando 55 combinações. Com o objetivo de apoiar as decisões foram calculadas as correlações existentes entre eles, para as instâncias do problemas formadas por tarefas $n = \{50, 100\}$ e máquinas $m = \{8, 12\}$, sendo combinados por $n \times m$. Estas instâncias são especificadas na seção 6.7.1.

Os resultados das correlações entre os objetivos para combinação $n = 50 \times m = 8$ estão nas Tabelas 78, 79 e 80; para $n = 50 \times m = 12$ estão nas Tabelas 81, 82 e 83; para $n = 100 \times m = 8$ estão nas Tabelas 84, 85 e 86; e para $n = 100 \times m = 12$ estão nas Tabelas 87, 88 e 89. Estas tabelas estão disponíveis no Apêndice A.3.

Para ilustrar a correlação dos objetivos no ambiente de Máquina Paralela Idêntica com *Release Time*, serão apresentados alguns gráficos. Vale ressaltar que as escolhas para este trabalho possuem preferência entre os classificados como negativa forte, negativa próxima de -1, negativa próxima de 0, mas em alguns casos a classificação em positiva próxima de 1 também foi selecionada. Mais gráficos encontram-se disponíveis em Pereira (2016).

Um exemplo de alguns objetivos selecionados para os experimentos, ocorre em uma instância com $n = 50$ e $m = 12$, ilustrados na Figura 27, classificados em correlação negativa próxima de -1. A combinação de objetivos são: $\sum C_j \times \sum E_j$, $\sum C_j \times \sum h_j E_j$, $\sum E_j \times \sum U_j$ e $\sum U_j \times \sum h_j E_j$, com valores de correlação iguais a -0,672, -0,529, -0,625 e -0,514, respectivamente. No mapa de cores exibido na Figura 28, estas combinações são exibidas com uma variação de marrom.

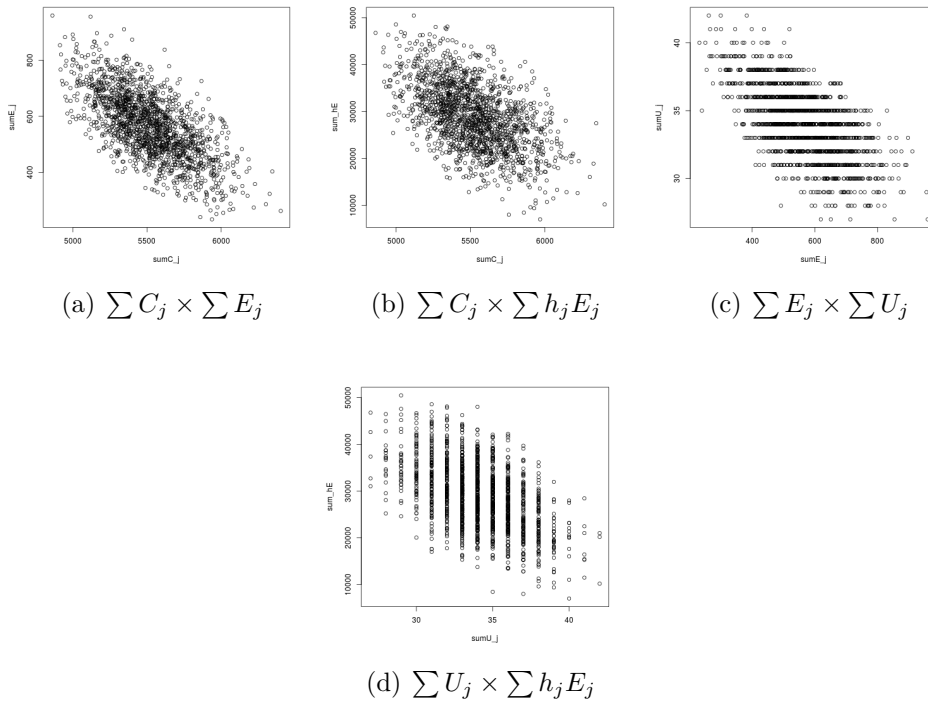


Figura 27 – Correlação negativa próxima de -1 do problema de Máquina Paralela Idêntica com *Release Time*, com $n = 50$ e $m = 12$.

Foram selecionadas 40 combinações entre as 55 analisadas, para os experimentos sendo elas: $T_{max} \times E_{max}$, $T_{max} \times \sum C_j$, $T_{max} \times \sum T_j$, $T_{max} \times \sum E_j$, $T_{max} \times \sum U_j$, $T_{max} \times C_{max}$, $T_{max} \times \sum w_j C_j$, $T_{max} \times \sum w_j T_j$, $T_{max} \times \sum h_j E_j$, $E_{max} \times \sum C_j$, $E_{max} \times \sum T_j$, $E_{max} \times \sum E_j$, $E_{max} \times \sum U_j$, $E_{max} \times C_{max}$, $E_{max} \times \sum w_j C_j$, $E_{max} \times \sum w_j T_j$, $E_{max} \times \sum h_j E_j$, $\sum C_j \times \sum T_j$, $\sum C_j \times \sum E_j$, $\sum C_j \times \sum U_j$, $\sum C_j \times C_{max}$, $\sum C_j \times \sum h_j E_j$, $\sum T_j \times \sum E_j$, $\sum T_j \times \sum U_j$, $\sum T_j \times C_{max}$, $\sum T_j \times \sum h_j E_j$, $\sum E_j \times \sum U_j$, $\sum E_j \times C_{max}$, $\sum E_j \times \sum w_j C_j$, $\sum E_j \times \sum w_j T_j$, $\sum U_j \times C_{max}$, $\sum U_j \times \sum w_j C_j$, $\sum U_j \times \sum w_j T_j$, $\sum U_j \times \sum h_j E_j$, $C_{max} \times \sum w_j C_j$, $C_{max} \times \sum w_j T_j$,

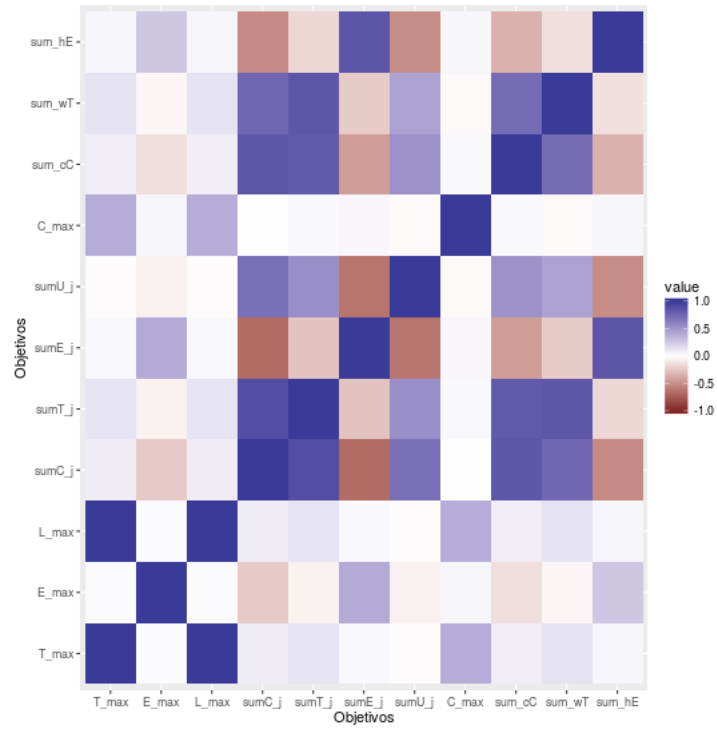


Figura 28 – Correlação entre os objetivos selecionados para o problema de Máquina Paralela Idêntica com *Release Time*, com $n = 50$ e $m = 12$.

$$C_{max} \times \sum h_j E_j, \sum w_j C_j \times \sum w_j T_j, \sum w_j C_j \times \sum h_j E_j \text{ e } \sum w_j T_j \times \sum h_j E_j.$$

4.6.2 Árvore de Agregação

Para o ambiente de máquinas paralelas idênticas com *release time*, a árvore de agregação é formada por uma matriz composta por 200 soluções (linha) e onze objetivos (coluna). Os objetivos são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Objetivos utilizados na árvore de agregação para o problema Máquina Paralela Idêntica.

Classificação	γ
f1	T_{max}
f2	E_{max}
f3	L_{max}
f4	$\sum C_j$
f5	$\sum T_j$
f6	$\sum E_j$
f7	$\sum U_j$
f8	C_{max}
f9	$\sum cC$
f10	$\sum wT$
f11	$\sum hE$

A árvore de agregação é exibida na Figura 29, onde pode-se observar a agregação entre os objetivos $\sum hE$ (f11) e $\sum E_j$ (f6). Este objetivo composto $\sum hE + \sum E_j$ é posteriormente somado ao objetivo E_{max} (f2) com conflito $c = 36,64\%$. Observa-se que todos estes tratam de adiantamento.

Paralelamente, pode ser visto a agregação entre os objetivos L_{max} (f3) e T_{max} (f1) com $c = 0\%$, sendo adicionado a esta a combinação C_{max} (f8), o que irá gerar um objetivo composto $L_{max} + T_{max} + C_{max}$. Ainda do lado direito da árvore, observa-se a agregação entre os objetivos $\sum T_j$ (f5) e $\sum C_j$ (f4).

Vale ressaltar que na literatura existem diferentes publicações que envolvem os objetivos $\sum T_j$ e C_{max} para distintos ambientes de programação da produção, na seção 1.4 alguns trabalhos são apresentados. Também foram testados nos experimentos Capítulo 6. Entretanto, observa-se que, conforme a árvore de agregação, o conflito entre eles é baixo.

Analisando-se a Figura 30, percebe-se um grande conflito entre os objetivos T_{max} (1) e E_{max} (2), E_{max} (2) e L_{max} (3), $\sum T_j$ (5) e $\sum E_j$ (6), $\sum E_j$ (6) e $\sum U_j$ (7), $\sum wT$ (10) e $\sum hE$ (11) pelo fato das linhas se cruzarem tanto para grandes quanto para pequenos valores das funções. O que pode ser confirmado pela árvore na Figura 29, já que estes objetivos aparecem em ramos diferentes.

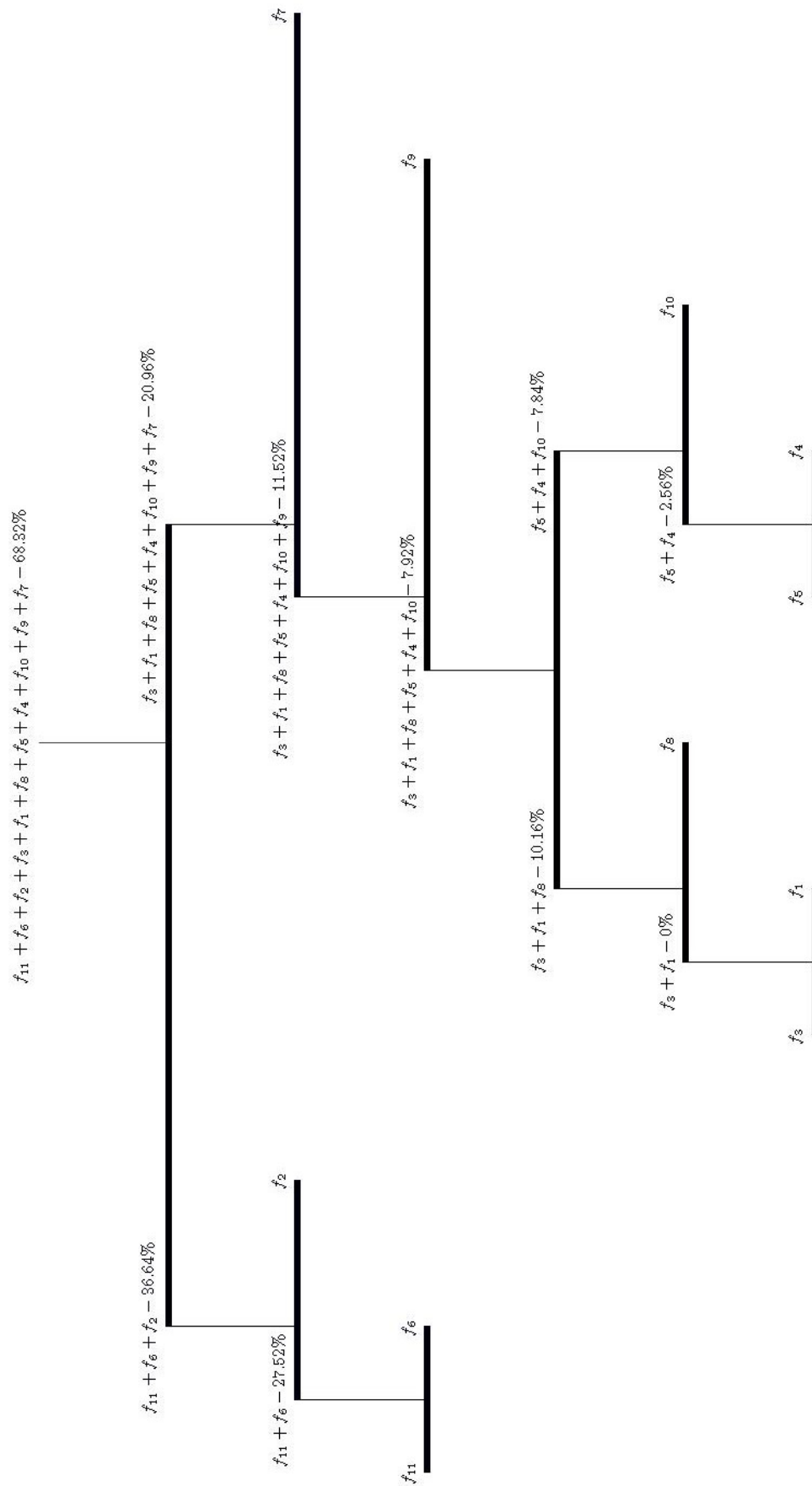


Figura 29 – Árvore de agregação dos objetivos do problema de Máquina Paralela Idêntica com *Release Time*.

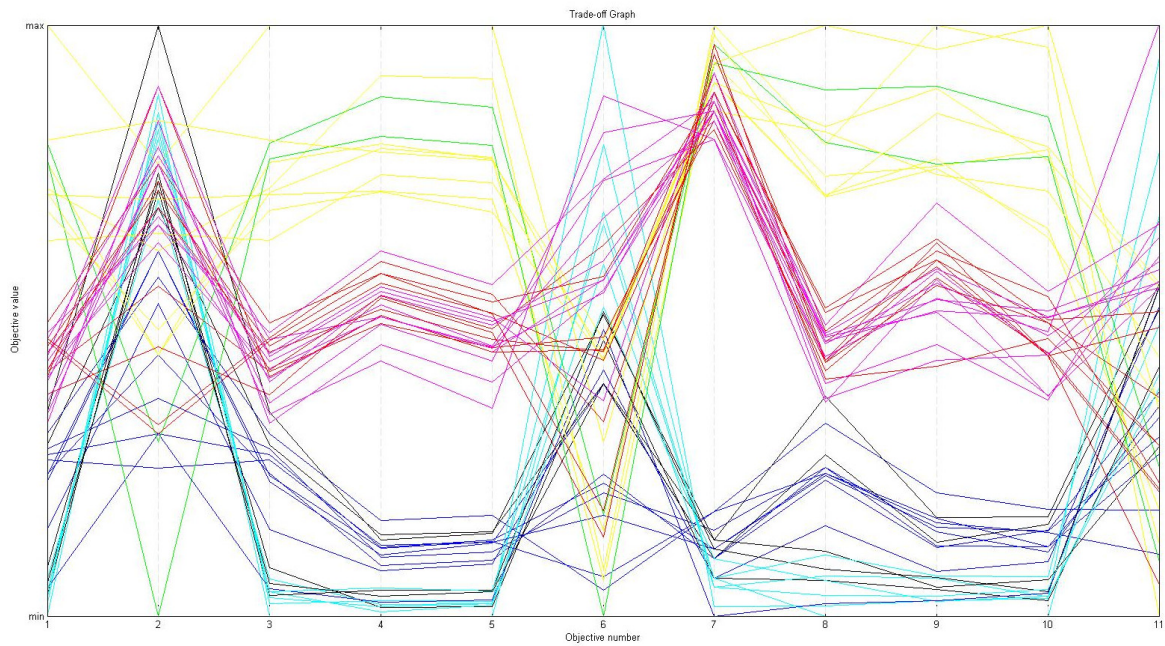


Figura 30 – Coordenadas paralelas dos objetivos do problema de Máquinas Paralelas Idênticas com *Release Time*.

4.7 MÁQUINAS PARALELAS NÃO RELACIONADAS

Nesta seção é apresentada uma análise da correlação entre os objetivos e da árvore de agregação para o problema de máquinas paralelas não relacionadas.

4.7.1 Correlação dos objetivos

Os objetivos analisados para o problema de Máquinas Paralelas não Relacionadas foram em um total de onze, combinados dois a dois. São eles: T_{max} , E_{max} , L_{max} , $\sum C_j$, $\sum T_j$, $\sum E_j$, $\sum U_j$, C_{max} , $\sum c_j C_j$, $\sum w_j T_j$, $\sum h_j E_j$. Os experimentos levaram em consideração as combinações entre tarefas e máquinas $n \times m$, sendo formadas por tarefas $n = \{50, 100\}$ e máquinas $m = \{8, 12\}$. Informações sobre as instâncias para o problema podem ser encontradas na Seção 6.8.1.

Estes resultados das correlações estão exibidos para $n = 50 \times m = 8$ estão nas Tabelas 90, 91 e 92, para $n = 50 \times m = 12$ estão nas Tabelas 93, 94 e 95, para $n = 100 \times m = 8$ estão nas Tabelas 96, 97 e 98 e para $n = 100 \times m = 12$ estão nas Tabelas 99, 100 e 101. Estas tabelas estão no Apêndice A.4.

Na Figura 31, é exemplificado o resultado classificado como negativo forte, com combinação de $n = 100$ e $m = 8$, entre os objetivos $\sum C_j$ e $\sum E_j$. Já na Figura 33, com resultado negativo próximo de -1 entre os objetivos $\sum E_j$ e C_{max} , com valores de correlação igual a -0,855 e -0,576 respectivamente. Observa-se que nos dois casos, os objetivos tratam

de adiantamento e conclusão das tarefas. Estes no mapa de cores da Figura 32, apresentam cor marrom escuro.

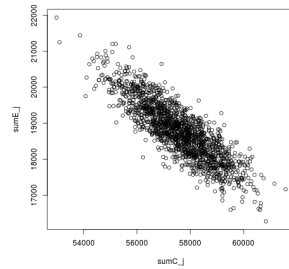


Figura 31 – Correlação negativa forte para o problema de Máquina Paralela não Relacionada, entre os objetivos $\sum C_j \times \sum E_j$, com $n = 100$ e $m = 8$.

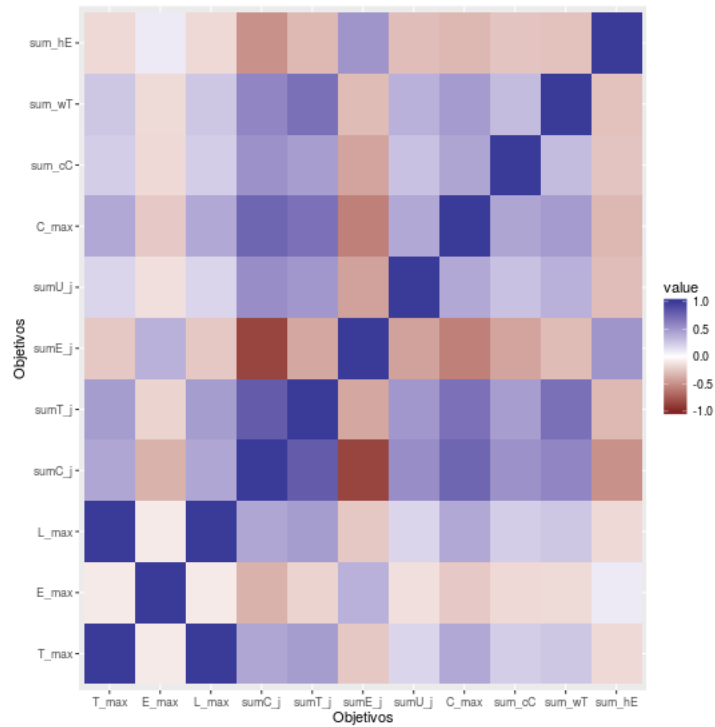


Figura 32 – Correlação entre os objetivos selecionados para o problema de Máquina Paralela não Relacionada, com $n = 100$ e $m = 8$.

Existem outros resultados interessantes na variação de marrom representados no mapa de cores da Figura 32, com a correlação exibida nas Figuras 34(a) - 35(i), entre os objetivos $T_{max} \times E_{max}$, $T_{max} \times \sum E_j$, $T_{max} \times \sum h_j E_j$, $E_{max} \times \sum C_j$, $E_{max} \times \sum T_j$, $E_{max} \times \sum U_j$, $E_{max} \times C_{max}$, $E_{max} \times \sum w_j C_j$, $E_{max} \times \sum w_j T_j$, $\sum C_j \times \sum h_j E_j$, $\sum T_j \times \sum E_j$, $\sum T_j \times \sum h_j E_j$, $\sum E_j \times \sum U_j$, $\sum E_j \times \sum w_j C_j$, $\sum E_j \times \sum w_j T_j$, $\sum U_j \times \sum h_j E_j$, $C_{max} \times \sum h_j E_j$, $\sum c_j C_j \times \sum h_j E_j$, $\sum w_j T_j \times \sum h_j E_j$, sendo o valor da correlação igual a 0,093, -0,248, -0,167,

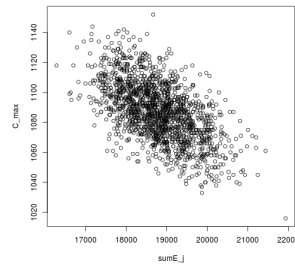


Figura 33 – Correlação negativa próxima de -1 para o problema de Máquina Paralela não Relacionada, entre os objetivos $\sum E_j \times C_{max}$, com $n = 100$ e $m = 8$.

-0,345, -0,196, -0,141, -0,237, -0,166, -0,165, -0,498, -0,393, -0,311, -0,422, -0,410, -0,298, -0,292, -0,319, -0,260, -0,271, respectivamente.

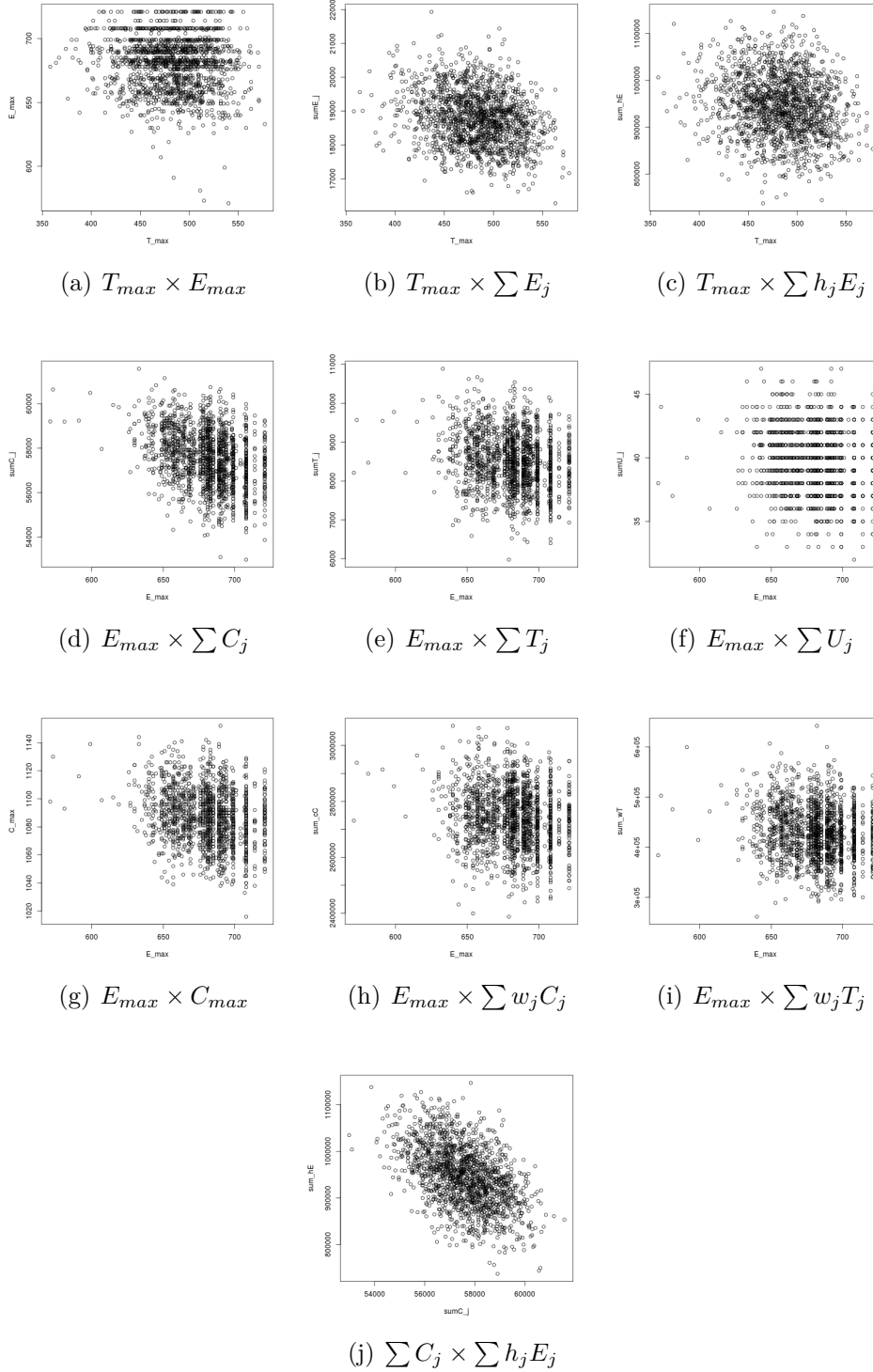


Figura 34 – Correlação negativa próxima de zero do problema para o problema de máquinas paralelas não relacionadas, com $n = 100$ e $m = 8$.

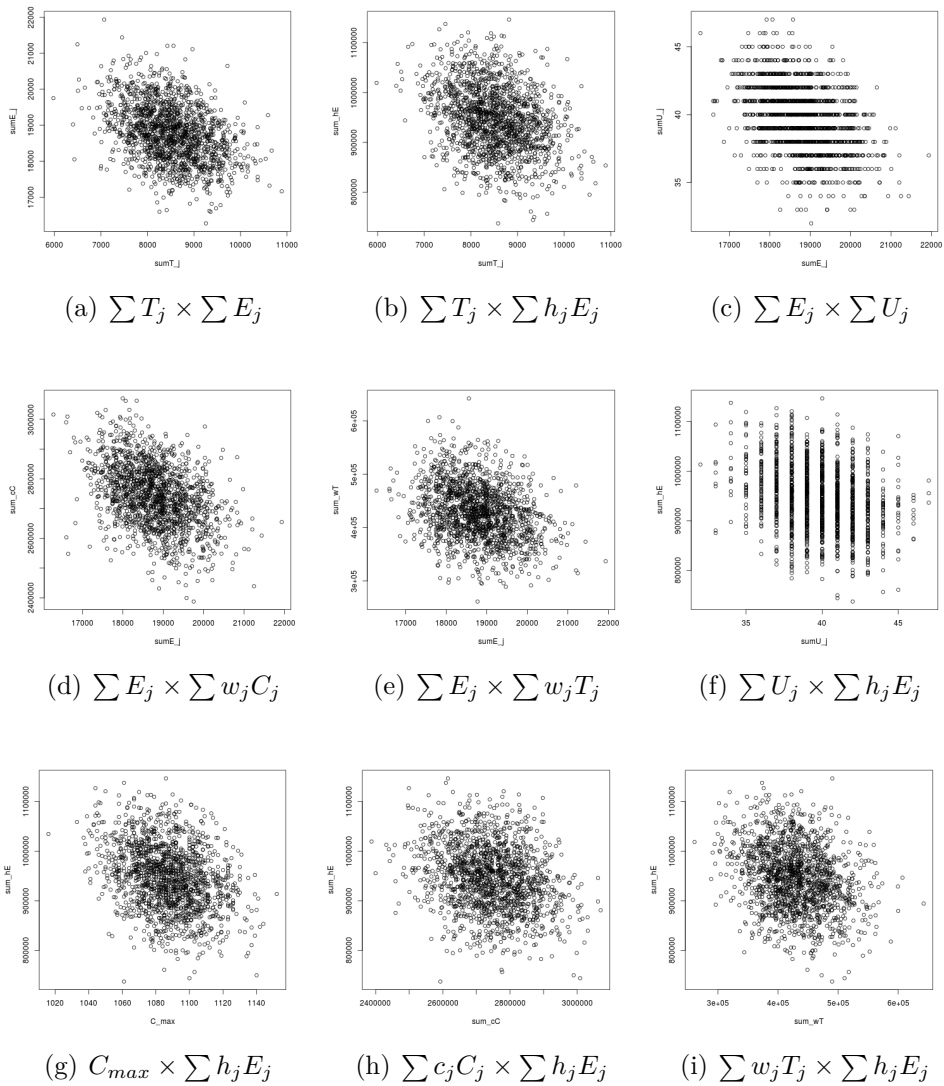


Figura 35 – Correlação negativa próxima de zero do problema $R_m|d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{ijl}|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$, com $n = 100$ e $m = 8$ (continuação).

Das 55 combinações entre os objetivos, 40 foram selecionadas: $T_{max} \times E_{max}$, $T_{max} \times \sum C_j$, $T_{max} \times \sum T_j$, $T_{max} \times \sum E_j$, $T_{max} \times \sum U_j$, $T_{max} \times C_{max}$, $T_{max} \times \sum w_j C_j$, $T_{max} \times \sum w_j T_j$, $T_{max} \times \sum h_j E_j$, $E_{max} \times \sum C_j$, $E_{max} \times \sum T_j$, $E_{max} \times \sum E_j$, $E_{max} \times \sum U_j$, $E_{max} \times C_{max}$, $E_{max} \times \sum w_j C_j$, $E_{max} \times \sum w_j T_j$, $E_{max} \times \sum h_j E_j$, $\sum C_j \times \sum T_j$, $\sum C_j \times \sum E_j$, $\sum C_j \times \sum U_j$, $\sum C_j \times C_{max}$, $\sum C_j \times \sum h_j E_j$, $\sum T_j \times \sum E_j$, $\sum T_j \times \sum U_j$, $\sum T_j \times C_{max}$, $\sum T_j \times \sum h_j E_j$, $\sum E_j \times \sum U_j$, $\sum E_j \times C_{max}$, $\sum E_j \times \sum w_j C_j$, $\sum E_j \times \sum w_j T_j$, $\sum U_j \times C_{max}$, $\sum U_j \times \sum w_j C_j$, $\sum U_j \times \sum w_j T_j$, $\sum U_j \times \sum h_j E_j$, $C_{max} \times \sum w_j C_j$, $C_{max} \times \sum w_j T_j$, $C_{max} \times \sum h_j E_j$, $\sum w_j C_j \times \sum w_j T_j$, $\sum w_j C_j \times \sum h_j E_j$ e $\sum w_j T_j \times \sum h_j E_j$.

4.7.2 Árvore de Agregação

No ambiente de máquina paralela não relacionada a árvore de agregação é formada por uma matriz composta por 200 soluções (linha) e onze objetivos (coluna). Os objetivos são exibidos na Tabela 12.

Tabela 12 – Objetivos utilizados na árvore de agregação para o problema Máquina Paralela Idêntica.

Classificação	γ
f1	T_{max}
f2	E_{max}
f3	L_{max}
f4	$\sum C_j$
f5	$\sum T_j$
f6	$\sum E_j$
f7	$\sum U_j$
f8	C_{max}
f9	$\sum cC$
f10	$\sum wT$
f11	$\sum hE$

Na Figura 36, é possível observar o conflito entre os objetivos do problema, sendo $c = 27,12\%$, um fato interessante, diferentemente dos demais. Isto pode ser confirmado na Figura 37, que mostra as coordenadas paralelas com poucos cruzamentos entre as linhas. No gráfico de coordenadas paralelas existem conflitos locais, com concentrações para valores grandes e poucos para valores pequenos, sendo estes focados entre os objetivos $\sum E_j$ (f6), $\sum U_j$ (f7) e C_{max} (f8). Já o conflito médio global, pode ser visualizado entre os objetivos T_{max} (f1) e E_{max} (f2).

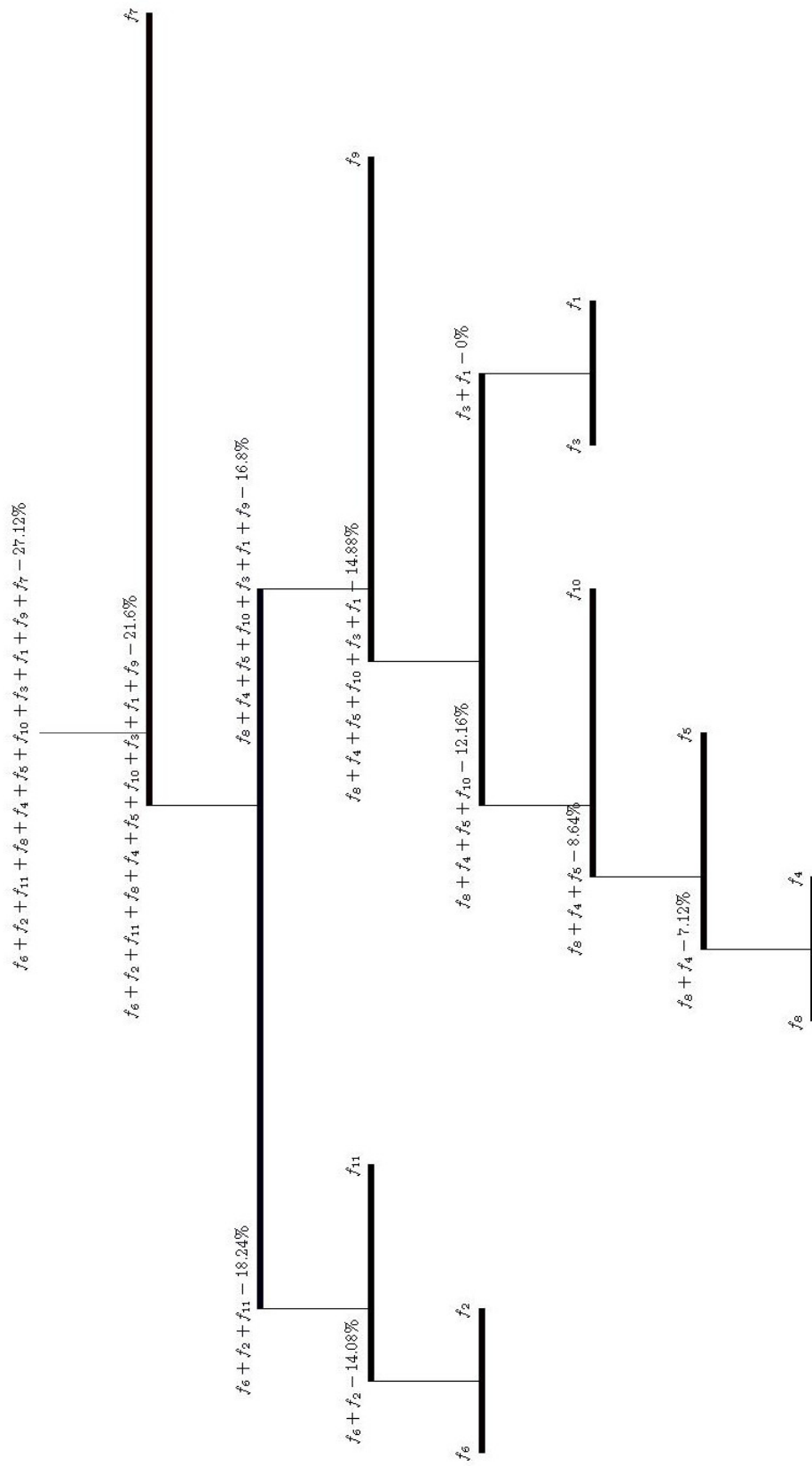


Figura 36 – Árvore de agregação dos objetivos do problema Máquinas Paralelas Não relacionadas.

Na Figura 36, no lado esquerdo da árvore a primeira análise é entre a agregação dos objetivos $\sum E_j$ (f6) e E_{max} (f2), formando o objetivo composto $\sum E_j + E_{max}$. Na sequência a agregação do objetivo $\sum hE$ (f11), todos eles relacionados ao adiantamento. Do lado direito da árvore, inicialmente observa-se a agregação entre os objetivos C_{max} (f8) e $\sum C_j$ (f4) os dois relacionados aos tempos de conclusão da tarefa. Posteriormente a agregação entre os objetivos $\sum T_j$ (f5) e $\sum wT$ (f10), estes dois relacionados ao atraso das tarefas, formando o objetivo composto $C_{max} + \sum C_j + \sum T_j + \sum wT$. E por fim, poderá ser formado o objetivo $C_{max} + \sum C_j + \sum T_j + \sum wT + L_{max} + T_{max}$ com a inclusão dos objetivos (f3) e (f1).

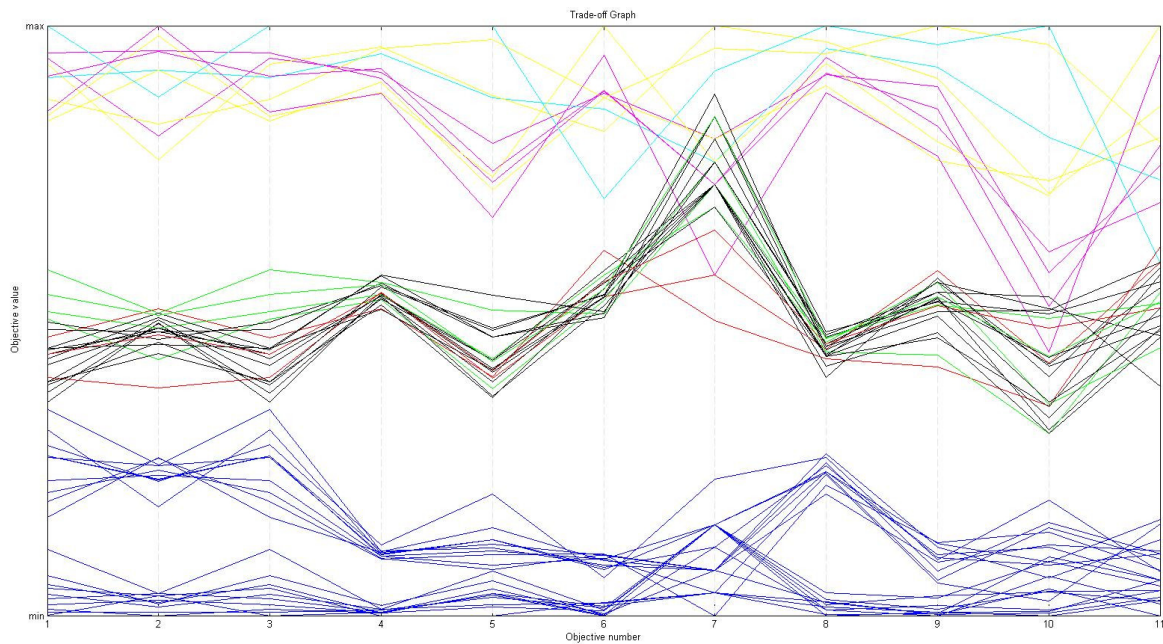


Figura 37 – Coordenadas paralelas dos objetivos do problema de Máquinas Paralelas Não relacionadas

Ao verificar a árvore de agregação na Figura 36, é possível constatar que em relação ao conflito global o resultado é baixo. Entretanto, observa-se que no gráfico de coordenadas paralelas (Figura 37) que localmente alguns conflitos se destacam.

4.8 FLOW SHOP FLEXÍVEL

Uma análise da correlação entre os objetivos e da árvore de agregação para o problema de *flow shop* flexível é apresentada nesta seção.

4.8.1 Correlação dos objetivos

Finalmente, para o ambiente de *Flow Shop* Flexível também foi realizada a correlação entre onze pares de objetivos: T_{max} , E_{max} , L_{max} , $\sum C_j$, $\sum T_j$, $\sum E_j$, $\sum U_j$, C_{max} , $\sum c_j C$, $\sum w_j T_j$, $\sum h_j E_j$. Com combinações

entre tarefas e estágios $n \times k$, sendo formadas por tarefas $n = \{50, 100\}$ e estágios $k = \{8, 12\}$. Na Seção 6.9.1, estão disponíveis informações sobre as instâncias deste problema.

Resultados das correlações apresentados para $n = 50 \times k = 8$ estão nas Tabelas 102, 103 e 104, para $n = 50 \times k = 12$ estão nas Tabelas 105, 106 e 107, para $n = 100 \times k = 8$ estão nas Tabelas 108 109 e 110 e para $n = 100 \times k = 12$ estão nas Tabelas 111, 112 e 113. Estas tabelas podem ser encontradas no Apêndice A.5.

Os demais gráficos da correlação entre os objetivos encontram-se no Pereira (2016).

Pode-se observar, a correlação existente entre objetivos ligados ao adiantamento, que serão listadas a seguir. O primeiro exemplo pode ser visto com a classificação negativa próxima de -1, ilustrada na Figura 38, entre os objetivos $\sum E_j \times \sum U_j$, com valor de correlação -0,571. No mapa de cores apresentado na Figura 39, exibe uma cor marrom mais escuro.

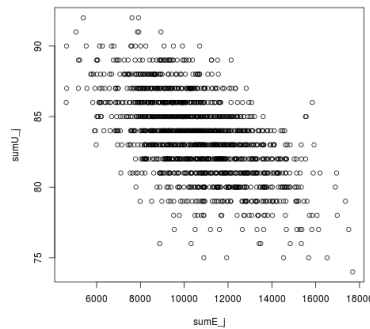


Figura 38 – Correlação negativa próxima de -1 entre os objetivos $\sum E_j \times \sum U_j$ do problema *Flow Shop* Flexível, com $n = 100$ e $k = 12$.

Os outros casos em relação ao adiantamento são encontrados com correlação negativa próxima de 0, no mapa de cores são exibidos com uma variação de marrom claro. Estes são ilustrados nas Figuras 40(a) - 40(m), sendo eles entre os objetivos e resultados de correlação a seguir: $T_{max} \times \sum E_j$ (-0,085), $T_{max} \times \sum h_j E_j$ (-0,082), $\sum C_j \times \sum E_j$ (-0,264), $\sum C_j \times \sum h_j E_j$ (-0,260), $\sum T_j \times \sum E_j$ (-0,054), $\sum T_j \times \sum h_j E_j$ (-0,096), $\sum E_j \times C_{max}$ (-0,176), $\sum E_j \times \sum c_j C_j$ (-0,247), $\sum E_j \times \sum w_j T_j$ (-0,115), $\sum U_j \times \sum h_j E_j$ (-0,479), $C_{max} \times \sum h_j E_j$ (-0,149), $\sum w_j C_j \times \sum h_j E_j$ (-0,258) e $\sum w_j T_j \times \sum h_j E_j$ (-0,132).

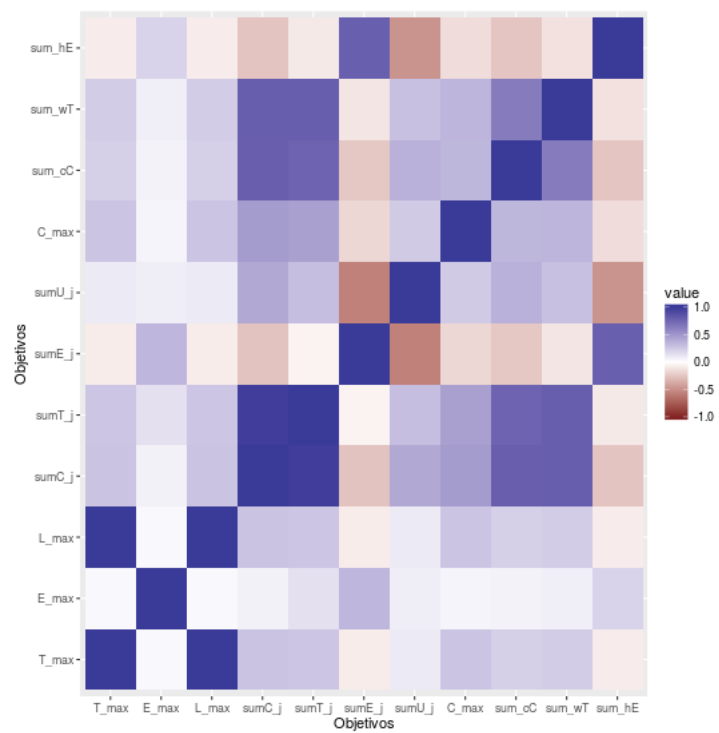


Figura 39 – Correlação entre os objetivos selecionados para o problema *Flow Shop* Flexível, com $n = 100$ e $k = 12$.

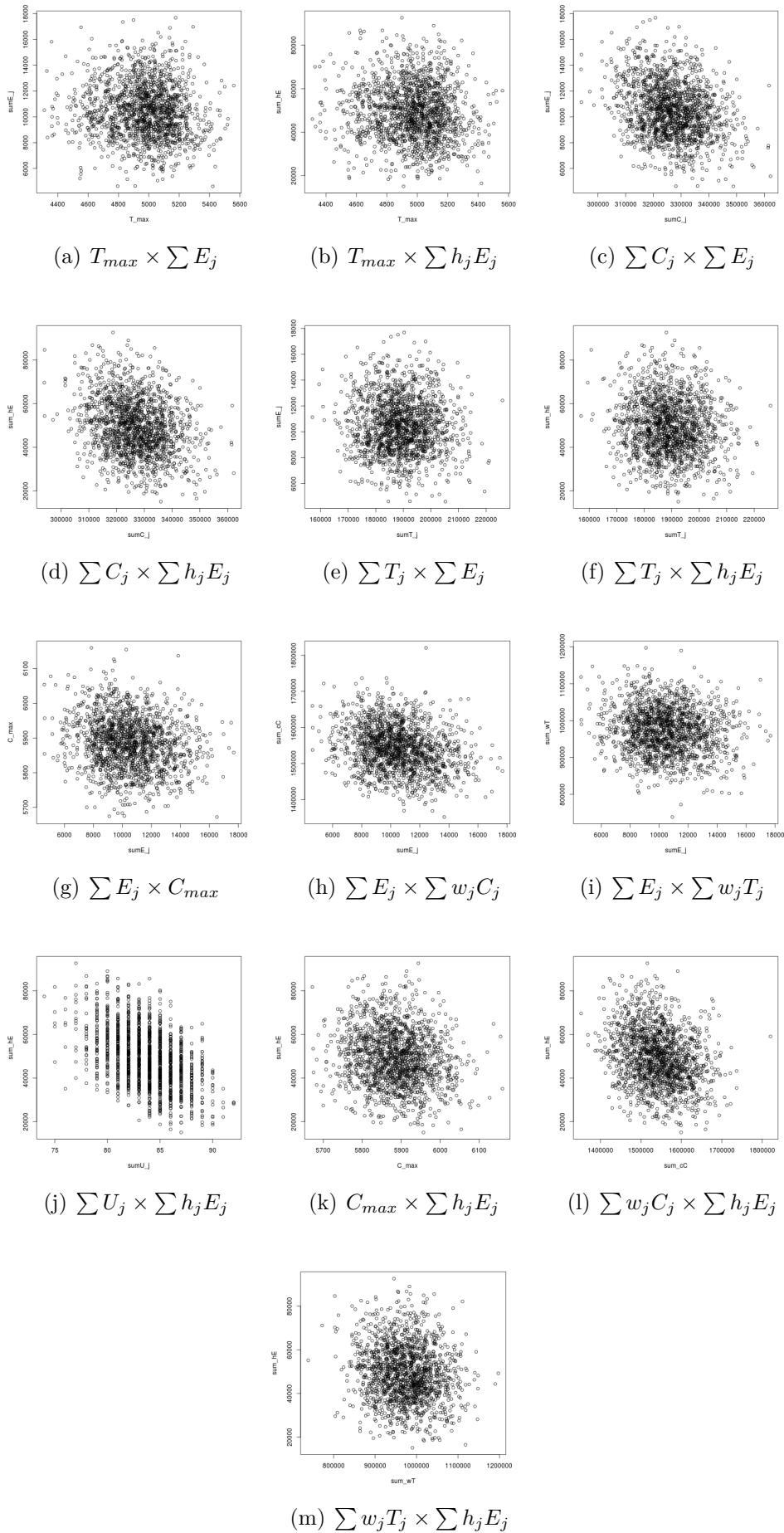


Figura 40 – Correlação negativa próxima de zero do problema *Flow Shop* Flexível, com $n = 100$ e $k = 12$.

As combinações de objetivos selecionadas para os experimentos com as meta-heurísticas, foram 40 sendo elas: $T_{max} \times E_{max}$, $T_{max} \times \sum C_j$, $T_{max} \times \sum T_j$, $T_{max} \times \sum E_j$, $T_{max} \times \sum U_j$, $T_{max} \times C_{max}$, $T_{max} \times \sum w_j C_j$, $T_{max} \times \sum w_j T_j$, $T_{max} \times \sum h_j E_j$, $E_{max} \times \sum C_j$, $E_{max} \times \sum T_j$, $E_{max} \times \sum E_j$, $E_{max} \times \sum U_j$, $E_{max} \times C_{max}$, $E_{max} \times \sum w_j C_j$, $E_{max} \times \sum w_j T_j$, $E_{max} \times \sum h_j E_j$, $\sum C_j \times \sum T_j$, $\sum C_j \times \sum E_j$, $\sum C_j \times \sum U_j$, $\sum C_j \times C_{max}$, $\sum C_j \times \sum h_j E_j$, $\sum T_j \times \sum E_j$, $\sum T_j \times \sum U_j$, $\sum T_j \times C_{max}$, $\sum T_j \times \sum h_j E_j$, $\sum E_j \times \sum U_j$, $\sum E_j \times C_{max}$, $\sum E_j \times \sum w_j C_j$, $\sum E_j \times \sum w_j T_j$, $\sum U_j \times C_{max}$, $\sum U_j \times \sum w_j C_j$, $\sum U_j \times \sum w_j T_j$, $\sum U_j \times \sum h_j E_j$, $C_{max} \times \sum w_j C_j$, $C_{max} \times \sum w_j T_j$, $C_{max} \times \sum h_j E_j$, $\sum w_j C_j \times \sum w_j T_j$, $\sum w_j C_j \times \sum h_j E_j$ e $\sum w_j T_j \times \sum h_j E_j$.

4.8.2 Árvore de Agregação

A árvore de agregação para o ambiente *flow shop* flexível foi criada por uma matriz com 200 soluções (linha) e onze objetivos (coluna); o resultado pode ser visto na Figura 42. Os objetivos são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 – Objetivos utilizados na árvore de agregação para o problema de *Flow Shop* Flexível.

Classificação	γ
f1	T_{max}
f2	E_{max}
f3	L_{max}
f4	$\sum C_j$
f5	$\sum T_j$
f6	$\sum E_j$
f7	$\sum U_j$
f8	C_{max}
f9	$\sum cC$
f10	$\sum wT$
f11	$\sum hE$

Na árvore de agregação ilustrada na Figura 42 pode-se observar, no lado esquerdo, a agregação entre os objetivos $\sum E_j$ (f6) e $\sum hE$ (f11) e em seguida a agregação do objetivos E_{max} (f2), sendo gerado o objetivo composto $\sum E_j + \sum hE + E_{max}$. Paralelamente, os objetivos T_{max} (f1), L_{max} (f3) são agregados e apresentam conflito $c = 0\%$. Na sequência, são adicionados C_{max} (f8), $\sum cC$ (f9) e $\sum C_j$ (f4); todos eles referentes ao tempo de conclusão das tarefas. Desta combinação forma-se o objetivo composto $T_{max} + L_{max} + C_{max} + \sum c_j C_j + \sum C_j$. Uma outra agregação é apresentada pelos objetivos $\sum w_j T_j$ f(10) e $\sum T_j$ (f5), em seguida sendo agregados a eles $\sum U_j$ (f7), formando o objetivo $\sum wT + \sum T_j + \sum U_j$; todos estes relacionados ao atraso das tarefas.

No gráfico de coordenadas paralelas da Figura 41, pode-se observar o conflito existente entre os objetivos, com algumas concentrações de conflito global apresentado

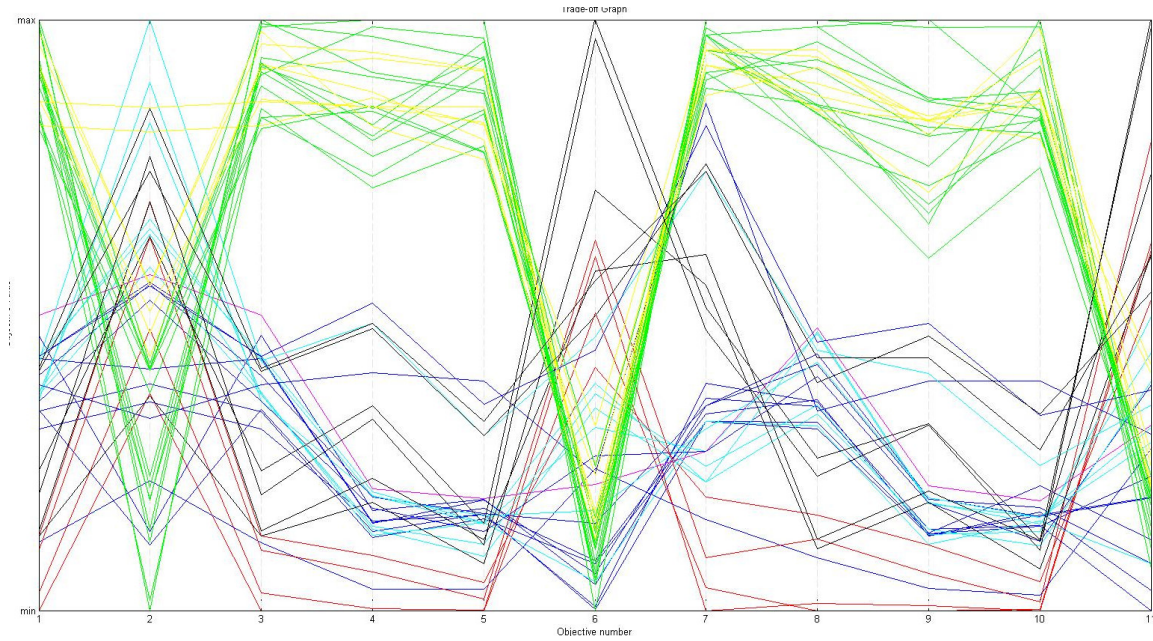


Figura 41 – Coordenadas paralelas dos objetivos do problema de *Flow Shop* Flexível.

pele cruzamento entre as linhas para valores grandes e pequenos, que pode ser apoiado na Figura 42, com a soma de todos os objetivos gerando um total de $c = 83,84\%$. Entre todos os ambientes estudados este foi o que apresentou maior valor para c . Destaque para os conflitos existentes entre: T_{max} (1) e E_{max} (2), E_{max} (2) e L_{max} (3), $\sum T_j$ (5) e $\sum E_j$ (6), $\sum E_j$ (6) e $\sum U_j$ (7), $\sum wT$ (10) e $\sum hE$ (11). Nestes casos, os conflitos acontecem de forma global envolvendo diferentes tamanhos de soluções. Existem também a ocorrência de conflitos locais, tanto para valores grandes como para valores pequenos, como é o caso entre os objetivos $\sum C_j$ (f4) e $\sum T_j$ (5); $\sum cC$ (f9) e $\sum wT$ (10).

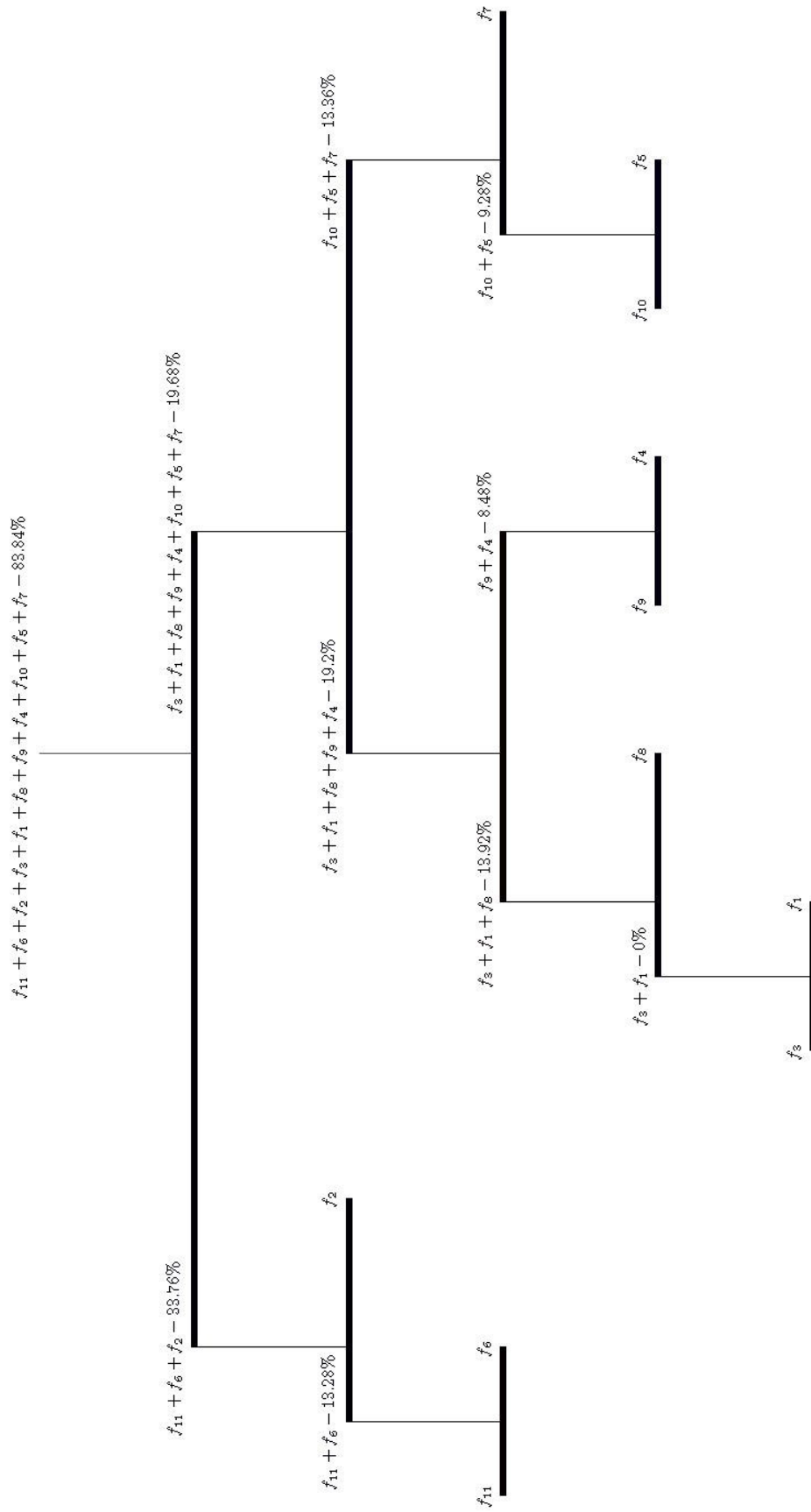


Figura 42 – Árvore de agregação dos objetivos do problema de *Flow Shop* Flexível.

4.9 CONSIDERAÇÕES DAS ANÁLISES DOS OBJETIVOS

A análise da correlação entre os objetivos foi essencial para a escolha das combinações a serem experimentadas neste trabalho. Verificou-se que, para os ambientes estudados, são poucos casos em que a correlação entre os objetivos apresentam a classificação negativa forte. Grande parte das combinações concentram-se em negativa próximo de 0 e positiva próximo de 0.

Como os objetivos T_{max} e L_{max} possuem correlação positiva perfeita, optou-se em utilizar somente o T_{max} . O L_{max} foi utilizado somente para o caso de máquina única, pois a instância de teste fornecida por Grimme *et al.* (2013) adotou este objetivo.

Em todos os ambientes, existe um destaque para o conflito gerado entre objetivos ligados ao adiantamento e os demais.

Ao agregar todos objetivos de cada ambiente, o conflito indicado pela árvore de agregação, ficou da seguinte forma: máquina única - $c = 79,86\%$, máquinas paralelas idênticas - $c = 76\%$, máquinas paralelas idênticas com *release time* - $c = 68,32\%$, máquinas paralelas não relacionadas - $c = 27,12\%$ e *flow shop* flexível com $c = 83,84\%$ (onde observa-se o maior valor).

O ambiente de máquinas paralelas não relacionadas, apesar do baixo conflito global, apresenta conflitos locais entre os objetivos $\sum E_j$, $\sum U_j$ e C_{max} , e global médio entre T_{max} e E_{max} .

Nos demais ambientes, o conflito total existente entre os objetivos agregados é maior. Pode-se destacar $\sum T_j$, $\sum E_j$ e $\sum U_j$, que apresentam em sua maioria conflito máximo global.

É comum na literatura encontrar o objetivo C_{max} sendo tratado com outros objetivos, tanto em uma abordagem *a-priori* como *a-posterore*. Realizar a análise da correlação entre os objetivos e os conflitos existentes, pode auxiliar na escolha da combinação adequada entre os objetivos.

5 MÉTODOS DE SOLUÇÃO

As técnicas utilizadas e as variantes propostas são apresentadas neste capítulo. Na primeira seção é exibida uma representação da solução para os problemas tratados. Para resolver os problemas, uma adaptação da meta-heurística PP (Grimme *et al.*, 2013) é proposta aqui e apresentada na Seção 5.2.1. Depois, descreve-se a meta-heurística NSGA-II (Deb *et al.*, 2002), que também é explorada neste trabalho visando uma análise do uso de busca local. Em seguida, detalhes sobre a configuração destas meta-heurísticas são abordados.

5.1 REPRESENTAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO

Uma solução para um problema de sequenciamento pode ser representada por uma permutação de tarefas em um vetor, contendo a sequência de processamento das tarefas. Essa permutação pode ser definida como $\pi = \{p_{i_1}, p_{i_2}, \dots, p_{i_k}, \dots, p_{i_n}\}$, em que p_{i_k} a k -ésima tarefa a ser executada. Um exemplo do sequenciamento para os problemas apresentados no Capítulo 3 é a sequência $\pi = \{1, 5, 6, 2, 4, 3\}$, ilustrada na Figura 43.



Figura 43 – Representação da solução.

5.2 PRESA PREDADOR (PP)

Em 1998, Laumanns *et al.* (1998), apresentaram uma nova abordagem evolutiva para problemas de otimização multiobjetivo. No modelo Presa-Predador (PP), as presas representam possíveis soluções para o problema, são colocadas nos vértices de uma grade, permanecem paradas e são perseguidas por predadores. Um predador possui influências locais em sua vizinhança e persegue a melhor presa de acordo com sua própria função objetivo. Como existem vários predadores com diferentes objetivos, a ideia é que presas “eficientes” sejam capazes de produzir mais descendentes e tendam a convergir para soluções Pareto-ótimas.

Embora aplicações da técnica PP para a otimização multiobjetivo em \mathbb{R}^n possam ser encontradas na literatura, Grimme *et al.* (2013) foram os primeiros a aplicá-la para resolver problemas de sequenciamento de tarefas. Em (Grimme *et al.*, 2013), a mutação de uma determinada presa é realizada por uma regra de despacho escolhida para melhorar a função objetivo associada ao predador. Esta é uma maneira de introduzir conhecimento de domínio na definição do operador de movimento. As regras de despacho SPT e EDD são

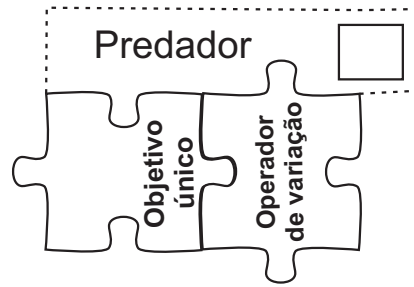


Figura 44 – Estrutura do Predador

utilizadas em Grimme *et al.* (2013); também, a heurística SBC-3 (de Süer *et al.* (1993)), é empregada no operador de mutação para resolver os problemas envolvendo máquina única e máquinas paralelas idênticas. A Figura 44 apresenta a estrutura dos predadores.

A mutação de uma determinada presa é aplicada como proposto em Grimme *et al.* (2013), usando duas etapas: (i) uma posição $i \in \{1, \dots, n\}$ na solução candidata é selecionada aleatoriamente, e (ii) a sequência composta por $2\delta + 1$ variáveis e centrada pela i -th variável é classificada de acordo com a regra de despacho do predador. Assim, parte da solução é preservada. O valor de δ é obtido a partir por uma distribuição normal, com um ajuste externo de α (um parâmetro definido pelo usuário) e o valor de δ não é modificado durante a pesquisa.

A Figura 45 ilustra as três fases do método PP, em que a rede é formada por 25 presas (uma malha 5×5) e contém um único predador. O predador está inicialmente na célula (2, 2) e conclui sua caminhada aleatória em duas etapas até a célula (3, 3), como mostrado na Figura 45(a). A Figura 45 (b) apresenta a seleção da presa e sua vizinhança por um predador. Finalmente, a substituição de uma presa é mostrada na Figura 45 (c), onde (i) o melhor vizinho da presa é selecionado e é modificado usando uma regra de despacho, e (ii) a nova solução candidata gerada substitui o vizinho pior, quando não é pior do que este último.

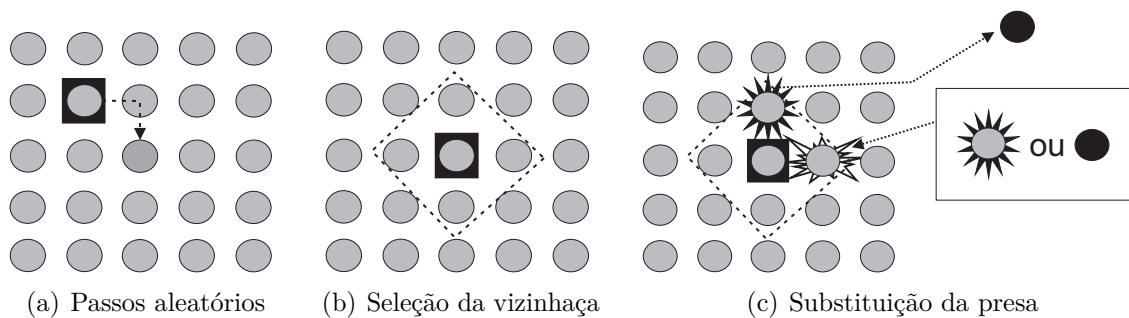


Figura 45 – Estrutura da meta-heurística Presa Predador.

É importante notar que nem a aglomeração nem os mecanismos de preservação

da diversidade são explicitamente adotados pelo método PP. A variação na população de presas é produzida por predadores que utilizam regras de despacho e objetivos diferentes ao orientar a busca. Assim, há uma cooperação implícita entre os predadores, gerada por suas diferentes configurações, visando resolver um determinado problema de otimização multiobjetivo.

5.2.1 A abordagem proposta

O método proposto para resolver os problemas estudados, baseia-se no trabalho de Grimme *et al.* (2013), mas estende as ideias apresentadas por (i) aumentar a diversificação do operador de movimento; (ii) analisar e adotar outras regras de despacho; e (iii) modificar o número de predadores e variar a influência dos objetivos em seus procedimentos de seleção/substituição.

A mutação foi modificada para aumentar a variação do operador de movimento. Em (Grimme *et al.*, 2013), o valor de δ é fixo durante a busca, enquanto que neste trabalho se propõe selecionar aleatoriamente S toda vez que a mutação é aplicada. Além disso, o valor β é escolhido aleatoriamente. A mutação proposta é apresentada no Algoritmo 1 e um exemplo ilustrativo pode ser encontrado na Figura 46. As datas de entrega d_j são apresentadas para cada uma das $n = 15$ tarefas, $porc = 40\%$ (gerando $S = 6$), e EDD é a regra de despacho do predador; também, $\beta = 7$ foi obtido aleatoriamente.

Algoritmo 1: *Operador de mutação do método PP.*

```

begin
   $S = n \times porc\%$ ;
   $\beta = random(1, n)$ ;
   $ini = \beta - S$ ;
   $fin = \beta + S$ ;
  if  $ini \leq 0$  then
    |  $ini = 1$ ;
  end
  if  $fin > n$  then
    |  $fin = n$ ;
  end
  for  $Tarefa := ini, \dots, fin$  do
    | Mutação( $Tarefas$ );
  end
end

```

Como mencionado anteriormente, a influência do predador é determinada por uma regra de despacho, que é usada no operador de movimento (chamada de Mutação no Algoritmo1) e pelo(s) objetivo(s) utilizado(s) na decisão de seleção/substituição das soluções candidatas. Aqui, uma extensa lista de regras de despacho foram usadas para lidar com o aumento do número de funções objetivo consideradas nos experimentos. Uma

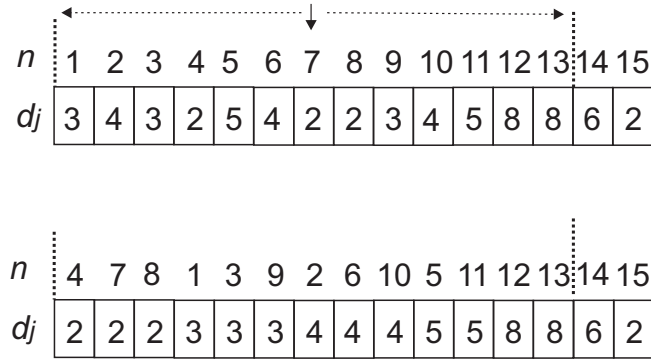


Figura 46 – Processo de mutação do PP.

análise foi realizada no Capítulo 6, com o objetivo de identificar as regras de despacho melhor alinhadas com cada um dos objetivos.

A terceira variação proposta para o PP é uma modificação nas escolhas feitas pelos predadores com base nos valores das funções objetivos. Enquanto nas técnicas de PP anteriores a preferência de um determinado predador é dirigida por seu objetivo particular, a utilização de uma soma ponderada dos valores objetivos é proposta. Assim, a qualidade F_p de uma presa x pode ser avaliada por um predador p como

$$F_p(x) = \sum_{m=1}^M w_{p,m} f_m(x),$$

sendo que, $w_{p,m}$ denota o peso atribuído pelo predador p ao m -th objetivo, com $\sum_{m=1}^M w_{p,m} = 1$. Assim, o único critério dentro da estrutura dos predadores, como apresentado na Figura 44, é substituído por um conjunto de pesos que indicam a influência de cada objetivo. Pode-se notar que os PPs previamente propostos são recuperados quando $w_{p,i} = 1$ para um dado objetivo i (que varia entre os predadores) e $w_{p,j} = 0, \forall j \in \{1, \dots, M\}$ e $j \neq i$.

As Tabelas 14 e 15 ilustram, respectivamente, os casos com 4 e 10 predadores. As regras de despacho SPT e MST concluem os componentes dos predadores P_1, \dots, P_{np} , sendo np , o número de predadores. Ambos os casos - com 4 e 10 predadores - são analisados no Capítulo 6. É importante notar que, uma variação uniforme nos valores dos pesos não é necessária, permitindo um viés adicional à pesquisa.

5.3 NONDOMINATED SORTING GENETIC ALGORITHM II (NSGA-II)

O algoritmo NSGA-II, proposto por Deb *et al.* (2000), é uma extensão do NSGA (Srinivas e Deb, 1994), desenvolvida a fim de propor melhorias em relação à versão anterior. Com as alterações, o algoritmo (i) ficou mais rápido na classificação de fronteiras de não-dominância; (ii) passou a utilizar mecanismo sofisticado para preservação da diversidade; e (iii) introduziu o elitismo.

Tabela 15 – Exemplo da estrutura proposta para os predadores com $np = 10$.

Predador	Rule	$w_{p,1}$	$w_{p,2}$
P1	MST	1.00	0.00
P2	SPT	1.00	0.00
P3	MST	0.75	0.25
P4	SPT	0.75	0.25
P5	MST	0.50	0.50
P6	SPT	0.50	0.50
P7	MST	0.25	0.75
P8	SPT	0.25	0.75
P9	MST	0.00	1.00
P10	SPT	0.00	1.00

Tabela 14 – Exemplo da estrutura proposta para os predadores com $np = 4$.

Predador	Regra	$w_{p,1}$	$w_{p,2}$
P1	MST	1	0
P2	SPT	1	0
P3	MST	0	1
P4	SPT	0	1

Esse algoritmo utiliza uma classificação elitista por dominância (*ranking*), procedimento conhecido como *fast non-dominated sorting*. Os indivíduos de um conjunto M são classificadas em diversas fronteiras F_1, F_2, \dots, F_k , conforme seu grau de dominância. Desta forma, a fronteira F_1 é formada pelos indivíduos não-dominados de todo o conjunto M , a fronteira F_2 é formada pelos indivíduos não-dominados de $M - F_1$, F_3 é formada por $M - (F_1 \cup F_2)$ e assim sucessivamente. A Figura 47 mostra as fronteiras F_1, F_2, F_3 de uma determinada população. Este algoritmo combina a população atual com a população anterior, para garantir a sobrevivência dos melhores indivíduos.

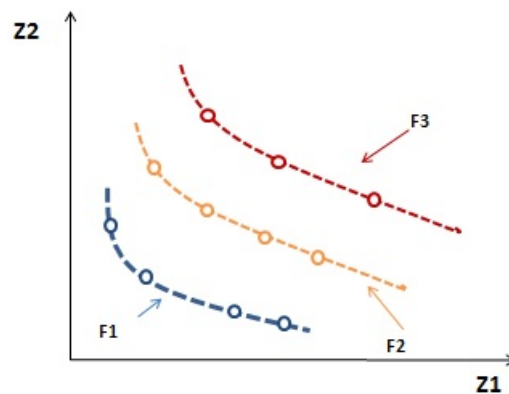


Figura 47 – Classificação por dominância

A inicialização de uma população pai P , para gerar um população filha Q , acontece como nos AG tradicionais, podendo ser gerada aleatoriamente, ou através de regras específicas para o problema, as quais serão responsáveis por gerar pelo menos parte da população. Essas regras podem ainda ser melhoradas através de uma heurística construtiva ou mesmo uma meta-heurística.

Na primeira iteração gera-se uma população pai P_0 de tamanho N e essa é submetida

à classificação por dominância, em que cada indivíduo recebe o valor de aptidão igual ao nível de sua fronteira. Após aplicar os operadores de seleção por torneio, cruzamento e mutação, uma população filha Q_0 , de mesmo tamanho N , é gerada. As duas populações P_0 e Q_0 são aglomeradas em um conjunto R_0 de tamanho $2N$ e submetidas à classificação, por dominância. Através dessa classificação são geradas as fronteiras F_1, F_2, \dots, F_k . Na Figura 48 é ilustrada a geração dos indivíduos no algoritmo NSGA-II.

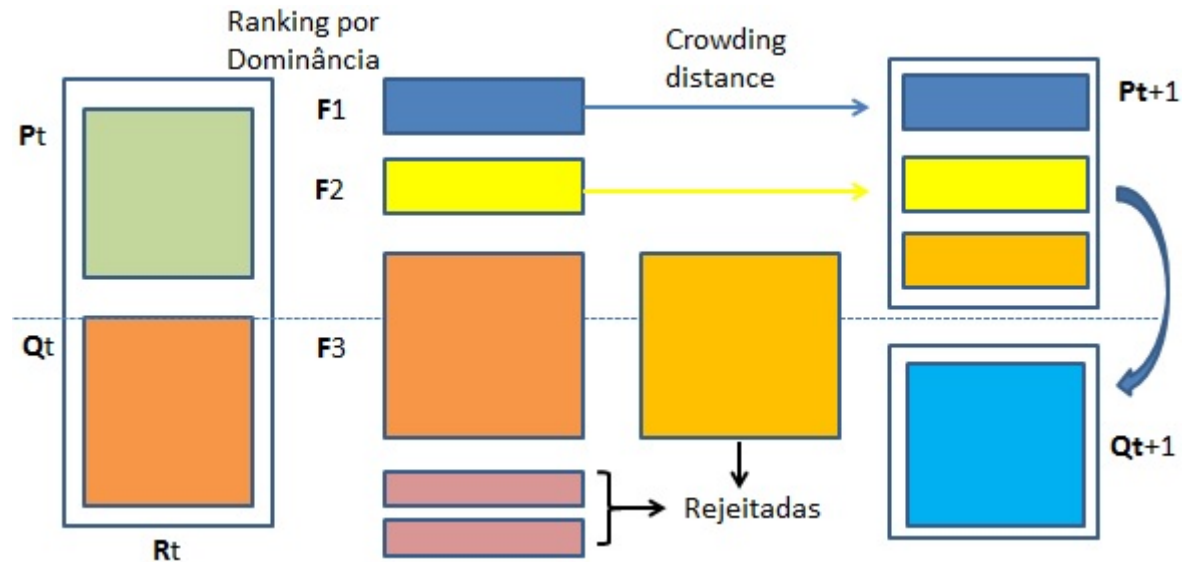


Figura 48 – Estrutura do NSGA-II adaptado de Deb Deb (2001)

Nas próximas gerações, a população R_t é utilizada para preenchimento de uma nova população P_{t+1} de tamanho N , sendo escolhidas as melhores frentes não-dominadas, fortalecendo a ideia do elitismo. Primeiro, são selecionados indivíduos da frente F_1 e assim por diante. Entretanto, pode ocorrer que nem todas as soluções na última frente utilizada possam ser acrescentadas na nova população. É utilizado então um método chamado *crowding distance* (distância de aglomeração), que visa favorecer a diversidade da população entre os indivíduos não-dominados de uma mesma frente de Pareto.

5.3.1 Crowding Distance

A *crowding distance*, como no exemplo apresentado na Figura 49, utiliza, como métrica, o semiperímetro do cubóide formado pelos vizinhos mais próximos de todas as soluções, avaliado no espaço dos objetivos. Quanto maior o cubóide formado, mais espalhados estão os indivíduos, o que aumenta sua preferência.

Como o objetivo da métrica é manter a diversidade da população, com indivíduos bem distribuídos ao longo da frente de Pareto, os pontos extremos recebem um valor “infinito”. O Algoritmo 2 apresenta o procedimento para o cálculo da métrica. Nele, o valor da *crowding distance* do indivíduo S do conjunto I é representado por $dist_S$, sendo

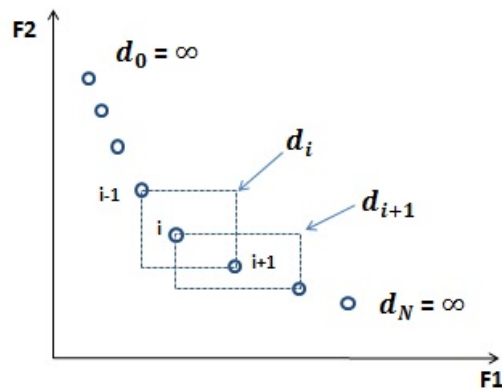


Figura 49 – *Crowding distance* para a solução i ; adaptado de Deb Deb (2001)

NS o número de soluções contidas em I e $f_{obj}(S)$ denota o valor da função objetivo f_{obj} da solução S .

Algoritmo 2: *Crowding Distance*

```

início
   $dist_S = \emptyset$ ;
  para  $obj := 1$  por  $NS$  faça
    Ordenar( $obj$ );
     $dist_0 = dist_{NS-1} = \infty$ ;
    para  $S := 1$  até  $N - 1$  faça
       $dist_S = dist_S + f_{obj}(S + 1) - f_{obj}(S - 1)$ ;
    fim
  fim
  Retorne  $dist_S$ 
fim

```

No Algoritmo 3 é apresentada uma versão básica do NSGA-II, a população pai P_t e a população filha Q_t têm tamanho N em cada conjunto; as taxas de cruzamento e mutação são, respectivamente, representadas por p_c e p_m e, por fim, max é o número máximo de gerações. Através da aplicação desse algoritmo, pretende-se gerar, como saída, uma boa aproximação da fronteira de Pareto real.

Algoritmo 3: NSGA-II

```

início
   $Q_0 = \emptyset, t = 0;$ 
  Gerar População Inicial( $P_0$ );
  Aplicar seleção por torneio usando Crowding Distance( $P_0$ );
  Aplicar operador de Cruzamento ( $P_0$ ) com taxa  $p_c$ ;
  Aplicar operador de Mutação ( $P_0$ ) com taxa  $p_m$ ;
  enquanto  $t <> max$  faça
    Classificar( $R_t = P_t \cup Q_t$ );
    enquanto  $P_t + F_i < N$  faça
      Crowding Distance( $F_i$ );
      Adicionar melhores soluções ( $F_i$ ) até obter uma população  $N$ 
    fim
    enquanto  $Q_t < N$  faça
      Aplicar seleção por torneio usando Crowding Distance( $P_t$ );
      Aplicar operador de Cruzamento ( $P_t$ ) com taxa  $p_c$ ;
      Aplicar operador de Mutação ( $P_t$ ) com taxa  $p_m$ ;
    fim
     $t = t + 1;$ 
  fim
fim

```

5.3.2 Operadores

Para a geração de novas soluções via reprodução, existem vários operadores de cruzamento propostos na literatura para o problema de programação da produção. O objetivo deste operador é a geração de novos indivíduos que herdem características de seus pais.

Neste trabalho, optou-se por utilizar o operador de cruzamento SJOX ilustrado na Figura 50, conforme Ruiz *et al.* (2008), Pereira e Arroyo (2011), Pereira e Barbosa (2013) e Pereira *et al.* (2014). O processo acontece da seguinte forma: após escolhidos os pais $Pai1$ e $Pai2$, na primeira etapa, o $filho1$ e o $filho2$ herdam as tarefas iguais nas mesmas posições nos dois pais. Na sequência, um ponto de corte é aleatoriamente selecionado, o $filho1$ herda as tarefas antes do ponto de corte do $Pai1$ que ainda não foram alocadas e $filho2$ herda do $Pai2$. Após o ponto de corte, o $filho1$ herda as tarefas do $Pai2$ e o contrário acontece com o $filho2$.

A fim de perturbar as soluções geradas, um operador de mutação é aplicado. Neste trabalho utilizou-se mutação *shift* que, conforme Vallada e Ruiz (2011), apresenta bons resultados para o problema. Nela, uma tarefa é escolhida aleatoriamente e retirada da posição, as tarefas intermediárias devem ser deslocadas para a posição vazia e a tarefa removida inserida na nova posição, também escolhida aleatoriamente. Um exemplo pode ser visto na Figura 51.

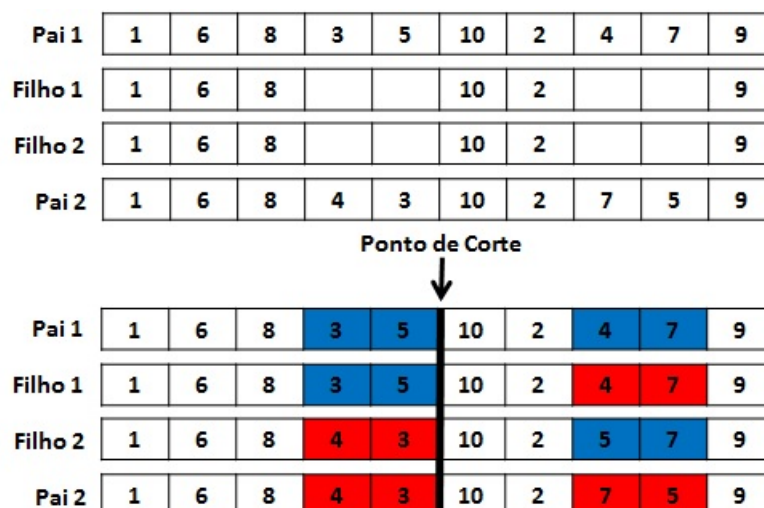


Figura 50 – Operador de cruzamento *similar job order (SJOX)*

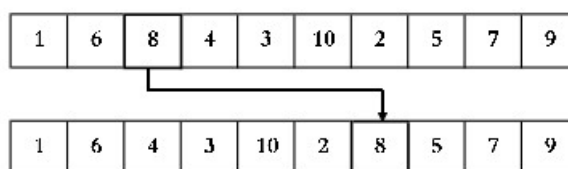


Figura 51 – Mutação *shift*

5.3.2.1 Busca Local

A busca local   utilizada no AG, como em outros métodos, com o objetivo de melhorar as solu es geradas (Ishibuchi e Yoshida, 2002; Ishibuchi *et al.*, 2003; Arroyo e Ribeiro, 2004; Arroyo e Armentano, 2005; Vallada e Ruiz, 2011; Pereira e Barbosa, 2013). Neste trabalho, após realizar o cruzamento e a muta o, uma busca local   aplicada, sendo esta baseada no *iterated greedy* Ruiz e Stützle (2007). A probabilidade de se aplicar esse procedimento deve ser baixa, pois as heurísticas de busca local baseadas em busca em vizinhança são demoradas. O procedimento de busca local utilizado neste trabalho   composto por duas etapas, nomeadas como destrui o e reconstru o.

Na etapa de destrui o *dest*; as tarefas são removidas da sequência escolhida, gerando uma soluço parcial e as tarefas removidas são armazenadas. A próxima etapa   a reconstru o, na qual a primeira tarefa da lista de removidas   inserida em todas as possíveis posi es da soluço parcial. São geradas $(n - dest + 1)$ solu es parciais, que são avaliadas, e a melhor soluço selecionada. Essa soluço substitui a anterior e os passos são repetidos até finalizar a lista de tarefas removidas e gerar uma soluço completa.

6 EXPERIMENTOS COMPUTACIONAIS

Neste capítulo são tratados os experimentos computacionais para avaliar a abordagem proposta, será utilizada a notação apresentada na seção 2.1.1, a fim de, melhor especificar os problemas tratados. Os experimentos foram aplicados aos problemas de máquina única $1|d_j|\gamma_1\dots\gamma_7$, máquinas paralelas idênticas $P_m|d_j|\gamma_1\dots\gamma_8$, máquinas paralelas idênticas com *release time* $P_m|d_j,R_j,w_j,h_j,c_j|\gamma_1\dots\gamma_{11}$, máquinas paralelas não relacionadas $R_m|d_j,r_j,w_j,h_j,c_j,S_{ijl}|\gamma_1\dots\gamma_{11}$ e *flow shop* flexível $FF_k|d_j,r_j,w_j,h_j,c_j,S_{tjl}|\gamma_1\dots\gamma_{11}$.

Na seção 6.1 são apresentadas informações sobre a implementação das meta-heurísticas NSGA-II e PP, também a configuração utilizada para a heurística NEH. O funcionamento da métrica hipervolume é abordada na seção 6.1. Neste trabalho, foi utilizada uma ferramenta gráfica conhecida como perfis de desempenho para ilustrar os resultados, apresentada na seção 6.3. Para avaliar a confiabilidade da solução obtida, na seção 6.4, foi usada uma instância do problema $1|d_j|L_{max}, \sum C_j$, apresentada por Grimme *et al.* (2013), com um conjunto ótimo de 34 soluções, conforme Tabela 140 no Apêndice D. Nas seções 6.5, 6.6, 6.7, 6.8 e 6.9, são abordados os problemas com suas respectivas instâncias, regras de despacho, ponto de referência, calibração e resultados.

Para cada problema foram realizados experimentos com as meta-heurísticas NSGA-II e PP, aqui classificadas:

- 1 nsga-ii A - NSGA-II e inicialização aleatória;
- 1 nsga-ii H - NSGA-II e inicialização com heurística;
- 2 nsga-ii A - NSGA-II com busca local e inicialização aleatória;
- 2 nsga-ii H - NSGA-II com busca local e inicialização com heurística;
- 1 pp A - Presa predador, inicialização aleatória e 4 predadores;
- 1 pp H - Presa predador, inicialização com heurística e 4 predadores;
- 2 pp A - Presa predador, inicialização aleatória e 10 predadores;
- 2 pp H - Presa predador, inicialização com heurística e 10 predadores;

O critério de parada foi definido como um orçamento máximo de 6000 avaliações da função objetivo, conforme trabalho de Grimme *et al.* (2013).

Os resultados dos problemas são exibidos em tabelas especificadas em Pereira (2016), e são apresentadas de acordo com o seguinte esquema:

- Método - meta-heurísticas utilizadas para a solução dos problemas;

- α - combinação dos objetivos;
- n - número de tarefas;
- m - número de máquinas;
- Média - é o valor da média aritmética dos hipervolumes encontrados;
- Maior - é o melhor valor encontrado dentre todos os valores de hipervolume;
- Menor - é o pior valor encontrado dentre todos os valores de hipervolume;
- Mediana - é o valor central da distribuição de hipervolume encontrados;
- DPadrão - desvio padrão.

6.1 IMPLEMENTAÇÃO

Informações sobre as meta-heurísticas que serão utilizadas em todos os experimentos, são classificadas nesta seção para melhor compreensão.

6.1.1 NSGA-II

A inicialização do 1 nsga-ii A, 2 nsga-ii A, 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H é realizada através da criação de um conjunto de indivíduos sendo a população de tamanho $p_{size} = 100$. Os métodos 1 nsga-ii A e 2 nsga-ii A são inicializados aleatoriamente. Já os métodos 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H, são inicializados com $p_{size} \times 0,3$ indivíduos formados pela heurística NEH, combinada com uma regra de despacho específica para cada problema; o restante é gerado aleatoriamente.

As configurações para os parâmetros do 1 nsga-ii A e do 2 nsga-ii A são apresentadas na Tabela 6.1.1.

Tabela 16 – Combinações de parâmetros testados para o 1 nsga-ii A e o 2 nsga-ii A.

Algoritmo	Crossover	Mutação
Ac10m3	10%	3%
Ac10m50	10%	50%
Ac10m100	10%	100%
Ac50m3	50%	3%
Ac50m50	50%	50%
Ac50m100	50%	100%
Ac100m3	100%	3%
Ac100m50	100%	50%
Ac100m100	100%	100%

As combinações de parâmetros para os métodos 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H, em que parte dos *psize* indivíduos são gerados usando a heurística NEH combinada com regra de despacho, são mostradas na Tabela 6.1.1; estes são aplicados somente aos ambientes máquina única e máquina paralela idêntica. Nestes casos, a contagem de função objetivo utilizada pela heurística não é considerada pelo critério de parada, mesmo sendo realizada muitas vezes. O objetivo deste experimento é verificar a influência da inicialização através de heurística nas meta-heurísticas.

Tabela 17 – Combinações de parâmetros testados para o 1 nsga-ii H e o 2 nsga-ii H.

Algoritmo	Crossover	Mutação
Hc10m3	10%	3
Hc10m50	10%	50
Hc10m100	10%	100
Hc50m3	50%	3
Hc50m50	50%	50
Hc50m100	50%	100
Hc100m3	100%	3
Hc100m50	100%	50
Hc100m100	100%	100

Uma busca local é realizada ao fim de cada cruzamento e mutação; os indivíduos em que a busca é aplicada são selecionados aleatoriamente (Pereira *et al.*, 2014). Para a etapa de destruição, o melhor resultado para remoção das tarefas foi $dest = 10\%$.

6.1.2 Presa Predador - PP

O ambiente para execução dos testes para 1 pp A, 2 pp A, 1 pp H e 2 pp H, foram definidos em quatro blocos fundamentais:

- A *estrutura populacional* é representada por um *grid toroidal* bidimensional com tamanho 10 x 10, inicializado com $psize = 100$ presas;
- O *movimento* de um predador é realizado de forma aleatória por um determinado número de passos; este parâmetro foi ajustado para cada problema.
- A *vizinhança de seleção e reprodução* de um predador é fixada em um raio de 1, resultando em cinco presas: a presa pega pelo predador e as presas ao norte, sul, leste e oeste desta.

As soluções candidatas dos algoritmos 1 pp A e 2 pp A são inicializados aleatoriamente, enquanto que os algoritmos 1 pp H e 2 pp H são inicializados com $psize \times 0,3$ indivíduos formados pela heurística NEH, combinada com uma regra de despacho

específica para cada problema; o restante é iniciado aleatoriamente. As combinações testadas para o 1 pp A e o 2 pp A são apresentadas na Tabela 6.1.2.

Tabela 18 – Calibração utilizada em 1 pp A e 2 pp A.

Algoritmo	Inicialização	Mutação	Passos
Am15p1	Aleatório	15%	1
Am30p1	Aleatório	30%	1
Am45p1	Aleatório	45%	1
Am15p4	Aleatório	15%	4
Am30p4	Aleatório	30%	4
Am45p4	Aleatório	45%	4
Am15p7	Aleatório	15%	7
Am30p7	Aleatório	30%	7
Am45p7	Aleatório	45%	7

As informações são mostradas na Tabela 6.1.2; somente os ambientes máquina única e máquina paralela idêntica foram utilizados. Estes experimentos são realizados para verificar se a inicialização através de uma heurística nas meta-heurísticas melhora os seus resultados. Por isto, as avaliações da função objetivo utilizadas pela heurística não são consideradas no critério de parada, mesmo ocorrendo muitas vezes.

Tabela 19 – Calibração utilizada em 1 pp H e 2 pp H.

Algoritmo	Inicialização	Mutação	Passos
Hm15p1	Aleatório	15%	1
Hm30p1	Aleatório	30%	1
Hm45p1	Aleatório	45%	1
Hm15p4	Aleatório	15%	4
Hm30p4	Aleatório	30%	4
Hm45p4	Aleatório	45%	4
Hm15p7	Aleatório	15%	7
Hm30p7	Aleatório	30%	7
Hm45p7	Aleatório	45%	7

Finalmente, existem duas configurações para o predador, a primeira utilizada nos métodos 1 pp A e 1 pp H, com 4 predadores; e a segunda para os métodos 2 pp A e 2 pp H, com 10 predadores.

6.1.3 Heurística Construtiva - NEH

Na heurística NEH implementada neste trabalho, ao invés de escolher a primeira tarefa da lista candidata LC para ser inserida em todas as posições da sequência parcial, escolhe-se aleatoriamente uma tarefa dentre as h primeiras tarefas da lista sendo $h = \max(1, \alpha \times |LC|)$ (Pereira e Arroyo, 2011). Desta forma, pode-se obter diferentes soluções

a cada execução; caso $\alpha = 0$ a primeira tarefa da lista ordenada sempre será escolhida. Os valores de α adotados neste trabalho são: $\alpha = 0,4$ para $n = 50$ e $\alpha = 0,2$ para $n = 100$ (Pereira e Arroyo, 2011). A heurística NEH foi combinada aqui com diferentes regras de despacho, as quais foram testadas a seguir, a fim de conhecer sua influência sobre cada objetivo. Estas regras foram testadas para cada tipo de problema.

6.2 INDICADOR DE HIPERVOLUME - IH

Proposto por Zitzler e Thiele (1999), o hipervolume é uma métrica que mede o volume da região coberta entre os elementos da Frente de Pareto FP encontrada e um ponto de referência PR . Para cada solução i que pertence à FP , será construído um hipervolume v_i utilizando o PR . Este PR é definido aqui pelos maiores valores que as funções objetivo do *True-Pareto* podem atingir separadamente.

O resultado IH é a união de todos os hipervolumes construídos. Maiores valores de IH são preferidos pois isso indica que houve melhores espalhamento e convergência na FP . A Figura 52 ilustra a definição do hipervolume.

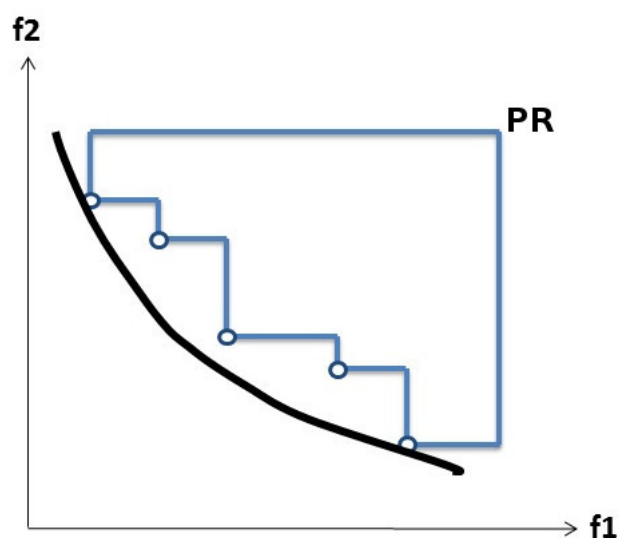


Figura 52 – Hipervolume gerado pelas soluções não-dominadas.

6.3 PERFIS DE DESEMPENHO

Para comparação dos experimentos dos problemas de programação da produção, foi utilizada uma ferramenta gráfica conhecida como perfis de desempenho (do inglês, *Performance Profiles*). Essa ferramenta foi proposta por Dolan e Moré (2002) para facilitar a análise e visualização de testes que envolvem um grande volume de dados. Os perfis de desempenho são gerados considerando um conjunto Pr de problemas teste pr_x , com

$x = 1, 2, \dots, nm_{pr}$, um conjunto I de algoritmos i_y com $y = 1, 2, \dots, nm_i$ e $t_{pr,i}$ uma métrica de desempenho (por exemplo, a média das soluções obtidas). Com isso, a razão de desempenho utilizada nos perfis de desempenho é definida como:

$$r_{pr,i} = \frac{t_{pr,i}}{\min\{t_{pr,i} : i \in I\}} \quad (6.1)$$

Finalmente, o perfil de desempenho do algoritmo i é dado por:

$$\rho_i(\tau) = \frac{1}{nm_{pr}} |\{pr \in Pr : r_{pr,i} \leq \tau\}| \quad (6.2)$$

$\rho_i(\tau)$ é a fração de problemas resolvidos pelo algoritmo i com desempenho dentro de um fator τ do melhor desempenho obtido, considerando os resultados de todos os algoritmos analisados. Os perfis de desempenho foram utilizados para comparar as meta-heurísticas, a fim de escolher aquela com melhor desempenho sobre cada problema de programação de produção atacado aqui.

6.4 PROBLEMA TESTE - MÁQUINA ÚNICA

O primeiro experimento é realizado com a instância de teste para um problema de máquina única. Publicada por Grimme *et al.* (2013), que pode ser encontrada na Tabela 139 no Apêndice D. Grimme *et al.* (2013), disponibilizam 34 soluções ótimas que formam a frente de Pareto, as quais são apresentadas na Tabela 140 no Apêndice D. Os objetivos envolvem a minimização de L_{max} e $\sum C_j$. Esta instância é utilizada para avaliar a confiabilidade das soluções obtidas pelas meta-heurísticas usadas aqui.

Nesta seção é apresentada a instância utilizada, informações sobre as regras de despacho escolhidas para o problema, os pontos de referência, as calibrações para as meta-heurísticas NSGA-II e PP e resultados alcançados.

6.4.1 Instância do problema

O problema de máquina única é utilizado para teste por tratar do ambiente mais simples entre os analisados aqui. Todavia, este serve de referência para se avaliar tanto a convergência quanto a diversidade das soluções encontradas. De acordo com Grimme *et al.* (2013), a instância possui $n = \{50\}$ tarefas, o tempo de processamento é gerado através de uma distribuição uniforme $p_j = U[1, 10]$, $\forall j = 1, \dots, n$, e as datas de entrega das tarefas são geradas conforme $d_j = p_j + U[1, 990]$, $\forall j = 1, \dots, n$.

6.4.2 Regra de despacho e ponto de referência

Para garantir boas soluções aos problemas de programação da produção, é importante definir as regras de despacho adequadas a serem utilizadas. As regras de despacho selecionadas para o problema de máquina única (instância de teste) foram: EDD,

SPT, LPT e MST, sendo testadas para cada objetivo conforme resultado apresentado na Tabela 114 no Apêndice B. Antes de serem incorporadas às meta-heurísticas, testes de adequação aos objetivos foram feitos; a regra que gerou melhor solução foi escolhida. Para cada combinação de objetivos $\gamma \times \gamma$ deste trabalho, são utilizadas duas regras de despacho, de acordo com a Tabela 20.

No caso de não haver diferença entre valores da função objetivo, a seleção foi realizada através dos resultados encontrados para o problema $1|d_j|\gamma_1 \dots \gamma_7$, como mostrado na Tabela 115 no Apêndice B. Um exemplo pode ser encontrado na Tabela 114 no Apêndice B, em que $\gamma = E_{max}$. Neste caso, não se observou diferença entre as regras de despacho EDD e MST. Portanto, a seleção foi então feita com base nos dados apresentados na Tabela 115 no Apêndice B, a regra de despacho MST apresenta o menor resultado para o objetivo em questão. Desta forma, a regra MST foi escolhida para o $\gamma = E_{max}$, conforme pode ser visto na Tabela 20.

Tabela 20 – Regras de despacho selecionadas referentes a cada um dos objetivos da instância do problema $1|d_j|\gamma_1 \dots \gamma_7$ (instância teste).

γ	Regra	γ	Regra
T_{max}	MST	E_{max}	EDD
T_{max}	MST	$\sum C_j$	SPT
T_{max}	MST	$\sum E_j$	LPT
T_{max}	MST	$\sum U_j$	EDD
E_{max}	MST	$\sum C_j$	SPT
E_{max}	MST	$\sum T_j$	EDD
E_{max}	MST	$\sum E_j$	LPT
E_{max}	MST	$\sum U_j$	EDD
L_{max}	EDD	$\sum C_j$	SPT
$\sum C_j$	SPT	$\sum T_j$	EDD
$\sum C_j$	SPT	$\sum E_j$	LPT
$\sum C_j$	SPT	$\sum U_j$	EDD
$\sum T_j$	EDD	$\sum E_j$	LPT
$\sum E_j$	LPT	$\sum U_j$	EDD

Como o hipervolume requer um ponto de referência PR , este elemento precisa ser definido. Aqui, o PR foi definido como o maior valor encontrado para cada objetivo em todas as execuções de cada par de objetivos. A Tabela 123 no Apêndice C.1, apresenta o PR para cada combinação de objetivos.

6.4.3 Calibração da Meta-heurística NSGA-II

A análise para ajuste dos parâmetros adotados nos algoritmos de busca para as variantes do NSGA-II: 1 nsga-ii A, 2 nsga-ii A, 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H foi realizada para cada caso utilizando todos os experimentos, considerando o valor da média do hipervolume.

A ferramenta perfis de desempenho foi utilizada para a análise dos dados, já que há um grande volume de resultados. Particularmente, verificou-se as áreas sob as curvas dos perfis de desempenho como um indicador de desempenho geral de uma meta-heurística em relação às demais. O resultado desta seleção para o método 1 nsga-ii A (inicialização aleatória), é apresentado na Tabela 21. No caso do método 1 nsga-ii H (parte da inicialização utilizando uma heurística), as áreas sob os perfis de desempenho podem ser encontradas na Tabela 22. Nestes dois casos, a configuração Ac100m50 possui área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho igual a 1, ou seja, obteve o maior valor de área e é considerado o método com o melhor desempenho geral.

Tabela 21 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $1|d_j|\gamma_{1,,,\gamma_7}$ (problema teste) referente a meta-heurística 1 nsga-ii A.

Parâmetros	Área
Ac100m50	1,000000
Ac100m100	0,998123
Ac100m3	0,971987
Ac50m100	0,949521
Ac50m50	0,939690
Ac50m3	0,906005
Ac10m100	0,584656
Ac10m50	0,512537
Ac10m3	0,270308

Tabela 22 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $1|d_j|\gamma_{1,,,\gamma_7}$ (problema teste) referente a meta-heurística 1 nsga-ii H.

Parâmetros	Área
Hc100m50	1,000000
Hc100m3	0,996669
Hc100m100	0,995698
Hc50m100	0,972367
Hc50m50	0,967466
Hc50m3	0,936928
Hc10m100	0,791029
Hc10m50	0,735637
Hc10m3	0,633720

A configuração Ac100m50 também apresenta o maior valor de área sob os perfis de desempenho para os métodos 2 nsga-ii A e 2 nsga-ii H, os quais utilizam busca local. Os valores obtidos para as áreas podem ser vistos nas Tabelas 23 e 24, respectivamente.

Tabela 23 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema 1| d_j | $\gamma_{1,,}, \gamma_7$ (problema teste) referente a meta-heurística 2 nsga-ii A.

Parâmetros	Área
Ac100m50	1,000000
Ac100m100	0,996413
Ac100m3	0,978127
Ac50m100	0,956224
Ac50m50	0,948200
Ac50m3	0,909339
Ac10m100	0,635145
Ac10m50	0,563387
Ac10m3	0,357676

Tabela 24 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema 1| d_j | $\gamma_{1,,}, \gamma_7$ (problema teste) referente a meta-heurística 2 nsga-ii H.

Parâmetros	Área
Hc100m50	1,000000
Hc100m3	0,994070
Hc100m100	0,992851
Hc50m100	0,973852
Hc50m50	0,970967
Hc50m3	0,945830
Hc10m100	0,815549
Hc10m50	0,776870
Hc10m3	0,683919

Esses resultados serão utilizados para a análise comparativa das meta-heurísticas que é apresentada na Seção 6.4.5.

6.4.4 Calibração da Meta-heurística PP

Nesta seção é apresentado o ajuste de parâmetros realizados para as variantes método PP: 1 pp A, 2 pp A, 1 pp H e 2 pp H. Novamente, considerou-se aqui o valor da média do hipervolume das soluções obtidas em todas as execuções independentes e a ferramenta perfis de desempenho foi utilizada. As áreas sob as curvas dos perfis de desempenho obtidas para o método 1 pp A (inicialização aleatória) são apresentados na Tabela 25, a configuração Am45p7 obteve melhor resultado. A configuração Am45p1 se mostra como a de melhor resultado para o método 2 pp A, como é apresentado na Tabela 26.

Ao avaliar as variantes 1 pp H e 2 pp H (parte da inicialização utilizando uma

Tabela 25 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $1|d_j|\gamma_{1,,,\gamma_7}$ (problema teste) referente a meta-heurística 1 pp A.

Parâmetros	Área
Am45p7	1,000000
Am30p7	0,999594
Am45p4	0,995865
Am30p4	0,994744
Am45p1	0,990425
Am15p7	0,989967
Am30p1	0,982702
Am15p4	0,939630
Am15p1	0,920058

Tabela 26 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $1|d_j|\gamma_{1,,,\gamma_7}$ (problema teste) referente a meta-heurística 2 pp A.

Parâmetros	Área
Am45p1	1,000000
Am30p1	0,999615
Am45p4	0,995674
Am15p1	0,992023
Am30p4	0,990566
Am45p7	0,989500
Am30p7	0,974123
Am15p4	0,948244
Am15p7	0,915829

heurística), os resultados contidos nas Tabelas 27 e 28 foram alcançados. Nestes casos, Hm45p1, Hm45p4 e Hm45p7 apresentam área normalizada sob os perfis de desempenho igual a 1, sendo eles considerados como os de melhor desempenho geral.

6.4.5 Resultados obtidos e comparações

Comparação dos resultados obtidos pelas variantes 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A, 2 nsga-ii A, 1 pp H, 2 pp H, 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H das meta-heurísticas Presa-Predador e NSGA-II ao utilizar a melhor configuração dos parâmetros. A Figura 53(a) apresenta o gráfico dos perfis de desempenho no intervalo $\tau \in [1; 1,1]$ e utilizando o valor da média do hipervolume como métrica de desempenho. É possível verificar que as curvas referentes às variantes 1 pp A e 2 pp A apresentam o maior valor de $\rho(1)$, o que significa que esses métodos obtiveram o melhor desempenho em um número maior de problemas. Na Figura 53(b), apresenta-se o gráfico dos perfis de desempenho, os menores valor de τ , tal que

Tabela 27 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $1|d_j|\gamma_{1,,},\gamma_7$ (problema teste) referente a meta-heurística 1 pp H.

Parâmetros	Área
Hm45p1	1,000000
Hm45p4	1,000000
Hm45p7	1,000000
Hm30p1	0,836282
Hm30p4	0,836282
Hm30p7	0,836282
Hm15p1	0,718239
Hm15p4	0,718239
Hm15p7	0,718239

Tabela 28 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $1|d_j|\gamma_{1,,},\gamma_7$ (problema teste) referente a meta-heurística 2 pp H.

Parâmetros	Área
Hm45p1	1,000000
Hm45p4	1,000000
Hm45p7	1,000000
Hm30p1	0,863519
Hm30p4	0,863519
Hm30p7	0,863519
Hm15p1	0,735001
Hm15p4	0,735001
Hm15p7	0,735001

$\rho(\tau) = 1$, também são observados para as variantes 1 pp A e 2 pp A; isso indica que estas são as variantes mais robustas. Finalmente, a Tabela 29, apresenta as áreas sob as curvas dos perfis de desempenho, o 1 pp A e 2 pp A novamente apresentam-se os melhores valores entre as técnicas testadas; portanto, são os métodos com melhor desempenho geral para esse ambiente.

Com base nos resultados dos experimentos e nas análises comparativas apresentadas aqui, pode-se observar que: (i) os melhores desempenhos são obtidos pelas variantes 1 pp A e 2 pp A, indicado que as soluções alcançadas pela meta-heurística Presa-Predador são melhores do que aquelas encontradas pelo NSGA-II; (ii) as variantes da PP que utilizam inicialização aleatória apresentam melhores resultados do que aquelas que adotam busca local; e (iii) a busca local melhora a qualidade das soluções alcançadas pelas variantes do NSGA-II (1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H) quando comparadas com as variantes dessa meta-heurística adotado inicialização aleatória. Vale ressaltar que o custo computacional dos

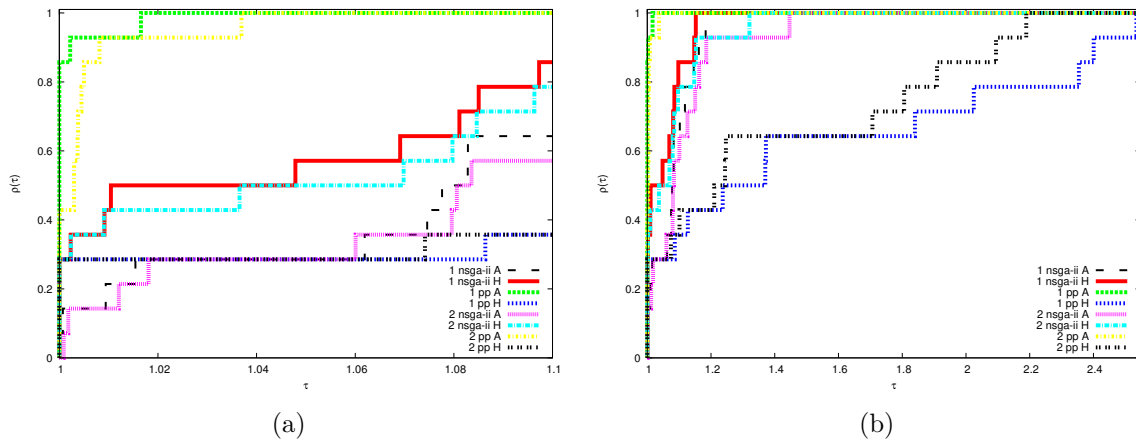


Figura 53 – Perfis de desempenho das meta-heurísticas 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A, 2 nsga-ii H, 1 pp H, 2 pp H, 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H, utilizando a média dos hipervolumes para instância do problema $1|d_j|\gamma_{1,,,}\gamma_7$ (problema teste).

Tabela 29 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho das meta-heurísticas 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A, 2 nsga-ii H, 1 pp H, 2 pp H, 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H, utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $1|d_j|\gamma_{1,,,}\gamma_7$ (problema teste).

Parâmetros	Área
1 pp A	1,000000
2 pp A	0,997704
1 nsga-ii H	0,968184
2 nsga-ii H	0,954331
1 nsga-ii A	0,948879
2 nsga-ii A	0,930615
2 pp H	0,740920
1 pp H	0,658639

métodos com inicialização através de heurística de busca em parte da população inicial é maior do que quando a inicialização é aleatória, pois os cálculos de função objetivo da busca local não são contadas para critério de parada. Mesmo assim, 1 pp A e 2 pp A são meta-heurísticas de fácil implementação e apresentam-se superiores às demais.

Para validação da meta-heurística foi utilizada a instância fornecida por Grimme *et al.* (2013), conforme Tabela 139, com solução ótima apresentada na Tabela 140, quando os objetivos $L_{max} \times \sum C_j$ são usados.

A Figura 54 apresenta uma comparação da meta-heurística 1 pp A, com o resultado exato (Frente de Pareto) para instância teste levando em consideração a combinação dos objetivos $L_{max} \times \sum C_j$. A mesma comparação também é realizada para a meta-heurística 2 pp A, como apresentado na Figura 55.

A meta-heurística 1 pp A apresenta uma boa cobertura dos pontos da Frente de

Pareto, mas 2 pp A também apresenta bons resultados.

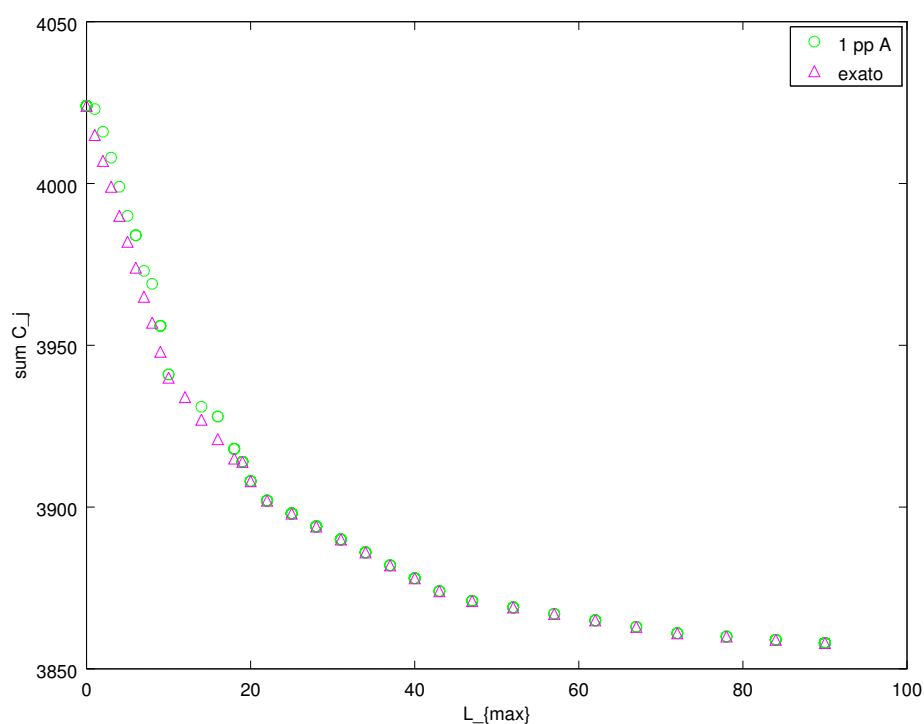


Figura 54 – Pareto com o resultado da Meta-heurística 1 pp A, utilizando a instância teste do problema $1|d_j|L_{max}, \sum C_j$.

A Figura 56 exibe os resultados para a instância teste do problema $1|d_j|L_{max}, \sum C_j$ encontrados pelas meta-heurísticas: 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A, 2 nsga-ii A, 1 pp H, 2 pp H, 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H, em relação ao resultado exato. É possível observar que, as meta-heurísticas 1 pp A e 2 pp A apresentam melhores resultados em relação aos demais.

Para apresentar os resultados alcançados pelas meta-heurísticas, das combinações de objetivos, através da instância teste, nas Figuras 57(a) - 57(l), exibem os gráficos das combinações. Com isto é possível comprovar o resultado encontrado pelo hipervolume na Tabela 29, o destaque para as meta-heurísticas 1 pp A e 2 pp A em relação às demais.

6.5 MÁQUINA ÚNICA

Nesta seção é apresentada informações sobre o problema de máquina única, primeiro sobre as instâncias utilizadas, em seguida, as regras de despacho escolhidas para o problema, os pontos de referência, as calibrações para as meta-heurísticas NSGA-II e PP e os resultados alcançados.

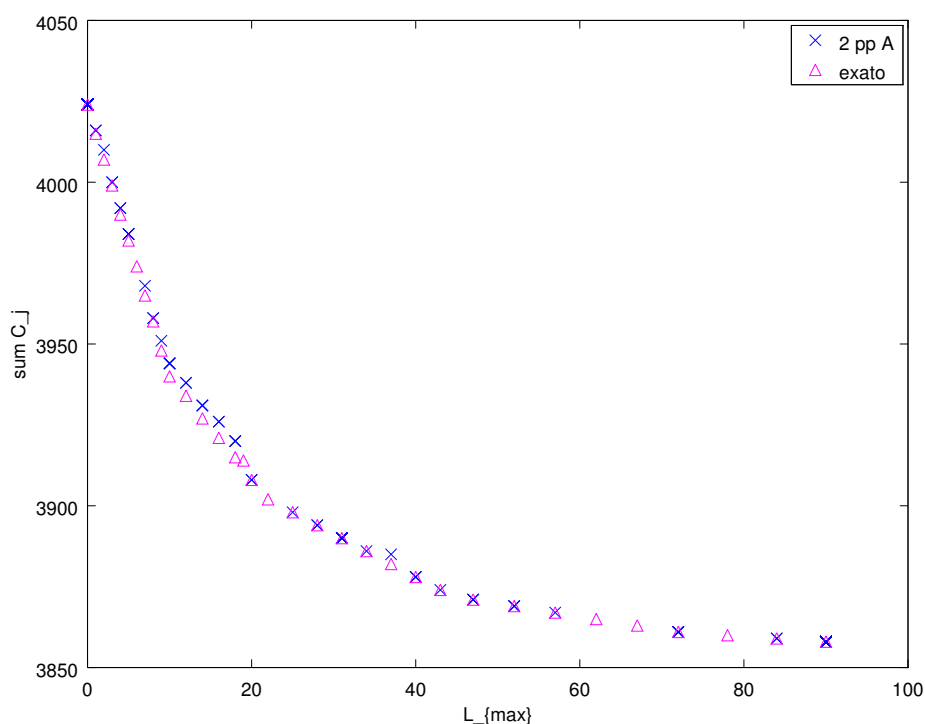


Figura 55 – Pareto com o resultado da Meta-heurística 2 pp A, utilizando a instâncias teste do problema $1|d_j|L_{max}, \sum C_j$.

6.5.1 Instância do problema

Para o problema de máquina única foram geradas 50 instâncias, sendo $n = \{50\}$, o tempo de processamento gerado aleatoriamente $P_j = [1, 50]$, $\forall j = 1, \dots, n$, e as datas de entrega das tarefas geradas aleatoriamente $d_j = p_j + [1, 100]$, $\forall j = 1, \dots, n$ adaptado de Grimme *et al.* (2013).

6.5.2 Regras de despacho e ponto de referência

As regras de despacho selecionadas para o problema de máquina única foram: EDD, SPT, LPT e MST, sendo testadas para cada objetivo conforme resultado apresentado na Tabela 115 no Apêndice B. Estas serão utilizadas nas meta-heurísticas, mas para isto, foram experimentadas com cada objetivo, a regra com menor valor de função objetivo foi escolhida. Para cada combinação de objetivos $\gamma \times \gamma$ neste tabalho, serão utilizadas duas regras de acordo com a Tabela 30.

Em caso de empate no valor de menor função objetivo conforme Tabela 115 no Apêndice B, $\gamma = T_{max}$ possui as regras EDD e MST com o mesmo valor, a regra será escolhida ao combinar os dois objetivos conforme Tabela 30. O objetivo $\gamma = E_{max}$ possui a regra MST com menor valor de função objetivo, desta forma ao ser combinado com

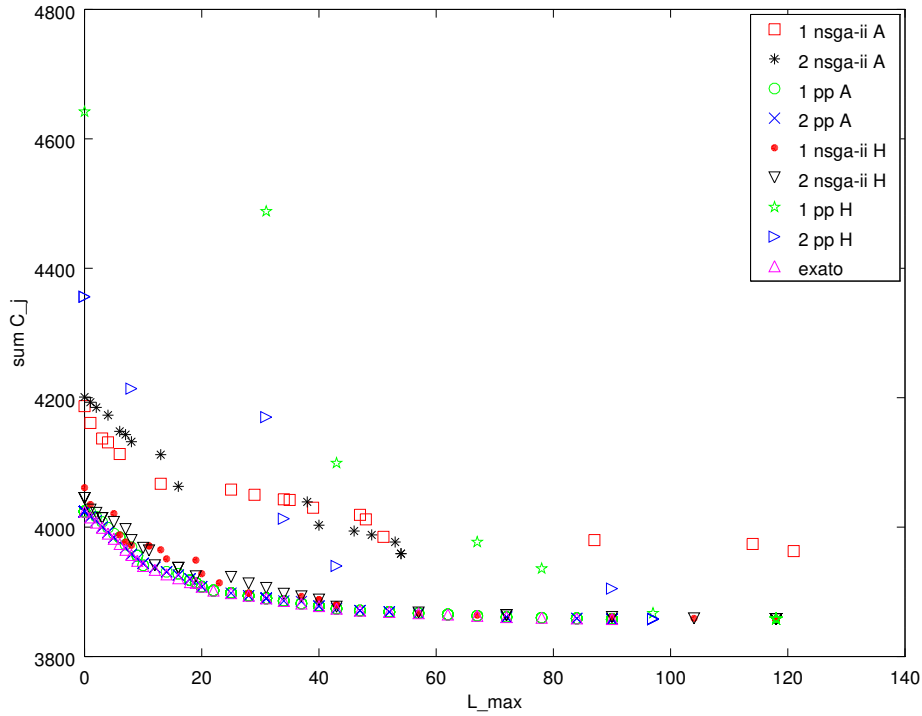


Figura 56 – Pareto das meta-heurísticas utilizando a instância teste do problema $1|d_j|L_{max}, \sum C_j$ e o resultado exato Grimme *et al.* (2013).

$\gamma = T_{max}$, a regra EDD será escolhida.

Tabela 30 – Regras de despacho selecionadas referentes a cada um dos objetivos da instância do problema $1|d_j|\gamma_1 \dots \gamma_7$

γ	Regra	γ	Regra
T_{max}	MST	E_{max}	EDD
T_{max}	MST	$\sum C_j$	SPT
T_{max}	MST	$\sum E_j$	LPT
T_{max}	MST	$\sum U_j$	EDD
E_{max}	MST	$\sum C_j$	SPT
E_{max}	MST	$\sum T_j$	EDD
E_{max}	MST	$\sum E_j$	LPT
E_{max}	MST	$\sum U_j$	EDD
L_{max}	EDD	$\sum C_j$	SPT
$\sum C_j$	SPT	$\sum T_j$	EDD
$\sum C_j$	SPT	$\sum E_j$	LPT
$\sum C_j$	SPT	$\sum U_j$	EDD
$\sum T_j$	EDD	$\sum E_j$	LPT
$\sum E_j$	LPT	$\sum U_j$	EDD

O PR é utilizado para o cálculo do hipervolume. Para definição deste, foram

usadas todas as execuções de cada combinação de dois objetivos, sendo selecionado o maior valor de função objetivo encontrado para cada objetivo. A Tabela 124 no Apêndice C.2, apresenta o PR para cada combinação de objetivos.

6.5.3 Calibração da Meta-heurística NSGA-II

Nesta seção são analisadas as calibrações das variações do NSGA-II, sendo elas: 1 nsga-ii A, 2 nsga-ii A, 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H. São utilizados para cada caso todos os experimentos do ambiente de máquina única, considerando o valor da média do hipervolume. A ferramenta perfis de desempenho foi utilizada para análise dos dados, devido ao grande volume de resultados.

Para o ambiente de máquina única considerando os métodos 1 nsga-ii A, 2 nsga-ii A, 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H, conforme Tabelas 31, 32, 33 e 34, Ac100m50 apresenta $\rho(\tau) = 1$, para todos os casos. O Ac100m50 obteve o maior valor de área e é considerado o método com o melhor valor global, em todos as variações os NSGA-II, para esse ambiente.

Tabela 31 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $1|d_j|\gamma_{1,,,}\gamma_7$ referente a meta-heurística 1 nsga-ii A.

Parâmetros	Área
Ac100m50	1,000000
Ac100m100	0,998051
Ac100m3	0,981583
Ac50m100	0,960943
Ac50m50	0,954551
Ac50m3	0,922249
Ac10m100	0,665873
Ac10m50	0,604429
Ac10m3	0,445848

Ao fim da seção, os melhores resultados serão utilizados para comparação entre as meta-heurísticas

6.5.4 Calibração da Meta-heurística PP

Nesta seção trata-se da análise referente a calibração para as variações do PP: 1 pp A, 2 pp A, 1 pp H e 2 pp H, sendo realizada para cada caso utilizando todos os experimentos, considerando o valor da média do hipervolume. A ferramenta perfis de desempenho contribui para análise devido ao volume de dados encontrados.

É possível observar na Tabela 35 que o Am45p7 apresenta melhor resultado para o método 1 pp A, possui $\rho(\tau) = 1$, tendo o melhor desempenho global com maior valor de

Tabela 32 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema 1| d_j | $\gamma_{1,,}, \gamma_7$ referente a meta-heurística 1 nsga-ii H.

Parâmetros	Área
Hc100m50	1,000000
Hc100m3	0,996128
Hc100m100	0,993329
Hc50m100	0,974100
Hc50m50	0,969962
Hc50m3	0,937575
Hc10m100	0,767274
Hc10m50	0,729850
Hc10m3	0,630828

Tabela 33 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema 1| d_j | $\gamma_{1,,}, \gamma_7$ referente a meta-heurística 2 nsga-ii A.

Parâmetros	Área
Ac100m50	1,000000
Ac100m100	0,997799
Ac100m3	0,981345
Ac50m100	0,959441
Ac50m50	0,953177
Ac50m3	0,919340
Ac10m100	0,667459
Ac10m50	0,607864
Ac10m3	0,451512

Tabela 34 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema 1| d_j | $\gamma_{1,,}, \gamma_7$ referente a meta-heurística 2 nsga-ii H.

Parâmetros	Área
Hc100m50	1,000000
Hc100m3	0,994672
Hc100m100	0,992369
Hc50m100	0,972051
Hc50m50	0,966670
Hc50m3	0,935627
Hc10m100	0,766127
Hc10m50	0,723838
Hc10m3	0,626859

área. Já para o método 2 pp A a melhor variação é exibida na Tabela 37, Am45p1 mostra ter o melhor desempenho.

Tabela 35 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $1|d_j|\gamma_{1,,}, \gamma_7$ referente a meta-heurística 1 pp A.

Parâmetros	Área
Am45p7	1,000000
Am30p7	0,994883
Am30p4	0,987562
Am45p4	0,986501
Am45p1	0,965019
Am30p1	0,953161
Am15p7	0,933224
Am15p4	0,913680
Am15p1	0,877007

A análise das variantes para os métodos 1 pp H e 2 pp H, com parte da população inicializada por heurística, são apresentadas nas Tabelas 36 e 38. Nestes casos as variantes Hm45p1, Hm45p4 e Hm45p7 possuem $\rho(\tau) = 1$, são considerados os métodos com o melhor desempenho global.

Tabela 36 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $1|d_j|\gamma_{1,,}, \gamma_7$ referente a meta-heurística 1 pp H.

Parâmetros	Área
Hm45p1	1,000000
Hm45p4	1,000000
Hm45p7	1,000000
Hm30p1	0,754338
Hm30p4	0,754338
Hm30p7	0,754338
Hm15p1	0,567520
Hm15p4	0,567520
Hm15p7	0,567520

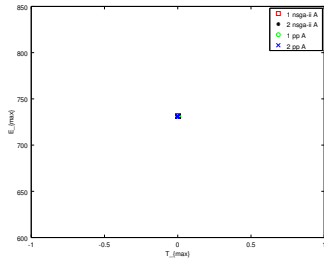
Os resultados encontrados são utilizados para comparação com as variações da meta-heurística NSGA-II.

Tabela 37 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $1|d_j|\gamma_{1,..},\gamma_7$ referente a meta-heurística 2 pp A.

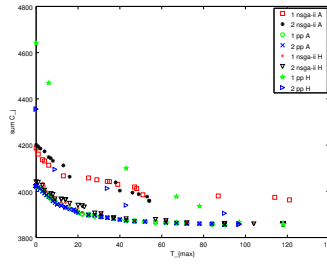
Parâmetros	Área
Am45p1	1,000000
Am30p1	0,998049
Am45p4	0,988129
Am45p7	0,972355
Am15p1	0,972229
Am30p4	0,971994
Am30p7	0,943304
Am15p4	0,909095
Am15p7	0,881594

Tabela 38 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $1|d_j|\gamma_{1,..},\gamma_7$ referente a meta-heurística 2 pp H.

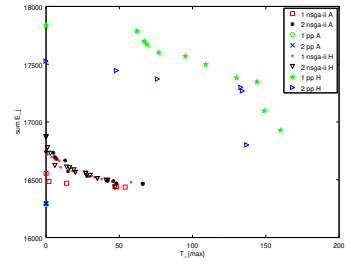
Parâmetros	Área
Hm45p1	1,000000
Hm45p4	1,000000
Hm45p7	1,000000
Hm30p1	0,832938
Hm30p4	0,832938
Hm30p7	0,832938
Hm15p1	0,682491
Hm15p4	0,682491
Hm15p7	0,682491



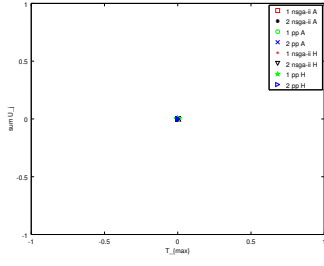
(a) $T_{max} \times E_{max}$



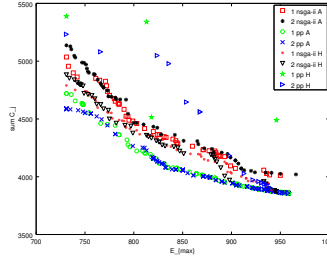
(b) $T_{max} \times \sum C_j$



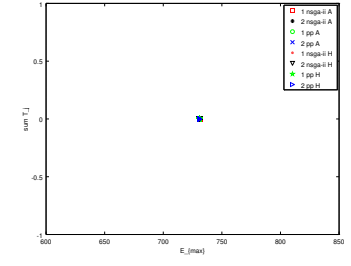
(c) $T_{max} \times \sum E_j$



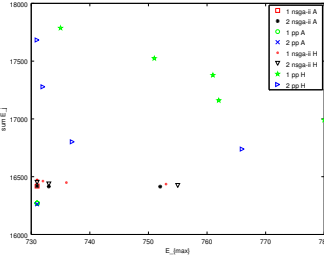
(d) $T_{max} \times \sum U_j$



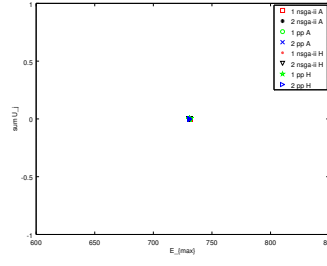
(e) $E_{max} \times \sum C_j$



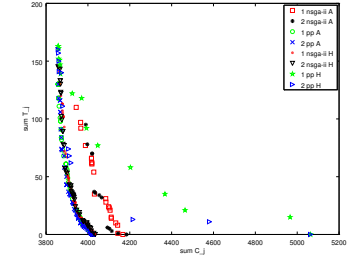
(f) $E_{max} \times \sum T_j$



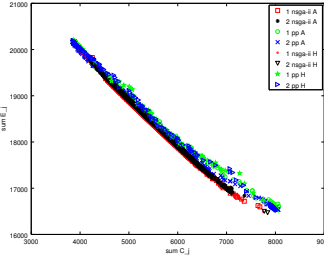
(g) $E_{max} \times \sum E_j$



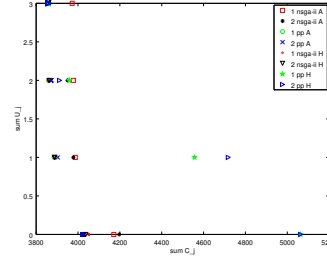
(h) $E_{max} \times \sum U_j$



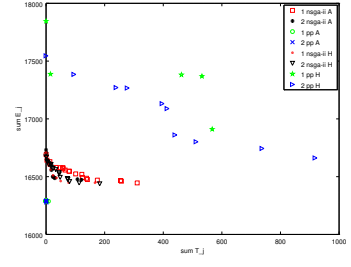
(i) $\sum C_j \times \sum T_j$



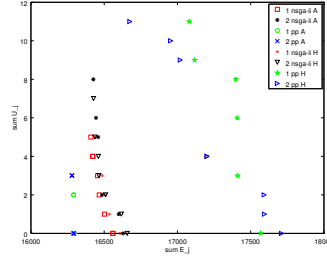
(j) $\sum C_j \times \sum E_j$



(k) $\sum C_j \times \sum U_j$



(l) $\sum T_j \times \sum E_j$



(m) $\sum E_j \times \sum U_j$

Figura 57 – Pareto com o resultado das Meta-heurísticas utilizando a instâncias teste do problema $1|d_j|\gamma_{1,\dots,\gamma_7}$, para as combinações dos objetivos seleccionados

6.5.5 Resultados obtidos e comparações

Nesta seção é apresentada uma comparação dos resultados obtidos com a calibração nas seções anteriores, para as meta-heurísticas: 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A, 2 nsga-ii A, 1 pp H, 2 pp H, 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H.

O 1 pp A e 2 pp A para o problema de máquina única apresentaram o maior valor de $\rho(1)$, conforme Figura 58(a), a qual ilustra o gráfico dos perfis de desempenho no intervalo $\tau \in [1; 1,6]$ utilizando o valor da média do hipervolume. Também na Figura 58(b) é possível constatar que os métodos 1 pp A e 2 pp A se mostram com os melhores resultados.

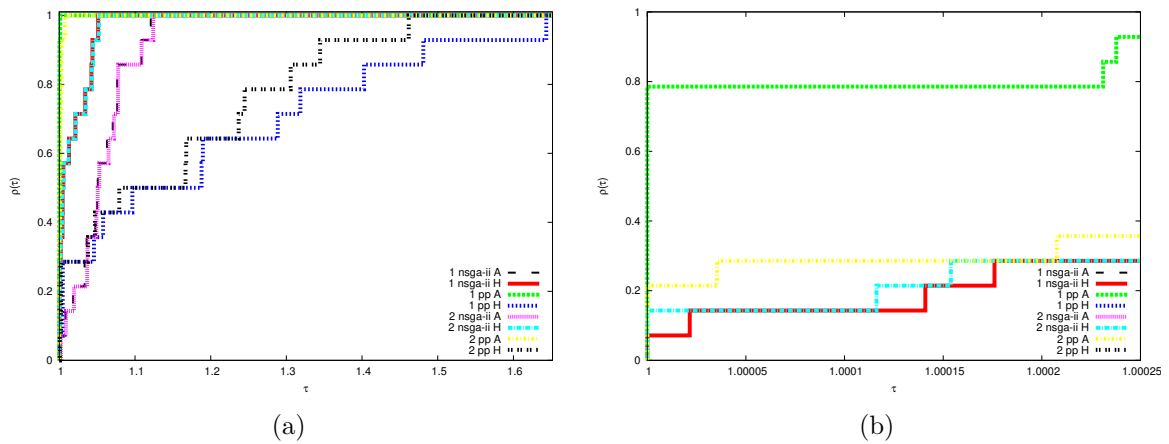


Figura 58 – Perfis de desempenho das meta-heurísticas 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A, 2 nsga-ii H, 1 pp H, 2 pp H, 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H, utilizando a média dos hipervolumes para instância do problema $1|d_j|\gamma_{1,,,}\gamma_7$.

Na Tabela 39 que apresenta as áreas sob as curvas dos perfis de desempenho, se constata que os métodos 1 pp A e 2 pp A se encontram no primeiro e segundo lugar em comparação com as demais.

Tabela 39 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho das meta-heurísticas 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A, 2 nsga-ii A, 1 pp H, 2 pp H, 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H, utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $1|d_j|\gamma_{1,,,}\gamma_7$.

Parâmetros	Área
1 pp A	1,000000
2 pp A	0,997557
1 nsga-ii H	0,975529
2 nsga-ii H	0,975271
1 nsga-ii A	0,915616
2 nsga-ii A	0,913347
2 pp H	0,767045
1 pp H	0,697515

O 1 pp A com inicialização aleatória e 4 predadores é o melhor entre as demais comparações, em seguida o 2 pp A também com inicialização aleatória e 10 predadores. Observa-se que ao adicionar a heurística de busca para inicialização de parte de $psize$, conforme 2 pp H e 1 pp H existe uma queda considerável no resultado.

Mas pode-se verificar que, para 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H, ao adicionar heurística de busca para inicialização de parte de $psize$, são apresentadas melhoras no resultado em relação a inicialização aleatória 1 nsga-ii A e 2 nsga-ii A.

6.6 MÁQUINAS PARALELAS IDÊNTICAS

Nesta seção é apresentada informações sobre o problema de máquinas paralelas idênticas, primeiro sobre as instâncias utilizadas, em seguida, as regras de despacho escolhidas para o problema, os pontos de referência, as calibrações para as meta-heurísticas NSGA-II e PP e os resultados alcançados.

6.6.1 Instância do problema

Para o problema de máquina paralela idêntica foram utilizados os dados de Grimme *et al.* (2013), com variação para as tarefas $n = \{50, 100\}$ e máquinas $m = \{8, 12\}$, os tempos de processamento gerado através de uma distribuição uniforme $p_j = U[1, 99]$, $\forall j = 1, \dots, n$. As datas de entrega das tarefas são geradas conforme $d_j = p_j + U[1, 99]$, $\forall j = 1, \dots, n$. Para cada combinação $n \times m$ foram utilizadas 50 instâncias do problema totalizando 200.

6.6.2 Regras de despacho e ponto de referência

As regras de despacho selecionadas para o problema de máquinas paralelas idênticas foram: EDD, SPT, LPT e MST, sendo testadas para cada objetivo conforme resultado apresentado na Tabela 116 no Apêndice B. Estas serão utilizadas nas meta-heurísticas, mas para isto, foram experimentadas com cada objetivo, a com menor valor de função objetivo foi escolhida. Para cada combinação de objetivos $\gamma \times \gamma$ neste trabalho, serão utilizadas duas regras de acordo com a Tabela 40.

Para situações que os objetivos a serem combinados tiverem a mesma regra com o menor valor de função objetivo, a segunda melhor regra será selecionada. Um exemplo acontece com $T_{max} \times E_{max}$, o MST apresenta o melhor caso para os dois objetivos, a segunda melhor regra selecionada é EDD, como pode ser visto na Tabela 40.

O PR é utilizado para o cálculo do hipervolume. Para definição deste, foram usadas todas as execuções de cada combinação de dois objetivos, sendo selecionado o maior valor de função objetivo encontrado para cada objetivo. Neste caso, além de considerar os objetivos, são selecionados PR diferentes para combinação $n \times m$.

Tabela 40 – Regras de despacho selecionadas referentes a cada um dos objetivos da instância do problema $P_m|d_j|\gamma_1\dots\gamma_8$.

γ	Regra	γ	Regra
T_{max}	<i>MST</i>	E_{max}	<i>EDD</i>
T_{max}	<i>MST</i>	$\sum C_j$	<i>SPT</i>
T_{max}	<i>MST</i>	$\sum T_j$	<i>EDD</i>
T_{max}	<i>MST</i>	$\sum E_j$	<i>EDD</i>
T_{max}	<i>MST</i>	$\sum U_j$	<i>SPT</i>
T_{max}	<i>MST</i>	C_{max}	<i>LPT</i>
E_{max}	<i>MST</i>	$\sum C_j$	<i>SPT</i>
E_{max}	<i>MST</i>	$\sum T_j$	<i>EDD</i>
E_{max}	<i>MST</i>	$\sum E_j$	<i>EDD</i>
E_{max}	<i>MST</i>	$\sum U_j$	<i>SPT</i>
E_{max}	<i>MST</i>	C_{max}	<i>LPT</i>
$\sum C_j$	<i>SPT</i>	$\sum T_j$	<i>EDD</i>
$\sum C_j$	<i>SPT</i>	$\sum E_j$	<i>MST</i>
$\sum C_j$	<i>SPT</i>	C_{max}	<i>LPT</i>
$\sum T_j$	<i>EDD</i>	$\sum E_j$	<i>MST</i>
$\sum T_j$	<i>EDD</i>	C_{max}	<i>LPT</i>
$\sum E_j$	<i>MST</i>	$\sum U_j$	<i>SPT</i>
$\sum E_j$	<i>MST</i>	C_{max}	<i>LPT</i>
$\sum U_j$	<i>EDD</i>	C_{max}	<i>LPT</i>

As Tabelas 125 e 126 no Apêndice C.3, apresentam o *PR* para cada combinação de objetivos.

6.6.3 Calibração da Meta-heurística NSGA-II

É realizada uma análise das calibrações das variações do NSGA-II, sendo elas: 1 nsga-ii A, 2 nsga-ii A, 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H. Para isto, se utilizam todos os experimentos considerando o valor da média do hipervolume. A análise é realizada através da ferramenta perfis de desempenho, a escolha se dá devido ao grande volume de resultados.

Conforme apresentado nas Tabelas 41 e 43, para os métodos 1 nsga-ii A e 2 nsga-ii A com inicialização aleatória, o Ac100m100 se mostra mais robusto, com $\rho(\tau) = 1$. Já para os métodos 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H com parte da inicialização através heurística, apresentam que o mais robusto é Hc100m50, de acordo com as Tabelas 42 e 44.

Os melhores resultados das variações dos métodos são utilizados para comparação entre as meta-heurísticas.

6.6.4 Calibração da Meta-heurística PP

O resultado da calibração para as variações do PP: 1 pp A, 2 pp A, 1 pp H e 2 pp H, são utilizados para análise, a fim de encontrar a melhor variação para cada método. Todos

Tabela 41 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m|d_j|\gamma_1\dots\gamma_8$ referente a meta-heurística 1 nsga-ii A.

Parâmetros	Área
Ac100m100	1,000000
Ac100m50	0,998014
Ac100m3	0,980928
Ac50m100	0,951021
Ac50m50	0,939253
Ac50m3	0,912193
Ac10m100	0,733312
Ac10m50	0,693081
Ac10m3	0,615464

Tabela 42 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m|d_j|\gamma_1\dots\gamma_8$ referente a meta-heurística 1 nsga-ii H.

Parâmetros	Área
Hc100m50	1,000000
Hc100m100	0,997230
Hc100m3	0,992572
Hc50m100	0,989760
Hc50m50	0,983898
Hc50m3	0,965402
Hc10m100	0,916575
Hc10m50	0,896286
Hc10m3	0,852017

Tabela 43 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m|d_j|\gamma_1\dots\gamma_8$ referente a meta-heurística 2 nsga-ii A.

Parâmetros	Área
Ac100m100	1,000000
Ac100m50	0,994195
Ac100m3	0,979073
Ac50m100	0,946616
Ac50m50	0,933748
Ac50m3	0,907535
Ac10m100	0,725676
Ac10m50	0,684708
Ac10m3	0,604482

Tabela 44 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m|d_j|\gamma_1\dots\gamma_8$ referente a meta-heurística 2 nsga-ii H.

Parâmetros	Área
Hc100m50	1,000000
Hc100m100	0,997159
Hc100m3	0,991039
Hc50m100	0,989286
Hc50m50	0,983011
Hc50m3	0,962395
Hc10m100	0,915537
Hc10m50	0,894494
Hc10m3	0,849639

os experimentos são utilizados, considerando para isto o valor da média do hipervolume. Para essa análise foi utilizada a ferramenta perfis de desempenho, devido ao grande volume de resultados.

O resultado da calibração do método 1 pp A com inicialização aleatória, é apresentado na Tabela 45, o Am45p4 possui $\rho(\tau) = 1$, com maior valor de área, ou seja o mais robusto.

Tabela 45 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m|d_j|\gamma_1\dots\gamma_8$ referente a meta-heurística 1 pp A.

Parâmetros	Área
Am45p4	1,000000
Am45p7	0,988574
Am30p7	0,988502
Am30p4	0,988237
Am45p1	0,988162
Am15p7	0,988115
Am30p1	0,987919
Am15p4	0,987371
Am15p1	0,986750

Os métodos 1 pp H e 2 pp H com parte da inicialização utilizando heurística são apresentados nas Tabelas 46 e 47, nestes casos tanto Hm45p1, Hm45p4 como Hm45p7 apresentam $\rho(\tau) = 1$, sendo eles considerados com o melhor valor global.

Para o método 2 pp A, como apresentado na Tabela 47, Am45p1 com $\rho(\tau) = 1$, se mostra com o melhor valor global. Estes resultados serão considerados para comparação com as variações da meta-heurística NSGA-II.

Tabela 46 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m|d_j|\gamma_1\dots\gamma_8$ referente a meta-heurística 1 pp H.

Parâmetros	Área
Hm45p1	1,000000
Hm45p4	1,000000
Hm45p7	1,000000
Hm30p1	0,986855
Hm30p4	0,986855
Hm30p7	0,986855
Hm15p1	0,986743
Hm15p4	0,986743
Hm15p7	0,986743

Tabela 47 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m|d_j|\gamma_1\dots\gamma_8$ referente a meta-heurística 2 pp A.

Parâmetros	Área
Am45p1	1,000000
Am45p4	0,982813
Am30p1	0,982389
Am45p7	0,972801
Am30p4	0,957175
Am30p7	0,947423
Am15p1	0,917027
Am15p4	0,881516
Am15p7	0,872936

Tabela 48 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m|d_j|\gamma_1\dots\gamma_8$ referente a meta-heurística 2 pp H.

Parâmetros	Área
Hm45p1	1,000000
Hm45p7	1,000000
Hm45p4	1,000000
Hm30p1	0,963769
Hm30p4	0,963769
Hm30p7	0,963769
Hm15p1	0,914129
Hm15p4	0,914129
Hm15p7	0,914129

6.6.5 Resultados obtidos e comparações

Esta seção mostra a comparação dos resultados obtidos com a calibração nas seções anteriores, para as meta-heurísticas: 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A, 2 nsga-ii A, 1 pp H, 2 pp H, 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H.

A Figura 59 apresenta o gráfico dos perfis de desempenho no intervalo $\tau \in [1; 2,6]$, utilizando o valor da média do hipervolume. Ao analisar as curvas do 1 pp A e 2 pp A, verifica-se que são os métodos que obtiveram o melhor desempenho em um número maior de problemas, com o maior valor de $\rho(1)$. Também com $\rho(\tau) = 1$ são os métodos os mais robustos.

Mas é importante ressaltar a influência da inicialização utilizando heurística nos métodos 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H, que apresentam melhores resultados que os métodos 1 nsga-ii A e 2 nsga-ii A.

A Tabela 49, que apresenta as áreas sob as curvas dos perfis de desempenho, confirma o resultado encontrado em relação aos métodos 1 pp A e 2 pp A e da influência da inicialização através da heurística no resultado dos métodos 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H.

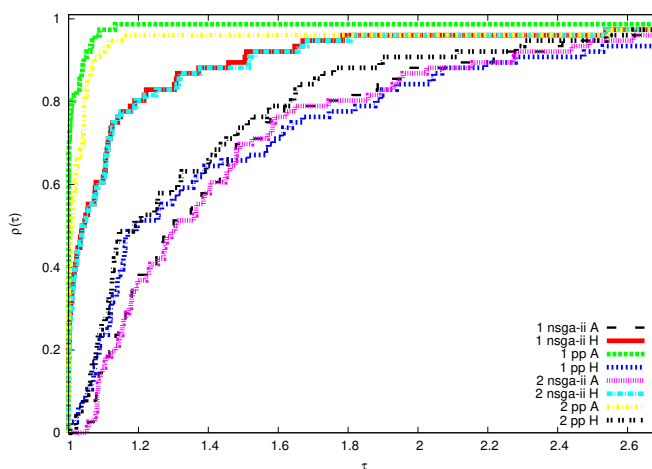


Figura 59 – Perfis de desempenho das meta-heurísticas 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A, 2 nsga-ii H, 1 pp H, 2 pp H, 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H, utilizando a média dos hipervolumes para instância do problema $P_m|d_j|\gamma_1\dots\gamma_8$.

6.7 MÁQUINAS PARALELAS IDÊNTICAS COM *RELEASE TIME*

Esta seção trata sobre o problema de máquinas paralelas idênticas com *release time*, primeiro são apresentadas informações sobre as instâncias utilizadas, em seguida, as regras de despacho escolhidas para o problema, os pontos de referência, as calibrações para as meta-heurísticas NSGA-II e PP e os resultados alcançados.

Tabela 49 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho das meta-heurísticas 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A, 2 nsga-ii A, 1 pp H, 2 pp H, 1 nsga-ii H e 2 nsga-ii H, utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m|d_j|\gamma_1\dots\gamma_8$.

Parâmetros	Área
1 pp A	1,000000
2 pp A	0,996534
1 nsga-ii H	0,990755
2 nsga-ii H	0,990750
1 pp H	0,989880
2 pp H	0,987863
1 nsga-ii A	0,985549
2 nsga-ii A	0,985435

6.7.1 Instância do problema

Para o problema de máquina paralela idêntica com *release time*, foram utilizadas a variação de tarefas $n = \{50, 100\}$, e máquinas $m = \{8, 12\}$, sendo os tempos de processamento gerado aleatoriamente $p_j = [1, 99]$, $\forall j = 1, \dots, n$. As datas de entrega das tarefas são geradas aleatoriamente $d_j = p_j + [1, 99]$, $\forall j = 1, \dots, n$. Os tempos de liberação *release time* de cada tarefa são gerados aleatoriamente $r_j = [1, 10]$ e por fim, as penalidades por atraso w_j , por adiantamento h_j e conclusão c_j são gerados aleatoriamente entre $[1, 100]$. Para cada combinação $n \times m$ foram utilizadas 50 instâncias do problema totalizando 200.

6.7.2 Regras de despacho e ponto de referência

As regras de despacho selecionadas para o problema de máquinas paralelas idênticas com *release time* foram: EDD, SPT, LPT, MST, WSPT, WLPT, ERD sendo testadas para cada objetivo conforme resultado apresentado na Tabela 117 e 118 no Apêndice B. Estas serão utilizadas nas meta-heurísticas, mas para isto, foram experimentadas com cada objetivo, a com menor valor de função objetivo foi escolhida. Para cada combinação de objetivos $\gamma \times \gamma$ neste trabalho, serão utilizadas duas regras de acordo com a Tabela 50.

Os casos de empate de regras em relação aos objetivos, são resolvidos da mesma forma que nos outros problemas como já mencionado.

Tabela 50 – Regras de despacho selecionadas referentes a cada um dos objetivos da instância do problema $P_m|d_j, R_j, w_j, h_j, c_j|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$.

γ	Regra	γ	Regra
T_{max}	MST	E_{max}	EDD
T_{max}	MST	$\sum C_j$	SPT
T_{max}	MST	$\sum T_j$	SPT
T_{max}	MST	$\sum E_j$	EDD
T_{max}	MST	$\sum U_j$	SPT
T_{max}	MST	C_{max}	LPT
T_{max}	MST	$\sum w_j C_j$	SPT
T_{max}	MST	$\sum w_j T_j$	WSPT
T_{max}	MST	$\sum h_j E_j$	EDD
E_{max}	MST	$\sum C_j$	SPT
E_{max}	MST	$\sum T_j$	SPT
E_{max}	MST	$\sum E_j$	EDD
E_{max}	MST	$\sum U_j$	SPT
E_{max}	MST	C_{max}	LPT
E_{max}	MST	$\sum w_j C_j$	SPT
E_{max}	MST	$\sum w_j T_j$	WSPT
E_{max}	MST	$\sum h_j E_j$	EDD
$\sum C_j$	SPT	$\sum T_j$	WSPT
$\sum C_j$	SPT	$\sum E_j$	MST
$\sum C_j$	SPT	$\sum U_j$	WSPT
$\sum C_j$	SPT	C_{max}	LPT
$\sum C_j$	SPT	$\sum h_j E_j$	MST
$\sum T_j$	SPT	$\sum E_j$	MST
$\sum T_j$	SPT	$\sum U_j$	WSPT
$\sum T_j$	SPT	C_{max}	LPT
$\sum T_j$	SPT	$\sum h_j E_j$	MST
$\sum E_j$	MST	$\sum U_j$	SPT
$\sum E_j$	MST	C_{max}	LPT
$\sum E_j$	MST	$\sum w_j C_j$	SPT
$\sum E_j$	MST	$\sum w_j T_j$	WSPT
$\sum U_j$	SPT	C_{max}	LPT
$\sum U_j$	SPT	$\sum w_j C_j$	WSPT
$\sum U_j$	SPT	$\sum w_j T_j$	WSPT
$\sum U_j$	SPT	$\sum h_j E_j$	MST
C_{max}	LPT	$\sum w_j C_j$	SPT
C_{max}	LPT	$\sum w_j T_j$	WSPT
C_{max}	LPT	$\sum h_j E_j$	MST
$\sum w_j C_j$	SPT	$\sum w_j T_j$	WSPT
$\sum w_j C_j$	SPT	$\sum h_j E_j$	MST
$\sum w_j T_j$	WSPT	$\sum h_j E_j$	MST

O PR é utilizado para o cálculo do hipervolume, para definição deste, foram usadas todas as execuções de cada combinação de dois objetivos, sendo selecionado o maior valor de função objetivo encontrado para cada objetivo. Neste caso, além de considerar os objetivos são selecionados PR diferentes para combinação $n \times m$.

As Tabelas 127, 128, 129 e 130 no Apêndice C.4, apresentam o PR para cada combinação de objetivos.

6.7.3 Calibração da Meta-heurística NSGA-II

Para análise das calibrações são utilizadas as variações do NSGA-II, sendo elas: 1 nsga-ii A e 2 nsga-ii A, para cada método todos os experimentos são considerados, para isto, utiliza-se o valor da média do hipervolume. A ferramenta perfis de desempenho foi utilizada para análise dos dados, devido ao grande volume de resultados.

Para o método 1 nsga-ii A conforme a Tabela 51, o Ac100m50 apresenta $\rho(\tau) = 1$, o qual obteve o maior valor de área e é considerado o método com o melhor valor global.

Tabela 51 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m|d_j, R_j, w_j, h_j, c_j|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$ referente a meta-heurística 1 nsga-ii A.

Parâmetros	Área
Ac100m50	1,000000
Ac100m100	0,996958
Ac100m3	0,986370
Ac50m100	0,948167
Ac50m50	0,940476
Ac50m3	0,915756
Ac10m100	0,704386
Ac10m50	0,664920
Ac10m3	0,583928

Já para o método 2 nsga-ii A a melhor variação do método é Ac100m100, conforme Tabela 52, sendo o mais robusto para este caso.

Os melhores resultados são utilizados para comparação entre as meta-heurísticas, a fim de verificar qual apresenta melhor desempenho.

6.7.4 Calibração da Meta-heurística PP

A análise da calibração das variações do PP: 1 pp A e 2 pp A, são realizadas para cada método utilizando todos os experimentos, considerando o valor da média do hipervolume. Para essa análise foi utilizada a ferramenta perfis de desempenho, devido ao grande volume de resultados.

Tabela 52 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m|d_j, R_j, w_j, h_j, c_j|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$ referente a meta-heurística 2 nsga-ii A.

Parâmetros	Área
Ac100m100	1,000000
Ac100m50	0,998813
Ac100m3	0,987292
Ac50m100	0,945613
Ac50m50	0,936859
Ac50m3	0,912782
Ac10m100	0,694213
Ac10m50	0,654736
Ac10m3	0,565727

O resultado da calibração do método 1 pp A é apresentado na Tabela 53, o Am30p1 possui $\rho(\tau) = 1$, com maior valor de área sendo considerado o método mais robusto.

Tabela 53 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m|d_j, R_j, w_j, h_j, c_j|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$ referente a meta-heurística 1 pp A.

Parâmetros	Área
Am30p1	1,000000
Am30p4	0,995994
Am45p1	0,994472
Am45p4	0,993904
Am45p7	0,977131
Am30p7	0,959934
Am15p1	0,937104
Am15p4	0,908795
Am15p7	0,848065

A calibração do método 2 pp A exibido na Tabelas 54, mostra que o Am45p1 apresenta $\rho(\tau) = 1$, com a maior área é considerado o mais robusto.

O resultados são comparados com os melhores resultados encontrados para as variações do NSGA-II, neste mesmo ambiente.

6.7.5 Resultados obtidos e comparações

Comparação dos resultados obtidos com a calibração nas seções anteriores, para as meta-heurísticas: 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A e 2 nsga-ii A.

O gráfico ilustrado na Figura 60 apresenta os perfis de desempenho no intervalo $\tau \in [1; 1,9]$, utilizando o valor da média do hipervolume. Ao analisar as curvas do 1 pp A

Tabela 54 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m|d_j,R_j,w_j,h_j,c_j|\gamma_1\dots\gamma_{11}$ referente a meta-heurística 2 pp A.

Parâmetros	Área
Am45p1	1,000000
Am30p1	0,998954
Am45p4	0,990325
Am45p7	0,984557
Am15p1	0,984513
Am30p4	0,984411
Am30p7	0,978694
Am15p4	0,964092
Am15p7	0,960232

e 2 pp A, verifica-se que o maior valor de $\rho(1)$, são os métodos que obtiveram o melhor desempenho em um número maior de problemas. Também com $\rho(\tau) = 1$ são os métodos os mais robustos.

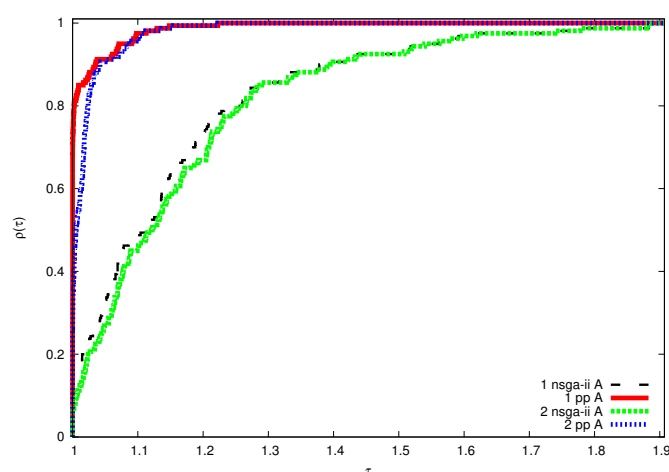


Figura 60 – Perfis de desempenho das meta-heurísticas 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A e 2 nsga-ii A, utilizando a média dos hipervolumes para instância do problema $P_m|d_j,R_j,w_j,h_j,c_j|\gamma_1\dots\gamma_{11}$.

A Tabela 55 apresenta as áreas sob as curvas dos perfis de desempenho, o 1 pp A e 2 pp A novamente apresentam-se os melhores desempenho global.

6.8 MÁQUINAS PARALELAS NÃO RELACIONADAS

Esta seção trata sobre o problema de máquinas paralelas não relacionadas, primeiro são apresentadas informações sobre as instâncias utilizadas, em seguida, as regras de despacho escolhidas para o problema, os pontos de referência, as calibrações para as meta-heurísticas NSGA-II e PP e os resultados alcançados.

Tabela 55 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho das meta-heurísticas 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A e 2 nsga-ii A, utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $P_m|d_j, R_j, w_j, h_j, c_j|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$.

Parâmetros	Área
1 pp A	1,000000
2 pp A	0,992099
1 nsga-ii A	0,836002
2 nsga-ii A	0,823204

6.8.1 Instância do problema

Para o problema de máquinas paralelas não relacionadas as instâncias utilizadas foram geradas por uma variação de tarefas $n = \{50, 100\}$, e máquinas paralelas $m = \{8, 12\}$, sendo a combinação de tarefas e máquinas. Para cada combinação de n e m foram utilizadas 50 instâncias do problema, totalizando 200 instâncias. A geração das instâncias é similar aos trabalhos de (Lee e Pinedo, 1997), (Arroyo e Pereira, 2011), sendo os tempos de processamento são obtidos aleatoriamente no intervalo $p_j = [50, 100]$. Já os tempos de preparação *setup time* são dependentes da sequência da tarefa e da máquina S_{ijl} , ou seja o tempo para preparar a máquina i , para processar a tarefa l , após ter processado a tarefa j . Estes foram gerados uniformemente no intervalo $[2/3\eta\bar{p}$ e $4/3\eta\bar{p}]$, sendo que, \bar{p} é a média dos tempos de processamento e $\eta = 0.25$. As penalidades por atraso w_j , por adiantamento h_j e conclusão c_j são gerados aleatoriamente entre $[1, 100]$

As datas de entrega d_j das tarefas são geradas no intervalo $[(1 - R)\bar{d}, \bar{d}]$ com probabilidade τ , e distribuídas no intervalo $[\bar{d}, ((C_{max} - \bar{d})R) + \bar{d}]$ com probabilidade $(1 - \tau)$, sendo que, $\bar{d} = C_{max}(1 - \tau)$ é a mediana das datas de entrega e C_{max} é calculado conforme a Eq. (6.3):

$$C_{max} = n/m(\bar{p} + \bar{S}(0.4 + 10m^2/n^2 - \eta/7)) \quad (6.3)$$

\bar{S} é a média dos tempos de preparação. Os parâmetros $\tau = 0.3$ e $R = 0.25$ são o fator de atraso e a dispersão das datas de entrega.

Os tempos de liberação *release time* são gerados no intervalo $[0, (0,1/m) \times \sum p_{ji}/m]$ (Lin, 2013).

6.8.2 Regras de despacho e ponto de referência

As regras de despacho selecionadas para o problema de máquinas paralelas não relacionadas foram: EDD, SPT, LPT, MST, WSPT, WLPT e ERD sendo testadas para cada objetivo conforme resultado apresentado na Tabela 119 e 120 no Apêndice B. Estas serão utilizadas nas meta-heurísticas, mas para isto, foram experimentadas com cada

objetivo, a com menor valor de função objetivo foi escolhida. Para cada combinação de objetivos $\gamma \times \gamma$ neste trabalho, serão utilizadas duas regras de acordo com a Tabela 56.

Os casos de empate de regras em relação aos objetivos, são resolvidos da mesma forma que nos outros problemas como já mencionado.

Tabela 56 – Regras de despacho selecionadas referentes a cada um dos objetivos da instância do problema $R_m|d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{ijl}|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$

γ	Regra	γ	Regra
T_{max}	<i>MST</i>	E_{max}	<i>EDD</i>
T_{max}	<i>MST</i>	$\sum C_j$	<i>ERD</i>
T_{max}	<i>MST</i>	$\sum T_j$	<i>EDD</i>
T_{max}	<i>MST</i>	$\sum E_j$	<i>EDD</i>
T_{max}	<i>MST</i>	$\sum U_j$	<i>EDD</i>
T_{max}	<i>MST</i>	C_{max}	<i>ERD</i>
T_{max}	<i>MST</i>	$\sum w_j C_j$	<i>ERD</i>
T_{max}	<i>MST</i>	$\sum w_j T_j$	<i>WSPT</i>
T_{max}	<i>MST</i>	$\sum h_j E_j$	<i>WLPT</i>
E_{max}	<i>MST</i>	$\sum C_j$	<i>ERD</i>
E_{max}	<i>MST</i>	$\sum T_j$	<i>EDD</i>
E_{max}	<i>MST</i>	$\sum E_j$	<i>EDD</i>
E_{max}	<i>MST</i>	$\sum U_j$	<i>EDD</i>
E_{max}	<i>MST</i>	C_{max}	<i>ERD</i>
E_{max}	<i>MST</i>	$\sum w_j C_j$	<i>ERD</i>
E_{max}	<i>MST</i>	$\sum w_j T_j$	<i>WSPT</i>
E_{max}	<i>MST</i>	$\sum h_j E_j$	<i>WLPT</i>
$\sum C_j$	<i>ERD</i>	$\sum T_j$	<i>EDD</i>
$\sum C_j$	<i>ERD</i>	$\sum E_j$	<i>MST</i>
$\sum C_j$	<i>ERD</i>	$\sum h_j E_j$	<i>WLPT</i>
$\sum T_j$	<i>EDD</i>	$\sum E_j$	<i>MST</i>
$\sum T_j$	<i>EDD</i>	$\sum U_j$	<i>MST</i>
$\sum T_j$	<i>EDD</i>	C_{max}	<i>ERD</i>
$\sum T_j$	<i>EDD</i>	$\sum w_j C_j$	<i>ERD</i>
$\sum T_j$	<i>EDD</i>	$\sum h_j E_j$	<i>WLPT</i>
$\sum E_j$	<i>MST</i>	$\sum U_j$	<i>EDD</i>
$\sum E_j$	<i>MST</i>	C_{max}	<i>ERD</i>
$\sum E_j$	<i>MST</i>	$\sum w_j C_j$	<i>ERD</i>
$\sum E_j$	<i>MST</i>	$\sum w_j T_j$	<i>WSPT</i>
$\sum E_j$	<i>MST</i>	$\sum h_j E_j$	<i>WLPT</i>
$\sum U_j$	<i>EDD</i>	C_{max}	<i>ERD</i>
$\sum U_j$	<i>EDD</i>	$\sum w_j C_j$	<i>ERD</i>
$\sum U_j$	<i>EDD</i>	$\sum w_j T_j$	<i>WSPT</i>
$\sum U_j$	<i>EDD</i>	$\sum h_j E_j$	<i>WLPT</i>
C_{max}	<i>ERD</i>	$\sum w_j C_j$	<i>SPT</i>
C_{max}	<i>ERD</i>	$\sum w_j T_j$	<i>WSPT</i>
C_{max}	<i>ERD</i>	$\sum h_j E_j$	<i>WLPT</i>
$\sum w_j C_j$	<i>ERD</i>	$\sum w_j T_j$	<i>WSPT</i>
$\sum w_j C_j$	<i>ERD</i>	$\sum h_j E_j$	<i>WLPT</i>
$\sum w_j T_j$	<i>WSPT</i>	$\sum h_j E_j$	<i>WLPT</i>

O PR é utilizado para o cálculo do hipervolume, para definição deste, foram usadas todas as execuções de cada combinação de dois objetivos, sendo selecionado o maior valor de função objetivo encontrado para cada objetivo. Neste caso, além de considerar os objetivos são selecionados PR diferentes para combinação $n \times m$.

As Tabelas 131, 132, 133 e 134 no Apêndice C.5, apresentam o PR para cada combinação de objetivos.

6.8.3 Calibração da Meta-heurística NSGA-II

Nesta seção são analisadas as calibrações das variações do NSGA-II, sendo elas: 1 nsga-ii A, 2 nsga-ii A, são utilizados para cada caso todos os experimentos, considerando o valor da média do hipervolume. Devido ao grande volume de dados a ferramenta perfis de desempenho foi utilizada para análise.

Conforme Tabela 57, para o método 1 nsga-ii A a variante Ac100m50, mostrou-se com o melhor valor global, sendo $\rho(\tau) = 1$. Já para o método 2 nsga-ii A quem apresentou a maior área foi o Ac100m50, de acordo com a Tabela 58.

Tabela 57 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $R_m|d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{ijl}|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$ referente a meta-heurística 1 nsga-ii A.

Parâmetros	Área
Ac100m50	1,000000
Ac100m100	0,986581
Ac100m3	0,980964
Ac50m100	0,930544
Ac50m50	0,909358
Ac50m3	0,857301
Ac10m100	0,648257
Ac10m50	0,570314
Ac10m3	0,444843

Ao fim da seção, os melhores resultados serão utilizados para comparação entre as meta-heurísticas.

6.8.4 Calibração da Meta-heurística PP

Para análise das calibrações são utilizadas as variações do PP:, sendo elas: 1 pp A e 2 pp A, para isto é realizada para cada caso utilizando todos os experimentos, considerando o valor da média do hipervolume. Utilizou-se a ferramenta perfis de desempenho, devido ao grande volume de resultados.

O resultado da calibração do método 1 pp A, é apresentado na Tabela 59, o Am30p1 possui $\rho(\tau) = 1$, com maior valor de área sendo considerado a variante do método com o

Tabela 58 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $R_m|d_j,r_j,w_j,h_j,c_j,S_{ijl}|\gamma_1\dots\gamma_{11}$ referente a meta-heurística 2 nsga-ii A.

Parâmetros	Área
Ac100m50	1,000000
Ac100m100	0,992248
Ac100m3	0,984161
Ac50m100	0,931982
Ac50m50	0,910961
Ac50m3	0,860532
Ac10m100	0,654837
Ac10m50	0,578212
Ac10m3	0,451794

melhor valor global. Na Tabela 60 as variantes do método 2 pp A são exibidas e neste caso, o Am30p1 que apresenta o melhor valor global.

Tabela 59 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $R_m|d_j,r_j,w_j,h_j,c_j,S_{ijl}|\gamma_1\dots\gamma_{11}$ referente a meta-heurística 1 pp A.

Parâmetros	Área
Am30p1	1,000000
Am45p1	0,954694
Am30p4	0,950680
Am30p7	0,924775
Am15p1	0,920635
Am45p4	0,905912
Am45p7	0,888806
Am15p4	0,883032
Am15p7	0,827764

Na próxima seção os melhores resultados dos métodos serão comparados.

6.8.5 Resultados obtidos e comparações

Essa seção apresenta uma análise comparativa dos resultados obtidos utilizando as melhores configurações de parâmetros para todas as variantes, ou seja, 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A e 2 nsga-ii A.

O valor médio dos hipervolumes obtidos nas execuções independentes foi utilizado como métrica de desempenho, assim como nas demais análises. A Figura 61(b) apresenta o gráfico dos perfis de desempenho no intervalo $\tau \in [1; 1.0045]$, é possível verificar que a variante 1 pp A apresenta o maior valor de $\rho(1)$, o que significa que este método obteve

Tabela 60 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $R_m|d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{ijl}|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$ referente a meta-heurística 2 pp A.

Parâmetros	Área
Am30p1	1,000000
Am45p1	0,966778
Am30p4	0,938204
Am45p4	0,917666
Am30p7	0,917151
Am45p7	0,899581
Am15p1	0,859835
Am15p4	0,739169
Am15p7	0,702829

o melhor desempenho num maior número de problemas (quase 50% deles). A variante 1 nsga-ii A aparece na sequência, obtendo o melhor desempenho em mais de 30% dos problemas.

Apesar das variantes 1 pp A e 1 nsga-ii A alcançarem os melhores desempenhos na maioria dos problemas, a variante 2 pp A proposta aqui mostra-se mais robusta pois apresenta o menor valor de τ , tal que $\rho(\tau) = 1$. Isso significa que o seu desempenho no pior caso é superior ao das demais variantes. Esse fato pode ser visto na Figura 61(a). Além disso, observa-se nesta figura que a curva referente ao perfil de desempenho da técnica 2 pp A se mantém acima das demais a partir de um valor de τ pequeno e se mantém assim até o fim do gráfico.

Como consequência da curva do perfil de desempenho da variante 2 pp A estar acima das demais, a Tabela 61 que apresenta as áreas sob as curvas dos perfis de desempenho mostra sua superioridade. A variante 1 pp A aparece com a segunda maior área sob a curva, indicando a superioridade do método Presa-Predador.

Tabela 61 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho das meta-heurísticas 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A e 2 nsga-ii A, utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $R_m|d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{ijl}|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$.

Parâmetros	Área
2 pp A	1,000000
1 pp A	0,995789
1 nsga-ii A	0,876851
2 nsga-ii A	0,865217

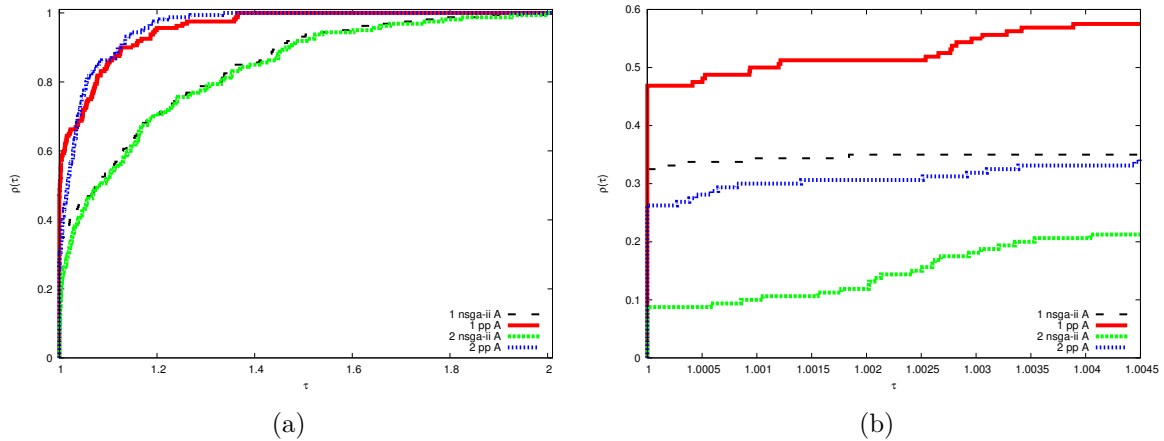


Figura 61 – Perfis de desempenho das meta-heurísticas 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A e 2 nsga-ii A, utilizando a média dos hipervolumes para instância do problema $R_m|d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{ijt}|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$.

6.9 FLOW SHOP FLEXÍVEL

Esta seção trata sobre o problema de *flow shop* flexível, primeiro são apresentadas informações sobre as instâncias utilizadas, em seguida, as regras de despacho escolhidas para o problema, os pontos de referência, as calibrações para as meta-heurísticas NSGA-II e PP e os resultados alcançados.

6.9.1 Instância do problema

As instâncias para o problema de *flow shop* flexível consideram n tarefas e k estágios, sendo geradas as combinações $n = \{50, 100\}$ e $k = \{8, 12\}$. O número de máquinas m_t em cada estágio foi gerado aleatoriamente entre $[1, 9]$. Para cada combinação de n e k foram criadas 50 instâncias do problema, totalizando 200 instâncias. Os tempos de processamento das tarefas são aleatoriamente gerados entre $p_j = [1, 99]$, como é comum encontrar na literatura.

As máquinas em cada estágio possuem os mesmos tempos de preparação, sendo dependente da sequência da tarefa e dos estágios entre $S_{ijt} = [0, 9]$. Desta forma, é gerada uma matriz de ordem $n \times n$ para cada estágio. Vale ressaltar que antes de processar a primeira tarefa o tempo de preparação é igual a zero. O instante de liberação *release time* de cada tarefa é gerado aleatoriamente $r_j = [1, 10]$, as penalidades por atraso w_j , por adiantamento h_j e conclusão c_j são geradas aleatoriamente entre $[1, 9]$.

As datas de entrega foram geradas conforme Hasija e Rajendran (2004), através das seguintes etapas para o problema de:

- Cálculo total do tempo de processamento de cada tarefa j em todos os estágios t :

$$\forall j = 1, \dots, n, p_j = \sum_{t=1}^k p_{jt}.$$

- Cálculo da soma dos tempos de preparação médios da tarefa j em cada estágio t :
 $\forall j = 1, \dots, n, S_j = \sum_{t=1}^k (\sum_{i=1, i \neq j}^n S_{tji} / (n - 1))$.
- Cálculo da data de entrega d_j , sendo re um número real gerado aleatoriamente no intervalo entre $[0, 1]$: $d_j = (1 + 3re) * (p_j + S_j)$.

Desta forma, as datas de entrega geradas podem ser de muito estreitas a relativamente estreitas, este resultado dependendo do valor dado ao r . O que significa, caso re aproxime-se de zero, a data de entrega será muito estreita, o que será aproximadamente $p_j + S_j$. Caso aproxime-se de 1, a data será aproximadamente $4 * (p_j + S_j)$.

6.9.2 Regras de despacho e ponto de referência

As regras de despacho selecionadas para o problema de *flow shop* flexível foram: EDD, SPT, LPT, MST, WSPT, WLPT e ERD sendo testadas para cada objetivo conforme resultado apresentado na Tabela 121 e 122 no Apêndice B. Estas serão utilizadas nas meta-heurísticas, mas para isto, foram experimentadas com cada objetivo, a com menor valor de função objetivo foi escolhida. Para cada combinação de objetivos $\gamma \times \gamma$ neste trabalho, serão utilizadas duas regras de acordo com a Tabela 62.

Os casos de empate de regras em relação aos objetivos, são resolvidos da mesma forma que nos outros problemas como já mencionado.

O *PR* é utilizado para o cálculo do hipervolume, para definição deste, foram usadas todas as execuções de cada combinação de dois objetivos, sendo selecionado o maior valor de função objetivo encontrado para cada objetivo. Neste caso, além de considerar os objetivos são selecionados *PR* diferentes para combinação $n \times m$.

As Tabelas 135, 136, 137 e 138 no Apêndice C.6, apresentam o *PR* para cada combinação de objetivos.

6.9.3 Calibração da Meta-heurística NSGA-II

Para análise das calibrações são utilizadas as variações do NSGA-II:, sendo elas: 1 nsga-ii A e 2 nsga-ii A. Para isto é realizada para cada caso utilizando todos os experimentos, considerando o valor da média do hipervolume. Utilizou-se a ferramenta perfis de desempenho, devido ao grande volume de resultados.

O resultado da calibração para os métodos 1 nsga-ii A e 2 nsga-ii A, apresentados nas Tabelas 63 e 64, o Ac100m50 possui $\rho(\tau) = 1$, com maior valor de área sendo considerado a variante do método com o melhor valor global.

Ao fim da seção, as melhores variações dos métodos serão utilizadas para comparação entre as meta-heurísticas

Tabela 62 – Regras de despacho selecionadas referentes a cada um dos objetivos da instância do problema $FF_k|d_j,r_j,w_j,h_j,c_j,S_{tj}|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$

γ	Regra	γ	Regra
T_{max}	EDD	E_{max}	MST
T_{max}	EDD	$\sum C_j$	SPT
T_{max}	EDD	$\sum T_j$	SPT
T_{max}	EDD	$\sum E_j$	MST
T_{max}	EDD	$\sum U_j$	SPT
T_{max}	EDD	C_{max}	WLPT
T_{max}	EDD	$\sum w_j C_j$	SPT
T_{max}	EDD	$\sum w_j T_j$	WSPT
T_{max}	EDD	$\sum h_j E_j$	MST
E_{max}	MST	$\sum C_j$	SPT
E_{max}	MST	$\sum T_j$	SPT
E_{max}	MST	$\sum E_j$	SPT
E_{max}	MST	$\sum U_j$	SPT
E_{max}	MST	C_{max}	WLPT
E_{max}	MST	$\sum w_j C_j$	SPT
E_{max}	MST	$\sum w_j T_j$	WSPT
E_{max}	MST	$\sum h_j E_j$	WLPT
$\sum C_j$	SPT	$\sum T_j$	WSPT
$\sum C_j$	SPT	$\sum E_j$	MST
$\sum C_j$	SPT	$\sum U_j$	WSPT
$\sum C_j$	SPT	C_{max}	WLPT
$\sum C_j$	SPT	$\sum h_j E_j$	MST
$\sum T_j$	SPT	$\sum E_j$	MST
$\sum T_j$	SPT	$\sum U_j$	WSPT
$\sum T_j$	SPT	C_{max}	WLPT
$\sum T_j$	SPT	$\sum h_j E_j$	MST
$\sum E_j$	MST	$\sum U_j$	SPT
$\sum E_j$	MST	C_{max}	WLPT
$\sum E_j$	MST	$\sum w_j C_j$	SPT
$\sum E_j$	MST	$\sum w_j T_j$	WSPT
$\sum U_j$	SPT	C_{max}	WLPT
$\sum U_j$	SPT	$\sum w_j C_j$	WSPT
$\sum U_j$	SPT	$\sum w_j T_j$	WSPT
$\sum U_j$	SPT	$\sum h_j E_j$	MST
C_{max}	WLPT	$\sum w_j C_j$	SPT
C_{max}	WLPT	$\sum w_j T_j$	WSPT
C_{max}	WLPT	$\sum h_j E_j$	MST
$\sum w_j C_j$	SPT	$\sum w_j T_j$	WSPT
$\sum w_j C_j$	SPT	$\sum h_j E_j$	MST
$\sum w_j T_j$	WSPT	$\sum h_j E_j$	MST

Tabela 63 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $FF_k|d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{tjl}|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$ referente a meta-heurística 1 nsga-ii A.

Parâmetros	Área
Ac100m50	1,000000
Ac100m100	0,995635
Ac100m3	0,988769
Ac50m100	0,964107
Ac50m50	0,958666
Ac50m3	0,934579
Ac10m100	0,778061
Ac10m50	0,742552
Ac10m3	0,663831

Tabela 64 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $FF_k|d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{tjl}|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$ referente a meta-heurística 2 nsga-ii A.

Parâmetros	Área
Ac100m50	1,000000
Ac100m100	0,998970
Ac100m3	0,985766
Ac50m100	0,966526
Ac50m50	0,961159
Ac50m3	0,937397
Ac10m100	0,792815
Ac10m50	0,760823
Ac10m3	0,683864

6.9.4 Calibração da Meta-heurística PP

Nesta seção são analisadas as calibrações das variações do PP, sendo elas: 1 pp A e 2 pp A. São utilizados para cada caso todos os experimentos, considerando o valor da média do hipervolume. Devido ao grande volume de dados a ferramenta perfis de desempenho foi utilizada para análise.

Conforme Tabelas 65 e 66 para os métodos 1 pp A e 2 pp A respectivamente, a variante Am15p1 mostrou-se com o melhor valor global, sendo $\rho(\tau) = 1$.

Estes resultados serão considerados para comparação com as variações da meta-heurística NSGA-II.

Tabela 65 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $FF_k|d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{tjl}|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$ referente a meta-heurística 1 pp A.

Parâmetros	Área
Am15p1	1,000000
Am15p4	0,952390
Am30p1	0,949360
Am30p4	0,906820
Am45p1	0,895544
Am15p7	0,882490
Am30p7	0,868212
Am45p4	0,852814
Am45p7	0,828320

Tabela 66 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $FF_k|d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{tjl}|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$ referente a meta-heurística 2 pp A.

Parâmetros	Área
Am15p1	1,000000
Am30p1	0,992188
Am15p4	0,964875
Am30p4	0,962662
Am45p1	0,955837
Am15p7	0,955086
Am30p7	0,950881
Am45p4	0,932810
Am45p7	0,916517

6.9.5 Resultados obtidos e comparações

Nesta seção é realizada uma comparação dos resultados obtidos com a calibração nas seções anteriores, para as meta-heurísticas: 1 pp A, 2 pp A e 1 nsga-ii A.

A Figura 62 apresenta o gráfico dos perfis de desempenho no intervalo $\tau \in [1; 1,5]$, para isto utiliza o valor da média do hipervolume. As curvas do 1 pp A e 2 pp A apresentam o maior valor de $\rho(1)$, sendo os métodos que obtiveram o melhor desempenho em um número maior de problemas. E também os menores valor de τ , tal que $\rho(\tau) = 1$ fazendo desses métodos os mais robustos.

A Tabela 67 apresenta as áreas sob as curvas dos perfis de desempenho, o 1 pp A e 2 pp A novamente apresentam-se em primeiro e segundo lugar, sendo os métodos com melhor desempenho global.

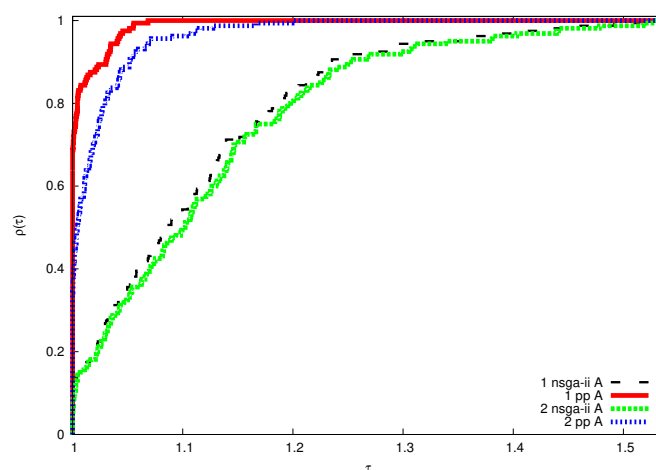


Figura 62 – Perfis de desempenho das meta-heurísticas 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A e 2 nsga-ii A, utilizando a média dos hipervolumes para instância do problema $FF_k|d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{tjl}|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$.

Tabela 67 – Área normalizada sob as curvas dos perfis de desempenho das meta-heurísticas 1 pp A, 2 pp A, 1 nsga-ii A e 2 nsga-ii A, utilizando a média dos hipervolumes da instância do problema $FF_k|d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{tjl}|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$.

Parâmetros	Área
1 pp A	1,000000
2 pp A	0,976580
1 nsga-ii A	0,798402
2 nsga-ii A	0,781430

7 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Na presente tese foram tratados problemas de programação da produção nos ambientes de: máquina única, máquinas paralelas idêntica, máquinas paralelas idêntica com *release time* e *flow shop* flexível em uma abordagem multiobjetivo. No primeiro momento foram listados alguns objetivos relacionados aos problemas de programação da produção, sendo realizada uma análise da correlação existente entre eles. Utilizou-se também a ferramenta árvore de agregação, que proporciona um entendimento das relações entre os objetivos e que pode ser usada para reduzir o número de objetivos; o que pretende-se explorar em trabalhos futuros. Esta proposta foi motivada por não haver trabalhos na literatura que abrangem a combinação entre os objetivos, a fim de conhecer possibilidades de agregação e conflitos existentes.

Após essas análises, foram escolhidas combinações adequadas de objetivos para cada problema de programação da produção abordados neste trabalho. Além disso, foi verificada qual regra de despacho exerce melhor desempenho na solução de cada objetivo escolhido. As regras de despacho são usualmente combinadas às meta-heurísticas em problemas de programação da produção, podendo ser acopladas na inicialização da população juntamente com uma heurística de busca, ou até mesmo junto com um procedimento de mutação. Adotar a regra adequada para cada objetivo influencia positivamente na qualidade da solução encontrada pelas meta-heurísticas.

As meta-heurísticas *Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II* (NSGA-II) e a *Presa Predador* (PP) foram usadas aqui. Também foram realizados experimentos sobre a influência exercida pelo algoritmo de busca na qualidade das soluções. O NSGA-II com e sem busca local vem sendo amplamente utilizado para solução dos problemas de programação da produção, e neste trabalho, seu desempenho foi testado sobre uma combinação mais variada de objetivos em diferentes ambientes de produção. Os resultados apresentam a importância da heurística na inicialização do método, o que proporciona soluções de qualidade. Já sobre o uso da busca local após os operadores, se faz necessário mais pesquisas e técnicas apropriadas para ambiente multiobjetivo.

A meta-heurística PP é uma nova abordagem evolutiva para solução de problemas de programação da produção, as presas representam soluções candidatas e os predadores são os objetivos. Apesar dos poucos trabalhos disponíveis na literatura utilizando a técnica PP, os resultados alcançados por ela foram melhores do que os obtidos pelo NSGA-II em todos os problemas de programação de produção atacados aqui. Além disso, a generalização proposta da PP mostrou-se uma abordagem ainda mais robusta. A proposta baseia-se em: (i) aumentar a diversificação do operador de movimento; (ii) analisar e adotar outras regras de despacho; e (iii) modificar o número de predadores e variar a influência dos objetivos em seus procedimentos de seleção/substituição.

Pretende-se em trabalhos futuros: (i) propor e avaliar combinações múltiplas de objetivos (*Many-objective optimization problems*); (ii) analisar a aplicação de árvore de agregação na diminuição do número de objetivos na programação de produção; (iii) aplicar as meta-heurísticas consideradas aqui sobre esses novos problemas; e (iv) analisar heurísticas de busca que possam ser utilizadas com algoritmos multiobjetivo.

REFERÊNCIAS

- Allahverdi, A., Gupta, J. N., Aldowaisan, T., 1999. A review of scheduling research involving setup considerations. *Omega* 27 (2), 219–239.
- Arenales, M., Armentano, V., Morabito, R., Yanasse, H., 2007. Pesquisa operacional para cursos de engenharia: Modelagem e algoritmos. Rio de Janeiro: Editora Campus.
- Armentano, V. A., Arroyo, J. E. C., 2004. An application of a multi-objective tabu search algorithm to a bicriteria flowshop problem. *J. Heuristics* 10 (5), 463–481.
URL <http://dblp.uni-trier.de/db/journals/heuristics/heuristics10.html#ArmentanoC04>
- Arroyo, J. E. C., Armentano, V. A., 2005. Genetic local search for multi-objective flowshop scheduling problems. *European Journal of Operational Research* 167 (3), 717–738.
- Arroyo, J. E. C., Pereira, A. A. d. S., 2011. A GRASP heuristic for the multi-objective permutation flowshop scheduling problem. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 55 (5-8), 741–753.
- Arroyo, J. E. C., Ribeiro, R. L. P., 2004. Algoritmo genético para o problema de escalonamento de tarefas em máquinas paralelas com múltiplos objetivos. XXXVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional 1, 1–11.
- Atencio, F. N., Solano-Charris, E. L., Montoya-Torres, J. R., 2012. Ant colony optimization algorithm to minimize makespan and number of tardy jobs in flexible flowshop systems. In: *Informatica (CLEI), 2012 XXXVIII Conferencia Latinoamericana En. IEEE*, pp. 1–10.
- Balasubramanian, H., Fowler, J., Keha, A., Pfund, M., 2009. Scheduling interfering job sets on parallel machines. *European Journal of Operational Research* 199 (1), 55–67.
- Bandyopadhyay, S., Bhattacharya, R., 2013. Solving Multi-Objective Parallel Machine Scheduling Problem by a Modified NSGA-II. *Applied Mathematical Modelling*.
- Bank, J., Werner, F., 2001. Heuristic algorithms for unrelated parallel machine scheduling with a common due date, release dates, and linear earliness and tardiness penalties. *Mathematical and computer modelling* 33 (4), 363–383.
- Barbosa, R., Rocha, M., 2006. Aplicações de heurísticas a sobrevivência de redes. Simpósio de Pesquisa.
- Baskar, A., 2015. Minimizing the makespan in permutation flow shop scheduling problems using simulation. *Indian Journal of Science and Technology* 8 (22).

- Brucker, P., 2007. *Scheduling Algorithms*. Springer, Berlin.
URL <http://opac.inria.fr/record=b1130609>
- Carvalho, M. d., Yamakami, A., Bonfim, T., 2013. Algoritmo híbrido para resolver o problema de escalonamento job shop com incertezas. *TEMA (São Carlos)* 14 (1), 43–55.
- Chakravarthy, K., Rajendran, C., 1999. A heuristic for scheduling in a flowshop with the bicriteria of makespan and maximum tardiness minimization. *Production Planning & Control* 10 (7), 707–714.
- Cheng, T. E., Gupta, J. N., Wang, G., 2000. A review of flowshop scheduling research with setup times. *Production and Operations Management* 9 (3), 262–282.
- Chiang, T.-C., Cheng, H.-C., Fu, L.-C., 2009. Multiobjective permutation flow shop scheduling using a memetic algorithm with an NEH-based local search. In: *Emerging Intelligent Computing Technology and Applications*. Springer, pp. 813–825.
- Cochran, J. K., Horng, S.-M., Fowler, J. W., 2003. A multi-population genetic algorithm to solve multi-objective scheduling problems for parallel machines. *Computers & Operations Research* 30 (7), 1087–1102.
- Colin, E. C., Shimizu, T., 2000. Algoritmo de programação de máquinas individuais com penalidades distintas de adiantamento e atraso. *Pesquisa Operacional* 20 (1), 19–30.
- Corne, D. W., Knowles, J. D., Oates, M. J., 2000. The Pareto envelope-based selection algorithm for multiobjective optimization. In: *Parallel Problem Solving from Nature PPSN VI*. Springer, pp. 839–848.
- de Freitas, A. R., Fleming, P. J., Guimarães, F. G., 2015. Aggregation trees for visualization and dimension reduction in many-objective optimization. *Information Sciences* 298, 288–314.
- de Freitas, A. R. R., 2013. Redução de dimensionalidade em problemas com muitos objetivos: Uma aplicação em composição algorítmica. Ph.D. thesis, Universidade Federal de Minas Gerais.
- de Melo, E. L., Ronconi, D. P., 2012. Heurísticas construtivas para a minimização do atraso total no ambiente job shop flexível. XVI Congresso Latino-Iberoamericano de Investigación Operativa / XLIV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional.
- de Siqueira, E. C., Souza, S. R. d., Souza, M. J. F., 2012. Um algoritmo baseado em iterated greedy para minimização do makespan no problema de sequenciamento flowshop híbrido e flexível. XLIV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional e XVI Congresso Latino-iberoamericano de Investigación Operativa.

- Deb, K., 2001. Multi-objective optimization using evolutionary algorithms. Wiley-Interscience series in systems and optimization. John Wiley & Sons.
- Deb, K., Agrawal, S., Pratap, A., Meyarivan, T., 2000. A fast elitist non-dominated sorting genetic algorithm for multi-objective optimization: NSGA-II. *Lecture notes in computer science* 1917, 849–858.
- Deb, K., Pratap, A., Agarwal, S., Meyarivan, T., 2002. A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II. *Evolutionary Computation, IEEE Transactions on* 6 (2), 182–197.
- Dolan, E. D., Moré, J. J., 2002. Benchmarking optimization software with performance profiles. *Mathematical programming* 91 (2), 201–213.
- Eren, T., 2009. A bicriteria parallel machine scheduling with a learning effect of setup and removal times. *Applied Mathematical Modelling* 33 (2), 1141–1150.
- Eren, T., Güner, E., 2006. A bicriteria flowshop scheduling problem with setup times. *Applied Mathematics and Computation* 183 (2), 1292–1300.
- Eren, T., Güner, E., 2008. A bicriteria flowshop scheduling with a learning effect. *Applied Mathematical Modelling* 32 (9), 1719–1733.
- Etcheverry, G. V., Anzanello, M. A., 2013. Sequenciamento em máquinas paralelas com tempos de *setup* dependentes da sequência.
- Fávero, L., Fávero, P., 2015. *Estatística Aplicada a Administração, Contabilidade e Economia*. Elsevier.
- Fernandez-Viagas, V., Framinan, J. M., 2015. Neh-based heuristics for the permutation flowshop scheduling problem to minimise total tardiness. *Computers & Operations Research* 60, 27–36.
- Fonseca, C. M., Fleming, P. J., *et al.*, 1993. Genetic Algorithms for Multiobjective Optimization: Formulation Discussion and Generalization. In: *ICGA*. Vol. 93. pp. 416–423.
- Framinan, J. M., 2009. A fitness-based weighting mechanism for multicriteria flowshop scheduling using genetic algorithms. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 43 (9-10), 939–948.
- Fuchigami, H. Y., Rangel, S., 2014. Uma análise de estudos de casos em sequenciamento da produção. *XLVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (XLVI SBPO)*, 159–170.

- Gendreau, M., Laporte, G., Guimarães, E. M., 2001. A divide and merge heuristic for the multiprocessor scheduling problem with sequence dependent setup times. *European Journal of Operational Research* 133 (1), 183–189.
- Glover, F., 1986. Future paths for integer programming and links to artificial intelligence. *Computers & Operations Research* 13 (5), 533–549.
- Graham, R. L., Lawler, E. L., Lenstra, J. K., Kan, A. R., 1979. Optimization and approximation in deterministic sequencing and scheduling: a survey. *Annals of discrete mathematics* 5, 287–326.
- Grimme, C., Lepping, J., Schwiegelshohn, U., 2013. Multi-criteria scheduling: an agent-based approach for expert knowledge integration. *Journal of Scheduling* 16 (4), 369–383.
- Hasija, S., Rajendran, C., 2004. Scheduling in flowshops to minimize total tardiness of jobs. *International Journal of Production Research* 42 (11), 2289–2301.
- Hino, C. M., Ronconi, D. P., Mendes, A. B., 2005. Minimizing earliness and tardiness penalties in a single-machine problem with a common due date. *European Journal of Operational Research* 160 (1), 190–201.
- Hoogeveen, H., 2005. Multicriteria scheduling. *European Journal of operational research* 167 (3), 592–623.
- Horn, J., Nafpliotis, N., Goldberg, D. E., 1994. A niched Pareto genetic algorithm for multiobjective optimization. In: *Evolutionary Computation, 1994. IEEE World Congress on Computational Intelligence., Proceedings of the First IEEE Conference on.* Ieee, pp. 82–87.
- Ishibuchi, H., Tsukamoto, N., Nojima, Y., June 2008. Evolutionary many-objective optimization: A short review. In: *IEEE Congress on Evolutionary Computation (IEEE World Congress on Computational Intelligence).* pp. 2419–2426.
- Ishibuchi, H., Yoshida, T., 2002. Implementation of local search in hybrid multi-objective genetic algorithms: A case study on flowshop scheduling. In: *Proc. of fourth Asia-Pacific Conference on Simulated Evolution And Learning.* pp. 193–197.
- Ishibuchi, H., Yoshida, T., Murata, T., 2003. Balance between genetic search and local search in memetic algorithms for multiobjective permutation flowshop scheduling. *Evolutionary Computation, IEEE Transactions on* 7 (2), 204–223.
- James, R., 1997. Using tabu search to solve the common due date early/tardy machine scheduling problem. *Computers & Operations Research* 24 (3), 199–208.
- J.Schaffer, 1985. Multiple objective optimization with vector evaluated genetic algorithms. *Anais do First International Conference on Genetic Algorithms I*, 93–100.

- Jungwattanakit, J., Reodecha, M., Chaovalitwongse, P., Werner, F., 2005. An Evaluation of Sequencing Heuristics for Flexible Flowshop Scheduling Problems with Unrelated Parallel Machines and Dual Criteria. Univ., Fak. für Mathematik.
- Jungwattanakit, J., Reodecha, M., Chaovalitwongse, P., Werner, F., 2008. Algorithms for flexible flow shop problems with unrelated parallel machines, setup times, and dual criteria. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 37 (3-4), 354–370.
- Kalczynski, P. J., Kamburowski, J., 2007. On the NEH heuristic for minimizing the makespan in permutation flow shops. *Omega* 35 (1), 53–60.
- Kawamura, M. S., Ronconi, D. P., 2006. Aplicação do método branch-and-bound na programação de tarefas em uma única máquina com data de entrega comum sob penalidades de adiantamento e atraso.
- Khalili, M., Tavakkoli-Moghaddam, R., 2012. A multi-objective electromagnetism algorithm for a bi-objective flowshop scheduling problem. *Journal of Manufacturing Systems* 31 (2), 232–239.
- Knowles, J. D., Corne, D. W., 2000. Approximating the nondominated front using the Pareto archived evolution strategy. *Evolutionary computation* 8 (2), 149–172.
- Köksalan, M., Keha, A. B., 2003. Using genetic algorithms for single-machine bicriteria scheduling problems. *European Journal of Operational Research* 145 (3), 543–556.
- Laumanns, M., Rudolph, G., Schwefel, H.-P., 1998. A spatial predator-prey approach to multi-objective optimization: A preliminary study. In: *International Conference on Parallel Problem Solving from Nature*. Springer, pp. 241–249.
- Lee, C.-Y., Choi, J. Y., 1995. A genetic algorithm for job sequencing problems with distinct due dates and general early-tardy penalty weights. *Computers & Operations Research* 22 (8), 857–869.
- Lee, Y. H., Pinedo, M., 1997. Scheduling jobs on parallel machines with sequence-dependent setup times. *European Journal of Operational Research* 100 (3), 464–474.
- Lee Rodgers, J., Nicewander, W. A., 1988. Thirteen ways to look at the correlation coefficient. *The American Statistician* 42 (1), 59–66.
- Lei, D., 2009. Multi-objective production scheduling: a survey. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 43 (9-10), 926–938.
- Li, X., Amodeo, L., Yalaoui, F., Chehade, H., 2010. A multiobjective optimization approach to solve a parallel machines scheduling problem. *Advances in Artificial Intelligence* 2010, 2.

- Lin, B., Wu, J., 2006. Bicriteria scheduling in a two-machine permutation flowshop. *International journal of production research* 44 (12), 2299–2312.
- Lin, Y.-K., 2013. Particle swarm optimization algorithm for unrelated parallel machine scheduling with release dates. *Mathematical Problems in Engineering* 2013.
- Lobato, F. S., 2008. Otimização Multi-objetivo para o Projeto de Sistemas de Engenharia. Ph.D. thesis, Universidade Federal de Uberlândia (UFU).
- MacCarthy, B., Liu, J., 1993. Addressing the gap in scheduling research: a review of optimization and heuristic methods in production scheduling. *The International Journal of Production Research* 31 (1), 59–79.
- Mainieri, G. B., Ronconi, D. P., 2011. Regras de despacho para a minimização do atraso total no ambiente flowshop flexível. *Gestão & Produção* 17 (4).
- Morais, M. d. F., Boiko, T. J. P., Miyata, H. H., Cantiere, P. C., 2010. Programação da produção em sistemas flow shop híbrido com considerações de tempos de setup: uma análise dos métodos de solução. In: *XLII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*. Bento Gonçalves, pp. 2171–2182.
- Moreira, M. A., da Silveira, F. L., 1993. Instrumentos de pesquisa em ensino e aprendizagem: a entrevista clínica ea validação de testes de papel e lápis. EDIPUCRS.
- Murata, T., Ishibuchi, H., Tanaka, H., 1996. Multi-objective genetic algorithm and its applications to flowshop scheduling. *Computers & Industrial Engineering* 30 (4), 957–968.
- Nagano, M., Moccellini, J., *et al.*, 2002. A high quality solution constructive heuristic for flow shop sequencing. *Journal of the Operational Research Society* 53 (12), 1374–1379.
- Nawaz, M., Enscore, E. E., Ham, I., 1983. A heuristic algorithm for the m-machine, n-job flow-shop sequencing problem. *Omega* 11 (1), 91–95.
- Nogueira, J. P., Arroyo, J. E. C., Villadiego, H. M. M., Gonçalves, L. B., 2014. Hybrid grasp heuristics to solve an unrelated parallel machine scheduling problem with earliness and tardiness penalties. *Electronic Notes in Theoretical Computer Science* 302, 53–72.
- Oliveira Junior, P. L., Arroyo, J. E. C., Souza, V. A. A., 2010. Heurísticas GRASP e ILS para o problema no-wait flowshop scheduling multiobjetivo. In: *XLII SBPO*. pp. 1863–1874.
- Pacheco, G. M. G., Polo, L. E. R., Niño, V. P. M., 2013. Flexible flowshop problem minimizing total flow time and makespan using evolutionary algorithm. In: *Proc. of the Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI)*. pp. 1–9.

- Palmer, D., 1965. Sequencing jobs through a multi-stage process in the minimum total time—a quick method of obtaining a near optimum. *OR*, 101–107.
- Papadimitriou, C. H., Steiglitz, K., 1998. *Combinatorial optimization: algorithms and complexity*. Courier Dover Publications.
- Pasia, J. M., Hartl, R. F., Doerner, K. F., 2006. Solving a bi-objective flowshop scheduling problem by Pareto-ant colony optimization. In: *Ant Colony Optimization and Swarm Intelligence*. Springer, pp. 294–305.
- Peinado, J., Graeml, A. R., 2007. *Administração da produção. Operações industriais e de serviços*. Unicenp.
- Pereira, A. A. d. S., 2016. Material complementar. Disponível em http://www.lncc.br/~hcbm/tese2016_ana-amelia-pereira_material-complementa.pdf.
- Pereira, A. A. d. S., Arroyo, J. E. C., 2011. Metaheurísticas para problema de flowshop flexível com penalidades de adiantamento e atraso. In: *XVIII SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção*. pp. 1–14.
- Pereira, A. A. d. S., Barbosa, H. J., 2013. Algoritmo genético com busca local para programação de produção em sistema flowshop flexível com tempos de preparação dependentes da sequência. In: *XX SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção*. p. .
- Pereira, A. A. d. S., Bernardino, H. S., Barbosa, H. J., 2014. Comparação entre abordagens multiobjetivo e mono-objetivo para o problema de programação em máquinas paralelas não relacionadas com tempos de preparação dependentes da sequência e datas de liberação. In: *XXI SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção*. p. .
- Pinedo, M. L., 2012. *Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems*, 4th Edition. Springer Publishing Company, Incorporated.
- Portilho, L. M. P., 2007. *Aplicação do Problema de Job-Shop Scheduling em Aciarias*. Ph.D. thesis, UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA.
- Qian, B., Wang, L., Huang, D.-x., Wang, W.-l., Wang, X., 2009. An effective hybrid DE-based algorithm for multi-objective flow shop scheduling with limited buffers. *Computers & Operations Research* 36 (1), 209–233.
- Rajkumar, R., Shahabudeen, P., Nagaraj, P., Arunachalam, S., Page, T., 2009. A Bi-Criteria Approach to the M-machine Flowshop Scheduling Problem. *Studies in Informatics and Control* 18 (2), 127–136.
- Reklaitis, G. V., 1996. *Batch processing systems engineering: fundamentals and applications for chemical engineering*. Vol. 143. Springer Science & Business Media.

- Reyes-Sierra, M., Coello, C. C., 2006. Multi-objective particle swarm optimizers: A survey of the state-of-the-art. *International Journal of Computational Intelligence Research* 2 (3), 287–308.
- Ribeiro, F. F., de Souza, S. R., Souza, M. J. F., 2010. Resolução do problema de sequenciamento em uma máquina com minimização das penalidades por antecipação e atraso da produção através de algoritmo genético adaptativo.
- Ronconi, D. P., 2004. A note on constructive heuristics for the flowshop problem with blocking. *International Journal of Production Economics* 87 (1), 39–48.
- Rossi, F. L., Nagano, M. S., Neto, R. F. T., 2016. Evaluation of high performance constructive heuristics for the flow shop with makespan minimization. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 1–12.
- Ruiz, R., Allahverdi, A., 2009. Minimizing the bicriteria of makespan and maximum tardiness with an upper bound on maximum tardiness. *Computers & Operations Research* 36 (4), 1268–1283.
- Ruiz, R., Şerifoğlu, F. S., Urlings, T., 2008. Modeling realistic hybrid flexible flowshop scheduling problems. *Computers & Operations Research* 35 (4), 1151–1175.
- Ruiz, R., Stützle, T., 2007. A simple and effective iterated greedy algorithm for the permutation flowshop scheduling problem. *European J. of Operational Research* 177 (3), 2033–2049.
- Sayin, S., Karabati, S., 1999. Theory and methodology a bicriteria approach to the two-machine flow shop scheduling problem. *European journal of operational research* 113 (2), 435–449.
- Schaller, J. E., Gupta, J. N., 2008. Single machine scheduling with family setups to minimize total earliness and tardiness. *European Journal of Operational Research* 187 (3), 1050–1068.
- Sha, D., Lin, H. H., 2009. A particle swarm optimization for multi-objective flowshop scheduling. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 45 (7-8), 749–758.
- Slack, N., Chambers, S., Johnston, R., 2009. Administração da produção. Atlas.
- Srinivas, N., Deb, K., 1994. Multiobjective optimization using nondominated sorting in genetic algorithms. *Evolutionary computation* 2 (3), 221–248.
- Süer, G. A., Báez, E., Czajkiewicz, Z., 1993. Minimizing the number of tardy jobs in identical machine scheduling. *Computers & Industrial Engineering* 25 (1), 243–246.

- Sun, Y., Zhang, C., Gao, L., Wang, X., 2011. Multi-objective optimization algorithms for flow shop scheduling problem: a review and prospects. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 55 (5-8), 723–739.
- Suresh, V., Chaudhuri, D., 1996. Bicriteria scheduling problem for unrelated parallel machines. *Computers & industrial engineering* 30 (1), 77–82.
- Tavakkoli-Moghaddam, R., Javadi, B., Jolai, F., Ghodrathnama, A., 2010. The use of a fuzzy multi-objective linear programming for solving a multi-objective single-machine scheduling problem. *Applied soft computing* 10 (3), 919–925.
- Torabi, S. A., Sahebjamnia, N., Mansouri, S. A., Bajestani, M. A., 2013. A particle swarm optimization for a fuzzy multi-objective unrelated parallel machines scheduling problem. *Applied Soft Computing* 13 (12), 4750–4762.
- Toso, E. A. V., Morabito, R., 2005. Otimização no dimensionamento e sequenciamento de lotes de produção: estudo de caso numa fábrica de rações. *Gestão & Produção* 12 (2), 203–217.
- Vallada, E., Ruiz, R., 2011. A genetic algorithm for the unrelated parallel machine scheduling problem with sequence dependent setup times. *European Journal of Operational Research* 211 (3), 612–622.
- Varadharajan, T., Rajendran, C., 2005. A multi-objective simulated-annealing algorithm for scheduling in flowshops to minimize the makespan and total flowtime of jobs. *European Journal of Operational Research* 167 (3), 772–795.
- Yagmahan, B., Yenisey, M. M., 2008. Ant colony optimization for multi-objective flow shop scheduling problem. *Computers & Industrial Engineering* 54 (3), 411–420.
- Zitzler, E., Thiele, L., 1999. Multiobjective evolutionary algorithms: A comparative case study and the strength pareto approach. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation* 3(4), 257–271.
- Zitzler, E., Thiele, L., Laumanns, M., 2001. SPEA2: Improving the strength Pareto evolutionary algorithm. Tech. rep., Swiss Federal Institute of Technology (ETH).

APÊNDICE A – CORRELAÇÃO ENTRE OS OBJETIVOS

A.1 MÁQUINA ÚNICA

Tabela 68 – Correlação dos objetivos das instâncias do problema de máquina única.

n	$T_{max} \times E_{max}$	$T_{max} \times L_{max}$	$T_{max} \times \sum C_j$	$T_{max} \times \sum T_j$	$T_{max} \times \sum E_j$	$T_{max} \times \sum U_j$	$E_{max} \times L_{max}$	$E_{max} \times \sum C_j$	$E_{max} \times \sum T_j$	$E_{max} \times \sum E_j$	$E_{max} \times \sum U_j$
50	-0,00380461	1	0,14099	0,592106	0,157938	0,0668658	-0,00380461	-0,333729	-0,00811114	0,35297	0,0028538

Tabela 69 – Correlação dos objetivos das instâncias do problema $1|d_j|\gamma_1 \dots \gamma_7$ Grimme *et al.* (2013) - continuação.

n	$L_{max} \times \sum C_j$	$L_{max} \times \sum T_j$	$L_{max} \times \sum E_j$	$L_{max} \times \sum U_j$	$\sum C_j \times \sum T_j$	$\sum C_j \times \sum E_j$	$\sum C_j \times \sum U_j$	$\sum T_j \times \sum E_j$	$\sum T_j \times \sum U_j$	$\sum E_j \times \sum U_j$
50	0,14099	0,592106	0,157938	0,0668658	0,374072	-0,875215	0,406241	0,121221	0,564082	-0,140586

A.2 MÁQUINAS PARALELAS IDÊNTICAS

Tabela 70 – Correlação dos objetivos das instâncias 50|8 do problema máquina paralela idêntica.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{T_{max}}{E_{max}}$	$\frac{T_{max}}{L_{max}}$	$\frac{T_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{T_{max}}{C_{max}}$	$\frac{E_{max}}{L_{max}}$	$\frac{E_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{E_{max}}{C_{max}}$	$\frac{L_{max}}{\sum C_j}$
1	50	8	0,024	1,000	0,193	0,305	0,071	0,026	-0,095	0,024	-0,099	0,104	0,282	0,080	0,012	0,193
2	50	8	0,026	1,000	0,084	0,184	0,107	-0,046	0,187	0,026	0,025	0,181	0,195	0,150	0,025	0,084
3	50	8	0,048	1,000	0,312	0,422	0,060	0,017	-0,123	0,048	0,131	0,239	0,112	0,227	-0,026	0,312
4	50	8	0,042	1,000	0,106	0,207	0,110	-0,045	-0,010	0,042	0,035	0,191	0,203	0,119	0,012	0,106
5	50	8	-0,019	1,000	0,207	0,297	0,084	-0,049	0,025	-0,019	0,025	0,164	0,202	0,163	-0,062	0,207
6	50	8	0,018	1,000	0,322	0,401	0,050	0,064	0,024	0,018	-0,031	0,141	0,315	0,088	0,021	0,322
7	50	8	0,023	1,000	0,252	0,307	0,064	0,006	-0,005	0,023	-0,040	0,135	0,296	0,094	0,038	0,252
8	50	8	-0,022	1,000	0,176	0,233	0,048	-0,055	0,015	-0,022	0,013	0,185	0,259	0,162	-0,014	0,176
9	50	8	0,050	1,000	0,246	0,356	0,085	0,008	0,024	0,050	-0,036	0,133	0,258	0,091	-0,012	0,246
10	50	8	0,008	1,000	0,253	0,352	0,114	-0,064	-0,073	0,008	0,040	0,166	0,188	0,134	-0,019	0,253
11	50	8	0,004	1,000	0,236	0,332	0,028	0,009	-0,028	0,004	-0,133	0,077	0,307	0,028	0,040	0,236
12	50	8	0,029	1,000	0,208	0,317	0,082	-0,019	-0,049	0,029	-0,130	0,069	0,307	0,018	-0,026	0,208
13	50	8	0,001	1,000	0,274	0,302	0,056	-0,010	-0,020	0,001	0,039	0,176	0,280	0,145	-0,011	0,274
14	50	8	0,015	1,000	0,223	0,300	0,098	0,008	0,020	0,015	0,152	0,251	0,147	0,165	-0,009	0,223
15	50	8	0,064	1,000	0,241	0,331	0,048	0,021	-0,015	0,064	0,030	0,213	0,241	0,176	-0,035	0,241
16	50	8	0,030	1,000	0,093	0,197	0,105	-0,075	-0,032	0,030	-0,008	0,175	0,237	0,133	-0,006	0,093
17	50	8	0,014	1,000	0,122	0,228	0,103	-0,051	0,003	0,014	-0,178	0,071	0,345	-0,015	0,026	0,122
18	50	8	0,016	1,000	0,093	0,166	0,098	-0,083	0,162	0,016	0,005	0,191	0,282	0,119	-0,032	0,093
19	50	8	0,030	1,000	0,303	0,380	0,063	0,018	0,007	0,030	0,016	0,180	0,251	0,134	0,001	0,303
20	50	8	0,028	1,000	0,189	0,311	0,153	-0,024	0,018	0,028	0,045	0,191	0,214	0,135	0,017	0,189
21	50	8	0,036	1,000	0,195	0,281	0,093	-0,004	-0,141	0,036	-0,162	0,029	0,369	0,008	-0,052	0,195
22	50	8	0,006	1,000	0,291	0,332	0,024	0,127	0,006	0,127	0,006	0,159	0,377	0,075	0,044	0,291
23	50	8	0,013	1,000	0,298	0,355	0,071	-0,018	0,082	0,013	-0,088	0,121	0,352	0,059	0,021	0,298
24	50	8	0,015	1,000	0,213	0,305	0,079	0,001	0,031	0,015	-0,079	0,096	0,280	0,087	-0,005	0,213
25	50	8	0,010	1,000	0,063	0,150	0,117	-0,057	0,161	0,010	-0,042	0,134	0,291	0,071	0,016	0,063
26	50	8	-0,029	1,000	0,237	0,359	0,057	0,029	0,015	-0,029	-0,151	0,065	0,318	0,015	0,001	0,237
27	50	8	0,009	1,000	0,244	0,348	0,125	-0,092	-0,080	0,009	0,087	0,207	0,174	0,174	0,008	0,244
28	50	8	-0,016	1,000	0,195	0,271	0,026	-0,029	0,008	-0,016	-0,201	0,032	0,372	0,047	0,039	0,195
29	50	8	-0,022	1,000	0,171	0,271	0,104	-0,051	-0,016	-0,022	-0,045	0,120	0,252	0,081	-0,003	0,171
30	50	8	0,038	1,000	0,159	0,264	0,069	-0,016	-0,075	0,038	-0,175	0,023	0,323	-0,030	-0,006	0,159
31	50	8	0,085	1,000	0,233	0,375	0,108	-0,036	0,024	0,085	0,023	0,154	0,165	0,140	-0,042	0,233
32	50	8	0,027	1,000	0,403	0,441	0,003	0,055	-0,011	0,027	-0,040	0,123	0,277	0,066	0,013	0,403
33	50	8	0,042	1,000	0,313	0,389	0,063	0,020	-0,014	0,042	-0,055	0,116	0,315	0,109	0,008	0,313
34	50	8	0,004	1,000	0,272	0,375	0,049	0,016	-0,058	0,004	-0,098	0,054	0,247	0,049	-0,030	0,272
35	50	8	0,004	1,000	0,328	0,416	0,009	0,097	0,036	0,004	-0,059	0,071	0,188	0,059	-0,014	0,328
36	50	8	0,016	1,000	0,203	0,281	0,040	0,002	0,174	0,016	-0,069	0,098	0,256	0,053	0,002	0,203
37	50	8	0,023	1,000	0,174	0,272	0,132	-0,055	-0,032	0,023	0,042	0,197	0,233	0,160	-0,019	0,174
38	50	8	0,024	1,000	0,303	0,414	0,100	0,026	-0,087	0,024	-0,001	0,136	0,204	0,143	-0,019	0,303
39	50	8	0,072	1,000	0,232	0,308	0,106	0,000	-0,136	0,072	0,091	0,241	0,247	0,184	-0,036	0,232
40	50	8	0,032	1,000	0,282	0,379	0,003	0,056	-0,029	0,032	0,011	0,155	0,154	0,144	-0,012	0,282
41	50	8	0,027	1,000	0,192	0,322	0,128	-0,046	-0,020	0,027	-0,051	0,151	0,278	0,139	0,037	0,192
42	50	8	0,018	1,000	0,189	0,261	0,108	-0,062	0,003	0,018	-0,087	0,071	0,338	0,078	-0,010	0,189
43	50	8	0,021	1,000	0,259	0,337	0,078	-0,007	-0,084	0,021	-0,133	0,086	0,353	0,072	0,004	0,259
44	50	8	0,034	1,000	0,251	0,352	0,040	0,034	0,040	0,034	-0,132	0,072	0,314	0,010	0,046	0,251
45	50	8	0,001	1,000	0,137	0,266	0,097	0,006	-0,019	0,001	-0,083	0,129	0,280	0,056	0,011	0,137
46	50	8	0,007	1,000	0,166	0,283	0,068	-0,042	-0,041	0,007	-0,021	0,147	0,200	0,106	0,005	0,166
47	50	8	0,015	1,000	0,096	0,217	0,090	-0,040	-0,088	0,015	-0,195	0,052	0,359	-0,011	0,019	0,096
48	50	8	0,066	1,000	0,240	0,334	0,113	0,020	-0,074	0,066	0,062	0,189	0,193	0,159	-0,021	0,240
49	50	8	-0,024	1,000	0,290	0,345	-0,003	0,020	0,035	-0,024	-0,138	0,054	0,343	0,029	-0,001	0,290
50	50	8	0,037	1,000	0,100	0,267	0,157	-0,075	-0,081	0,037	-0,065	0,075	0,189	0,033	-0,022	0,100
<i>Média</i>			0,020	1,000	0,217	0,310	0,078	-0,011	-0,006	0,020	-0,041	0,132	0,263	0,094	-0,001	0,217

Tabela 71 – Correlação dos objetivos das instâncias 50|8 do problema máquina paralela idêntica continuação.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{L_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{L_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{L_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{L_{max}}{C_{max}}$	$\frac{\sum C_j}{\sum T_j}$	$\frac{\sum C_j}{\sum E_j}$	$\frac{\sum C_j}{\sum U_j}$	$\frac{\sum C_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum T_j}{\sum E_j}$	$\frac{\sum T_j}{\sum U_j}$	$\frac{\sum T_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum E_j}{\sum U_j}$	$\frac{\sum E_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum U_j}{C_{max}}$
1	50	8	0,305	0,071	0,026	-0,095	0,769	-0,622	0,633	-0,069	0,022	0,472	-0,057	-0,412	0,037	-0,053
2	50	8	0,184	0,107	-0,046	0,187	0,769	-0,564	0,588	0,005	0,093	0,413	0,029	-0,382	0,030	0,012
3	50	8	0,422	0,060	0,017	-0,123	0,807	-0,568	0,615	-0,067	0,027	0,451	-0,051	-0,413	0,042	-0,034
4	50	8	0,207	0,110	-0,045	-0,010	0,794	-0,556	0,601	0,031	0,063	0,390	0,020	-0,454	-0,024	0,030
5	50	8	0,297	0,084	-0,049	0,025	0,821	-0,516	0,550	0,020	0,066	0,400	-0,004	-0,360	-0,039	-0,027
6	50	8	0,401	0,050	0,064	0,024	0,874	-0,504	0,565	0,006	-0,022	0,429	0,021	-0,400	0,026	-0,021
7	50	8	0,307	0,064	0,006	-0,005	0,832	-0,388	0,561	-0,022	0,188	0,383	-0,039	-0,357	-0,025	-0,012
8	50	8	0,233	0,048	-0,055	0,015	0,822	-0,497	0,538	0,025	0,087	0,363	0,035	-0,388	0,009	0,006
9	50	8	0,356	0,085	0,008	0,024	0,822	-0,561	0,598	-0,031	0,010	0,426	-0,010	-0,431	0,040	-0,014
10	50	8	0,352	0,114	-0,064	-0,073	0,812	-0,437	0,525	-0,090	0,169	0,365	-0,055	-0,324	0,067	-0,001
11	50	8	0,332	0,028	0,009	-0,028	0,781	-0,646	0,601	-0,042	-0,028	0,460	-0,017	-0,400	0,048	-0,003
12	50	8	0,317	0,082	-0,019	-0,049	0,795	-0,581	0,585	-0,025	0,031	0,410	-0,019	-0,414	0,015	-0,013
13	50	8	0,302	0,056	-0,010	-0,020	0,881	-0,249	0,476	-0,020	0,239	0,333	-0,033	-0,296	-0,026	-0,006
14	50	8	0,300	0,098	0,008	0,020	0,851	-0,415	0,586	-0,019	0,125	0,419	0,004	-0,381	0,043	-0,015
15	50	8	0,331	0,048	0,021	-0,015	0,806	-0,583	0,637	-0,141	0,011	0,489	-0,115	-0,405	0,081	-0,107
16	50	8	0,197	0,105	-0,075	-0,032	0,774	-0,587	0,611	0,006	0,058	0,427	0,025	-0,418	0,023	-0,010
17	50	8	0,228	0,103	-0,051	0,003	0,735	-0,551	0,555	-0,089	0,162	0,299	-0,084	-0,440	0,026	-0,032
18	50	8	0,166	0,098	-0,083	0,162	0,808	-0,443	0,528	-0,011	0,171	0,323	-0,002	-0,391	0,016	-0,030
19	50	8	0,380	0,063	0,018	0,007	0,820	-0,463	0,567	0,008	0,127	0,381	0,017	-0,393	0,013	0,020
20	50	8	0,311	0,153	-0,024	0,018	0,812	-0,460	0,610	0,043	0,145	0,430	0,039	-0,379	-0,015	0,048
21	50	8	0,281	0,093	-0,004	-0,141	0,862	-0,507	0,579	0,024	0,000	0,446	-0,011	-0,383	-0,065	0,063
22	50	8	0,332	0,024	0,042	0,127	0,812	-0,423	0,467	-0,007	0,185	0,306	-0,004	-0,312	0,005	0,018
23	50	8	0,355	0,071	-0,018	0,082	0,825	-0,365	0,453	-0,056	0,226	0,273	-0,017	-0,330	0,069	-0,022
24	50	8	0,305	0,079	0,001	0,031	0,822	-0,533	0,605	0,035	0,044	0,445	0,021	-0,400	-0,029	0,031
25	50	8	0,150	0,117	-0,057	0,161	0,850	-0,557	0,629	-0,041	-0,035	0,467	-0,017	-0,456	0,052	-0,047
26	50	8	0,359	0,057	0,029	0,015	0,777	-0,651	0,560	-0,030	-0,028	0,380	-0,037	-0,431	0,002	-0,011
27	50	8	0,348	0,125	-0,092	-0,080	0,822	-0,439	0,532	0,008	0,151	0,368	-0,010	-0,343	-0,029	0,019
28	50	8	0,271	0,026	-0,029	0,008	0,795	-0,631	0,556	0,033	-0,031	0,403	0,032	-0,402	-0,015	0,039
29	50	8	0,271	0,104	-0,051	-0,016	0,813	-0,521	0,574	-0,043	0,074	0,401	-0,029	-0,395	0,031	-0,024
30	50	8	0,264	0,069	-0,016	-0,075	0,806	-0,655	0,620	0,003	-0,080	0,452	0,005	-0,467	0,001	0,031
31	50	8	0,375	0,108	-0,036	0,024	0,797	-0,605	0,606	-0,026	-0,002	0,449	-0,019	-0,411	0,018	-0,017
32	50	8	0,441	0,003	0,055	-0,011	0,837	-0,419	0,509	-0,011	0,146	0,343	-0,007	-0,352	0,008	0,011
33	50	8	0,389	0,063	0,020	-0,014	0,866	-0,464	0,572	-0,045	0,040	0,445	-0,038	-0,354	0,023	-0,030
34	50	8	0,375	0,049	0,016	-0,058	0,819	-0,598	0,689	-0,029	-0,031	0,548	-0,051	-0,435	-0,021	0,002
35	50	8	0,416	0,009	0,097	0,036	0,789	-0,599	0,668	0,044	0,020	0,510	0,049	-0,421	-0,007	0,034
36	50	8	0,281	0,040	0,002	0,174	0,816	-0,593	0,629	-0,053	-0,018	0,458	-0,040	-0,449	0,036	-0,061
37	50	8	0,272	0,132	-0,055	-0,032	0,804	-0,405	0,512	-0,082	0,218	0,335	-0,068	-0,326	0,030	-0,011
38	50	8	0,414	0,100	0,026	-0,087	0,812	-0,495	0,608	-0,103	0,105	0,457	-0,100	-0,357	0,028	-0,038
39	50	8	0,308	0,106	0,000	-0,136	0,841	-0,379	0,517	-0,060	0,183	0,349	-0,061	-0,343	0,003	-0,003
40	50	8	0,379	0,003	0,056	-0,029	0,731	-0,663	0,625	-0,072	0,027	0,450	-0,067	-0,422	0,032	-0,042
41	50	8	0,322	0,128	-0,046	-0,020	0,769	-0,535	0,587	-0,022	0,129	0,412	-0,001	-0,366	0,032	-0,028
42	50	8	0,261	0,108	-0,062	0,003	0,894	-0,409	0,493	-0,057	0,043	0,346	-0,072	-0,396	-0,019	-0,009
43	50	8	0,337	0,078	-0,007	-0,084	0,808	-0,452	0,475	-0,068	0,160	0,314	-0,064	-0,321	0,017	0,014
44	50	8	0,352	0,040	0,034	0,043	0,801	-0,626	0,634	-0,028	-0,034	0,460	0,011	-0,458	0,062	-0,033
45	50	8	0,266	0,097	0,006	-0,019	0,767	-0,665	0,656	-0,075	-0,030	0,500	-0,095	-0,440	0,006	-0,052
46	50	8	0,283	0,068	-0,042	-0,041	0,760	-0,670	0,609	0,077	-0,027	0,432	0,045	-0,443	-0,066	0,070
47	50	8	0,217	0,090	-0,040	-0,088	0,764	-0,706	0,616	0,034	-0,083	0,473	0,028	-0,432	-0,023	0,043
48	50	8	0,334	0,113	0,020	-0,074	0,828	-0,435	0,572	0,028	0,145	0,398	-0,009	-0,369	-0,063	0,011
49	50	8	0,345	-0,003	0,020	0,035	0,845	-0,550	0,531	-0,007	-0,018	0,347	0,000	-0,452	0,012	-0,018
50	50	8	0,267	0,157	-0,075	-0,081	0,770	-0,661	0,680	-0,021	-0,030	0,517	-0,057	-0,456	-0,034	0,009
<i>Média</i>			0,310	0,078	-0,011	-0,006	0,810	-0,528	0,578	-0,023	0,064	0,411	-0,020	-0,395	0,010	-0,006

Tabela 72 – Correlação dos objetivos das instâncias 50|12 do problema máquina paralela idêntica.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{T_{max}}{E_{max}}$	$\frac{T_{max}}{L_{max}}$	$\frac{T_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{T_{max}}{C_{max}}$	$\frac{E_{max}}{L_{max}}$	$\frac{E_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{E_{max}}{C_{max}}$	$\frac{L_{max}}{\sum C_j}$
51	50	12	0,031	1,000	0,193	0,400	0,089	0,041	-0,045	0,031	-0,092	0,081	0,168	0,122	0,021	0,193
52	50	12	0,023	1,000	0,116	0,340	0,153	-0,008	0,236	0,023	0,062	0,160	0,064	0,173	-0,010	0,116
53	50	12	0,025	1,000	0,305	0,479	0,047	0,114	-0,086	0,025	0,150	0,214	0,003	0,253	-0,026	0,305
54	50	12	0,072	1,000	0,099	0,325	0,164	-0,008	-0,041	0,072	0,036	0,179	0,111	0,205	-0,031	0,099
55	50	12	0,000	1,000	0,237	0,419	0,105	0,042	0,037	0,000	0,089	0,162	0,043	0,247	-0,033	0,237
56	50	12	0,013	1,000	0,344	0,463	0,049	0,070	0,061	0,013	-0,012	0,159	0,197	0,172	0,026	0,344
57	50	12	0,025	1,000	0,269	0,363	0,090	0,029	0,050	0,025	-0,032	0,145	0,206	0,169	-0,008	0,269
58	50	12	-0,010	1,000	0,174	0,319	0,111	-0,014	0,021	-0,010	0,051	0,194	0,134	0,228	0,015	0,174
59	50	12	0,026	1,000	0,277	0,450	0,070	0,058	0,081	0,026	-0,020	0,108	0,122	0,177	0,004	0,277
60	50	12	0,013	1,000	0,275	0,470	0,161	0,054	-0,077	0,013	0,083	0,128	0,035	0,160	0,031	0,275
61	50	12	0,006	1,000	0,246	0,439	0,053	0,042	0,003	0,006	-0,122	0,057	0,189	0,084	0,060	0,246
62	50	12	0,014	1,000	0,219	0,399	0,091	0,012	-0,004	0,014	-0,159	0,059	0,232	0,065	-0,033	0,219
63	50	12	0,013	1,000	0,282	0,362	0,104	0,030	-0,009	0,013	0,050	0,181	0,175	0,238	-0,001	0,282
64	50	12	0,007	1,000	0,240	0,406	0,147	0,021	0,021	0,007	0,181	0,220	0,015	0,259	0,011	0,240
65	50	12	0,050	1,000	0,239	0,414	0,067	0,104	0,011	0,050	0,046	0,193	0,116	0,228	0,017	0,239
66	50	12	0,055	1,000	0,106	0,332	0,151	-0,012	0,020	0,055	-0,006	0,128	0,110	0,181	-0,027	0,106
67	50	12	0,047	1,000	0,127	0,329	0,156	-0,042	0,027	0,047	-0,198	0,097	0,287	0,143	0,012	0,127
68	50	12	0,031	1,000	0,070	0,253	0,177	-0,082	0,186	0,031	0,008	0,193	0,186	0,201	0,006	0,070
69	50	12	0,062	1,000	0,331	0,440	0,045	0,119	0,036	0,062	0,054	0,216	0,153	0,213	0,046	0,331
70	50	12	0,002	1,000	0,232	0,435	0,148	0,079	0,038	0,002	0,004	0,143	0,136	0,152	0,050	0,232
71	50	12	0,014	1,000	0,177	0,384	0,172	0,006	-0,096	0,014	-0,141	0,067	0,260	0,094	-0,015	0,177
72	50	12	-0,049	1,000	0,335	0,369	0,009	0,023	0,158	-0,049	-0,042	0,186	0,252	0,226	0,046	0,335
73	50	12	0,056	1,000	0,329	0,395	0,067	0,079	0,093	0,056	-0,067	0,126	0,228	0,198	0,010	0,329
74	50	12	0,005	1,000	0,230	0,378	0,089	0,017	0,108	0,005	-0,047	0,140	0,194	0,152	-0,043	0,230
75	50	12	0,038	1,000	0,087	0,287	0,161	-0,026	0,194	0,038	0,025	0,167	0,127	0,221	0,015	0,087
76	50	12	0,018	1,000	0,271	0,457	0,055	0,106	0,017	0,018	-0,190	0,067	0,275	0,074	0,035	0,271
77	50	12	0,051	1,000	0,271	0,460	0,156	0,099	-0,018	0,051	0,120	0,186	0,050	0,216	-0,018	0,271
78	50	12	-0,007	1,000	0,168	0,301	0,075	-0,040	0,045	-0,007	-0,178	0,027	0,240	0,114	0,045	0,168
79	50	12	-0,020	1,000	0,186	0,404	0,179	0,021	-0,003	-0,020	-0,070	0,089	0,177	0,131	-0,003	0,186
80	50	12	0,051	1,000	0,144	0,381	0,140	0,003	-0,103	0,051	-0,146	0,062	0,223	0,088	-0,011	0,144
81	50	12	0,074	1,000	0,231	0,505	0,146	0,069	0,055	0,074	0,008	0,109	0,081	0,107	0,026	0,231
82	50	12	0,003	1,000	0,419	0,454	-0,008	0,130	-0,005	0,003	-0,057	0,125	0,222	0,188	0,004	0,419
83	50	12	0,058	1,000	0,313	0,470	0,123	0,027	-0,007	0,058	-0,057	0,119	0,226	0,123	0,012	0,313
84	50	12	0,001	1,000	0,271	0,481	0,071	0,147	-0,036	0,001	-0,107	0,034	0,172	0,041	-0,054	0,271
85	50	12	0,029	1,000	0,342	0,529	0,014	0,155	0,040	0,029	-0,044	0,063	0,108	0,080	-0,017	0,342
86	50	12	0,000	1,000	0,233	0,392	0,066	0,016	0,200	0,000	-0,064	0,105	0,177	0,143	-0,005	0,233
87	50	12	0,041	1,000	0,200	0,371	0,167	0,030	-0,031	0,041	0,038	0,185	0,153	0,183	0,004	0,200
88	50	12	0,024	1,000	0,354	0,513	0,047	0,155	-0,050	0,024	0,038	0,133	0,082	0,157	-0,011	0,354
89	50	12	0,065	1,000	0,236	0,373	0,141	0,025	-0,103	0,065	0,143	0,247	0,109	0,268	-0,044	0,236
90	50	12	0,020	1,000	0,310	0,455	-0,016	0,109	-0,009	0,020	0,035	0,159	0,077	0,161	-0,034	0,310
91	50	12	0,005	1,000	0,199	0,431	0,166	0,061	0,000	0,005	-0,055	0,093	0,149	0,169	0,063	0,199
92	50	12	0,045	1,000	0,202	0,338	0,144	0,009	0,037	0,045	-0,087	0,075	0,227	0,128	0,025	0,202
93	50	12	0,033	1,000	0,272	0,402	0,116	0,042	-0,074	0,033	-0,165	0,076	0,287	0,151	0,039	0,272
94	50	12	0,000	1,000	0,258	0,446	0,057	0,064	0,024	0,000	-0,160	0,070	0,251	0,080	0,031	0,258
95	50	12	-0,006	1,000	0,154	0,392	0,108	0,008	-0,010	-0,006	-0,051	0,117	0,147	0,155	-0,014	0,154
96	50	12	0,008	1,000	0,174	0,422	0,118	0,016	-0,021	0,008	0,001	0,108	0,209	0,209	-0,017	0,174
97	50	12	-0,019	1,000	0,125	0,372	0,115	-0,040	-0,054	-0,019	-0,196	0,039	0,247	0,104	-0,069	0,125
98	50	12	0,053	1,000	0,234	0,397	0,123	0,090	-0,054	0,053	0,040	0,160	0,120	0,186	0,014	0,234
99	50	12	-0,031	1,000	0,343	0,392	-0,034	0,021	0,114	-0,031	-0,131	0,081	0,246	0,097	-0,016	0,343
100	50	12	0,029	1,000	0,121	0,451	0,172	0,031	-0,091	0,029	-0,064	0,064	0,116	0,110	-0,007	0,121
<i>Média</i>			0,022	1,000	0,231	0,405	0,102	0,042	0,018	0,022	-0,030	0,126	0,160	0,161	0,002	0,231

Tabela 73 – Correlação dos objetivos das instâncias 50|12 do problema máquina paralela idêntica continuação.

<i>inst.</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$L_{max} \times \sum T_j$	$L_{max} \times \sum E_j$	$L_{max} \times \sum U_j$	$L_{max} \times C_{max}$	$\sum C_j \times \sum T_j$	$\sum C_j \times \sum E_j$	$\sum C_j \times \sum U_j$	$\sum C_j \times C_{max}$	$\sum T_j \times \sum E_j$	$\sum T_j \times \sum U_j$	$\sum T_j \times C_{max}$	$\sum E_j \times \sum U_j$	$\sum E_j \times C_{max}$	$\sum U_j \times C_{max}$
51	50	12	0,400	0,089	0,041	-0,045	0,512	-0,747	0,486	-0,033	0,189	0,566	-0,005	-0,118	0,034	0,017
52	50	12	0,340	0,153	-0,008	0,236	0,509	-0,699	0,502	0,059	0,261	0,559	0,117	-0,098	0,032	0,022
53	50	12	0,479	0,047	0,114	-0,086	0,648	-0,705	0,516	-0,008	0,083	0,626	-0,030	-0,092	-0,017	-0,012
54	50	12	0,325	0,164	-0,008	-0,041	0,520	-0,689	0,549	0,113	0,260	0,547	0,061	-0,156	-0,076	0,040
55	50	12	0,419	0,105	0,042	0,037	0,637	-0,660	0,527	0,071	0,159	0,592	0,025	-0,097	-0,067	-0,010
56	50	12	0,463	0,049	0,070	0,061	0,698	-0,589	0,523	0,034	0,168	0,513	0,066	-0,142	0,028	0,023
57	50	12	0,363	0,090	0,029	0,050	0,643	-0,474	0,460	0,055	0,370	0,429	0,033	-0,064	-0,029	0,006
58	50	12	0,319	0,111	-0,014	0,021	0,606	-0,600	0,560	0,040	0,273	0,503	0,081	-0,172	0,033	0,036
59	50	12	0,450	0,070	0,058	0,081	0,590	-0,684	0,508	-0,007	0,185	0,502	0,028	-0,165	0,034	0,004
60	50	12	0,470	0,161	0,054	-0,077	0,609	-0,562	0,509	-0,060	0,313	0,525	-0,031	-0,062	0,039	-0,008
61	50	12	0,439	0,053	0,042	0,003	0,550	-0,754	0,448	0,024	0,134	0,553	0,008	-0,097	-0,023	0,027
62	50	12	0,399	0,091	0,012	-0,004	0,528	-0,690	0,456	-0,014	0,250	0,475	0,052	-0,115	0,061	0,034
63	50	12	0,362	0,104	0,030	-0,009	0,727	-0,381	0,533	0,016	0,358	0,475	-0,003	-0,086	-0,026	0,053
64	50	12	0,406	0,147	0,021	0,021	0,659	-0,541	0,587	0,072	0,276	0,523	0,068	-0,166	-0,017	0,067
65	50	12	0,414	0,067	0,104	0,011	0,637	-0,715	0,561	-0,101	0,084	0,619	-0,018	-0,163	0,114	-0,027
66	50	12	0,332	0,151	-0,012	0,020	0,490	-0,709	0,534	0,126	0,267	0,556	0,080	-0,141	-0,075	0,126
67	50	12	0,329	0,156	-0,042	0,027	0,449	-0,631	0,381	-0,063	0,410	0,442	-0,022	-0,005	0,045	-0,047
68	50	12	0,253	0,177	-0,082	0,186	0,554	-0,546	0,514	-0,017	0,395	0,389	0,034	-0,176	0,053	-0,042
69	50	12	0,440	0,045	0,119	0,036	0,607	-0,594	0,492	0,058	0,278	0,518	0,076	-0,070	0,007	0,024
70	50	12	0,435	0,148	0,079	0,038	0,609	-0,617	0,591	0,106	0,248	0,575	0,084	-0,151	-0,046	0,069
71	50	12	0,384	0,172	0,006	-0,096	0,675	-0,621	0,604	0,016	0,159	0,558	-0,015	-0,216	-0,038	0,030
72	50	12	0,369	0,009	0,023	0,158	0,611	-0,505	0,417	-0,001	0,374	0,409	0,024	-0,043	0,028	-0,009
73	50	12	0,395	0,067	0,079	0,093	0,644	-0,448	0,458	-0,049	0,396	0,485	0,067	0,017	0,137	-0,065
74	50	12	0,378	0,089	0,017	0,108	0,604	-0,627	0,477	0,091	0,242	0,488	0,048	-0,103	-0,064	0,018
75	50	12	0,287	0,161	-0,026	0,194	0,645	-0,684	0,564	0,065	0,117	0,539	0,100	-0,218	0,012	0,037
76	50	12	0,457	0,055	0,106	0,017	0,535	-0,728	0,482	-0,011	0,189	0,534	-0,019	-0,127	-0,002	-0,010
77	50	12	0,460	0,156	0,099	-0,018	0,671	-0,566	0,567	0,064	0,231	0,620	0,040	-0,055	-0,041	0,032
78	50	12	0,301	0,075	-0,040	0,045	0,589	-0,665	0,356	-0,032	0,212	0,428	-0,025	-0,035	0,016	-0,039
79	50	12	0,404	0,179	0,021	-0,003	0,626	-0,611	0,536	-0,004	0,235	0,557	0,032	-0,103	0,037	0,022
80	50	12	0,381	0,140	0,003	-0,103	0,549	-0,735	0,540	0,035	0,163	0,547	0,021	-0,193	-0,025	0,075
81	50	12	0,505	0,146	0,069	0,055	0,566	-0,725	0,519	0,013	0,158	0,552	0,058	-0,159	0,032	0,001
82	50	12	0,454	-0,008	0,130	-0,005	0,679	-0,497	0,425	0,009	0,299	0,543	0,013	0,089	0,004	0,035
83	50	12	0,470	0,123	0,027	-0,007	0,724	-0,550	0,523	-0,025	0,178	0,525	0,010	-0,111	0,048	-0,012
84	50	12	0,481	0,071	0,147	-0,036	0,653	-0,738	0,601	0,021	0,029	0,677	-0,063	-0,191	-0,085	-0,010
85	50	12	0,529	0,014	0,155	0,040	0,596	-0,746	0,520	0,043	0,089	0,653	0,064	-0,104	0,000	0,044
86	50	12	0,392	0,066	0,016	0,200	0,614	-0,694	0,469	-0,013	0,142	0,565	0,060	-0,073	0,071	-0,112
87	50	12	0,371	0,167	0,030	-0,031	0,596	-0,514	0,456	-0,047	0,382	0,467	-0,037	-0,026	0,015	0,013
88	50	12	0,513	0,047	0,155	-0,050	0,642	-0,657	0,525	-0,032	0,155	0,602	-0,005	-0,084	0,036	-0,059
89	50	12	0,373	0,141	0,025	-0,103	0,655	-0,478	0,544	-0,015	0,351	0,468	-0,031	-0,131	-0,018	0,000
90	50	12	0,455	-0,016	0,109	-0,009	0,484	-0,769	0,410	-0,028	0,187	0,608	0,022	-0,016	0,048	-0,044
91	50	12	0,431	0,166	0,061	0,000	0,555	-0,645	0,432	0,058	0,279	0,538	0,037	-0,004	-0,033	0,034
92	50	12	0,338	0,144	0,009	0,037	0,749	-0,499	0,558	0,007	0,201	0,468	0,010	-0,213	0,002	-0,036
93	50	12	0,402	0,116	0,042	-0,074	0,637	-0,513	0,431	-0,013	0,334	0,502	0,004	0,031	0,021	0,029
94	50	12	0,446	0,057	0,064	0,024	0,570	-0,736	0,518	-0,024	0,138	0,562	0,064	-0,162	0,081	-0,031
95	50	12	0,392	0,108	0,008	-0,010	0,544	-0,783	0,525	-0,010	0,096	0,576	-0,048	-0,195	-0,024	-0,037
96	50	12	0,422	0,118	0,016	-0,021	0,473	-0,760	0,421	0,119	0,213	0,491	0,051	-0,105	-0,094	0,078
97	50	12	0,372	0,115	-0,040	-0,054	0,474	-0,797	0,452	0,108	0,155	0,456	0,052	-0,194	-0,085	0,024
98	50	12	0,397	0,123	0,090	-0,054	0,654	-0,588	0,562	0,030	0,227	0,602	-0,038	-0,081	-0,078	0,032
99	50	12	0,392	-0,034	0,021	0,114	0,626	-0,619	0,438	0,109	0,225	0,414	0,089	-0,131	-0,046	0,006
100	50	12	0,451	0,172	0,031	-0,091	0,474	-0,799	0,522	0,014	0,151	0,609	-0,032	-0,170	-0,037	-0,036
<i>Média</i>			0,405	0,102	0,042	0,018	0,598	-0,638	0,502	0,019	0,225	0,531	0,025	-0,109	0,001	0,008

Tabela 74 – Correlação dos objetivos das instâncias 100|8 do problema máquina paralela idêntica.

<i>inst.</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{T_{max}}{E_{max}}$	$\frac{T_{max}}{L_{max}}$	$\frac{T_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{T_{max}}{C_{max}}$	$\frac{E_{max}}{L_{max}}$	$\frac{E_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum T_j \sum E_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{E_{max}}{C_{max}}$	$\frac{L_{max}}{\sum C_j}$	
101	100	8	0,013	1,000	0,271	0,271	-0,054	0,082	-0,075	0,013	0,017	0,052	0,203	0,110	-0,021	0,271
102	100	8	0,011	1,000	-0,456	-0,440	0,204	-0,183	1,000	0,011	-0,045	0,001	0,281	0,076	0,011	-0,456
103	100	8	-0,008	1,000	-0,441	-0,428	0,237	-0,230	1,000	-0,008	-0,120	-0,060	0,360	-0,048	-0,008	-0,441
104	100	8	0,048	1,000	-0,409	-0,382	0,324	-0,212	1,000	0,048	-0,004	0,021	0,178	0,073	0,048	-0,409
105	100	8	-0,014	1,000	-0,467	-0,461	0,150	-0,159	1,000	-0,014	-0,069	-0,013	0,393	0,024	-0,014	-0,467
106	100	8	0,057	1,000	-0,384	-0,358	0,296	-0,214	1,000	0,057	0,015	0,051	0,173	0,083	0,057	-0,384
107	100	8	0,084	1,000	-0,454	-0,441	0,223	-0,156	1,000	0,084	-0,041	0,013	0,382	0,044	0,084	-0,454
108	100	8	0,060	1,000	-0,422	-0,398	0,295	-0,204	1,000	0,060	-0,053	0,003	0,321	0,063	0,060	-0,422
109	100	8	0,020	1,000	-0,493	-0,477	0,240	-0,168	1,000	0,020	0,015	0,058	0,292	0,117	0,020	-0,493
110	100	8	0,061	1,000	-0,426	-0,408	0,278	-0,213	1,000	0,061	-0,036	-0,001	0,243	0,024	0,061	-0,426
111	100	8	0,019	1,000	-0,404	-0,387	0,219	-0,160	1,000	0,019	-0,004	0,035	0,238	0,109	0,019	-0,404
112	100	8	-0,022	1,000	-0,441	-0,430	0,179	-0,150	1,000	-0,022	-0,087	-0,027	0,418	0,031	-0,022	-0,441
113	100	8	0,029	1,000	-0,457	-0,423	0,337	-0,260	1,000	0,029	-0,014	0,030	0,213	0,013	0,029	-0,457
114	100	8	0,031	1,000	-0,406	-0,390	0,239	-0,201	1,000	0,031	-0,003	0,033	0,204	0,035	0,031	-0,406
115	100	8	0,019	1,000	-0,440	-0,420	0,267	-0,201	1,000	0,019	0,036	0,075	0,209	0,117	0,019	-0,440
116	100	8	0,050	1,000	-0,440	-0,428	0,250	-0,207	1,000	0,050	-0,078	-0,032	0,268	0,026	0,050	-0,440
117	100	8	0,034	1,000	-0,445	-0,428	0,257	-0,172	1,000	0,034	-0,044	0,001	0,354	0,065	0,034	-0,445
118	100	8	0,046	1,000	-0,479	-0,461	0,230	-0,197	1,000	0,046	-0,037	-0,005	0,233	0,035	0,046	-0,479
119	100	8	0,019	1,000	-0,414	-0,383	0,324	-0,220	1,000	0,019	-0,052	-0,018	0,205	0,020	0,019	-0,414
120	100	8	0,034	1,000	-0,438	-0,424	0,215	-0,153	1,000	0,034	-0,015	0,026	0,289	0,102	0,034	-0,438
121	100	8	0,039	1,000	-0,428	-0,415	0,228	-0,184	1,000	0,039	-0,021	0,030	0,316	0,063	0,039	-0,428
122	100	8	0,068	1,000	-0,459	-0,427	0,322	-0,235	1,000	0,068	-0,062	-0,031	0,192	0,038	0,068	-0,459
123	100	8	0,000	1,000	-0,437	-0,408	0,314	-0,251	1,000	0,000	-0,008	0,028	0,188	0,045	0,000	-0,437
124	100	8	0,050	1,000	-0,427	-0,409	0,239	-0,185	1,000	0,050	0,003	0,039	0,246	0,101	0,050	-0,427
125	100	8	0,011	1,000	-0,419	-0,408	0,217	-0,217	1,000	0,011	-0,107	-0,050	0,295	-0,021	0,011	-0,419
126	100	8	0,009	1,000	-0,446	-0,442	0,193	-0,217	1,000	0,009	-0,121	-0,059	0,382	-0,016	0,009	-0,446
127	100	8	0,021	1,000	-0,430	-0,415	0,230	-0,179	1,000	0,021	0,024	0,052	0,186	0,094	0,021	-0,430
128	100	8	0,020	1,000	-0,464	-0,445	0,252	-0,205	1,000	0,020	-0,003	0,030	0,217	0,009	0,020	-0,464
129	100	8	0,043	1,000	-0,438	-0,405	0,373	-0,224	1,000	0,043	-0,023	0,014	0,253	0,070	0,043	-0,438
130	100	8	0,052	1,000	-0,453	-0,434	0,294	-0,206	1,000	0,052	-0,097	-0,038	0,359	0,042	0,052	-0,453
131	100	8	0,037	1,000	-0,423	-0,406	0,244	-0,223	1,000	0,037	-0,084	-0,030	0,310	0,024	0,037	-0,423
132	100	8	0,060	1,000	-0,466	-0,445	0,241	-0,180	1,000	0,060	0,032	0,065	0,295	0,100	0,060	-0,466
133	100	8	0,038	1,000	-0,420	-0,391	0,307	-0,212	1,000	0,038	0,023	0,048	0,134	0,090	0,038	-0,420
134	100	8	0,017	1,000	-0,460	-0,439	0,257	-0,235	1,000	0,017	0,012	0,045	0,196	0,092	0,017	-0,460
135	100	8	0,007	1,000	-0,467	-0,443	0,290	-0,233	1,000	0,007	-0,076	-0,036	0,272	-0,022	0,007	-0,467
136	100	8	0,003	1,000	-0,441	-0,429	0,228	-0,198	1,000	0,003	-0,032	0,008	0,231	0,091	0,003	-0,441
137	100	8	0,077	1,000	-0,442	-0,424	0,285	-0,179	1,000	0,077	0,011	0,047	0,230	0,083	0,077	-0,442
138	100	8	0,043	1,000	-0,436	-0,406	0,323	-0,232	1,000	0,043	-0,034	0,003	0,240	0,040	0,043	-0,436
139	100	8	0,002	1,000	-0,403	-0,383	0,248	-0,202	1,000	0,002	-0,010	0,037	0,288	0,057	0,002	-0,403
140	100	8	0,079	1,000	-0,441	-0,419	0,271	-0,216	1,000	0,079	-0,086	-0,038	0,298	0,067	0,079	-0,441
141	100	8	0,069	1,000	-0,418	-0,402	0,263	-0,196	1,000	0,069	-0,125	-0,080	0,326	-0,072	0,069	-0,418
142	100	8	0,054	1,000	-0,449	-0,421	0,277	-0,249	1,000	0,054	0,021	0,061	0,169	0,121	0,054	-0,449
143	100	8	0,019	1,000	-0,413	-0,384	0,263	-0,167	1,000	0,019	0,048	0,078	0,172	0,081	0,019	-0,413
144	100	8	0,015	1,000	-0,457	-0,450	0,197	-0,198	1,000	0,015	-0,166	-0,096	0,420	-0,047	0,015	-0,457
145	100	8	0,028	1,000	-0,462	-0,436	0,302	-0,257	1,000	0,028	-0,057	-0,019	0,227	0,044	0,028	-0,462
146	100	8	0,023	1,000	-0,429	-0,415	0,204	-0,178	1,000	0,023	-0,053	-0,008	0,310	0,011	0,023	-0,429
147	100	8	0,015	1,000	-0,446	-0,438	0,250	-0,212	1,000	0,015	-0,141	-0,084	0,367	-0,028	0,015	-0,446
148	100	8	0,000	1,000	-0,440	-0,416	0,262	-0,230	1,000	0,000	-0,031	0,008	0,231	0,029	0,000	-0,440
149	100	8	0,047	1,000	-0,409	-0,385	0,271	-0,181	1,000	0,047	-0,013	0,029	0,268	0,049	0,047	-0,409
150	100	8	0,051	1,000	-0,422	-0,413	0,184	-0,160	1,000	0,051	-0,047	0,003	0,354	0,024	0,051	-0,422
<i>Média</i>			0,032	1,000	-0,424	-0,405	0,251	-0,196	0,979	0,032	-0,037	0,006	0,269	0,048	0,031	-0,424

Tabela 75 – Correlação dos objetivos das instâncias 100|8 do problema máquina paralela idêntica continuação.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{L_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{L_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{L_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{L_{max}}{C_{max}}$	$\frac{\sum C_j}{\sum T_j}$	$\frac{\sum C_j}{\sum E_j}$	$\frac{\sum C_j}{\sum U_j}$	$\frac{\sum C_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum T_j}{\sum E_j}$	$\frac{\sum T_j}{\sum U_j}$	$\frac{\sum T_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum E_j}{\sum U_j}$	$\frac{\sum E_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum U_j}{C_{max}}$
101	100	8	0,271	-0,054	0,082	-0,075	0,986	-0,292	0,575	-0,057	-0,130	0,556	-0,047	-0,234	0,071	-0,044
102	100	8	-0,440	0,204	-0,183	1,000	0,987	-0,329	0,534	-0,456	-0,172	0,517	-0,440	-0,233	0,204	-0,183
103	100	8	-0,428	0,237	-0,230	1,000	0,986	-0,457	0,643	-0,441	-0,301	0,620	-0,428	-0,365	0,237	-0,230
104	100	8	-0,382	0,324	-0,212	1,000	0,991	-0,386	0,607	-0,409	-0,262	0,591	-0,382	-0,310	0,324	-0,212
105	100	8	-0,461	0,150	-0,159	1,000	0,990	-0,305	0,539	-0,467	-0,167	0,518	-0,461	-0,270	0,150	-0,159
106	100	8	-0,358	0,296	-0,214	1,000	0,985	-0,517	0,624	-0,384	-0,362	0,606	-0,358	-0,365	0,296	-0,214
107	100	8	-0,441	0,223	-0,156	1,000	0,991	-0,366	0,576	-0,454	-0,235	0,561	-0,441	-0,279	0,223	-0,156
108	100	8	-0,398	0,295	-0,204	1,000	0,986	-0,458	0,596	-0,422	-0,305	0,571	-0,398	-0,363	0,295	-0,204
109	100	8	-0,477	0,240	-0,168	1,000	0,991	-0,323	0,552	-0,493	-0,191	0,533	-0,477	-0,275	0,240	-0,168
110	100	8	-0,408	0,278	-0,213	1,000	0,990	-0,438	0,642	-0,426	-0,310	0,621	-0,408	-0,377	0,278	-0,213
111	100	8	-0,387	0,219	-0,160	1,000	0,988	-0,355	0,596	-0,404	-0,209	0,580	-0,387	-0,271	0,219	-0,160
112	100	8	-0,430	0,179	-0,150	1,000	0,989	-0,311	0,544	-0,441	-0,170	0,521	-0,430	-0,282	0,179	-0,150
113	100	8	-0,423	0,337	-0,260	1,000	0,983	-0,466	0,612	-0,457	-0,293	0,592	-0,423	-0,332	0,337	-0,260
114	100	8	-0,390	0,239	-0,201	1,000	0,987	-0,454	0,632	-0,406	-0,304	0,612	-0,390	-0,351	0,239	-0,201
115	100	8	-0,420	0,267	-0,201	1,000	0,987	-0,430	0,593	-0,440	-0,279	0,573	-0,420	-0,327	0,267	-0,201
116	100	8	-0,428	0,250	-0,207	1,000	0,986	-0,495	0,621	-0,440	-0,340	0,606	-0,428	-0,338	0,250	-0,207
117	100	8	-0,428	0,257	-0,172	1,000	0,992	-0,348	0,578	-0,445	-0,229	0,568	-0,428	-0,247	0,257	-0,172
118	100	8	-0,461	0,230	-0,197	1,000	0,991	-0,279	0,540	-0,479	-0,144	0,520	-0,461	-0,259	0,230	-0,197
119	100	8	-0,383	0,324	-0,220	1,000	0,987	-0,452	0,624	-0,414	-0,300	0,609	-0,383	-0,319	0,324	-0,220
120	100	8	-0,424	0,215	-0,153	1,000	0,991	-0,324	0,570	-0,438	-0,193	0,551	-0,424	-0,282	0,215	-0,153
121	100	8	-0,415	0,228	-0,184	1,000	0,989	-0,429	0,593	-0,428	-0,289	0,575	-0,415	-0,324	0,228	-0,184
122	100	8	-0,427	0,322	-0,235	1,000	0,986	-0,399	0,610	-0,459	-0,241	0,590	-0,427	-0,306	0,322	-0,235
123	100	8	-0,408	0,314	-0,251	1,000	0,985	-0,459	0,643	-0,437	-0,298	0,621	-0,408	-0,360	0,314	-0,251
124	100	8	-0,409	0,239	-0,185	1,000	0,991	-0,335	0,580	-0,427	-0,205	0,567	-0,409	-0,244	0,239	-0,185
125	100	8	-0,408	0,217	-0,217	1,000	0,980	-0,482	0,587	-0,419	-0,300	0,568	-0,408	-0,313	0,217	-0,217
126	100	8	-0,442	0,193	-0,217	1,000	0,986	-0,447	0,598	-0,446	-0,293	0,573	-0,442	-0,356	0,193	-0,217
127	100	8	-0,415	0,230	-0,179	1,000	0,991	-0,353	0,612	-0,430	-0,222	0,593	-0,415	-0,307	0,230	-0,179
128	100	8	-0,445	0,252	-0,205	1,000	0,989	-0,347	0,589	-0,464	-0,206	0,574	-0,445	-0,257	0,252	-0,205
129	100	8	-0,405	0,373	-0,224	1,000	0,991	-0,427	0,598	-0,438	-0,299	0,587	-0,405	-0,287	0,373	-0,224
130	100	8	-0,434	0,294	-0,206	1,000	0,987	-0,498	0,629	-0,453	-0,353	0,606	-0,434	-0,393	0,294	-0,206
131	100	8	-0,406	0,244	-0,223	1,000	0,985	-0,444	0,610	-0,423	-0,282	0,594	-0,406	-0,304	0,244	-0,223
132	100	8	-0,445	0,241	-0,180	1,000	0,994	-0,175	0,530	-0,466	-0,066	0,517	-0,445	-0,178	0,241	-0,180
133	100	8	-0,391	0,307	-0,212	1,000	0,988	-0,403	0,537	-0,420	-0,255	0,515	-0,391	-0,305	0,307	-0,212
134	100	8	-0,439	0,257	-0,235	1,000	0,988	-0,366	0,597	-0,460	-0,219	0,581	-0,439	-0,272	0,257	-0,235
135	100	8	-0,443	0,290	-0,233	1,000	0,989	-0,372	0,604	-0,467	-0,231	0,584	-0,443	-0,307	0,290	-0,233
136	100	8	-0,429	0,228	-0,198	1,000	0,986	-0,441	0,616	-0,441	-0,288	0,599	-0,429	-0,315	0,228	-0,198
137	100	8	-0,424	0,285	-0,179	1,000	0,991	-0,443	0,622	-0,442	-0,318	0,596	-0,424	-0,416	0,285	-0,179
138	100	8	-0,406	0,323	-0,232	1,000	0,989	-0,377	0,603	-0,436	-0,237	0,582	-0,406	-0,317	0,323	-0,232
139	100	8	-0,383	0,248	-0,202	1,000	0,988	-0,383	0,601	-0,403	-0,238	0,580	-0,383	-0,318	0,248	-0,202
140	100	8	-0,419	0,271	-0,216	1,000	0,987	-0,416	0,587	-0,441	-0,263	0,571	-0,419	-0,293	0,271	-0,216
141	100	8	-0,402	0,263	-0,196	1,000	0,989	-0,456	0,612	-0,418	-0,321	0,593	-0,402	-0,352	0,263	-0,196
142	100	8	-0,421	0,277	-0,249	1,000	0,979	-0,437	0,591	-0,449	-0,243	0,571	-0,421	-0,293	0,277	-0,249
143	100	8	-0,384	0,263	-0,167	1,000	0,987	-0,290	0,606	-0,413	-0,133	0,584	-0,384	-0,261	0,263	-0,167
144	100	8	-0,450	0,197	-0,198	1,000	0,985	-0,433	0,577	-0,457	-0,270	0,556	-0,450	-0,311	0,197	-0,198
145	100	8	-0,436	0,302	-0,257	1,000	0,986	-0,420	0,595	-0,462	-0,264	0,576	-0,436	-0,307	0,302	-0,257
146	100	8	-0,415	0,204	-0,178	1,000	0,990	-0,330	0,585	-0,429	-0,194	0,568	-0,415	-0,267	0,204	-0,178
147	100	8	-0,438	0,250	-0,212	1,000	0,987	-0,533	0,620	-0,446	-0,392	0,601	-0,438	-0,393	0,250	-0,212
148	100	8	-0,416	0,262	-0,230	1,000	0,986	-0,373	0,595	-0,440	-0,214	0,571	-0,416	-0,310	0,262	-0,230
149	100	8	-0,385	0,271	-0,181	1,000	0,989	-0,358	0,573	-0,409	-0,217	0,553	-0,385	-0,291	0,271	-0,181
150	100	8	-0,413	0,184	-0,160	1,000	0,991	-0,345	0,619	-0,422	-0,212	0,600	-0,413	-0,298	0,184	-0,160
<i>Média</i>			-0,405	0,251	-0,196	0,979	0,988	-0,395	0,594	-0,430	-0,249	0,575	-0,411	-0,307	0,253	-0,199

Tabela 76 – Correlação dos objetivos das instâncias 100|12 do problema máquina paralela idêntica.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{T_{max}}{E_{max}}$	$\frac{T_{max}}{L_{max}}$	$\frac{T_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{T_{max}}{C_{max}}$	$\frac{E_{max}}{L_{max}}$	$\frac{E_{max}}{\sum C_j}$	$E_{max} \times \sum T_j$	$\frac{E_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{E_{max}}{C_{max}}$	$\frac{L_{max}}{\sum C_j}$
151	100	12	0,008	1,000	-0,307	-0,227	0,404	-0,222	1,000	0,008	-0,047	-0,019	0,123	0,052	0,008	-0,307
152	100	12	0,012	1,000	-0,284	-0,228	0,276	-0,177	1,000	0,012	-0,042	0,001	0,167	0,078	0,012	-0,284
153	100	12	-0,014	1,000	-0,272	-0,206	0,319	-0,227	1,000	-0,014	-0,164	-0,085	0,317	0,021	-0,014	-0,272
154	100	12	0,075	1,000	-0,244	-0,168	0,408	-0,176	1,000	0,075	-0,029	-0,012	0,086	0,009	0,075	-0,244
155	100	12	-0,010	1,000	-0,297	-0,265	0,200	-0,197	1,000	-0,010	-0,044	0,020	0,269	0,112	-0,010	-0,297
156	100	12	0,047	1,000	-0,218	-0,139	0,351	-0,165	1,000	0,047	0,031	0,056	0,064	0,116	0,047	-0,218
157	100	12	0,045	1,000	-0,292	-0,248	0,263	-0,183	1,000	0,045	-0,059	0,008	0,285	0,074	0,045	-0,292
158	100	12	0,031	1,000	-0,265	-0,198	0,346	-0,158	1,000	0,031	-0,106	-0,040	0,276	0,016	0,031	-0,265
159	100	12	0,053	1,000	-0,325	-0,275	0,280	-0,187	1,000	0,053	-0,030	0,026	0,243	0,105	0,053	-0,325
160	100	12	0,034	1,000	-0,263	-0,201	0,335	-0,197	1,000	0,034	0,034	0,064	0,101	0,113	0,034	-0,263
161	100	12	0,023	1,000	-0,226	-0,179	0,256	-0,159	1,000	0,023	-0,019	0,016	0,144	0,102	0,023	-0,226
162	100	12	-0,019	1,000	-0,268	-0,228	0,225	-0,164	1,000	-0,019	-0,089	-0,028	0,270	0,070	-0,019	-0,268
163	100	12	0,009	1,000	-0,298	-0,204	0,403	-0,162	1,000	0,009	-0,020	0,018	0,127	0,060	0,009	-0,298
164	100	12	0,058	1,000	-0,243	-0,183	0,306	-0,207	1,000	0,058	-0,017	0,015	0,118	0,073	0,058	-0,243
165	100	12	0,000	1,000	-0,265	-0,199	0,313	-0,213	1,000	0,000	0,034	0,074	0,124	0,137	0,000	-0,265
166	100	12	0,047	1,000	-0,274	-0,218	0,299	-0,181	1,000	0,047	-0,086	-0,051	0,152	0,013	0,047	-0,274
167	100	12	0,043	1,000	-0,274	-0,222	0,305	-0,156	1,000	0,043	0,017	0,064	0,197	0,126	0,043	-0,274
168	100	12	0,052	1,000	-0,308	-0,248	0,300	-0,213	1,000	0,052	-0,035	0,011	0,191	0,056	0,052	-0,308
169	100	12	0,039	1,000	-0,256	-0,177	0,392	-0,162	1,000	0,039	0,015	0,043	0,097	0,086	0,039	-0,256
170	100	12	0,041	1,000	-0,266	-0,217	0,265	-0,192	1,000	0,041	-0,022	0,021	0,182	0,073	0,041	-0,266
171	100	12	0,008	1,000	-0,253	-0,201	0,273	-0,190	1,000	0,008	0,003	0,054	0,182	0,129	0,008	-0,253
172	100	12	0,088	1,000	-0,299	-0,214	0,385	-0,194	1,000	0,088	-0,100	-0,063	0,157	0,006	0,088	-0,299
173	100	12	0,025	1,000	-0,281	-0,197	0,384	-0,179	1,000	0,025	0,021	0,048	0,081	0,098	0,025	-0,281
174	100	12	0,052	1,000	-0,260	-0,211	0,275	-0,160	1,000	0,052	-0,012	0,018	0,128	0,088	0,052	-0,260
175	100	12	-0,002	1,000	-0,255	-0,201	0,267	-0,166	1,000	-0,002	-0,054	0,013	0,224	0,097	-0,002	-0,255
176	100	12	0,001	1,000	-0,273	-0,224	0,257	-0,207	1,000	0,001	-0,126	-0,055	0,280	0,027	0,001	-0,273
177	100	12	0,022	1,000	-0,256	-0,205	0,288	-0,189	1,000	0,022	0,060	0,082	0,068	0,155	0,022	-0,256
178	100	12	0,044	1,000	-0,288	-0,223	0,328	-0,249	1,000	0,044	-0,022	0,020	0,166	0,065	0,044	-0,288
179	100	12	0,021	1,000	-0,274	-0,192	0,425	-0,207	1,000	0,021	-0,059	-0,020	0,178	0,067	0,021	-0,274
180	100	12	0,037	1,000	-0,295	-0,232	0,339	-0,202	1,000	0,037	-0,092	-0,033	0,237	0,082	0,037	-0,295
181	100	12	0,040	1,000	-0,253	-0,195	0,290	-0,173	1,000	0,040	-0,100	-0,044	0,223	0,037	0,040	-0,253
182	100	12	0,038	1,000	-0,293	-0,240	0,310	-0,176	1,000	0,038	0,074	0,108	0,171	0,149	0,038	-0,293
183	100	12	0,038	1,000	-0,257	-0,181	0,361	-0,181	1,000	0,038	0,021	0,038	0,056	0,088	0,038	-0,257
184	100	12	0,025	1,000	-0,287	-0,212	0,356	-0,248	1,000	0,025	0,041	0,072	0,100	0,114	0,025	-0,287
185	100	12	0,021	1,000	-0,298	-0,229	0,350	-0,190	1,000	0,021	-0,084	-0,040	0,191	0,012	0,021	-0,298
186	100	12	0,010	1,000	-0,274	-0,218	0,292	-0,193	1,000	0,010	-0,060	-0,015	0,170	0,080	0,010	-0,274
187	100	12	0,040	1,000	-0,283	-0,227	0,327	-0,187	1,000	0,040	0,021	0,056	0,133	0,099	0,040	-0,283
188	100	12	0,067	1,000	-0,275	-0,192	0,403	-0,212	1,000	0,067	0,001	0,048	0,176	0,100	0,067	-0,275
189	100	12	0,004	1,000	-0,230	-0,166	0,324	-0,186	1,000	0,004	0,014	0,074	0,228	0,133	0,004	-0,230
190	100	12	0,040	1,000	-0,275	-0,212	0,317	-0,183	1,000	0,040	-0,045	0,010	0,211	0,099	0,040	-0,275
191	100	12	0,073	1,000	-0,249	-0,192	0,308	-0,219	1,000	0,073	-0,140	-0,086	0,254	-0,054	0,073	-0,249
192	100	12	0,040	1,000	-0,290	-0,208	0,338	-0,163	1,000	0,040	0,062	0,095	0,073	0,132	0,040	-0,290
193	100	12	0,015	1,000	-0,248	-0,186	0,302	-0,138	1,000	0,015	0,136	0,154	0,034	0,161	0,015	-0,248
194	100	12	0,018	1,000	-0,277	-0,225	0,264	-0,229	1,000	0,018	-0,175	-0,082	0,357	0,028	0,018	-0,277
195	100	12	0,013	1,000	-0,289	-0,207	0,377	-0,197	1,000	0,013	-0,032	0,012	0,161	0,096	0,013	-0,289
196	100	12	0,013	1,000	-0,270	-0,225	0,272	-0,181	1,000	0,013	0,034	0,067	0,127	0,113	0,013	-0,270
197	100	12	0,028	1,000	-0,290	-0,237	0,307	-0,181	1,000	0,028	-0,157	-0,098	0,265	0,016	0,028	-0,290
198	100	12	-0,030	1,000	-0,267	-0,191	0,341	-0,205	1,000	-0,030	-0,066	-0,039	0,113	-0,035	-0,030	-0,267
199	100	12	0,025	1,000	-0,236	-0,168	0,336	-0,174	1,000	0,025	0,044	0,074	0,104	0,164	0,025	-0,236
200	100	12	0,035	1,000	-0,250	-0,208	0,253	-0,183	1,000	0,035	-0,052	0,003	0,237	0,091	0,035	-0,250
<i>Média</i>			0,028	1,000	-0,271	-0,209	0,318	-0,189	1,000	0,028	-0,031	0,013	0,172	0,079	0,028	-0,271

Tabela 77 – Correlação dos objetivos das instâncias 100|12 do problema máquina paralela idêntica continuação.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{L_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{L_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{L_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{L_{max}}{C_{max}}$	$\frac{\sum C_j}{\sum T_j}$	$\frac{\sum C_j}{\sum E_j}$	$\frac{\sum C_j}{\sum U_j}$	$\frac{\sum C_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum T_j}{\sum E_j}$	$\frac{\sum T_j}{\sum U_j}$	$\frac{\sum T_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum E_j}{\sum U_j}$	$\frac{\sum E_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum U_j}{C_{max}}$
151	100	12	-0,227	0,404	-0,222	1,000	0,972	-0,439	0,663	-0,307	-0,214	0,671	-0,227	-0,189	0,404	-0,222
152	100	12	-0,228	0,276	-0,177	1,000	0,967	-0,373	0,632	-0,284	-0,126	0,652	-0,228	-0,087	0,276	-0,177
153	100	12	-0,206	0,319	-0,227	1,000	0,963	-0,511	0,643	-0,272	-0,261	0,663	-0,206	-0,187	0,319	-0,227
154	100	12	-0,168	0,408	-0,176	1,000	0,978	-0,413	0,646	-0,244	-0,214	0,661	-0,168	-0,139	0,408	-0,176
155	100	12	-0,265	0,200	-0,197	1,000	0,972	-0,352	0,636	-0,297	-0,123	0,648	-0,265	-0,105	0,200	-0,197
156	100	12	-0,139	0,351	-0,165	1,000	0,966	-0,573	0,642	-0,218	-0,341	0,678	-0,139	-0,186	0,351	-0,165
157	100	12	-0,248	0,263	-0,183	1,000	0,974	-0,395	0,629	-0,292	-0,175	0,634	-0,248	-0,163	0,263	-0,183
158	100	12	-0,198	0,346	-0,158	1,000	0,970	-0,504	0,641	-0,265	-0,280	0,662	-0,198	-0,177	0,346	-0,158
159	100	12	-0,275	0,280	-0,187	1,000	0,974	-0,330	0,638	-0,325	-0,108	0,642	-0,275	-0,125	0,280	-0,187
160	100	12	-0,201	0,335	-0,197	1,000	0,973	-0,488	0,674	-0,263	-0,275	0,688	-0,201	-0,208	0,335	-0,197
161	100	12	-0,179	0,256	-0,159	1,000	0,972	-0,423	0,640	-0,226	-0,200	0,655	-0,179	-0,145	0,256	-0,159
162	100	12	-0,228	0,225	-0,164	1,000	0,973	-0,323	0,611	-0,268	-0,098	0,621	-0,228	-0,089	0,225	-0,164
163	100	12	-0,204	0,403	-0,162	1,000	0,960	-0,501	0,607	-0,298	-0,239	0,648	-0,204	-0,101	0,403	-0,162
164	100	12	-0,183	0,306	-0,207	1,000	0,968	-0,519	0,624	-0,243	-0,289	0,647	-0,183	-0,176	0,306	-0,207
165	100	12	-0,199	0,313	-0,213	1,000	0,965	-0,466	0,636	-0,265	-0,218	0,660	-0,199	-0,141	0,313	-0,213
166	100	12	-0,218	0,299	-0,181	1,000	0,965	-0,547	0,617	-0,274	-0,309	0,647	-0,218	-0,174	0,299	-0,181
167	100	12	-0,222	0,305	-0,156	1,000	0,977	-0,396	0,659	-0,274	-0,192	0,662	-0,222	-0,185	0,305	-0,156
168	100	12	-0,248	0,300	-0,213	1,000	0,971	-0,310	0,651	-0,308	-0,074	0,650	-0,248	-0,131	0,300	-0,213
169	100	12	-0,177	0,392	-0,162	1,000	0,971	-0,517	0,649	-0,256	-0,298	0,685	-0,177	-0,139	0,392	-0,162
170	100	12	-0,217	0,265	-0,192	1,000	0,974	-0,344	0,665	-0,266	-0,122	0,664	-0,217	-0,161	0,265	-0,192
171	100	12	-0,201	0,273	-0,190	1,000	0,968	-0,451	0,646	-0,253	-0,214	0,653	-0,201	-0,191	0,273	-0,190
172	100	12	-0,214	0,385	-0,194	1,000	0,965	-0,443	0,616	-0,299	-0,193	0,641	-0,214	-0,115	0,385	-0,194
173	100	12	-0,197	0,384	-0,179	1,000	0,964	-0,506	0,642	-0,281	-0,260	0,679	-0,197	-0,129	0,384	-0,179
174	100	12	-0,211	0,275	-0,160	1,000	0,974	-0,404	0,661	-0,260	-0,188	0,669	-0,211	-0,165	0,275	-0,160
175	100	12	-0,201	0,267	-0,166	1,000	0,960	-0,521	0,561	-0,255	-0,261	0,616	-0,201	-0,056	0,267	-0,166
176	100	12	-0,224	0,257	-0,207	1,000	0,964	-0,463	0,607	-0,273	-0,210	0,633	-0,224	-0,121	0,257	-0,207
177	100	12	-0,205	0,288	-0,189	1,000	0,974	-0,415	0,672	-0,256	-0,200	0,667	-0,205	-0,231	0,288	-0,189
178	100	12	-0,223	0,328	-0,249	1,000	0,970	-0,398	0,651	-0,288	-0,163	0,661	-0,223	-0,147	0,328	-0,249
179	100	12	-0,192	0,425	-0,207	1,000	0,975	-0,455	0,661	-0,274	-0,246	0,678	-0,192	-0,164	0,425	-0,207
180	100	12	-0,232	0,339	-0,202	1,000	0,967	-0,547	0,645	-0,295	-0,317	0,658	-0,232	-0,242	0,339	-0,202
181	100	12	-0,195	0,290	-0,173	1,000	0,965	-0,500	0,597	-0,253	-0,255	0,629	-0,195	-0,123	0,290	-0,173
182	100	12	-0,240	0,310	-0,176	1,000	0,983	-0,187	0,653	-0,293	-0,003	0,655	-0,240	-0,056	0,310	-0,176
183	100	12	-0,181	0,361	-0,181	1,000	0,969	-0,425	0,634	-0,257	-0,190	0,655	-0,181	-0,122	0,361	-0,181
184	100	12	-0,212	0,356	-0,248	1,000	0,968	-0,421	0,644	-0,287	-0,179	0,659	-0,212	-0,142	0,356	-0,248
185	100	12	-0,229	0,350	-0,190	1,000	0,971	-0,401	0,645	-0,298	-0,171	0,654	-0,229	-0,154	0,350	-0,190
186	100	12	-0,218	0,292	-0,193	1,000	0,965	-0,515	0,598	-0,274	-0,273	0,631	-0,218	-0,131	0,292	-0,193
187	100	12	-0,227	0,327	-0,187	1,000	0,975	-0,472	0,662	-0,283	-0,264	0,663	-0,227	-0,242	0,327	-0,187
188	100	12	-0,192	0,403	-0,212	1,000	0,971	-0,420	0,676	-0,275	-0,192	0,681	-0,192	-0,192	0,403	-0,212
189	100	12	-0,166	0,324	-0,186	1,000	0,972	-0,436	0,642	-0,230	-0,214	0,666	-0,166	-0,118	0,324	-0,186
190	100	12	-0,212	0,317	-0,183	1,000	0,968	-0,464	0,610	-0,275	-0,226	0,639	-0,212	-0,110	0,317	-0,183
191	100	12	-0,192	0,308	-0,219	1,000	0,972	-0,495	0,656	-0,249	-0,276	0,661	-0,192	-0,240	0,308	-0,219
192	100	12	-0,208	0,338	-0,163	1,000	0,953	-0,485	0,562	-0,290	-0,198	0,632	-0,208	0,006	0,338	-0,163
193	100	12	-0,186	0,302	-0,138	1,000	0,970	-0,385	0,699	-0,248	-0,150	0,710	-0,186	-0,147	0,302	-0,138
194	100	12	-0,225	0,264	-0,229	1,000	0,961	-0,480	0,620	-0,277	-0,219	0,651	-0,225	-0,123	0,264	-0,229
195	100	12	-0,207	0,377	-0,197	1,000	0,965	-0,455	0,635	-0,289	-0,205	0,662	-0,207	-0,122	0,377	-0,197
196	100	12	-0,225	0,272	-0,181	1,000	0,976	-0,412	0,634	-0,270	-0,204	0,645	-0,225	-0,150	0,272	-0,181
197	100	12	-0,237	0,307	-0,181	1,000	0,968	-0,563	0,605	-0,290	-0,338	0,635	-0,237	-0,177	0,307	-0,181
198	100	12	-0,191	0,341	-0,205	1,000	0,964	-0,441	0,640	-0,267	-0,187	0,659	-0,191	-0,141	0,341	-0,205
199	100	12	-0,168	0,336	-0,174	1,000	0,973	-0,400	0,652	-0,236	-0,177	0,660	-0,168	-0,156	0,336	-0,174
200	100	12	-0,208	0,253	-0,183	1,000	0,975	-0,427	0,650	-0,250	-0,214	0,661	-0,208	-0,165	0,253	-0,183
<i>Média</i>			-0,209	0,318	-0,189	1,000	0,969	-0,442	0,638	-0,271	-0,211	0,656	-0,209	-0,147	0,318	-0,189

A.3 MÁQUINAS PARALELAS IDÊNTICAS COM RELEASE

Tabela 78 – Correlação dos objetivos das instâncias 50|8 do problema Máquina Paralela Idêntica com *Release Time*.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	T_{max} E_{max}	T_{max} L_{max}	T_{max} $\sum C_j$	T_{max} $\sum T_j$	T_{max} $\sum E_j$	T_{max} $\sum U_j$	T_{max} C_{max}	T_{max} $\sum c_j C_j$	T_{max} $\sum w_j T_j$	T_{max} $\sum h_j E_j$	E_{max} L_{max}	E_{max} $\sum C_j$	E_{max} $\sum T_j$	E_{max} $\sum E_j$	E_{max} $\sum U_j$	E_{max} C_{max}	E_{max} $\sum c_j C_j$	E_{max} $\sum w_j T_j$	E_{max} $\sum h_j E_j$
1	50	8	0,015	1,000	0,015	0,029	0,056	-0,088	0,385	-0,063	0,010	0,040	0,015	-0,192	-0,083	0,537	-0,216	-0,034	-0,118	-0,077	0,485
2	50	8	0,001	1,000	0,142	0,154	0,023	-0,024	0,271	0,170	0,104	0,034	0,001	-0,151	-0,032	0,607	-0,271	-0,016	-0,133	-0,094	0,600
3	50	8	0,006	1,000	0,030	0,036	0,017	-0,026	0,285	0,059	0,108	0,025	0,006	-0,188	-0,063	0,594	-0,192	0,048	-0,219	0,025	0,431
4	50	8	0,048	1,000	0,125	0,147	0,031	-0,048	0,182	0,060	0,087	0,010	0,048	-0,171	-0,045	0,546	-0,192	0,040	-0,095	-0,022	0,528
5	50	8	0,013	1,000	0,029	0,034	0,012	-0,002	0,250	0,072	0,054	-0,011	0,013	-0,189	-0,056	0,550	-0,199	0,047	-0,131	0,054	0,564
6	50	8	0,002	1,000	0,140	0,165	0,060	-0,067	0,024	0,131	0,139	0,062	0,002	-0,190	-0,074	0,488	-0,155	0,034	-0,178	-0,081	0,548
7	50	8	0,021	1,000	0,057	0,074	0,060	-0,060	0,260	0,025	-0,002	0,033	0,021	-0,187	-0,074	0,570	-0,243	0,011	-0,237	-0,059	0,455
8	50	8	0,025	1,000	0,084	0,101	0,044	-0,018	0,270	0,087	-0,017	0,059	0,025	-0,233	-0,096	0,641	-0,265	-0,004	-0,097	-0,059	0,379
9	50	8	0,061	1,000	0,073	0,090	0,040	-0,029	0,285	-0,006	0,146	0,039	0,061	-0,209	-0,059	0,633	-0,266	0,027	-0,206	0,005	0,577
10	50	8	-0,001	1,000	0,078	0,094	0,043	-0,069	0,208	0,102	0,077	0,045	-0,001	-0,239	-0,115	0,629	-0,255	-0,005	-0,146	-0,066	0,535
11	50	8	0,015	1,000	0,031	0,050	0,067	-0,059	0,250	0,058	0,068	0,062	0,015	-0,185	-0,062	0,554	-0,171	0,025	-0,039	-0,023	0,436
12	50	8	0,020	1,000	0,053	0,072	0,034	-0,022	0,326	0,073	0,085	0,045	0,020	-0,266	-0,146	0,485	-0,232	-0,016	-0,219	-0,121	0,540
13	50	8	0,022	1,000	0,066	0,083	0,026	-0,033	0,408	0,071	0,097	0,052	0,022	-0,232	-0,106	0,509	-0,198	0,033	-0,133	-0,083	0,380
14	50	8	0,063	1,000	0,156	0,183	0,068	-0,096	0,003	0,171	0,241	0,061	0,063	-0,220	-0,088	0,609	-0,274	0,010	-0,096	-0,030	0,509
15	50	8	0,020	1,000	0,090	0,118	0,052	-0,063	0,200	0,058	0,107	0,087	0,020	-0,275	-0,131	0,578	-0,204	0,018	-0,168	-0,116	0,355
16	50	8	-0,005	1,000	0,031	0,045	0,060	-0,080	0,141	-0,031	0,025	-0,001	-0,005	-0,093	0,003	0,482	-0,113	0,016	-0,129	0,025	0,624
17	50	8	0,001	1,000	0,000	0,011	0,050	-0,101	0,108	-0,089	-0,023	0,037	0,001	-0,224	-0,107	0,595	-0,215	0,002	-0,259	-0,101	0,583
18	50	8	0,006	1,000	0,072	0,078	-0,004	-0,035	0,344	0,046	0,107	-0,014	0,006	-0,222	-0,112	0,596	-0,264	0,012	-0,117	-0,088	0,499
19	50	8	-0,023	1,000	0,027	0,040	0,034	-0,027	0,420	-0,023	0,109	0,033	-0,023	-0,191	-0,061	0,540	-0,225	-0,019	-0,198	-0,090	0,304
20	50	8	-0,012	1,000	0,168	0,191	0,053	-0,028	-0,007	0,093	0,145	0,046	-0,012	-0,201	-0,095	0,520	-0,191	0,023	-0,096	-0,052	0,511
21	50	8	-0,001	1,000	0,074	0,085	0,029	-0,064	0,341	0,089	0,115	0,031	-0,001	-0,222	-0,100	0,597	-0,271	-0,033	-0,169	-0,075	0,451
22	50	8	0,005	1,000	0,067	0,084	0,015	-0,030	0,100	0,046	0,035	0,010	0,005	-0,278	-0,118	0,552	-0,184	-0,031	-0,109	-0,126	0,545
23	50	8	-0,014	1,000	0,081	0,091	0,023	-0,062	0,195	0,043	0,092	0,038	-0,014	-0,226	-0,087	0,676	-0,286	0,004	-0,101	-0,024	0,553
24	50	8	0,046	1,000	0,025	0,040	0,051	-0,072	0,442	0,137	0,035	0,047	0,046	-0,188	-0,053	0,549	-0,211	0,036	-0,179	-0,083	0,480
25	50	8	0,012	1,000	0,117	0,142	0,055	-0,094	0,018	0,187	0,022	0,045	0,012	-0,156	-0,045	0,497	-0,160	-0,030	-0,149	-0,067	0,432
26	50	8	-0,061	1,000	-0,017	-0,016	0,014	-0,101	0,473	-0,018	0,027	-0,007	-0,061	-0,205	-0,080	0,561	-0,178	-0,041	-0,137	-0,125	0,571
27	50	8	0,021	1,000	0,188	0,217	0,071	-0,059	0,102	0,189	0,050	0,048	0,021	-0,129	-0,023	0,464	-0,065	-0,005	-0,088	0,041	0,278
28	50	8	0,037	1,000	0,135	0,146	0,007	-0,003	0,192	0,088	0,053	0,022	0,037	-0,173	-0,046	0,580	-0,249	-0,029	-0,210	-0,055	0,548
29	50	8	0,012	1,000	0,090	0,102	0,014	-0,045	0,113	0,037	0,107	0,015	0,012	-0,203	-0,062	0,562	-0,174	0,040	-0,199	-0,040	0,350
30	50	8	0,014	1,000	0,090	0,112	0,039	-0,094	0,106	0,048	0,025	0,051	0,014	-0,303	-0,152	0,634	-0,244	0,032	-0,182	-0,110	0,466
31	50	8	-0,035	1,000	0,131	0,151	0,018	-0,044	0,328	0,106	0,122	0,006	-0,035	-0,238	-0,097	0,539	-0,177	-0,003	-0,066	-0,030	0,351
32	50	8	-0,014	1,000	0,146	0,158	0,017	-0,027	0,012	0,160	0,054	0,025	-0,014	-0,159	-0,035	0,571	-0,192	-0,006	-0,047	0,036	0,534
33	50	8	0,017	1,000	0,136	0,155	0,044	-0,035	0,049	0,148	0,148	0,042	0,017	-0,169	-0,083	0,429	-0,146	-0,011	-0,045	-0,055	0,145
34	50	8	0,010	1,000	0,074	0,079	-0,013	-0,003	0,151	0,075	0,059	-0,007	0,010	-0,286	-0,167	0,530	-0,285	-0,017	-0,181	-0,084	0,524
35	50	8	0,027	1,000	0,154	0,178	0,046	-0,068	-0,084	0,162	0,160	0,024	0,027	-0,085	0,029	0,458	-0,119	0,030	-0,048	-0,022	0,328
36	50	8	0,014	1,000	0,075	0,091	0,036	-0,034	0,134	0,005	0,104	0,005	0,014	-0,153	-0,026	0,518	-0,115	0,012	-0,180	-0,039	0,269
37	50	8	0,004	1,000	0,055	0,062	0,020	-0,030	0,324	0,009	0,054	0,024	0,004	-0,229	-0,128	0,611	-0,266	-0,015	-0,216	-0,150	0,521
38	50	8	-0,028	1,000	0,063	0,084	0,060	-0,073	0,129	0,125	-0,020	0,081	-0,028	-0,238	-0,105	0,558	-0,221	-0,031	-0,221	-0,117	0,123
39	50	8	-0,005	1,000	0,194	0,218	0,065	-0,069	0,084	0,179	0,102	0,058	-0,005	-0,201	-0,082	0,542	-0,160	-0,015	-0,047	-0,059	0,455
40	50	8	0,005	1,000	0,046	0,055	0,028	-0,063	0,231	0,099	0,104	0,033	0,005	-0,175	-0,078	0,518	-0,137	0,048	-0,093	-0,022	0,232
41	50	8	-0,007	1,000	0,040	0,053	0,051	-0,050	0,232	-0,079	0,010	0,044	-0,007	-0,213	-0,065	0,681	-0,252	-0,001	-0,145	-0,028	0,527
42	50	8	0,022	1,000	0,092	0,107	0,040	-0,081	0,047	0,114	0,099	0,034	0,022	-0,224	-0,115	0,573	-0,256	-0,032	-0,226	-0,108	0,485
43	50	8	0,035	1,000	0,018	0,031	0,055	-0,103	0,321	0,021	-0,054	0,075	0,035	-0,167	-0,044	0,590	-0,217	0,007	-0,071	-0,035	0,542
44	50	8	-0,010	1,000	0,062	0,081	0,070	-0,096	0,323	0,027	0,141	0,030	-0,010	-0,204	-0,078	0,606	-0,161	-0,061	-0,224	-0,122	0,468
45	50	8	0,015	1,000	0,144	0,165	0,015	0,008	0,297	0,137	0,162	-0,010	0,015	-0,161	-0,054	0,455	-0,172	-0,039	-0,188	-0,051	0,224
46	50	8	0,042	1,000	0,130	0,158	0,081	-0,054	0,140	0,113	0,192	0,065	0,042	-0,143	-0,016	0,535	-0,182	-0,023	-0,002	-0,024	0,441
47	50	8	-0,037	1,000	0,056	0,062	0,011	-0,047	0,266	0,042	0,119	0,045	-0,037	-0,206	-0,086	0,580	-0,223	-0,046	-0,152	0,014	0,298
48	50	8	-0,016	1,000	0,055	0,068	0,026	-0,062	0,153	-0,039	0,071	0,021	-0,016	-0,215	-0,088	0,547	-0,158	0,010	-0,122	0,346	0,298
49	50	8	-0,022	1,000	0,060	0,068	0,017	-0,063	0,338	0,028	0,097	0,040	-0,022	-0,220	-0,095	0,615	-0,253	0,014	-0,258	-0,056	0,529
50	50	8	-0,007	1,000	0,084	0,089	0,000	-0,035	0,192	0,040	0,081	-0,010	-0,007	-0,124	-0,010	0,583	-0,180	0,026	-0,093	-0,025	0,549
<i>Média</i>			0,008	1,000	0,083	0,098	0,037	-0,053	0,207	0,068	0,081	0,033	0,008	-0,199	-0,075	0,559	-0,205	0,001	-0,145	-0,056	0,448

Tabela 79 – Correlação dos objetivos das instâncias 50|8 do problema Máquina Paralela Idêntica com *Release Time* continuação 1.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	L_{max} $\sum C_j$	L_{max} $\sum T_j$	L_{max} $\sum E_j$	L_{max} $\sum U_j$	L_{max} C_{max}	L_{max} $\sum c_j C_j$	L_{max} $\sum w_j T_j$	L_{max} $\sum h_j E_j$	$\sum C_j$ $\sum T_j$	$\sum C_j$ $\sum E_j$	$\sum C_j$ $\sum U_j$	$\sum C_j$ C_{max}	$\sum C_j$ $\sum c_j C_j$	$\sum C_j$ $\sum w_j T_j$	$\sum C_j$ $\sum h_j E_j$	$\sum T_j$ $\sum E_j$	$\sum T_j$ $\sum U_j$	$\sum T_j$ C_{max}	$\sum T_j$ $\sum c_j C_j$
1	50	8	0,015	0,029	0,056	-0,088	0,385	-0,063	0,010	0,040	0,978	-0,430	0,521	-0,025	0,676	0,674	-0,390	-0,233	0,398	-0,021	0,651
2	50	8	0,142	0,154	0,023	-0,024	0,271	0,170	0,104	0,034	0,981	-0,336	0,424	-0,049	0,649	0,674	-0,315	-0,144	0,295	-0,047	0,644
3	50	8	0,030	0,036	0,017	-0,026	0,285	0,059	0,108	0,025	0,977	-0,451	0,489	-0,010	0,738	0,667	-0,401	-0,252	0,372	-0,009	0,709
4	50	8	0,125	0,147	0,031	-0,048	0,182	0,060	0,087	0,010	0,974	-0,533	0,581	0,023	0,815	0,698	-0,434	-0,328	0,457	0,027	0,804
5	50	8	0,029	0,034	0,012	-0,002	0,250	0,072	0,054	-0,011	0,970	-0,414	0,494	-0,040	0,680	0,614	-0,388	-0,178	0,350	-0,042	0,675
6	50	8	0,140	0,165	0,060	-0,067	0,024	0,131	0,139	0,062	0,970	-0,363	0,516	0,010	0,634	0,775	-0,245	-0,124	0,383	0,016	0,601
7	50	8	0,057	0,074	0,060	-0,060	0,260	0,025	-0,002	0,033	0,979	-0,409	0,476	-0,047	0,724	0,774	-0,301	-0,217	0,342	-0,048	0,708
8	50	8	0,084	0,101	0,044	-0,018	0,270	0,087	-0,017	0,059	0,976	-0,431	0,443	-0,003	0,523	0,627	-0,277	-0,222	0,310	0,004	0,511
9	50	8	0,073	0,090	0,040	-0,029	0,285	-0,006	0,146	0,039	0,971	-0,438	0,490	-0,017	0,671	0,577	-0,359	-0,210	0,348	-0,020	0,647
10	50	8	0,078	0,094	0,043	-0,069	0,208	0,102	0,077	0,045	0,979	-0,442	0,500	0,011	0,614	0,722	-0,360	-0,249	0,379	0,018	0,606
11	50	8	0,031	0,050	0,067	-0,059	0,250	0,058	0,068	0,062	0,975	-0,468	0,566	-0,082	0,718	0,799	-0,231	-0,260	0,449	-0,078	0,725
12	50	8	0,053	0,072	0,034	-0,022	0,326	0,073	0,085	0,045	0,963	-0,589	0,646	-0,080	0,729	0,653	-0,449	-0,348	0,494	-0,096	0,721
13	50	8	0,066	0,083	0,026	-0,033	0,408	0,071	0,097	0,052	0,966	-0,561	0,629	-0,067	0,842	0,806	-0,443	-0,328	0,498	-0,066	0,852
14	50	8	0,156	0,183	0,068	-0,096	0,003	0,171	0,241	0,061	0,975	-0,391	0,406	-0,085	0,729	0,719	-0,408	-0,176	0,274	-0,088	0,725
15	50	8	0,090	0,118	0,052	-0,063	0,200	0,058	0,107	0,087	0,964	-0,519	0,551	-0,061	0,773	0,585	-0,321	-0,275	0,425	-0,055	0,738
16	50	8	0,031	0,045	0,060	-0,080	0,141	-0,031	0,025	-0,001	0,981	-0,383	0,542	-0,039	0,819	0,695	-0,309	-0,194	0,433	-0,041	0,794
17	50	8	0,000	0,011	0,050	-0,101	0,108	-0,089	-0,023	0,037	0,979	-0,472	0,567	-0,042	0,722	0,687	-0,376	-0,285	0,467	-0,045	0,690
18	50	8	0,072	0,078	-0,004	-0,035	0,344	0,046	0,107	-0,014	0,982	-0,515	0,506	-0,011	0,796	0,743	-0,421	-0,344	0,388	-0,006	0,795
19	50	8	0,027	0,040	0,036	-0,027	0,420	-0,023	0,109	0,033	0,970	-0,502	0,560	-0,007	0,775	0,656	-0,353	-0,278	0,414	-0,007	0,720
20	50	8	0,168	0,191	0,053	-0,028	-0,007	0,093	0,145	0,046	0,977	-0,376	0,491	0,011	0,639	0,639	-0,255	-0,171	0,370	0,019	0,626
21	50	8	0,074	0,085	0,029	-0,064	0,341	0,089	0,115	0,031	0,977	-0,380	0,395	0,021	0,662	0,697	-0,237	-0,175	0,266	0,010	0,636
22	50	8	0,067	0,084	0,015	-0,030	0,100	0,046	0,035	0,010	0,952	-0,571	0,528	-0,091	0,728	0,575	-0,506	-0,291	0,371	-0,108	0,738
23	50	8	0,081	0,091	0,023	-0,062	0,195	0,043	0,092	0,038	0,978	-0,344	0,456	0,088	0,638	0,741	-0,260	-0,140	0,335	0,086	0,632
24	50	8	0,025	0,040	0,051	-0,072	0,442	0,137	0,035	0,047	0,968	-0,405	0,485	-0,046	0,552	0,591	-0,359	-0,165	0,331	-0,040	0,533
25	50	8	0,117	0,142	0,055	-0,094	0,018	0,187	0,022	0,045	0,975	-0,481	0,532	-0,013	0,701	0,704	-0,448	-0,273	0,406	-0,013	0,682
26	50	8	-0,017	-0,016	0,014	-0,101	0,473	-0,018	0,027	-0,007	0,974	-0,495	0,587	-0,079	0,750	0,659	-0,420	-0,286	0,473	-0,085	0,733
27	50	8	0,188	0,217	0,071	-0,059	0,102	0,189	0,050	0,048	0,974	-0,360	0,421	-0,008	0,600	0,588	-0,259	-0,137	0,309	-0,002	0,590
28	50	8	0,135	0,146	0,007	-0,003	0,192	0,088	0,053	0,022	0,976	-0,407	0,518	-0,035	0,673	0,670	-0,308	-0,197	0,386	-0,036	0,616
29	50	8	0,090	0,102	0,014	-0,045	0,113	0,037	0,107	0,015	0,967	-0,420	0,479	-0,052	0,669	0,604	-0,265	-0,175	0,349	-0,048	0,639
30	50	8	0,090	0,112	0,039	-0,094	0,106	0,048	0,025	0,051	0,967	-0,497	0,468	-0,020	0,670	0,674	-0,444	-0,260	0,317	-0,014	0,661
31	50	8	0,131	0,151	0,018	-0,044	0,328	0,106	0,122	0,006	0,962	-0,477	0,537	-0,053	0,775	0,631	-0,363	-0,219	0,377	-0,048	0,746
32	50	8	0,146	0,158	0,017	-0,027	0,012	0,160	0,054	0,025	0,976	-0,344	0,369	-0,090	0,636	0,603	-0,283	-0,131	0,241	-0,099	0,657
33	50	8	0,136	0,155	0,044	-0,035	0,049	0,148	0,148	0,042	0,978	-0,411	0,471	-0,016	0,605	0,826	-0,338	-0,212	0,342	-0,018	0,609
34	50	8	0,074	0,079	-0,013	-0,003	0,151	0,075	0,059	-0,007	0,969	-0,509	0,570	-0,034	0,679	0,704	-0,433	-0,280	0,418	-0,038	0,676
35	50	8	0,154	0,178	0,046	-0,068	-0,084	0,162	0,160	0,024	0,971	-0,414	0,445	-0,040	0,656	0,721	-0,373	-0,185	0,315	-0,044	0,667
36	50	8	0,075	0,091	0,036	-0,034	0,134	0,005	0,104	0,005	0,970	-0,447	0,482	0,005	0,641	0,758	-0,309	-0,214	0,343	0,000	0,568
37	50	8	0,055	0,062	0,020	-0,030	0,324	0,009	0,054	0,024	0,985	-0,432	0,474	-0,003	0,735	0,697	-0,403	-0,271	0,357	-0,002	0,708
38	50	8	0,063	0,084	0,060	-0,073	0,129	0,125	-0,020	0,081	0,969	-0,395	0,469	-0,037	0,660	0,597	-0,230	-0,154	0,311	-0,044	0,656
39	50	8	0,194	0,218	0,065	-0,069	0,084	0,179	0,102	0,058	0,975	-0,299	0,456	-0,045	0,719	0,680	-0,100	-0,077	0,347	-0,047	0,712
40	50	8	0,046	0,055	0,028	-0,063	0,231	0,099	0,104	0,033	0,982	-0,441	0,517	-0,119	0,581	0,666	-0,339	-0,261	0,413	-0,116	0,592
41	50	8	0,040	0,053	0,051	-0,050	0,232	-0,079	0,010	0,044	0,975	-0,287	0,379	-0,063	0,358	0,701	-0,193	-0,068	0,254	-0,058	0,326
42	50	8	0,092	0,107	0,040	-0,081	0,047	0,114	0,099	0,034	0,980	-0,410	0,452	-0,046	0,724	0,715	-0,362	-0,221	0,336	-0,051	0,700
43	50	8	0,018	0,031	0,055	-0,103	0,321	0,021	-0,054	0,075	0,977	-0,350	0,453	-0,080	0,683	0,771	-0,296	-0,145	0,322	-0,090	0,664
44	50	8	0,062	0,081	0,070	-0,096	0,323	0,027	0,141	0,030	0,977	-0,347	0,471	-0,018	0,695	0,781	-0,328	-0,139	0,364	-0,018	0,664
45	50	8	0,144	0,165	0,015	0,008	0,297	0,137	0,162	-0,010	0,972	-0,540	0,672	0,047	0,877	0,835	-0,436	-0,327	0,549	0,049	0,842
46	50	8	0,130	0,158	0,081	-0,054	0,140	0,113	0,192	0,065	0,972	-0,351	0,394	0,036	0,692	0,758	-0,261	-0,120	0,267	0,037	0,693
47	50	8	0,056	0,062	0,011	-0,047	0,266	0,042	0,119	0,045	0,977	-0,371	0,440	-0,023	0,770	0,634	-0,208	-0,164	0,314	-0,031	0,747
48	50	8	0,055	0,068	0,026	-0,062	0,153	-0,039	0,071	0,021	0,971	-0,475	0,565	-0,076	0,701	0,738	-0,379	-0,252	0,449	-0,067	0,658
49	50	8	0,060	0,068	0,017	-0,063	0,338	0,028	0,097	0,040	0,978	-0,417	0,471	-0,040	0,639	0,706	-0,417	-0,219	0,352	-0,033	0,603
50	50	8	0,084	0,089	0,000	-0,035	0,192	0,040	0,081	-0,010	0,974	-0,334	0,436	-0,031	0,658	0,596	-0,247	-0,110	0,303	-0,026	0,643
<i>Média</i>			0,083	0,098	0,037	-0,053	0,207	0,068	0,081	0,033	0,974	-0,429	0,496	-0,031	0,688	0,688	-0,337	-0,214	0,367	-0,032	0,671

Tabela 80 – Correlação dos objetivos das instâncias 50|8 do problema Máquina Paralela Idêntica com *Release Time* continuação 2.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{\sum T_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum T_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum U_j}$	$\frac{\sum E_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum E_j}{\sum c_j C_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum U_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum U_j}{\sum c_j C_j}$	$\frac{\sum U_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum U_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum c_j C_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum c_j C_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum w_j T_j}{\sum h_j E_j}$
1	50	8	0,682	-0,219	-0,707	0,023	-0,335	-0,192	0,873	-0,050	0,379	0,310	-0,610	-0,068	-0,044	0,020	0,557	-0,343	-0,202
2	50	8	0,695	-0,154	-0,719	0,020	-0,182	-0,062	0,848	-0,048	0,220	0,087	-0,595	0,029	-0,080	0,016	0,386	-0,239	-0,141
3	50	8	0,705	-0,248	-0,667	0,005	-0,384	-0,079	0,786	0,024	0,378	0,194	-0,597	-0,004	0,026	-0,004	0,334	-0,377	-0,085
4	50	8	0,729	-0,253	-0,718	0,006	-0,399	-0,189	0,865	-0,010	0,481	0,304	-0,591	-0,003	0,012	0,002	0,590	-0,343	-0,144
5	50	8	0,656	-0,191	-0,683	0,004	-0,221	-0,028	0,849	0,012	0,267	0,168	-0,564	-0,008	-0,030	-0,010	0,393	-0,290	0,022
6	50	8	0,782	-0,044	-0,636	0,021	-0,280	-0,165	0,827	0,015	0,319	0,338	-0,478	0,066	-0,020	0,019	0,495	-0,256	-0,063
7	50	8	0,785	-0,143	-0,758	0,011	-0,303	-0,196	0,813	-0,006	0,358	0,311	-0,650	0,007	-0,078	0,005	0,499	-0,269	-0,169
8	50	8	0,639	-0,107	-0,695	0,030	-0,224	-0,158	0,792	-0,013	0,182	0,227	-0,546	0,029	-0,003	0,021	0,272	-0,137	-0,102
9	50	8	0,619	-0,155	-0,692	-0,005	-0,312	-0,032	0,884	0,034	0,311	0,095	-0,590	-0,102	-0,031	-0,003	0,473	-0,302	-0,069
10	50	8	0,742	-0,187	-0,708	0,027	-0,251	-0,166	0,885	-0,017	0,327	0,315	-0,596	-0,004	0,003	0,033	0,568	-0,181	-0,110
11	50	8	0,828	-0,058	-0,672	0,046	-0,239	-0,179	0,769	-0,019	0,349	0,329	-0,476	-0,073	-0,099	0,038	0,639	-0,120	-0,006
12	50	8	0,684	-0,245	-0,761	-0,007	-0,371	-0,217	0,821	-0,007	0,398	0,280	-0,583	-0,088	-0,039	-0,017	0,425	-0,329	-0,140
13	50	8	0,839	-0,242	-0,702	0,033	-0,349	-0,261	0,846	-0,062	0,447	0,391	-0,588	-0,055	-0,095	0,044	0,754	-0,272	-0,187
14	50	8	0,755	-0,225	-0,661	0,014	-0,227	-0,055	0,874	-0,005	0,290	0,120	-0,622	-0,078	-0,075	-0,010	0,640	-0,247	-0,056
15	50	8	0,597	-0,152	-0,630	0,045	-0,425	-0,196	0,676	-0,016	0,417	0,313	-0,504	-0,024	-0,079	0,049	0,328	-0,250	-0,129
16	50	8	0,707	-0,155	-0,673	-0,002	-0,354	-0,144	0,815	0,011	0,483	0,290	-0,478	-0,033	-0,046	0,002	0,520	-0,279	-0,025
17	50	8	0,692	-0,223	-0,654	0,006	-0,419	-0,239	0,815	-0,046	0,462	0,357	-0,510	0,000	-0,006	0,043	0,606	-0,384	-0,240
18	50	8	0,762	-0,266	-0,758	0,026	-0,349	-0,238	0,889	-0,041	0,399	0,242	-0,670	-0,001	-0,010	0,007	0,622	-0,294	-0,224
19	50	8	0,675	-0,177	-0,745	0,003	-0,500	-0,190	0,770	0,006	0,488	0,210	-0,591	0,022	0,019	0,018	0,565	-0,352	-0,107
20	50	8	0,655	-0,092	-0,666	0,033	-0,234	-0,106	0,778	-0,028	0,325	0,251	-0,448	0,058	0,036	0,033	0,411	-0,104	-0,021
21	50	8	0,725	-0,074	-0,673	-0,051	-0,295	-0,070	0,779	0,048	0,331	0,068	-0,548	0,021	-0,024	-0,033	0,456	-0,222	-0,005
22	50	8	0,564	-0,278	-0,656	-0,006	-0,296	-0,285	0,836	0,016	0,309	0,301	-0,551	-0,082	-0,012	-0,001	0,230	-0,290	-0,235
23	50	8	0,772	-0,096	-0,657	-0,034	-0,180	-0,045	0,797	0,053	0,293	0,222	-0,543	0,071	0,084	0,015	0,598	-0,201	-0,088
24	50	8	0,591	-0,163	-0,706	0,035	-0,229	-0,170	0,826	-0,035	0,181	0,229	-0,581	0,013	0,007	0,035	0,372	-0,207	-0,187
25	50	8	0,724	-0,263	-0,695	0,004	-0,343	-0,190	0,893	0,029	0,339	0,318	-0,603	-0,005	-0,033	0,001	0,460	-0,291	-0,176
26	50	8	0,667	-0,244	-0,670	0,009	-0,365	-0,228	0,845	-0,062	0,419	0,281	-0,518	-0,070	-0,080	0,015	0,384	-0,285	-0,172
27	50	8	0,609	-0,095	-0,564	0,027	-0,191	-0,061	0,734	-0,003	0,197	0,253	-0,421	-0,004	0,005	0,005	0,438	-0,170	-0,060
28	50	8	0,681	-0,118	-0,708	0,007	-0,445	-0,158	0,885	-0,030	0,428	0,291	-0,586	-0,033	-0,038	-0,003	0,384	-0,414	-0,133
29	50	8	0,617	-0,075	-0,609	0,032	-0,306	-0,137	0,757	-0,007	0,294	0,226	-0,484	-0,094	-0,045	0,037	0,411	-0,200	-0,085
30	50	8	0,686	-0,246	-0,695	0,029	-0,289	-0,219	0,848	-0,023	0,255	0,242	-0,634	0,005	0,040	0,029	0,456	-0,232	-0,227
31	50	8	0,680	-0,170	-0,706	0,032	-0,367	-0,066	0,751	-0,017	0,450	0,174	-0,591	-0,026	-0,034	0,022	0,490	-0,336	-0,030
32	50	8	0,643	-0,102	-0,643	-0,018	-0,061	0,029	0,845	0,038	0,072	0,121	-0,531	-0,069	-0,058	-0,013	0,323	0,041	0,000
33	50	8	0,848	-0,192	-0,712	-0,006	-0,170	-0,161	0,748	0,033	0,215	0,283	-0,590	-0,001	-0,019	0,016	0,503	-0,092	-0,116
34	50	8	0,720	-0,240	-0,758	-0,002	-0,282	-0,226	0,845	-0,013	0,369	0,326	-0,622	0,001	-0,093	-0,011	0,374	-0,265	-0,162
35	50	8	0,729	-0,177	-0,630	-0,004	-0,160	-0,186	0,864	0,020	0,207	0,240	-0,537	-0,078	-0,070	-0,019	0,483	-0,209	-0,155
36	50	8	0,780	-0,139	-0,667	-0,022	-0,480	-0,174	0,726	0,034	0,412	0,276	-0,514	-0,030	-0,026	-0,027	0,443	-0,414	-0,156
37	50	8	0,695	-0,270	-0,784	0,008	-0,403	-0,259	0,846	0,007	0,437	0,290	-0,685	-0,015	-0,023	-0,002	0,542	-0,302	-0,255
38	50	8	0,594	-0,066	-0,712	-0,016	-0,198	-0,178	0,667	-0,004	0,223	0,227	-0,585	-0,039	0,030	-0,023	0,443	-0,008	-0,123
39	50	8	0,681	0,084	-0,550	-0,002	-0,166	-0,125	0,803	-0,049	0,306	0,257	-0,312	-0,008	-0,041	-0,010	0,506	-0,007	0,009
40	50	8	0,688	-0,202	-0,671	0,057	-0,157	-0,132	0,761	-0,044	0,246	0,232	-0,582	-0,002	-0,109	0,032	0,385	-0,142	-0,150
41	50	8	0,711	-0,006	-0,589	0,030	-0,202	-0,081	0,842	-0,036	0,210	0,179	-0,498	-0,044	-0,037	0,005	0,171	-0,072	0,004
42	50	8	0,724	-0,198	-0,675	-0,007	-0,346	-0,184	0,869	0,003	0,346	0,228	-0,599	-0,070	-0,075	-0,011	0,544	-0,367	-0,118
43	50	8	0,785	-0,123	-0,692	-0,023	-0,256	-0,133	0,844	-0,011	0,295	0,276	-0,553	-0,031	-0,124	-0,002	0,469	-0,184	-0,108
44	50	8	0,790	-0,172	-0,586	0,006	-0,304	-0,149	0,769	-0,077	0,372	0,245	-0,504	-0,019	-0,018	0,020	0,557	-0,272	-0,153
45	50	8	0,867	-0,263	-0,734	-0,015	-0,513	-0,254	0,813	0,006	0,609	0,461	-0,597	0,051	0,026	0,011	0,722	-0,396	-0,180
46	50	8	0,787	-0,055	-0,596	-0,003	-0,159	-0,070	0,878	-0,019	0,202	0,173	-0,506	0,004	0,054	-0,001	0,526	-0,156	-0,015
47	50	8	0,666	-0,031	-0,670	-0,027	-0,309	-0,033	0,829	0,006	0,328	0,145	-0,551	0,023	-0,037	-0,010	0,531	-0,247	-0,001
48	50	8	0,738	-0,205	-0,636	0,060	-0,418	-0,273	0,782	-0,035	0,453	0,362	-0,556	-0,031	-0,076	0,057	0,515	-0,352	-0,262
49	50	8	0,714	-0,245	-0,667	0,046	-0,362	-0,190	0,883	-0,052	0,341	0,282	-0,597	-0,011	-0,026	0,058	0,398	-0,344	-0,184
50	50	8	0,596	-0,051	-0,647	0,028	-0,212	-0,134	0,865	0,013	0,250	0,235	-0,521	-0,001	-0,014	0,023	0,386	-0,107	-0,068
<i>Média</i>			0,706	-0,160	-0,677	0,010	-0,297	-0,153	0,818	-0,010	0,333	0,251	-0,556	-0,018	-0,030	0,010	0,472	-0,242	-0,116

Tabela 81 – Correlação dos objetivos das instâncias 50|12 do problema Máquina Paralela Idêntica com *Release Time*.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{T_{max}}{E_{max}}$	$\frac{T_{max}}{L_{max}}$	$\frac{T_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{T_{max}}{C_{max}}$	$\frac{T_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum h_j E_j}$	$\frac{E_{max}}{L_{max}}$	$\frac{E_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{E_{max}}{C_{max}}$	$\frac{E_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum h_j E_j}$
51	50	12	-0,018	1,000	0,017	0,045	0,061	-0,109	0,443	-0,063	0,034	0,041	-0,018	-0,189	-0,034	0,421	-0,141	-0,068	-0,097	-0,038	0,383
52	50	12	-0,001	1,000	0,145	0,153	-0,012	-0,020	0,242	0,169	0,097	0,015	-0,001	-0,167	0,012	0,517	-0,163	0,015	-0,148	-0,076	0,547
53	50	12	-0,001	1,000	0,012	0,028	0,033	-0,092	0,336	0,038	0,104	0,029	-0,001	-0,179	0,004	0,489	-0,115	0,045	-0,221	0,048	0,357
54	50	12	0,022	1,000	0,152	0,199	0,021	-0,026	0,246	0,076	0,129	0,026	0,022	-0,139	0,037	0,412	-0,084	0,023	-0,069	0,043	0,407
55	50	12	0,007	1,000	-0,002	0,017	0,038	-0,062	0,311	0,031	0,031	0,026	0,007	-0,173	0,018	0,443	-0,122	0,011	-0,124	0,067	0,482
56	50	12	0,018	1,000	0,136	0,197	0,101	-0,095	0,085	0,148	0,158	0,098	0,018	-0,179	-0,007	0,415	-0,101	0,048	-0,201	-0,019	0,478
57	50	12	0,008	1,000	0,060	0,095	0,066	-0,067	0,312	0,030	0,020	0,032	0,008	-0,159	0,004	0,446	-0,137	0,001	-0,236	0,019	0,387
58	50	12	0,003	1,000	0,079	0,091	-0,001	-0,023	0,281	0,095	-0,013	0,021	0,003	-0,228	-0,030	0,514	-0,156	0,021	-0,100	-0,044	0,155
59	50	12	0,041	1,000	0,025	0,061	0,066	-0,072	0,300	-0,035	0,176	0,054	0,041	-0,202	0,020	0,513	-0,117	0,034	-0,222	0,053	0,476
60	50	12	0,023	1,000	0,073	0,102	0,048	-0,095	0,256	0,095	0,093	0,044	0,023	-0,244	-0,068	0,524	-0,123	0,008	-0,164	-0,047	0,419
61	50	12	0,018	1,000	0,029	0,064	0,062	-0,070	0,334	0,075	0,094	0,084	0,018	-0,166	0,010	0,428	-0,081	0,027	-0,026	0,023	0,327
62	50	12	0,023	1,000	0,088	0,102	-0,020	0,030	0,426	0,082	0,108	-0,005	0,023	-0,296	-0,124	0,410	-0,177	-0,029	-0,229	-0,091	0,458
63	50	12	0,019	1,000	0,086	0,131	0,030	-0,016	0,391	0,082	0,136	0,042	0,019	-0,233	-0,057	0,404	-0,061	0,048	-0,143	-0,040	0,261
64	50	12	0,043	1,000	0,159	0,199	0,051	-0,102	0,035	0,186	0,253	0,043	0,043	-0,176	0,017	0,492	-0,158	-0,011	-0,072	0,041	0,384
65	50	12	0,033	1,000	0,111	0,175	0,061	-0,025	0,180	0,070	0,167	0,099	0,033	-0,250	-0,039	0,454	-0,099	-0,022	-0,130	-0,033	0,298
66	50	12	-0,006	1,000	0,037	0,073	0,080	-0,115	0,162	-0,019	0,050	0,030	-0,006	-0,111	0,034	0,400	-0,024	0,019	-0,139	0,032	0,558
67	50	12	0,006	1,000	0,013	0,048	0,078	-0,150	0,137	-0,077	-0,013	0,043	0,006	-0,197	-0,015	0,511	-0,138	-0,009	-0,233	-0,021	0,501
68	50	12	-0,002	1,000	0,073	0,098	0,024	-0,053	0,340	0,046	0,125	0,016	-0,002	-0,207	-0,032	0,505	-0,198	-0,018	-0,073	-0,050	0,417
69	50	12	-0,011	1,000	0,039	0,064	0,028	-0,016	0,436	-0,006	0,136	0,026	-0,011	-0,233	-0,011	0,490	-0,166	-0,014	-0,199	-0,018	0,274
70	50	12	0,001	1,000	0,146	0,181	0,048	-0,066	-0,019	0,084	0,142	0,036	0,001	-0,208	-0,038	0,459	-0,179	0,035	-0,052	-0,016	0,522
71	50	12	-0,013	1,000	0,085	0,108	0,040	-0,085	0,423	0,124	0,110	0,034	-0,013	-0,228	-0,047	0,509	-0,177	-0,020	-0,156	-0,017	0,356
72	50	12	0,051	1,000	0,057	0,113	0,056	-0,117	0,086	0,047	0,043	0,049	0,051	-0,289	-0,062	0,438	-0,133	-0,011	-0,125	-0,082	0,434
73	50	12	-0,019	1,000	0,036	0,060	0,051	-0,097	0,238	0,016	0,081	0,066	-0,019	-0,218	-0,005	0,575	-0,190	-0,027	-0,073	0,037	0,483
74	50	12	0,022	1,000	0,036	0,070	0,059	-0,072	0,456	0,163	0,077	0,049	0,022	-0,191	0,009	0,451	-0,146	0,023	-0,185	-0,035	0,419
75	50	12	0,000	1,000	0,129	0,190	0,083	-0,122	0,012	0,212	0,025	0,075	0,000	-0,164	0,012	0,430	-0,090	-0,030	-0,160	-0,035	0,370
76	50	12	-0,048	1,000	-0,032	-0,014	0,051	-0,105	0,562	-0,034	0,034	0,015	-0,048	-0,227	-0,038	0,482	-0,120	-0,028	-0,174	-0,080	0,518
77	50	12	-0,002	1,000	0,171	0,218	0,071	-0,088	0,136	0,196	0,051	0,040	-0,002	-0,151	-0,013	0,350	-0,050	-0,023	-0,093	0,023	0,182
78	50	12	0,018	1,000	0,100	0,122	0,023	-0,046	0,261	0,081	-0,002	0,047	0,018	-0,219	-0,037	0,484	-0,172	-0,047	-0,226	-0,045	0,449
79	50	12	-0,001	1,000	0,053	0,078	0,033	-0,070	0,179	0,027	0,085	0,030	-0,001	-0,191	0,006	0,450	-0,082	0,023	-0,197	0,002	0,222
80	50	12	0,012	1,000	0,060	0,108	0,056	-0,078	0,093	-0,002	0,001	0,059	0,012	-0,342	-0,110	0,537	-0,214	0,032	-0,196	-0,117	0,381
81	50	12	-0,020	1,000	0,132	0,171	0,024	-0,046	0,370	0,083	0,114	0,033	-0,020	-0,259	-0,052	0,455	-0,116	0,005	-0,057	-0,033	0,305
82	50	12	0,009	1,000	0,131	0,160	0,044	-0,090	0,033	0,168	0,033	0,057	0,009	-0,180	0,015	0,491	-0,135	0,010	-0,038	0,046	0,467
83	50	12	0,014	1,000	0,132	0,163	0,033	-0,049	0,017	0,133	0,136	0,012	0,014	-0,211	-0,070	0,401	-0,175	0,003	-0,087	-0,060	0,117
84	50	12	0,035	1,000	0,076	0,091	-0,006	-0,040	0,235	0,075	0,042	-0,003	0,035	-0,295	-0,099	0,471	-0,209	-0,074	-0,173	-0,043	0,476
85	50	12	0,035	1,000	0,122	0,159	0,041	-0,060	-0,081	0,137	0,136	0,013	0,035	-0,058	0,113	0,374	-0,051	0,003	-0,023	0,046	0,199
86	50	12	0,012	1,000	0,076	0,100	0,024	-0,081	0,119	0,021	0,118	-0,010	0,012	-0,162	0,003	0,390	-0,020	0,011	-0,135	-0,014	0,097
87	50	12	-0,005	1,000	0,058	0,083	0,049	-0,069	0,356	0,010	0,091	0,042	-0,005	-0,217	-0,056	0,519	-0,186	0,005	-0,225	-0,078	0,441
88	50	12	-0,022	1,000	0,064	0,104	0,064	-0,077	0,132	0,124	-0,005	0,093	-0,022	-0,232	-0,024	0,474	-0,140	0,010	-0,235	-0,011	0,107
89	50	12	-0,011	1,000	0,199	0,247	0,088	-0,086	0,101	0,194	0,115	0,097	-0,011	-0,248	-0,069	0,479	-0,149	-0,004	-0,100	-0,052	0,364
90	50	12	0,003	1,000	0,090	0,129	0,062	-0,071	0,170	0,133	0,169	0,059	0,003	-0,206	-0,058	0,449	-0,130	0,060	-0,128	-0,011	0,188
91	50	12	-0,027	1,000	0,044	0,053	0,015	-0,040	0,269	-0,102	0,012	0,013	-0,027	-0,236	-0,008	0,584	-0,169	-0,010	-0,145	0,010	0,445
92	50	12	-0,021	1,000	0,126	0,153	0,022	-0,067	0,076	0,166	0,157	0,030	-0,021	-0,229	-0,064	0,479	-0,156	-0,063	-0,233	-0,058	0,432
93	50	12	0,002	1,000	0,034	0,054	0,045	-0,068	0,321	0,034	-0,066	0,053	0,002	-0,161	0,023	0,502	-0,143	0,006	-0,055	-0,014	0,478
94	50	12	0,026	1,000	0,039	0,073	0,078	-0,095	0,395	0,001	0,134	0,045	0,026	-0,205	-0,014	0,526	-0,137	-0,006	-0,234	-0,075	0,395
95	50	12	-0,018	1,000	0,161	0,195	-0,006	0,003	0,308	0,158	0,204	-0,032	-0,018	-0,161	-0,008	0,360	-0,099	-0,019	-0,184	-0,022	0,128
96	50	12	0,055	1,000	0,121	0,177	0,096	-0,057	0,162	0,125	0,234	0,089	0,055	-0,134	0,047	0,440	-0,065	-0,021	0,019	0,028	0,356
97	50	12	-0,035	1,000	0,041	0,059	0,035	-0,065	0,322	0,030	0,087	0,065	-0,035	-0,185	-0,004	0,484	-0,167	-0,013	-0,136	0,047	0,186
98	50	12	-0,042	1,000	0,107	0,117	-0,020	-0,037	0,116	0,010	0,131	-0,013	-0,042	-0,243	-0,037	0,498	-0,132	0,015	-0,275	-0,067	0,320
99	50	12	-0,007	1,000	0,063	0,084	0,033	-0,075	0,356	0,038	0,148	0,039	-0,007	-0,207	-0,015	0,535	-0,164	0,002	-0,276	0,001	0,452
100	50	12	-0,011	1,000	0,084	0,100	0,021	-0,052	0,267	0,043	0,089	0,003	-0,011	-0,132	0,074	0,504	-0,116	0,014	-0,114	0,019	0,464
<i>Média</i>			0,004	1,000	0,081	0,113	0,043	-0,067	0,234	0,070	0,092	0,039	0,004	-0,202	-0,018	0,467	-0,132	0,000	-0,146	-0,017	0,366

Tabela 82 – Correlação dos objetivos das instâncias 50|12 do problema Máquina Paralela Idêntica com *Release Time* continuação 1.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	L_{max} $\sum C_j$	L_{max} $\sum T_j$	L_{max} $\sum E_j$	L_{max} $\sum U_j$	L_{max} C_{max}	L_{max} $\sum c_j C_j$	L_{max} $\sum w_j T_j$	L_{max} $\sum h_j E_j$	$\sum C_j$ $\sum T_j$	$\sum C_j$ $\sum E_j$	$\sum C_j$ $\sum U_j$	$\sum C_j$ C_{max}	$\sum C_j$ $\sum c_j C_j$	$\sum C_j$ $\sum w_j T_j$	$\sum C_j$ $\sum h_j E_j$	$\sum T_j$ $\sum E_j$	$\sum T_j$ $\sum U_j$	$\sum T_j$ C_{max}	$\sum T_j$ $\sum c_j C_j$
51	50	12	0,017	0,045	0,061	-0,109	0,443	-0,063	0,034	0,041	0,927	-0,494	0,571	0,020	0,670	0,646	-0,449	-0,133	0,365	0,030	0,597
52	50	12	0,145	0,153	-0,012	-0,020	0,242	0,169	0,097	0,015	0,938	-0,393	0,471	-0,008	0,644	0,637	-0,360	-0,051	0,260	-0,007	0,619
53	50	12	0,012	0,028	0,033	-0,092	0,336	0,038	0,104	0,029	0,930	-0,523	0,579	-0,012	0,731	0,637	-0,432	-0,171	0,397	0,002	0,644
54	50	12	0,152	0,199	0,021	-0,026	0,246	0,076	0,129	0,026	0,917	-0,625	0,603	0,121	0,814	0,629	-0,500	-0,263	0,386	0,134	0,759
55	50	12	-0,002	0,017	0,038	-0,062	0,311	0,031	0,031	0,026	0,905	-0,483	0,554	-0,064	0,673	0,586	-0,485	-0,064	0,316	-0,065	0,649
56	50	12	0,136	0,197	0,101	-0,095	0,085	0,148	0,158	0,098	0,909	-0,420	0,600	0,001	0,632	0,741	-0,268	-0,003	0,378	-0,002	0,554
57	50	12	0,060	0,095	0,066	-0,067	0,312	0,030	0,020	0,032	0,932	-0,471	0,540	-0,014	0,719	0,731	-0,354	-0,120	0,305	0,006	0,667
58	50	12	0,079	0,091	-0,001	-0,023	0,281	0,095	-0,013	0,021	0,921	-0,512	0,462	0,024	0,520	0,593	-0,329	-0,137	0,233	0,031	0,484
59	50	12	0,025	0,061	0,066	-0,072	0,300	-0,035	0,176	0,054	0,905	-0,512	0,582	-0,015	0,664	0,509	-0,416	-0,099	0,362	-0,013	0,598
60	50	12	0,073	0,102	0,048	-0,095	0,256	0,095	0,093	0,044	0,938	-0,496	0,509	0,043	0,612	0,690	-0,395	-0,165	0,316	0,048	0,580
61	50	12	0,029	0,064	0,062	-0,070	0,334	0,075	0,094	0,084	0,915	-0,546	0,630	-0,031	0,711	0,753	-0,275	-0,162	0,442	-0,003	0,693
62	50	12	0,088	0,102	-0,020	0,030	0,426	0,082	0,108	-0,005	0,879	-0,670	0,684	0,041	0,715	0,573	-0,527	-0,234	0,429	0,021	0,677
63	50	12	0,086	0,131	0,030	-0,016	0,391	0,082	0,136	0,042	0,893	-0,672	0,707	0,006	0,841	0,753	-0,529	-0,266	0,540	0,032	0,826
64	50	12	0,159	0,199	0,051	-0,102	0,035	0,186	0,253	0,043	0,921	-0,438	0,462	-0,052	0,727	0,675	-0,460	-0,054	0,268	-0,055	0,688
65	50	12	0,111	0,175	0,061	-0,025	0,180	0,070	0,167	0,099	0,879	-0,605	0,585	-0,011	0,769	0,515	-0,362	-0,152	0,399	-0,013	0,653
66	50	12	0,037	0,073	0,080	-0,115	0,162	-0,019	0,050	0,030	0,935	-0,438	0,571	0,017	0,815	0,667	-0,375	-0,091	0,388	0,021	0,743
67	50	12	0,013	0,048	0,078	-0,150	0,137	-0,077	-0,013	0,043	0,936	-0,541	0,644	-0,011	0,713	0,649	-0,423	-0,210	0,492	-0,009	0,634
68	50	12	0,073	0,098	0,024	-0,053	0,340	0,046	0,125	0,016	0,940	-0,598	0,605	0,065	0,789	0,698	-0,495	-0,288	0,402	0,079	0,774
69	50	12	0,039	0,064	0,028	-0,016	0,436	-0,006	0,136	0,026	0,893	-0,601	0,623	0,024	0,772	0,557	-0,448	-0,178	0,375	0,035	0,627
70	50	12	0,146	0,181	0,048	-0,066	-0,019	0,084	0,142	0,036	0,926	-0,425	0,534	-0,015	0,628	0,604	-0,282	-0,051	0,314	0,005	0,587
71	50	12	0,085	0,108	0,040	-0,085	0,423	0,124	0,110	0,034	0,932	-0,391	0,408	0,053	0,659	0,668	-0,225	-0,031	0,195	0,056	0,591
72	50	12	0,057	0,113	0,056	-0,117	0,086	0,047	0,043	0,049	0,838	-0,630	0,550	-0,066	0,717	0,496	-0,551	-0,104	0,281	-0,086	0,692
73	50	12	0,036	0,060	0,051	-0,097	0,238	0,016	0,081	0,066	0,929	-0,401	0,514	0,056	0,630	0,709	-0,314	-0,033	0,306	0,049	0,607
74	50	12	0,036	0,070	0,059	-0,072	0,456	0,163	0,077	0,049	0,898	-0,472	0,541	-0,009	0,550	0,557	-0,422	-0,036	0,266	-0,006	0,498
75	50	12	0,129	0,190	0,083	-0,122	0,012	0,212	0,025	0,075	0,916	-0,533	0,568	0,055	0,695	0,667	-0,506	-0,150	0,354	0,042	0,639
76	50	12	-0,032	-0,014	0,051	-0,105	0,562	-0,034	0,034	0,015	0,920	-0,605	0,658	-0,024	0,748	0,600	-0,507	-0,244	0,501	-0,018	0,691
77	50	12	0,171	0,218	0,071	-0,088	0,136	0,196	0,051	0,040	0,918	-0,406	0,450	0,044	0,590	0,571	-0,270	-0,012	0,265	0,046	0,564
78	50	12	0,100	0,122	0,023	-0,046	0,261	0,081	-0,002	0,047	0,924	-0,458	0,532	0,039	0,673	0,633	-0,355	-0,082	0,312	0,045	0,543
79	50	12	0,053	0,078	0,033	-0,070	0,179	0,027	0,085	0,030	0,900	-0,491	0,532	-0,053	0,665	0,556	-0,304	-0,063	0,328	-0,058	0,583
80	50	12	0,060	0,108	0,056	-0,078	0,093	-0,002	0,001	0,059	0,885	-0,605	0,510	-0,056	0,670	0,621	-0,551	-0,164	0,234	-0,046	0,630
81	50	12	0,132	0,171	0,024	-0,046	0,370	0,083	0,114	0,033	0,882	-0,553	0,562	-0,011	0,770	0,569	-0,416	-0,095	0,302	-0,014	0,675
82	50	12	0,131	0,160	0,044	-0,090	0,033	0,168	0,033	0,057	0,919	-0,371	0,379	-0,092	0,627	0,579	-0,303	0,025	0,138	-0,098	0,665
83	50	12	0,132	0,163	0,033	-0,049	0,017	0,133	0,136	0,012	0,929	-0,477	0,543	0,006	0,592	0,790	-0,413	-0,119	0,322	0,003	0,587
84	50	12	0,076	0,091	-0,006	-0,040	0,235	0,075	0,042	-0,003	0,894	-0,605	0,622	0,062	0,676	0,633	-0,515	-0,184	0,359	0,062	0,647
85	50	12	0,122	0,159	0,041	-0,060	-0,081	0,137	0,136	0,013	0,908	-0,483	0,489	-0,044	0,648	0,665	-0,445	-0,072	0,281	-0,048	0,648
86	50	12	0,076	0,100	0,024	-0,081	0,119	0,021	0,118	-0,010	0,908	-0,521	0,545	0,035	0,635	0,713	-0,382	-0,115	0,334	0,039	0,474
87	50	12	0,058	0,083	0,049	-0,069	0,356	0,010	0,091	0,042	0,949	-0,496	0,515	0,039	0,731	0,657	-0,468	-0,197	0,307	0,050	0,657
88	50	12	0,064	0,104	0,064	-0,077	0,132	0,124	-0,005	0,093	0,896	-0,470	0,518	-0,004	0,660	0,538	-0,284	-0,030	0,270	-0,014	0,632
89	50	12	0,199	0,247	0,088	-0,086	0,101	0,194	0,115	0,097	0,924	-0,341	0,504	-0,043	0,715	0,680	-0,093	0,044	0,332	-0,035	0,686
90	50	12	0,090	0,129	0,062	-0,071	0,170	0,133	0,169	0,059	0,940	-0,542	0,584	-0,029	0,579	0,634	-0,419	-0,224	0,405	-0,013	0,594
91	50	12	0,044	0,053	0,015	-0,040	0,269	-0,102	0,012	0,013	0,920	-0,338	0,421	-0,009	0,351	0,675	-0,230	0,058	0,220	-0,005	0,288
92	50	12	0,126	0,153	0,022	-0,067	0,076	0,166	0,157	0,030	0,934	-0,501	0,533	0,052	0,727	0,688	-0,446	-0,158	0,336	0,044	0,662
93	50	12	0,034	0,054	0,045	-0,068	0,321	0,034	-0,066	0,053	0,931	-0,379	0,535	-0,024	0,679	0,739	-0,326	-0,016	0,321	-0,037	0,620
94	50	12	0,039	0,073	0,078	-0,095	0,395	0,001	0,134	0,045	0,931	-0,380	0,516	-0,013	0,689	0,745	-0,376	-0,017	0,334	-0,007	0,618
95	50	12	0,161	0,195	-0,006	0,003	0,308	0,158	0,204	-0,032	0,908	-0,617	0,749	0,147	0,874	0,760	-0,503	-0,231	0,551	0,154	0,770
96	50	12	0,121	0,177	0,096	-0,057	0,162	0,125	0,234	0,089	0,916	-0,426	0,535	0,065	0,683	0,720	-0,315	-0,027	0,340	0,073	0,668
97	50	12	0,041	0,059	0,035	-0,065	0,322	0,030	0,087	0,065	0,927	-0,408	0,473	-0,035	0,767	0,609	-0,218	-0,036	0,252	-0,049	0,697
98	50	12	0,107	0,117	-0,020	-0,037	0,116	0,010	0,131	-0,013	0,907	-0,553	0,614	-0,017	0,696	0,689	-0,440	-0,150	0,428	0,002	0,585
99	50	12	0,063	0,084	0,033	-0,075	0,356	0,038	0,148	0,039	0,934	-0,482	0,536	-0,013	0,630	0,681	-0,475	-0,137	0,353	0,011	0,549
100	50	12	0,084	0,100	0,021	-0,052	0,267	0,043	0,089	0,003	0,918	-0,395	0,469	-0,005	0,660	0,573	-0,314	0,002	0,240	0,006	0,609
<i>Média</i>			0,081	0,113	0,043	-0,067	0,234	0,070	0,092	0,039	0,916	-0,496	0,548	0,005	0,683	0,645	-0,391	-0,110	0,337	0,009	0,628

Tabela 83 – Correlação dos objetivos das instâncias 50|12 do problema Máquina Paralela Idêntica com *Release Time* continuação 2.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\sum \frac{T_j}{w_j T_j}$	$\sum \frac{T_j}{h_j E_j}$	$\sum \frac{E_j}{U_j}$	$\sum \frac{E_j}{C_{max}}$	$\sum \frac{E_j}{\sum c_j C_j}$	$\sum \frac{E_j}{w_j T_j}$	$\sum \frac{E_j}{h_j E_j}$	$\sum \frac{U_j}{C_{max}}$	$\sum \frac{U_j}{\sum c_j C_j}$	$\sum \frac{U_j}{w_j T_j}$	$\sum \frac{U_j}{h_j E_j}$	$\sum \frac{C_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\sum \frac{C_{max}}{w_j T_j}$	$\sum \frac{C_{max}}{h_j E_j}$	$\sum \frac{c_j C_j}{w_j T_j}$	$\sum \frac{c_j C_j}{h_j E_j}$	$\sum \frac{w_j T_j}{h_j E_j}$
51	50	12	0,685	-0,136	-0,666	0,018	-0,387	-0,121	0,874	-0,052	0,390	0,275	-0,572	-0,042	0,023	0,007	0,525	-0,399	-0,139
52	50	12	0,704	-0,072	-0,669	0,005	-0,216	0,031	0,848	-0,004	0,226	0,035	-0,552	0,042	-0,067	0,000	0,340	-0,266	-0,054
53	50	12	0,726	-0,162	-0,627	0,036	-0,462	-0,022	0,778	0,003	0,448	0,233	-0,540	-0,037	0,052	0,016	0,299	-0,439	-0,024
54	50	12	0,720	-0,179	-0,705	-0,030	-0,486	-0,112	0,860	0,048	0,490	0,240	-0,572	0,063	0,120	-0,012	0,529	-0,418	-0,064
55	50	12	0,680	-0,141	-0,649	0,015	-0,243	0,025	0,847	-0,028	0,310	0,159	-0,539	-0,035	-0,052	0,005	0,381	-0,343	0,034
56	50	12	0,783	0,080	-0,614	-0,006	-0,310	-0,074	0,816	0,044	0,365	0,348	-0,439	0,098	-0,037	-0,010	0,453	-0,271	0,034
57	50	12	0,781	-0,065	-0,738	0,053	-0,347	-0,102	0,812	-0,019	0,420	0,284	-0,638	0,047	-0,032	0,027	0,469	-0,306	-0,097
58	50	12	0,628	-0,025	-0,661	0,008	-0,256	-0,124	0,781	0,029	0,171	0,190	-0,532	0,079	0,020	0,008	0,260	-0,155	-0,056
59	50	12	0,623	-0,045	-0,631	0,009	-0,346	0,069	0,883	-0,020	0,374	0,090	-0,536	-0,093	-0,006	0,012	0,423	-0,329	0,037
60	50	12	0,747	-0,100	-0,658	-0,001	-0,289	-0,093	0,871	-0,003	0,364	0,244	-0,539	0,009	0,024	0,008	0,540	-0,206	-0,045
61	50	12	0,828	0,039	-0,624	0,069	-0,300	-0,123	0,755	-0,031	0,418	0,347	-0,425	-0,035	-0,039	0,073	0,627	-0,166	0,062
62	50	12	0,662	-0,164	-0,726	-0,052	-0,404	-0,137	0,818	0,062	0,396	0,214	-0,549	-0,022	0,037	-0,050	0,366	-0,367	-0,074
63	50	12	0,840	-0,175	-0,625	0,040	-0,442	-0,229	0,844	-0,026	0,526	0,443	-0,514	0,030	-0,028	0,041	0,723	-0,347	-0,141
64	50	12	0,768	-0,135	-0,568	0,007	-0,276	0,041	0,869	-0,027	0,335	0,108	-0,532	-0,033	-0,046	-0,009	0,609	-0,299	0,013
65	50	12	0,582	-0,043	-0,547	0,002	-0,504	-0,095	0,679	-0,013	0,447	0,259	-0,476	0,003	-0,065	0,016	0,257	-0,271	-0,055
66	50	12	0,708	-0,094	-0,621	0,005	-0,405	-0,079	0,816	0,005	0,493	0,254	-0,445	0,030	-0,006	0,015	0,487	-0,337	0,009
67	50	12	0,681	-0,154	-0,613	0,010	-0,465	-0,175	0,805	-0,027	0,500	0,350	-0,475	0,043	0,025	0,032	0,550	-0,420	-0,194
68	50	12	0,751	-0,211	-0,751	0,003	-0,396	-0,196	0,891	-0,012	0,468	0,229	-0,655	0,068	0,006	0,011	0,589	-0,337	-0,189
69	50	12	0,648	-0,112	-0,697	0,010	-0,575	-0,067	0,782	0,005	0,530	0,116	-0,571	0,056	0,047	0,024	0,467	-0,423	-0,019
70	50	12	0,650	0,010	-0,659	0,052	-0,254	-0,040	0,769	-0,022	0,364	0,214	-0,415	0,053	0,022	0,039	0,387	-0,093	0,041
71	50	12	0,740	0,062	-0,630	-0,006	-0,318	0,038	0,778	0,008	0,358	0,014	-0,539	0,060	-0,014	-0,020	0,411	-0,234	0,103
72	50	12	0,524	-0,119	-0,602	-0,002	-0,323	-0,159	0,836	0,008	0,332	0,224	-0,506	-0,071	0,000	0,015	0,199	-0,317	-0,137
73	50	12	0,784	-0,022	-0,629	-0,031	-0,197	0,027	0,792	0,014	0,313	0,192	-0,498	0,068	0,078	0,004	0,566	-0,241	-0,029
74	50	12	0,577	-0,064	-0,695	0,008	-0,251	-0,109	0,830	-0,008	0,201	0,187	-0,555	0,018	0,102	0,009	0,354	-0,227	-0,137
75	50	12	0,724	-0,171	-0,655	-0,046	-0,366	-0,116	0,887	0,038	0,313	0,304	-0,566	0,039	0,012	-0,050	0,421	-0,317	-0,124
76	50	12	0,656	-0,204	-0,610	-0,024	-0,446	-0,152	0,837	-0,045	0,496	0,269	-0,441	-0,039	-0,050	0,016	0,341	-0,338	-0,101
77	50	12	0,625	0,016	-0,526	-0,004	-0,187	0,000	0,719	0,001	0,213	0,220	-0,390	0,030	0,060	-0,001	0,441	-0,140	0,002
78	50	12	0,680	-0,016	-0,659	0,004	-0,490	-0,070	0,883	-0,010	0,429	0,254	-0,540	0,036	-0,005	0,020	0,332	-0,467	-0,055
79	50	12	0,612	0,028	-0,564	0,006	-0,358	-0,050	0,753	-0,018	0,294	0,231	-0,456	-0,077	-0,074	0,020	0,378	-0,227	-0,001
80	50	12	0,670	-0,184	-0,680	0,041	-0,341	-0,170	0,852	-0,015	0,257	0,196	-0,620	-0,023	0,019	0,041	0,444	-0,280	-0,199
81	50	12	0,692	-0,070	-0,652	-0,001	-0,433	0,021	0,754	-0,018	0,451	0,118	-0,555	-0,005	0,005	-0,009	0,416	-0,385	0,019
82	50	12	0,672	0,036	-0,636	0,002	-0,022	0,113	0,854	-0,014	0,070	0,037	-0,523	-0,060	-0,081	0,009	0,347	0,087	0,082
83	50	12	0,849	-0,149	-0,695	-0,008	-0,196	-0,104	0,755	-0,013	0,267	0,277	-0,574	0,009	-0,017	-0,004	0,488	-0,111	-0,100
84	50	12	0,700	-0,158	-0,726	-0,028	-0,333	-0,145	0,847	0,006	0,379	0,289	-0,597	0,068	-0,048	-0,022	0,348	-0,299	-0,099
85	50	12	0,715	-0,098	-0,577	0,003	-0,189	-0,089	0,856	-0,025	0,237	0,177	-0,495	-0,094	-0,102	-0,003	0,463	-0,253	-0,077
86	50	12	0,773	-0,086	-0,611	-0,003	-0,540	-0,116	0,730	0,027	0,445	0,279	-0,491	-0,017	-0,010	0,000	0,375	-0,470	-0,134
87	50	12	0,670	-0,217	-0,757	0,016	-0,465	-0,199	0,858	0,005	0,479	0,248	-0,677	0,004	0,033	0,016	0,494	-0,357	-0,215
88	50	12	0,583	0,027	-0,630	-0,019	-0,230	-0,052	0,695	0,042	0,235	0,221	-0,523	-0,012	0,069	-0,029	0,417	-0,021	-0,020
89	50	12	0,706	0,217	-0,500	0,026	-0,182	-0,039	0,778	-0,053	0,291	0,268	-0,263	0,036	-0,051	0,001	0,525	0,010	0,127
90	50	12	0,696	-0,179	-0,674	0,052	-0,192	-0,095	0,758	-0,028	0,282	0,224	-0,583	0,043	-0,035	0,034	0,388	-0,168	-0,137
91	50	12	0,719	0,107	-0,542	0,010	-0,202	0,006	0,842	-0,010	0,198	0,126	-0,457	-0,043	0,017	0,003	0,154	-0,068	0,071
92	50	12	0,732	-0,148	-0,658	-0,036	-0,406	-0,130	0,872	0,030	0,403	0,229	-0,581	-0,016	-0,016	-0,039	0,536	-0,438	-0,082
93	50	12	0,785	-0,028	-0,654	-0,030	-0,287	-0,032	0,825	0,007	0,349	0,282	-0,507	-0,014	-0,093	-0,029	0,430	-0,208	-0,035
94	50	12	0,793	-0,106	-0,568	0,019	-0,323	-0,032	0,762	-0,069	0,388	0,240	-0,479	-0,039	-0,005	0,022	0,519	-0,289	-0,098
95	50	12	0,861	-0,186	-0,705	-0,052	-0,584	-0,148	0,820	0,066	0,653	0,441	-0,590	0,147	0,120	-0,036	0,644	-0,454	-0,107
96	50	12	0,796	0,041	-0,567	0,002	-0,194	0,002	0,876	0,006	0,268	0,225	-0,450	0,036	0,071	0,021	0,499	-0,186	0,064
97	50	12	0,687	0,102	-0,647	-0,026	-0,348	0,049	0,830	0,007	0,324	0,079	-0,519	0,006	-0,053	-0,027	0,513	-0,264	0,095
98	50	12	0,718	-0,125	-0,594	0,044	-0,478	-0,198	0,785	-0,014	0,444	0,311	-0,512	0,008	-0,013	0,050	0,454	-0,387	-0,203
99	50	12	0,712	-0,180	-0,618	0,061	-0,400	-0,141	0,873	-0,038	0,336	0,282	-0,543	0,011	0,023	0,053	0,361	-0,378	-0,137
100	50	12	0,597	0,033	-0,626	0,028	-0,253	-0,061	0,868	-0,004	0,294	0,202	-0,510	0,044	0,003	0,024	0,376	-0,152	-0,019
<i>Média</i>			0,705	-0,075	-0,639	0,006	-0,338	-0,075	0,816	-0,004	0,361	0,226	-0,521	0,010	0,000	0,008	0,438	-0,275	-0,052

Tabela 84 – Correlação dos objetivos das instâncias 100|8 do problema Máquina Paralela Idêntica com *Release Time*.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{T_{max}}{E_{max}}$	$\frac{T_{max}}{L_{max}}$	$\frac{T_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{T_{max}}{C_{max}}$	$\frac{T_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum h_j E_j}$	$\frac{E_{max}}{L_{max}}$	$\frac{E_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{E_{max}}{C_{max}}$	$\frac{E_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum h_j E_j}$
101	100	8	0,007	1,000	0,037	0,040	0,011	-0,013	0,198	0,072	0,017	0,006	0,007	-0,156	-0,109	0,545	-0,254	0,021	-0,103	-0,059	0,352
102	100	8	-0,004	1,000	0,043	0,046	0,028	-0,032	0,284	0,035	0,053	0,025	-0,004	-0,124	-0,081	0,533	-0,250	-0,019	-0,060	-0,037	0,313
103	100	8	0,033	1,000	0,039	0,043	0,035	-0,030	0,060	0,043	0,001	0,026	0,033	-0,117	-0,066	0,604	-0,231	-0,002	-0,057	-0,014	0,390
104	100	8	-0,008	1,000	0,080	0,083	0,011	-0,016	0,053	0,032	0,028	0,007	-0,008	-0,188	-0,145	0,575	-0,245	0,011	-0,170	-0,108	0,448
105	100	8	-0,019	1,000	0,111	0,113	0,000	-0,015	0,100	0,075	0,027	0,000	-0,019	-0,141	-0,095	0,572	-0,246	0,025	-0,023	-0,081	0,601
106	100	8	-0,005	1,000	0,111	0,115	0,008	-0,031	0,024	0,099	0,034	0,005	-0,005	-0,155	-0,102	0,567	-0,238	-0,007	-0,105	-0,011	0,437
107	100	8	-0,002	1,000	0,082	0,086	0,018	0,010	0,162	0,016	0,072	0,015	-0,002	-0,182	-0,132	0,620	-0,285	0,035	-0,183	-0,072	0,572
108	100	8	0,004	1,000	-0,051	-0,048	0,045	-0,056	0,410	-0,046	-0,018	0,046	0,004	-0,153	-0,103	0,556	-0,252	-0,029	-0,109	-0,064	0,503
109	100	8	-0,007	1,000	0,014	0,016	0,022	-0,048	0,172	-0,019	-0,006	0,003	-0,007	-0,195	-0,149	0,526	-0,252	-0,043	-0,092	-0,056	0,319
110	100	8	0,046	1,000	-0,005	0,004	0,101	-0,057	0,349	-0,021	-0,011	0,071	0,046	-0,105	-0,055	0,543	-0,236	-0,004	-0,023	0,013	0,358
111	100	8	0,016	1,000	0,110	0,113	0,001	-0,013	0,137	0,115	0,139	0,029	0,016	-0,211	-0,157	0,617	-0,289	0,008	-0,137	-0,107	0,564
112	100	8	0,015	1,000	0,024	0,025	0,008	-0,026	0,141	-0,002	-0,014	0,001	0,015	-0,144	-0,099	0,552	-0,221	0,039	-0,138	-0,057	0,397
113	100	8	-0,008	1,000	0,071	0,078	0,046	-0,050	0,107	0,058	0,065	0,051	-0,008	-0,131	-0,083	0,519	-0,259	0,001	-0,042	-0,116	0,236
114	100	8	0,027	1,000	0,050	0,054	0,029	-0,025	0,199	0,037	0,053	0,021	0,027	-0,185	-0,140	0,518	-0,227	-0,017	-0,116	-0,045	0,319
115	100	8	-0,010	1,000	0,075	0,081	0,043	-0,058	0,158	0,054	0,015	0,036	-0,010	-0,131	-0,077	0,590	-0,265	0,001	-0,071	-0,029	0,564
116	100	8	0,010	1,000	0,037	0,041	0,030	-0,018	0,254	0,043	0,019	0,009	0,010	-0,169	-0,123	0,531	-0,206	-0,006	-0,046	-0,064	0,511
117	100	8	0,044	1,000	0,018	0,025	0,056	-0,064	0,314	0,039	-0,035	0,056	0,044	-0,179	-0,121	0,575	-0,264	0,057	-0,162	-0,025	0,531
118	100	8	-0,013	1,000	0,060	0,062	0,005	-0,004	0,278	0,024	0,040	-0,002	-0,013	-0,171	-0,117	0,567	-0,237	0,029	-0,136	-0,102	0,359
119	100	8	0,054	1,000	0,091	0,099	0,069	-0,035	0,146	0,086	0,083	0,065	0,054	-0,147	-0,104	0,570	-0,263	0,003	-0,116	-0,083	0,396
120	100	8	0,021	1,000	0,043	0,046	0,018	-0,022	0,138	-0,028	0,023	0,012	0,021	-0,143	-0,090	0,604	-0,312	-0,002	-0,171	-0,061	0,626
121	100	8	-0,033	1,000	0,038	0,039	-0,001	-0,023	0,125	0,031	0,001	0,001	-0,033	-0,133	-0,087	0,525	-0,235	-0,042	-0,100	-0,105	0,402
122	100	8	0,016	1,000	0,052	0,052	-0,008	-0,014	0,086	0,054	0,032	-0,019	0,016	-0,096	-0,053	0,549	-0,183	0,033	0,017	-0,074	0,379
123	100	8	0,014	1,000	0,015	0,016	0,009	-0,011	0,110	0,023	-0,037	0,014	0,014	-0,176	-0,130	0,526	-0,230	0,048	-0,161	-0,107	0,589
124	100	8	-0,009	1,000	0,078	0,081	0,025	-0,045	0,047	0,047	0,022	0,039	-0,009	-0,108	-0,068	0,561	-0,206	-0,007	-0,045	-0,039	0,414
125	100	8	0,007	1,000	0,076	0,083	0,053	-0,039	0,226	0,092	0,084	0,071	0,007	-0,212	-0,163	0,618	-0,282	0,046	-0,159	-0,083	0,547
126	100	8	-0,021	1,000	0,075	0,075	-0,014	0,006	0,072	0,065	0,048	0,003	-0,021	-0,174	-0,131	0,596	-0,280	0,007	-0,098	-0,105	0,460
127	100	8	-0,009	1,000	0,146	0,149	-0,016	-0,005	0,093	0,105	0,072	0,016	-0,009	-0,135	-0,086	0,521	-0,198	0,008	-0,094	-0,009	0,354
128	100	8	-0,066	1,000	0,136	0,137	-0,033	0,017	0,031	0,111	0,089	-0,048	-0,066	-0,173	-0,120	0,562	-0,206	-0,012	-0,147	-0,109	0,507
129	100	8	-0,025	1,000	0,052	0,051	-0,022	0,026	0,232	0,057	-0,006	-0,007	-0,025	-0,200	-0,153	0,618	-0,288	0,040	-0,078	-0,153	0,585
130	100	8	0,057	1,000	0,001	0,009	0,090	-0,108	0,224	0,007	0,034	0,092	0,057	-0,130	-0,081	0,558	-0,261	-0,008	-0,121	-0,055	0,534
131	100	8	0,029	1,000	0,089	0,094	0,030	-0,003	0,243	0,091	0,021	0,017	0,029	-0,157	-0,110	0,580	-0,237	0,012	-0,038	-0,063	0,552
132	100	8	-0,015	1,000	0,054	0,054	-0,018	0,016	0,212	0,024	0,084	-0,066	-0,015	-0,146	-0,096	0,589	-0,257	-0,021	-0,113	0,000	0,423
133	100	8	-0,017	1,000	0,075	0,079	0,012	-0,026	0,172	0,069	0,084	0,020	-0,017	-0,151	-0,102	0,551	-0,193	0,035	-0,131	-0,100	0,433
134	100	8	0,001	1,000	0,037	0,041	0,024	-0,032	0,221	0,039	0,076	0,050	0,001	-0,217	-0,159	0,610	-0,305	0,029	-0,148	-0,062	0,459
135	100	8	0,012	1,000	0,116	0,129	0,085	-0,081	-0,104	0,027	0,063	0,065	0,012	-0,153	-0,103	0,516	-0,185	0,026	-0,171	-0,074	0,416
136	100	8	0,016	1,000	0,040	0,045	0,043	-0,036	0,310	0,038	0,008	0,025	0,016	-0,132	-0,090	0,506	-0,225	-0,003	-0,096	-0,037	0,415
137	100	8	-0,020	1,000	0,063	0,067	0,012	-0,007	0,224	0,067	0,052	0,020	-0,020	-0,207	-0,157	0,589	-0,278	-0,020	-0,097	-0,107	0,466
138	100	8	-0,026	1,000	0,069	0,073	0,012	-0,035	0,061	0,040	0,023	0,001	-0,026	-0,202	-0,154	0,596	-0,298	-0,002	-0,148	-0,117	0,465
139	100	8	-0,025	1,000	0,027	0,030	0,013	-0,004	0,235	0,007	0,013	-0,005	-0,025	-0,165	-0,113	0,541	-0,225	-0,003	-0,096	-0,101	0,598
140	100	8	0,043	1,000	0,084	0,088	0,012	-0,027	0,055	0,049	0,065	0,020	0,043	-0,140	-0,086	0,599	-0,246	0,001	-0,065	-0,036	0,420
141	100	8	-0,004	1,000	0,058	0,063	0,033	-0,038	0,076	-0,004	0,130	0,028	-0,004	-0,194	-0,144	0,570	-0,290	0,013	-0,192	-0,082	0,474
142	100	8	0,004	1,000	0,080	0,084	0,021	-0,041	0,191	0,114	0,126	0,023	0,004	-0,150	-0,098	0,607	-0,224	0,000	-0,060	-0,084	0,467
143	100	8	0,024	1,000	0,016	0,020	0,051	-0,065	0,055	-0,001	-0,024	0,043	0,024	-0,084	-0,043	0,548	-0,200	0,014	0,052	-0,121	0,481
144	100	8	-0,001	1,000	0,116	0,121	0,013	-0,010	0,153	0,067	0,028	0,000	-0,001	-0,199	-0,146	0,623	-0,303	0,003	-0,161	-0,110	0,475
145	100	8	-0,017	1,000	0,021	0,021	-0,006	-0,009	0,268	0,047	0,024	0,009	-0,017	-0,127	-0,072	0,584	-0,263	0,027	-0,091	-0,017	0,478
146	100	8	-0,004	1,000	0,015	0,016	-0,002	-0,006	0,217	-0,009	0,015	-0,001	-0,004	-0,200	-0,146	0,597	-0,288	-0,005	-0,119	-0,056	0,282
147	100	8	0,002	1,000	0,003	0,006	0,042	-0,063	0,320	0,070	-0,006	0,024	0,002	-0,131	-0,086	0,603	-0,211	-0,002	-0,076	-0,040	0,444
148	100	8	0,032	1,000	0,063	0,069	0,042	-0,033	0,053	0,087	0,037	0,050	0,032	-0,200	-0,149	0,572	-0,302	-0,018	-0,119	-0,056	0,525
149	100	8	-0,004	1,000	0,038	0,041	0,020	-0,028	0,151	-0,001	0,054	0,028	-0,004	-0,143	-0,093	0,547	-0,232	0,009	-0,084	-0,073	0,458
150	100	8	0,013	1,000	0,053	0,060	0,051	-0,047	0,233	0,007	0,077	0,047	0,013	-0,147	-0,097	0,561	-0,217	0,012	-0,140	-0,084	0,482
<i>Média</i>			0,004	1,000	0,057	0,060	0,023	-0,027	0,166	0,043	0,038	0,021	0,004	-0,158	-0,109	0,568	-0,248	0,006	-0,103	-0,069	0,456

Tabela 85 – Correlação dos objetivos das instâncias 100|8 do problema Máquina Paralela Idêntica com *Release Time* continuação 1.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	L_{max} $\sum C_j$	L_{max} $\sum T_j$	L_{max} $\sum E_j$	L_{max} $\sum U_j$	L_{max} C_{max}	L_{max} $\sum c_j C_j$	L_{max} $\sum w_j T_j$	L_{max} $\sum h_j E_j$	$\sum C_j$ $\sum T_j$	$\sum C_j$ $\sum E_j$	$\sum C_j$ $\sum U_j$	$\sum C_j$ C_{max}	$\sum C_j$ $\sum c_j C_j$	$\sum C_j$ $\sum w_j T_j$	$\sum C_j$ $\sum h_j E_j$	$\sum T_j$ $\sum E_j$	$\sum T_j$ $\sum U_j$	$\sum T_j$ C_{max}	$\sum T_j$ $\sum c_j C_j$
101	100	8	0,037	0,040	0,011	-0,013	0,198	0,072	0,017	0,006	0,996	-0,380	0,445	-0,035	0,703	0,656	-0,315	-0,296	0,387	-0,033	0,703
102	100	8	0,043	0,046	0,028	-0,032	0,284	0,035	0,053	0,025	0,997	-0,368	0,441	-0,030	0,801	0,765	-0,271	-0,291	0,385	-0,029	0,800
103	100	8	0,039	0,043	0,035	-0,030	0,060	0,043	0,001	0,026	0,996	-0,255	0,332	-0,060	0,577	0,712	-0,214	-0,172	0,280	-0,063	0,576
104	100	8	0,080	0,083	0,011	-0,016	0,053	0,032	0,028	0,007	0,997	-0,305	0,353	-0,024	0,727	0,756	-0,235	-0,228	0,301	-0,025	0,722
105	100	8	0,111	0,113	0,000	-0,015	0,100	0,075	0,027	0,000	0,997	-0,295	0,374	-0,058	0,703	0,706	-0,208	-0,216	0,320	-0,056	0,707
106	100	8	0,111	0,115	0,008	-0,031	0,024	0,099	0,034	0,005	0,995	-0,329	0,402	-0,010	0,661	0,663	-0,255	-0,238	0,343	-0,015	0,659
107	100	8	0,082	0,086	0,018	0,010	0,162	0,016	0,072	0,015	0,996	-0,310	0,374	-0,016	0,713	0,790	-0,280	-0,229	0,321	-0,016	0,701
108	100	8	-0,051	-0,048	0,045	-0,056	0,410	-0,046	-0,018	0,046	0,996	-0,373	0,424	-0,010	0,645	0,655	-0,313	-0,285	0,362	-0,009	0,643
109	100	8	0,014	0,016	0,022	-0,048	0,172	-0,019	-0,006	0,003	0,996	-0,378	0,441	-0,009	0,724	0,647	-0,264	-0,291	0,383	-0,010	0,722
110	100	8	-0,005	0,004	0,101	-0,057	0,349	-0,021	-0,011	0,071	0,996	-0,307	0,403	-0,037	0,749	0,778	-0,218	-0,220	0,343	-0,035	0,749
111	100	8	0,110	0,113	0,001	-0,013	0,137	0,115	0,139	0,029	0,996	-0,353	0,400	0,008	0,776	0,774	-0,290	-0,267	0,346	0,007	0,779
112	100	8	0,024	0,025	0,008	-0,026	0,141	-0,002	-0,014	0,001	0,997	-0,399	0,446	-0,034	0,685	0,657	-0,309	-0,321	0,396	-0,030	0,679
113	100	8	0,071	0,078	0,046	-0,050	0,107	0,058	0,065	0,051	0,996	-0,372	0,435	-0,010	0,720	0,673	-0,280	-0,284	0,373	-0,011	0,721
114	100	8	0,050	0,054	0,029	-0,025	0,199	0,037	0,053	0,021	0,996	-0,364	0,407	-0,043	0,608	0,573	-0,276	-0,277	0,347	-0,048	0,607
115	100	8	0,075	0,081	0,043	-0,058	0,158	0,054	0,015	0,036	0,996	-0,351	0,445	-0,009	0,763	0,630	-0,343	-0,263	0,389	-0,010	0,759
116	100	8	0,037	0,041	0,030	-0,018	0,254	0,043	0,019	0,009	0,996	-0,386	0,419	-0,073	0,685	0,701	-0,299	-0,303	0,363	-0,070	0,690
117	100	8	0,018	0,025	0,056	-0,064	0,314	0,039	-0,035	0,056	0,995	-0,399	0,451	-0,046	0,722	0,675	-0,356	-0,301	0,383	-0,046	0,719
118	100	8	0,060	0,062	0,005	-0,004	0,278	0,024	0,040	-0,002	0,995	-0,348	0,429	-0,009	0,765	0,739	-0,301	-0,254	0,370	-0,008	0,760
119	100	8	0,091	0,099	0,069	-0,035	0,146	0,086	0,083	0,065	0,997	-0,282	0,362	0,002	0,703	0,766	-0,276	-0,207	0,311	0,003	0,703
120	100	8	0,043	0,046	0,018	-0,022	0,138	-0,028	0,023	0,012	0,996	-0,308	0,362	-0,086	0,625	0,707	-0,243	-0,222	0,303	-0,086	0,613
121	100	8	0,038	0,039	-0,001	-0,023	0,125	0,031	0,001	0,001	0,996	-0,322	0,377	-0,085	0,751	0,730	-0,308	-0,238	0,323	-0,089	0,752
122	100	8	0,052	0,052	-0,008	-0,014	0,086	0,054	0,032	-0,019	0,997	-0,290	0,377	-0,099	0,657	0,734	-0,186	-0,214	0,330	-0,098	0,660
123	100	8	0,015	0,016	0,009	-0,011	0,110	0,023	-0,037	0,014	0,996	-0,431	0,501	-0,074	0,808	0,759	-0,345	-0,348	0,443	-0,072	0,806
124	100	8	0,078	0,081	0,025	-0,045	0,047	0,047	0,022	0,039	0,997	-0,188	0,288	-0,077	0,677	0,542	-0,167	-0,117	0,245	-0,075	0,679
125	100	8	0,076	0,083	0,053	-0,039	0,226	0,092	0,084	0,071	0,997	-0,338	0,382	-0,034	0,715	0,765	-0,262	-0,259	0,331	-0,030	0,716
126	100	8	0,075	0,075	-0,014	0,006	0,072	0,065	0,048	0,003	0,997	-0,342	0,368	-0,051	0,687	0,703	-0,225	-0,270	0,317	-0,054	0,685
127	100	8	0,146	0,149	-0,016	-0,005	0,093	0,105	0,072	0,016	0,995	-0,365	0,419	-0,038	0,745	0,634	-0,250	-0,275	0,363	-0,037	0,742
128	100	8	0,136	0,137	-0,033	0,017	0,031	0,111	0,089	-0,048	0,995	-0,379	0,437	-0,017	0,794	0,740	-0,293	-0,288	0,380	-0,017	0,790
129	100	8	0,052	0,051	-0,022	0,026	0,232	0,057	-0,006	-0,007	0,997	-0,335	0,391	-0,050	0,636	0,733	-0,297	-0,259	0,343	-0,048	0,633
130	100	8	0,001	0,009	0,090	-0,108	0,224	0,007	0,034	0,092	0,996	-0,318	0,365	-0,048	0,701	0,663	-0,254	-0,230	0,303	-0,047	0,693
131	100	8	0,089	0,094	0,030	-0,003	0,243	0,091	0,021	0,017	0,996	-0,327	0,372	-0,002	0,617	0,614	-0,264	-0,247	0,319	0,000	0,620
132	100	8	0,054	0,054	-0,018	0,016	0,212	0,024	0,084	-0,066	0,996	-0,341	0,424	-0,064	0,769	0,695	-0,265	-0,259	0,369	-0,066	0,767
133	100	8	0,075	0,079	0,012	-0,026	0,172	0,069	0,084	0,020	0,996	-0,315	0,378	-0,102	0,725	0,670	-0,264	-0,227	0,324	-0,102	0,722
134	100	8	0,037	0,041	0,024	-0,032	0,221	0,039	0,076	0,050	0,995	-0,397	0,446	0,003	0,663	0,589	-0,311	-0,302	0,386	0,005	0,663
135	100	8	0,116	0,129	0,085	-0,081	-0,104	0,027	0,063	0,065	0,995	-0,341	0,407	-0,001	0,775	0,672	-0,278	-0,246	0,347	0,001	0,764
136	100	8	0,040	0,045	0,043	-0,036	0,310	0,038	0,008	0,025	0,996	-0,335	0,413	-0,020	0,574	0,645	-0,252	-0,253	0,353	-0,020	0,566
137	100	8	0,063	0,067	0,012	-0,007	0,224	0,067	0,052	0,020	0,996	-0,418	0,483	-0,019	0,665	0,748	-0,386	-0,337	0,427	-0,020	0,666
138	100	8	0,069	0,073	0,012	-0,035	0,061	0,040	0,023	0,001	0,996	-0,407	0,432	-0,047	0,650	0,728	-0,305	-0,328	0,373	-0,047	0,647
139	100	8	0,027	0,030	0,013	-0,004	0,235	0,007	0,013	-0,005	0,995	-0,366	0,396	-0,041	0,699	0,693	-0,277	-0,271	0,333	-0,040	0,698
140	100	8	0,084	0,088	0,012	-0,027	0,055	0,049	0,065	0,020	0,996	-0,376	0,441	-0,069	0,712	0,701	-0,304	-0,289	0,388	-0,070	0,713
141	100	8	0,058	0,063	0,033	-0,038	0,076	-0,004	0,130	0,028	0,996	-0,372	0,443	-0,054	0,699	0,699	-0,331	-0,284	0,381	-0,055	0,691
142	100	8	0,080	0,084	0,021	-0,041	0,191	0,114	0,126	0,023	0,996	-0,298	0,377	-0,029	0,630	0,707	-0,276	-0,214	0,325	-0,028	0,636
143	100	8	0,016	0,020	0,051	-0,065	0,055	-0,001	-0,024	0,043	0,997	-0,269	0,331	-0,038	0,642	0,606	-0,239	-0,196	0,285	-0,037	0,646
144	100	8	0,116	0,121	0,013	-0,010	0,153	0,067	0,028	0,000	0,996	-0,382	0,437	0,002	0,767	0,712	-0,318	-0,300	0,380	0,002	0,764
145	100	8	0,021	0,021	-0,006	-0,009	0,268	0,047	0,024	0,009	0,996	-0,335	0,455	-0,043	0,730	0,713	-0,299	-0,244	0,395	-0,042	0,726
146	100	8	0,015	0,016	-0,002	-0,006	0,217	-0,009	0,015	-0,001	0,996	-0,345	0,398	-0,026	0,772	0,646	-0,231	-0,257	0,338	-0,028	0,722
147	100	8	0,003	0,006	0,042	-0,063	0,320	0,070	-0,006	0,024	0,997	-0,265	0,369	-0,056	0,711	0,704	-0,211	-0,192	0,324	-0,055	0,710
148	100	8	0,063	0,069	0,042	-0,033	0,053	0,087	0,037	0,050	0,996	-0,361	0,432	0,068	0,719	0,724	-0,325	-0,274	0,369	0,069	0,717
149	100	8	0,038	0,041	0,020	-0,028	0,151	-0,001	0,054	0,028	0,996	-0,368	0,422	-0,081	0,695	0,705	-0,328	-0,278	0,361	-0,081	0,693
150	100	8	0,053	0,060	0,051	-0,047	0,233	0,007	0,077	0,047	0,996	-0,285	0,329	-0,022	0,699	0,678	-0,211	-0,196	0,269	-0,022	0,692
<i>Média</i>			0,057	0,060	0,023	-0,027	0,166	0,043	0,038	0,021	0,996	-0,341	0,405	-0,036	0,703	0,693	-0,276	-0,257	0,349	-0,036	0,701

Tabela 86 – Correlação dos objetivos das instâncias 100|8 do problema Máquina Paralela Idêntica com *Release Time* continuação 2.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{\sum T_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum T_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum U_j}$	$\frac{\sum E_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum E_j}{\sum c_j C_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum U_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum U_j}{\sum c_j C_j}$	$\frac{\sum U_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum U_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum c_j C_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum c_j C_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum w_j T_j}{\sum h_j E_j}$
101	100	8	0,661	-0,252	-0,751	0,032	-0,246	-0,167	0,767	-0,025	0,298	0,234	-0,628	-0,032	-0,008	0,014	0,386	-0,161	-0,115
102	100	8	0,769	-0,217	-0,779	0,016	-0,273	-0,213	0,703	-0,026	0,352	0,311	-0,586	-0,040	-0,047	0,036	0,648	-0,221	-0,179
103	100	8	0,714	-0,149	-0,669	-0,024	-0,141	-0,127	0,786	0,029	0,175	0,191	-0,564	0,007	-0,024	-0,007	0,455	-0,062	-0,107
104	100	8	0,757	-0,172	-0,719	0,001	-0,251	-0,198	0,827	0,007	0,278	0,266	-0,620	-0,018	-0,051	-0,018	0,513	-0,179	-0,165
105	100	8	0,709	-0,144	-0,729	0,034	-0,134	-0,150	0,800	-0,019	0,238	0,259	-0,540	-0,041	-0,024	0,041	0,533	-0,098	-0,106
106	100	8	0,672	-0,185	-0,692	-0,044	-0,203	-0,090	0,765	0,018	0,250	0,201	-0,506	0,009	-0,018	-0,013	0,507	-0,193	-0,046
107	100	8	0,795	-0,212	-0,698	0,004	-0,334	-0,158	0,854	-0,012	0,361	0,236	-0,579	-0,015	-0,013	-0,003	0,510	-0,260	-0,125
108	100	8	0,657	-0,239	-0,766	0,017	-0,230	-0,195	0,843	-0,028	0,288	0,268	-0,637	-0,010	-0,010	0,041	0,336	-0,205	-0,170
109	100	8	0,655	-0,198	-0,735	-0,001	-0,257	-0,133	0,753	-0,023	0,339	0,196	-0,545	0,024	0,003	-0,011	0,465	-0,170	-0,106
110	100	8	0,786	-0,150	-0,730	0,037	-0,202	-0,118	0,772	-0,020	0,303	0,250	-0,598	-0,054	-0,008	0,022	0,614	-0,168	-0,078
111	100	8	0,780	-0,217	-0,678	-0,015	-0,204	-0,179	0,845	0,010	0,253	0,261	-0,563	0,010	-0,014	-0,018	0,612	-0,159	-0,133
112	100	8	0,656	-0,245	-0,716	0,062	-0,312	-0,241	0,820	-0,026	0,350	0,296	-0,592	-0,001	-0,033	0,062	0,565	-0,268	-0,199
113	100	8	0,670	-0,218	-0,765	-0,007	-0,228	-0,248	0,710	0,020	0,281	0,283	-0,557	-0,031	-0,016	0,009	0,468	-0,216	-0,146
114	100	8	0,577	-0,213	-0,739	-0,033	-0,213	-0,144	0,735	0,005	0,220	0,183	-0,569	-0,002	-0,002	-0,020	0,349	-0,188	-0,167
115	100	8	0,637	-0,266	-0,711	-0,002	-0,277	-0,122	0,889	-0,015	0,366	0,208	-0,618	0,021	-0,009	0,031	0,524	-0,249	-0,167
116	100	8	0,705	-0,228	-0,719	0,053	-0,184	-0,200	0,841	-0,040	0,240	0,246	-0,573	-0,076	-0,054	0,028	0,493	-0,119	-0,172
117	100	8	0,685	-0,269	-0,755	0,020	-0,284	-0,151	0,896	-0,020	0,319	0,245	-0,667	-0,014	-0,035	0,004	0,467	-0,273	-0,136
118	100	8	0,737	-0,231	-0,696	0,012	-0,280	-0,238	0,753	-0,015	0,331	0,315	-0,575	-0,019	-0,016	-0,007	0,580	-0,279	-0,229
119	100	8	0,765	-0,217	-0,727	0,015	-0,171	-0,195	0,812	-0,035	0,237	0,255	-0,626	-0,024	-0,009	0,002	0,443	-0,144	-0,233
120	100	8	0,710	-0,167	-0,734	0,020	-0,289	-0,153	0,887	-0,053	0,312	0,200	-0,598	-0,094	-0,059	-0,014	0,412	-0,209	-0,103
121	100	8	0,727	-0,240	-0,694	-0,011	-0,200	-0,240	0,821	0,002	0,249	0,293	-0,603	-0,095	-0,064	-0,015	0,539	-0,200	-0,281
122	100	8	0,733	-0,127	-0,659	0,042	-0,122	-0,188	0,770	-0,026	0,203	0,266	-0,502	-0,038	-0,114	0,035	0,477	-0,066	-0,082
123	100	8	0,763	-0,275	-0,776	0,056	-0,338	-0,264	0,842	-0,025	0,370	0,358	-0,629	-0,043	-0,043	0,070	0,601	-0,256	-0,226
124	100	8	0,540	-0,110	-0,624	0,027	-0,077	-0,111	0,801	-0,025	0,193	0,167	-0,505	-0,077	-0,032	0,041	0,358	-0,097	-0,106
125	100	8	0,774	-0,192	-0,698	0,061	-0,200	-0,133	0,864	-0,016	0,217	0,182	-0,568	-0,040	-0,025	0,057	0,529	-0,131	-0,104
126	100	8	0,702	-0,170	-0,745	-0,018	-0,232	-0,228	0,755	0,045	0,234	0,246	-0,589	-0,059	-0,041	0,011	0,384	-0,149	-0,165
127	100	8	0,636	-0,179	-0,686	0,024	-0,268	-0,185	0,781	-0,037	0,297	0,267	-0,517	-0,058	-0,015	0,028	0,523	-0,254	-0,113
128	100	8	0,744	-0,220	-0,692	0,009	-0,301	-0,210	0,806	-0,044	0,338	0,291	-0,510	-0,026	-0,077	0,007	0,560	-0,227	-0,155
129	100	8	0,735	-0,230	-0,685	0,042	-0,224	-0,201	0,886	-0,028	0,318	0,241	-0,585	-0,024	-0,038	0,049	0,420	-0,209	-0,193
130	100	8	0,663	-0,181	-0,754	0,024	-0,277	-0,182	0,830	-0,001	0,270	0,204	-0,626	-0,005	-0,097	0,007	0,524	-0,233	-0,131
131	100	8	0,616	-0,197	-0,714	0,017	-0,137	-0,146	0,835	-0,030	0,217	0,221	-0,581	0,022	-0,030	-0,001	0,355	-0,146	-0,183
132	100	8	0,704	-0,204	-0,726	-0,013	-0,254	-0,108	0,744	-0,002	0,334	0,220	-0,576	-0,036	-0,042	-0,002	0,542	-0,181	-0,088
133	100	8	0,673	-0,191	-0,662	0,026	-0,227	-0,154	0,836	-0,015	0,286	0,203	-0,563	-0,115	-0,109	0,016	0,519	-0,173	-0,139
134	100	8	0,594	-0,233	-0,703	0,018	-0,231	-0,164	0,823	-0,010	0,275	0,209	-0,588	0,032	-0,013	-0,008	0,471	-0,156	-0,133
135	100	8	0,674	-0,201	-0,689	0,018	-0,331	-0,176	0,807	0,005	0,353	0,245	-0,512	0,019	0,020	0,002	0,470	-0,289	-0,129
136	100	8	0,647	-0,188	-0,786	0,002	-0,251	-0,167	0,782	0,003	0,263	0,212	-0,624	-0,024	-0,009	0,003	0,360	-0,195	-0,165
137	100	8	0,751	-0,315	-0,760	0,000	-0,239	-0,247	0,884	-0,008	0,288	0,313	-0,667	-0,012	-0,018	0,019	0,569	-0,233	-0,258
138	100	8	0,729	-0,241	-0,788	0,013	-0,269	-0,254	0,804	-0,025	0,271	0,292	-0,642	-0,016	-0,017	0,017	0,507	-0,165	-0,226
139	100	8	0,695	-0,192	-0,720	0,017	-0,226	-0,198	0,881	-0,024	0,261	0,257	-0,558	-0,030	-0,056	0,023	0,504	-0,149	-0,179
140	100	8	0,701	-0,234	-0,685	0,018	-0,221	-0,232	0,807	0,000	0,278	0,330	-0,565	-0,057	-0,065	0,026	0,590	-0,211	-0,198
141	100	8	0,706	-0,252	-0,767	0,011	-0,313	-0,163	0,902	0,007	0,368	0,222	-0,698	-0,042	-0,052	0,022	0,461	-0,321	-0,139
142	100	8	0,710	-0,210	-0,665	0,016	-0,104	-0,145	0,808	-0,014	0,163	0,209	-0,561	-0,002	-0,051	0,026	0,554	-0,113	-0,161
143	100	8	0,598	-0,179	-0,665	0,025	-0,098	-0,235	0,831	0,003	0,199	0,247	-0,563	-0,065	-0,001	0,035	0,360	-0,083	-0,249
144	100	8	0,714	-0,247	-0,748	0,000	-0,299	-0,224	0,860	0,031	0,327	0,283	-0,625	0,008	0,025	-0,005	0,561	-0,268	-0,186
145	100	8	0,717	-0,224	-0,727	0,025	-0,252	-0,171	0,830	-0,046	0,307	0,288	-0,633	-0,044	-0,003	0,039	0,453	-0,216	-0,139
146	100	8	0,648	-0,171	-0,734	-0,018	-0,231	-0,171	0,672	0,014	0,286	0,227	-0,558	-0,024	-0,009	-0,022	0,536	-0,120	-0,118
147	100	8	0,709	-0,153	-0,663	0,022	-0,167	-0,101	0,796	-0,046	0,258	0,223	-0,525	0,009	-0,090	-0,001	0,473	-0,145	-0,042
148	100	8	0,731	-0,247	-0,776	-0,017	-0,250	-0,155	0,886	0,000	0,280	0,220	-0,663	0,084	0,064	-0,022	0,533	-0,272	-0,139
149	100	8	0,707	-0,255	-0,737	0,026	-0,238	-0,210	0,828	-0,035	0,288	0,287	-0,632	-0,056	-0,066	0,014	0,347	-0,190	-0,176
150	100	8	0,680	-0,139	-0,705	0,004	-0,238	-0,140	0,805	-0,001	0,262	0,136	-0,543	-0,008	-0,016	0,012	0,429	-0,161	-0,090
<i>Média</i>			0,696	-0,208	-0,719	0,013	-0,231	-0,178	0,813	-0,012	0,281	0,245	-0,585	-0,024	-0,030	0,012	0,488	-0,189	-0,151

Tabela 87 – Correlação dos objetivos das instâncias 100|12 do problema Máquina Paralela Idêntica com *Release Time*.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{T_{max}}{E_{max}}$	$\frac{T_{max}}{L_{max}}$	$\frac{T_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{T_{max}}{C_{max}}$	$\frac{T_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum h_j E_j}$	$\frac{E_{max}}{L_{max}}$	$\frac{E_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{E_{max}}{C_{max}}$	$\frac{E_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum h_j E_j}$
151	100	12	0,023	1,000	0,053	0,059	0,015	-0,003	0,256	0,079	0,056	0,019	0,023	-0,150	-0,077	0,473	-0,162	0,030	-0,098	-0,051	0,284
152	100	12	0,007	1,000	0,039	0,042	0,008	-0,018	0,305	0,022	0,043	0,012	0,007	-0,155	-0,090	0,448	-0,194	-0,040	-0,064	-0,026	0,221
153	100	12	0,010	1,000	0,047	0,057	0,047	-0,050	0,101	0,036	0,008	0,028	0,010	-0,159	-0,080	0,532	-0,219	-0,042	-0,063	-0,035	0,340
154	100	12	0,019	1,000	0,052	0,059	0,032	-0,020	0,089	0,012	0,003	0,009	0,019	-0,190	-0,123	0,491	-0,163	0,028	-0,158	-0,082	0,371
155	100	12	0,009	1,000	0,125	0,132	0,012	0,000	0,154	0,082	0,025	0,019	0,009	-0,153	-0,090	0,450	-0,165	0,036	-0,030	-0,080	0,532
156	100	12	0,015	1,000	0,078	0,083	0,004	-0,016	0,054	0,081	0,016	-0,008	0,015	-0,179	-0,097	0,486	-0,219	-0,003	-0,104	-0,011	0,373
157	100	12	0,013	1,000	0,071	0,081	0,042	-0,022	0,191	0,004	0,069	0,033	0,013	-0,206	-0,127	0,550	-0,221	0,009	-0,212	-0,063	0,507
158	100	12	0,014	1,000	-0,055	-0,050	0,049	-0,058	0,388	-0,044	-0,010	0,034	0,014	-0,146	-0,069	0,470	-0,192	0,002	-0,129	-0,053	0,445
159	100	12	-0,004	1,000	0,015	0,017	0,005	-0,041	0,186	-0,010	-0,022	-0,005	-0,004	-0,200	-0,125	0,483	-0,244	-0,025	-0,109	-0,045	0,304
160	100	12	0,036	1,000	0,013	0,027	0,076	-0,039	0,364	-0,015	0,008	0,069	0,036	-0,131	-0,055	0,465	-0,178	-0,006	-0,060	-0,007	0,301
161	100	12	0,006	1,000	0,089	0,100	0,031	-0,036	0,132	0,113	0,129	0,039	0,006	-0,223	-0,140	0,551	-0,242	-0,036	-0,137	-0,083	0,493
162	100	12	0,015	1,000	0,010	0,014	0,020	-0,028	0,163	-0,028	-0,027	0,000	0,015	-0,181	-0,108	0,492	-0,189	0,055	-0,162	-0,051	0,364
163	100	12	0,008	1,000	0,067	0,079	0,046	-0,040	0,116	0,054	0,066	0,030	0,008	-0,133	-0,064	0,432	-0,173	0,020	-0,031	-0,132	0,170
164	100	12	-0,001	1,000	0,044	0,052	0,032	-0,034	0,274	0,031	0,052	0,019	-0,001	-0,178	-0,107	0,456	-0,190	-0,008	-0,106	-0,018	0,218
165	100	12	0,011	1,000	0,060	0,070	0,030	-0,007	0,169	0,034	0,003	0,023	0,011	-0,168	-0,080	0,546	-0,208	-0,016	-0,105	-0,021	0,535
166	100	12	0,036	1,000	0,009	0,014	0,021	-0,048	0,310	0,022	-0,002	0,022	0,036	-0,183	-0,115	0,441	-0,175	0,016	-0,052	-0,051	0,454
167	100	12	0,040	1,000	0,028	0,046	0,075	-0,072	0,357	0,033	-0,019	0,075	0,040	-0,171	-0,085	0,482	-0,200	0,017	-0,160	-0,032	0,458
168	100	12	-0,022	1,000	0,024	0,025	-0,004	-0,007	0,307	-0,011	0,010	0,011	-0,022	-0,160	-0,077	0,486	-0,151	0,023	-0,135	-0,060	0,289
169	100	12	0,023	1,000	0,087	0,098	0,048	-0,020	0,163	0,077	0,100	0,027	0,023	-0,143	-0,076	0,509	-0,221	-0,024	-0,128	-0,063	0,304
170	100	12	-0,033	1,000	0,083	0,085	-0,014	0,013	0,216	-0,013	0,054	-0,011	-0,033	-0,167	-0,080	0,552	-0,285	0,014	-0,174	-0,063	0,595
171	100	12	-0,001	1,000	0,052	0,059	0,026	-0,045	0,136	0,037	0,015	0,020	-0,001	-0,118	-0,053	0,430	-0,161	-0,011	-0,095	-0,082	0,347
172	100	12	0,006	1,000	0,035	0,034	-0,015	-0,028	0,092	0,050	0,017	-0,040	0,006	-0,136	-0,070	0,481	-0,134	0,027	0,005	-0,073	0,315
173	100	12	0,008	1,000	0,013	0,018	0,020	-0,047	0,108	0,024	-0,034	0,012	0,008	-0,168	-0,098	0,452	-0,212	0,044	-0,123	-0,076	0,560
174	100	12	0,034	1,000	0,091	0,098	0,039	-0,044	0,065	0,075	0,004	0,036	0,034	-0,112	-0,044	0,522	-0,103	-0,012	-0,014	-0,082	0,443
175	100	12	-0,003	1,000	0,057	0,068	0,049	-0,041	0,228	0,082	0,067	0,054	-0,003	-0,226	-0,151	0,548	-0,216	0,033	-0,187	-0,067	0,503
176	100	12	-0,011	1,000	0,051	0,058	0,025	-0,039	0,066	0,054	0,041	0,023	-0,011	-0,203	-0,131	0,534	-0,247	0,018	-0,128	-0,109	0,405
177	100	12	-0,011	1,000	0,153	0,159	-0,020	-0,019	0,107	0,109	0,082	0,008	-0,011	-0,147	-0,072	0,451	-0,149	0,038	-0,099	-0,005	0,291
178	100	12	-0,058	1,000	0,152	0,153	-0,051	0,035	0,091	0,122	0,106	-0,063	-0,058	-0,174	-0,099	0,472	-0,138	0,020	-0,161	-0,083	0,401
179	100	12	-0,042	1,000	0,075	0,073	-0,036	0,010	0,244	0,069	-0,001	-0,027	-0,042	-0,227	-0,157	0,531	-0,214	0,029	-0,095	-0,164	0,518
180	100	12	0,048	1,000	0,038	0,054	0,075	-0,072	0,256	0,055	0,071	0,064	0,048	-0,161	-0,083	0,489	-0,183	-0,010	-0,157	-0,050	0,476
181	100	12	-0,001	1,000	0,055	0,060	0,015	-0,011	0,267	0,040	-0,022	0,013	-0,001	-0,169	-0,104	0,457	-0,193	-0,016	-0,058	-0,076	0,451
182	100	12	0,010	1,000	0,039	0,036	-0,026	0,004	0,269	0,012	0,074	-0,046	0,010	-0,171	-0,098	0,499	-0,193	0,008	-0,137	-0,001	0,329
183	100	12	-0,054	1,000	0,104	0,114	0,025	-0,038	0,163	0,102	0,100	0,032	-0,054	-0,176	-0,100	0,484	-0,183	0,028	-0,164	-0,129	0,359
184	100	12	-0,028	1,000	0,062	0,067	0,004	-0,047	0,239	0,039	0,100	0,033	-0,028	-0,189	-0,101	0,513	-0,219	0,001	-0,138	-0,021	0,389
185	100	12	0,005	1,000	0,138	0,163	0,080	-0,061	-0,097	0,040	0,068	0,049	0,005	-0,150	-0,073	0,443	-0,126	0,010	-0,168	-0,062	0,342
186	100	12	0,048	1,000	0,043	0,049	0,024	-0,004	0,332	0,047	0,007	0,029	0,048	-0,133	-0,065	0,447	-0,199	0,034	-0,152	-0,023	0,385
187	100	12	0,001	1,000	0,062	0,067	0,001	-0,014	0,237	0,076	0,064	0,014	0,001	-0,225	-0,151	0,498	-0,211	0,022	-0,097	-0,095	0,373
188	100	12	-0,012	1,000	0,077	0,079	-0,015	0,012	0,106	0,055	0,033	-0,013	-0,012	-0,212	-0,139	0,510	-0,239	0,023	-0,157	-0,093	0,384
189	100	12	-0,034	1,000	0,002	0,006	0,018	-0,036	0,256	0,005	-0,011	-0,008	-0,034	-0,173	-0,099	0,443	-0,166	0,055	-0,076	-0,093	0,524
190	100	12	0,024	1,000	0,117	0,127	0,010	-0,021	0,081	0,061	0,069	0,006	0,024	-0,139	-0,059	0,493	-0,164	-0,010	-0,077	-0,033	0,320
191	100	12	0,017	1,000	0,061	0,072	0,036	-0,038	0,095	-0,015	0,131	0,033	0,017	-0,191	-0,118	0,465	-0,206	0,002	-0,183	-0,050	0,357
192	100	12	0,005	1,000	0,033	0,039	0,028	-0,038	0,225	0,106	0,091	0,019	0,005	-0,182	-0,107	0,517	-0,184	0,014	-0,081	-0,074	0,400
193	100	12	-0,016	1,000	-0,024	-0,020	0,030	-0,059	0,047	-0,003	-0,053	0,043	-0,016	-0,075	-0,007	0,501	-0,164	-0,021	0,064	-0,085	0,429
194	100	12	-0,001	1,000	0,117	0,126	0,006	-0,042	0,164	0,062	0,028	-0,007	-0,001	-0,221	-0,139	0,549	-0,253	-0,014	-0,183	-0,103	0,377
195	100	12	-0,018	1,000	0,009	0,011	0,008	-0,027	0,258	0,031	0,025	0,025	-0,018	-0,142	-0,061	0,496	-0,219	0,008	-0,097	0,005	0,372
196	100	12	-0,001	1,000	0,013	0,018	0,021	-0,022	0,282	-0,009	0,012	0,016	-0,001	-0,170	-0,098	0,467	-0,149	-0,019	-0,107	-0,030	0,116
197	100	12	-0,014	1,000	0,017	0,020	0,020	-0,027	0,308	0,086	-0,004	0,012	-0,014	-0,138	-0,070	0,517	-0,143	-0,031	-0,076	-0,037	0,374
198	100	12	0,013	1,000	0,037	0,049	0,048	-0,029	0,047	0,066	0,031	0,061	0,013	-0,185	-0,104	0,501	-0,216	-0,042	-0,097	-0,020	0,452
199	100	12	0,007	1,000	0,067	0,070	-0,011	-0,001	0,177	0,022	0,048	-0,005	0,007	-0,184	-0,110	0,468	-0,200	-0,010	-0,082	-0,104	0,417
200	100	12	0,008	1,000	0,061	0,073	0,050	-0,041	0,245	0,021	0,103	0,046	0,008	-0,170	-0,088	0,505	-0,221	0,000	-0,152	-0,082	0,432
<i>Média</i>			0,003	1,000	0,055	0,062	0,021	-0,028	0,188	0,042	0,036	0,018	0,003	-0,169	-0,094	0,490	-0,192	0,005	-0,110	-0,060	0,388

Tabela 88 – Correlação dos objetivos das instâncias 100|12 do problema Máquina Paralela Idêntica com *Release Time* continuação 1.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{L_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{L_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{L_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{L_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{L_{max}}{C_{max}}$	$\frac{L_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{L_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{L_{max}}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum C_j}{\sum T_j}$	$\frac{\sum C_j}{\sum E_j}$	$\frac{\sum C_j}{\sum U_j}$	$\frac{\sum C_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum C_j}{\sum c_j C_j}$	$\frac{\sum C_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum C_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum T_j}{\sum E_j}$	$\frac{\sum T_j}{\sum U_j}$	$\frac{\sum T_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum T_j}{\sum c_j C_j}$
151	100	12	0,053	0,059	0,015	-0,003	0,256	0,079	0,056	0,019	0,987	-0,458	0,530	0,017	0,702	0,648	-0,356	-0,312	0,441	0,018	0,698
152	100	12	0,039	0,042	0,008	-0,018	0,305	0,022	0,043	0,012	0,989	-0,439	0,529	-0,021	0,799	0,757	-0,340	-0,300	0,434	-0,021	0,795
153	100	12	0,047	0,057	0,047	-0,050	0,101	0,036	0,008	0,028	0,988	-0,299	0,397	-0,039	0,573	0,707	-0,254	-0,151	0,307	-0,042	0,570
154	100	12	0,052	0,059	0,032	-0,020	0,089	0,012	0,003	0,009	0,990	-0,355	0,453	-0,049	0,725	0,749	-0,270	-0,217	0,365	-0,052	0,714
155	100	12	0,125	0,132	0,012	0,000	0,154	0,082	0,025	0,019	0,990	-0,337	0,428	-0,012	0,702	0,703	-0,249	-0,198	0,337	-0,009	0,708
156	100	12	0,078	0,083	0,004	-0,016	0,054	0,081	0,016	-0,008	0,985	-0,407	0,487	-0,014	0,658	0,653	-0,318	-0,242	0,389	-0,023	0,650
157	100	12	0,071	0,081	0,042	-0,022	0,191	0,004	0,069	0,033	0,988	-0,358	0,455	0,012	0,710	0,784	-0,321	-0,212	0,370	0,013	0,682
158	100	12	-0,055	-0,050	0,049	-0,058	0,388	-0,044	-0,010	0,034	0,986	-0,465	0,525	-0,010	0,643	0,642	-0,406	-0,313	0,425	-0,010	0,634
159	100	12	0,015	0,017	0,005	-0,041	0,186	-0,010	-0,022	-0,005	0,986	-0,458	0,515	0,018	0,722	0,633	-0,328	-0,306	0,418	0,020	0,714
160	100	12	0,013	0,027	0,076	-0,039	0,364	-0,015	0,008	0,069	0,986	-0,418	0,520	0,021	0,748	0,769	-0,320	-0,263	0,420	0,023	0,744
161	100	12	0,089	0,100	0,031	-0,036	0,132	0,113	0,129	0,039	0,987	-0,424	0,481	0,028	0,772	0,761	-0,344	-0,273	0,393	0,026	0,778
162	100	12	0,010	0,014	0,020	-0,028	0,163	-0,028	-0,027	0,000	0,988	-0,458	0,489	-0,036	0,682	0,648	-0,328	-0,316	0,397	-0,031	0,669
163	100	12	0,067	0,079	0,046	-0,040	0,116	0,054	0,066	0,030	0,987	-0,440	0,496	-0,046	0,718	0,664	-0,351	-0,289	0,395	-0,048	0,716
164	100	12	0,044	0,052	0,032	-0,034	0,274	0,031	0,052	0,019	0,987	-0,420	0,462	-0,017	0,605	0,570	-0,326	-0,267	0,363	-0,019	0,599
165	100	12	0,060	0,070	0,030	-0,007	0,169	0,034	0,003	0,023	0,987	-0,426	0,475	0,003	0,763	0,624	-0,419	-0,273	0,381	0,003	0,747
166	100	12	0,009	0,014	0,021	-0,048	0,310	0,022	-0,002	0,022	0,987	-0,456	0,509	-0,047	0,684	0,691	-0,367	-0,305	0,411	-0,044	0,686
167	100	12	0,028	0,046	0,075	-0,072	0,357	0,033	-0,019	0,075	0,983	-0,467	0,511	0,025	0,720	0,665	-0,413	-0,297	0,397	0,027	0,708
168	100	12	0,024	0,025	-0,004	-0,007	0,307	-0,011	0,010	0,011	0,985	-0,418	0,458	-0,018	0,762	0,726	-0,348	-0,254	0,360	-0,020	0,746
169	100	12	0,087	0,098	0,048	-0,020	0,163	0,077	0,100	0,027	0,991	-0,354	0,485	0,035	0,702	0,761	-0,343	-0,227	0,404	0,032	0,698
170	100	12	0,083	0,085	-0,014	0,013	0,216	-0,013	0,054	-0,011	0,987	-0,356	0,420	-0,009	0,623	0,697	-0,287	-0,201	0,318	-0,003	0,592
171	100	12	0,052	0,059	0,026	-0,045	0,136	0,037	0,015	0,020	0,988	-0,373	0,439	-0,048	0,750	0,727	-0,345	-0,227	0,350	-0,051	0,750
172	100	12	0,035	0,034	-0,015	-0,028	0,092	0,050	0,017	-0,040	0,990	-0,314	0,394	-0,088	0,654	0,730	-0,208	-0,177	0,312	-0,085	0,661
173	100	12	0,013	0,018	0,020	-0,047	0,108	0,024	-0,034	0,012	0,987	-0,482	0,582	-0,029	0,807	0,751	-0,387	-0,336	0,490	-0,024	0,799
174	100	12	0,091	0,098	0,039	-0,044	0,065	0,075	0,004	0,036	0,991	-0,219	0,323	-0,020	0,671	0,546	-0,193	-0,090	0,253	-0,019	0,678
175	100	12	0,057	0,068	0,049	-0,041	0,228	0,082	0,067	0,054	0,989	-0,397	0,450	-0,043	0,713	0,761	-0,303	-0,260	0,366	-0,039	0,711
176	100	12	0,051	0,058	0,025	-0,039	0,066	0,054	0,041	0,023	0,990	-0,419	0,446	-0,075	0,684	0,696	-0,307	-0,285	0,354	-0,078	0,677
177	100	12	0,153	0,159	-0,020	-0,019	0,107	0,109	0,082	0,008	0,985	-0,420	0,473	0,003	0,742	0,627	-0,295	-0,260	0,377	0,010	0,734
178	100	12	0,152	0,153	-0,051	0,035	0,091	0,122	0,106	-0,063	0,986	-0,446	0,480	0,002	0,792	0,729	-0,346	-0,291	0,387	0,006	0,781
179	100	12	0,075	0,073	-0,036	0,010	0,244	0,069	-0,001	-0,027	0,990	-0,401	0,441	-0,013	0,631	0,725	-0,358	-0,267	0,360	-0,002	0,620
180	100	12	0,038	0,054	0,075	-0,072	0,256	0,055	0,071	0,064	0,986	-0,378	0,422	0,049	0,699	0,654	-0,296	-0,221	0,314	0,049	0,677
181	100	12	0,055	0,060	0,015	-0,011	0,267	0,040	-0,022	0,013	0,989	-0,398	0,437	-0,015	0,612	0,608	-0,321	-0,258	0,344	-0,013	0,618
182	100	12	0,039	0,036	-0,026	0,004	0,269	0,012	0,074	-0,046	0,988	-0,432	0,480	-0,039	0,769	0,688	-0,311	-0,290	0,388	-0,040	0,760
183	100	12	0,104	0,114	0,025	-0,038	0,163	0,102	0,100	0,032	0,986	-0,387	0,385	-0,049	0,724	0,660	-0,319	-0,230	0,286	-0,049	0,714
184	100	12	0,062	0,067	0,004	-0,047	0,239	0,039	0,100	0,033	0,984	-0,458	0,496	0,090	0,663	0,577	-0,352	-0,293	0,396	0,095	0,658
185	100	12	0,138	0,163	0,080	-0,061	-0,097	0,040	0,068	0,049	0,984	-0,413	0,479	0,034	0,773	0,661	-0,347	-0,242	0,377	0,035	0,746
186	100	12	0,043	0,049	0,024	-0,004	0,332	0,047	0,007	0,029	0,988	-0,412	0,509	-0,054	0,572	0,637	-0,347	-0,267	0,408	-0,056	0,553
187	100	12	0,062	0,067	0,001	-0,014	0,237	0,076	0,064	0,014	0,987	-0,477	0,533	0,008	0,661	0,738	-0,435	-0,329	0,438	0,013	0,660
188	100	12	0,077	0,079	-0,015	0,012	0,106	0,055	0,033	-0,013	0,989	-0,474	0,501	-0,028	0,651	0,714	-0,353	-0,337	0,404	-0,027	0,639
189	100	12	0,002	0,006	0,018	-0,036	0,256	0,005	-0,011	-0,008	0,984	-0,435	0,470	-0,044	0,696	0,681	-0,334	-0,270	0,362	-0,039	0,691
190	100	12	0,117	0,127	0,010	-0,021	0,081	0,061	0,069	0,006	0,987	-0,470	0,497	-0,030	0,712	0,690	-0,394	-0,322	0,404	-0,030	0,709
191	100	12	0,061	0,072	0,036	-0,038	0,095	-0,015	0,131	0,033	0,986	-0,452	0,492	-0,029	0,698	0,684	-0,392	-0,299	0,392	-0,032	0,677
192	100	12	0,033	0,039	0,028	-0,038	0,225	0,106	0,091	0,019	0,988	-0,372	0,431	-0,052	0,630	0,697	-0,324	-0,227	0,342	-0,048	0,639
193	100	12	-0,024	-0,020	0,030	-0,059	0,047	-0,003	-0,053	0,043	0,991	-0,318	0,354	-0,007	0,642	0,600	-0,273	-0,187	0,275	-0,009	0,645
194	100	12	0,117	0,126	0,006	-0,042	0,164	0,062	0,028	-0,007	0,988	-0,468	0,535	0,030	0,768	0,702	-0,400	-0,324	0,442	0,027	0,756
195	100	12	0,009	0,011	0,008	-0,027	0,258	0,031	0,025	0,025	0,986	-0,428	0,528	-0,037	0,728	0,704	-0,371	-0,273	0,431	-0,031	0,718
196	100	12	0,013	0,018	0,021	-0,022	0,282	-0,009	0,012	0,016	0,987	-0,399	0,442	-0,010	0,772	0,638	-0,262	-0,246	0,346	-0,011	0,767
197	100	12	0,017	0,020	0,020	-0,027	0,308	0,086	-0,004	0,012	0,991	-0,318	0,464	-0,017	0,709	0,701	-0,226	-0,186	0,389	-0,019	0,707
198	100	12	0,037	0,049	0,048	-0,029	0,047	0,066	0,031	0,061	0,986	-0,464	0,533	0,022	0,718	0,709	-0,420	-0,309	0,432	0,023	0,711
199	100	12	0,067	0,070	-0,011	-0,001	0,177	0,022	0,048	-0,005	0,986	-0,454	0,477	-0,052	0,694	0,696	-0,415	-0,299	0,377	-0,053	0,687
200	100	12	0,061	0,073	0,050	-0,041	0,245	0,021	0,103	0,046	0,986	-0,337	0,379	-0,029	0,699	0,669	-0,253	-0,175	0,270	-0,027	0,681
<i>Média</i>			0,055	0,062	0,021	-0,028	0,188	0,042	0,036	0,018	0,987	-0,409	0,470	-0,015	0,701	0,685	-0,332	-0,260	0,376	-0,014	0,693

Tabela 89 – Correlação dos objetivos das instâncias 100|12 do problema Máquina Paralela Idêntica com *Release Time* continuação 2.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{\sum T_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum T_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum U_j}$	$\frac{\sum E_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum E_j}{\sum c_j C_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum U_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum U_j}{\sum c_j C_j}$	$\frac{\sum U_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum U_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum c_j C_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum c_j C_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum w_j T_j}{\sum h_j E_j}$
151	100	12	0,660	-0,245	-0,709	0,000	-0,292	-0,185	0,763	0,011	0,353	0,245	-0,584	0,011	0,026	-0,020	0,380	-0,168	-0,128
152	100	12	0,767	-0,240	-0,765	0,007	-0,322	-0,221	0,730	-0,009	0,411	0,354	-0,583	-0,055	-0,039	0,012	0,643	-0,284	-0,194
153	100	12	0,717	-0,137	-0,657	-0,006	-0,150	-0,098	0,792	-0,031	0,231	0,185	-0,545	0,026	0,014	-0,014	0,448	-0,067	-0,089
154	100	12	0,754	-0,154	-0,699	-0,005	-0,281	-0,185	0,828	-0,008	0,366	0,322	-0,595	-0,030	-0,064	-0,012	0,509	-0,204	-0,142
155	100	12	0,712	-0,138	-0,709	0,018	-0,153	-0,130	0,792	0,006	0,249	0,257	-0,535	-0,018	-0,006	0,042	0,536	-0,113	-0,096
156	100	12	0,678	-0,189	-0,673	-0,042	-0,260	-0,082	0,775	0,051	0,325	0,220	-0,522	-0,010	-0,022	-0,023	0,498	-0,240	-0,042
157	100	12	0,797	-0,198	-0,653	0,002	-0,381	-0,142	0,854	0,016	0,424	0,288	-0,562	0,009	0,007	-0,005	0,494	-0,298	-0,107
158	100	12	0,650	-0,280	-0,744	0,005	-0,295	-0,206	0,835	-0,028	0,358	0,298	-0,623	0,011	-0,024	0,021	0,325	-0,277	-0,190
159	100	12	0,652	-0,210	-0,727	0,000	-0,322	-0,139	0,766	-0,024	0,368	0,212	-0,528	0,039	-0,011	-0,016	0,455	-0,226	-0,118
160	100	12	0,786	-0,199	-0,732	0,005	-0,282	-0,165	0,779	0,009	0,379	0,313	-0,619	0,005	0,023	0,016	0,609	-0,260	-0,121
161	100	12	0,776	-0,216	-0,668	-0,022	-0,238	-0,182	0,845	0,048	0,299	0,293	-0,559	0,019	-0,001	-0,030	0,606	-0,191	-0,132
162	100	12	0,654	-0,209	-0,724	0,045	-0,342	-0,219	0,816	-0,004	0,346	0,277	-0,603	-0,017	-0,018	0,030	0,556	-0,286	-0,157
163	100	12	0,664	-0,242	-0,746	0,006	-0,271	-0,247	0,736	0,014	0,349	0,295	-0,591	-0,075	-0,045	-0,005	0,466	-0,269	-0,168
164	100	12	0,581	-0,218	-0,714	-0,001	-0,243	-0,135	0,718	-0,017	0,243	0,203	-0,561	0,020	0,013	0,017	0,348	-0,230	-0,172
165	100	12	0,640	-0,285	-0,687	-0,001	-0,357	-0,132	0,887	-0,024	0,392	0,203	-0,585	0,034	0,031	-0,008	0,514	-0,324	-0,190
166	100	12	0,702	-0,238	-0,729	0,031	-0,247	-0,200	0,845	-0,028	0,298	0,282	-0,590	-0,047	-0,042	0,019	0,481	-0,159	-0,191
167	100	12	0,684	-0,260	-0,742	0,003	-0,332	-0,162	0,897	-0,018	0,369	0,259	-0,650	0,061	0,034	-0,015	0,456	-0,309	-0,136
168	100	12	0,731	-0,225	-0,665	-0,004	-0,339	-0,221	0,758	0,022	0,365	0,288	-0,550	-0,030	-0,026	-0,009	0,564	-0,326	-0,207
169	100	12	0,761	-0,243	-0,711	-0,030	-0,229	-0,221	0,805	0,013	0,318	0,341	-0,600	-0,010	0,031	-0,035	0,440	-0,190	-0,259
170	100	12	0,706	-0,150	-0,709	0,033	-0,355	-0,144	0,878	-0,018	0,365	0,236	-0,575	-0,044	0,008	0,023	0,395	-0,260	-0,092
171	100	12	0,724	-0,228	-0,679	-0,003	-0,228	-0,236	0,819	0,018	0,299	0,308	-0,580	-0,071	-0,029	0,002	0,540	-0,218	-0,279
172	100	12	0,733	-0,102	-0,652	0,043	-0,115	-0,155	0,768	-0,017	0,189	0,264	-0,512	-0,021	-0,112	0,030	0,479	-0,063	-0,062
173	100	12	0,760	-0,263	-0,745	0,037	-0,380	-0,257	0,841	-0,031	0,454	0,400	-0,612	-0,008	0,000	0,034	0,596	-0,283	-0,218
174	100	12	0,544	-0,090	-0,577	0,007	-0,054	-0,101	0,798	0,009	0,192	0,183	-0,460	-0,020	-0,010	0,014	0,360	-0,076	-0,114
175	100	12	0,781	-0,182	-0,678	0,044	-0,244	-0,125	0,860	-0,026	0,259	0,220	-0,553	-0,042	-0,028	0,048	0,527	-0,161	-0,093
176	100	12	0,697	-0,202	-0,744	0,007	-0,289	-0,237	0,774	0,000	0,270	0,270	-0,589	-0,086	-0,050	0,027	0,378	-0,209	-0,196
177	100	12	0,630	-0,168	-0,674	0,035	-0,298	-0,196	0,776	-0,028	0,340	0,277	-0,499	-0,015	0,030	0,049	0,519	-0,293	-0,115
178	100	12	0,740	-0,223	-0,678	0,023	-0,357	-0,211	0,794	-0,019	0,371	0,268	-0,510	-0,009	-0,050	0,032	0,548	-0,262	-0,159
179	100	12	0,733	-0,240	-0,673	0,078	-0,285	-0,187	0,886	-0,017	0,354	0,247	-0,581	-0,004	0,013	0,089	0,408	-0,257	-0,185
180	100	12	0,656	-0,164	-0,741	-0,015	-0,333	-0,187	0,836	0,019	0,314	0,235	-0,611	0,064	-0,019	-0,030	0,516	-0,275	-0,134
181	100	12	0,614	-0,205	-0,727	0,019	-0,169	-0,164	0,826	-0,045	0,233	0,228	-0,571	0,002	-0,052	0,014	0,352	-0,171	-0,207
182	100	12	0,706	-0,207	-0,722	0,009	-0,333	-0,141	0,737	0,003	0,383	0,224	-0,556	-0,016	-0,025	0,002	0,540	-0,224	-0,095
183	100	12	0,669	-0,189	-0,678	0,016	-0,284	-0,152	0,833	0,001	0,295	0,163	-0,569	-0,050	-0,088	-0,007	0,509	-0,219	-0,128
184	100	12	0,592	-0,214	-0,685	-0,010	-0,276	-0,141	0,822	0,004	0,333	0,228	-0,566	0,108	0,054	-0,010	0,465	-0,181	-0,111
185	100	12	0,669	-0,211	-0,672	-0,009	-0,393	-0,176	0,804	0,039	0,409	0,281	-0,516	0,029	0,036	-0,016	0,457	-0,352	-0,141
186	100	12	0,643	-0,235	-0,773	0,004	-0,305	-0,178	0,783	-0,003	0,317	0,284	-0,626	-0,020	-0,006	-0,004	0,348	-0,257	-0,213
187	100	12	0,746	-0,306	-0,731	0,021	-0,272	-0,252	0,881	0,000	0,310	0,341	-0,639	0,043	0,023	0,018	0,563	-0,260	-0,271
188	100	12	0,720	-0,241	-0,769	0,015	-0,336	-0,256	0,804	-0,015	0,323	0,317	-0,622	-0,013	-0,016	0,022	0,495	-0,218	-0,218
189	100	12	0,691	-0,187	-0,720	0,042	-0,274	-0,190	0,869	-0,018	0,320	0,280	-0,545	-0,007	-0,053	0,050	0,497	-0,184	-0,166
190	100	12	0,694	-0,273	-0,705	0,011	-0,300	-0,253	0,817	0,017	0,326	0,331	-0,608	-0,031	-0,054	0,004	0,587	-0,277	-0,225
191	100	12	0,699	-0,254	-0,725	-0,004	-0,376	-0,176	0,890	0,009	0,392	0,225	-0,642	-0,033	-0,048	0,013	0,443	-0,383	-0,135
192	100	12	0,709	-0,210	-0,675	0,036	-0,135	-0,137	0,796	-0,026	0,216	0,235	-0,529	-0,010	-0,066	0,037	0,556	-0,130	-0,147
193	100	12	0,590	-0,165	-0,647	-0,012	-0,138	-0,220	0,829	0,060	0,206	0,268	-0,551	-0,037	0,029	-0,006	0,357	-0,103	-0,242
194	100	12	0,708	-0,277	-0,736	-0,030	-0,371	-0,244	0,853	0,020	0,412	0,342	-0,636	0,016	0,048	-0,045	0,552	-0,347	-0,211
195	100	12	0,714	-0,246	-0,717	0,046	-0,312	-0,193	0,818	-0,052	0,360	0,346	-0,621	-0,059	0,008	0,042	0,444	-0,260	-0,144
196	100	12	0,645	-0,162	-0,692	0,002	-0,279	-0,169	0,653	-0,012	0,318	0,248	-0,540	-0,009	-0,017	-0,001	0,530	-0,145	-0,112
197	100	12	0,712	-0,120	-0,648	-0,010	-0,193	-0,097	0,797	-0,032	0,321	0,269	-0,502	0,018	-0,061	-0,031	0,473	-0,152	-0,012
198	100	12	0,726	-0,283	-0,746	-0,003	-0,319	-0,188	0,888	-0,002	0,360	0,279	-0,652	0,050	0,022	0,006	0,519	-0,346	-0,163
199	100	12	0,698	-0,291	-0,722	0,011	-0,296	-0,251	0,826	-0,017	0,324	0,326	-0,632	-0,017	-0,073	0,006	0,339	-0,261	-0,220
200	100	12	0,680	-0,120	-0,713	0,018	-0,281	-0,108	0,813	-0,018	0,300	0,120	-0,553	-0,013	-0,003	0,024	0,420	-0,199	-0,070
<i>Média</i>			0,694	-0,211	-0,704	0,009	-0,278	-0,180	0,812	-0,004	0,326	0,268	-0,575	-0,007	-0,014	0,008	0,481	-0,229	-0,154

A.4 MÁQUINAS PARALELAS NÃO RELACIONADAS

Tabela 90 – Correlação dos objetivos das instâncias 50|8 do problema Máquina Paralela não Relecionada.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{T_{max}}{E_{max}}$	$\frac{T_{max}}{L_{max}}$	$\sum C_j$	$\sum T_j$	$\sum E_j$	$\sum U_j$	$\frac{T_{max}}{C_{max}}$	$\sum c_j C_j$	$\sum w_j T_j$	$\sum h_j E_j$	$\frac{E_{max}}{L_{max}}$	$\sum C_j$	$\sum T_j$	$\sum E_j$	$\sum U_j$	$\frac{E_{max}}{C_{max}}$	$\sum c_j C_j$	$\sum w_j T_j$	$\sum h_j E_j$
1	50	8	-0,058	1,000	0,392	0,487	-0,141	0,134	0,456	0,175	0,321	-0,083	-0,058	-0,272	-0,113	0,336	-0,077	-0,140	-0,012	-0,082	0,091
2	50	8	-0,031	1,000	0,385	0,471	-0,125	0,124	0,321	0,205	0,338	-0,060	-0,031	-0,180	-0,018	0,293	0,001	-0,061	-0,110	-0,009	0,123
3	50	8	-0,040	1,000	0,335	0,410	-0,116	0,055	0,379	0,212	0,303	-0,115	-0,040	-0,238	-0,063	0,329	-0,020	-0,139	-0,143	-0,034	0,014
4	50	8	-0,046	1,000	0,301	0,420	-0,036	0,076	0,383	0,167	0,134	0,033	-0,046	-0,279	-0,085	0,347	-0,105	-0,129	-0,192	-0,065	0,235
5	50	8	-0,052	1,000	0,382	0,466	-0,140	0,122	0,374	0,257	0,226	-0,095	-0,052	-0,250	-0,080	0,333	-0,058	-0,108	-0,135	-0,078	0,037
6	50	8	-0,030	1,000	0,356	0,437	-0,129	0,129	0,422	0,205	0,205	-0,100	-0,030	-0,188	-0,029	0,289	-0,027	-0,115	-0,006	-0,076	0,054
7	50	8	-0,044	1,000	0,386	0,469	-0,158	0,143	0,341	0,216	0,206	-0,101	-0,044	-0,257	-0,115	0,305	-0,103	-0,166	-0,116	-0,034	0,034
8	50	8	-0,050	1,000	0,417	0,482	-0,203	0,115	0,453	0,167	0,341	-0,128	-0,050	-0,218	-0,051	0,303	-0,044	-0,101	-0,122	-0,058	0,213
9	50	8	0,005	1,000	0,370	0,470	-0,135	0,130	0,425	0,167	0,334	-0,107	0,005	-0,206	-0,076	0,270	-0,034	-0,112	-0,132	-0,079	0,066
10	50	8	-0,077	1,000	0,426	0,490	-0,171	0,157	0,500	0,342	0,240	-0,084	-0,077	-0,254	-0,032	0,372	-0,022	-0,118	-0,161	-0,048	0,206
11	50	8	-0,013	1,000	0,425	0,497	-0,172	0,151	0,449	0,147	0,439	-0,069	-0,013	-0,162	-0,016	0,258	0,019	-0,050	-0,134	-0,041	0,009
12	50	8	-0,072	1,000	0,402	0,484	-0,171	0,154	0,345	0,212	0,223	-0,087	-0,072	-0,223	-0,060	0,311	-0,011	-0,148	-0,069	-0,002	0,206
13	50	8	-0,046	1,000	0,312	0,434	-0,079	0,072	0,335	0,177	0,370	-0,023	-0,046	-0,259	-0,102	0,308	-0,073	-0,111	-0,115	-0,078	0,131
14	50	8	-0,042	1,000	0,312	0,438	-0,084	0,112	0,358	0,213	0,321	-0,020	-0,042	-0,287	-0,115	0,351	-0,092	-0,171	-0,089	-0,051	0,124
15	50	8	-0,099	1,000	0,385	0,459	-0,108	0,124	0,319	0,251	0,190	0,017	-0,099	-0,154	-0,021	0,242	-0,036	-0,105	-0,144	-0,042	-0,004
16	50	8	-0,084	1,000	0,379	0,441	-0,161	0,091	0,470	0,215	0,355	-0,077	-0,084	-0,201	-0,049	0,275	-0,033	-0,084	0,006	-0,028	0,298
17	50	8	-0,038	1,000	0,374	0,484	-0,124	0,182	0,410	0,156	0,235	-0,079	-0,038	-0,228	-0,054	0,314	-0,066	-0,093	-0,215	-0,032	0,156
18	50	8	-0,019	1,000	0,391	0,470	-0,166	0,161	0,409	0,254	0,240	-0,057	-0,019	-0,172	-0,038	0,245	-0,031	-0,081	-0,041	-0,094	0,088
19	50	8	-0,038	1,000	0,325	0,421	-0,094	0,038	0,383	0,142	0,270	-0,064	-0,038	-0,243	-0,072	0,306	-0,044	-0,088	-0,178	-0,023	0,200
20	50	8	-0,025	1,000	0,394	0,476	-0,159	0,136	0,415	0,331	0,300	-0,097	-0,025	-0,121	0,007	0,215	-0,020	-0,068	-0,025	-0,012	0,140
21	50	8	0,002	1,000	0,397	0,464	-0,136	0,155	0,412	0,235	0,307	-0,086	0,002	-0,148	-0,010	0,244	-0,015	-0,065	0,001	-0,009	0,165
22	50	8	-0,070	1,000	0,371	0,481	-0,094	0,078	0,354	0,061	0,310	-0,024	-0,070	-0,259	-0,086	0,324	-0,077	-0,110	-0,090	-0,066	0,220
23	50	8	-0,107	1,000	0,385	0,454	-0,171	0,110	0,364	0,117	0,213	-0,101	-0,107	-0,268	-0,110	0,326	-0,048	-0,128	-0,191	-0,079	0,309
24	50	8	-0,055	1,000	0,277	0,381	-0,086	0,027	0,332	0,225	0,287	-0,035	-0,055	-0,314	-0,133	0,364	-0,068	-0,152	-0,219	-0,087	0,190
25	50	8	0,002	1,000	0,345	0,445	-0,110	0,133	0,348	0,230	0,257	-0,063	0,002	-0,207	-0,051	0,289	-0,039	-0,108	-0,061	-0,040	0,171
26	50	8	-0,050	1,000	0,441	0,488	-0,237	0,186	0,385	0,158	0,411	-0,139	-0,050	-0,257	-0,080	0,354	-0,056	-0,105	-0,085	-0,044	0,067
27	50	8	-0,045	1,000	0,297	0,389	-0,099	0,094	0,356	0,207	0,177	-0,102	-0,045	-0,228	-0,081	0,306	-0,066	-0,114	-0,090	-0,076	0,058
28	50	8	-0,060	1,000	0,449	0,514	-0,203	0,194	0,510	0,280	0,215	-0,102	-0,060	-0,196	-0,052	0,276	-0,023	-0,107	-0,074	-0,037	-0,007
29	50	8	-0,036	1,000	0,424	0,490	-0,223	0,188	0,450	0,181	0,302	-0,079	-0,036	-0,246	-0,075	0,342	-0,073	-0,130	-0,206	-0,045	0,296
30	50	8	-0,046	1,000	0,350	0,461	-0,080	0,110	0,394	0,180	0,310	-0,001	-0,046	-0,206	-0,052	0,277	-0,023	-0,114	-0,192	-0,058	0,087
31	50	8	-0,101	1,000	0,387	0,494	-0,177	0,198	0,411	0,252	0,413	-0,133	-0,101	-0,268	-0,133	0,314	-0,117	-0,169	0,048	-0,064	0,195
32	50	8	-0,068	1,000	0,381	0,469	-0,175	0,206	0,419	0,223	0,313	-0,119	-0,068	-0,234	-0,073	0,325	-0,043	-0,068	-0,127	-0,053	0,172
33	50	8	-0,032	1,000	0,307	0,423	-0,075	0,081	0,329	-0,002	0,321	-0,098	-0,032	-0,228	-0,059	0,304	-0,017	-0,107	-0,152	-0,076	0,142
34	50	8	0,012	1,000	0,276	0,422	-0,013	0,027	0,326	0,143	0,218	0,038	0,012	-0,230	-0,043	0,326	-0,029	-0,098	-0,024	-0,044	0,160
35	50	8	-0,030	1,000	0,406	0,489	-0,165	0,174	0,492	0,194	0,129	-0,001	-0,030	-0,175	-0,006	0,274	-0,035	-0,055	-0,107	-0,050	0,072
36	50	8	-0,080	1,000	0,388	0,476	-0,113	0,126	0,335	0,278	0,345	-0,058	-0,080	-0,237	-0,060	0,317	-0,069	-0,136	-0,169	-0,090	0,288
37	50	8	-0,053	1,000	0,347	0,447	-0,102	0,125	0,320	0,243	0,306	-0,068	-0,053	-0,188	-0,045	0,255	-0,013	-0,088	-0,071	-0,020	0,011
38	50	8	-0,078	1,000	0,361	0,442	-0,140	0,090	0,343	0,343	0,323	-0,065	-0,078	-0,219	-0,087	0,276	-0,027	-0,124	-0,088	-0,078	0,270
39	50	8	0,012	1,000	0,419	0,500	-0,180	0,166	0,445	0,155	0,348	-0,202	0,012	-0,163	-0,024	0,251	-0,018	-0,050	-0,062	0,015	-0,031
40	50	8	-0,055	1,000	0,394	0,490	-0,149	0,099	0,423	0,266	0,343	-0,111	-0,055	-0,272	-0,088	0,349	-0,071	-0,119	-0,001	-0,078	-0,021
41	50	8	-0,036	1,000	0,322	0,427	-0,084	0,101	0,336	0,135	0,371	-0,069	-0,036	-0,243	-0,063	0,329	-0,029	-0,100	-0,200	-0,037	0,074
42	50	8	-0,013	1,000	0,333	0,447	-0,055	0,072	0,417	0,103	0,327	0,006	-0,013	-0,221	-0,035	0,323	-0,047	-0,103	-0,132	0,001	0,193
43	50	8	0,008	1,000	0,345	0,470	-0,105	0,133	0,374	0,206	0,291	0,014	0,008	-0,200	-0,035	0,294	-0,042	-0,046	-0,077	0,013	0,206
44	50	8	-0,069	1,000	0,421	0,491	-0,159	0,118	0,427	0,138	0,356	-0,084	-0,069	-0,188	-0,030	0,278	-0,034	-0,082	-0,170	-0,042	0,250
45	50	8	-0,024	1,000	0,274	0,386	-0,051	0,085	0,317	0,129	0,334	0,029	-0,024	-0,302	-0,158	0,331	-0,091	-0,140	-0,027	-0,123	0,286
46	50	8	-0,080	1,000	0,392	0,491	-0,111	0,157	0,359	0,129	0,226	-0,074	-0,080	-0,264	-0,062	0,360	-0,120	-0,103	-0,178	-0,093	0,279
47	50	8	-0,036	1,000	0,385	0,476	-0,128	0,116	0,401	0,149	0,351	-0,070	-0,036	-0,270	-0,074	0,370	-0,051	-0,123	-0,221	-0,056	0,168
48	50	8	-0,095	1,000	0,425	0,492	-0,234	0,186	0,447	0,244	0,324	-0,086	-0,095	-0,272	-0,123	0,336	-0,078	-0,140	-0,096	-0,126	0,287
49	50	8	0,016	1,000	0,418	0,495	-0,143	0,126	0,473	0,178	0,486	-0,076	0,016	-0,190	-0,030	0,292	-0,078	-0,096	-0,140	0,001	0,125
50	50	8	-0,039	1,000	0,340	0,445	-0,120	0,129	0,396	0,231	0,226	-0,099	-0,039	-0,251	-0,098	0,321	-0,027	-0,116	-0,076	-0,052	0,129
<i>Média</i>			-0,044	1,000	0,370	0,461	-0,132	0,124	0,393	0,196	0,295	-0,067	-0,044	-0,227	-0,065	0,307	-0,048	-0,108	-0,108	-0,051	0,145

Tabela 91 – Correlação dos objetivos das instâncias 50|8 do problema Máquina Paralela não Relecionada continuação 1.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	L_{max} $\sum C_j$	L_{max} $\sum T_j$	L_{max} $\sum E_j$	L_{max} $\sum U_j$	L_{max} C_{max}	L_{max} $\sum c_j C_j$	L_{max} $\sum w_j T_j$	L_{max} $\sum h_j E_j$	$\sum C_j$ $\sum T_j$	$\sum C_j$ $\sum E_j$	$\sum C_j$ $\sum U_j$	$\sum C_j$ C_{max}	$\sum C_j$ $\sum c_j C_j$	$\sum C_j$ $\sum w_j T_j$	$\sum C_j$ $\sum h_j E_j$	$\sum T_j$ $\sum E_j$	$\sum T_j$ $\sum U_j$	$\sum T_j$ C_{max}	$\sum T_j$ $\sum c_j C_j$
1	50	8	0,392	0,487	-0,141	0,134	0,456	0,175	0,321	-0,083	0,826	-0,801	0,493	0,661	0,460	0,561	-0,412	-0,324	0,432	0,634	0,433
2	50	8	0,385	0,471	-0,125	0,124	0,321	0,205	0,338	-0,060	0,838	-0,773	0,492	0,636	0,525	0,574	-0,376	-0,302	0,456	0,591	0,450
3	50	8	0,335	0,410	-0,116	0,055	0,379	0,212	0,303	-0,115	0,818	-0,782	0,491	0,628	0,544	0,489	-0,399	-0,281	0,428	0,584	0,499
4	50	8	0,301	0,420	-0,036	0,076	0,383	0,167	0,134	0,033	0,776	-0,760	0,495	0,657	0,544	0,467	-0,398	-0,179	0,378	0,616	0,422
5	50	8	0,382	0,466	-0,140	0,122	0,374	0,257	0,226	-0,095	0,821	-0,793	0,531	0,644	0,624	0,549	-0,414	-0,303	0,463	0,594	0,524
6	50	8	0,356	0,437	-0,129	0,129	0,422	0,205	0,205	-0,100	0,831	-0,794	0,548	0,666	0,494	0,610	-0,369	-0,321	0,488	0,637	0,493
7	50	8	0,386	0,469	-0,158	0,143	0,341	0,216	0,206	-0,010	0,816	-0,813	0,509	0,622	0,523	0,414	-0,303	-0,326	0,442	0,564	0,377
8	50	8	0,417	0,482	-0,203	0,115	0,453	0,167	0,341	-0,128	0,814	-0,822	0,492	0,654	0,513	0,560	-0,432	-0,338	0,454	0,621	0,366
9	50	8	0,370	0,470	-0,135	0,130	0,425	0,167	0,334	-0,107	0,838	-0,820	0,526	0,641	0,550	0,596	-0,427	-0,375	0,464	0,632	0,390
10	50	8	0,426	0,490	-0,171	0,157	0,500	0,342	0,240	-0,084	0,793	-0,774	0,485	0,647	0,555	0,440	-0,408	-0,227	0,424	0,612	0,541
11	50	8	0,425	0,497	-0,172	0,151	0,449	0,147	0,439	-0,069	0,829	-0,783	0,499	0,617	0,537	0,525	-0,294	-0,300	0,418	0,583	0,336
12	50	8	0,402	0,484	-0,171	0,154	0,345	0,212	0,223	-0,087	0,829	-0,816	0,537	0,647	0,594	0,551	-0,407	-0,354	0,514	0,617	0,536
13	50	8	0,312	0,434	-0,079	0,072	0,335	0,177	0,370	-0,023	0,791	-0,818	0,506	0,616	0,535	0,456	-0,415	-0,295	0,440	0,582	0,504
14	50	8	0,312	0,438	-0,084	0,112	0,358	0,213	0,321	-0,020	0,813	-0,833	0,553	0,622	0,471	0,490	-0,323	-0,355	0,458	0,599	0,440
15	50	8	0,385	0,459	-0,108	0,124	0,319	0,251	0,190	0,017	0,827	-0,728	0,445	0,611	0,481	0,525	-0,267	-0,217	0,389	0,543	0,427
16	50	8	0,379	0,441	-0,161	0,091	0,470	0,215	0,355	-0,077	0,806	-0,794	0,520	0,626	0,489	0,500	-0,434	-0,279	0,445	0,583	0,386
17	50	8	0,374	0,484	-0,124	0,182	0,410	0,156	0,235	-0,079	0,806	-0,812	0,586	0,657	0,520	0,523	-0,417	-0,309	0,515	0,624	0,392
18	50	8	0,391	0,470	-0,166	0,161	0,409	0,254	0,240	-0,057	0,821	-0,813	0,543	0,613	0,514	0,546	-0,365	-0,335	0,463	0,598	0,484
19	50	8	0,325	0,421	-0,094	0,038	0,383	0,142	0,270	-0,064	0,776	-0,791	0,452	0,640	0,517	0,441	-0,431	-0,228	0,364	0,577	0,403
20	50	8	0,394	0,476	-0,159	0,136	0,415	0,331	0,300	-0,097	0,836	-0,806	0,514	0,665	0,554	0,541	-0,407	-0,349	0,476	0,632	0,539
21	50	8	0,397	0,464	-0,136	0,155	0,412	0,235	0,307	-0,086	0,827	-0,745	0,482	0,665	0,475	0,542	-0,308	-0,241	0,440	0,609	0,512
22	50	8	0,371	0,481	-0,094	0,078	0,354	0,061	0,310	-0,024	0,792	-0,776	0,508	0,624	0,427	0,486	-0,383	-0,229	0,437	0,575	0,168
23	50	8	0,385	0,454	-0,171	0,110	0,364	0,117	0,213	-0,101	0,813	-0,813	0,510	0,641	0,531	0,446	-0,428	-0,321	0,438	0,610	0,307
24	50	8	0,277	0,381	-0,086	0,027	0,332	0,225	0,287	-0,035	0,786	-0,835	0,476	0,645	0,609	0,442	-0,426	-0,316	0,430	0,611	0,486
25	50	8	0,345	0,445	-0,110	0,133	0,348	0,230	0,257	-0,063	0,817	-0,805	0,548	0,662	0,539	0,541	-0,461	-0,315	0,495	0,607	0,421
26	50	8	0,441	0,488	-0,237	0,186	0,385	0,158	0,411	-0,139	0,841	-0,818	0,524	0,642	0,457	0,582	-0,438	-0,377	0,466	0,601	0,325
27	50	8	0,297	0,389	-0,099	0,094	0,356	0,207	0,177	-0,102	0,843	-0,825	0,512	0,611	0,438	0,621	-0,408	-0,392	0,440	0,590	0,402
28	50	8	0,449	0,514	-0,203	0,194	0,510	0,280	0,215	-0,102	0,830	-0,795	0,527	0,675	0,608	0,555	-0,308	-0,321	0,460	0,626	0,558
29	50	8	0,424	0,490	-0,223	0,188	0,450	0,181	0,302	-0,079	0,846	-0,842	0,582	0,640	0,546	0,513	-0,360	-0,425	0,519	0,620	0,405
30	50	8	0,350	0,461	-0,080	0,110	0,394	0,180	0,310	-0,001	0,798	-0,774	0,511	0,669	0,514	0,557	-0,312	-0,236	0,450	0,612	0,369
31	50	8	0,387	0,494	-0,177	0,198	0,411	0,252	0,413	-0,133	0,836	-0,863	0,579	0,674	0,437	0,540	-0,461	-0,444	0,521	0,635	0,434
32	50	8	0,381	0,469	-0,175	0,206	0,419	0,223	0,313	-0,119	0,850	-0,846	0,619	0,671	0,602	0,541	-0,465	-0,438	0,567	0,645	0,495
33	50	8	0,307	0,423	-0,075	0,081	0,329	-0,002	0,321	-0,098	0,798	-0,810	0,531	0,655	0,538	0,594	-0,465	-0,293	0,465	0,572	0,301
34	50	8	0,276	0,422	-0,013	0,027	0,326	0,143	0,218	0,038	0,800	-0,789	0,471	0,620	0,470	0,577	-0,366	-0,263	0,415	0,587	0,391
35	50	8	0,406	0,489	-0,165	0,174	0,492	0,194	0,129	-0,001	0,800	-0,805	0,534	0,665	0,540	0,429	-0,322	-0,288	0,453	0,646	0,391
36	50	8	0,388	0,476	-0,113	0,126	0,335	0,278	0,345	-0,058	0,792	-0,756	0,500	0,658	0,548	0,558	-0,413	-0,199	0,461	0,571	0,520
37	50	8	0,347	0,447	-0,102	0,125	0,320	0,243	0,306	-0,068	0,797	-0,790	0,551	0,627	0,497	0,489	-0,369	-0,259	0,482	0,577	0,466
38	50	8	0,361	0,442	-0,140	0,090	0,343	0,343	0,323	-0,065	0,829	-0,808	0,478	0,601	0,604	0,563	-0,411	-0,339	0,406	0,571	0,615
39	50	8	0,419	0,500	-0,180	0,166	0,445	0,155	0,348	-0,202	0,835	-0,812	0,545	0,679	0,451	0,539	-0,563	-0,357	0,495	0,638	0,360
40	50	8	0,394	0,490	-0,149	0,099	0,423	0,266	0,343	-0,111	0,805	-0,812	0,493	0,640	0,522	0,503	-0,398	-0,306	0,406	0,590	0,575
41	50	8	0,322	0,427	-0,084	0,101	0,336	0,135	0,371	-0,069	0,803	-0,794	0,512	0,632	0,452	0,553	-0,383	-0,277	0,452	0,602	0,259
42	50	8	0,333	0,447	-0,055	0,072	0,417	0,103	0,327	0,006	0,802	-0,757	0,452	0,631	0,481	0,533	-0,290	-0,216	0,393	0,593	0,297
43	50	8	0,345	0,470	-0,105	0,133	0,374	0,206	0,291	0,014	0,824	-0,831	0,547	0,662	0,533	0,603	-0,355	-0,371	0,499	0,633	0,443
44	50	8	0,421	0,491	-0,159	0,118	0,427	0,138	0,356	-0,084	0,811	-0,767	0,478	0,620	0,520	0,619	-0,409	-0,247	0,380	0,576	0,392
45	50	8	0,274	0,386	-0,051	0,085	0,317	0,129	0,334	0,029	0,812	-0,800	0,441	0,644	0,443	0,503	-0,454	-0,300	0,393	0,599	0,397
46	50	8	0,392	0,491	-0,111	0,157	0,359	0,129	0,226	-0,074	0,796	-0,766	0,500	0,638	0,470	0,562	-0,470	-0,220	0,428	0,574	0,371
47	50	8	0,385	0,476	-0,128	0,116	0,401	0,149	0,351	-0,070	0,818	-0,783	0,500	0,627	0,494	0,628	-0,388	-0,283	0,429	0,589	0,330
48	50	8	0,425	0,492	-0,234	0,186	0,447	0,244	0,324	-0,086	0,845	-0,855	0,594	0,679	0,525	0,609	-0,343	-0,444	0,536	0,633	0,485
49	50	8	0,418	0,495	-0,143	0,126	0,473	0,178	0,486	-0,076	0,827	-0,756	0,517	0,659	0,510	0,615	-0,402	-0,259	0,432	0,632	0,413
50	50	8	0,340	0,445	-0,120	0,129	0,396	0,231	0,226	-0,099	0,834	-0,832	0,558	0,652	0,532	0,493	-0,505	-0,389	0,507	0,634	0,501
<i>Média</i>			0,370	0,461	-0,132	0,124	0,393	0,196	0,295	-0,067	0,816	-0,800	0,516	0,643	0,517	0,534	-0,395	-0,307	0,452	0,604	0,427

Tabela 92 – Correlação dos objetivos das instâncias 50|8 do problema Máquina Paralela não Relecionada continuação 2.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{\sum T_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum T_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum U_j}$	$\frac{\sum E_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum E_j}{\sum c_j C_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum U_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum U_j}{\sum c_j C_j}$	$\frac{\sum U_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum U_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum c_j C_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum c_j C_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum w_j T_j}{\sum h_j E_j}$
1	50	8	0,645	-0,211	-0,369	-0,436	-0,312	-0,257	0,468	0,299	0,245	0,275	-0,214	0,317	0,394	-0,221	0,183	-0,248	-0,257
2	50	8	0,695	-0,132	-0,330	-0,425	-0,395	-0,195	0,503	0,321	0,250	0,324	-0,179	0,323	0,422	-0,218	0,356	-0,106	-0,064
3	50	8	0,640	-0,233	-0,356	-0,414	-0,367	-0,122	0,413	0,253	0,253	0,250	-0,264	0,308	0,337	-0,189	0,296	-0,180	-0,089
4	50	8	0,504	-0,093	-0,381	-0,390	-0,412	-0,208	0,525	0,286	0,288	0,271	-0,200	0,329	0,353	-0,236	0,259	-0,324	-0,217
5	50	8	0,555	-0,208	-0,392	-0,440	-0,482	-0,323	0,469	0,339	0,316	0,346	-0,230	0,419	0,383	-0,276	0,348	-0,310	-0,311
6	50	8	0,637	-0,235	-0,400	-0,436	-0,302	-0,342	0,371	0,354	0,283	0,388	-0,214	0,332	0,467	-0,207	0,231	-0,279	-0,209
7	50	8	0,526	-0,088	-0,387	-0,448	-0,475	-0,147	0,408	0,301	0,232	0,257	-0,120	0,311	0,307	-0,182	0,088	-0,204	-0,053
8	50	8	0,671	-0,152	-0,352	-0,450	-0,472	-0,249	0,551	0,303	0,249	0,315	-0,180	0,356	0,453	-0,255	0,383	-0,245	-0,170
9	50	8	0,657	-0,177	-0,406	-0,425	-0,525	-0,324	0,540	0,341	0,290	0,359	-0,198	0,335	0,440	-0,234	0,334	-0,184	-0,143
10	50	8	0,514	-0,169	-0,333	-0,398	-0,324	-0,169	0,476	0,308	0,251	0,270	-0,204	0,415	0,362	-0,228	0,401	-0,311	-0,169
11	50	8	0,641	-0,170	-0,385	-0,403	-0,541	-0,182	0,311	0,303	0,283	0,272	-0,151	0,325	0,361	-0,146	0,199	-0,145	-0,051
12	50	8	0,638	-0,184	-0,367	-0,444	-0,441	-0,263	0,491	0,331	0,325	0,353	-0,216	0,437	0,407	-0,208	0,289	-0,189	-0,093
13	50	8	0,608	-0,074	-0,377	-0,415	-0,363	-0,140	0,579	0,275	0,295	0,265	-0,156	0,369	0,397	-0,210	0,274	-0,022	-0,029
14	50	8	0,630	-0,097	-0,453	-0,429	-0,338	-0,188	0,427	0,299	0,242	0,261	-0,178	0,358	0,339	-0,185	0,210	-0,084	-0,054
15	50	8	0,532	-0,010	-0,298	-0,398	-0,314	-0,262	0,451	0,257	0,218	0,307	-0,092	0,274	0,372	-0,129	0,351	-0,158	-0,113
16	50	8	0,589	-0,057	-0,386	-0,416	-0,397	-0,205	0,646	0,305	0,244	0,269	-0,160	0,333	0,360	-0,197	0,310	-0,247	-0,099
17	50	8	0,594	-0,180	-0,434	-0,441	-0,449	-0,254	0,493	0,383	0,285	0,342	-0,202	0,348	0,378	-0,238	0,213	-0,097	-0,121
18	50	8	0,597	-0,241	-0,424	-0,402	-0,355	-0,293	0,356	0,312	0,280	0,321	-0,261	0,287	0,407	-0,191	0,413	-0,012	-0,178
19	50	8	0,621	-0,133	-0,344	-0,427	-0,407	-0,078	0,536	0,244	0,235	0,228	-0,138	0,348	0,283	-0,281	0,007	-0,207	-0,044
20	50	8	0,629	-0,183	-0,365	-0,454	-0,364	-0,245	0,498	0,315	0,289	0,312	-0,183	0,353	0,421	-0,215	0,368	-0,334	-0,012
21	50	8	0,675	-0,130	-0,310	-0,426	-0,213	-0,136	0,378	0,288	0,220	0,303	-0,170	0,332	0,419	-0,163	0,367	-0,005	-0,051
22	50	8	0,615	-0,060	-0,358	-0,401	-0,507	-0,139	0,548	0,290	0,174	0,261	-0,179	0,279	0,362	-0,205	0,105	-0,229	0,074
23	50	8	0,532	-0,153	-0,391	-0,432	-0,557	-0,194	0,543	0,304	0,250	0,255	-0,187	0,384	0,352	-0,237	0,359	-0,172	-0,092
24	50	8	0,632	-0,103	-0,347	-0,446	-0,502	-0,116	0,563	0,278	0,283	0,225	-0,142	0,383	0,340	-0,203	0,226	-0,103	0,008
25	50	8	0,668	-0,174	-0,392	-0,465	-0,453	-0,202	0,580	0,362	0,304	0,315	-0,240	0,359	0,408	-0,248	0,273	-0,189	-0,083
26	50	8	0,761	-0,234	-0,401	-0,460	-0,438	-0,186	0,501	0,316	0,212	0,306	-0,222	0,304	0,384	-0,232	0,262	-0,303	-0,134
27	50	8	0,686	-0,258	-0,413	-0,426	-0,327	-0,341	0,427	0,340	0,243	0,331	-0,244	0,315	0,428	-0,179	0,257	-0,271	-0,200
28	50	8	0,616	-0,154	-0,393	-0,466	-0,426	-0,272	0,356	0,371	0,342	0,332	-0,216	0,392	0,424	-0,179	0,494	-0,212	-0,019
29	50	8	0,610	-0,064	-0,463	-0,459	-0,517	-0,254	0,547	0,377	0,281	0,323	-0,134	0,382	0,393	-0,210	0,356	-0,199	-0,031
30	50	8	0,689	-0,098	-0,351	-0,435	-0,442	-0,174	0,400	0,318	0,235	0,315	-0,140	0,352	0,450	-0,191	0,278	-0,146	-0,043
31	50	8	0,722	-0,283	-0,465	-0,515	-0,315	-0,217	0,492	0,373	0,269	0,316	-0,291	0,299	0,390	-0,255	0,309	0,029	-0,082
32	50	8	0,612	-0,327	-0,482	-0,492	-0,526	-0,303	0,461	0,386	0,373	0,377	-0,284	0,407	0,406	-0,263	0,231	-0,204	-0,233
33	50	8	0,758	-0,216	-0,390	-0,482	-0,560	-0,205	0,527	0,334	0,279	0,347	-0,233	0,354	0,402	-0,285	0,355	-0,103	-0,089
34	50	8	0,661	-0,049	-0,332	-0,396	-0,355	-0,252	0,538	0,256	0,208	0,313	-0,119	0,281	0,443	-0,189	0,356	-0,186	-0,108
35	50	8	0,457	-0,073	-0,404	-0,422	-0,475	-0,232	0,442	0,353	0,283	0,265	-0,141	0,387	0,323	-0,147	0,127	-0,280	-0,267
36	50	8	0,682	-0,120	-0,308	-0,444	-0,323	-0,165	0,535	0,322	0,322	0,308	-0,146	0,357	0,393	-0,251	0,494	-0,137	-0,102
37	50	8	0,650	-0,176	-0,391	-0,416	-0,322	-0,122	0,412	0,353	0,327	0,263	-0,190	0,323	0,348	-0,182	0,309	-0,081	-0,172
38	50	8	0,656	-0,090	-0,376	-0,409	-0,368	-0,256	0,595	0,277	0,300	0,291	-0,157	0,396	0,378	-0,171	0,460	-0,105	-0,133
39	50	8	0,666	-0,373	-0,400	-0,475	-0,384	-0,209	0,560	0,349	0,250	0,332	-0,326	0,321	0,383	-0,348	0,107	-0,168	-0,250
40	50	8	0,667	-0,192	-0,391	-0,446	-0,271	-0,150	0,450	0,293	0,283	0,229	-0,191	0,334	0,350	-0,221	0,426	-0,113	-0,091
41	50	8	0,690	-0,205	-0,366	-0,405	-0,465	-0,188	0,409	0,311	0,215	0,291	-0,205	0,325	0,451	-0,244	0,258	-0,086	-0,157
42	50	8	0,661	-0,002	-0,308	-0,382	-0,461	-0,148	0,471	0,209	0,210	0,255	-0,062	0,277	0,366	-0,164	0,251	-0,121	-0,072
43	50	8	0,703	-0,105	-0,408	-0,465	-0,440	-0,299	0,480	0,362	0,268	0,405	-0,134	0,346	0,450	-0,194	0,270	-0,268	-0,073
44	50	8	0,761	-0,091	-0,374	-0,396	-0,432	-0,191	0,578	0,294	0,235	0,265	-0,147	0,289	0,455	-0,177	0,285	-0,213	-0,058
45	50	8	0,672	-0,124	-0,316	-0,438	-0,316	-0,131	0,615	0,236	0,195	0,217	-0,160	0,316	0,381	-0,247	0,136	-0,309	-0,026
46	50	8	0,571	-0,128	-0,351	-0,419	-0,363	-0,299	0,620	0,342	0,216	0,294	-0,198	0,279	0,391	-0,209	0,319	-0,342	-0,159
47	50	8	0,760	-0,139	-0,369	-0,409	-0,467	-0,226	0,497	0,312	0,236	0,352	-0,223	0,293	0,490	-0,202	0,337	-0,283	-0,115
48	50	8	0,670	-0,088	-0,475	-0,523	-0,409	-0,370	0,488	0,381	0,313	0,395	-0,153	0,396	0,438	-0,235	0,253	-0,163	-0,061
49	50	8	0,825	-0,080	-0,386	-0,397	-0,396	-0,097	0,598	0,321	0,307	0,298	-0,160	0,327	0,483	-0,201	0,259	-0,299	0,049
50	50	8	0,613	-0,329	-0,422	-0,452	-0,386	-0,208	0,514	0,364	0,302	0,306	-0,270	0,354	0,369	-0,279	0,325	-0,190	-0,287
<i>Média</i>			0,641	-0,153	-0,382	-0,434	-0,409	-0,215	0,493	0,316	0,266	0,301	-0,188	0,340	0,394	-0,215	0,287	-0,187	-0,111

Tabela 93 – Correlação dos objetivos das instâncias 50|12 do problema Máquina Paralela não Relecionada.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{T_{max}}{E_{max}}$	$\frac{T_{max}}{L_{max}}$	$\frac{T_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{T_{max}}{C_{max}}$	$\frac{T_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum h_j E_j}$	$\frac{E_{max}}{L_{max}}$	$\frac{E_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{E_{max}}{C_{max}}$	$\frac{E_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum h_j E_j}$
51	50	12	0,021	1,000	0,245	0,365	-0,009	-0,010	0,278	0,119	0,240	-0,017	0,021	-0,156	-0,012	0,235	-0,021	-0,077	-0,108	-0,014	0,087
52	50	12	-0,034	1,000	0,254	0,401	0,016	-0,002	0,315	0,116	0,153	0,023	-0,034	-0,199	-0,054	0,256	0,035	-0,075	-0,105	-0,065	0,176
53	50	12	-0,034	1,000	0,336	0,441	-0,073	0,072	0,324	0,115	0,300	-0,080	-0,034	-0,203	-0,018	0,308	-0,022	-0,109	-0,189	0,021	0,078
54	50	12	-0,014	1,000	0,268	0,375	-0,031	0,023	0,319	0,128	0,086	-0,029	-0,014	-0,224	-0,038	0,311	-0,001	-0,101	0,020	-0,006	-0,017
55	50	12	-0,068	1,000	0,353	0,431	-0,088	0,034	0,405	0,210	0,269	-0,086	-0,068	-0,200	-0,022	0,296	0,014	-0,097	-0,227	-0,021	0,125
56	50	12	-0,008	1,000	0,316	0,410	-0,036	0,018	0,266	0,154	0,286	-0,051	-0,008	-0,146	0,015	0,265	0,029	-0,104	-0,118	0,005	0,124
57	50	12	-0,045	1,000	0,258	0,343	-0,038	0,018	0,383	0,151	0,277	-0,071	-0,045	-0,177	0,011	0,275	0,026	-0,095	-0,153	-0,020	0,217
58	50	12	-0,044	1,000	0,272	0,347	-0,046	0,029	0,405	0,175	0,212	-0,048	-0,044	-0,156	0,020	0,263	0,038	-0,077	0,037	-0,013	0,247
59	50	12	-0,028	1,000	0,313	0,425	-0,020	0,030	0,335	0,067	0,309	0,049	-0,028	-0,161	0,019	0,263	0,033	-0,070	-0,143	0,045	0,116
60	50	12	-0,030	1,000	0,202	0,317	0,024	-0,030	0,322	0,115	0,235	0,004	-0,030	-0,153	-0,017	0,211	0,022	-0,052	-0,101	-0,026	0,032
61	50	12	-0,032	1,000	0,290	0,361	-0,061	0,052	0,407	0,122	0,159	-0,039	-0,032	-0,180	-0,010	0,276	-0,012	-0,072	-0,187	0,006	0,167
62	50	12	-0,014	1,000	0,314	0,402	-0,076	0,062	0,349	0,113	0,296	-0,059	-0,014	-0,178	-0,016	0,260	0,006	-0,075	-0,194	0,000	0,166
63	50	12	-0,035	1,000	0,346	0,442	-0,078	0,081	0,338	-0,035	0,269	-0,070	-0,035	-0,201	-0,001	0,330	0,004	-0,093	-0,136	0,029	0,230
64	50	12	-0,020	1,000	0,318	0,437	-0,054	0,058	0,301	0,100	0,269	-0,057	-0,020	-0,155	0,002	0,243	0,049	-0,058	-0,145	0,024	0,142
65	50	12	-0,043	1,000	0,274	0,374	-0,029	0,065	0,377	0,013	0,287	0,044	-0,043	-0,206	0,014	0,315	0,006	-0,108	-0,110	-0,002	0,101
66	50	12	-0,017	1,000	0,295	0,405	-0,039	0,029	0,328	0,168	0,244	-0,040	-0,017	-0,177	0,007	0,272	0,009	-0,064	-0,002	-0,039	0,244
67	50	12	0,004	1,000	0,190	0,358	0,077	-0,030	0,354	0,142	0,050	0,036	0,004	-0,188	-0,036	0,244	-0,010	-0,066	-0,147	-0,031	0,275
68	50	12	0,014	1,000	0,280	0,420	-0,025	0,068	0,285	0,144	0,195	0,017	0,014	-0,180	-0,035	0,254	-0,027	-0,097	-0,055	-0,033	0,202
69	50	12	-0,065	1,000	0,311	0,385	-0,067	0,004	0,260	0,152	0,183	-0,031	-0,065	-0,177	-0,017	0,257	0,053	-0,113	-0,078	0,017	0,106
70	50	12	-0,058	1,000	0,335	0,429	-0,105	0,039	0,343	0,225	0,325	-0,053	-0,058	-0,203	-0,041	0,292	0,007	-0,139	-0,075	-0,012	0,222
71	50	12	-0,001	1,000	0,273	0,369	-0,023	0,057	0,331	0,188	0,141	0,011	-0,001	-0,150	0,054	0,296	0,043	-0,026	-0,156	0,005	0,130
72	50	12	-0,044	1,000	0,229	0,339	-0,017	0,073	0,391	0,051	0,272	-0,035	-0,044	-0,187	-0,016	0,274	-0,062	-0,113	-0,067	-0,023	0,081
73	50	12	-0,012	1,000	0,266	0,379	0,000	0,051	0,287	0,115	0,357	-0,005	-0,012	-0,099	0,040	0,203	0,023	-0,021	-0,033	0,065	0,170
74	50	12	-0,037	1,000	0,289	0,393	-0,033	0,052	0,311	0,196	0,158	-0,032	-0,037	-0,169	0,027	0,283	0,020	-0,055	-0,127	-0,007	0,233
75	50	12	0,003	1,000	0,340	0,444	-0,056	0,120	0,487	0,119	0,373	-0,019	0,003	-0,159	0,029	0,284	-0,017	-0,039	-0,150	0,043	0,087
76	50	12	0,010	1,000	0,252	0,355	-0,030	0,011	0,355	0,095	0,372	0,032	0,010	-0,192	-0,026	0,278	-0,016	-0,102	-0,050	0,014	0,048
77	50	12	0,004	1,000	0,249	0,357	-0,006	0,058	0,404	0,090	0,159	-0,012	0,004	-0,205	-0,021	0,297	0,030	-0,087	-0,247	-0,023	0,225
78	50	12	-0,017	1,000	0,303	0,414	-0,030	0,019	0,267	0,062	0,224	-0,038	-0,017	-0,203	-0,035	0,278	0,044	-0,112	-0,020	-0,017	0,227
79	50	12	-0,002	1,000	0,287	0,394	-0,025	-0,005	0,310	0,289	0,290	0,011	-0,002	-0,274	-0,066	0,338	0,005	-0,087	-0,114	-0,056	0,283
80	50	12	-0,070	1,000	0,307	0,407	-0,067	0,072	0,331	0,242	0,303	0,008	-0,070	-0,222	-0,031	0,331	-0,045	-0,116	-0,144	-0,002	0,026
81	50	12	-0,029	1,000	0,295	0,394	-0,042	0,054	0,368	0,123	0,030	-0,041	-0,029	-0,175	0,013	0,282	0,060	-0,103	0,002	-0,018	0,027
82	50	12	-0,001	1,000	0,236	0,379	0,021	0,040	0,246	0,072	0,177	-0,004	-0,001	-0,233	-0,064	0,294	-0,019	-0,121	-0,113	-0,041	-0,024
83	50	12	-0,029	1,000	0,293	0,426	-0,025	0,095	0,356	0,056	0,134	-0,016	-0,029	-0,183	-0,045	0,232	-0,021	-0,084	-0,131	0,006	0,027
84	50	12	0,006	1,000	0,302	0,406	-0,021	0,050	0,321	0,209	0,211	0,000	0,006	-0,193	0,029	0,348	-0,008	-0,113	0,038	-0,002	0,197
85	50	12	-0,060	1,000	0,262	0,398	0,017	0,028	0,386	0,158	0,178	0,067	-0,060	-0,204	-0,026	0,277	0,001	-0,136	-0,074	-0,027	0,088
86	50	12	-0,022	1,000	0,318	0,419	-0,054	0,074	0,351	0,226	0,208	-0,064	-0,022	-0,131	0,020	0,245	0,040	-0,069	-0,026	-0,008	0,192
87	50	12	-0,065	1,000	0,205	0,343	0,009	0,002	0,383	0,091	0,184	-0,041	-0,065	-0,231	-0,045	0,294	-0,004	-0,091	-0,191	0,027	0,143
88	50	12	0,022	1,000	0,286	0,390	-0,036	0,084	0,333	0,123	0,254	0,021	0,022	-0,152	-0,002	0,245	-0,001	-0,053	-0,055	0,022	0,208
89	50	12	-0,085	1,000	0,282	0,392	-0,056	0,037	0,300	0,242	0,241	0,018	-0,085	-0,218	-0,089	0,258	-0,029	-0,122	-0,066	-0,068	0,177
90	50	12	0,006	1,000	0,273	0,364	-0,047	0,053	0,430	0,034	0,346	-0,053	0,006	-0,121	0,045	0,240	0,018	-0,066	-0,098	0,013	0,084
91	50	12	-0,029	1,000	0,267	0,387	0,012	0,014	0,376	0,024	0,248	0,014	-0,029	-0,240	-0,024	0,328	0,039	-0,102	-0,196	-0,059	0,251
92	50	12	-0,038	1,000	0,245	0,366	-0,007	0,041	0,293	0,089	0,132	0,064	-0,038	-0,179	-0,030	0,246	0,013	-0,061	0,035	-0,043	0,175
93	50	12	-0,016	1,000	0,293	0,409	-0,030	0,015	0,322	0,160	0,163	-0,015	-0,016	-0,215	-0,037	0,297	-0,021	-0,145	-0,148	-0,012	0,073
94	50	12	0,017	1,000	0,212	0,401	0,059	0,021	0,282	0,126	0,422	0,029	0,017	-0,207	-0,033	0,281	-0,006	-0,103	-0,100	-0,030	0,031
95	50	12	-0,031	1,000	0,240	0,349	-0,006	0,001	0,343	0,099	0,256	-0,012	-0,031	-0,210	-0,038	0,287	0,022	-0,083	-0,135	-0,051	0,103
96	50	12	-0,015	1,000	0,229	0,343	-0,023	-0,007	0,332	0,123	0,308	0,055	-0,015	-0,186	-0,025	0,253	0,014	-0,081	-0,076	-0,068	0,073
97	50	12	-0,029	1,000	0,309	0,399	-0,097	0,043	0,396	0,186	0,330	-0,035	-0,029	-0,164	0,010	0,290	0,047	-0,087	-0,124	0,019	0,061
98	50	12	-0,021	1,000	0,373	0,414	-0,159	0,031	0,476	0,205	0,293	-0,115	-0,021	-0,155	-0,002	0,250	0,042	-0,138	-0,059	0,021	0,137
99	50	12	0,021	1,000	0,260	0,401	0,010	0,032	0,350	0,237	0,199	0,037	0,021	-0,184	0,009	0,290	-0,024	-0,073	-0,066	0,005	0,294
100	50	12	-0,069	1,000	0,340	0,433	-0,052	0,034	0,238	0,207	0,260	-0,045	-0,069	-0,167	-0,044	0,216	0,038	-0,098	-0,083	-0,054	0,072
<i>Média</i>			-0,024	1,000	0,282	0,391	-0,031	0,037	0,341	0,135	0,237	-0,015	-0,024	-0,185	-0,013	0,275	0,009	-0,089	-0,100	-0,010	0,139

Tabela 94 – Correlação dos objetivos das instâncias 50|12 do problema Máquina Paralela não Relecionada continuação 1.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	L_{max} $\sum C_j$	L_{max} $\sum T_j$	L_{max} $\sum E_j$	L_{max} $\sum U_j$	L_{max} C_{max}	L_{max} $\sum c_j C_j$	L_{max} $\sum w_j T_j$	L_{max} $\sum h_j E_j$	$\sum C_j$ $\sum T_j$	$\sum C_j$ $\sum E_j$	$\sum C_j$ $\sum U_j$	$\sum C_j$ C_{max}	$\sum C_j$ $\sum c_j C_j$	$\sum C_j$ $\sum w_j T_j$	$\sum C_j$ $\sum h_j E_j$	$\sum T_j$ $\sum E_j$	$\sum T_j$ $\sum U_j$	$\sum T_j$ C_{max}	$\sum T_j$ $\sum c_j C_j$
51	50	12	0,245	0,365	-0,009	-0,010	0,278	0,119	0,240	-0,017	0,790	-0,769	0,420	0,541	0,533	0,487	-0,363	-0,214	0,368	0,476	0,397
52	50	12	0,254	0,401	0,016	-0,002	0,315	0,116	0,153	0,023	0,780	-0,763	0,408	0,481	0,496	0,523	-0,348	-0,191	0,386	0,452	0,344
53	50	12	0,336	0,441	-0,073	0,072	0,324	0,115	0,300	-0,080	0,795	-0,766	0,463	0,507	0,423	0,477	-0,471	-0,219	0,394	0,456	0,303
54	50	12	0,268	0,375	-0,031	0,023	0,319	0,128	0,086	-0,029	0,775	-0,758	0,382	0,542	0,451	0,519	-0,329	-0,175	0,355	0,511	0,422
55	50	12	0,353	0,431	-0,088	0,034	0,405	0,210	0,269	-0,086	0,787	-0,729	0,471	0,510	0,519	0,488	-0,406	-0,152	0,394	0,466	0,380
56	50	12	0,316	0,410	-0,036	0,018	0,266	0,154	0,286	-0,051	0,813	-0,707	0,417	0,470	0,539	0,493	-0,259	-0,163	0,376	0,425	0,448
57	50	12	0,258	0,343	-0,038	0,018	0,383	0,151	0,277	-0,071	0,745	-0,739	0,406	0,470	0,564	0,455	-0,355	-0,102	0,360	0,435	0,403
58	50	12	0,272	0,347	-0,046	0,029	0,405	0,175	0,212	-0,048	0,768	-0,718	0,432	0,475	0,500	0,505	-0,421	-0,105	0,381	0,414	0,493
59	50	12	0,313	0,425	-0,020	0,030	0,335	0,067	0,309	0,049	0,752	-0,711	0,366	0,530	0,449	0,506	-0,277	-0,071	0,341	0,471	0,226
60	50	12	0,202	0,317	0,024	-0,030	0,322	0,115	0,235	0,004	0,747	-0,728	0,363	0,452	0,386	0,472	-0,448	-0,087	0,325	0,415	0,253
61	50	12	0,290	0,361	-0,061	0,052	0,407	0,122	0,159	-0,039	0,785	-0,723	0,422	0,517	0,509	0,404	-0,402	-0,139	0,352	0,437	0,372
62	50	12	0,314	0,402	-0,076	0,062	0,349	0,113	0,296	-0,059	0,772	-0,762	0,433	0,534	0,462	0,524	-0,304	-0,177	0,367	0,470	0,317
63	50	12	0,346	0,442	-0,078	0,081	0,338	-0,035	0,269	-0,070	0,807	-0,752	0,445	0,482	0,366	0,520	-0,354	-0,218	0,406	0,421	0,153
64	50	12	0,318	0,437	-0,054	0,058	0,301	0,100	0,269	-0,057	0,774	-0,772	0,402	0,494	0,563	0,526	-0,385	-0,195	0,352	0,443	0,359
65	50	12	0,274	0,374	-0,029	0,065	0,377	0,013	0,287	0,044	0,730	-0,733	0,385	0,510	0,482	0,469	-0,249	-0,071	0,359	0,440	0,146
66	50	12	0,295	0,405	-0,039	0,029	0,328	0,168	0,244	-0,040	0,750	-0,754	0,426	0,485	0,481	0,531	-0,408	-0,131	0,362	0,391	0,405
67	50	12	0,190	0,358	0,077	-0,030	0,354	0,142	0,050	0,036	0,744	-0,741	0,443	0,493	0,477	0,536	-0,327	-0,102	0,406	0,455	0,473
68	50	12	0,280	0,420	-0,025	0,068	0,285	0,144	0,195	0,017	0,800	-0,795	0,521	0,514	0,558	0,548	-0,444	-0,272	0,447	0,479	0,428
69	50	12	0,311	0,385	-0,067	0,004	0,260	0,152	0,183	-0,031	0,768	-0,721	0,361	0,517	0,468	0,422	-0,387	-0,109	0,356	0,426	0,362
70	50	12	0,335	0,429	-0,105	0,039	0,343	0,225	0,325	-0,053	0,816	-0,798	0,394	0,526	0,548	0,549	-0,346	-0,303	0,319	0,464	0,515
71	50	12	0,273	0,369	-0,023	0,057	0,331	0,188	0,141	0,011	0,775	-0,719	0,457	0,459	0,521	0,455	-0,326	-0,117	0,393	0,441	0,421
72	50	12	0,229	0,339	-0,017	0,073	0,391	0,051	0,272	-0,035	0,777	-0,778	0,486	0,515	0,532	0,451	-0,372	-0,208	0,418	0,460	0,422
73	50	12	0,266	0,379	0,000	0,051	0,287	0,115	0,357	-0,005	0,783	-0,719	0,452	0,475	0,407	0,485	-0,332	-0,131	0,384	0,422	0,287
74	50	12	0,289	0,393	-0,033	0,052	0,311	0,196	0,158	-0,032	0,752	-0,737	0,446	0,512	0,507	0,504	-0,487	-0,109	0,382	0,455	0,361
75	50	12	0,340	0,444	-0,056	0,120	0,487	0,119	0,373	-0,019	0,781	-0,734	0,444	0,528	0,504	0,519	-0,343	-0,150	0,374	0,498	0,298
76	50	12	0,252	0,355	-0,030	0,011	0,355	0,095	0,372	0,032	0,788	-0,765	0,444	0,516	0,478	0,454	-0,252	-0,206	0,396	0,467	0,342
77	50	12	0,249	0,357	-0,006	0,058	0,404	0,090	0,159	-0,012	0,770	-0,733	0,441	0,481	0,524	0,612	-0,398	-0,130	0,406	0,427	0,333
78	50	12	0,303	0,414	-0,030	0,019	0,267	0,062	0,224	-0,038	0,768	-0,735	0,380	0,515	0,429	0,389	-0,449	-0,130	0,356	0,441	0,296
79	50	12	0,287	0,394	-0,025	-0,005	0,310	0,289	0,290	0,011	0,737	-0,729	0,364	0,476	0,543	0,544	-0,389	-0,074	0,311	0,418	0,555
80	50	12	0,307	0,407	-0,067	0,072	0,331	0,242	0,303	0,008	0,809	-0,774	0,480	0,502	0,552	0,473	-0,299	-0,253	0,455	0,429	0,516
81	50	12	0,295	0,394	-0,042	0,054	0,368	0,123	0,030	-0,041	0,762	-0,739	0,441	0,517	0,402	0,425	-0,409	-0,126	0,397	0,445	0,346
82	50	12	0,236	0,379	0,021	0,040	0,246	0,072	0,177	-0,004	0,769	-0,761	0,471	0,554	0,430	0,526	-0,246	-0,171	0,417	0,469	0,299
83	50	12	0,293	0,426	-0,025	0,095	0,356	0,056	0,134	-0,016	0,754	-0,769	0,450	0,499	0,473	0,432	-0,378	-0,160	0,383	0,446	0,266
84	50	12	0,302	0,406	-0,021	0,050	0,321	0,209	0,211	0,000	0,793	-0,710	0,457	0,519	0,436	0,474	-0,288	-0,134	0,406	0,445	0,451
85	50	12	0,262	0,398	0,017	0,028	0,386	0,158	0,178	0,067	0,740	-0,728	0,365	0,540	0,405	0,336	-0,325	-0,079	0,323	0,469	0,361
86	50	12	0,318	0,419	-0,054	0,074	0,351	0,226	0,208	-0,064	0,819	-0,748	0,493	0,541	0,535	0,482	-0,362	-0,233	0,457	0,502	0,439
87	50	12	0,205	0,343	0,009	0,002	0,383	0,091	0,184	-0,041	0,732	-0,796	0,389	0,514	0,539	0,447	-0,406	-0,170	0,327	0,459	0,380
88	50	12	0,286	0,390	-0,036	0,084	0,333	0,123	0,254	0,021	0,800	-0,748	0,451	0,539	0,412	0,563	-0,327	-0,199	0,421	0,472	0,339
89	50	12	0,282	0,392	-0,056	0,037	0,300	0,242	0,241	0,018	0,795	-0,796	0,469	0,518	0,537	0,475	-0,292	-0,266	0,409	0,454	0,512
90	50	12	0,273	0,364	-0,047	0,053	0,430	0,034	0,346	-0,053	0,787	-0,754	0,432	0,520	0,495	0,456	-0,345	-0,188	0,405	0,494	0,378
91	50	12	0,267	0,387	0,012	0,014	0,376	0,024	0,248	0,014	0,733	-0,704	0,385	0,471	0,341	0,419	-0,254	-0,033	0,377	0,446	0,103
92	50	12	0,245	0,366	-0,007	0,041	0,293	0,089	0,132	0,064	0,770	-0,764	0,424	0,531	0,333	0,439	-0,330	-0,176	0,373	0,464	0,287
93	50	12	0,293	0,409	-0,030	0,015	0,322	0,160	0,163	-0,015	0,776	-0,751	0,404	0,540	0,460	0,459	-0,281	-0,167	0,355	0,449	0,393
94	50	12	0,212	0,401	0,059	0,021	0,282	0,126	0,422	0,029	0,759	-0,791	0,467	0,527	0,448	0,424	-0,289	-0,202	0,413	0,496	0,350
95	50	12	0,240	0,349	-0,006	0,001	0,343	0,099	0,256	-0,012	0,774	-0,743	0,422	0,524	0,489	0,507	-0,385	-0,151	0,378	0,454	0,365
96	50	12	0,229	0,343	-0,023	-0,007	0,332	0,123	0,308	0,055	0,750	-0,791	0,449	0,525	0,525	0,453	-0,332	-0,189	0,417	0,449	0,369
97	50	12	0,309	0,399	-0,097	0,043	0,396	0,186	0,330	-0,035	0,833	-0,804	0,523	0,508	0,526	0,482	-0,246	-0,342	0,480	0,467	0,462
98	50	12	0,373	0,414	-0,159	0,031	0,476	0,205	0,293	-0,115	0,798	-0,762	0,402	0,536	0,521	0,448	-0,391	-0,218	0,383	0,453	0,456
99	50	12	0,260	0,401	0,010	0,032	0,350	0,237	0,199	0,037	0,763	-0,755	0,468	0,508	0,464	0,456	-0,380	-0,152	0,367	0,445	0,463
100	50	12	0,340	0,433	-0,052	0,034	0,238	0,207	0,260	-0,045	0,779	-0,711	0,369	0,481	0,468	0,497	-0,236	-0,113	0,357	0,398	0,389
<i>Média</i>			0,282	0,391	-0,031	0,037	0,341	0,135	0,237	-0,015	0,775	-0,750	0,430	0,509	0,480	0,481	-0,349	-0,163	0,382	0,452	0,369

Tabela 95 – Correlação dos objetivos das instâncias 50|12 do problema Máquina Paralela não Relecionada continuação 2.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{\sum T_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum T_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum U_j}$	$\frac{\sum E_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum E_j}{\sum c_j C_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum U_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum U_j}{\sum c_j C_j}$	$\frac{\sum U_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum U_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum c_j C_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum c_j C_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum w_j T_j}{\sum h_j E_j}$
51	50	12	0,589	-0,098	-0,285	-0,366	-0,434	-0,160	0,476	0,193	0,192	0,232	-0,125	0,258	0,289	-0,171	0,256	-0,174	-0,095
52	50	12	0,610	-0,099	-0,241	-0,287	-0,423	-0,191	0,443	0,134	0,172	0,285	-0,111	0,221	0,292	-0,089	0,251	-0,171	-0,114
53	50	12	0,595	-0,320	-0,328	-0,332	-0,359	-0,137	0,419	0,189	0,196	0,258	-0,289	0,259	0,273	-0,198	0,225	-0,214	-0,161
54	50	12	0,547	-0,109	-0,229	-0,317	-0,266	-0,244	0,401	0,173	0,200	0,278	-0,129	0,238	0,326	-0,176	0,245	-0,161	-0,073
55	50	12	0,631	-0,158	-0,318	-0,300	-0,411	-0,082	0,474	0,169	0,236	0,274	-0,202	0,279	0,317	-0,207	0,124	-0,194	-0,068
56	50	12	0,636	-0,077	-0,250	-0,280	-0,369	-0,063	0,345	0,139	0,245	0,224	-0,077	0,303	0,292	-0,131	0,334	0,002	0,016
57	50	12	0,657	-0,100	-0,242	-0,261	-0,435	-0,015	0,428	0,169	0,220	0,165	-0,102	0,262	0,309	-0,125	0,275	-0,265	-0,037
58	50	12	0,662	-0,106	-0,257	-0,289	-0,239	-0,064	0,537	0,210	0,231	0,239	-0,163	0,229	0,275	-0,156	0,284	-0,091	0,009
59	50	12	0,674	0,081	-0,190	-0,299	-0,437	-0,047	0,505	0,188	0,161	0,240	-0,034	0,221	0,320	-0,084	0,193	-0,332	-0,029
60	50	12	0,598	-0,079	-0,209	-0,250	-0,317	-0,091	0,589	0,093	0,122	0,189	-0,097	0,213	0,201	-0,158	-0,005	-0,071	-0,153
61	50	12	0,491	-0,110	-0,282	-0,339	-0,398	-0,098	0,520	0,207	0,234	0,142	-0,134	0,220	0,222	-0,191	0,109	-0,123	-0,028
62	50	12	0,706	-0,053	-0,298	-0,348	-0,392	-0,092	0,418	0,159	0,214	0,230	-0,121	0,213	0,296	-0,133	0,154	-0,162	-0,087
63	50	12	0,605	-0,081	-0,282	-0,327	-0,435	-0,185	0,494	0,179	0,121	0,257	-0,081	0,200	0,286	-0,191	0,099	-0,063	-0,075
64	50	12	0,653	-0,080	-0,269	-0,321	-0,512	-0,160	0,517	0,137	0,229	0,232	-0,136	0,251	0,312	-0,146	0,283	-0,397	0,043
65	50	12	0,678	0,059	-0,204	-0,306	-0,559	-0,009	0,423	0,132	0,147	0,227	-0,073	0,189	0,297	-0,106	0,069	-0,022	0,059
66	50	12	0,633	-0,129	-0,279	-0,339	-0,318	-0,167	0,483	0,139	0,176	0,236	-0,147	0,190	0,292	-0,193	0,378	-0,073	-0,203
67	50	12	0,551	0,040	-0,251	-0,277	-0,235	-0,244	0,528	0,138	0,237	0,313	-0,026	0,286	0,239	-0,103	0,172	-0,060	0,003
68	50	12	0,634	-0,159	-0,383	-0,340	-0,462	-0,238	0,552	0,212	0,306	0,323	-0,197	0,298	0,312	-0,174	0,142	-0,279	-0,102
69	50	12	0,564	-0,016	-0,174	-0,340	-0,334	-0,045	0,582	0,148	0,160	0,193	-0,056	0,215	0,253	-0,162	0,274	-0,159	0,015
70	50	12	0,692	-0,115	-0,317	-0,383	-0,367	-0,184	0,451	0,162	0,214	0,212	-0,113	0,302	0,285	-0,195	0,412	-0,275	-0,112
71	50	12	0,549	-0,043	-0,286	-0,237	-0,356	-0,111	0,466	0,179	0,212	0,249	-0,116	0,253	0,239	-0,133	0,307	-0,215	-0,112
72	50	12	0,580	-0,176	-0,337	-0,340	-0,405	-0,121	0,402	0,258	0,299	0,280	-0,204	0,259	0,224	-0,167	0,158	-0,081	-0,034
73	50	12	0,713	-0,055	-0,291	-0,286	-0,328	0,023	0,468	0,194	0,168	0,204	-0,146	0,227	0,300	-0,126	0,093	-0,118	0,034
74	50	12	0,597	-0,114	-0,281	-0,307	-0,395	-0,149	0,617	0,160	0,195	0,264	-0,179	0,265	0,302	-0,191	0,312	-0,320	-0,154
75	50	12	0,727	-0,069	-0,296	-0,295	-0,474	-0,032	0,468	0,241	0,199	0,230	-0,178	0,240	0,353	-0,149	0,307	-0,154	0,020
76	50	12	0,664	-0,024	-0,292	-0,331	-0,401	-0,027	0,376	0,202	0,205	0,176	-0,119	0,218	0,277	-0,103	0,098	-0,074	0,168
77	50	12	0,722	-0,089	-0,253	-0,292	-0,459	-0,181	0,524	0,196	0,207	0,341	-0,121	0,223	0,300	-0,174	0,262	-0,309	-0,095
78	50	12	0,508	-0,174	-0,211	-0,330	-0,350	-0,064	0,511	0,169	0,152	0,203	-0,116	0,272	0,280	-0,204	0,292	-0,165	-0,026
79	50	12	0,681	-0,038	-0,222	-0,279	-0,239	-0,113	0,535	0,144	0,164	0,240	-0,134	0,327	0,259	-0,165	0,283	-0,028	-0,046
80	50	12	0,637	-0,105	-0,300	-0,363	-0,352	-0,092	0,379	0,228	0,245	0,293	-0,107	0,296	0,300	-0,153	0,342	-0,188	-0,140
81	50	12	0,447	-0,099	-0,263	-0,328	-0,255	-0,186	0,523	0,170	0,160	0,258	-0,136	0,201	0,242	-0,205	0,169	-0,015	-0,091
82	50	12	0,613	-0,017	-0,302	-0,377	-0,360	-0,188	0,362	0,227	0,229	0,318	-0,098	0,247	0,340	-0,149	0,152	-0,218	-0,195
83	50	12	0,558	-0,146	-0,304	-0,315	-0,452	-0,106	0,426	0,239	0,200	0,230	-0,167	0,222	0,239	-0,140	0,229	-0,250	-0,163
84	50	12	0,602	0,011	-0,274	-0,330	-0,188	-0,075	0,482	0,182	0,191	0,236	-0,089	0,204	0,290	-0,175	0,193	-0,049	-0,056
85	50	12	0,476	0,061	-0,212	-0,322	-0,233	-0,013	0,544	0,128	0,148	0,130	-0,052	0,198	0,259	-0,137	0,051	-0,147	0,066
86	50	12	0,529	-0,121	-0,307	-0,338	-0,399	-0,207	0,474	0,245	0,312	0,248	-0,135	0,287	0,275	-0,154	0,178	-0,221	-0,087
87	50	12	0,634	-0,089	-0,271	-0,336	-0,442	-0,084	0,509	0,169	0,182	0,174	-0,147	0,304	0,272	-0,195	0,268	-0,077	-0,015
88	50	12	0,703	0,027	-0,270	-0,358	-0,297	-0,142	0,564	0,216	0,218	0,309	-0,086	0,229	0,317	-0,164	0,196	-0,208	-0,024
89	50	12	0,595	-0,017	-0,337	-0,370	-0,343	-0,160	0,447	0,198	0,267	0,246	-0,068	0,252	0,234	-0,158	0,163	-0,077	-0,008
90	50	12	0,602	-0,136	-0,256	-0,302	-0,385	-0,085	0,405	0,195	0,232	0,235	-0,163	0,236	0,334	-0,104	0,109	-0,203	0,001
91	50	12	0,570	0,027	-0,172	-0,226	-0,393	-0,020	0,401	0,156	0,097	0,229	-0,077	0,157	0,270	-0,053	-0,007	-0,202	0,069
92	50	12	0,550	0,043	-0,277	-0,350	-0,223	-0,120	0,553	0,193	0,111	0,209	-0,049	0,191	0,284	-0,144	0,260	-0,172	-0,001
93	50	12	0,577	-0,025	-0,260	-0,374	-0,307	-0,113	0,412	0,168	0,187	0,217	-0,089	0,229	0,255	-0,123	0,317	-0,044	-0,042
94	50	12	0,678	-0,057	-0,315	-0,327	-0,345	-0,001	0,381	0,183	0,228	0,211	-0,150	0,242	0,307	-0,152	0,258	0,016	-0,060
95	50	12	0,711	-0,080	-0,260	-0,338	-0,378	-0,039	0,517	0,203	0,191	0,232	-0,116	0,280	0,309	-0,175	0,328	-0,160	0,029
96	50	12	0,646	0,036	-0,281	-0,364	-0,438	-0,076	0,526	0,212	0,215	0,234	-0,085	0,296	0,292	-0,127	0,228	-0,196	0,087
97	50	12	0,644	-0,034	-0,373	-0,362	-0,396	-0,128	0,380	0,218	0,282	0,272	-0,119	0,254	0,310	-0,144	0,240	0,101	-0,008
98	50	12	0,603	-0,173	-0,240	-0,381	-0,355	-0,077	0,447	0,162	0,239	0,227	-0,149	0,292	0,256	-0,228	0,261	-0,234	-0,090
99	50	12	0,606	0,008	-0,344	-0,325	-0,240	-0,082	0,589	0,184	0,221	0,255	-0,148	0,186	0,251	-0,135	-0,055	-0,295	0,016
100	50	12	0,644	-0,017	-0,185	-0,315	-0,305	-0,064	0,354	0,139	0,194	0,219	-0,076	0,189	0,274	-0,112	0,302	-0,246	-0,043
<i>Média</i>			0,615	-0,068	-0,271	-0,322	-0,364	-0,107	0,473	0,181	0,203	0,238	-0,121	0,242	0,283	-0,153	0,211	-0,157	-0,044

Tabela 96 – Correlação dos objetivos das instâncias 100|8 do problema Máquina Paralela não Relecionada.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{T_{max}}{E_{max}}$	$\frac{T_{max}}{L_{max}}$	$\frac{T_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{T_{max}}{C_{max}}$	$\frac{T_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum h_j E_j}$	$\frac{E_{max}}{L_{max}}$	$\frac{E_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{E_{max}}{C_{max}}$	$\frac{E_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum h_j E_j}$
101	100	8	-0,093	1,000	0,422	0,470	-0,248	0,194	0,414	0,232	0,263	-0,167	-0,093	-0,345	-0,196	0,371	-0,141	-0,237	-0,166	-0,165	0,096
102	100	8	-0,049	1,000	0,422	0,498	-0,218	0,216	0,472	0,255	0,393	-0,143	-0,049	-0,180	-0,056	0,240	-0,033	-0,100	-0,099	-0,041	0,167
103	100	8	-0,081	1,000	0,382	0,436	-0,223	0,158	0,418	0,303	0,352	-0,104	-0,081	-0,253	-0,135	0,291	-0,108	-0,146	-0,141	-0,074	0,078
104	100	8	-0,107	1,000	0,441	0,499	-0,295	0,266	0,435	0,252	0,412	-0,191	-0,107	-0,244	-0,157	0,269	-0,114	-0,172	-0,134	-0,116	0,250
105	100	8	-0,105	1,000	0,464	0,494	-0,297	0,215	0,445	0,282	0,321	-0,194	-0,105	-0,299	-0,180	0,322	-0,101	-0,200	-0,137	-0,143	0,246
106	100	8	-0,074	1,000	0,422	0,474	-0,252	0,187	0,461	0,250	0,308	-0,121	-0,074	-0,291	-0,162	0,321	-0,136	-0,187	-0,141	-0,128	0,207
107	100	8	-0,078	1,000	0,396	0,462	-0,232	0,182	0,411	0,283	0,335	-0,148	-0,078	-0,266	-0,143	0,308	-0,117	-0,152	-0,137	-0,077	0,087
108	100	8	-0,083	1,000	0,373	0,451	-0,225	0,176	0,398	0,186	0,353	-0,156	-0,083	-0,276	-0,160	0,311	-0,105	-0,192	-0,125	-0,107	0,145
109	100	8	-0,113	1,000	0,407	0,447	-0,258	0,143	0,414	0,239	0,275	-0,110	-0,113	-0,291	-0,159	0,335	-0,070	-0,170	-0,168	-0,093	0,094
110	100	8	-0,095	1,000	0,396	0,459	-0,224	0,172	0,417	0,256	0,269	-0,130	-0,095	-0,294	-0,175	0,314	-0,103	-0,182	-0,187	-0,125	0,186
111	100	8	-0,160	1,000	0,512	0,550	-0,358	0,266	0,536	0,378	0,424	-0,206	-0,160	-0,394	-0,237	0,439	-0,205	-0,278	-0,229	-0,150	0,307
112	100	8	-0,123	1,000	0,481	0,529	-0,323	0,226	0,520	0,256	0,377	-0,184	-0,123	-0,336	-0,194	0,381	-0,178	-0,210	-0,171	-0,148	0,167
113	100	8	-0,055	1,000	0,348	0,422	-0,169	0,142	0,401	0,202	0,226	-0,034	-0,055	-0,249	-0,118	0,295	-0,036	-0,168	-0,143	-0,102	0,123
114	100	8	-0,056	1,000	0,392	0,471	-0,218	0,179	0,367	0,231	0,289	-0,111	-0,056	-0,287	-0,172	0,313	-0,132	-0,166	-0,174	-0,137	0,226
115	100	8	-0,094	1,000	0,390	0,440	-0,227	0,161	0,394	0,276	0,342	-0,095	-0,094	-0,263	-0,136	0,296	-0,097	-0,153	-0,142	-0,115	0,151
116	100	8	-0,069	1,000	0,327	0,430	-0,161	0,172	0,343	0,190	0,265	-0,096	-0,069	-0,300	-0,170	0,334	-0,118	-0,168	-0,176	-0,156	0,149
117	100	8	-0,054	1,000	0,353	0,427	-0,195	0,136	0,446	0,218	0,335	-0,103	-0,054	-0,252	-0,104	0,307	-0,086	-0,136	-0,149	-0,099	0,172
118	100	8	-0,072	1,000	0,373	0,450	-0,198	0,136	0,376	0,240	0,313	-0,093	-0,072	-0,336	-0,209	0,358	-0,150	-0,217	-0,103	-0,160	0,215
119	100	8	-0,036	1,000	0,450	0,501	-0,284	0,217	0,449	0,250	0,401	-0,120	-0,036	-0,217	-0,119	0,251	-0,105	-0,114	-0,146	-0,057	0,115
120	100	8	-0,106	1,000	0,405	0,464	-0,233	0,159	0,450	0,236	0,326	-0,096	-0,106	-0,355	-0,181	0,406	-0,159	-0,235	-0,159	-0,082	0,321
121	100	8	-0,075	1,000	0,407	0,461	-0,261	0,178	0,389	0,240	0,341	-0,132	-0,075	-0,293	-0,150	0,346	-0,124	-0,186	-0,238	-0,064	0,225
122	100	8	-0,088	1,000	0,477	0,545	-0,267	0,244	0,447	0,273	0,380	-0,153	-0,088	-0,235	-0,119	0,277	-0,089	-0,161	-0,167	-0,083	0,166
123	100	8	-0,083	1,000	0,441	0,473	-0,296	0,234	0,408	0,240	0,418	-0,168	-0,083	-0,361	-0,248	0,371	-0,160	-0,264	-0,188	-0,148	0,160
124	100	8	-0,107	1,000	0,428	0,475	-0,264	0,217	0,416	0,282	0,311	-0,211	-0,107	-0,254	-0,149	0,283	-0,093	-0,180	-0,096	-0,102	0,192
125	100	8	-0,101	1,000	0,443	0,506	-0,272	0,212	0,426	0,290	0,377	-0,132	-0,101	-0,286	-0,164	0,319	-0,121	-0,217	-0,161	-0,128	0,223
126	100	8	-0,080	1,000	0,365	0,436	-0,206	0,193	0,351	0,241	0,262	-0,103	-0,080	-0,342	-0,196	0,381	-0,170	-0,184	-0,276	-0,146	0,210
127	100	8	-0,061	1,000	0,425	0,500	-0,234	0,217	0,452	0,276	0,313	-0,121	-0,061	-0,271	-0,105	0,341	-0,112	-0,145	-0,159	-0,098	0,141
128	100	8	-0,060	1,000	0,392	0,448	-0,253	0,172	0,405	0,233	0,274	-0,103	-0,060	-0,230	-0,110	0,281	-0,120	-0,132	-0,139	-0,068	0,113
129	100	8	-0,067	1,000	0,376	0,450	-0,196	0,159	0,438	0,217	0,378	-0,083	-0,067	-0,275	-0,135	0,322	-0,100	-0,146	-0,138	-0,075	0,105
130	100	8	-0,106	1,000	0,485	0,532	-0,326	0,251	0,499	0,294	0,396	-0,156	-0,106	-0,255	-0,143	0,300	-0,125	-0,165	-0,187	-0,105	0,105
131	100	8	-0,083	1,000	0,388	0,441	-0,243	0,200	0,388	0,274	0,293	-0,109	-0,083	-0,326	-0,191	0,354	-0,162	-0,203	-0,150	-0,157	0,190
132	100	8	-0,073	1,000	0,384	0,453	-0,215	0,144	0,371	0,263	0,344	-0,103	-0,073	-0,230	-0,124	0,263	-0,073	-0,124	-0,073	-0,115	0,224
133	100	8	-0,070	1,000	0,343	0,382	-0,226	0,154	0,383	0,178	0,309	-0,115	-0,070	-0,276	-0,123	0,346	-0,090	-0,161	-0,204	-0,080	0,208
134	100	8	-0,059	1,000	0,352	0,450	-0,171	0,153	0,327	0,172	0,230	-0,084	-0,059	-0,258	-0,127	0,307	-0,138	-0,159	-0,131	-0,108	0,135
135	100	8	-0,050	1,000	0,387	0,459	-0,209	0,203	0,451	0,303	0,337	-0,142	-0,050	-0,301	-0,149	0,357	-0,130	-0,159	-0,183	-0,106	0,160
136	100	8	-0,106	1,000	0,451	0,494	-0,298	0,194	0,434	0,215	0,266	-0,145	-0,106	-0,257	-0,147	0,293	-0,083	-0,172	-0,147	-0,082	0,232
137	100	8	-0,075	1,000	0,419	0,495	-0,227	0,179	0,425	0,168	0,373	-0,101	-0,075	-0,213	-0,097	0,260	-0,058	-0,117	-0,050	-0,071	0,042
138	100	8	-0,102	1,000	0,421	0,485	-0,248	0,175	0,423	0,242	0,290	-0,138	-0,102	-0,344	-0,165	0,406	-0,149	-0,213	-0,232	-0,093	0,277
139	100	8	-0,097	1,000	0,441	0,485	-0,253	0,189	0,397	0,272	0,308	-0,164	-0,097	-0,338	-0,169	0,382	-0,125	-0,198	-0,193	-0,121	0,210
140	100	8	-0,067	1,000	0,371	0,428	-0,222	0,161	0,387	0,242	0,287	-0,102	-0,067	-0,295	-0,181	0,320	-0,109	-0,176	-0,259	-0,099	0,078
141	100	8	-0,050	1,000	0,448	0,476	-0,297	0,196	0,434	0,260	0,290	-0,143	-0,050	-0,235	-0,118	0,281	-0,101	-0,148	-0,045	-0,118	0,113
142	100	8	-0,085	1,000	0,388	0,437	-0,256	0,218	0,512	0,250	0,271	-0,166	-0,085	-0,319	-0,193	0,352	-0,172	-0,216	-0,203	-0,104	0,216
143	100	8	-0,082	1,000	0,422	0,485	-0,241	0,145	0,493	0,228	0,329	-0,106	-0,082	-0,312	-0,163	0,356	-0,122	-0,203	-0,225	-0,116	0,159
144	100	8	-0,094	1,000	0,379	0,437	-0,244	0,177	0,400	0,226	0,200	-0,182	-0,094	-0,333	-0,212	0,362	-0,170	-0,207	-0,216	-0,184	0,256
145	100	8	-0,070	1,000	0,457	0,507	-0,298	0,239	0,456	0,244	0,323	-0,141	-0,070	-0,215	-0,087	0,275	-0,040	-0,126	-0,241	-0,039	0,207
146	100	8	-0,063	1,000	0,339	0,430	-0,181	0,118	0,377	0,223	0,364	-0,103	-0,063	-0,298	-0,152	0,341	-0,099	-0,167	-0,145	-0,083	0,159
147	100	8	-0,091	1,000	0,404	0,455	-0,239	0,173	0,402	0,214	0,381	-0,116	-0,091	-0,256	-0,112	0,310	-0,092	-0,133	-0,114	-0,051	0,261
148	100	8	-0,134	1,000	0,452	0,503	-0,294	0,216	0,476	0,257	0,331	-0,202	-0,134	-0,339	-0,213	0,366	-0,155	-0,235	-0,231	-0,110	0,228
149	100	8	-0,044	1,000	0,389	0,457	-0,224	0,173	0,441	0,244	0,271	-0,126	-0,044	-0,257	-0,138	0,289	-0,067	-0,160	-0,072	-0,141	0,162
150	100	8	-0,078	1,000	0,367	0,453	-0,205	0,203	0,377	0,207	0,346	-0,088	-0,078	-0,249	-0,153	0,267	-0,112	-0,171	-0,190	-0,118	0,065
<i>Média</i>			-0,082	1,000	0,408	0,468	-0,244	0,188	0,423	0,246	0,323	-0,131	-0,082	-0,284	-0,154	0,323	-0,115	-0,176	-0,162	-0,108	0,174

Tabela 97 – Correlação dos objetivos das instâncias 100|8 do problema Máquina Paralela não Relecionada continuação 1.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	L_{max} $\sum C_j$	L_{max} $\sum T_j$	L_{max} $\sum E_j$	L_{max} $\sum U_j$	L_{max} C_{max}	L_{max} $\sum c_j C_j$	L_{max} $\sum w_j T_j$	L_{max} $\sum h_j E_j$	$\sum C_j$ $\sum T_j$	$\sum C_j$ $\sum E_j$	$\sum C_j$ $\sum U_j$	$\sum C_j$ C_{max}	$\sum C_j$ $\sum c_j C_j$	$\sum C_j$ $\sum w_j T_j$	$\sum C_j$ $\sum h_j E_j$	$\sum T_j$ $\sum E_j$	$\sum T_j$ $\sum U_j$	$\sum T_j$ C_{max}	$\sum T_j$ $\sum c_j C_j$
101	100	8	0,422	0,470	-0,248	0,194	0,414	0,232	0,263	-0,167	0,813	-0,855	0,548	0,755	0,524	0,585	-0,498	-0,393	0,498	0,693	0,468
102	100	8	0,422	0,498	-0,218	0,216	0,472	0,255	0,393	-0,143	0,827	-0,848	0,603	0,786	0,606	0,544	-0,510	-0,403	0,540	0,736	0,457
103	100	8	0,382	0,436	-0,223	0,158	0,418	0,303	0,352	-0,104	0,839	-0,865	0,591	0,762	0,601	0,537	-0,444	-0,452	0,532	0,715	0,558
104	100	8	0,441	0,499	-0,295	0,266	0,435	0,252	0,412	-0,191	0,871	-0,899	0,613	0,787	0,631	0,644	-0,566	-0,569	0,579	0,769	0,500
105	100	8	0,464	0,494	-0,297	0,215	0,445	0,282	0,321	-0,194	0,835	-0,854	0,543	0,753	0,601	0,575	-0,479	-0,428	0,519	0,708	0,564
106	100	8	0,422	0,474	-0,252	0,187	0,461	0,250	0,308	-0,121	0,824	-0,864	0,585	0,772	0,574	0,568	-0,485	-0,427	0,537	0,738	0,436
107	100	8	0,396	0,462	-0,232	0,182	0,411	0,283	0,335	-0,148	0,850	-0,876	0,577	0,767	0,612	0,508	-0,493	-0,490	0,528	0,724	0,581
108	100	8	0,373	0,451	-0,225	0,176	0,398	0,186	0,353	-0,156	0,853	-0,901	0,628	0,752	0,527	0,567	-0,489	-0,543	0,588	0,728	0,402
109	100	8	0,407	0,447	-0,258	0,143	0,414	0,239	0,275	-0,110	0,848	-0,870	0,528	0,764	0,655	0,591	-0,363	-0,477	0,502	0,731	0,524
110	100	8	0,396	0,459	-0,224	0,172	0,417	0,256	0,269	-0,130	0,825	-0,865	0,590	0,743	0,572	0,551	-0,535	-0,429	0,527	0,699	0,512
111	100	8	0,512	0,550	-0,358	0,266	0,536	0,378	0,424	-0,206	0,856	-0,890	0,610	0,773	0,676	0,600	-0,527	-0,526	0,557	0,746	0,601
112	100	8	0,481	0,529	-0,323	0,226	0,520	0,256	0,377	-0,184	0,856	-0,889	0,596	0,781	0,543	0,639	-0,490	-0,523	0,547	0,763	0,427
113	100	8	0,348	0,422	-0,169	0,142	0,401	0,202	0,226	-0,034	0,828	-0,848	0,547	0,736	0,588	0,536	-0,398	-0,404	0,507	0,675	0,503
114	100	8	0,392	0,471	-0,218	0,179	0,367	0,231	0,289	-0,111	0,841	-0,876	0,598	0,754	0,509	0,566	-0,505	-0,477	0,532	0,715	0,487
115	100	8	0,390	0,440	-0,227	0,161	0,394	0,276	0,342	-0,095	0,814	-0,860	0,563	0,759	0,613	0,574	-0,391	-0,404	0,501	0,694	0,490
116	100	8	0,327	0,430	-0,161	0,172	0,343	0,190	0,265	-0,096	0,835	-0,892	0,605	0,760	0,561	0,562	-0,472	-0,496	0,555	0,725	0,499
117	100	8	0,353	0,427	-0,195	0,136	0,446	0,218	0,335	-0,103	0,822	-0,879	0,561	0,725	0,617	0,537	-0,523	-0,450	0,507	0,696	0,532
118	100	8	0,373	0,450	-0,198	0,136	0,376	0,240	0,313	-0,093	0,838	-0,866	0,582	0,768	0,532	0,615	-0,463	-0,453	0,513	0,716	0,510
119	100	8	0,450	0,501	-0,284	0,217	0,449	0,250	0,401	-0,120	0,851	-0,874	0,597	0,779	0,612	0,598	-0,406	-0,488	0,542	0,734	0,533
120	100	8	0,405	0,464	-0,233	0,159	0,450	0,236	0,326	-0,096	0,824	-0,864	0,550	0,753	0,574	0,546	-0,508	-0,426	0,502	0,697	0,471
121	100	8	0,407	0,461	-0,261	0,178	0,389	0,240	0,341	-0,132	0,849	-0,887	0,606	0,763	0,588	0,568	-0,472	-0,508	0,566	0,719	0,427
122	100	8	0,477	0,545	-0,267	0,244	0,447	0,273	0,380	-0,153	0,843	-0,851	0,574	0,746	0,621	0,580	-0,415	-0,435	0,515	0,702	0,485
123	100	8	0,441	0,473	-0,296	0,234	0,408	0,240	0,418	-0,168	0,851	-0,874	0,581	0,757	0,565	0,584	-0,488	-0,489	0,540	0,687	0,486
124	100	8	0,428	0,475	-0,264	0,217	0,416	0,282	0,311	-0,211	0,851	-0,865	0,604	0,763	0,644	0,632	-0,557	-0,473	0,550	0,706	0,578
125	100	8	0,443	0,506	-0,272	0,212	0,426	0,290	0,377	-0,132	0,842	-0,879	0,569	0,777	0,634	0,570	-0,452	-0,482	0,509	0,728	0,544
126	100	8	0,365	0,436	-0,206	0,193	0,351	0,241	0,262	-0,103	0,840	-0,877	0,582	0,749	0,698	0,595	-0,501	-0,476	0,521	0,712	0,569
127	100	8	0,425	0,500	-0,234	0,217	0,452	0,276	0,313	-0,121	0,826	-0,864	0,596	0,764	0,561	0,584	-0,447	-0,429	0,549	0,734	0,493
128	100	8	0,392	0,448	-0,253	0,172	0,405	0,233	0,274	-0,103	0,856	-0,894	0,600	0,763	0,664	0,567	-0,457	-0,534	0,572	0,728	0,507
129	100	8	0,376	0,450	-0,196	0,159	0,438	0,217	0,378	-0,083	0,830	-0,859	0,585	0,773	0,581	0,548	-0,380	-0,428	0,525	0,715	0,470
130	100	8	0,485	0,532	-0,326	0,251	0,499	0,294	0,396	-0,156	0,869	-0,886	0,611	0,769	0,595	0,616	-0,435	-0,541	0,561	0,743	0,522
131	100	8	0,388	0,441	-0,243	0,200	0,388	0,274	0,293	-0,109	0,830	-0,884	0,561	0,754	0,569	0,579	-0,483	-0,473	0,534	0,698	0,508
132	100	8	0,384	0,453	-0,215	0,144	0,371	0,263	0,344	-0,103	0,839	-0,869	0,572	0,730	0,600	0,564	-0,523	-0,460	0,541	0,703	0,587
133	100	8	0,343	0,382	-0,226	0,154	0,383	0,178	0,309	-0,115	0,856	-0,888	0,625	0,782	0,640	0,632	-0,506	-0,523	0,565	0,749	0,545
134	100	8	0,352	0,450	-0,171	0,153	0,327	0,172	0,230	-0,084	0,844	-0,876	0,604	0,753	0,565	0,636	-0,480	-0,481	0,546	0,710	0,471
135	100	8	0,387	0,459	-0,209	0,203	0,451	0,303	0,337	-0,142	0,840	-0,862	0,612	0,760	0,662	0,630	-0,516	-0,450	0,548	0,729	0,594
136	100	8	0,451	0,494	-0,298	0,194	0,434	0,215	0,266	-0,145	0,854	-0,881	0,588	0,759	0,509	0,570	-0,487	-0,505	0,542	0,720	0,426
137	100	8	0,419	0,495	-0,227	0,179	0,425	0,168	0,373	-0,101	0,839	-0,861	0,564	0,759	0,545	0,636	-0,429	-0,446	0,509	0,729	0,421
138	100	8	0,421	0,485	-0,248	0,175	0,423	0,242	0,290	-0,138	0,831	-0,871	0,557	0,752	0,619	0,554	-0,494	-0,450	0,492	0,704	0,475
139	100	8	0,441	0,485	-0,253	0,189	0,397	0,272	0,308	-0,164	0,813	-0,840	0,535	0,739	0,585	0,586	-0,430	-0,366	0,479	0,670	0,478
140	100	8	0,371	0,428	-0,222	0,161	0,387	0,242	0,287	-0,102	0,844	-0,877	0,547	0,756	0,619	0,589	-0,385	-0,482	0,504	0,712	0,513
141	100	8	0,448	0,476	-0,297	0,196	0,434	0,260	0,290	-0,143	0,850	-0,866	0,568	0,774	0,594	0,577	-0,380	-0,472	0,496	0,730	0,507
142	100	8	0,388	0,437	-0,256	0,218	0,512	0,250	0,271	-0,166	0,851	-0,895	0,597	0,747	0,590	0,542	-0,547	-0,526	0,561	0,722	0,524
143	100	8	0,422	0,485	-0,241	0,145	0,493	0,228	0,329	-0,106	0,830	-0,861	0,556	0,770	0,557	0,548	-0,468	-0,431	0,497	0,727	0,432
144	100	8	0,379	0,437	-0,244	0,177	0,400	0,226	0,200	-0,182	0,858	-0,897	0,607	0,768	0,647	0,607	-0,531	-0,543	0,552	0,728	0,497
145	100	8	0,457	0,507	-0,298	0,239	0,456	0,244	0,323	-0,141	0,850	-0,883	0,602	0,761	0,659	0,609	-0,535	-0,504	0,566	0,736	0,443
146	100	8	0,339	0,430	-0,181	0,118	0,377	0,223	0,364	-0,103	0,824	-0,890	0,508	0,748	0,622	0,518	-0,517	-0,476	0,477	0,724	0,549
147	100	8	0,404	0,455	-0,239	0,173	0,402	0,214	0,381	-0,116	0,825	-0,861	0,546	0,755	0,578	0,533	-0,434	-0,422	0,510	0,705	0,445
148	100	8	0,452	0,503	-0,294	0,216	0,476	0,257	0,331	-0,202	0,850	-0,885	0,612	0,763	0,581	0,533	-0,533	-0,506	0,542	0,720	0,442
149	100	8	0,389	0,457	-0,224	0,173	0,441	0,244	0,271	-0,126	0,829	-0,875	0,599	0,778	0,561	0,631	-0,534	-0,454	0,525	0,720	0,517
150	100	8	0,367	0,453	-0,205	0,203	0,377	0,207	0,346	-0,088	0,831	-0,890	0,606	0,749	0,611	0,569	-0,471	-0,486	0,562	0,712	0,474
<i>Média</i>			0,408	0,468	-0,244	0,188	0,423	0,246	0,323	-0,131	0,840	-0,874	0,582	0,760	0,596	0,579	-0,477	-0,470	0,531	0,719	0,500

Tabela 98 – Correlação dos objetivos das instâncias 100|8 do problema Máquina Paralela não Relecionada continuação 2.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\sum \frac{T_j}{w_j T_j}$	$\sum \frac{T_j}{h_j E_j}$	$\sum \frac{E_j}{U_j}$	$\sum \frac{E_j}{C_{max}}$	$\sum \frac{E_j}{\sum c_j C_j}$	$\sum \frac{E_j}{w_j T_j}$	$\sum \frac{E_j}{h_j E_j}$	$\sum \frac{U_j}{C_{max}}$	$\sum \frac{U_j}{\sum c_j C_j}$	$\sum \frac{U_j}{w_j T_j}$	$\sum \frac{U_j}{h_j E_j}$	$\sum \frac{C_{max}}{c_j C_j}$	$\sum \frac{C_{max}}{w_j T_j}$	$\sum \frac{C_{max}}{h_j E_j}$	$\sum \frac{c_j C_j}{w_j T_j}$	$\sum \frac{c_j C_j}{h_j E_j}$	$\sum \frac{w_j T_j}{h_j E_j}$
101	100	8	0,702	-0,311	-0,422	-0,576	-0,410	-0,298	0,509	0,414	0,294	0,370	-0,292	0,428	0,479	-0,319	0,318	-0,260	-0,271
102	100	8	0,733	-0,247	-0,473	-0,585	-0,556	-0,195	0,596	0,469	0,358	0,323	-0,278	0,489	0,480	-0,349	0,279	-0,398	-0,064
103	100	8	0,701	-0,283	-0,478	-0,589	-0,470	-0,232	0,467	0,450	0,362	0,315	-0,295	0,486	0,476	-0,300	0,363	-0,259	-0,173
104	100	8	0,753	-0,354	-0,511	-0,634	-0,612	-0,408	0,632	0,488	0,377	0,419	-0,304	0,512	0,566	-0,395	0,350	-0,244	-0,281
105	100	8	0,698	-0,217	-0,402	-0,569	-0,455	-0,285	0,583	0,431	0,363	0,338	-0,222	0,421	0,487	-0,362	0,380	-0,151	-0,144
106	100	8	0,712	-0,213	-0,456	-0,576	-0,530	-0,275	0,586	0,458	0,323	0,376	-0,272	0,452	0,520	-0,318	0,311	-0,311	-0,169
107	100	8	0,639	-0,299	-0,471	-0,606	-0,481	-0,256	0,542	0,460	0,362	0,314	-0,263	0,477	0,447	-0,337	0,344	-0,201	-0,177
108	100	8	0,669	-0,341	-0,522	-0,606	-0,514	-0,357	0,505	0,457	0,327	0,415	-0,326	0,379	0,496	-0,346	0,293	-0,265	-0,291
109	100	8	0,661	-0,176	-0,409	-0,588	-0,599	-0,366	0,439	0,414	0,363	0,387	-0,168	0,487	0,531	-0,242	0,391	-0,254	-0,136
110	100	8	0,692	-0,237	-0,474	-0,565	-0,458	-0,265	0,644	0,432	0,317	0,328	-0,266	0,413	0,493	-0,354	0,348	-0,244	-0,159
111	100	8	0,706	-0,276	-0,513	-0,614	-0,582	-0,364	0,622	0,468	0,411	0,377	-0,269	0,516	0,517	-0,390	0,403	-0,255	-0,181
112	100	8	0,727	-0,310	-0,496	-0,610	-0,516	-0,408	0,533	0,456	0,284	0,419	-0,288	0,414	0,579	-0,343	0,284	-0,259	-0,249
113	100	8	0,608	-0,199	-0,413	-0,562	-0,484	-0,298	0,461	0,400	0,298	0,321	-0,181	0,410	0,454	-0,254	0,378	-0,339	-0,197
114	100	8	0,679	-0,249	-0,498	-0,588	-0,394	-0,315	0,600	0,445	0,314	0,358	-0,287	0,384	0,467	-0,356	0,389	-0,205	-0,121
115	100	8	0,724	-0,135	-0,447	-0,586	-0,536	-0,268	0,497	0,426	0,339	0,326	-0,213	0,464	0,497	-0,273	0,262	-0,179	-0,108
116	100	8	0,650	-0,309	-0,498	-0,604	-0,476	-0,352	0,492	0,474	0,341	0,377	-0,302	0,409	0,466	-0,326	0,356	-0,213	-0,258
117	100	8	0,615	-0,266	-0,454	-0,553	-0,521	-0,327	0,597	0,403	0,363	0,351	-0,247	0,427	0,477	-0,335	0,298	-0,341	-0,170
118	100	8	0,722	-0,228	-0,481	-0,599	-0,402	-0,344	0,548	0,435	0,337	0,389	-0,253	0,416	0,545	-0,285	0,312	-0,171	-0,121
119	100	8	0,757	-0,187	-0,491	-0,615	-0,523	-0,292	0,502	0,452	0,374	0,391	-0,218	0,449	0,514	-0,287	0,400	-0,243	-0,152
120	100	8	0,668	-0,209	-0,433	-0,582	-0,497	-0,279	0,624	0,414	0,287	0,305	-0,208	0,441	0,453	-0,337	0,246	-0,253	-0,149
121	100	8	0,692	-0,261	-0,492	-0,613	-0,585	-0,320	0,540	0,453	0,325	0,382	-0,250	0,454	0,474	-0,313	0,217	-0,276	-0,162
122	100	8	0,704	-0,224	-0,458	-0,565	-0,567	-0,284	0,475	0,430	0,333	0,365	-0,204	0,454	0,465	-0,247	0,409	-0,350	-0,108
123	100	8	0,728	-0,353	-0,465	-0,622	-0,488	-0,297	0,484	0,412	0,328	0,336	-0,318	0,446	0,460	-0,363	0,296	-0,247	-0,189
124	100	8	0,724	-0,379	-0,488	-0,607	-0,529	-0,368	0,574	0,459	0,403	0,407	-0,358	0,479	0,531	-0,394	0,374	-0,429	-0,196
125	100	8	0,669	-0,255	-0,474	-0,617	-0,548	-0,334	0,507	0,421	0,375	0,324	-0,250	0,518	0,507	-0,306	0,370	-0,287	-0,112
126	100	8	0,690	-0,262	-0,482	-0,584	-0,628	-0,353	0,580	0,432	0,423	0,392	-0,243	0,532	0,493	-0,357	0,441	-0,410	-0,118
127	100	8	0,682	-0,243	-0,464	-0,569	-0,457	-0,326	0,499	0,446	0,330	0,418	-0,257	0,434	0,536	-0,299	0,397	-0,214	-0,180
128	100	8	0,622	-0,267	-0,486	-0,618	-0,647	-0,390	0,517	0,442	0,391	0,371	-0,261	0,498	0,491	-0,302	0,338	-0,403	-0,237
129	100	8	0,705	-0,216	-0,466	-0,596	-0,510	-0,241	0,417	0,455	0,314	0,333	-0,239	0,464	0,486	-0,269	0,320	-0,387	-0,114
130	100	8	0,702	-0,283	-0,514	-0,612	-0,522	-0,389	0,475	0,444	0,378	0,386	-0,289	0,463	0,533	-0,303	0,393	-0,121	-0,189
131	100	8	0,682	-0,262	-0,439	-0,605	-0,474	-0,344	0,544	0,424	0,328	0,383	-0,218	0,435	0,500	-0,311	0,415	-0,289	-0,192
132	100	8	0,673	-0,247	-0,442	-0,551	-0,445	-0,309	0,628	0,423	0,373	0,375	-0,247	0,414	0,490	-0,335	0,452	-0,291	-0,167
133	100	8	0,726	-0,311	-0,527	-0,624	-0,570	-0,398	0,558	0,481	0,381	0,445	-0,294	0,501	0,557	-0,355	0,432	-0,324	-0,240
134	100	8	0,696	-0,279	-0,497	-0,592	-0,500	-0,415	0,534	0,453	0,329	0,409	-0,311	0,426	0,558	-0,327	0,361	-0,299	-0,227
135	100	8	0,732	-0,281	-0,496	-0,571	-0,536	-0,353	0,587	0,470	0,409	0,416	-0,295	0,501	0,542	-0,328	0,428	-0,253	-0,209
136	100	8	0,629	-0,244	-0,481	-0,603	-0,455	-0,373	0,585	0,433	0,282	0,395	-0,232	0,440	0,490	-0,332	0,280	-0,293	-0,215
137	100	8	0,763	-0,232	-0,452	-0,567	-0,503	-0,334	0,489	0,441	0,292	0,406	-0,243	0,435	0,560	-0,273	0,226	-0,332	-0,198
138	100	8	0,642	-0,245	-0,460	-0,585	-0,573	-0,322	0,576	0,410	0,300	0,333	-0,285	0,438	0,476	-0,333	0,355	-0,245	-0,142
139	100	8	0,709	-0,164	-0,408	-0,555	-0,489	-0,275	0,534	0,388	0,316	0,331	-0,181	0,438	0,495	-0,319	0,409	-0,371	-0,136
140	100	8	0,689	-0,222	-0,442	-0,596	-0,551	-0,346	0,430	0,399	0,299	0,360	-0,228	0,471	0,519	-0,236	0,296	-0,195	-0,105
141	100	8	0,659	-0,196	-0,480	-0,602	-0,513	-0,340	0,450	0,442	0,363	0,346	-0,206	0,442	0,504	-0,268	0,284	-0,032	-0,136
142	100	8	0,662	-0,354	-0,489	-0,594	-0,508	-0,314	0,584	0,443	0,389	0,335	-0,336	0,442	0,464	-0,355	0,262	-0,292	-0,191
143	100	8	0,659	-0,234	-0,447	-0,583	-0,508	-0,286	0,543	0,409	0,284	0,335	-0,259	0,457	0,484	-0,311	0,302	-0,293	-0,129
144	100	8	0,683	-0,323	-0,518	-0,629	-0,630	-0,404	0,590	0,465	0,375	0,393	-0,335	0,479	0,505	-0,370	0,353	-0,433	-0,235
145	100	8	0,690	-0,282	-0,483	-0,593	-0,687	-0,385	0,626	0,470	0,371	0,401	-0,287	0,471	0,533	-0,379	0,331	-0,398	-0,224
146	100	8	0,719	-0,273	-0,405	-0,580	-0,524	-0,227	0,583	0,376	0,346	0,265	-0,226	0,496	0,487	-0,317	0,362	-0,279	-0,203
147	100	8	0,683	-0,174	-0,416	-0,577	-0,526	-0,240	0,539	0,412	0,300	0,307	-0,214	0,437	0,458	-0,276	0,326	-0,225	-0,122
148	100	8	0,656	-0,356	-0,523	-0,613	-0,561	-0,293	0,557	0,470	0,359	0,344	-0,291	0,463	0,439	-0,368	0,281	-0,271	-0,141
149	100	8	0,661	-0,281	-0,500	-0,615	-0,446	-0,433	0,607	0,457	0,358	0,425	-0,327	0,448	0,554	-0,372	0,391	-0,190	-0,254
150	100	8	0,738	-0,243	-0,492	-0,593	-0,572	-0,289	0,541	0,465	0,354	0,362	-0,239	0,485	0,504	-0,310	0,385	-0,210	-0,129
<i>Média</i>			0,690	-0,260	-0,471	-0,593	-0,521	-0,323	0,543	0,440	0,344	0,366	-0,262	0,455	0,501	-0,323	0,344	-0,274	-0,175

Tabela 99 – Correlação dos objetivos das instâncias 100|12 do problema Máquina Paralela não Relecionada.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{T_{max}}{E_{max}}$	$\frac{T_{max}}{L_{max}}$	$\frac{T_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{T_{max}}{C_{max}}$	$\frac{T_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum h_j E_j}$	$\frac{E_{max}}{L_{max}}$	$\frac{E_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{E_{max}}{C_{max}}$	$\frac{E_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum h_j E_j}$
151	100	12	-0,052	1,000	0,289	0,377	-0,098	0,053	0,257	0,118	0,177	0,013	-0,052	-0,256	-0,103	0,288	-0,047	-0,088	-0,177	-0,047	0,045
152	100	12	-0,067	1,000	0,342	0,430	-0,146	0,155	0,295	0,195	0,199	-0,084	-0,067	-0,233	-0,112	0,263	-0,100	-0,160	-0,070	-0,040	0,102
153	100	12	-0,077	1,000	0,327	0,408	-0,132	0,116	0,373	0,115	0,284	-0,067	-0,077	-0,326	-0,156	0,367	-0,099	-0,171	-0,131	-0,150	0,257
154	100	12	-0,079	1,000	0,428	0,442	-0,258	0,187	0,426	0,176	0,293	-0,164	-0,079	-0,310	-0,118	0,376	-0,074	-0,176	-0,262	-0,062	0,212
155	100	12	-0,041	1,000	0,319	0,396	-0,129	0,066	0,331	0,160	0,282	-0,075	-0,041	-0,178	-0,037	0,230	-0,044	-0,047	-0,099	-0,046	0,066
156	100	12	-0,062	1,000	0,360	0,428	-0,179	0,141	0,388	0,130	0,275	-0,054	-0,062	-0,206	-0,087	0,245	-0,048	-0,107	-0,086	-0,072	0,054
157	100	12	-0,020	1,000	0,253	0,355	-0,065	0,080	0,353	0,137	0,155	-0,047	-0,020	-0,244	-0,096	0,279	-0,091	-0,152	-0,195	-0,082	0,125
158	100	12	-0,051	1,000	0,336	0,407	-0,144	0,124	0,354	0,190	0,279	-0,082	-0,051	-0,251	-0,100	0,296	-0,079	-0,103	-0,112	-0,078	0,100
159	100	12	-0,063	1,000	0,404	0,441	-0,224	0,121	0,377	0,236	0,272	-0,158	-0,063	-0,193	-0,047	0,261	-0,095	-0,087	-0,098	-0,023	0,239
160	100	12	-0,041	1,000	0,339	0,415	-0,166	0,100	0,351	0,223	0,312	-0,069	-0,041	-0,286	-0,143	0,321	-0,099	-0,162	-0,196	-0,113	0,151
161	100	12	-0,059	1,000	0,365	0,409	-0,200	0,147	0,375	0,232	0,278	-0,124	-0,059	-0,255	-0,131	0,280	-0,076	-0,127	-0,103	-0,102	0,101
162	100	12	-0,018	1,000	0,352	0,427	-0,152	0,127	0,377	0,140	0,381	-0,114	-0,018	-0,225	-0,089	0,265	-0,095	-0,096	-0,072	-0,054	0,074
163	100	12	-0,072	1,000	0,430	0,482	-0,248	0,210	0,400	0,237	0,322	-0,103	-0,072	-0,254	-0,101	0,309	-0,037	-0,137	-0,144	-0,101	0,216
164	100	12	-0,033	1,000	0,383	0,437	-0,166	0,123	0,417	0,235	0,262	-0,070	-0,033	-0,237	-0,076	0,289	-0,067	-0,095	-0,163	-0,094	0,048
165	100	12	-0,029	1,000	0,336	0,404	-0,164	0,146	0,447	0,253	0,304	-0,100	-0,029	-0,265	-0,121	0,297	-0,083	-0,147	-0,148	-0,086	0,082
166	100	12	-0,056	1,000	0,358	0,429	-0,177	0,126	0,380	0,219	0,274	-0,075	-0,056	-0,228	-0,097	0,270	-0,065	-0,146	-0,074	-0,044	0,160
167	100	12	-0,087	1,000	0,365	0,457	-0,138	0,120	0,378	0,173	0,242	-0,080	-0,087	-0,277	-0,102	0,335	-0,070	-0,110	-0,085	-0,093	0,147
168	100	12	-0,089	1,000	0,369	0,413	-0,200	0,148	0,353	0,237	0,249	-0,144	-0,089	-0,240	-0,110	0,279	-0,061	-0,111	-0,181	-0,062	0,163
169	100	12	-0,044	1,000	0,337	0,407	-0,144	0,117	0,278	0,237	0,323	-0,104	-0,044	-0,167	-0,063	0,202	-0,014	-0,095	-0,069	-0,034	0,137
170	100	12	-0,057	1,000	0,361	0,424	-0,176	0,183	0,431	0,190	0,398	-0,132	-0,057	-0,208	-0,085	0,249	-0,078	-0,114	-0,062	-0,033	0,145
171	100	12	-0,060	1,000	0,314	0,389	-0,148	0,099	0,369	0,193	0,244	-0,101	-0,060	-0,242	-0,111	0,270	-0,069	-0,124	-0,071	-0,057	0,232
172	100	12	-0,096	1,000	0,301	0,370	-0,133	0,083	0,333	0,195	0,351	-0,020	-0,096	-0,243	-0,095	0,293	-0,051	-0,114	-0,217	-0,086	0,176
173	100	12	-0,055	1,000	0,285	0,403	-0,076	0,095	0,300	0,176	0,326	-0,033	-0,055	-0,243	-0,064	0,302	-0,077	-0,098	-0,153	-0,009	0,063
174	100	12	-0,054	1,000	0,263	0,365	-0,099	0,053	0,297	0,195	0,194	-0,071	-0,054	-0,222	-0,116	0,240	-0,104	-0,126	-0,119	-0,076	0,099
175	100	12	-0,058	1,000	0,326	0,381	-0,176	0,061	0,298	0,143	0,194	-0,072	-0,058	-0,234	-0,111	0,268	-0,057	-0,140	-0,127	-0,087	0,152
176	100	12	-0,023	1,000	0,360	0,430	-0,172	0,119	0,360	0,234	0,215	-0,104	-0,023	-0,227	-0,116	0,251	-0,122	-0,140	-0,188	-0,115	0,124
177	100	12	-0,023	1,000	0,321	0,400	-0,149	0,193	0,391	0,153	0,311	-0,095	-0,023	-0,222	-0,092	0,265	-0,094	-0,078	-0,071	-0,076	0,088
178	100	12	-0,050	1,000	0,348	0,434	-0,162	0,101	0,274	0,199	0,238	-0,087	-0,050	-0,262	-0,116	0,296	-0,089	-0,141	-0,098	-0,097	0,074
179	100	12	-0,080	1,000	0,284	0,371	-0,109	0,142	0,357	0,234	0,185	-0,028	-0,080	-0,276	-0,116	0,317	-0,085	-0,164	-0,155	-0,068	0,229
180	100	12	-0,033	1,000	0,307	0,415	-0,114	0,141	0,248	0,220	0,288	-0,078	-0,033	-0,278	-0,122	0,323	-0,079	-0,173	-0,117	-0,061	0,306
181	100	12	-0,046	1,000	0,291	0,362	-0,136	0,127	0,379	0,108	0,213	-0,047	-0,046	-0,216	-0,073	0,268	-0,063	-0,087	-0,168	-0,045	0,157
182	100	12	-0,033	1,000	0,377	0,436	-0,168	0,134	0,420	0,201	0,304	-0,076	-0,033	-0,196	-0,065	0,247	-0,016	-0,074	-0,096	-0,029	0,125
183	100	12	-0,052	1,000	0,312	0,404	-0,128	0,116	0,329	0,235	0,204	-0,114	-0,052	-0,238	-0,106	0,283	-0,077	-0,110	-0,078	-0,074	0,081
184	100	12	-0,050	1,000	0,355	0,402	-0,199	0,131	0,345	0,209	0,297	-0,096	-0,050	-0,264	-0,134	0,284	-0,093	-0,153	-0,159	-0,111	0,194
185	100	12	-0,058	1,000	0,334	0,391	-0,174	0,095	0,351	0,094	0,186	-0,099	-0,058	-0,205	-0,079	0,250	-0,091	-0,072	-0,003	-0,099	0,113
186	100	12	-0,016	1,000	0,373	0,435	-0,206	0,163	0,434	0,214	0,291	-0,083	-0,016	-0,254	-0,105	0,315	-0,083	-0,135	-0,159	-0,051	0,162
187	100	12	-0,026	1,000	0,362	0,414	-0,188	0,168	0,384	0,223	0,230	-0,100	-0,026	-0,244	-0,067	0,310	-0,065	-0,091	-0,067	-0,048	0,084
188	100	12	-0,097	1,000	0,335	0,407	-0,166	0,160	0,363	0,165	0,266	-0,075	-0,097	-0,270	-0,110	0,317	-0,078	-0,119	-0,197	-0,052	0,163
189	100	12	-0,054	1,000	0,298	0,386	-0,102	0,071	0,308	0,167	0,291	-0,054	-0,054	-0,228	-0,108	0,248	-0,063	-0,111	-0,132	-0,098	0,053
190	100	12	-0,083	1,000	0,378	0,437	-0,192	0,142	0,376	0,219	0,222	-0,082	-0,083	-0,209	-0,091	0,244	-0,064	-0,111	-0,122	-0,048	0,035
191	100	12	-0,078	1,000	0,336	0,416	-0,152	0,139	0,450	0,135	0,317	-0,086	-0,078	-0,253	-0,084	0,315	-0,094	-0,100	-0,156	-0,022	0,110
192	100	12	0,006	1,000	0,294	0,376	-0,140	0,090	0,294	0,146	0,244	-0,071	0,006	-0,250	-0,128	0,275	-0,098	-0,125	-0,032	-0,114	0,231
193	100	12	-0,065	1,000	0,419	0,465	-0,257	0,204	0,432	0,210	0,291	-0,110	-0,065	-0,260	-0,120	0,313	-0,076	-0,147	-0,136	-0,088	0,149
194	100	12	-0,065	1,000	0,378	0,432	-0,203	0,144	0,353	0,190	0,214	-0,075	-0,065	-0,271	-0,115	0,323	-0,079	-0,132	-0,230	-0,065	0,137
195	100	12	-0,007	1,000	0,344	0,416	-0,154	0,131	0,363	0,175	0,325	-0,074	-0,007	-0,218	-0,060	0,272	-0,056	-0,103	-0,157	-0,059	0,227
196	100	12	-0,044	1,000	0,255	0,351	-0,081	0,067	0,302	0,047	0,162	-0,005	-0,044	-0,241	-0,112	0,275	-0,086	-0,112	-0,155	-0,078	0,094
197	100	12	-0,031	1,000	0,336	0,406	-0,146	0,118	0,346	0,262	0,279	-0,044	-0,031	-0,260	-0,133	0,280	-0,034	-0,131	-0,155	-0,100	0,038
198	100	12	-0,042	1,000	0,327	0,395	-0,157	0,129	0,338	0,149	0,273	-0,075	-0,042	-0,196	-0,050	0,259	-0,067	-0,110	-0,181	-0,034	0,197
199	100	12	-0,086	1,000	0,340	0,437	-0,146	0,107	0,359	0,237	0,216	-0,077	-0,086	-0,241	-0,114	0,270	-0,085	-0,121	-0,138	-0,042	0,205
200	100	12	-0,068	1,000	0,404	0,442	-0,229	0,177	0,344	0,161	0,337	-0,098	-0,068	-0,197	-0,036	0,277	-0,037	-0,118	-0,050	-0,034	0,055
<i>Média</i>			-0,053	1,000	0,340	0,411	-0,159	0,126	0,357	0,186	0,265	-0,081	-0,053	-0,240	-0,098	0,283	-0,073	-0,120	-0,128	-0,069	0,136

Tabela 100 – Correlação dos objetivos das instâncias 100|12 do problema Máquina Paralela não Relecionada continuação 1.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{L_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{L_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{L_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{L_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{L_{max}}{C_{max}}$	$\frac{L_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{L_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{L_{max}}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum C_j}{\sum T_j}$	$\frac{\sum C_j}{\sum E_j}$	$\frac{\sum C_j}{\sum U_j}$	$\frac{\sum C_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum C_j}{\sum c_j C_j}$	$\frac{\sum C_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum C_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum T_j}{\sum E_j}$	$\frac{\sum T_j}{\sum U_j}$	$\frac{\sum T_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum T_j}{\sum c_j C_j}$
151	100	12	0,289	0,377	-0,098	0,053	0,257	0,118	0,177	0,013	0,750	-0,820	0,479	0,633	0,518	0,506	-0,341	-0,237	0,419	0,571	0,357
152	100	12	0,342	0,430	-0,146	0,155	0,295	0,195	0,199	-0,084	0,801	-0,839	0,530	0,664	0,461	0,488	-0,434	-0,348	0,472	0,592	0,329
153	100	12	0,327	0,408	-0,132	0,116	0,373	0,115	0,284	-0,067	0,797	-0,826	0,546	0,655	0,473	0,578	-0,444	-0,318	0,511	0,597	0,375
154	100	12	0,428	0,442	-0,258	0,187	0,426	0,176	0,293	-0,164	0,795	-0,825	0,512	0,650	0,518	0,526	-0,498	-0,313	0,449	0,602	0,365
155	100	12	0,319	0,396	-0,129	0,066	0,331	0,160	0,282	-0,075	0,753	-0,824	0,467	0,652	0,417	0,495	-0,418	-0,248	0,404	0,572	0,354
156	100	12	0,360	0,428	-0,179	0,141	0,388	0,130	0,275	-0,054	0,804	-0,845	0,546	0,642	0,488	0,504	-0,320	-0,362	0,503	0,596	0,374
157	100	12	0,253	0,355	-0,065	0,080	0,353	0,137	0,155	-0,047	0,762	-0,821	0,503	0,626	0,555	0,519	-0,414	-0,256	0,447	0,581	0,385
158	100	12	0,336	0,407	-0,144	0,124	0,354	0,190	0,279	-0,082	0,787	-0,821	0,496	0,624	0,500	0,473	-0,501	-0,294	0,447	0,560	0,404
159	100	12	0,404	0,441	-0,224	0,121	0,377	0,236	0,272	-0,158	0,801	-0,828	0,516	0,649	0,550	0,527	-0,485	-0,326	0,455	0,590	0,418
160	100	12	0,339	0,415	-0,166	0,100	0,351	0,223	0,312	-0,069	0,806	-0,855	0,543	0,669	0,529	0,566	-0,389	-0,382	0,502	0,636	0,492
161	100	12	0,365	0,409	-0,200	0,147	0,375	0,232	0,278	-0,124	0,803	-0,838	0,550	0,670	0,557	0,565	-0,454	-0,346	0,496	0,598	0,454
162	100	12	0,352	0,427	-0,152	0,127	0,377	0,140	0,381	-0,114	0,784	-0,825	0,521	0,638	0,482	0,543	-0,453	-0,295	0,472	0,566	0,362
163	100	12	0,430	0,482	-0,248	0,210	0,400	0,237	0,322	-0,103	0,807	-0,853	0,532	0,678	0,557	0,551	-0,418	-0,381	0,480	0,612	0,431
164	100	12	0,383	0,437	-0,166	0,123	0,417	0,235	0,262	-0,070	0,768	-0,790	0,467	0,644	0,565	0,576	-0,309	-0,215	0,397	0,576	0,487
165	100	12	0,336	0,404	-0,164	0,146	0,447	0,253	0,304	-0,100	0,781	-0,846	0,513	0,668	0,607	0,505	-0,425	-0,327	0,464	0,593	0,487
166	100	12	0,358	0,429	-0,177	0,126	0,380	0,219	0,274	-0,075	0,806	-0,846	0,542	0,663	0,551	0,457	-0,444	-0,366	0,468	0,605	0,444
167	100	12	0,365	0,457	-0,138	0,120	0,378	0,173	0,242	-0,080	0,788	-0,816	0,481	0,663	0,471	0,553	-0,378	-0,288	0,437	0,628	0,389
168	100	12	0,369	0,413	-0,200	0,148	0,353	0,237	0,249	-0,144	0,808	-0,835	0,522	0,657	0,500	0,531	-0,445	-0,350	0,474	0,611	0,385
169	100	12	0,337	0,407	-0,144	0,117	0,278	0,237	0,323	-0,104	0,792	-0,818	0,467	0,629	0,558	0,559	-0,464	-0,295	0,441	0,570	0,491
170	100	12	0,361	0,424	-0,176	0,183	0,431	0,190	0,398	-0,132	0,799	-0,834	0,550	0,684	0,574	0,538	-0,458	-0,335	0,494	0,630	0,465
171	100	12	0,314	0,389	-0,148	0,099	0,369	0,193	0,244	-0,101	0,776	-0,853	0,546	0,696	0,488	0,502	-0,462	-0,333	0,483	0,618	0,367
172	100	12	0,301	0,370	-0,133	0,083	0,333	0,195	0,351	-0,020	0,798	-0,835	0,503	0,664	0,549	0,593	-0,372	-0,335	0,434	0,605	0,463
173	100	12	0,285	0,403	-0,076	0,095	0,300	0,176	0,326	-0,033	0,750	-0,829	0,512	0,634	0,529	0,462	-0,340	-0,253	0,468	0,573	0,443
174	100	12	0,263	0,365	-0,099	0,053	0,297	0,195	0,194	-0,071	0,788	-0,865	0,542	0,640	0,583	0,517	-0,480	-0,372	0,489	0,590	0,519
175	100	12	0,326	0,381	-0,176	0,061	0,298	0,143	0,194	-0,072	0,806	-0,855	0,538	0,675	0,489	0,505	-0,399	-0,383	0,475	0,607	0,359
176	100	12	0,360	0,430	-0,172	0,119	0,360	0,234	0,215	-0,104	0,803	-0,837	0,581	0,685	0,589	0,555	-0,442	-0,347	0,502	0,617	0,456
177	100	12	0,321	0,400	-0,149	0,193	0,391	0,153	0,311	-0,095	0,805	-0,852	0,598	0,647	0,504	0,533	-0,489	-0,375	0,542	0,581	0,400
178	100	12	0,348	0,434	-0,162	0,101	0,274	0,199	0,238	-0,087	0,777	-0,853	0,518	0,647	0,504	0,528	-0,372	-0,335	0,451	0,553	0,403
179	100	12	0,284	0,371	-0,109	0,142	0,357	0,234	0,185	-0,028	0,777	-0,839	0,536	0,695	0,585	0,530	-0,491	-0,309	0,481	0,632	0,430
180	100	12	0,307	0,415	-0,114	0,141	0,248	0,220	0,288	-0,078	0,796	-0,853	0,543	0,666	0,558	0,518	-0,473	-0,363	0,487	0,599	0,498
181	100	12	0,291	0,362	-0,136	0,127	0,379	0,108	0,213	-0,047	0,789	-0,853	0,557	0,655	0,479	0,485	-0,409	-0,353	0,504	0,595	0,384
182	100	12	0,377	0,436	-0,168	0,134	0,420	0,201	0,304	-0,076	0,796	-0,802	0,520	0,644	0,511	0,558	-0,461	-0,277	0,452	0,587	0,420
183	100	12	0,312	0,404	-0,128	0,116	0,329	0,235	0,204	-0,114	0,819	-0,848	0,541	0,659	0,557	0,535	-0,463	-0,390	0,478	0,622	0,505
184	100	12	0,355	0,402	-0,199	0,131	0,345	0,209	0,297	-0,096	0,776	-0,854	0,509	0,668	0,564	0,509	-0,462	-0,335	0,452	0,587	0,423
185	100	12	0,334	0,391	-0,174	0,095	0,351	0,094	0,186	-0,099	0,802	-0,849	0,524	0,625	0,511	0,547	-0,369	-0,365	0,479	0,579	0,426
186	100	12	0,373	0,435	-0,206	0,163	0,434	0,214	0,291	-0,083	0,829	-0,859	0,549	0,671	0,582	0,551	-0,403	-0,425	0,505	0,650	0,463
187	100	12	0,362	0,414	-0,188	0,168	0,384	0,223	0,230	-0,100	0,773	-0,839	0,484	0,652	0,525	0,523	-0,412	-0,304	0,420	0,589	0,469
188	100	12	0,335	0,407	-0,166	0,160	0,363	0,165	0,266	-0,075	0,786	-0,856	0,525	0,652	0,608	0,514	-0,515	-0,353	0,468	0,582	0,387
189	100	12	0,298	0,386	-0,102	0,071	0,308	0,167	0,291	-0,054	0,771	-0,816	0,463	0,617	0,554	0,480	-0,380	-0,261	0,410	0,521	0,478
190	100	12	0,378	0,437	-0,192	0,142	0,376	0,219	0,222	-0,082	0,797	-0,834	0,543	0,649	0,593	0,500	-0,361	-0,332	0,489	0,599	0,439
191	100	12	0,336	0,416	-0,152	0,139	0,450	0,135	0,317	-0,086	0,791	-0,843	0,570	0,662	0,523	0,513	-0,463	-0,339	0,505	0,618	0,372
192	100	12	0,294	0,376	-0,140	0,090	0,294	0,146	0,244	-0,071	0,794	-0,870	0,560	0,669	0,590	0,538	-0,487	-0,390	0,495	0,621	0,414
193	100	12	0,419	0,465	-0,257	0,204	0,432	0,210	0,291	-0,110	0,832	-0,865	0,543	0,688	0,509	0,579	-0,379	-0,442	0,505	0,641	0,394
194	100	12	0,378	0,432	-0,203	0,144	0,353	0,190	0,214	-0,075	0,809	-0,844	0,535	0,641	0,650	0,482	-0,423	-0,366	0,477	0,564	0,458
195	100	12	0,344	0,416	-0,154	0,131	0,363	0,175	0,325	-0,074	0,763	-0,833	0,477	0,672	0,544	0,538	-0,425	-0,277	0,429	0,589	0,389
196	100	12	0,255	0,351	-0,081	0,067	0,302	0,047	0,162	-0,005	0,798	-0,838	0,540	0,671	0,516	0,543	-0,381	-0,340	0,471	0,633	0,317
197	100	12	0,336	0,406	-0,146	0,118	0,346	0,262	0,279	-0,044	0,785	-0,822	0,474	0,641	0,538	0,490	-0,306	-0,293	0,454	0,583	0,456
198	100	12	0,327	0,395	-0,157	0,129	0,338	0,149	0,273	-0,075	0,797	-0,845	0,578	0,668	0,528	0,536	-0,499	-0,351	0,528	0,617	0,401
199	100	12	0,340	0,437	-0,146	0,107	0,359	0,237	0,216	-0,077	0,789	-0,851	0,518	0,669	0,554	0,523	-0,361	-0,349	0,459	0,622	0,451
200	100	12	0,404	0,442	-0,229	0,177	0,344	0,161	0,337	-0,098	0,801	-0,835	0,554	0,646	0,524	0,587	-0,390	-0,340	0,492	0,598	0,418
<i>Média</i>			0,340	0,411	-0,159	0,126	0,357	0,186	0,265	-0,081	0,791	-0,839	0,525	0,657	0,535	0,527	-0,423	-0,331	0,470	0,597	0,421

Tabela 101 – Correlação dos objetivos das instâncias 100|12 do problema Máquina Paralela não Relecionada continuação 2.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{\sum T_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum T_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum U_j}$	$\frac{\sum E_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum E_j}{\sum c_j C_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum U_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum U_j}{\sum c_j C_j}$	$\frac{\sum U_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum U_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum c_j C_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum c_j C_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum w_j T_j}{\sum h_j E_j}$
151	100	12	0,609	-0,127	-0,341	-0,437	-0,453	-0,216	0,392	0,281	0,260	0,302	-0,186	0,345	0,458	-0,157	0,231	-0,269	-0,090
152	100	12	0,617	-0,185	-0,403	-0,503	-0,424	-0,205	0,512	0,331	0,207	0,279	-0,270	0,317	0,349	-0,258	0,119	-0,236	-0,055
153	100	12	0,671	-0,161	-0,380	-0,471	-0,392	-0,280	0,548	0,340	0,247	0,404	-0,193	0,290	0,404	-0,249	0,188	-0,242	-0,185
154	100	12	0,658	-0,218	-0,382	-0,456	-0,471	-0,210	0,577	0,311	0,243	0,285	-0,248	0,377	0,400	-0,294	0,117	-0,303	-0,126
155	100	12	0,715	-0,121	-0,340	-0,468	-0,309	-0,113	0,511	0,265	0,210	0,254	-0,192	0,281	0,361	-0,231	0,265	-0,404	-0,013
156	100	12	0,632	-0,047	-0,403	-0,471	-0,428	-0,222	0,460	0,339	0,241	0,334	-0,110	0,311	0,380	-0,175	0,150	-0,177	-0,061
157	100	12	0,639	-0,165	-0,357	-0,422	-0,488	-0,212	0,472	0,281	0,287	0,318	-0,199	0,358	0,357	-0,214	0,266	-0,154	-0,047
158	100	12	0,605	-0,264	-0,355	-0,448	-0,401	-0,173	0,533	0,304	0,284	0,276	-0,259	0,335	0,317	-0,261	0,312	-0,239	-0,149
159	100	12	0,660	-0,214	-0,388	-0,471	-0,476	-0,213	0,564	0,304	0,276	0,303	-0,206	0,363	0,388	-0,280	0,214	-0,341	-0,115
160	100	12	0,726	-0,162	-0,408	-0,488	-0,394	-0,247	0,465	0,386	0,304	0,360	-0,135	0,340	0,441	-0,213	0,337	-0,171	-0,162
161	100	12	0,641	-0,229	-0,410	-0,507	-0,461	-0,302	0,505	0,361	0,301	0,377	-0,245	0,374	0,427	-0,262	0,273	-0,184	-0,102
162	100	12	0,707	-0,226	-0,372	-0,466	-0,412	-0,191	0,491	0,355	0,243	0,306	-0,234	0,318	0,424	-0,254	0,266	-0,205	-0,176
163	100	12	0,662	-0,177	-0,410	-0,521	-0,491	-0,278	0,499	0,351	0,294	0,316	-0,204	0,354	0,421	-0,224	0,258	-0,236	-0,114
164	100	12	0,653	-0,076	-0,333	-0,431	-0,396	-0,254	0,399	0,291	0,266	0,281	-0,145	0,331	0,436	-0,138	0,305	-0,164	-0,055
165	100	12	0,634	-0,144	-0,380	-0,504	-0,503	-0,223	0,520	0,325	0,324	0,257	-0,147	0,396	0,394	-0,278	0,258	-0,371	-0,078
166	100	12	0,600	-0,149	-0,431	-0,497	-0,466	-0,178	0,564	0,343	0,288	0,257	-0,198	0,365	0,347	-0,266	0,330	-0,231	-0,065
167	100	12	0,645	-0,196	-0,338	-0,442	-0,368	-0,255	0,404	0,329	0,239	0,299	-0,215	0,316	0,425	-0,225	0,301	-0,243	-0,115
168	100	12	0,616	-0,249	-0,387	-0,474	-0,435	-0,269	0,474	0,361	0,246	0,330	-0,230	0,300	0,427	-0,269	0,264	-0,243	-0,204
169	100	12	0,741	-0,136	-0,314	-0,446	-0,410	-0,176	0,597	0,283	0,266	0,317	-0,140	0,360	0,385	-0,265	0,347	-0,267	-0,101
170	100	12	0,725	-0,225	-0,408	-0,493	-0,473	-0,178	0,511	0,365	0,298	0,288	-0,254	0,403	0,438	-0,280	0,326	-0,254	-0,161
171	100	12	0,673	-0,115	-0,417	-0,529	-0,426	-0,193	0,595	0,348	0,263	0,295	-0,195	0,366	0,401	-0,282	0,176	-0,143	-0,033
172	100	12	0,748	-0,028	-0,390	-0,486	-0,435	-0,245	0,556	0,313	0,282	0,306	-0,112	0,339	0,466	-0,194	0,318	-0,145	0,023
173	100	12	0,620	-0,091	-0,354	-0,443	-0,400	-0,152	0,421	0,312	0,286	0,263	-0,166	0,333	0,377	-0,156	0,247	-0,166	0,012
174	100	12	0,636	-0,220	-0,419	-0,482	-0,455	-0,261	0,544	0,355	0,319	0,320	-0,227	0,363	0,341	-0,284	0,371	-0,214	-0,167
175	100	12	0,608	-0,151	-0,424	-0,521	-0,450	-0,256	0,490	0,354	0,256	0,325	-0,180	0,317	0,373	-0,287	0,326	-0,247	-0,115
176	100	12	0,632	-0,169	-0,454	-0,512	-0,508	-0,294	0,540	0,389	0,347	0,371	-0,246	0,406	0,436	-0,276	0,321	-0,274	-0,161
177	100	12	0,709	-0,242	-0,456	-0,499	-0,434	-0,207	0,550	0,395	0,317	0,341	-0,284	0,339	0,383	-0,263	0,258	-0,212	-0,135
178	100	12	0,623	-0,203	-0,402	-0,511	-0,422	-0,275	0,389	0,318	0,268	0,331	-0,221	0,326	0,385	-0,235	0,309	-0,346	-0,142
179	100	12	0,670	-0,151	-0,394	-0,503	-0,512	-0,222	0,611	0,371	0,312	0,347	-0,217	0,410	0,409	-0,271	0,351	-0,389	-0,051
180	100	12	0,674	-0,177	-0,416	-0,509	-0,429	-0,217	0,575	0,375	0,303	0,318	-0,210	0,390	0,384	-0,311	0,312	-0,234	-0,049
181	100	12	0,619	-0,103	-0,421	-0,493	-0,403	-0,214	0,535	0,335	0,282	0,336	-0,134	0,313	0,376	-0,256	0,306	-0,053	-0,024
182	100	12	0,678	-0,168	-0,379	-0,443	-0,396	-0,218	0,566	0,330	0,262	0,314	-0,228	0,299	0,411	-0,249	0,275	-0,210	-0,097
183	100	12	0,674	-0,309	-0,426	-0,483	-0,428	-0,235	0,457	0,360	0,293	0,303	-0,267	0,355	0,421	-0,262	0,395	-0,316	-0,191
184	100	12	0,667	-0,149	-0,388	-0,514	-0,494	-0,210	0,567	0,318	0,263	0,301	-0,187	0,377	0,400	-0,261	0,251	-0,204	-0,075
185	100	12	0,566	-0,100	-0,393	-0,461	-0,418	-0,352	0,487	0,316	0,261	0,354	-0,135	0,308	0,406	-0,217	0,257	-0,130	-0,232
186	100	12	0,699	-0,207	-0,425	-0,490	-0,516	-0,252	0,462	0,360	0,321	0,331	-0,246	0,351	0,404	-0,225	0,309	-0,300	-0,137
187	100	12	0,634	-0,120	-0,366	-0,474	-0,386	-0,243	0,515	0,285	0,230	0,319	-0,131	0,337	0,353	-0,277	0,325	-0,250	-0,111
188	100	12	0,686	-0,189	-0,403	-0,499	-0,597	-0,204	0,622	0,370	0,307	0,261	-0,222	0,370	0,360	-0,287	0,195	-0,448	-0,080
189	100	12	0,677	-0,136	-0,329	-0,462	-0,406	-0,114	0,452	0,273	0,238	0,266	-0,187	0,328	0,320	-0,174	0,283	-0,095	-0,031
190	100	12	0,633	-0,197	-0,402	-0,466	-0,525	-0,203	0,383	0,351	0,314	0,330	-0,225	0,391	0,399	-0,171	0,129	-0,270	-0,159
191	100	12	0,724	-0,223	-0,433	-0,475	-0,477	-0,153	0,517	0,405	0,314	0,314	-0,254	0,296	0,375	-0,273	0,295	-0,229	-0,200
192	100	12	0,646	-0,215	-0,446	-0,510	-0,558	-0,291	0,564	0,361	0,319	0,335	-0,220	0,390	0,417	-0,309	0,267	-0,198	-0,209
193	100	12	0,636	-0,165	-0,422	-0,533	-0,468	-0,360	0,464	0,371	0,272	0,348	-0,183	0,380	0,468	-0,235	0,263	-0,132	-0,137
194	100	12	0,592	-0,173	-0,411	-0,499	-0,610	-0,222	0,510	0,322	0,326	0,317	-0,225	0,427	0,366	-0,258	0,238	-0,345	-0,094
195	100	12	0,715	-0,115	-0,342	-0,494	-0,475	-0,188	0,533	0,338	0,244	0,283	-0,184	0,392	0,398	-0,227	0,289	-0,156	-0,133
196	100	12	0,630	-0,094	-0,417	-0,474	-0,520	-0,277	0,510	0,378	0,282	0,332	-0,180	0,366	0,432	-0,205	0,239	-0,331	-0,094
197	100	12	0,715	-0,111	-0,315	-0,454	-0,412	-0,100	0,371	0,272	0,286	0,266	-0,157	0,362	0,365	-0,179	0,319	-0,106	0,003
198	100	12	0,702	-0,258	-0,429	-0,490	-0,463	-0,210	0,545	0,402	0,314	0,347	-0,245	0,372	0,415	-0,261	0,336	-0,333	-0,162
199	100	12	0,689	-0,079	-0,397	-0,489	-0,459	-0,208	0,483	0,359	0,283	0,301	-0,094	0,360	0,421	-0,211	0,317	-0,169	-0,014
200	100	12	0,728	-0,233	-0,417	-0,465	-0,439	-0,252	0,398	0,325	0,324	0,363	-0,235	0,314	0,437	-0,202	0,272	-0,120	-0,197
<i>Média</i>			0,661	-0,167	-0,393	-0,482	-0,452	-0,224	0,504	0,337	0,280	0,314	-0,200	0,350	0,398	-0,242	0,273	-0,234	-0,107

A.5 FLOW SHOP FLEXÍVEL

Tabela 102 – Correlação dos objetivos das instâncias 50|8 do problema *Flow Shop* Flexível.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{T_{max}}{E_{max}}$	$\frac{T_{max}}{L_{max}}$	$\sum C_j$	$\sum T_j$	$\sum E_j$	$\sum U_j$	$\frac{T_{max}}{C_{max}}$	$\sum c_j C_j$	$\sum w_j T_j$	$\sum h_j E_j$	$\frac{E_{max}}{L_{max}}$	$\sum C_j$	$\sum T_j$	$\sum E_j$	$\sum U_j$	$\frac{E_{max}}{C_{max}}$	$\sum c_j C_j$	$\sum w_j T_j$	$\sum h_j E_j$
1	50	8	0,011	1,000	0,336	0,348	-0,069	0,099	0,302	0,230	0,229	-0,031	0,011	0,132	0,219	0,266	0,140	0,060	0,132	0,192	0,379
2	50	8	-0,018	1,000	0,362	0,377	-0,097	0,101	0,458	0,320	0,291	-0,050	-0,018	-0,190	-0,056	0,547	-0,135	-0,044	-0,153	-0,072	0,560
3	50	8	0,031	1,000	0,295	0,458	0,030	0,035	0,233	0,216	0,443	0,033	0,031	0,152	0,156	-0,051	0,206	-0,031	0,056	0,149	0,065
4	50	8	0,054	1,000	0,369	0,465	-0,059	0,131	0,086	0,363	0,378	-0,029	0,054	0,188	0,172	-0,090	0,168	0,041	0,074	0,148	0,063
5	50	8	-0,037	1,000	0,170	0,186	0,003	-0,042	0,291	0,128	0,217	0,040	-0,037	-0,091	0,062	0,454	-0,006	-0,121	-0,082	0,101	0,289
6	50	8	0,021	1,000	0,357	0,397	-0,093	0,095	0,311	0,304	0,357	-0,058	0,021	-0,010	0,123	0,185	0,187	0,026	-0,054	0,112	0,175
7	50	8	-0,044	1,000	0,470	0,471	-0,179	0,149	0,569	0,404	0,397	-0,107	-0,044	-0,126	0,013	0,522	-0,046	-0,111	-0,025	0,002	0,477
8	50	8	-0,042	1,000	0,137	0,159	0,027	-0,062	0,162	0,158	0,078	-0,014	-0,042	-0,039	0,113	0,393	0,080	-0,084	-0,117	0,105	0,407
9	50	8	-0,010	1,000	0,418	0,414	-0,162	0,120	0,414	0,377	0,332	-0,116	-0,010	-0,034	0,091	0,406	0,034	-0,071	-0,117	0,044	0,291
10	50	8	0,030	1,000	0,364	0,370	-0,103	0,112	0,236	0,338	0,326	-0,100	0,030	0,046	0,163	0,349	0,048	0,054	0,059	0,134	0,114
11	50	8	-0,005	1,000	0,390	0,446	-0,052	0,058	0,171	0,326	0,332	-0,073	-0,005	-0,022	0,069	0,107	0,118	-0,134	-0,022	0,063	0,193
12	50	8	0,010	1,000	0,350	0,427	-0,030	0,065	0,238	0,239	0,292	-0,032	0,010	0,119	0,185	0,046	0,231	-0,028	0,017	0,196	-0,093
13	50	8	0,064	1,000	0,316	0,340	0,049	0,030	0,414	0,273	0,195	0,027	0,064	0,131	0,270	0,408	0,075	0,108	0,200	0,204	0,323
14	50	8	0,104	1,000	0,427	0,452	-0,102	0,213	0,405	0,419	0,393	-0,082	0,104	0,211	0,312	0,099	0,264	0,157	0,165	0,257	0,019
15	50	8	-0,030	1,000	0,397	0,392	-0,071	0,041	0,441	0,309	0,368	-0,066	-0,030	0,021	0,158	0,480	0,094	-0,057	-0,061	0,135	0,474
16	50	8	-0,021	1,000	0,369	0,383	0,010	-0,053	0,501	0,207	0,388	-0,065	-0,021	0,053	0,194	0,245	0,200	-0,095	0,081	0,178	0,291
17	50	8	0,010	1,000	0,237	0,249	-0,002	0,025	0,147	0,153	0,230	0,004	0,010	-0,080	0,068	0,448	-0,010	-0,044	-0,088	0,099	0,341
18	50	8	-0,104	1,000	0,516	0,522	-0,072	0,063	0,563	0,356	0,399	-0,042	-0,104	-0,155	0,001	0,568	-0,050	-0,122	-0,149	-0,033	0,452
19	50	8	0,045	1,000	0,312	0,338	0,061	0,014	0,186	0,167	0,167	0,045	0,045	0,104	0,214	0,412	0,108	0,040	0,023	0,128	0,481
20	50	8	0,057	1,000	0,427	0,439	-0,050	0,106	0,533	0,356	0,353	-0,040	0,057	0,070	0,190	0,414	0,064	0,068	0,091	0,173	0,200
21	50	8	0,001	1,000	0,363	0,369	-0,035	0,046	0,143	0,316	0,256	-0,029	0,001	0,004	0,124	0,412	0,101	0,024	0,111	0,105	0,370
22	50	8	-0,017	1,000	0,263	0,417	0,025	0,211	0,217	0,276	0,031	-0,017	-0,004	0,062	0,058	0,157	-0,097	0,042	0,069	0,088	0,088
23	50	8	0,052	1,000	0,357	0,376	0,022	0,017	0,477	0,290	0,272	0,019	0,052	0,030	0,181	0,533	-0,022	0,035	0,022	0,143	0,611
24	50	8	0,028	1,000	0,416	0,475	0,042	0,088	0,418	0,308	0,465	0,114	0,028	0,125	0,185	0,068	0,176	0,054	0,062	0,192	-0,004
25	50	8	0,039	1,000	0,299	0,335	0,021	0,037	0,210	0,270	0,258	0,025	0,039	-0,009	0,109	0,356	0,046	0,077	0,027	0,061	0,253
26	50	8	-0,050	1,000	0,393	0,396	-0,118	0,085	0,244	0,271	0,320	-0,069	-0,050	-0,020	0,119	0,427	0,069	-0,060	0,011	0,070	0,287
27	50	8	0,016	1,000	0,169	0,208	0,091	-0,043	0,064	0,082	0,154	0,083	0,016	0,053	0,155	0,289	0,057	-0,004	0,009	0,109	0,258
28	50	8	-0,008	1,000	0,273	0,299	-0,012	0,029	0,160	0,230	0,250	-0,021	-0,008	-0,060	0,098	0,421	-0,016	0,029	-0,036	0,098	0,438
29	50	8	-0,059	1,000	0,342	0,344	-0,102	0,045	0,413	0,249	0,271	-0,073	-0,059	-0,101	0,002	0,390	0,026	-0,163	-0,009	0,017	0,219
30	50	8	0,072	1,000	0,380	0,425	0,086	0,023	0,391	0,241	0,314	0,062	0,072	0,087	0,254	0,309	0,192	0,025	-0,004	0,188	0,202
31	50	8	0,083	1,000	0,257	0,294	0,039	-0,037	0,066	0,162	0,254	0,026	0,083	0,027	0,161	0,345	0,022	0,036	0,033	0,121	0,185
32	50	8	-0,039	1,000	0,297	0,322	-0,025	0,018	0,210	0,205	0,256	-0,032	-0,039	-0,092	0,067	0,376	-0,019	-0,130	-0,061	0,035	0,315
33	50	8	0,012	1,000	0,423	0,425	-0,004	0,046	0,382	0,386	0,312	-0,007	0,012	0,048	0,167	0,458	0,053	-0,005	0,021	0,157	0,236
34	50	8	0,044	1,000	0,188	0,230	0,063	-0,031	-0,061	0,218	0,236	0,075	0,044	-0,074	0,092	0,442	0,014	-0,067	-0,144	0,087	0,256
35	50	8	0,042	1,000	0,489	0,499	-0,003	0,029	0,534	0,384	0,401	-0,004	0,042	0,018	0,162	0,527	0,052	0,002	0,028	0,155	0,463
36	50	8	0,061	1,000	0,293	0,317	0,005	0,039	0,251	0,257	0,194	0,014	0,061	0,095	0,208	0,317	0,084	0,080	-0,032	0,137	0,409
37	50	8	-0,003	1,000	0,252	0,332	0,085	-0,068	0,052	0,147	0,205	0,083	-0,003	0,031	0,157	0,159	0,205	-0,106	0,004	0,144	0,232
38	50	8	-0,028	1,000	0,448	0,456	-0,049	0,043	0,506	0,324	0,316	-0,084	-0,028	-0,015	0,105	0,457	0,036	-0,024	0,072	0,054	0,071
39	50	8	0,005	1,000	0,266	0,318	0,057	-0,054	0,260	0,207	0,259	0,073	0,005	-0,028	0,152	0,234	0,176	-0,056	-0,003	0,112	0,219
40	50	8	0,039	1,000	0,362	0,417	0,024	0,107	0,125	0,288	0,321	-0,029	0,039	0,118	0,248	0,178	0,270	-0,025	0,172	0,103	0,103
41	50	8	0,004	1,000	0,299	0,316	0,005	0,004	0,120	0,304	0,264	-0,023	0,004	-0,034	0,092	0,379	0,064	0,037	-0,020	0,083	0,365
42	50	8	0,038	1,000	0,284	0,372	-0,035	0,078	0,281	0,233	0,320	-0,012	0,038	0,193	0,209	-0,070	0,221	0,060	0,282	0,180	-0,023
43	50	8	-0,019	1,000	0,310	0,325	-0,072	0,115	0,323	0,209	0,184	-0,062	-0,019	-0,107	0,020	0,377	-0,028	-0,103	-0,171	0,020	0,341
44	50	8	0,016	1,000	0,126	0,155	0,041	-0,032	-0,033	0,141	0,078	0,035	0,016	-0,001	0,170	0,426	0,071	-0,054	-0,014	0,116	0,498
45	50	8	-0,096	1,000	0,400	0,433	-0,055	0,013	0,262	0,376	0,309	-0,001	-0,096	-0,264	-0,066	0,387	-0,046	-0,183	-0,264	-0,030	0,245
46	50	8	-0,003	1,000	0,272	0,278	0,013	-0,006	0,216	0,206	0,209	0,012	-0,003	0,126	0,246	0,392	0,198	-0,108	0,008	0,222	0,389
47	50	8	0,116	1,000	0,337	0,416	-0,024	0,063	0,290	0,277	0,373	-0,018	0,116	0,163	0,196	-0,018	0,214	0,150	0,104	0,154	-0,134
48	50	8	0,124	1,000	0,306	0,325	-0,019	0,053	0,296	0,283	0,311	-0,001	0,124	0,244	0,309	0,125	0,255	0,265	0,195	0,267	0,139
49	50	8	-0,001	1,000	0,196	0,206	0,010	0,008	0,092	0,070	0,196	0,007	-0,001	-0,001	0,150	0,425	0,023	-0,042	0,119	0,152	0,261
50	50	8	-0,021	1,000	0,395	0,426	-0,028	-0,001	0,061	0,298	0,324	-0,073	-0,021	-0,056	0,088	0,220	0,118	-0,049	-0,002	0,075	0,164
<i>Média</i>			0,011	1,000	0,329	0,363	-0,018	0,041	0,273	0,262	0,286	-0,013	0,011	0,020	0,139	0,312	0,091	-0,016	0,012	0,116	0,259

Tabela 103 – Correlação dos objetivos das instâncias 50|8 do problema *Flow Shop* Flexível continuação 1.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	L_{max} $\sum C_j$	L_{max} $\sum T_j$	L_{max} $\sum E_j$	L_{max} $\sum U_j$	L_{max} C_{max}	L_{max} $\sum c_j C_j$	L_{max} $\sum w_j T_j$	L_{max} $\sum h_j E_j$	$\sum C_j$ $\sum T_j$	$\sum C_j$ $\sum E_j$	$\sum C_j$ $\sum U_j$	$\sum C_j$ C_{max}	$\sum C_j$ $\sum c_j C_j$	$\sum C_j$ $\sum w_j T_j$	$\sum C_j$ $\sum h_j E_j$	$\sum T_j$ $\sum E_j$	$\sum T_j$ $\sum U_j$	$\sum T_j$ C_{max}	$\sum T_j$ $\sum c_j C_j$
1	50	8	0,336	0,348	-0,069	0,099	0,302	0,230	0,229	-0,031	0,967	-0,441	0,620	0,649	0,807	0,833	-0,242	-0,197	0,503	0,614	0,772
2	50	8	0,362	0,377	-0,097	0,101	0,458	0,320	0,291	-0,050	0,970	-0,517	0,601	0,610	0,863	0,777	-0,399	-0,293	0,493	0,599	0,841
3	50	8	0,295	0,458	0,030	0,035	0,233	0,216	0,443	0,033	0,550	-0,726	0,413	0,393	0,811	0,560	-0,553	0,174	0,550	0,245	0,507
4	50	8	0,369	0,465	-0,059	0,131	0,086	0,363	0,378	-0,029	0,647	-0,719	0,571	0,339	0,802	0,605	-0,516	0,065	0,578	0,196	0,586
5	50	8	0,170	0,186	0,003	-0,042	0,291	0,128	0,217	0,040	0,946	-0,396	0,485	0,349	0,785	0,650	-0,370	-0,077	0,334	0,310	0,748
6	50	8	0,357	0,397	-0,093	0,095	0,311	0,304	0,357	-0,058	0,829	-0,648	0,627	0,639	0,867	0,770	-0,546	-0,111	0,523	0,547	0,731
7	50	8	0,470	0,471	-0,179	0,149	0,569	0,404	0,397	-0,107	0,967	-0,505	0,525	0,711	0,814	0,834	-0,405	-0,269	0,401	0,682	0,825
8	50	8	0,137	0,159	0,027	-0,062	0,162	0,158	0,078	-0,014	0,931	-0,387	0,458	0,175	0,777	0,653	-0,288	-0,024	0,299	0,135	0,697
9	50	8	0,418	0,414	-0,162	0,120	0,414	0,377	0,332	-0,116	0,961	-0,482	0,544	0,691	0,856	0,816	-0,413	-0,220	0,420	0,633	0,823
10	50	8	0,364	0,370	-0,103	0,112	0,236	0,338	0,326	-0,100	0,959	-0,460	0,554	0,457	0,792	0,773	-0,460	-0,190	0,407	0,446	0,771
11	50	8	0,390	0,446	-0,052	0,058	0,171	0,326	0,332	-0,073	0,707	-0,618	0,462	0,425	0,719	0,538	-0,555	0,118	0,478	0,241	0,553
12	50	8	0,350	0,427	-0,030	0,065	0,238	0,239	0,292	-0,032	0,842	-0,630	0,610	0,588	0,871	0,760	-0,591	-0,112	0,484	0,487	0,690
13	50	8	0,316	0,340	0,049	0,030	0,414	0,273	0,195	0,027	0,947	-0,236	0,474	0,483	0,819	0,841	-0,144	0,090	0,302	0,492	0,808
14	50	8	0,427	0,452	-0,102	0,213	0,405	0,419	0,393	-0,082	0,872	-0,556	0,668	0,724	0,847	0,795	-0,441	-0,078	0,546	0,641	0,820
15	50	8	0,397	0,392	-0,071	0,041	0,441	0,309	0,368	-0,066	0,962	-0,274	0,378	0,529	0,749	0,736	-0,190	-0,001	0,262	0,485	0,692
16	50	8	0,369	0,383	0,010	-0,053	0,501	0,207	0,388	-0,065	0,841	-0,317	0,463	0,642	0,779	0,666	-0,285	0,247	0,253	0,534	0,635
17	50	8	0,237	0,249	-0,002	0,025	0,147	0,153	0,230	0,004	0,947	-0,317	0,459	0,318	0,749	0,660	-0,220	0,005	0,289	0,283	0,698
18	50	8	0,516	0,522	-0,072	0,063	0,563	0,356	0,399	-0,042	0,962	-0,311	0,325	0,577	0,749	0,726	-0,234	-0,039	0,188	0,564	0,710
19	50	8	0,312	0,338	0,061	0,014	0,186	0,167	0,167	0,045	0,968	-0,247	0,439	0,463	0,745	0,753	-0,206	0,005	0,315	0,439	0,680
20	50	8	0,427	0,439	-0,050	0,106	0,533	0,356	0,353	-0,040	0,965	-0,343	0,473	0,623	0,841	0,749	-0,329	-0,085	0,344	0,611	0,831
21	50	8	0,363	0,369	-0,035	0,046	0,143	0,316	0,256	-0,029	0,961	-0,282	0,404	0,358	0,803	0,759	-0,242	-0,005	0,296	0,320	0,795
22	50	8	0,263	0,417	0,017	0,025	0,211	0,217	0,276	0,031	0,632	-0,750	0,534	0,410	0,842	0,542	-0,566	0,038	0,497	0,259	0,606
23	50	8	0,357	0,376	0,022	0,017	0,477	0,290	0,272	0,019	0,962	-0,253	0,376	0,507	0,730	0,695	-0,140	0,021	0,226	0,511	0,689
24	50	8	0,416	0,475	0,042	0,088	0,418	0,308	0,465	0,114	0,735	-0,439	0,530	0,591	0,774	0,623	-0,246	0,287	0,445	0,518	0,555
25	50	8	0,299	0,335	0,021	0,037	0,210	0,270	0,258	0,025	0,954	-0,430	0,551	0,442	0,849	0,694	-0,384	-0,138	0,407	0,431	0,832
26	50	8	0,393	0,396	-0,118	0,085	0,244	0,271	0,320	-0,069	0,956	-0,461	0,477	0,596	0,784	0,758	-0,443	-0,179	0,347	0,527	0,747
27	50	8	0,169	0,208	0,091	-0,043	0,064	0,082	0,154	0,083	0,943	-0,288	0,413	0,230	0,749	0,709	-0,235	0,047	0,243	0,212	0,699
28	50	8	0,273	0,299	-0,012	0,029	0,160	0,230	0,250	-0,021	0,937	-0,455	0,555	0,443	0,721	0,686	-0,309	-0,116	0,407	0,404	0,689
29	50	8	0,342	0,344	-0,102	0,045	0,413	0,249	0,271	-0,073	0,966	-0,436	0,411	0,601	0,728	0,720	-0,422	-0,189	0,275	0,566	0,707
30	50	8	0,380	0,425	0,086	0,023	0,391	0,241	0,314	0,062	0,851	-0,266	0,475	0,533	0,746	0,737	-0,246	0,279	0,292	0,541	0,586
31	50	8	0,257	0,294	0,039	-0,037	0,066	0,162	0,254	0,026	0,937	-0,392	0,464	0,347	0,789	0,694	-0,392	-0,045	0,290	0,314	0,745
32	50	8	0,297	0,322	-0,025	0,018	0,210	0,205	0,256	-0,032	0,916	-0,455	0,528	0,542	0,768	0,779	-0,444	-0,060	0,327	0,499	0,709
33	50	8	0,423	0,425	-0,004	0,046	0,382	0,386	0,312	-0,007	0,967	-0,154	0,337	0,526	0,711	0,746	-0,128	0,103	0,208	0,507	0,694
34	50	8	0,188	0,230	0,063	-0,031	-0,061	0,218	0,236	0,075	0,933	-0,400	0,491	0,198	0,757	0,702	-0,320	-0,044	0,320	0,159	0,690
35	50	8	0,489	0,499	-0,003	0,029	0,534	0,384	0,401	-0,004	0,964	-0,217	0,305	0,677	0,754	0,755	-0,182	0,050	0,176	0,666	0,734
36	50	8	0,293	0,317	0,005	0,039	0,251	0,257	0,194	0,014	0,951	-0,377	0,517	0,550	0,712	0,767	-0,307	-0,071	0,355	0,518	0,663
37	50	8	0,252	0,332	0,085	-0,068	0,052	0,147	0,205	0,083	0,715	-0,437	0,400	0,115	0,785	0,558	-0,240	0,316	-0,001	0,542	0,700
38	50	8	0,448	0,456	-0,049	0,043	0,506	0,324	0,316	-0,084	0,968	-0,305	0,365	0,668	0,695	0,833	-0,324	-0,057	0,235	0,668	0,700
39	50	8	0,266	0,318	0,057	-0,054	0,260	0,207	0,259	0,073	0,709	-0,415	0,382	0,496	0,736	0,490	-0,281	0,347	0,226	0,331	0,544
40	50	8	0,362	0,417	0,024	0,107	0,125	0,288	0,321	-0,029	0,811	-0,453	0,570	0,389	0,725	0,739	-0,396	0,154	0,426	0,310	0,555
41	50	8	0,299	0,316	0,005	0,004	0,120	0,304	0,264	-0,023	0,947	-0,309	0,418	0,187	0,709	0,747	-0,285	0,013	0,265	0,178	0,701
42	50	8	0,284	0,372	-0,035	0,078	0,281	0,233	0,320	-0,012	0,756	-0,714	0,643	0,600	0,845	0,693	-0,507	-0,082	0,631	0,484	0,604
43	50	8	0,310	0,325	-0,072	0,115	0,323	0,209	0,184	-0,062	0,946	-0,506	0,595	0,563	0,781	0,782	-0,382	-0,200	0,446	0,532	0,725
44	50	8	0,126	0,155	0,041	-0,032	-0,033	0,141	0,078	0,035	0,932	-0,422	0,511	0,340	0,778	0,748	-0,365	-0,064	0,337	0,288	0,734
45	50	8	0,400	0,433	-0,055	0,013	0,262	0,376	0,309	-0,001	0,845	-0,518	0,494	0,587	0,854	0,677	-0,357	0,021	0,283	0,485	0,706
46	50	8	0,272	0,278	0,013	-0,006	0,216	0,206	0,209	0,012	0,955	-0,183	0,409	0,339	0,669	0,787	-0,177	0,117	0,283	0,268	0,621
47	50	8	0,337	0,416	-0,024	0,063	0,290	0,277	0,373	-0,018	0,731	-0,639	0,585	0,619	0,837	0,628	-0,531	0,058	0,511	0,447	0,671
48	50	8	0,306	0,325	-0,019	0,053	0,296	0,283	0,311	-0,001	0,947	-0,395	0,544	0,526	0,716	0,777	-0,353	-0,079	0,410	0,491	0,661
49	50	8	0,196	0,206	0,010	0,008	0,092	0,070	0,196	0,007	0,939	-0,264	0,461	0,316	0,642	0,750	-0,239	0,083	0,301	0,274	0,651
50	50	8	0,395	0,426	-0,028	-0,001	0,061	0,298	0,324	-0,073	0,797	-0,480	0,495	0,269	0,745	0,613	-0,437	0,147	0,388	0,120	0,597
<i>Média</i>			0,329	0,363	-0,018	0,041	0,273	0,262	0,286	-0,013	0,886	-0,425	0,488	0,479	0,775	0,714	-0,345	-0,005	0,360	0,420	0,691

Tabela 104 – Correlação dos objetivos das instâncias 50|8 do problema *Flow Shop* Flexível continuação 2.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{\sum T_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum T_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum U_j}$	$\frac{\sum E_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum E_j}{\sum c_j C_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum U_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum U_j}{\sum c_j C_j}$	$\frac{\sum U_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum U_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum c_j C_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum c_j C_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum w_j T_j}{\sum h_j E_j}$
1	50	8	0,852	-0,028	-0,613	-0,336	-0,386	-0,206	0,832	0,416	0,516	0,451	-0,397	0,538	0,574	-0,260	0,701	-0,175	-0,065
2	50	8	0,792	-0,186	-0,628	-0,290	-0,431	-0,270	0,912	0,319	0,503	0,417	-0,514	0,521	0,481	-0,210	0,710	-0,325	-0,179
3	50	8	0,945	0,211	-0,034	-0,261	-0,539	0,118	0,825	0,124	0,440	0,540	0,052	0,312	0,255	-0,208	0,551	-0,373	0,155
4	50	8	0,883	0,100	-0,220	-0,265	-0,515	0,014	0,766	0,183	0,454	0,532	-0,120	0,258	0,163	-0,209	0,496	-0,302	0,048
5	50	8	0,703	-0,123	-0,543	-0,194	-0,294	-0,009	0,789	0,135	0,340	0,211	-0,507	0,271	0,271	-0,087	0,508	-0,242	-0,018
6	50	8	0,898	-0,111	-0,401	-0,390	-0,545	-0,145	0,819	0,374	0,529	0,485	-0,333	0,481	0,476	-0,299	0,636	-0,485	-0,126
7	50	8	0,861	-0,200	-0,627	-0,379	-0,283	-0,236	0,855	0,321	0,334	0,348	-0,533	0,589	0,619	-0,252	0,679	-0,214	-0,156
8	50	8	0,714	-0,029	-0,501	-0,138	-0,366	0,017	0,717	0,117	0,352	0,187	-0,351	0,159	0,019	-0,120	0,519	-0,198	-0,012
9	50	8	0,844	-0,196	-0,586	-0,428	-0,413	-0,204	0,831	0,381	0,420	0,344	-0,501	0,591	0,516	-0,301	0,700	-0,335	-0,198
10	50	8	0,805	-0,257	-0,643	-0,186	-0,330	-0,157	0,791	0,240	0,408	0,338	-0,574	0,361	0,390	-0,160	0,725	-0,355	-0,234
11	50	8	0,879	0,078	-0,117	-0,329	-0,396	0,222	0,866	0,173	0,271	0,378	-0,116	0,345	0,165	-0,328	0,404	-0,319	0,166
12	50	8	0,863	-0,169	-0,427	-0,382	-0,611	-0,158	0,845	0,323	0,554	0,502	-0,429	0,543	0,400	-0,266	0,688	-0,547	-0,190
13	50	8	0,867	0,101	-0,554	-0,008	-0,093	0,015	0,750	0,169	0,353	0,303	-0,434	0,376	0,354	-0,059	0,728	-0,062	0,038
14	50	8	0,912	-0,065	-0,433	-0,387	-0,332	-0,071	0,787	0,529	0,498	0,478	-0,396	0,633	0,556	-0,374	0,743	-0,204	-0,033
15	50	8	0,777	0,047	-0,462	-0,230	-0,304	0,043	0,859	0,130	0,320	0,158	-0,345	0,313	0,493	-0,217	0,509	-0,305	0,064
16	50	8	0,851	0,171	-0,386	-0,214	-0,282	0,299	0,810	0,197	0,450	0,154	-0,249	0,418	0,437	-0,321	0,471	-0,193	0,209
17	50	8	0,709	0,074	-0,575	-0,157	-0,269	0,038	0,904	0,172	0,353	0,200	-0,529	0,257	0,231	-0,126	0,422	-0,157	0,082
18	50	8	0,761	0,010	-0,531	-0,148	-0,267	-0,007	0,887	0,125	0,247	0,093	-0,461	0,482	0,392	-0,096	0,595	-0,170	0,068
19	50	8	0,746	0,020	-0,531	-0,147	-0,342	-0,121	0,892	0,232	0,441	0,335	-0,411	0,302	0,346	-0,134	0,567	-0,260	-0,060
20	50	8	0,785	-0,111	-0,566	-0,179	-0,219	-0,035	0,857	0,257	0,349	0,229	-0,549	0,572	0,440	-0,137	0,602	-0,169	-0,073
21	50	8	0,785	-0,010	-0,431	-0,186	-0,144	-0,023	0,840	0,220	0,308	0,240	-0,358	0,242	0,226	-0,143	0,525	-0,155	-0,008
22	50	8	0,890	0,084	-0,265	-0,307	-0,569	0,060	0,801	0,180	0,503	0,480	-0,184	0,397	0,204	-0,194	0,576	-0,405	0,077
23	50	8	0,716	0,101	-0,575	-0,044	-0,231	-0,006	0,869	0,100	0,291	0,190	-0,428	0,424	0,405	-0,015	0,571	-0,141	0,045
24	50	8	0,897	0,286	-0,159	-0,149	-0,357	0,310	0,727	0,214	0,367	0,332	-0,105	0,493	0,502	-0,018	0,499	-0,176	0,288
25	50	8	0,729	-0,131	-0,591	-0,161	-0,297	-0,095	0,871	0,269	0,438	0,283	-0,531	0,322	0,332	-0,204	0,590	-0,201	-0,059
26	50	8	0,780	-0,233	-0,549	-0,402	-0,368	-0,181	0,776	0,314	0,405	0,295	-0,533	0,377	0,276	-0,312	0,590	-0,336	-0,192
27	50	8	0,757	0,043	-0,541	-0,080	-0,236	0,050	0,829	0,099	0,320	0,138	-0,443	0,130	0,090	-0,078	0,504	-0,198	0,036
28	50	8	0,747	-0,022	-0,541	-0,229	-0,296	-0,047	0,823	0,249	0,375	0,250	-0,386	0,317	0,308	-0,218	0,388	-0,154	0,006
29	50	8	0,745	-0,214	-0,607	-0,314	-0,301	-0,142	0,854	0,202	0,289	0,194	-0,560	0,440	0,461	-0,260	0,501	-0,323	-0,156
30	50	8	0,820	0,206	-0,331	0,019	-0,288	0,156	0,828	0,108	0,349	0,276	-0,299	0,406	0,388	0,035	0,527	-0,259	0,104
31	50	8	0,745	-0,116	-0,561	-0,164	-0,294	-0,025	0,813	0,201	0,395	0,202	-0,501	0,336	0,281	-0,143	0,522	-0,279	-0,040
32	50	8	0,843	-0,108	-0,588	-0,240	-0,337	-0,067	0,864	0,279	0,410	0,280	-0,530	0,370	0,409	-0,217	0,609	-0,327	-0,082
33	50	8	0,766	0,068	-0,505	-0,087	-0,085	0,061	0,760	0,094	0,219	0,199	-0,431	0,405	0,340	-0,108	0,512	-0,166	0,088
34	50	8	0,789	-0,026	-0,549	-0,145	-0,344	0,060	0,822	0,086	0,363	0,190	-0,490	0,166	0,166	-0,122	0,514	-0,243	0,087
35	50	8	0,786	0,042	-0,496	-0,100	-0,137	0,049	0,836	0,138	0,210	0,150	-0,439	0,540	0,510	-0,079	0,474	-0,139	0,057
36	50	8	0,781	-0,039	-0,603	-0,223	-0,310	-0,133	0,869	0,265	0,345	0,369	-0,481	0,383	0,416	-0,144	0,495	-0,275	-0,083
37	50	8	0,786	0,368	-0,287	-0,157	-0,368	0,255	0,799	0,069	0,289	0,134	-0,102	0,123	0,004	-0,080	0,502	-0,204	0,296
38	50	8	0,823	-0,146	-0,561	-0,123	-0,105	-0,192	0,736	0,143	0,218	0,316	-0,511	0,464	0,544	-0,209	0,638	-0,193	-0,232
39	50	8	0,758	0,317	-0,217	-0,232	-0,277	0,327	0,784	0,119	0,309	0,127	-0,102	0,446	0,178	-0,152	0,394	-0,132	0,279
40	50	8	0,878	0,091	-0,314	-0,185	-0,379	0,089	0,807	0,224	0,431	0,385	-0,323	0,244	0,216	-0,171	0,521	-0,211	0,060
41	50	8	0,803	-0,015	-0,516	-0,054	-0,131	0,052	0,843	0,091	0,240	0,179	-0,422	0,118	0,115	-0,041	0,615	-0,186	0,076
42	50	8	0,903	0,001	-0,304	-0,396	-0,641	-0,091	0,774	0,330	0,529	0,587	-0,162	0,458	0,457	-0,226	0,537	-0,489	-0,003
43	50	8	0,801	-0,135	-0,615	-0,287	-0,431	-0,233	0,799	0,340	0,461	0,409	-0,476	0,480	0,420	-0,262	0,595	-0,286	-0,165
44	50	8	0,802	-0,033	-0,564	-0,214	-0,306	-0,051	0,920	0,174	0,360	0,264	-0,482	0,269	0,254	-0,200	0,622	-0,228	-0,036
45	50	8	0,826	0,080	-0,471	-0,321	-0,465	0,056	0,794	0,282	0,397	0,243	-0,365	0,455	0,284	-0,177	0,554	-0,341	0,079
46	50	8	0,835	0,059	-0,432	-0,249	-0,182	0,133	0,789	0,181	0,276	0,233	-0,369	0,290	0,235	-0,198	0,511	-0,183	0,057
47	50	8	0,882	-0,007	-0,280	-0,402	-0,468	0,076	0,770	0,316	0,487	0,422	-0,275	0,481	0,367	-0,341	0,601	-0,358	0,046
48	50	8	0,841	-0,110	-0,516	-0,229	-0,331	-0,007	0,780	0,310	0,383	0,301	-0,414	0,417	0,395	-0,146	0,487	-0,320	-0,041
49	50	8	0,830	0,032	-0,494	-0,147	-0,034	0,155	0,784	0,142	0,274	0,191	-0,435	0,134	0,195	-0,156	0,509	-0,041	0,109
50	50	8	0,829	0,021	-0,248	-0,266	-0,353	0,200	0,745	0,162	0,384	0,306	-0,235	0,169	0,076	-0,195	0,487	-0,259	0,111
<i>Média</i>			0,812	-0,004	-0,462	-0,222	-0,326	-0,001	0,818	0,216	0,375	0,297	-0,381	0,372	0,333	-0,179	0,558	-0,252	0,006

Tabela 105 – Correlação dos objetivos das instâncias 50|12 do problema *Flow Shop* Flexível.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{T_{max}}{E_{max}}$	$\frac{T_{max}}{L_{max}}$	$\frac{T_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{T_{max}}{C_{max}}$	$\frac{T_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum h_j E_j}$	$\frac{E_{max}}{L_{max}}$	$\frac{E_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{E_{max}}{C_{max}}$	$\frac{E_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum h_j E_j}$
51	50	12	0,010	1,000	0,451	0,466	-0,074	0,112	0,627	0,369	0,445	-0,035	0,010	-0,021	0,107	0,336	0,107	0,005	-0,070	0,107	0,366
52	50	12	0,024	1,000	0,361	0,382	0,000	0,044	0,381	0,309	0,364	-0,006	0,024	0,163	0,255	0,191	0,157	0,088	0,272	0,235	0,285
53	50	12	0,036	1,000	0,391	0,413	0,004	0,061	0,521	0,302	0,393	0,017	0,036	0,005	0,136	0,306	0,102	-0,010	-0,048	0,090	0,175
54	50	12	-0,008	1,000	0,348	0,369	0,033	-0,014	0,299	0,255	0,398	0,024	-0,008	-0,060	0,146	0,423	0,051	-0,104	-0,051	0,136	0,290
55	50	12	0,044	1,000	0,368	0,400	0,079	0,019	0,413	0,185	0,356	0,078	0,044	0,106	0,253	0,319	0,149	0,016	-0,025	0,204	0,283
56	50	12	0,038	1,000	0,244	0,368	0,058	-0,012	0,268	0,226	0,234	0,068	0,038	0,084	0,181	0,074	0,175	-0,055	0,102	0,116	0,133
57	50	12	0,029	1,000	0,310	0,357	-0,032	0,013	0,234	0,295	0,179	-0,027	0,029	-0,074	0,126	0,259	0,125	-0,029	-0,086	0,107	0,225
58	50	12	0,100	1,000	0,398	0,430	0,090	-0,022	0,371	0,321	0,283	0,097	0,100	0,066	0,246	0,416	0,070	0,081	-0,093	0,172	0,321
59	50	12	0,039	1,000	0,276	0,392	0,051	0,025	0,221	0,242	0,390	-0,039	0,039	0,087	0,156	0,049	0,180	0,048	0,075	0,137	-0,040
60	50	12	-0,007	1,000	0,353	0,396	0,052	-0,019	0,300	0,219	0,257	0,056	-0,007	0,035	0,171	0,278	0,140	-0,010	0,035	0,155	0,081
61	50	12	-0,039	1,000	0,270	0,330	0,023	0,020	0,251	0,090	0,182	0,027	-0,039	-0,210	0,021	0,418	-0,050	-0,035	-0,201	0,010	0,267
62	50	12	-0,012	1,000	0,279	0,292	-0,008	-0,012	0,418	0,224	0,163	0,018	-0,012	0,049	0,196	0,368	0,075	-0,096	0,089	0,131	0,171
63	50	12	-0,102	1,000	0,406	0,426	-0,073	0,048	0,469	0,317	0,297	-0,009	-0,102	-0,192	-0,023	0,394	0,014	-0,133	-0,183	0,025	0,286
64	50	12	0,024	1,000	0,405	0,421	-0,021	0,039	0,467	0,288	0,290	-0,004	0,024	0,045	0,204	0,385	0,148	-0,012	-0,052	0,181	0,366
65	50	12	-0,077	1,000	0,402	0,414	-0,129	0,105	0,411	0,289	0,439	-0,121	-0,077	-0,130	0,030	0,373	0,034	-0,218	-0,182	0,013	0,277
66	50	12	0,013	1,000	0,415	0,456	-0,083	0,118	0,433	0,336	0,413	-0,083	0,013	0,022	0,133	0,130	0,162	-0,027	0,062	0,139	0,208
67	50	12	-0,033	1,000	0,280	0,294	-0,004	0,002	0,419	0,251	0,239	-0,008	-0,033	0,060	0,207	0,279	0,151	-0,037	0,078	0,122	0,396
68	50	12	0,014	1,000	0,398	0,436	0,040	-0,007	0,268	0,370	0,385	0,077	0,014	0,031	0,141	0,223	0,149	-0,006	-0,004	0,132	0,045
69	50	12	0,015	1,000	0,265	0,285	-0,031	0,005	0,249	0,185	0,190	-0,032	0,015	0,036	0,216	0,289	0,144	0,065	-0,008	0,212	0,303
70	50	12	0,029	1,000	0,434	0,492	-0,139	0,156	0,353	0,340	0,433	-0,096	0,029	0,195	0,231	-0,052	0,260	0,210	0,087	0,195	-0,200
71	50	12	-0,029	1,000	0,393	0,409	-0,112	0,094	0,395	0,380	0,307	-0,145	-0,029	-0,082	0,064	0,312	0,047	-0,029	0,001	0,067	0,277
72	50	12	0,032	1,000	0,244	0,262	-0,013	-0,014	0,218	0,178	0,235	-0,008	0,032	0,118	0,265	0,235	0,209	-0,122	0,034	0,226	0,368
73	50	12	-0,007	1,000	0,371	0,427	-0,037	0,015	0,331	0,330	0,321	-0,019	-0,007	0,091	0,177	0,103	0,180	-0,044	0,067	0,145	0,042
74	50	12	-0,044	1,000	0,427	0,410	-0,165	0,151	0,409	0,379	0,352	-0,098	-0,044	-0,102	0,049	0,342	0,024	-0,145	-0,016	0,019	0,149
75	50	12	0,110	1,000	0,304	0,337	-0,036	0,080	0,329	0,227	0,188	-0,016	0,110	0,133	0,284	0,226	0,182	0,303	0,077	0,236	0,146
76	50	12	0,001	1,000	0,274	0,386	-0,013	0,042	0,149	0,254	0,370	-0,001	0,001	-0,031	0,087	0,114	0,124	-0,038	-0,053	0,094	0,126
77	50	12	0,023	1,000	0,284	0,327	-0,043	0,038	0,143	0,163	0,309	-0,019	0,023	-0,159	0,077	0,405	0,028	-0,065	-0,166	0,069	0,326
78	50	12	0,014	1,000	0,158	0,191	-0,002	-0,020	0,079	0,024	0,149	-0,022	0,014	-0,088	0,117	0,340	0,014	-0,044	-0,156	0,070	0,382
79	50	12	0,052	1,000	0,348	0,412	0,118	-0,059	0,499	0,199	0,272	0,104	0,052	0,026	0,200	0,355	0,107	-0,002	0,043	0,127	0,339
80	50	12	0,027	1,000	0,366	0,397	-0,059	0,064	0,227	0,358	0,356	-0,059	0,027	-0,015	0,160	0,213	0,154	0,016	0,070	0,148	0,321
81	50	12	0,019	1,000	0,185	0,237	0,049	-0,042	0,046	0,084	0,195	0,040	0,019	-0,021	0,185	0,352	0,124	-0,078	-0,057	0,160	0,361
82	50	12	0,012	1,000	0,297	0,361	0,016	0,025	0,190	0,189	0,371	0,006	0,012	-0,028	0,134	0,254	0,070	-0,085	-0,080	0,105	0,159
83	50	12	-0,023	1,000	0,338	0,370	-0,046	0,054	0,109	0,208	0,223	-0,033	-0,023	-0,139	0,017	0,358	0,029	-0,143	-0,065	-0,024	0,299
84	50	12	-0,023	1,000	0,516	0,540	0,004	-0,028	0,650	0,388	0,367	-0,040	-0,023	-0,125	0,043	0,458	0,052	-0,055	-0,195	0,034	0,233
85	50	12	0,082	1,000	0,490	0,504	0,085	0,046	0,516	0,315	0,397	0,114	0,082	0,150	0,272	0,374	0,172	0,117	0,037	0,209	0,365
86	50	12	0,134	1,000	0,424	0,450	0,002	0,067	0,598	0,347	0,299	-0,019	0,134	0,258	0,369	0,244	0,216	0,233	0,167	0,321	0,182
87	50	12	0,117	1,000	0,359	0,392	0,016	0,048	0,401	0,269	0,294	0,078	0,117	0,139	0,308	0,376	0,095	0,243	0,210	0,305	0,520
88	50	12	0,031	1,000	0,282	0,311	0,027	-0,042	0,147	0,212	0,153	0,071	0,031	0,023	0,214	0,299	0,167	-0,211	-0,100	0,171	0,441
89	50	12	-0,020	1,000	0,380	0,406	-0,114	0,084	0,223	0,338	0,392	-0,071	-0,020	-0,166	0,067	0,285	0,106	0,038	-0,214	0,078	0,189
90	50	12	-0,013	1,000	0,254	0,337	0,063	-0,098	0,208	0,166	0,274	0,037	-0,013	0,024	0,142	0,129	0,173	-0,055	0,008	0,121	0,248
91	50	12	0,004	1,000	0,230	0,258	0,023	-0,063	0,176	0,207	0,178	0,051	0,004	0,018	0,150	0,229	0,140	-0,018	0,014	0,139	0,238
92	50	12	-0,019	1,000	0,334	0,401	-0,039	0,046	0,159	0,154	0,392	-0,064	-0,019	-0,139	0,041	0,196	0,060	-0,094	-0,146	0,064	0,086
93	50	12	0,030	1,000	0,396	0,414	0,053	-0,024	0,384	0,285	0,344	-0,002	0,030	0,135	0,209	0,168	0,209	0,034	0,007	0,193	-0,070
94	50	12	0,015	1,000	0,125	0,178	0,037	-0,069	-0,081	0,050	-0,007	0,037	0,015	-0,096	0,151	0,369	0,052	-0,045	-0,007	0,136	0,440
95	50	12	-0,083	1,000	0,330	0,354	-0,038	0,016	0,401	0,284	0,249	0,027	-0,083	-0,288	-0,046	0,476	-0,066	-0,182	-0,222	-0,034	0,334
96	50	12	0,016	1,000	0,398	0,403	-0,019	0,042	0,366	0,345	0,259	-0,033	0,016	-0,034	0,181	0,438	0,035	-0,017	-0,113	0,133	0,438
97	50	12	0,005	1,000	0,306	0,337	0,007	-0,002	0,257	0,153	0,222	0,051	0,005	-0,192	0,021	0,479	-0,024	-0,105	-0,117	0,038	0,448
98	50	12	0,030	1,000	0,387	0,420	-0,094	0,126	0,389	0,309	0,388	-0,098	0,030	0,051	0,159	0,119	0,201	0,035	0,048	0,134	-0,046
99	50	12	0,004	1,000	0,353	0,398	-0,021	-0,008	0,430	0,356	0,191	-0,028	0,004	0,035	0,102	0,090	0,152	-0,065	0,060	0,071	0,180
100	50	12	0,051	1,000	0,370	0,403	0,131	-0,091	0,431	0,252	0,207	0,127	0,051	0,227	0,290	0,178	0,240	0,060	0,108	0,232	0,179
<i>Média</i>			0,014	1,000	0,340	0,377	-0,008	0,023	0,323	0,256	0,292	-0,001	0,014	0,000	0,152	0,279	0,112	-0,016	-0,019	0,128	0,239

Tabela 106 – Correlação dos objetivos das instâncias 50|12 do problema *Flow Shop* Flexível continuação 1.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	L_{max} $\sum C_j$	L_{max} $\sum T_j$	L_{max} $\sum E_j$	L_{max} $\sum U_j$	L_{max} C_{max}	L_{max} $\sum c_j C_j$	L_{max} $\sum w_j T_j$	L_{max} $\sum h_j E_j$	$\sum C_j$ $\sum T_j$	$\sum C_j$ $\sum E_j$	$\sum C_j$ $\sum U_j$	$\sum C_j$ C_{max}	$\sum C_j$ $\sum c_j C_j$	$\sum C_j$ $\sum w_j T_j$	$\sum C_j$ $\sum h_j E_j$	$\sum T_j$ $\sum E_j$	$\sum T_j$ $\sum U_j$	$\sum T_j$ C_{max}	$\sum T_j$ $\sum c_j C_j$
51	50	12	0,451	0,466	-0,074	0,112	0,627	0,369	0,445	-0,035	0,936	-0,417	0,568	0,678	0,876	0,804	-0,283	-0,070	0,421	0,660	0,799
52	50	12	0,361	0,382	0,000	0,044	0,381	0,309	0,364	-0,006	0,913	-0,330	0,540	0,714	0,789	0,755	-0,232	0,084	0,348	0,684	0,776
53	50	12	0,391	0,413	0,004	0,061	0,521	0,302	0,393	0,017	0,914	-0,321	0,497	0,545	0,787	0,747	-0,274	0,090	0,329	0,517	0,721
54	50	12	0,348	0,369	0,033	-0,014	0,299	0,255	0,398	0,024	0,882	-0,270	0,344	0,503	0,771	0,674	-0,254	0,216	0,141	0,451	0,687
55	50	12	0,368	0,400	0,079	0,019	0,413	0,185	0,356	0,078	0,889	-0,207	0,448	0,453	0,751	0,717	-0,113	0,264	0,257	0,443	0,586
56	50	12	0,244	0,368	0,058	-0,012	0,268	0,226	0,234	0,068	0,623	-0,635	0,526	0,514	0,737	0,583	-0,463	0,208	0,405	0,393	0,430
57	50	12	0,310	0,357	-0,032	0,013	0,234	0,295	0,179	-0,027	0,736	-0,596	0,537	0,611	0,680	0,628	-0,414	0,105	0,386	0,494	0,490
58	50	12	0,398	0,430	0,090	-0,022	0,371	0,321	0,283	0,097	0,903	-0,180	0,320	0,634	0,618	0,682	-0,094	0,260	0,131	0,619	0,530
59	50	12	0,276	0,392	0,051	0,025	0,221	0,242	0,390	-0,039	0,642	-0,616	0,516	0,550	0,731	0,484	-0,476	0,209	0,469	0,316	0,570
60	50	12	0,353	0,396	0,052	-0,019	0,300	0,219	0,257	0,056	0,891	-0,332	0,467	0,557	0,784	0,745	-0,258	0,133	0,267	0,523	0,649
61	50	12	0,270	0,330	0,023	0,020	0,251	0,090	0,182	0,027	0,838	-0,518	0,529	0,376	0,676	0,648	-0,378	0,033	0,298	0,347	0,491
62	50	12	0,279	0,292	-0,008	-0,012	0,418	0,224	0,163	0,018	0,929	-0,330	0,433	0,578	0,786	0,731	-0,205	0,044	0,261	0,526	0,774
63	50	12	0,406	0,426	-0,073	0,048	0,469	0,317	0,297	-0,009	0,900	-0,480	0,468	0,542	0,818	0,720	-0,374	-0,050	0,263	0,506	0,693
64	50	12	0,405	0,421	-0,021	0,039	0,467	0,288	0,290	-0,004	0,924	-0,338	0,460	0,511	0,707	0,685	-0,272	0,047	0,306	0,482	0,605
65	50	12	0,402	0,414	-0,129	0,105	0,411	0,289	0,439	-0,121	0,913	-0,561	0,600	0,732	0,837	0,789	-0,516	-0,174	0,433	0,642	0,706
66	50	12	0,415	0,456	-0,083	0,118	0,433	0,336	0,413	-0,083	0,770	-0,610	0,609	0,707	0,876	0,693	-0,513	0,036	0,489	0,587	0,643
67	50	12	0,280	0,294	-0,004	0,002	0,419	0,251	0,239	-0,008	0,877	-0,349	0,464	0,379	0,849	0,737	-0,314	0,143	0,231	0,345	0,784
68	50	12	0,398	0,436	0,040	-0,007	0,268	0,370	0,385	0,077	0,887	-0,329	0,406	0,385	0,780	0,781	-0,157	0,145	0,222	0,320	0,795
69	50	12	0,265	0,285	-0,031	0,005	0,249	0,185	0,190	-0,032	0,850	-0,492	0,531	0,555	0,761	0,614	-0,396	0,041	0,304	0,475	0,677
70	50	12	0,434	0,492	-0,139	0,156	0,353	0,340	0,433	-0,096	0,737	-0,725	0,587	0,720	0,868	0,636	-0,572	-0,068	0,549	0,564	0,633
71	50	12	0,393	0,409	-0,112	0,094	0,395	0,380	0,307	-0,145	0,902	-0,553	0,569	0,676	0,770	0,748	-0,562	-0,139	0,379	0,618	0,746
72	50	12	0,244	0,262	-0,013	-0,014	0,218	0,178	0,235	-0,008	0,857	-0,433	0,479	0,365	0,758	0,693	-0,283	0,094	0,257	0,251	0,608
73	50	12	0,371	0,427	-0,037	0,015	0,331	0,330	0,321	-0,019	0,848	-0,568	0,601	0,492	0,827	0,724	-0,418	-0,047	0,421	0,448	0,717
74	50	12	0,427	0,410	-0,165	0,151	0,409	0,379	0,352	-0,098	0,907	-0,495	0,600	0,683	0,864	0,797	-0,406	-0,083	0,431	0,591	0,818
75	50	12	0,304	0,337	-0,036	0,080	0,329	0,227	0,188	-0,016	0,876	-0,526	0,608	0,631	0,870	0,761	-0,382	-0,051	0,426	0,579	0,742
76	50	12	0,274	0,386	-0,013	0,042	0,149	0,254	0,370	-0,001	0,616	-0,731	0,482	0,412	0,808	0,545	-0,610	0,086	0,516	0,230	0,443
77	50	12	0,284	0,327	-0,043	0,038	0,143	0,163	0,309	-0,019	0,841	-0,605	0,595	0,530	0,757	0,722	-0,465	-0,077	0,412	0,503	0,628
78	50	12	0,158	0,191	-0,002	-0,020	0,079	0,024	0,149	-0,022	0,841	-0,569	0,585	0,297	0,729	0,685	-0,479	-0,034	0,367	0,266	0,543
79	50	12	0,348	0,412	0,118	-0,059	0,499	0,199	0,272	0,104	0,884	-0,278	0,419	0,548	0,825	0,724	-0,263	0,205	0,211	0,530	0,723
80	50	12	0,366	0,397	-0,059	0,064	0,227	0,358	0,356	-0,059	0,732	-0,584	0,511	0,503	0,812	0,686	-0,479	0,126	0,381	0,344	0,624
81	50	12	0,185	0,237	0,049	-0,042	0,046	0,084	0,195	0,040	0,849	-0,455	0,562	0,426	0,792	0,622	-0,343	0,084	0,347	0,343	0,616
82	50	12	0,297	0,361	0,016	0,025	0,190	0,189	0,371	0,006	0,830	-0,528	0,582	0,399	0,793	0,699	-0,442	0,036	0,370	0,313	0,628
83	50	12	0,338	0,370	-0,046	0,054	0,109	0,208	0,223	-0,033	0,904	-0,515	0,513	0,343	0,653	0,744	-0,384	-0,100	0,332	0,288	0,564
84	50	12	0,516	0,540	0,004	-0,028	0,650	0,388	0,367	-0,040	0,933	-0,292	0,329	0,720	0,801	0,774	-0,252	0,072	0,162	0,703	0,684
85	50	12	0,490	0,504	0,085	0,046	0,516	0,315	0,397	0,114	0,942	-0,088	0,354	0,686	0,714	0,793	0,018	0,252	0,197	0,689	0,650
86	50	12	0,424	0,450	0,002	0,067	0,598	0,347	0,299	-0,019	0,928	-0,331	0,509	0,666	0,765	0,744	-0,316	0,045	0,346	0,680	0,690
87	50	12	0,359	0,392	0,016	0,048	0,401	0,269	0,294	0,078	0,919	-0,362	0,525	0,771	0,751	0,678	-0,230	0,035	0,337	0,765	0,736
88	50	12	0,282	0,311	0,027	-0,042	0,147	0,212	0,153	0,071	0,807	-0,373	0,443	0,174	0,695	0,623	-0,187	0,247	0,201	0,020	0,530
89	50	12	0,380	0,406	-0,114	0,084	0,223	0,338	0,392	-0,071	0,659	-0,694	0,468	0,563	0,838	0,564	-0,575	0,084	0,467	0,448	0,536
90	50	12	0,254	0,337	0,063	-0,098	0,208	0,166	0,274	0,037	0,643	-0,517	0,446	0,529	0,774	0,526	-0,468	0,323	0,317	0,275	0,433
91	50	12	0,230	0,258	0,023	-0,063	0,176	0,207	0,178	0,051	0,851	-0,376	0,507	0,246	0,790	0,700	-0,292	0,168	0,310	0,179	0,649
92	50	12	0,334	0,401	-0,039	0,046	0,159	0,154	0,392	-0,064	0,539	-0,688	0,393	0,386	0,758	0,448	-0,560	0,240	0,443	0,142	0,393
93	50	12	0,396	0,414	0,053	-0,024	0,384	0,285	0,344	-0,002	0,896	-0,196	0,409	0,554	0,644	0,758	-0,236	0,259	0,247	0,498	0,542
94	50	12	0,125	0,178	0,037	-0,069	-0,081	0,050	-0,007	0,037	0,801	-0,566	0,593	0,200	0,582	0,631	-0,473	0,041	0,337	0,183	0,512
95	50	12	0,330	0,354	-0,038	0,016	0,401	0,284	0,249	0,027	0,854	-0,483	0,453	0,550	0,813	0,661	-0,301	0,044	0,241	0,452	0,729
96	50	12	0,398	0,403	-0,019	0,042	0,366	0,345	0,259	-0,033	0,883	-0,311	0,385	0,609	0,661	0,661	-0,275	0,172	0,157	0,545	0,635
97	50	12	0,306	0,337	0,007	-0,002	0,257	0,153	0,222	0,051	0,897	-0,400	0,391	0,448	0,618	0,667	-0,314	0,046	0,168	0,410	0,537
98	50	12	0,387	0,420	-0,094	0,126	0,389	0,309	0,388	-0,098	0,788	-0,623	0,536	0,693	0,835	0,719	-0,500	-0,010	0,442	0,536	0,674
99	50	12	0,353	0,398	-0,021	-0,008	0,430	0,356	0,191	-0,028	0,811	-0,519	0,523	0,605	0,841	0,721	-0,464	0,078	0,424	0,497	0,731
100	50	12	0,370	0,403	0,131	-0,091	0,431	0,252	0,207	0,127	0,904	-0,078	0,295	0,590	0,731	0,728	-0,112	0,357	0,095	0,561	0,600
<i>Média</i>			0,340	0,377	-0,008	0,023	0,323	0,256	0,292	-0,001	0,838	-0,447	0,490	0,531	0,769	0,688	-0,352	0,085	0,325	0,456	0,634

Tabela 107 – Correlação dos objetivos das instâncias 50|12 do problema *Flow Shop* Flexível continuação 2.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{\sum T_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum T_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum U_j}$	$\frac{\sum E_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum E_j}{\sum c_j C_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum U_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum U_j}{\sum c_j C_j}$	$\frac{\sum U_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum U_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum c_j C_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum c_j C_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum w_j T_j}{\sum h_j E_j}$
51	50	12	0,873	0,020	-0,522	-0,215	-0,419	-0,025	0,853	0,293	0,523	0,335	-0,389	0,632	0,606	-0,148	0,696	-0,310	0,046
52	50	12	0,866	0,149	-0,512	-0,161	-0,131	0,158	0,911	0,284	0,402	0,239	-0,388	0,496	0,537	-0,129	0,630	-0,016	0,187
53	50	12	0,812	0,042	-0,454	-0,132	-0,250	0,062	0,771	0,193	0,386	0,239	-0,399	0,411	0,406	-0,073	0,503	-0,179	0,027
54	50	12	0,817	0,152	-0,425	-0,122	-0,194	0,271	0,836	0,107	0,262	0,029	-0,369	0,422	0,408	-0,102	0,591	-0,171	0,209
55	50	12	0,782	0,295	-0,394	-0,008	-0,328	0,162	0,868	0,121	0,394	0,250	-0,279	0,183	0,438	-0,036	0,446	-0,233	0,170
56	50	12	0,822	0,205	-0,258	-0,254	-0,497	0,083	0,782	0,253	0,349	0,424	-0,207	0,370	0,323	-0,192	0,413	-0,317	0,081
57	50	12	0,820	0,169	-0,331	-0,312	-0,417	0,051	0,809	0,317	0,289	0,377	-0,200	0,399	0,473	-0,243	0,353	-0,262	0,073
58	50	12	0,750	0,254	-0,420	-0,007	-0,174	0,186	0,793	0,088	0,170	0,118	-0,342	0,441	0,391	0,035	0,244	-0,180	0,163
59	50	12	0,867	0,149	-0,175	-0,377	-0,346	0,274	0,761	0,251	0,376	0,351	-0,116	0,427	0,286	-0,413	0,547	-0,326	0,195
60	50	12	0,849	0,111	-0,465	-0,130	-0,364	0,139	0,793	0,179	0,457	0,237	-0,412	0,395	0,524	-0,074	0,572	-0,314	0,139
61	50	12	0,757	0,045	-0,502	-0,144	-0,469	0,000	0,762	0,180	0,416	0,267	-0,365	0,174	0,230	-0,119	0,463	-0,336	-0,003
62	50	12	0,765	0,082	-0,502	-0,218	-0,148	-0,022	0,760	0,162	0,285	0,240	-0,404	0,460	0,405	-0,143	0,685	-0,051	0,015
63	50	12	0,808	-0,018	-0,542	-0,224	-0,478	-0,024	0,820	0,157	0,424	0,222	-0,412	0,497	0,385	-0,120	0,427	-0,370	-0,003
64	50	12	0,751	0,069	-0,448	-0,148	-0,358	0,059	0,881	0,144	0,369	0,214	-0,364	0,376	0,327	-0,112	0,335	-0,317	0,068
65	50	12	0,868	-0,163	-0,570	-0,463	-0,588	-0,141	0,914	0,397	0,572	0,330	-0,536	0,610	0,584	-0,464	0,623	-0,529	-0,139
66	50	12	0,903	0,045	-0,347	-0,379	-0,573	0,037	0,859	0,380	0,521	0,439	-0,296	0,639	0,524	-0,306	0,625	-0,479	0,051
67	50	12	0,808	0,092	-0,507	-0,108	-0,220	0,059	0,827	0,065	0,368	0,218	-0,379	0,337	0,295	-0,077	0,638	-0,197	0,012
68	50	12	0,892	0,186	-0,416	-0,170	-0,046	0,149	0,714	0,194	0,210	0,163	-0,325	0,335	0,254	-0,075	0,722	-0,177	0,188
69	50	12	0,771	0,056	-0,506	-0,267	-0,323	0,109	0,844	0,256	0,379	0,182	-0,408	0,448	0,390	-0,273	0,514	-0,267	0,104
70	50	12	0,883	-0,009	-0,306	-0,488	-0,635	-0,040	0,834	0,438	0,513	0,464	-0,199	0,556	0,535	-0,434	0,581	-0,518	-0,006
71	50	12	0,776	-0,236	-0,574	-0,358	-0,327	-0,218	0,832	0,352	0,364	0,375	-0,533	0,557	0,561	-0,379	0,585	-0,350	-0,298
72	50	12	0,805	0,171	-0,474	-0,266	-0,400	0,069	0,847	0,195	0,390	0,203	-0,331	0,356	0,175	-0,299	0,445	-0,307	0,117
73	50	12	0,863	-0,003	-0,479	-0,232	-0,446	-0,026	0,785	0,219	0,466	0,354	-0,374	0,404	0,358	-0,265	0,666	-0,298	0,023
74	50	12	0,880	-0,091	-0,529	-0,397	-0,356	-0,071	0,771	0,428	0,511	0,363	-0,470	0,587	0,511	-0,280	0,712	-0,324	-0,060
75	50	12	0,841	-0,004	-0,508	-0,287	-0,494	-0,092	0,784	0,423	0,531	0,451	-0,385	0,530	0,539	-0,241	0,673	-0,332	-0,052
76	50	12	0,834	0,116	-0,164	-0,322	-0,638	0,032	0,872	0,173	0,354	0,449	-0,091	0,238	0,229	-0,309	0,377	-0,572	0,065
77	50	12	0,862	-0,009	-0,490	-0,236	-0,471	-0,062	0,843	0,282	0,439	0,324	-0,382	0,486	0,402	-0,206	0,484	-0,398	-0,027
78	50	12	0,833	-0,031	-0,523	-0,145	-0,521	0,000	0,838	0,161	0,491	0,299	-0,429	0,305	0,195	-0,086	0,523	-0,407	-0,015
79	50	12	0,794	0,168	-0,442	-0,058	-0,241	0,116	0,895	0,102	0,380	0,211	-0,386	0,343	0,314	-0,042	0,622	-0,191	0,114
80	50	12	0,909	0,124	-0,290	-0,322	-0,439	0,084	0,846	0,193	0,443	0,350	-0,151	0,404	0,295	-0,266	0,596	-0,283	0,088
81	50	12	0,754	0,104	-0,475	-0,225	-0,455	0,099	0,823	0,200	0,476	0,265	-0,360	0,341	0,268	-0,164	0,445	-0,349	0,077
82	50	12	0,852	0,036	-0,479	-0,239	-0,465	0,045	0,847	0,253	0,477	0,284	-0,426	0,332	0,265	-0,212	0,471	-0,453	0,064
83	50	12	0,774	-0,029	-0,530	-0,221	-0,390	-0,181	0,838	0,170	0,354	0,318	-0,409	0,270	0,244	-0,200	0,476	-0,274	-0,141
84	50	12	0,825	0,029	-0,479	-0,127	-0,402	0,048	0,776	0,091	0,318	0,187	-0,419	0,638	0,545	-0,160	0,523	-0,341	0,059
85	50	12	0,832	0,295	-0,434	0,067	-0,129	0,182	0,821	0,118	0,235	0,217	-0,302	0,424	0,568	0,148	0,526	-0,034	0,198
86	50	12	0,805	-0,015	-0,488	-0,064	-0,305	0,044	0,806	0,211	0,409	0,313	-0,420	0,553	0,525	-0,065	0,515	-0,251	-0,014
87	50	12	0,766	0,118	-0,532	-0,144	-0,165	0,092	0,864	0,338	0,376	0,217	-0,404	0,652	0,642	0,007	0,638	-0,070	0,125
88	50	12	0,727	0,302	-0,410	-0,253	-0,308	0,120	0,780	0,136	0,282	0,232	-0,247	0,199	-0,037	-0,291	0,367	-0,261	0,156
89	50	12	0,867	0,065	-0,173	-0,317	-0,597	0,084	0,823	0,370	0,342	0,414	-0,197	0,511	0,389	-0,288	0,458	-0,504	0,059
90	50	12	0,854	0,246	-0,197	-0,347	-0,472	0,306	0,853	0,080	0,365	0,231	-0,144	0,305	0,187	-0,309	0,315	-0,442	0,252
91	50	12	0,830	0,168	-0,404	-0,146	-0,336	0,151	0,843	0,117	0,431	0,241	-0,324	0,312	0,133	-0,061	0,463	-0,203	0,117
92	50	12	0,895	0,189	-0,072	-0,322	-0,534	0,254	0,809	0,165	0,285	0,360	-0,117	0,168	0,127	-0,303	0,284	-0,401	0,196
93	50	12	0,844	0,095	-0,346	-0,106	-0,203	0,215	0,724	0,163	0,229	0,237	-0,347	0,349	0,340	-0,110	0,494	-0,157	0,052
94	50	12	0,753	0,058	-0,525	-0,082	-0,266	-0,016	0,869	0,112	0,336	0,358	-0,442	0,170	0,151	-0,072	0,523	-0,181	-0,003
95	50	12	0,770	0,108	-0,463	-0,295	-0,333	0,026	0,759	0,224	0,329	0,193	-0,379	0,374	0,418	-0,120	0,458	-0,194	0,072
96	50	12	0,715	0,125	-0,491	-0,175	-0,308	0,061	0,828	0,219	0,289	0,177	-0,386	0,460	0,387	-0,185	0,493	-0,234	0,033
97	50	12	0,779	0,057	-0,536	-0,162	-0,284	0,108	0,830	0,155	0,264	0,081	-0,420	0,408	0,314	-0,100	0,331	-0,254	0,111
98	50	12	0,881	-0,006	-0,310	-0,446	-0,499	-0,049	0,804	0,304	0,442	0,379	-0,312	0,531	0,489	-0,367	0,570	-0,345	-0,046
99	50	12	0,867	0,074	-0,272	-0,305	-0,365	0,038	0,898	0,163	0,399	0,435	-0,248	0,536	0,362	-0,285	0,655	-0,322	0,041
100	50	12	0,763	0,244	-0,423	0,019	-0,198	0,189	0,812	0,055	0,290	0,163	-0,370	0,479	0,519	0,030	0,611	-0,140	0,137
<i>Média</i>			0,820	0,088	-0,422	-0,217	-0,366	0,064	0,822	0,213	0,379	0,280	-0,340	0,417	0,375	-0,180	0,518	-0,281	0,062

Tabela 108 – Correlação dos objetivos das instâncias 100|8 do problema *Flow Shop* Flexível.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{T_{max}}{E_{max}}$	$\frac{T_{max}}{L_{max}}$	$\frac{T_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{T_{max}}{C_{max}}$	$\frac{T_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum h_j E_j}$	$\frac{E_{max}}{L_{max}}$	$\frac{E_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{E_{max}}{C_{max}}$	$\frac{E_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum h_j E_j}$
101	100	8	-0,010	1,000	0,316	0,312	-0,130	0,139	0,335	0,224	0,232	-0,104	-0,010	-0,025	0,025	0,460	-0,012	-0,041	-0,053	0,023	0,290
102	100	8	-0,018	1,000	0,261	0,286	-0,009	0,045	0,240	0,230	0,241	0,022	-0,018	0,022	0,133	0,172	0,115	0,024	0,018	0,092	0,095
103	100	8	0,023	1,000	0,385	0,391	0,012	0,021	0,360	0,300	0,302	0,047	0,023	0,170	0,256	0,282	0,181	0,056	0,162	0,228	0,352
104	100	8	0,025	1,000	0,258	0,259	-0,028	0,077	0,272	0,177	0,205	-0,021	0,025	0,040	0,099	0,399	0,044	0,044	0,040	0,072	0,345
105	100	8	0,031	1,000	0,245	0,250	0,008	0,010	0,211	0,154	0,188	-0,024	0,031	0,022	0,086	0,497	-0,031	-0,022	0,040	0,047	0,455
106	100	8	0,095	1,000	0,258	0,263	-0,034	0,066	0,363	0,182	0,249	-0,050	0,095	0,008	0,078	0,472	-0,046	0,132	0,023	0,063	0,278
107	100	8	-0,001	1,000	0,348	0,378	0,040	-0,015	0,397	0,274	0,316	0,027	-0,001	0,028	0,152	0,279	0,114	-0,008	0,010	0,091	0,284
108	100	8	0,070	1,000	0,242	0,247	-0,013	0,065	0,242	0,122	0,218	0,004	0,070	0,046	0,098	0,376	0,010	0,053	0,014	0,045	0,344
109	100	8	0,024	1,000	0,381	0,396	-0,036	0,093	0,403	0,344	0,304	-0,036	0,024	0,132	0,211	0,155	0,194	0,035	0,135	0,175	0,076
110	100	8	0,035	1,000	0,309	0,309	-0,067	0,123	0,312	0,220	0,239	-0,055	0,035	0,007	0,058	0,384	0,011	-0,040	-0,019	0,049	0,230
111	100	8	-0,015	1,000	0,266	0,262	-0,040	0,008	0,185	0,267	0,196	-0,055	-0,015	-0,003	0,105	0,343	0,073	-0,037	0,054	0,090	0,322
112	100	8	0,020	1,000	0,237	0,236	-0,076	0,126	0,327	0,205	0,201	-0,056	0,020	-0,017	0,054	0,470	-0,026	0,030	-0,016	0,052	0,303
113	100	8	0,000	1,000	0,253	0,278	0,062	-0,028	0,103	0,181	0,241	0,048	0,000	0,066	0,154	0,264	0,081	-0,019	0,087	0,124	0,252
114	100	8	-0,092	1,000	0,266	0,265	-0,091	0,099	0,306	0,246	0,193	-0,106	-0,092	-0,101	-0,060	0,356	-0,009	-0,154	-0,040	-0,011	0,288
115	100	8	-0,043	1,000	0,281	0,282	-0,077	0,065	0,221	0,272	0,217	-0,027	-0,043	-0,068	0,030	0,326	0,048	-0,096	-0,017	0,053	0,262
116	100	8	0,004	1,000	0,262	0,289	0,030	0,018	0,100	0,139	0,239	0,026	0,004	0,149	0,216	0,119	0,215	-0,002	0,126	0,169	0,042
117	100	8	0,036	1,000	0,265	0,264	-0,045	0,080	0,240	0,194	0,196	-0,030	0,036	-0,040	0,039	0,527	-0,062	0,035	-0,050	0,042	0,509
118	100	8	0,054	1,000	0,410	0,414	0,029	-0,015	0,543	0,252	0,337	0,020	0,054	0,114	0,163	0,445	0,072	0,030	0,014	0,143	0,359
119	100	8	-0,010	1,000	0,366	0,363	0,025	0,024	0,285	0,252	0,312	-0,032	-0,010	0,105	0,161	0,130	0,191	0,015	0,110	0,141	0,051
120	100	8	0,003	1,000	0,158	0,160	-0,024	0,047	0,152	0,115	0,109	-0,023	0,003	-0,042	0,022	0,473	-0,032	-0,011	-0,037	0,031	0,477
121	100	8	0,043	1,000	0,325	0,341	-0,074	0,106	0,164	0,246	0,332	-0,080	0,043	0,062	0,124	0,063	0,157	0,038	-0,042	0,081	0,024
122	100	8	0,084	1,000	0,230	0,227	-0,077	0,026	0,350	0,244	0,228	-0,059	0,084	0,100	0,142	0,300	0,073	0,161	0,081	0,120	0,255
123	100	8	0,024	1,000	0,117	0,130	0,035	-0,020	0,218	0,137	0,104	0,045	0,024	-0,115	-0,028	0,498	-0,111	-0,030	-0,022	0,009	0,344
124	100	8	0,068	1,000	0,257	0,268	0,004	0,034	0,232	0,175	0,184	0,043	0,068	0,049	0,116	0,441	0,011	0,016	0,073	0,056	0,525
125	100	8	-0,011	1,000	0,154	0,160	0,017	-0,001	0,139	0,128	0,109	0,013	-0,011	0,023	0,083	0,421	0,013	-0,059	0,034	0,044	0,425
126	100	8	0,029	1,000	0,235	0,240	0,032	0,004	0,174	0,225	0,129	-0,002	0,029	0,076	0,141	0,487	0,049	-0,031	0,047	0,074	0,365
127	100	8	0,048	1,000	0,321	0,342	-0,027	0,098	0,279	0,281	0,280	-0,011	0,048	0,149	0,189	0,036	0,210	0,076	0,143	0,142	0,045
128	100	8	0,032	1,000	0,280	0,277	-0,087	0,106	0,329	0,209	0,209	-0,079	0,032	0,035	0,090	0,440	0,021	0,083	-0,008	0,084	0,282
129	100	8	0,000	1,000	0,361	0,375	-0,061	0,048	0,459	0,290	0,336	-0,050	0,000	-0,038	0,073	0,381	0,012	0,013	-0,043	0,045	0,342
130	100	8	0,029	1,000	0,434	0,438	0,025	0,010	0,640	0,300	0,317	0,083	0,029	0,065	0,107	0,395	0,089	0,026	0,021	0,099	0,333
131	100	8	0,052	1,000	0,224	0,221	-0,099	0,117	0,343	0,182	0,132	-0,047	0,052	0,058	0,105	0,321	0,046	0,067	0,030	0,050	0,315
132	100	8	0,047	1,000	0,371	0,365	-0,064	0,067	0,475	0,308	0,260	-0,055	0,047	0,127	0,225	0,273	0,145	0,089	0,079	0,175	0,308
133	100	8	-0,038	1,000	0,368	0,365	-0,054	0,037	0,401	0,295	0,282	-0,064	-0,038	-0,027	0,066	0,336	0,036	-0,048	-0,029	0,054	0,164
134	100	8	-0,027	1,000	0,200	0,199	-0,059	0,038	0,105	0,134	0,208	-0,033	-0,027	-0,018	0,105	0,246	0,119	-0,028	0,014	0,077	0,149
135	100	8	0,018	1,000	0,323	0,333	-0,013	0,041	0,175	0,219	0,288	0,004	0,018	0,020	0,135	0,242	0,146	-0,083	0,014	0,105	0,260
136	100	8	-0,008	1,000	0,186	0,183	-0,046	0,055	0,190	0,180	0,155	-0,033	-0,008	0,083	0,135	0,380	0,073	0,017	0,065	0,091	0,359
137	100	8	-0,003	1,000	0,268	0,270	-0,066	0,024	0,045	0,212	0,198	-0,073	-0,003	-0,065	0,036	0,313	0,015	-0,027	-0,072	0,045	0,087
138	100	8	0,054	1,000	0,129	0,141	0,049	0,004	0,016	0,161	0,134	0,046	0,054	-0,093	-0,031	0,460	-0,076	-0,051	-0,026	-0,031	0,305
139	100	8	0,024	1,000	0,371	0,367	-0,105	0,119	0,436	0,303	0,289	-0,088	0,024	0,059	0,105	0,377	0,084	0,069	0,029	0,093	0,367
140	100	8	0,071	1,000	0,303	0,306	-0,048	0,063	0,442	0,258	0,226	-0,036	0,071	0,208	0,272	0,182	0,177	0,196	0,111	0,232	0,274
141	100	8	0,014	1,000	0,203	0,209	0,029	-0,060	0,239	0,073	0,141	0,019	0,014	0,025	0,085	0,525	-0,038	-0,037	-0,036	0,077	0,344
142	100	8	-0,008	1,000	0,335	0,355	-0,035	0,065	0,214	0,202	0,342	-0,052	-0,008	0,078	0,116	0,043	0,183	-0,025	0,083	0,131	-0,035
143	100	8	0,043	1,000	0,152	0,160	0,016	0,015	0,166	0,083	0,158	-0,002	0,043	-0,028	0,048	0,493	-0,048	-0,020	-0,013	0,039	0,292
144	100	8	0,002	1,000	0,518	0,516	-0,037	0,090	0,726	0,341	0,455	-0,074	0,002	0,113	0,164	0,436	0,028	0,038	0,077	0,122	0,398
145	100	8	-0,023	1,000	0,297	0,307	-0,047	0,066	0,243	0,185	0,258	-0,057	-0,023	0,044	0,124	0,142	0,117	-0,018	0,075	0,093	0,132
146	100	8	0,041	1,000	0,480	0,488	-0,024	0,026	0,672	0,396	0,354	0,026	0,041	-0,004	0,046	0,462	-0,073	0,043	0,003	0,007	0,354
147	100	8	-0,010	1,000	0,279	0,279	-0,046	0,046	0,152	0,241	0,211	-0,054	-0,010	0,060	0,120	0,444	0,084	-0,026	0,127	0,080	0,246
148	100	8	-0,025	1,000	0,203	0,207	-0,030	0,016	0,221	0,151	0,115	-0,029	-0,025	-0,080	-0,024	0,405	-0,078	-0,039	-0,035	0,022	0,366
149	100	8	-0,063	1,000	0,317	0,311	-0,171	0,118	0,309	0,233	0,254	-0,128	-0,063	-0,132	-0,022	0,396	-0,056	-0,022	-0,014	-0,011	0,297
150	100	8	-0,004	1,000	0,273	0,278	-0,045	0,067	0,209	0,241	0,215	-0,050	-0,004	-0,048	0,011	0,398	-0,035	-0,108	-0,027	0,010	0,228
<i>Média</i>			0,015	1,000	0,286	0,291	-0,032	0,049	0,287	0,220	0,233	-0,026	0,015	0,028	0,099	0,345	0,050	0,006	0,027	0,079	0,275

Tabela 109 – Correlação dos objetivos das instâncias 100|8 do problema *Flow Shop* Flexível continuação 1.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	L_{max} $\sum C_j$	L_{max} $\sum T_j$	L_{max} $\sum E_j$	L_{max} $\sum U_j$	L_{max} C_{max}	L_{max} $\sum c_j C_j$	L_{max} $\sum w_j T_j$	L_{max} $\sum h_j E_j$	$\sum C_j$ $\sum T_j$	$\sum C_j$ $\sum E_j$	$\sum C_j$ $\sum U_j$	$\sum C_j$ C_{max}	$\sum C_j$ $\sum c_j C_j$	$\sum C_j$ $\sum w_j T_j$	$\sum C_j$ $\sum h_j E_j$	$\sum T_j$ $\sum E_j$	$\sum T_j$ $\sum U_j$	$\sum T_j$ C_{max}	$\sum T_j$ $\sum c_j C_j$
101	100	8	0,316	0,312	-0,130	0,139	0,335	0,224	0,232	-0,104	0,995	-0,332	0,405	0,535	0,795	0,791	-0,306	-0,233	0,351	0,514	0,787
102	100	8	0,261	0,286	-0,009	0,045	0,240	0,230	0,241	0,022	0,828	-0,457	0,578	0,297	0,759	0,687	-0,398	0,120	0,387	0,253	0,636
103	100	8	0,385	0,391	0,012	0,021	0,360	0,300	0,302	0,047	0,955	-0,172	0,333	0,523	0,761	0,776	-0,083	0,129	0,192	0,501	0,748
104	100	8	0,258	0,259	-0,028	0,077	0,272	0,177	0,205	-0,021	0,990	-0,203	0,390	0,447	0,745	0,803	-0,146	-0,061	0,318	0,428	0,745
105	100	8	0,245	0,250	0,008	0,010	0,211	0,154	0,188	-0,024	0,992	-0,190	0,326	0,288	0,666	0,741	-0,165	-0,065	0,257	0,283	0,664
106	100	8	0,258	0,263	-0,034	0,066	0,363	0,182	0,249	-0,050	0,990	-0,330	0,442	0,426	0,834	0,755	-0,341	-0,196	0,373	0,423	0,831
107	100	8	0,348	0,378	0,040	-0,015	0,397	0,274	0,316	0,027	0,907	-0,289	0,409	0,607	0,752	0,712	-0,202	0,142	0,227	0,584	0,687
108	100	8	0,242	0,247	-0,013	0,065	0,242	0,122	0,218	0,004	0,991	-0,266	0,425	0,371	0,750	0,730	-0,174	-0,136	0,355	0,365	0,739
109	100	8	0,381	0,396	-0,036	0,093	0,403	0,344	0,304	-0,036	0,913	-0,383	0,572	0,632	0,852	0,744	-0,303	0,027	0,416	0,612	0,778
110	100	8	0,309	0,309	-0,067	0,123	0,312	0,220	0,239	-0,055	0,992	-0,292	0,432	0,525	0,758	0,761	-0,254	-0,168	0,367	0,508	0,749
111	100	8	0,266	0,262	-0,040	0,008	0,185	0,267	0,196	-0,055	0,953	-0,255	0,332	0,389	0,748	0,694	-0,207	0,051	0,192	0,345	0,750
112	100	8	0,237	0,236	-0,076	0,126	0,327	0,205	0,201	-0,056	0,990	-0,365	0,470	0,505	0,725	0,672	-0,290	-0,229	0,392	0,495	0,722
113	100	8	0,253	0,278	0,062	-0,028	0,103	0,181	0,241	0,048	0,947	-0,215	0,401	0,218	0,801	0,727	-0,099	0,110	0,232	0,210	0,748
114	100	8	0,266	0,265	-0,091	0,099	0,306	0,246	0,193	-0,106	0,993	-0,363	0,443	0,463	0,748	0,740	-0,331	-0,254	0,376	0,454	0,748
115	100	8	0,281	0,282	-0,077	0,065	0,221	0,272	0,217	-0,027	0,957	-0,423	0,494	0,411	0,772	0,718	-0,351	-0,142	0,359	0,381	0,751
116	100	8	0,262	0,289	0,030	0,018	0,100	0,139	0,239	0,026	0,882	-0,335	0,491	0,337	0,780	0,711	-0,303	0,150	0,305	0,305	0,668
117	100	8	0,265	0,264	-0,045	0,080	0,240	0,194	0,196	-0,030	0,989	-0,229	0,370	0,371	0,820	0,741	-0,178	-0,082	0,294	0,366	0,805
118	100	8	0,410	0,414	0,029	-0,015	0,543	0,252	0,337	0,020	0,994	-0,068	0,186	0,514	0,695	0,702	-0,102	0,042	0,129	0,514	0,685
119	100	8	0,366	0,363	0,025	0,024	0,285	0,252	0,312	-0,032	0,888	-0,159	0,430	0,412	0,789	0,747	-0,143	0,313	0,260	0,356	0,666
120	100	8	0,158	0,160	-0,024	0,047	0,152	0,115	0,109	-0,023	0,991	-0,319	0,417	0,266	0,674	0,723	-0,253	-0,193	0,344	0,256	0,658
121	100	8	0,325	0,341	-0,074	0,106	0,164	0,246	0,332	-0,080	0,784	-0,579	0,566	0,476	0,800	0,691	-0,498	0,052	0,422	0,337	0,609
122	100	8	0,230	0,227	-0,077	0,026	0,350	0,244	0,228	-0,059	0,992	-0,293	0,377	0,440	0,731	0,784	-0,284	-0,171	0,313	0,424	0,735
123	100	8	0,117	0,130	0,035	-0,020	0,218	0,137	0,104	0,045	0,985	-0,391	0,449	0,270	0,749	0,722	-0,369	-0,227	0,349	0,260	0,753
124	100	8	0,257	0,268	0,004	0,034	0,232	0,175	0,184	0,043	0,990	-0,324	0,461	0,366	0,756	0,683	-0,187	-0,188	0,391	0,350	0,751
125	100	8	0,154	0,160	0,017	-0,001	0,139	0,128	0,109	0,013	0,990	-0,234	0,334	0,286	0,774	0,694	-0,189	-0,097	0,257	0,281	0,770
126	100	8	0,235	0,240	0,032	0,004	0,174	0,225	0,129	-0,002	0,991	-0,082	0,268	0,246	0,737	0,753	-0,082	0,050	0,204	0,237	0,735
127	100	8	0,321	0,342	-0,027	0,098	0,279	0,281	0,280	-0,011	0,823	-0,462	0,604	0,545	0,772	0,712	-0,374	0,124	0,425	0,462	0,696
128	100	8	0,280	0,277	-0,087	0,106	0,329	0,209	0,209	-0,079	0,993	-0,283	0,449	0,438	0,826	0,754	-0,273	-0,168	0,388	0,424	0,815
129	100	8	0,361	0,375	-0,061	0,048	0,459	0,290	0,336	-0,050	0,962	-0,424	0,464	0,595	0,815	0,771	-0,352	-0,161	0,331	0,588	0,786
130	100	8	0,434	0,438	0,025	0,010	0,640	0,300	0,317	0,083	0,994	-0,075	0,212	0,521	0,662	0,773	0,025	0,033	0,155	0,522	0,655
131	100	8	0,224	0,221	-0,099	0,117	0,343	0,182	0,132	-0,047	0,992	-0,389	0,463	0,432	0,774	0,809	-0,283	-0,269	0,391	0,411	0,766
132	100	8	0,371	0,365	-0,064	0,067	0,475	0,308	0,260	-0,055	0,946	-0,284	0,462	0,539	0,782	0,742	-0,213	0,043	0,312	0,504	0,739
133	100	8	0,368	0,365	-0,054	0,037	0,401	0,295	0,282	-0,064	0,963	-0,249	0,343	0,620	0,818	0,725	-0,259	0,020	0,218	0,596	0,785
134	100	8	0,200	0,199	-0,059	0,038	0,105	0,134	0,208	-0,033	0,895	-0,487	0,532	0,399	0,747	0,720	-0,465	-0,045	0,385	0,348	0,651
135	100	8	0,323	0,333	-0,013	0,041	0,175	0,219	0,288	0,004	0,896	-0,329	0,457	0,417	0,775	0,695	-0,238	0,125	0,267	0,346	0,695
136	100	8	0,186	0,183	-0,046	0,055	0,190	0,180	0,155	-0,033	0,991	-0,190	0,384	0,221	0,688	0,776	-0,124	-0,059	0,315	0,215	0,684
137	100	8	0,268	0,270	-0,066	0,024	0,045	0,212	0,198	-0,073	0,950	-0,415	0,477	0,223	0,775	0,780	-0,432	-0,110	0,338	0,198	0,729
138	100	8	0,129	0,141	0,049	0,004	0,016	0,161	0,134	0,046	0,991	-0,300	0,357	0,149	0,720	0,706	-0,295	-0,170	0,280	0,149	0,721
139	100	8	0,371	0,367	-0,105	0,119	0,436	0,303	0,289	-0,088	0,993	-0,260	0,353	0,567	0,815	0,734	-0,229	-0,148	0,291	0,561	0,810
140	100	8	0,303	0,306	-0,048	0,063	0,442	0,258	0,226	-0,036	0,962	-0,330	0,513	0,699	0,789	0,765	-0,258	-0,061	0,384	0,698	0,749
141	100	8	0,203	0,209	0,029	-0,060	0,239	0,073	0,141	0,019	0,994	-0,155	0,257	0,251	0,652	0,634	-0,069	-0,043	0,199	0,250	0,636
142	100	8	0,335	0,355	-0,035	0,065	0,214	0,202	0,342	-0,052	0,815	-0,476	0,534	0,461	0,760	0,713	-0,450	0,122	0,374	0,384	0,639
143	100	8	0,152	0,160	0,016	0,015	0,166	0,083	0,158	-0,002	0,989	-0,288	0,413	0,222	0,711	0,741	-0,271	-0,141	0,332	0,215	0,707
144	100	8	0,518	0,516	-0,037	0,090	0,726	0,341	0,455	-0,074	0,993	-0,094	0,282	0,637	0,784	0,806	-0,097	0,022	0,218	0,630	0,774
145	100	8	0,297	0,307	-0,047	0,066	0,243	0,185	0,258	-0,057	0,881	-0,446	0,540	0,574	0,733	0,746	-0,383	0,031	0,360	0,515	0,678
146	100	8	0,480	0,488	-0,024	0,026	0,672	0,396	0,354	0,026	0,994	-0,242	0,336	0,602	0,800	0,820	-0,168	-0,138	0,272	0,607	0,796
147	100	8	0,279	0,279	-0,046	0,046	0,152	0,241	0,211	-0,054	0,992	-0,233	0,389	0,299	0,787	0,731	-0,242	-0,108	0,329	0,290	0,793
148	100	8	0,203	0,207	-0,030	0,016	0,221	0,151	0,115	-0,029	0,991	-0,342	0,402	0,216	0,743	0,674	-0,247	-0,210	0,327	0,205	0,737
149	100	8	0,317	0,311	-0,171	0,118	0,309	0,233	0,254	-0,128	0,964	-0,593	0,585	0,668	0,774	0,799	-0,485	-0,356	0,474	0,626	0,766
150	100	8	0,273	0,278	-0,045	0,067	0,209	0,241	0,215	-0,050	0,989	-0,352	0,458	0,423	0,765	0,828	-0,344	-0,213	0,378	0,406	0,755
<i>Média</i>			0,286	0,291	-0,032	0,049	0,287	0,220	0,233	-0,026	0,956	-0,305	0,421	0,427	0,761	0,739	-0,255	-0,063	0,316	0,404	0,730

Tabela 110 – Correlação dos objetivos das instâncias 100|8 do problema *Flow Shop* Flexível continuação 2.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\sum T_j$ $\sum w_j T_j$	$\sum T_j$ $\sum h_j E_j$	$\sum E_j$ $\sum U_j$	$\sum E_j$ C_{max}	$\sum E_j$ $\sum c_j C_j$	$\sum E_j$ $\sum w_j T_j$	$\sum E_j$ $\sum h_j E_j$	$\sum U_j$ C_{max}	$\sum U_j$ $\sum c_j C_j$	$\sum U_j$ $\sum w_j T_j$	$\sum U_j$ $\sum h_j E_j$	C_{max} $\sum c_j C_j$	C_{max} $\sum w_j T_j$	C_{max} $\sum h_j E_j$	$\sum c_j C_j$ $\sum w_j T_j$	$\sum c_j C_j$ $\sum h_j E_j$	$\sum w_j T_j$ $\sum h_j E_j$
101	100	8	0,794	-0,228	-0,611	-0,335	-0,298	-0,204	0,794	0,325	0,335	0,285	-0,531	0,466	0,415	-0,234	0,644	-0,278	-0,204
102	100	8	0,840	0,104	-0,410	-0,125	-0,334	0,116	0,870	0,184	0,437	0,266	-0,364	0,240	0,231	-0,086	0,509	-0,253	0,114
103	100	8	0,812	0,168	-0,476	-0,083	-0,059	0,104	0,832	0,125	0,234	0,200	-0,359	0,380	0,424	-0,008	0,550	0,033	0,127
104	100	8	0,813	-0,023	-0,550	-0,190	-0,102	-0,037	0,866	0,276	0,252	0,250	-0,435	0,295	0,323	-0,143	0,529	-0,052	-0,001
105	100	8	0,748	-0,061	-0,582	-0,078	-0,103	-0,037	0,840	0,087	0,220	0,172	-0,471	0,160	0,218	-0,078	0,545	-0,116	-0,040
106	100	8	0,762	-0,235	-0,591	-0,133	-0,240	-0,150	0,819	0,204	0,356	0,281	-0,555	0,358	0,324	-0,152	0,648	-0,272	-0,160
107	100	8	0,794	0,134	-0,446	-0,099	-0,206	0,132	0,776	0,167	0,315	0,165	-0,320	0,445	0,499	-0,104	0,559	-0,117	0,109
108	100	8	0,738	-0,065	-0,596	-0,122	-0,234	-0,094	0,831	0,169	0,325	0,257	-0,460	0,284	0,290	-0,108	0,590	-0,173	-0,030
109	100	8	0,830	0,015	-0,460	-0,163	-0,326	0,055	0,777	0,285	0,508	0,346	-0,403	0,542	0,471	-0,114	0,625	-0,316	0,016
110	100	8	0,769	-0,160	-0,586	-0,250	-0,241	-0,115	0,761	0,308	0,334	0,283	-0,486	0,373	0,378	-0,170	0,575	-0,217	-0,111
111	100	8	0,739	0,043	-0,482	-0,181	-0,071	0,073	0,818	0,138	0,196	0,132	-0,365	0,266	0,308	-0,175	0,561	-0,061	0,056
112	100	8	0,688	-0,177	-0,652	-0,217	-0,241	-0,096	0,826	0,283	0,336	0,204	-0,577	0,366	0,380	-0,189	0,468	-0,198	-0,051
113	100	8	0,786	0,157	-0,535	-0,037	-0,205	0,140	0,786	0,092	0,364	0,149	-0,376	0,180	0,147	-0,037	0,593	-0,100	0,148
114	100	8	0,750	-0,236	-0,675	-0,219	-0,231	-0,148	0,871	0,243	0,294	0,248	-0,585	0,361	0,350	-0,188	0,523	-0,247	-0,166
115	100	8	0,768	-0,108	-0,564	-0,213	-0,289	-0,052	0,859	0,205	0,355	0,260	-0,483	0,328	0,328	-0,149	0,571	-0,261	-0,058
116	100	8	0,806	0,064	-0,421	-0,098	-0,302	0,119	0,763	0,128	0,436	0,262	-0,356	0,238	0,245	-0,045	0,494	-0,286	0,032
117	100	8	0,756	-0,046	-0,558	-0,090	-0,222	-0,023	0,891	0,174	0,315	0,208	-0,472	0,250	0,270	-0,065	0,649	-0,214	0,013
118	100	8	0,709	-0,017	-0,522	-0,012	-0,100	0,056	0,770	0,033	0,152	0,087	-0,420	0,347	0,385	-0,005	0,493	-0,136	-0,016
119	100	8	0,840	0,211	-0,329	-0,087	-0,199	0,261	0,748	0,147	0,367	0,217	-0,272	0,285	0,278	-0,132	0,568	-0,131	0,179
120	100	8	0,729	-0,146	-0,636	-0,145	-0,287	-0,142	0,846	0,157	0,335	0,257	-0,518	0,189	0,183	-0,115	0,433	-0,224	-0,103
121	100	8	0,852	-0,029	-0,356	-0,324	-0,488	0,007	0,765	0,279	0,421	0,386	-0,387	0,398	0,260	-0,281	0,524	-0,414	-0,065
122	100	8	0,792	-0,191	-0,576	-0,229	-0,144	-0,118	0,770	0,227	0,224	0,201	-0,469	0,364	0,342	-0,150	0,602	-0,168	-0,144
123	100	8	0,728	-0,234	-0,669	-0,135	-0,208	-0,193	0,834	0,133	0,281	0,309	-0,583	0,195	0,196	-0,111	0,503	-0,199	-0,219
124	100	8	0,690	-0,071	-0,588	-0,205	-0,227	-0,126	0,831	0,192	0,354	0,295	-0,418	0,210	0,302	-0,118	0,457	-0,132	-0,044
125	100	8	0,696	-0,065	-0,595	-0,082	-0,158	-0,097	0,900	0,098	0,258	0,218	-0,512	0,200	0,230	-0,073	0,569	-0,144	-0,079
126	100	8	0,757	0,024	-0,495	-0,076	-0,031	0,021	0,805	0,071	0,165	0,149	-0,409	0,119	0,189	-0,084	0,487	-0,041	0,027
127	100	8	0,864	0,126	-0,391	-0,229	-0,262	0,106	0,848	0,297	0,459	0,374	-0,285	0,397	0,372	-0,201	0,619	-0,207	0,102
128	100	8	0,760	-0,178	-0,599	-0,211	-0,277	-0,121	0,837	0,308	0,384	0,282	-0,534	0,372	0,308	-0,188	0,612	-0,295	-0,116
129	100	8	0,800	-0,123	-0,579	-0,200	-0,339	-0,134	0,865	0,229	0,371	0,271	-0,511	0,477	0,504	-0,154	0,635	-0,284	-0,094
130	100	8	0,782	0,112	-0,531	-0,002	-0,078	0,071	0,811	0,046	0,123	0,107	-0,386	0,349	0,399	0,055	0,500	-0,013	0,117
131	100	8	0,809	-0,186	-0,678	-0,291	-0,311	-0,265	0,795	0,301	0,365	0,361	-0,523	0,329	0,369	-0,172	0,627	-0,253	-0,225
132	100	8	0,787	0,059	-0,499	-0,169	-0,224	0,042	0,832	0,193	0,337	0,267	-0,397	0,444	0,369	-0,138	0,600	-0,135	0,041
133	100	8	0,761	-0,054	-0,491	-0,158	-0,215	0,042	0,768	0,158	0,283	0,164	-0,407	0,514	0,474	-0,160	0,612	-0,229	-0,048
134	100	8	0,816	-0,142	-0,436	-0,212	-0,396	-0,014	0,763	0,197	0,449	0,290	-0,434	0,286	0,308	-0,222	0,473	-0,393	-0,095
135	100	8	0,812	0,126	-0,453	-0,195	-0,255	0,174	0,799	0,172	0,353	0,157	-0,354	0,306	0,264	-0,139	0,520	-0,127	0,149
136	100	8	0,776	-0,014	-0,557	-0,072	-0,120	-0,096	0,833	0,122	0,277	0,261	-0,480	0,161	0,166	-0,058	0,487	-0,063	-0,041
137	100	8	0,821	-0,202	-0,535	-0,135	-0,342	-0,091	0,786	0,131	0,375	0,272	-0,483	0,231	0,167	-0,112	0,619	-0,363	-0,185
138	100	8	0,707	-0,189	-0,633	-0,036	-0,158	-0,159	0,829	0,047	0,205	0,195	-0,568	0,105	0,098	-0,015	0,454	-0,173	-0,184
139	100	8	0,741	-0,136	-0,600	-0,168	-0,207	-0,088	0,835	0,216	0,286	0,198	-0,493	0,440	0,404	-0,144	0,631	-0,193	-0,056
140	100	8	0,800	-0,027	-0,548	-0,141	-0,295	-0,029	0,854	0,301	0,410	0,330	-0,429	0,586	0,561	-0,048	0,593	-0,247	-0,009
141	100	8	0,640	0,016	-0,533	-0,036	-0,204	-0,012	0,756	0,036	0,213	0,115	-0,402	0,117	0,194	-0,020	0,311	-0,186	0,006
142	100	8	0,868	0,028	-0,347	-0,208	-0,332	0,096	0,813	0,237	0,405	0,303	-0,314	0,291	0,331	-0,224	0,622	-0,368	0,004
143	100	8	0,754	-0,158	-0,599	-0,092	-0,180	-0,075	0,776	0,100	0,285	0,216	-0,500	0,158	0,179	-0,078	0,559	-0,205	-0,059
144	100	8	0,810	-0,004	-0,562	-0,076	-0,114	0,008	0,799	0,136	0,282	0,137	-0,447	0,482	0,498	-0,106	0,630	-0,128	-0,036
145	100	8	0,834	0,012	-0,460	-0,239	-0,267	0,003	0,834	0,271	0,385	0,311	-0,369	0,384	0,319	-0,272	0,578	-0,230	-0,006
146	100	8	0,819	-0,082	-0,654	-0,066	-0,191	-0,162	0,819	0,122	0,256	0,263	-0,529	0,505	0,455	-0,011	0,669	-0,161	-0,087
147	100	8	0,736	-0,151	-0,527	-0,119	-0,091	-0,092	0,737	0,172	0,251	0,238	-0,482	0,206	0,229	-0,111	0,570	-0,147	-0,152
148	100	8	0,682	-0,139	-0,628	-0,135	-0,248	-0,127	0,811	0,103	0,297	0,247	-0,496	0,162	0,185	-0,081	0,535	-0,208	-0,087
149	100	8	0,823	-0,277	-0,616	-0,449	-0,397	-0,312	0,862	0,386	0,452	0,416	-0,516	0,469	0,497	-0,359	0,594	-0,322	-0,255
150	100	8	0,835	-0,230	-0,648	-0,227	-0,282	-0,186	0,832	0,262	0,338	0,334	-0,580	0,328	0,337	-0,191	0,625	-0,277	-0,197
<i>Média</i>			0,777	-0,060	-0,541	-0,156	-0,227	-0,039	0,815	0,185	0,320	0,244	-0,450	0,319	0,319	-0,125	0,559	-0,198	-0,044

Tabela 111 – Correlação dos objetivos das instâncias 100|12 do problema *Flow Shop* Flexível.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{T_{max}}{E_{max}}$	$\frac{T_{max}}{L_{max}}$	$\frac{T_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{T_{max}}{C_{max}}$	$\frac{T_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{T_{max}}{\sum h_j E_j}$	$\frac{E_{max}}{L_{max}}$	$\frac{E_{max}}{\sum C_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum T_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum E_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum U_j}$	$\frac{E_{max}}{C_{max}}$	$\frac{E_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{E_{max}}{\sum h_j E_j}$
151	100	12	0,028	1,000	0,485	0,486	-0,106	0,144	0,572	0,391	0,347	-0,091	0,028	0,018	0,091	0,402	0,006	0,003	0,031	0,050	0,310
152	100	12	-0,002	1,000	0,235	0,241	-0,050	0,032	0,204	0,156	0,188	-0,047	-0,002	-0,190	-0,107	0,430	-0,098	-0,113	-0,076	-0,095	0,411
153	100	12	-0,023	1,000	0,252	0,328	0,031	0,036	0,211	0,222	0,216	0,051	-0,023	-0,042	0,016	0,084	0,103	-0,088	0,024	0,005	-0,032
154	100	12	0,054	1,000	0,410	0,414	-0,019	0,062	0,547	0,303	0,330	-0,047	0,054	0,083	0,147	0,352	0,046	0,029	0,121	0,114	0,218
155	100	12	-0,027	1,000	0,321	0,344	-0,021	0,051	0,267	0,290	0,198	-0,017	-0,027	-0,034	0,113	0,284	0,050	-0,022	-0,059	0,095	0,201
156	100	12	0,025	1,000	0,413	0,411	-0,031	0,025	0,495	0,298	0,294	-0,015	0,025	0,089	0,152	0,320	0,097	0,042	0,089	0,092	0,365
157	100	12	-0,065	1,000	0,377	0,376	-0,066	0,075	0,440	0,339	0,350	-0,089	-0,065	-0,079	0,004	0,440	-0,056	-0,089	-0,040	-0,001	0,175
158	100	12	-0,033	1,000	0,423	0,426	-0,008	0,001	0,622	0,371	0,354	-0,016	-0,033	0,006	0,063	0,311	0,064	-0,035	-0,025	0,051	0,163
159	100	12	0,007	1,000	0,291	0,314	0,043	-0,012	0,408	0,176	0,207	0,020	0,007	0,112	0,172	0,126	0,205	-0,007	0,158	0,149	0,146
160	100	12	-0,049	1,000	0,282	0,289	-0,068	0,056	0,217	0,180	0,153	-0,050	-0,049	-0,064	0,013	0,310	0,012	-0,109	0,017	0,044	0,279
161	100	12	-0,020	1,000	0,240	0,249	-0,034	0,054	0,265	0,162	0,159	0,000	-0,020	-0,066	0,025	0,387	-0,062	-0,090	-0,078	-0,023	0,320
162	100	12	0,008	1,000	0,473	0,478	-0,084	0,125	0,624	0,379	0,372	-0,048	0,008	0,051	0,115	0,358	0,061	0,023	0,008	0,089	0,377
163	100	12	-0,016	1,000	0,395	0,397	-0,009	-0,024	0,435	0,260	0,253	0,021	-0,016	-0,008	0,081	0,468	-0,042	-0,027	0,014	0,033	0,287
164	100	12	0,044	1,000	0,341	0,333	-0,085	0,125	0,343	0,218	0,276	-0,091	0,044	0,212	0,267	0,091	0,256	0,120	0,154	0,238	0,026
165	100	12	0,039	1,000	0,264	0,280	-0,050	0,051	0,257	0,213	0,216	-0,044	0,039	-0,047	0,044	0,353	-0,031	0,034	-0,027	0,034	0,274
166	100	12	-0,010	1,000	0,302	0,333	-0,039	0,027	0,235	0,279	0,182	-0,014	-0,010	-0,060	0,048	0,177	0,133	-0,034	0,022	0,048	0,096
167	100	12	0,009	1,000	0,396	0,402	0,031	-0,064	0,555	0,275	0,237	0,045	0,009	-0,031	0,054	0,429	0,039	-0,032	-0,029	0,020	0,492
168	100	12	0,000	1,000	0,184	0,204	0,045	-0,043	0,288	0,161	0,172	0,013	0,000	-0,009	0,065	0,334	0,009	-0,032	0,022	0,013	0,199
169	100	12	0,030	1,000	0,281	0,272	-0,085	0,098	0,278	0,222	0,240	-0,082	0,030	0,065	0,143	0,346	0,084	0,050	0,060	0,079	0,207
170	100	12	0,008	1,000	0,442	0,451	-0,039	0,057	0,697	0,354	0,406	-0,001	0,008	0,024	0,108	0,399	0,008	0,025	0,063	0,068	0,311
171	100	12	0,026	1,000	0,420	0,426	0,007	0,027	0,573	0,292	0,272	0,040	0,026	0,098	0,173	0,348	0,108	0,039	0,072	0,127	0,332
172	100	12	0,014	1,000	0,302	0,315	-0,007	0,002	0,508	0,266	0,184	-0,024	0,014	-0,047	0,016	0,343	0,002	-0,039	-0,037	-0,021	0,337
173	100	12	-0,031	1,000	0,385	0,395	0,009	0,056	0,517	0,285	0,325	0,014	-0,031	-0,016	0,082	0,209	0,085	-0,030	-0,114	0,079	0,276
174	100	12	0,064	1,000	0,445	0,448	0,026	0,001	0,584	0,332	0,350	0,032	0,064	0,118	0,188	0,360	0,061	0,064	0,086	0,137	0,234
175	100	12	-0,008	1,000	0,328	0,316	-0,072	0,043	0,267	0,257	0,246	-0,068	-0,008	-0,056	0,090	0,279	0,079	-0,017	-0,049	0,073	0,248
176	100	12	0,005	1,000	0,420	0,428	-0,048	0,075	0,471	0,311	0,383	-0,063	0,005	0,065	0,181	0,233	0,095	0,026	-0,018	0,122	0,269
177	100	12	-0,001	1,000	0,419	0,428	0,011	-0,010	0,564	0,327	0,350	0,009	-0,001	-0,037	0,065	0,473	-0,008	-0,001	0,031	0,042	0,369
178	100	12	0,104	1,000	0,286	0,284	-0,079	0,138	0,355	0,242	0,269	-0,065	0,104	0,193	0,245	0,247	0,145	0,270	0,175	0,195	0,233
179	100	12	0,088	1,000	0,249	0,259	-0,030	0,066	0,308	0,158	0,230	0,020	0,088	0,144	0,220	0,291	0,114	0,154	0,167	0,146	0,394
180	100	12	0,058	1,000	0,398	0,407	-0,071	0,079	0,526	0,325	0,340	-0,052	0,058	-0,033	0,047	0,408	-0,041	-0,028	-0,037	0,029	0,337
181	100	12	0,019	1,000	0,399	0,396	0,050	-0,015	0,626	0,217	0,254	0,045	0,019	0,106	0,185	0,448	0,026	0,027	0,033	0,140	0,366
182	100	12	-0,002	1,000	0,206	0,219	0,000	-0,012	0,053	0,134	0,191	-0,021	-0,002	0,004	0,080	0,329	0,039	-0,048	-0,037	0,093	0,373
183	100	12	-0,030	1,000	0,255	0,257	-0,050	0,036	0,313	0,219	0,198	-0,048	-0,030	-0,044	0,048	0,406	-0,048	-0,062	-0,052	0,037	0,344
184	100	12	-0,030	1,000	0,335	0,343	-0,022	0,016	0,485	0,260	0,333	-0,004	-0,030	-0,060	0,020	0,358	0,001	-0,043	-0,024	0,072	0,330
185	100	12	-0,039	1,000	0,443	0,453	-0,060	0,074	0,557	0,333	0,277	-0,068	-0,039	-0,131	-0,052	0,447	-0,065	-0,070	-0,010	-0,065	0,400
186	100	12	-0,018	1,000	0,350	0,366	-0,056	0,063	0,216	0,309	0,252	-0,071	-0,018	0,038	0,113	0,090	0,187	-0,099	0,017	0,093	0,158
187	100	12	-0,032	1,000	0,353	0,366	-0,030	0,050	0,506	0,264	0,296	-0,042	-0,032	-0,099	0,000	0,424	-0,037	-0,061	-0,033	-0,039	0,458
188	100	12	0,022	1,000	0,364	0,375	-0,020	0,083	0,432	0,257	0,270	-0,026	0,022	0,011	0,127	0,252	0,093	0,042	-0,016	0,091	0,244
189	100	12	-0,005	1,000	0,332	0,336	0,002	-0,016	0,467	0,240	0,286	-0,037	-0,005	-0,053	0,058	0,245	0,045	-0,039	0,026	0,052	0,217
190	100	12	0,058	1,000	0,093	0,113	0,061	-0,028	0,266	0,071	0,110	0,052	0,058	-0,077	0,022	0,417	-0,040	-0,009	-0,067	0,005	0,343
191	100	12	-0,031	1,000	0,405	0,412	0,003	0,010	0,457	0,266	0,356	-0,007	-0,031	-0,034	0,039	0,380	-0,003	-0,086	-0,001	0,061	0,272
192	100	12	-0,047	1,000	0,290	0,297	-0,059	0,066	0,177	0,156	0,250	-0,022	-0,047	-0,147	-0,056	0,470	-0,092	-0,080	-0,075	-0,015	0,390
193	100	12	0,050	1,000	0,312	0,323	-0,012	0,046	0,489	0,273	0,267	0,026	0,050	0,024	0,101	0,403	-0,016	0,036	0,046	0,078	0,395
194	100	12	0,041	1,000	0,362	0,370	-0,047	0,055	0,498	0,230	0,354	-0,020	0,041	0,032	0,120	0,344	0,030	0,009	0,035	0,102	0,385
195	100	12	0,008	1,000	0,391	0,395	-0,033	0,042	0,530	0,304	0,260	-0,018	0,008	0,077	0,147	0,331	0,095	0,012	-0,006	0,107	0,312
196	100	12	-0,038	1,000	0,439	0,439	-0,056	0,048	0,627	0,231	0,270	-0,053	-0,038	-0,060	0,025	0,438	-0,028	-0,074	-0,066	0,031	0,382
197	100	12	-0,030	1,000	0,241	0,250	-0,002	-0,019	0,167	0,125	0,223	-0,032	-0,030	-0,058	0,027	0,391	-0,009	-0,034	-0,075	0,054	0,251
198	100	12	0,025	1,000	0,290	0,315	0,010	0,073	0,291	0,205	0,254	0,002	0,025	0,076	0,175	0,208	0,147	0,032	0,064	0,105	0,128
199	100	12	0,058	1,000	0,318	0,371	-0,018	0,043	0,232	0,258	0,346	-0,022	0,058	0,034	0,103	0,078	0,124	0,031	-0,015	0,096	0,053
200	100	12	0,057	1,000	0,314	0,331	-0,069	0,090	0,252	0,280	0,252	-0,101	0,057	0,024	0,137	0,208	0,078	0,061	0,004	0,118	0,162
<i>Média</i>			0,007	1,000	0,339	0,349	-0,026	0,041	0,406	0,254	0,268	-0,023	0,007	0,002	0,087	0,325	0,041	-0,007	0,009	0,065	0,276

Tabela 112 – Correlação dos objetivos das instâncias 100|12 do problema *Flow Shop* Flexível continuação 1.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	L_{max} $\sum C_j$	L_{max} $\sum T_j$	L_{max} $\sum E_j$	L_{max} $\sum U_j$	L_{max} C_{max}	L_{max} $\sum c_j C_j$	L_{max} $\sum w_j T_j$	L_{max} $\sum h_j E_j$	$\sum C_j$ $\sum T_j$	$\sum C_j$ $\sum E_j$	$\sum C_j$ $\sum U_j$	$\sum C_j$ C_{max}	$\sum C_j$ $\sum c_j C_j$	$\sum C_j$ $\sum w_j T_j$	$\sum C_j$ $\sum h_j E_j$	$\sum T_j$ $\sum E_j$	$\sum T_j$ $\sum U_j$	$\sum T_j$ C_{max}	$\sum T_j$ $\sum c_j C_j$
151	100	12	0,485	0,486	-0,106	0,144	0,572	0,391	0,347	-0,091	0,985	-0,311	0,465	0,641	0,781	0,789	-0,282	-0,142	0,373	0,634	0,780
152	100	12	0,235	0,241	-0,050	0,032	0,204	0,156	0,188	-0,047	0,979	-0,420	0,472	0,368	0,742	0,785	-0,373	-0,226	0,369	0,350	0,739
153	100	12	0,252	0,328	0,031	0,036	0,211	0,222	0,216	0,051	0,754	-0,564	0,545	0,547	0,763	0,672	-0,403	0,116	0,402	0,447	0,573
154	100	12	0,410	0,414	-0,019	0,062	0,547	0,303	0,330	-0,047	0,985	-0,184	0,262	0,645	0,737	0,773	-0,230	-0,010	0,160	0,651	0,733
155	100	12	0,321	0,344	-0,021	0,051	0,267	0,290	0,198	-0,017	0,878	-0,429	0,464	0,332	0,724	0,724	-0,363	0,056	0,251	0,303	0,607
156	100	12	0,413	0,411	-0,031	0,025	0,495	0,298	0,294	-0,015	0,981	-0,143	0,222	0,646	0,757	0,674	-0,071	0,050	0,120	0,647	0,737
157	100	12	0,377	0,376	-0,066	0,075	0,440	0,339	0,350	-0,089	0,982	-0,260	0,316	0,584	0,703	0,749	-0,250	-0,075	0,216	0,571	0,710
158	100	12	0,423	0,426	-0,008	0,001	0,622	0,371	0,354	-0,016	0,983	-0,150	0,307	0,573	0,758	0,805	-0,201	0,032	0,214	0,566	0,752
159	100	12	0,291	0,314	0,043	-0,012	0,408	0,176	0,207	0,020	0,891	-0,253	0,408	0,542	0,771	0,721	-0,198	0,213	0,199	0,512	0,656
160	100	12	0,282	0,289	-0,068	0,056	0,217	0,180	0,153	-0,050	0,971	-0,448	0,518	0,354	0,711	0,732	-0,375	-0,221	0,409	0,332	0,690
161	100	12	0,240	0,249	-0,034	0,054	0,265	0,162	0,159	0,000	0,974	-0,391	0,525	0,543	0,748	0,775	-0,395	-0,171	0,405	0,515	0,717
162	100	12	0,473	0,478	-0,084	0,125	0,624	0,379	0,372	-0,048	0,987	-0,316	0,399	0,695	0,791	0,727	-0,210	-0,158	0,317	0,693	0,785
163	100	12	0,395	0,397	-0,009	-0,024	0,435	0,260	0,253	0,021	0,982	-0,144	0,243	0,482	0,708	0,703	-0,096	0,045	0,132	0,472	0,698
164	100	12	0,341	0,333	-0,085	0,125	0,343	0,218	0,276	-0,091	0,922	-0,381	0,583	0,702	0,795	0,763	-0,379	0,007	0,428	0,640	0,682
165	100	12	0,264	0,280	-0,050	0,051	0,257	0,213	0,216	-0,044	0,972	-0,512	0,541	0,495	0,808	0,705	-0,434	-0,296	0,426	0,477	0,787
166	100	12	0,302	0,333	-0,039	0,027	0,235	0,279	0,182	-0,014	0,822	-0,542	0,533	0,555	0,778	0,678	-0,425	0,034	0,387	0,394	0,680
167	100	12	0,396	0,402	0,031	-0,064	0,555	0,275	0,237	0,045	0,980	-0,106	0,189	0,547	0,731	0,742	-0,015	0,093	0,083	0,545	0,704
168	100	12	0,184	0,204	0,045	-0,043	0,288	0,161	0,172	0,013	0,978	-0,328	0,448	0,382	0,726	0,747	-0,265	-0,122	0,340	0,369	0,715
169	100	12	0,281	0,272	-0,085	0,098	0,278	0,222	0,240	-0,082	0,977	-0,264	0,415	0,476	0,795	0,796	-0,260	-0,054	0,304	0,454	0,769
170	100	12	0,442	0,451	-0,039	0,057	0,697	0,354	0,406	-0,001	0,980	-0,278	0,393	0,546	0,750	0,779	-0,198	-0,083	0,287	0,561	0,752
171	100	12	0,420	0,426	0,007	0,027	0,573	0,292	0,272	0,040	0,978	-0,156	0,246	0,630	0,658	0,741	-0,106	0,055	0,142	0,627	0,648
172	100	12	0,302	0,315	-0,007	0,002	0,508	0,266	0,184	-0,024	0,984	-0,332	0,363	0,568	0,770	0,785	-0,246	-0,157	0,259	0,580	0,759
173	100	12	0,385	0,395	0,009	0,056	0,517	0,285	0,325	0,014	0,892	-0,264	0,487	0,551	0,702	0,709	-0,214	0,201	0,287	0,514	0,568
174	100	12	0,445	0,448	0,026	0,001	0,584	0,332	0,350	0,032	0,981	-0,079	0,212	0,586	0,759	0,779	-0,066	0,116	0,116	0,583	0,748
175	100	12	0,328	0,316	-0,072	0,043	0,267	0,257	0,246	-0,068	0,868	-0,394	0,396	0,398	0,764	0,707	-0,339	0,114	0,204	0,326	0,645
176	100	12	0,420	0,428	-0,048	0,075	0,471	0,311	0,383	-0,063	0,895	-0,374	0,482	0,598	0,785	0,762	-0,305	0,079	0,268	0,580	0,661
177	100	12	0,419	0,428	0,011	-0,010	0,564	0,327	0,350	0,009	0,977	-0,187	0,211	0,546	0,806	0,750	-0,234	0,025	0,093	0,544	0,792
178	100	12	0,286	0,284	-0,079	0,138	0,355	0,242	0,269	-0,065	0,985	-0,316	0,465	0,648	0,810	0,794	-0,207	-0,150	0,372	0,627	0,799
179	100	12	0,249	0,259	-0,030	0,066	0,308	0,158	0,230	0,020	0,978	-0,394	0,534	0,547	0,721	0,730	-0,286	-0,191	0,428	0,551	0,711
180	100	12	0,398	0,407	-0,071	0,079	0,526	0,325	0,340	-0,052	0,983	-0,381	0,416	0,628	0,794	0,799	-0,258	-0,203	0,318	0,616	0,778
181	100	12	0,399	0,396	0,050	-0,015	0,626	0,217	0,254	0,045	0,983	0,075	0,113	0,542	0,691	0,665	0,061	0,256	0,017	0,541	0,679
182	100	12	0,206	0,219	0,000	-0,012	0,053	0,134	0,191	-0,021	0,976	-0,357	0,426	0,291	0,745	0,800	-0,240	-0,145	0,312	0,265	0,734
183	100	12	0,255	0,257	-0,050	0,036	0,313	0,219	0,198	-0,048	0,976	-0,332	0,433	0,372	0,757	0,821	-0,348	-0,118	0,316	0,361	0,741
184	100	12	0,335	0,343	-0,022	0,016	0,485	0,260	0,333	-0,004	0,975	-0,278	0,335	0,513	0,741	0,802	-0,130	-0,058	0,210	0,518	0,738
185	100	12	0,443	0,453	-0,060	0,074	0,557	0,333	0,277	-0,068	0,984	-0,339	0,382	0,636	0,777	0,705	-0,280	-0,164	0,284	0,635	0,784
186	100	12	0,350	0,366	-0,056	0,063	0,216	0,309	0,252	-0,071	0,763	-0,532	0,494	0,478	0,774	0,629	-0,458	0,141	0,364	0,316	0,618
187	100	12	0,353	0,366	-0,030	0,050	0,506	0,264	0,296	-0,042	0,973	-0,339	0,339	0,465	0,727	0,754	-0,276	-0,111	0,206	0,462	0,719
188	100	12	0,364	0,375	-0,020	0,083	0,432	0,257	0,270	-0,026	0,902	-0,332	0,467	0,586	0,717	0,707	-0,261	0,107	0,285	0,578	0,642
189	100	12	0,332	0,336	0,002	-0,016	0,467	0,240	0,286	-0,037	0,899	-0,248	0,341	0,554	0,692	0,696	-0,235	0,201	0,130	0,525	0,631
190	100	12	0,093	0,113	0,061	-0,028	0,266	0,071	0,110	0,052	0,973	-0,328	0,423	0,138	0,661	0,690	-0,313	-0,100	0,299	0,143	0,625
191	100	12	0,405	0,412	0,003	0,010	0,457	0,266	0,356	-0,007	0,982	-0,175	0,279	0,618	0,687	0,762	-0,146	0,015	0,172	0,598	0,669
192	100	12	0,290	0,297	-0,059	0,066	0,177	0,156	0,250	-0,022	0,980	-0,410	0,423	0,304	0,740	0,759	-0,353	-0,222	0,312	0,281	0,718
193	100	12	0,312	0,323	-0,012	0,046	0,489	0,273	0,267	0,026	0,984	-0,302	0,392	0,534	0,732	0,783	-0,237	-0,125	0,291	0,535	0,732
194	100	12	0,362	0,370	-0,047	0,055	0,498	0,230	0,354	-0,020	0,972	-0,333	0,439	0,539	0,783	0,735	-0,230	-0,102	0,313	0,534	0,754
195	100	12	0,391	0,395	-0,033	0,042	0,530	0,304	0,260	-0,018	0,980	-0,223	0,320	0,595	0,773	0,768	-0,156	-0,025	0,210	0,585	0,751
196	100	12	0,439	0,439	-0,056	0,048	0,627	0,231	0,270	-0,053	0,981	-0,224	0,297	0,642	0,739	0,634	-0,187	-0,031	0,193	0,640	0,716
197	100	12	0,241	0,250	-0,002	-0,019	0,167	0,125	0,223	-0,032	0,977	-0,293	0,381	0,345	0,761	0,783	-0,309	-0,082	0,273	0,343	0,732
198	100	12	0,290	0,315	0,010	0,073	0,291	0,205	0,254	0,002	0,907	-0,357	0,525	0,490	0,786	0,687	-0,335	0,069	0,353	0,463	0,731
199	100	12	0,318	0,371	-0,018	0,043	0,232	0,258	0,346	-0,022	0,755	-0,572	0,519	0,462	0,805	0,683	-0,416	0,107	0,395	0,362	0,558
200	100	12	0,314	0,331	-0,069	0,090	0,252	0,280	0,252	-0,101	0,895	-0,521	0,619	0,557	0,765	0,744	-0,478	-0,085	0,434	0,497	0,696
<i>Média</i>			0,339	0,349	-0,026	0,041	0,406	0,254	0,268	-0,023	0,946	-0,314	0,400	0,520	0,750	0,740	-0,260	-0,030	0,274	0,497	0,707

Tabela 113 – Correlação dos objetivos das instâncias 100|12 do problema *Flow Shop* Flexível continuação 2.

<i>inst</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	$\frac{\sum T_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum T_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum U_j}$	$\frac{\sum E_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum E_j}{\sum c_j C_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum E_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum U_j}{C_{max}}$	$\frac{\sum U_j}{\sum c_j C_j}$	$\frac{\sum U_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum U_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum c_j C_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum w_j T_j}$	$\frac{C_{max}}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum c_j C_j}{\sum w_j T_j}$	$\frac{\sum c_j C_j}{\sum h_j E_j}$	$\frac{\sum w_j T_j}{\sum h_j E_j}$
151	100	12	0,794	-0,144	-0,617	-0,187	-0,179	-0,151	0,827	0,254	0,313	0,318	-0,538	0,502	0,475	-0,176	0,666	-0,171	-0,142
152	100	12	0,800	-0,202	-0,618	-0,201	-0,253	-0,190	0,886	0,202	0,326	0,306	-0,530	0,256	0,287	-0,177	0,504	-0,206	-0,181
153	100	12	0,874	0,122	-0,318	-0,265	-0,433	0,082	0,764	0,236	0,446	0,395	-0,252	0,459	0,452	-0,103	0,483	-0,267	0,099
154	100	12	0,788	-0,090	-0,605	-0,028	-0,097	0,008	0,812	0,035	0,159	0,104	-0,520	0,523	0,473	-0,111	0,496	-0,186	-0,056
155	100	12	0,794	0,043	-0,492	-0,121	-0,364	-0,011	0,837	0,135	0,352	0,283	-0,402	0,314	0,275	-0,084	0,477	-0,306	-0,010
156	100	12	0,683	0,089	-0,535	-0,022	-0,136	0,013	0,832	0,055	0,197	0,079	-0,381	0,486	0,421	-0,002	0,561	-0,064	0,064
157	100	12	0,771	-0,124	-0,571	-0,164	-0,087	-0,010	0,696	0,194	0,126	0,128	-0,471	0,525	0,495	-0,203	0,561	-0,071	-0,067
158	100	12	0,815	-0,054	-0,528	-0,071	-0,076	0,008	0,818	0,085	0,169	0,187	-0,494	0,490	0,432	-0,072	0,602	-0,092	-0,037
159	100	12	0,815	0,188	-0,454	-0,075	-0,262	0,186	0,827	0,139	0,398	0,186	-0,355	0,387	0,443	-0,107	0,537	-0,217	0,154
160	100	12	0,755	-0,181	-0,586	-0,206	-0,319	-0,161	0,852	0,200	0,370	0,328	-0,475	0,251	0,240	-0,175	0,568	-0,283	-0,129
161	100	12	0,788	-0,207	-0,631	-0,267	-0,341	-0,169	0,869	0,302	0,407	0,361	-0,591	0,444	0,436	-0,230	0,544	-0,373	-0,185
162	100	12	0,738	-0,086	-0,574	-0,177	-0,228	-0,112	0,769	0,226	0,289	0,226	-0,421	0,529	0,568	-0,097	0,545	-0,152	-0,024
163	100	12	0,717	0,048	-0,599	-0,073	-0,086	0,038	0,763	0,058	0,164	0,077	-0,506	0,379	0,315	-0,011	0,474	-0,034	0,046
164	100	12	0,828	-0,047	-0,482	-0,285	-0,425	0,007	0,866	0,420	0,491	0,363	-0,442	0,515	0,534	-0,261	0,525	-0,417	-0,044
165	100	12	0,722	-0,250	-0,641	-0,268	-0,410	-0,229	0,852	0,259	0,422	0,317	-0,542	0,400	0,358	-0,228	0,630	-0,405	-0,215
166	100	12	0,797	0,066	-0,364	-0,392	-0,362	-0,013	0,842	0,284	0,391	0,373	-0,270	0,467	0,313	-0,285	0,527	-0,285	-0,002
167	100	12	0,738	0,142	-0,534	-0,015	-0,138	-0,025	0,789	0,005	0,173	0,115	-0,359	0,411	0,330	0,002	0,577	-0,063	0,066
168	100	12	0,761	-0,103	-0,583	-0,141	-0,215	-0,107	0,787	0,147	0,312	0,271	-0,476	0,328	0,295	-0,108	0,562	-0,178	-0,116
169	100	12	0,799	-0,096	-0,571	-0,176	-0,247	-0,115	0,791	0,251	0,369	0,295	-0,479	0,343	0,352	-0,149	0,638	-0,258	-0,132
170	100	12	0,795	-0,035	-0,590	-0,027	-0,131	-0,068	0,828	0,101	0,249	0,210	-0,498	0,425	0,482	0,002	0,561	-0,147	-0,044
171	100	12	0,756	0,070	-0,499	-0,047	-0,077	0,033	0,833	0,092	0,139	0,144	-0,423	0,417	0,408	0,003	0,477	-0,043	0,090
172	100	12	0,780	-0,101	-0,638	-0,079	-0,247	-0,219	0,826	0,070	0,258	0,293	-0,493	0,474	0,461	-0,073	0,614	-0,171	-0,140
173	100	12	0,800	0,190	-0,442	-0,099	-0,308	0,169	0,867	0,149	0,360	0,222	-0,358	0,400	0,415	-0,073	0,525	-0,275	0,157
174	100	12	0,795	0,092	-0,493	-0,004	-0,045	0,094	0,813	0,049	0,184	0,100	-0,422	0,439	0,463	0,014	0,535	-0,048	0,082
175	100	12	0,825	0,084	-0,415	-0,192	-0,336	0,113	0,834	0,178	0,329	0,134	-0,359	0,339	0,244	-0,203	0,570	-0,254	0,075
176	100	12	0,851	0,069	-0,519	-0,130	-0,381	0,067	0,826	0,188	0,380	0,210	-0,404	0,432	0,469	-0,141	0,604	-0,321	0,043
177	100	12	0,765	-0,074	-0,567	-0,054	-0,128	0,008	0,755	0,077	0,172	0,104	-0,434	0,415	0,456	-0,068	0,587	-0,195	-0,045
178	100	12	0,808	-0,075	-0,623	-0,272	-0,255	-0,106	0,792	0,387	0,403	0,272	-0,483	0,595	0,501	-0,179	0,707	-0,134	-0,054
179	100	12	0,756	-0,114	-0,622	-0,144	-0,253	-0,100	0,835	0,222	0,387	0,275	-0,487	0,427	0,393	-0,032	0,617	-0,167	-0,083
180	100	12	0,813	-0,110	-0,608	-0,244	-0,313	-0,165	0,811	0,246	0,346	0,243	-0,468	0,544	0,563	-0,197	0,639	-0,226	-0,116
181	100	12	0,676	0,209	-0,507	0,085	0,046	0,173	0,817	-0,043	0,038	0,052	-0,425	0,353	0,318	0,087	0,459	0,074	0,114
182	100	12	0,826	-0,056	-0,597	-0,187	-0,237	-0,091	0,849	0,167	0,303	0,221	-0,463	0,250	0,190	-0,160	0,604	-0,100	-0,008
183	100	12	0,827	-0,162	-0,603	-0,131	-0,241	-0,163	0,879	0,170	0,309	0,306	-0,553	0,300	0,278	-0,101	0,594	-0,232	-0,181
184	100	12	0,841	0,053	-0,599	-0,066	-0,136	0,032	0,819	0,070	0,201	0,117	-0,458	0,347	0,467	0,005	0,635	-0,023	0,116
185	100	12	0,705	-0,136	-0,614	-0,166	-0,161	-0,174	0,824	0,172	0,252	0,238	-0,507	0,498	0,425	-0,138	0,640	-0,154	-0,176
186	100	12	0,794	0,085	-0,280	-0,319	-0,375	0,077	0,813	0,217	0,372	0,342	-0,212	0,367	0,288	-0,269	0,462	-0,343	0,038
187	100	12	0,770	-0,083	-0,616	-0,121	-0,197	-0,106	0,846	0,108	0,198	0,171	-0,464	0,367	0,329	-0,150	0,577	-0,182	-0,085
188	100	12	0,757	0,084	-0,453	-0,088	-0,250	0,025	0,786	0,142	0,346	0,259	-0,348	0,439	0,472	-0,051	0,535	-0,182	0,006
189	100	12	0,786	0,104	-0,476	-0,078	-0,152	0,183	0,754	0,065	0,227	0,059	-0,379	0,359	0,422	-0,114	0,474	-0,144	0,120
190	100	12	0,718	-0,122	-0,599	-0,010	-0,291	-0,038	0,846	0,013	0,309	0,197	-0,499	0,135	0,136	-0,015	0,313	-0,277	-0,081
191	100	12	0,778	0,005	-0,577	-0,153	-0,148	0,023	0,791	0,145	0,219	0,121	-0,439	0,396	0,484	-0,172	0,590	-0,116	-0,006
192	100	12	0,782	-0,198	-0,644	-0,202	-0,336	-0,136	0,830	0,167	0,360	0,231	-0,542	0,269	0,173	-0,168	0,547	-0,288	-0,155
193	100	12	0,802	-0,078	-0,620	-0,112	-0,157	-0,072	0,888	0,148	0,249	0,202	-0,503	0,436	0,332	-0,073	0,682	-0,117	-0,041
194	100	12	0,764	-0,022	-0,603	-0,140	-0,292	-0,046	0,884	0,153	0,380	0,171	-0,479	0,384	0,489	-0,093	0,557	-0,192	-0,006
195	100	12	0,775	-0,009	-0,581	-0,125	-0,208	-0,061	0,744	0,143	0,228	0,189	-0,425	0,471	0,429	-0,100	0,671	-0,141	-0,036
196	100	12	0,651	-0,028	-0,564	-0,093	-0,210	0,007	0,823	0,115	0,299	0,117	-0,490	0,430	0,400	-0,092	0,476	-0,222	0,013
197	100	12	0,803	-0,143	-0,558	-0,072	-0,270	-0,059	0,802	0,110	0,327	0,221	-0,501	0,258	0,264	-0,104	0,655	-0,232	-0,103
198	100	12	0,739	0,021	-0,461	-0,133	-0,243	0,012	0,840	0,250	0,439	0,277	-0,425	0,473	0,344	-0,092	0,582	-0,247	-0,048
199	100	12	0,881	0,142	-0,293	-0,248	-0,522	0,067	0,809	0,189	0,390	0,356	-0,163	0,410	0,302	-0,130	0,522	-0,382	0,090
200	100	12	0,834	-0,132	-0,553	-0,295	-0,377	-0,067	0,815	0,352	0,438	0,384	-0,486	0,510	0,411	-0,323	0,614	-0,330	-0,093
<i>Média</i>			0,781	-0,027	-0,542	-0,142	-0,238	-0,031	0,819	0,162	0,299	0,223	-0,442	0,407	0,386	-0,116	0,562	-0,197	-0,029

APÊNDICE B – REGRAS DE DESPACHO

Tabela 114 – Média das regras de despacho para instância do problema $1|d_j|\gamma_1\dots\gamma_7$ (instância teste).

γ	n	EDD	SPT	LPT	MST
T_{max}	50	0	118	193	0
E_{max}	50	731	967	753	731
L_{max}	50	0	118	193	0
$\sum C_j$	50	6181	3858	8229	6208
$\sum T_j$	50	0	172	1015	0
$\sum E_j$	50	17711	20206	16678	17684
$\sum U_j$	50	0	3	11	0

Tabela 115 – Média das regras de despacho para instâncias do problema $1|d_j|\gamma_1\dots\gamma_7$.

γ	n	EDD	SPT	LPT	MST
T_{max}	50	0,10	163,90	219,48	0,10
E_{max}	50	706,04	932,76	899,66	705,86
L_{max}	50	0,10	163,90	219,48	0,10
$\sum C_j$	50	6875,98	4951,54	8968,4	6895,8
$\sum T_j$	50	0,20	373,92	1001,80	0,28
$\sum E_j$	50	17907,80	20205,90	16817	17888,00
$\sum U_j$	50	0,04	4,48	9,14	0,06

Tabela 116 – Média das regras de despacho para instâncias do problema $P_m|d_j|\gamma_1 \dots \gamma_8$.

γ	n	m	EDD	SPT	LPT	MST
T_{max}	50	8	48,20	107,16	143,80	44,60
T_{max}	50	12	5,70	59,58	90,62	1,44
T_{max}	100	8	48,80	105,04	157,58	45,70
T_{max}	100	12	6,42	57,68	103,70	2,00
E_{max}	50	8	37,20	93,18	87,54	18,04
E_{max}	50	12	50,00	94,62	91,48	27,64
E_{max}	100	8	37,58	92,40	89,56	18,40
E_{max}	100	12	50,48	93,86	92,82	27,98
L_{max}	50	8	48,20	107,16	143,80	44,6
L_{max}	50	12	5,70	59,58	90,62	1,44
L_{max}	100	8	48,80	105,04	157,58	45,70
L_{max}	100	12	6,42	57,68	103,70	2,00
$\sum C_j$	50	8	3958,22	3368,66	5866,52	4443,62
$\sum C_j$	50	12	2827,56	2484,74	4094,66	3123,00
$\sum C_j$	100	8	3940,76	3377,7	13733,60	4414,74
$\sum C_j$	100	12	2820,26	2490,64	9272,00	3108,56
$\sum T_j$	50	8	545,38	816,30	2577,64	764,64
$\sum T_j$	50	12	20,04	288,86	1124,98	11,08
$\sum T_j$	100	8	555,5	814,18	10458,80	772,24
$\sum T_j$	100	12	27,68	281,02	6317,90	17,06
$\sum E_j$	50	8	418,78	1279,26	542,74	152,64
$\sum E_j$	50	12	1024,10	1635,74	861,94	719,7
$\sum E_j$	100	8	439,22	1260,96	549,60	181,98
$\sum E_j$	100	12	1031,90	1614,86	870,38	732,98
$\sum U_j$	50	8	23,70	19,24	35,84	32,14
$\sum U_j$	50	12	3,22	11,20	27,38	2,5
$\sum U_j$	100	8	23,66	19,24	85,64	31,42
$\sum U_j$	100	12	4,06	11,18	77,12	3,88
C_{max}	50	8	181,46	181,68	161,12	177,68
C_{max}	50	12	128,88	129,76	108,96	127,88
C_{max}	100	8	181,08	181,90	161,08	179,38
C_{max}	100	12	129,64	130,24	109,16	128,40

Tabela 117 – Média das regras de despacho (EDD, SPT, LPT e MST) para instâncias do problema $P_m|d_j,R_j,w_j,h_j,c_j|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$.

γ	n	m	EDD	SPT	LPT	MST
T_{max}	50	8	230,74	288,42	306,14	223,62
T_{max}	50	12	130,58	187,84	199,92	120,48
T_{max}	100	8	537,06	596,00	623,56	532,28
T_{max}	100	12	328,72	390,94	412,78	323,44
E_{max}	50	8	22,76	81,34	43,32	5,04
E_{max}	50	12	33,00	83,10	48,24	11,28
E_{max}	100	8	15,88	85,92	39,78	0,90
E_{max}	100	12	22,42	87,22	46,80	3,50
L_{max}	50	8	230,74	288,42	306,14	223,62
L_{max}	50	12	130,58	187,84	199,92	120,48
L_{max}	100	8	537,06	596,00	623,56	532,28
L_{max}	100	12	328,72	390,94	412,78	323,44
$\sum C_j$	50	8	8033,90	6911,38	11812,20	8957,12
$\sum C_j$	50	12	5753,66	5094,54	8243,88	6305,40
$\sum C_j$	100	8	29446,40	24199,7	44468,50	33516,10
$\sum C_j$	100	12	20351,50	17062,8	30432,10	22961,40
$\sum T_j$	50	8	4391,60	3807,78	8195,32	5243,62
$\sum T_j$	50	12	2208,72	2141,28	4694,04	2613,98
$\sum T_j$	100	8	21939,90	17582,20	37012,50	25960,70
$\sum T_j$	100	12	12894,00	10666,00	23049,80	15410,60
$\sum E_j$	50	8	79,36	618,06	104,74	8,16
$\sum E_j$	50	12	176,72	768,40	171,82	30,24
$\sum E_j$	100	8	50,10	939,06	100,54	1,20
$\sum E_j$	100	12	99,04	1159,74	174,28	5,78
$\sum U_j$	50	8	43,38	32,78	45,94	48,52
$\sum U_j$	50	12	38,84	28,84	43,58	45,96
$\sum U_j$	100	8	93,74	75,90	95,76	99,42
$\sum U_j$	100	12	90,58	69,34	93,36	98,24
C_{max}	50	8	365,92	368,02	325,44	359,36
C_{max}	50	12	262,30	264,14	220,76	256,12
C_{max}	100	8	677,32	680,96	635,48	670,32
C_{max}	100	12	468,44	472,02	424,88	462,92
$\sum w_j C_j$	50	8	405758,00	350248,00	599066,00	452581,00
$\sum w_j C_j$	50	12	290697,00	258077	417582,00	318802,00
$\sum w_j C_j$	100	8	1503190,00	1246140	2276600,00	1708530,00
$\sum w_j C_j$	100	12	1039840,00	878715	1558470,00	1170940,00
$\sum w_j T_j$	50	8	224358,00	192626,00	426806,00	268581,00
$\sum w_j T_j$	50	12	112417,00	108370,00	244248,00	133869,00
$\sum w_j T_j$	100	8	1104450,00	883093,00	1865810,00	1308460,00
$\sum w_j T_j$	100	12	649148,00	535017,00	1161590,00	776465,00
$\sum h_j E_j$	50	8	4019,28	30350,50	5662,64	407,56
$\sum h_j E_j$	50	12	8611,88	37855,90	9091,70	1504,36
$\sum h_j E_j$	100	8	2614,78	46251,60	5210,06	60,20
$\sum h_j E_j$	100	12	5129,26	57371,00	8616,96	290,04

Tabela 118 – Média das regras de despacho (WSPT, WLPT e ERD) para instâncias do problema $P_m|d_j,R_j,w_j,h_j,c_j|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$.

γ	n	m	WSPT	WLPT	ERD
T_{max}	50	8	288,20	303,54	289,78
T_{max}	50	12	186,14	196,10	188,52
T_{max}	100	8	599,84	620,78	601,16
T_{max}	100	12	394,80	409,86	396,80
E_{max}	50	8	80,52	61,22	70,02
E_{max}	50	12	81,62	66,84	74,30
E_{max}	100	8	85,30	60,06	70,62
E_{max}	100	12	86,54	65,32	74,76
L_{max}	50	8	288,20	303,54	289,78
L_{max}	50	12	186,14	196,10	188,52
L_{max}	100	8	599,84	620,78	601,16
L_{max}	100	12	394,80	409,86	396,80
$\sum C_j$	50	8	7572,78	10805,40	8925,02
$\sum C_j$	50	12	5484,38	7544,48	6277,10
$\sum C_j$	100	8	27327,40	40714,70	33516,20
$\sum C_j$	100	12	19029,50	27836,00	22945,10
$\sum T_j$	50	8	4403,40	7275,84	5494,80
$\sum T_j$	50	12	2445,14	4099,66	3000,04
$\sum T_j$	100	8	20605,30	33363,20	26263,30
$\sum T_j$	100	12	12504,00	20586,80	15856,20
$\sum E_j$	50	8	552,28	192,12	291,44
$\sum E_j$	50	12	682,42	276,84	444,60
$\sum E_j$	100	8	834,52	205,10	303,66
$\sum E_j$	100	12	1031,08	307,38	467,68
$\sum U_j$	50	8	34,80	43,90	41,06
$\sum U_j$	50	12	31,30	41,44	36,86
$\sum U_j$	100	8	78,12	93,70	91,04
$\sum U_j$	100	12	73,14	90,48	86,18
C_{max}	50	8	360,38	331,28	361,42
C_{max}	50	12	255,34	229,84	256,72
C_{max}	100	8	673,40	637,12	673,04
C_{max}	100	12	465,62	428,28	467,38
$\sum w_j C_j$	50	8	380645,00	549921,00	453457,00
$\sum w_j C_j$	50	12	275856,00	384105,00	318669,00
$\sum w_j C_j$	100	8	1402230,00	2077920,00	1716430,00
$\sum w_j C_j$	100	12	976747,00	1421170,00	1175370,00
$\sum w_j T_j$	50	8	149441,00	380989,00	279418,00
$\sum w_j T_j$	50	12	81718,90	214805,00	152582,00
$\sum w_j T_j$	100	8	688497,00	1689190,00	1323610,00
$\sum w_j T_j$	100	12	409635,00	1043590,00	799312,00
$\sum h_j E_j$	50	8	27122,90	2730,36	14785,90
$\sum h_j E_j$	50	12	33712,70	4635,26	22590,90
$\sum h_j E_j$	100	8	41996,10	2953,84	15150,20
$\sum h_j E_j$	100	12	51811,50	4409,54	23434,40

Tabela 119 – Média das regras de despacho (EDD, SPT, LPT e MST) para instâncias do problema $R_m|d_j,r_j,w_j,h_j,c_j,S_{ijl}|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$.

γ	n	m	<i>EDD</i>	<i>SPT</i>	<i>LPT</i>	<i>MST</i>
T_{max}	50	8	164,88	241,76	241,48	162,74
T_{max}	50	12	108,40	165,40	151,34	106,12
T_{max}	100	8	304,76	488,78	490,04	302,54
T_{max}	100	12	189,98	315,32	307,74	189,94
E_{max}	50	8	227,70	315,18	310,54	227,14
E_{max}	50	12	141,22	197,10	191,34	141,64
E_{max}	100	8	498,98	690,32	676,12	495,98
E_{max}	100	12	321,38	445,16	441,58	320,22
L_{max}	50	8	164,88	241,76	241,48	162,74
L_{max}	50	12	108,40	165,40	151,34	106,12
L_{max}	100	8	304,76	488,78	490,04	302,54
L_{max}	100	12	189,98	315,32	307,74	189,94
$\sum C_j$	50	8	15036,50	14747,70	15497,00	15102,80
$\sum C_j$	50	12	9971,54	9922,70	10118,00	10012,00
$\sum C_j$	100	8	57897,10	56625,70	59623,90	58186,00
$\sum C_j$	100	12	38245,60	37687,70	38706,60	38373,70
$\sum T_j$	50	8	1518,16	2200,36	2429,94	1553,30
$\sum T_j$	50	12	918,46	1465,90	1454,44	946,12
$\sum T_j$	100	8	5266,86	7934,08	8818,70	5365,84
$\sum T_j$	100	12	3082,34	5000,46	5136,76	3165,32
$\sum E_j$	50	8	3750,66	4721,68	4201,88	3719,44
$\sum E_j$	50	12	2424,26	3020,54	2813,74	2411,48
$\sum E_j$	100	8	16232,80	20171,40	18057,90	16042,90
$\sum E_j$	100	12	10871,50	13347,60	12465,00	10826,40
$\sum U_j$	50	8	18,52	19,94	21,64	18,98
$\sum U_j$	50	12	17,18	19,72	20,82	17,24
$\sum U_j$	100	8	34,62	37,48	41,36	34,74
$\sum U_j$	100	12	33,00	36,98	38,68	33,22
C_{max}	50	8	560,10	569,04	556,48	557,14
C_{max}	50	12	371,04	379,38	364,76	366,68
C_{max}	100	8	1096,42	1106,76	1089,56	1092,96
C_{max}	100	12	717,58	724,40	710,48	716,30
$\sum w_j C_j$	50	8	752049,00	746090,00	769525,00	754936,00
$\sum w_j C_j$	50	12	510643,00	508956,00	515229,00	512859,00
$\sum w_j C_j$	100	8	2909970,00	2837340,00	2993840,00	2924220,00
$\sum w_j C_j$	100	12	1954110,00	1918940,00	1973630,00	1958530,00
$\sum w_j T_j$	50	8	80319,20	110941,00	124526,00	81970,40
$\sum w_j T_j$	50	12	46571,00	75118,50	70161,90	47467,10
$\sum w_j T_j$	100	8	270578,00	410727,00	432927,00	275468,00
$\sum w_j T_j$	100	12	155480,00	254828,00	257931,00	161075,00
$\sum h_j E_j$	50	8	188623,00	238451,00	206838,00	186468,00
$\sum h_j E_j$	50	12	123495,00	158024,00	141480,00	122442,00
$\sum h_j E_j$	100	8	825968,00	1006020,00	914174,00	816064,00
$\sum h_j E_j$	100	12	551492,00	677402,00	639617,00	548783,00

Tabela 120 – Média das regras de despacho (WSPT, WLPT e ERD) para instâncias do problema $R_m|d_j,r_j,w_j,h_j,c_j,S_{ijl}|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$.

γ	n	m	<i>WSPT</i>	<i>WLPT</i>	<i>ERD</i>
T_{max}	50	8	244,60	235,14	226,80
T_{max}	50	12	159,02	156,24	144,92
T_{max}	100	8	479,06	476,50	437,06
T_{max}	100	12	308,70	304,22	276,12
E_{max}	50	8	314,90	314,46	331,22
E_{max}	50	12	196,56	193,82	202,70
E_{max}	100	8	684,70	685,50	718,10
E_{max}	100	12	447,48	445,16	463,86
L_{max}	50	8	244,60	235,14	226,80
L_{max}	50	12	159,02	156,24	144,92
L_{max}	100	8	479,06	476,50	437,06
L_{max}	100	12	308,70	304,22	276,12
$\sum C_j$	50	8	15083,40	15043,40	14035,30
$\sum C_j$	50	12	10013,80	10011,80	9369,10
$\sum C_j$	100	8	57975,60	58075,20	53775,50
$\sum C_j$	100	12	38398,90	38400,00	35334,90
$\sum T_j$	50	8	2333,64	2270,90	1906,00
$\sum T_j$	50	12	1454,60	1451,28	1191,98
$\sum T_j$	100	8	8373,10	8378,64	6642,02
$\sum T_j$	100	12	5153,72	5147,90	3991,52
$\sum E_j$	50	8	4519,20	4496,52	5139,70
$\sum E_j$	50	12	2918,18	2916,86	3300,22
$\sum E_j$	100	8	19260,50	19166,50	21729,60
$\sum E_j$	100	12	12789,60	12782,70	14691,40
$\sum U_j$	50	8	21,02	20,42	18,50
$\sum U_j$	50	12	20,54	20,62	18,68
$\sum U_j$	100	8	40,14	39,78	35,34
$\sum U_j$	100	12	38,38	38,76	33,78
C_{max}	50	8	562,04	555,36	538,90
C_{max}	50	12	372,50	370,02	359,32
C_{max}	100	8	1094,06	1092,12	1053,22
C_{max}	100	12	719,48	715,90	687,56
$\sum w_j C_j$	50	8	752841,00	750416,00	702470,00
$\sum w_j C_j$	50	12	518710,00	510060,00	481243,00
$\sum w_j C_j$	100	8	2900480,00	2899700,00	2702180,00
$\sum w_j C_j$	100	12	1965920,00	1962860,00	1806310,00
$\sum w_j T_j$	50	8	37682,90	116894,00	96440,20
$\sum w_j T_j$	50	12	23551,90	73551,60	59792,70
$\sum w_j T_j$	100	8	126328,00	411289,00	321592,00
$\sum w_j T_j$	100	12	76445,60	256536,00	204382,00
$\sum h_j E_j$	50	8	226902,00	97329,80	255556,00
$\sum h_j E_j$	50	12	150090,00	68348,20	166395,00
$\sum h_j E_j$	100	8	959317,00	415194,00	1076180,00
$\sum h_j E_j$	100	12	645224,00	284660,00	750533,00

Tabela 121 – Média das regras de despacho (EDD, SPT, LPT e MST) para instâncias do problema $FF_k|d_j,r_j,w_j,h_j,c_j,S_{tjl}|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$.

γ	n	m	EDD	SPT	LPT	MST
T_{max}	50	8	1000,20	1801,08	2246,36	1025,88
T_{max}	50	12	770,94	1967,52	2463,50	824,06
T_{max}	100	8	2649,92	3629,82	4164,02	2700,70
T_{max}	100	12	2740,48	4205,06	4753,62	2798,24
E_{max}	50	8	180,16	695,76	1269,12	149,46
E_{max}	50	12	231,80	1144,62	1824,04	182,88
E_{max}	100	8	85,32	638,22	1293,36	38,42
E_{max}	100	12	102,26	1050,36	1933,58	43,96
L_{max}	50	8	1000,20	1801,08	2246,36	1025,88
L_{max}	50	12	770,94	1967,52	2463,50	824,06
L_{max}	100	8	2649,92	3629,82	4164,02	2700,70
L_{max}	100	12	2740,48	4205,06	4753,62	2798,24
$\sum C_j$	50	8	73677,20	68355,70	86462,30	75824,00
$\sum C_j$	50	12	91823,20	85332,00	104411,00	93844,00
$\sum C_j$	100	8	232654,00	218096	275634,00	240771,00
$\sum C_j$	100	12	292382,00	275675,00	330983,00	299952,00
$\sum T_j$	50	8	25165,60	24830,50	43039,10	27051,50
$\sum T_j$	50	12	19236,70	23064,10	40945,10	20931,20
$\sum T_j$	100	8	133401,00	125493,00	184542,00	141326,00
$\sum T_j$	100	12	144086,00	138505	195960,00	151481,00
$\sum E_j$	50	8	1932,34	6918,82	7020,80	1671,36
$\sum E_j$	50	12	2057,76	12376,30	11178,70	1731,38
$\sum E_j$	100	8	334,04	6984,96	8496,04	142,76
$\sum E_j$	100	12	477,72	11603,40	13750,20	302,68
$\sum U_j$	50	8	38,36	30,76	36,54	39,98
$\sum U_j$	50	12	37,72	27,62	34,50	39,54
$\sum U_j$	100	8	93,86	77,22	84,04	96,52
$\sum U_j$	100	12	94,12	75,50	81,72	95,90
C_{max}	50	8	2695,30	2678,94	2674,82	2708,24
C_{max}	50	12	3171,56	3152,38	3154,22	3180,96
C_{max}	100	8	4515,28	4516,04	4517,96	4555,60
C_{max}	100	12	5420,56	5409,26	5379,56	5447,70
$\sum w_j C_j$	50	8	368898,00	346541,00	434164,00	379292,00
$\sum w_j C_j$	50	12	467007,00	432466,00	526940,00	477225,00
$\sum w_j C_j$	100	8	1140490,00	1071690,00	1360470,00	1179950,00
$\sum w_j C_j$	100	12	1475030,00	1395130,00	1652850,00	1511050,00
$\sum w_j T_j$	50	8	125670,00	123650,00	215042,00	134764,00
$\sum w_j T_j$	50	12	96097,20	115186,00	201380,00	104929,00
$\sum w_j T_j$	100	8	668327,00	636458,00	914387,00	706694,00
$\sum w_j T_j$	100	12	715374,00	681657,00	981222,00	752854,00
$\sum h_j E_j$	50	8	9517,92	34579,70	35167,10	8326,82
$\sum h_j E_j$	50	12	10494,70	62874,80	58065,10	8935,40
$\sum h_j E_j$	100	8	1591,72	35094,60	40902,20	713,48
$\sum h_j E_j$	100	12	2347,46	57209,00	69174,50	1451,40

Tabela 122 – Média das regras de despacho (WSPT, WLPT e ERD) para instâncias do problema $FF_k|d_j,r_j,w_j,h_j,c_j,S_{tjl}|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$.

γ	n	m	WSPT	WLPT	ERD
T_{max}	50	8	1955,80	2184,46	2037,36
T_{max}	50	12	2205,76	2356,24	2231,82
T_{max}	100	8	3735,76	4084,52	3901,20
T_{max}	100	12	4434,62	4714,58	4551,24
E_{max}	50	8	906,62	1078,62	1101,58
E_{max}	50	12	1463,46	1547,54	1593,62
E_{max}	100	8	835,66	1146,38	1109,62
E_{max}	100	12	1288,48	1596,20	1590,60
L_{max}	50	8	1955,80	2184,46	2037,36
L_{max}	50	12	2205,76	2356,24	2231,82
L_{max}	100	8	3735,76	4084,52	3901,20
L_{max}	100	12	4434,62	4714,58	4551,24
$\sum C_j$	50	8	73313,70	81549,50	76772,90
$\sum C_j$	50	12	91776,40	98894,40	95744,70
$\sum C_j$	100	8	236123,00	258004,00	246918,00
$\sum C_j$	100	12	292682,00	315795,00	304642,00
$\sum T_j$	50	8	29985,80	37715,10	33538,30
$\sum T_j$	50	12	29313,40	35165,90	32322,10
$\sum T_j$	100	8	144320,00	166025,00	154964,00
$\sum T_j$	100	12	156949,00	179352,00	168434,00
$\sum E_j$	50	8	7116,02	6609,50	7209,28
$\sum E_j$	50	12	12181,10	10915,70	11221,60
$\sum E_j$	100	8	7783,66	7608,70	7633,58
$\sum E_j$	100	12	13041,50	12330,50	12565,90
$\sum U_j$	50	8	32,72	35,64	33,84
$\sum U_j$	50	12	29,88	32,50	32,06
$\sum U_j$	100	8	78,96	83,52	81,90
$\sum U_j$	100	12	76,54	80,56	79,52
C_{max}	50	8	2666,08	2674,22	2671,02
C_{max}	50	12	3158,40	3161,96	3167,00
C_{max}	100	8	4515,48	4496,10	4520,38
C_{max}	100	12	5423,28	5389,76	5395,34
$\sum w_j C_j$	50	8	370905,00	406260,00	385936,00
$\sum w_j C_j$	50	12	465749,00	500032,00	482101,00
$\sum w_j C_j$	100	8	1165460,00	1275520,00	1219510,00
$\sum w_j C_j$	100	12	1464630,00	1582310,00	1538010,00
$\sum w_j T_j$	50	8	86695,20	182627,00	167009,00
$\sum w_j T_j$	50	12	82222,40	176360,00	158734,00
$\sum w_j T_j$	100	8	454961,00	833311,00	778393,00
$\sum w_j T_j$	100	12	475629,00	891723,00	835653,00
$\sum h_j E_j$	50	8	34603,70	17439,80	36044,40
$\sum h_j E_j$	50	12	62637,50	30627,90	56838,00
$\sum h_j E_j$	100	8	39521,70	14323,90	38141,70
$\sum h_j E_j$	100	12	65938,10	24076,20	62309,10

APÊNDICE C – PONTOS DE REFERÊNCIA

C.1 PROBLEMA TESTE

Tabela 123 – Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $1|d_j|\gamma_1\dots\gamma_7$ (instância teste).

γ	n	PR
T_{max}, E_{max}	50	[233, 967]
$T_{max}, \sum C_j$	50	[233, 6925]
$T_{max}, \sum E_j$	50	[233, 19372]
$T_{max}, \sum U_j$	50	[233, 12]
$E_{max}, \sum C_j$	50	[967, 7070]
$E_{max}, \sum T_j$	50	[967, 1021]
$E_{max}, \sum E_j$	50	[967, 19372]
$E_{max}, \sum U_j$	50	[967, 12]
$L_{max}, \sum C_j$	50	[233, 6925]
$\sum C_j, \sum T_j$	50	[6925, 1021]
$\sum C_j, \sum E_j$	50	[8229, 20343]
$\sum C_j, \sum U_j$	50	[6984, 12]
$\sum T_j, \sum E_j$	50	[1077, 19372]
$\sum E_j, \sum U_j$	50	[19372, 13]

C.2 MÁQUINA ÚNICA

Tabela 124 – Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $1|d_j|\gamma_1\dots\gamma_7$.

γ	n	PR
T_{mx}, E_{mx}	50	[302, 990]
$T_{mx}, \sum C_j$	50	[302, 8956]
$T_{mx}, \sum E_j$	50	[302, 23340]
$T_{mx}, \sum U_j$	50	[302, 18]
$E_{mx}, \sum C_j$	50	[990, 8956]
$E_{mx}, \sum T_j$	50	[990, 2025]
$E_{mx}, \sum E_j$	50	[990, 23340]
$E_{mx}, \sum U_j$	50	[990, 18]
$L_{mx}, \sum C_j$	50	[302, 8956]
$\sum C_j, \sum T_j$	50	[8956, 2025]
$\sum C_j, \sum E_j$	50	[9993, 24219]
$\sum C_j, \sum U_j$	50	[8956, 18]
$\sum T_j, \sum E_j$	50	[2138, 23340]
$\sum E_j, \sum U_j$	50	[23340, 19]

C.3 MÁQUINAS PARALELAS IDÊNTICAS

Tabela 125 – Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $P_m|d_j|\gamma_1\dots\gamma_8$.

γ	n	m	PR
T_{max}, E_{max}	50	8	[175, 100]
T_{max}, E_{max}	50	12	[111, 100]
T_{max}, E_{max}	100	8	[355, 100]
T_{max}, E_{max}	100	12	[230, 100]
$T_{max}, \sum C_j$	50	8	[175, 5938]
$T_{max}, \sum C_j$	50	12	[111, 4181]
$T_{max}, \sum C_j$	100	8	[355, 20952]
$T_{max}, \sum C_j$	100	12	[230, 14323]
$T_{max}, \sum T_j$	50	8	[175, 2592]
$T_{max}, \sum T_j$	50	12	[111, 1250]
$T_{max}, \sum T_j$	100	8	[355, 14121]
$T_{max}, \sum T_j$	100	12	[230, 7920]
$T_{max}, \sum E_j$	50	8	[175, 1493]
$T_{max}, \sum E_j$	50	12	[111, 1871]
$T_{max}, \sum E_j$	100	8	[355, 1687]
$T_{max}, \sum E_j$	100	12	[230, 2136]
$T_{max}, \sum U_j$	50	8	[175, 42]
$T_{max}, \sum U_j$	50	12	[111, 38]
$T_{max}, \sum U_j$	100	8	[355, 92]
$T_{max}, \sum U_j$	100	12	[230, 88]
T_{max}, C_{max}	50	8	[178, 223]
T_{max}, C_{max}	50	12	[117, 162]
T_{max}, C_{max}	100	8	[357, 398]
T_{max}, C_{max}	100	12	[237, 279]
$E_{max}, \sum C_j$	50	8	[100, 5938]
$E_{max}, \sum C_j$	50	12	[100, 4181]
$E_{max}, \sum C_j$	100	8	[100, 20952]
$E_{max}, \sum C_j$	100	12	[100, 14323]
$E_{max}, \sum T_j$	50	8	[100, 2592]
$E_{max}, \sum T_j$	50	12	[100, 1250]
$E_{max}, \sum T_j$	100	8	[100, 14173]
$E_{max}, \sum T_j$	100	12	[100, 7920]
$E_{max}, \sum E_j$	50	8	[100, 1493]
$E_{max}, \sum E_j$	50	12	[100, 1871]
$E_{max}, \sum E_j$	100	8	[100, 1638]
$E_{max}, \sum E_j$	100	12	[100, 2170]
$E_{max}, \sum U_j$	50	8	[100, 42]
$E_{max}, \sum U_j$	50	12	[100, 38]
$E_{max}, \sum U_j$	100	8	[100, 92]
$E_{max}, \sum U_j$	100	12	[100, 88]

Tabela 126 – Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $P_m|d_j|\gamma_1\dots\gamma_8$. Continuação 1.

γ	n	m	PR
E_{max}, C_{max}	50	8	[100, 223]
E_{max}, C_{max}	50	12	[100, 162]
E_{max}, C_{max}	100	8	[100, 399]
E_{max}, C_{max}	100	12	[100, 281]
$\Sigma C_j, \Sigma T_j$	50	8	[5938, 2592]
$\Sigma C_j, \Sigma T_j$	50	12	[4181, 1250]
$\Sigma C_j, \Sigma T_j$	100	8	[20952, 14121]
$\Sigma C_j, \Sigma T_j$	100	12	[14323, 7920]
$\Sigma C_j, \Sigma E_j$	50	8	[5938, 1666]
$\Sigma C_j, \Sigma E_j$	50	12	[4215, 2062]
$\Sigma C_j, \Sigma E_j$	100	8	[20952, 2079]
$\Sigma C_j, \Sigma E_j$	100	12	[14323, 2602]
$\Sigma C_j, C_{max}$	50	8	[6525, 225]
$\Sigma C_j, C_{max}$	50	12	[4563, 164]
$\Sigma C_j, C_{max}$	100	8	[27427, 493]
$\Sigma C_j, C_{max}$	100	12	[16715, 283]
$\Sigma T_j, \Sigma E_j$	50	8	[2592, 1493]
$\Sigma T_j, \Sigma E_j$	50	12	[1250, 1871]
$\Sigma T_j, \Sigma E_j$	100	8	[24256, 1498]
$\Sigma T_j, \Sigma E_j$	100	12	[7920, 2023]
$\Sigma T_j, C_{max}$	50	8	[3249, 223]
$\Sigma T_j, C_{max}$	50	12	[1628, 162]
$\Sigma T_j, C_{max}$	100	8	[17666, 399]
$\Sigma T_j, C_{max}$	100	12	[10163, 279]
$\Sigma E_j, \Sigma U_j$	50	8	[1692, 42]
$\Sigma E_j, \Sigma U_j$	50	12	[1998, 38]
$\Sigma E_j, \Sigma U_j$	100	8	[2223, 92]
$\Sigma E_j, \Sigma U_j$	100	12	[2710, 88]
$\Sigma E_j, C_{max}$	50	8	[1493, 223]
$\Sigma E_j, C_{max}$	50	12	[1871, 162]
$\Sigma E_j, C_{max}$	100	8	[1589, 398]
$\Sigma E_j, C_{max}$	100	12	[2113, 280]
$\Sigma U_j, C_{max}$	50	8	[42, 223]
$\Sigma U_j, C_{max}$	50	12	[37, 162]
$\Sigma U_j, C_{max}$	100	8	[92, 398]
$\Sigma U_j, C_{max}$	100	12	[88, 279]

C.4 MÁQUINAS PARALELAS IDÊNTICAS COM *RELEASE TIME*Tabela 127 – Ponto de referência (*PR*) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $P_m|d_j, R_j, w_j, h_j, c_j|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$.

γ	n	m	<i>PR</i>
T_{max}, E_{max}	50	8	[383, 98]
T_{max}, E_{max}	50	12	[265, 98]
T_{max}, E_{max}	100	8	[746, 96]
T_{max}, E_{max}	100	12	[499, 96]
$T_{max}, \sum C_j$	50	8	[383, 11614]
$T_{max}, \sum C_j$	50	12	[265, 8164]
$T_{max}, \sum C_j$	100	8	[746, 42662]
$T_{max}, \sum C_j$	100	12	[499, 29184]
$T_{max}, \sum T_j$	50	8	[383, 8100]
$T_{max}, \sum T_j$	50	12	[265, 4783]
$T_{max}, \sum T_j$	100	8	[746, 34978]
$T_{max}, \sum T_j$	100	12	[499, 21681]
$T_{max}, \sum E_j$	50	8	[383, 792]
$T_{max}, \sum E_j$	50	12	[265, 1067]
$T_{max}, \sum E_j$	100	8	[746, 967]
$T_{max}, \sum E_j$	100	12	[499, 1085]
$T_{max}, \sum U_j$	50	8	[383, 50]
$T_{max}, \sum U_j$	50	12	[265, 50]
$T_{max}, \sum U_j$	100	8	[746, 100]
$T_{max}, \sum U_j$	100	12	[499, 100]
T_{max}, C_{max}	50	8	[383, 444]
T_{max}, C_{max}	50	12	[265, 322]
T_{max}, C_{max}	100	8	[746, 808]
T_{max}, C_{max}	100	12	[499, 558]
$T_{max}, \sum w_j C_j$	50	8	[383, 665590]
$T_{max}, \sum w_j C_j$	50	12	[265, 471014]
$T_{max}, \sum w_j C_j$	100	8	[746, 2266704]
$T_{max}, \sum w_j C_j$	100	12	[499, 1548250]
$T_{max}, \sum w_j T_j$	50	8	[383, 504303]
$T_{max}, \sum w_j T_j$	50	12	[265, 293542]
$T_{max}, \sum w_j T_j$	100	8	[746, 2015965]
$T_{max}, \sum w_j T_j$	100	12	[502, 1248757]
$T_{max}, \sum h_j E_j$	50	8	[383, 45155]
$T_{max}, \sum h_j E_j$	50	12	[265, 57251]
$T_{max}, \sum h_j E_j$	100	8	[746, 47235]
$T_{max}, \sum h_j E_j$	100	12	[499, 62550]
$E_{max}, \sum C_j$	50	8	[98, 11614]
$E_{max}, \sum C_j$	50	12	[98, 8164]
$E_{max}, \sum C_j$	100	8	[96, 42662]
$E_{max}, \sum C_j$	100	12	[96, 29184]

Tabela 128 – Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $P_m|d_j, R_j, w_j, h_j, c_j|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$. Continuação 1.

γ	n	m	PR
$E_{max}, \sum T_j$	50	8	[98, 8100]
$E_{max}, \sum T_j$	50	12	[98, 4783]
$E_{max}, \sum T_j$	100	8	[96, 34978]
$E_{max}, \sum T_j$	100	12	[96, 21681]
$E_{max}, \sum E_j$	50	8	[98, 792]
$E_{max}, \sum E_j$	50	12	[98, 993]
$E_{max}, \sum E_j$	100	8	[96, 838]
$E_{max}, \sum E_j$	100	12	[96, 1085]
$E_{max}, \sum U_j$	50	8	[98, 50]
$E_{max}, \sum U_j$	50	12	[98, 50]
$E_{max}, \sum U_j$	100	8	[96, 100]
$E_{max}, \sum U_j$	100	12	[96, 100]
E_{max}, C_{max}	50	8	[98, 444]
E_{max}, C_{max}	50	12	[98, 322]
E_{max}, C_{max}	100	8	[96, 808]
E_{max}, C_{max}	100	12	[96, 570]
$E_{max}, \sum w_j C_j$	50	8	[98, 665590]
$E_{max}, \sum w_j C_j$	50	12	[98, 471014]
$E_{max}, \sum w_j C_j$	100	8	[96, 2275606]
$E_{max}, \sum w_j C_j$	100	12	[96, 1556268]
$E_{max}, \sum w_j T_j$	50	8	[98, 504303]
$E_{max}, \sum w_j T_j$	50	12	[98, 293542]
$E_{max}, \sum w_j T_j$	100	8	[96, 2015965]
$E_{max}, \sum w_j T_j$	100	12	[96, 1248757]
$E_{max}, \sum h_j E_j$	50	8	[98, 45155]
$E_{max}, \sum h_j E_j$	50	12	[98, 57251]
$E_{max}, \sum h_j E_j$	100	8	[96, 47235]
$E_{max}, \sum h_j E_j$	100	12	[96, 58666]
$\sum C_j, \sum T_j$	50	8	[11614, 8100]
$\sum C_j, \sum T_j$	50	12	[8164, 4783]
$\sum C_j, \sum T_j$	100	8	[42662, 34978]
$\sum C_j, \sum T_j$	100	12	[29184, 21681]
$\sum C_j, \sum E_j$	50	8	[38573, 49476]
$\sum C_j, \sum E_j$	50	12	[8164, 58364]
$\sum C_j, \sum E_j$	100	8	[52324, 69903]
$\sum C_j, \sum E_j$	100	12	[89481, 83414]
$\sum C_j, \sum U_j$	50	8	[11614, 50]
$\sum C_j, \sum U_j$	50	12	[8164, 47]
$\sum C_j, \sum U_j$	100	8	[42662, 99]
$\sum C_j, \sum U_j$	100	12	[29184, 97]

Tabela 129 – Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $P_m|d_j, R_j, w_j, h_j, c_j|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$. Continuação 2.

γ	n	m	PR
$\sum C_j, C_{max}$	50	8	[13092, 448]
$\sum C_j, C_{max}$	50	12	[9146, 326]
$\sum C_j, C_{max}$	100	8	[49496, 814]
$\sum C_j, C_{max}$	100	12	[33902, 572]
$\sum C_j, \sum h_j E_j$	50	8	[11614, 49476]
$\sum C_j, \sum h_j E_j$	50	12	[8164, 59189]
$\sum C_j, \sum h_j E_j$	100	8	[42662, 71837]
$\sum C_j, \sum h_j E_j$	100	12	[29200, 84503]
$\sum T_j, \sum E_j$	50	8	[8100, 969]
$\sum T_j, \sum E_j$	50	12	[4783, 1155]
$\sum T_j, \sum E_j$	100	8	[34978, 1329]
$\sum T_j, \sum E_j$	100	12	[21681, 1569]
$\sum T_j, \sum U_j$	50	8	[8100, 50]
$\sum T_j, \sum U_j$	50	12	[4783, 47]
$\sum T_j, \sum U_j$	100	8	[34978, 99]
$\sum T_j, \sum U_j$	100	12	[21681, 97]
$\sum T_j, C_{max}$	50	8	[9568, 446]
$\sum T_j, C_{max}$	50	12	[5693, 326]
$\sum T_j, C_{max}$	100	8	[41810, 808]
$\sum T_j, C_{max}$	100	12	[26263, 565]
$\sum T_j, \sum h_j E_j$	50	8	[8100, 48286]
$\sum T_j, \sum h_j E_j$	50	12	[4783, 58364]
$\sum T_j, \sum h_j E_j$	100	8	[34978, 70704]
$\sum T_j, \sum h_j E_j$	100	12	[21681, 81937]
$\sum E_j, \sum U_j$	50	8	[971, 50]
$\sum E_j, \sum U_j$	50	12	[1152, 50]
$\sum E_j, \sum U_j$	100	8	[1330, 100]
$\sum E_j, \sum U_j$	100	12	[1589, 100]
$\sum E_j, C_{max}$	50	8	[792, 444]
$\sum E_j, C_{max}$	50	12	[993, 322]
$\sum E_j, C_{max}$	100	8	[969, 808]
$\sum E_j, C_{max}$	100	12	[1085, 566]
$\sum E_j, \sum w_j C_j$	50	8	[996, 665590]
$\sum E_j, \sum w_j C_j$	50	12	[1189, 471014]
$\sum E_j, \sum w_j C_j$	100	8	[1355, 2275606]
$\sum E_j, \sum w_j C_j$	100	12	[1602, 1556268]
$\sum E_j, \sum w_j T_j$	50	8	[917, 506168]
$\sum E_j, \sum w_j T_j$	50	12	[1096, 293542]
$\sum E_j, \sum w_j T_j$	100	8	[1236, 2015965]
$\sum E_j, \sum w_j T_j$	100	12	[1557, 1248757]

Tabela 130 – Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $P_m|d_j, R_j, w_j, h_j, c_j|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$. Continuação 3.

γ	n	m	PR
$\sum U_j, C_{max}$	50	8	[50, 448]
$\sum U_j, C_{max}$	50	12	[48, 328]
$\sum U_j, C_{max}$	100	8	[100, 810]
$\sum U_j, C_{max}$	100	12	[99, 565]
$\sum U_j, \sum w_j C_j$	50	8	[50, 665590]
$\sum U_j, \sum w_j C_j$	50	12	[47, 471014]
$\sum U_j, \sum w_j C_j$	100	8	[99, 2266704]
$\sum U_j, \sum w_j C_j$	100	12	[97, 1548250]
$\sum U_j, \sum w_j T_j$	50	8	[50, 504303]
$\sum U_j, \sum w_j T_j$	50	12	[47, 293542]
$\sum U_j, \sum w_j T_j$	100	8	[99, 2015965]
$\sum U_j, \sum w_j T_j$	100	12	[97, 1248757]
$\sum U_j, \sum h_j E_j$	50	8	[50, 49476]
$\sum U_j, \sum h_j E_j$	50	12	[50, 58180]
$\sum U_j, \sum h_j E_j$	100	8	[100, 70882]
$\sum U_j, \sum h_j E_j$	100	12	[100, 83843]
$C_{max}, \sum w_j C_j$	50	8	[445, 716640]
$C_{max}, \sum w_j C_j$	50	12	[328, 508328]
$C_{max}, \sum w_j C_j$	100	8	[806, 2576722]
$C_{max}, \sum w_j C_j$	100	12	[563, 1773048]
$C_{max}, \sum w_j T_j$	50	8	[444, 579192]
$C_{max}, \sum w_j T_j$	50	12	[322, 344855]
$C_{max}, \sum w_j T_j$	100	8	[802, 2341272]
$C_{max}, \sum w_j T_j$	100	12	[558, 1471179]
$C_{max}, \sum h_j E_j$	50	8	[444, 45155]
$C_{max}, \sum h_j E_j$	50	12	[324, 57251]
$C_{max}, \sum h_j E_j$	100	8	[802, 47235]
$C_{max}, \sum h_j E_j$	100	12	[564, 62550]
$\sum w_j C_j, \sum w_j T_j$	50	8	[665590, 504303]
$\sum w_j C_j, \sum w_j T_j$	50	12	[469800, 293542]
$\sum w_j C_j, \sum w_j T_j$	100	8	[2266704, 2015965]
$\sum w_j C_j, \sum w_j T_j$	100	12	[1556268, 1248757]
$\sum w_j C_j, \sum h_j E_j$	50	8	[665590, 49005]
$\sum w_j C_j, \sum h_j E_j$	50	12	[469800, 59660]
$\sum w_j C_j, \sum h_j E_j$	100	8	[2275606, 71856]
$\sum w_j C_j, \sum h_j E_j$	100	12	[1556268, 84446]
$\sum w_j T_j, \sum h_j E_j$	50	8	[506300, 46372]
$\sum w_j T_j, \sum h_j E_j$	50	12	[295443, 57251]
$\sum w_j T_j, \sum h_j E_j$	100	8	[2015965, 65543]
$\sum w_j T_j, \sum h_j E_j$	100	12	[1248757, 84686]

C.5 MÁQUINAS PARALELAS NÃO RELACIONADAS

Tabela 131 – Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $R_m|d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{ij}| \gamma_1 \dots \gamma_{11}$.

γ	n	m	PR
T_{max}, E_{max}	50	8	[335, 346]
T_{max}, E_{max}	50	12	[223, 214]
T_{max}, E_{max}	100	8	[625, 740]
T_{max}, E_{max}	100	12	[405, 481]
$T_{max}, \sum C_j$	50	8	[335, 16875]
$T_{max}, \sum C_j$	50	12	[223, 11144]
$T_{max}, \sum C_j$	100	8	[625, 64298]
$T_{max}, \sum C_j$	100	12	[405, 41316]
$T_{max}, \sum T_j$	50	8	[335, 3591]
$T_{max}, \sum T_j$	50	12	[223, 2199]
$T_{max}, \sum T_j$	100	8	[625, 12004]
$T_{max}, \sum T_j$	100	12	[405, 7293]
$T_{max}, \sum E_j$	50	8	[345, 5723]
$T_{max}, \sum E_j$	50	12	[230, 3697]
$T_{max}, \sum E_j$	100	8	[645, 22670]
$T_{max}, \sum E_j$	100	12	[406, 15272]
$T_{max}, \sum U_j$	50	8	[335, 29]
$T_{max}, \sum U_j$	50	12	[223, 28]
$T_{max}, \sum U_j$	100	8	[625, 53]
$T_{max}, \sum U_j$	100	12	[405, 53]
T_{max}, C_{max}	50	8	[335, 628]
T_{max}, C_{max}	50	12	[223, 421]
T_{max}, C_{max}	100	8	[625, 1189]
T_{max}, C_{max}	100	12	[405, 779]
$T_{max}, \sum w_j C_j$	50	8	[335, 1044421]
$T_{max}, \sum w_j C_j$	50	12	[223, 703609]
$T_{max}, \sum w_j C_j$	100	8	[625, 3659273]
$T_{max}, \sum w_j C_j$	100	12	[405, 2414816]
$T_{max}, \sum w_j T_j$	50	8	[335, 249132]
$T_{max}, \sum w_j T_j$	50	12	[223, 147553]
$T_{max}, \sum w_j T_j$	100	8	[625, 686413]
$T_{max}, \sum w_j T_j$	100	12	[405, 425174]
$T_{max}, \sum h_j E_j$	50	8	[360, 366780]
$T_{max}, \sum h_j E_j$	50	12	[237, 242495]
$T_{max}, \sum h_j E_j$	100	8	[656, 1324799]
$T_{max}, \sum h_j E_j$	100	12	[421, 941767]
$E_{max}, \sum C_j$	50	8	[346, 16999]
$E_{max}, \sum C_j$	50	12	[214, 11169]
$E_{max}, \sum C_j$	100	8	[740, 64411]
$E_{max}, \sum C_j$	100	12	[481, 41468]

Tabela 132 – Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $R_m|d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{ijl}|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$. Continuação 1.

γ	n	m	PR
$E_{max}, \sum T_j$	50	8	[346, 3591]
$E_{max}, \sum T_j$	50	12	[214, 2214]
$E_{max}, \sum T_j$	100	8	[740, 12004]
$E_{max}, \sum T_j$	100	12	[481, 7293]
$E_{max}, \sum E_j$	50	8	[346, 5723]
$E_{max}, \sum E_j$	50	12	[214, 3697]
$E_{max}, \sum E_j$	100	8	[740, 22670]
$E_{max}, \sum E_j$	100	12	[481, 15272]
$E_{max}, \sum U_j$	50	8	[346, 29]
$E_{max}, \sum U_j$	50	12	[214, 28]
$E_{max}, \sum U_j$	100	8	[740, 56]
$E_{max}, \sum U_j$	100	12	[48155]
E_{max}, C_{max}	50	8	[346, 634]
E_{max}, C_{max}	50	12	[214, 421]
E_{max}, C_{max}	100	8	[740, 1189]
E_{max}, C_{max}	100	12	[481, 782]
$E_{max}, \sum w_j C_j$	50	8	[346, 1044421]
$E_{max}, \sum w_j C_j$	50	12	[214, 703609]
$E_{max}, \sum w_j C_j$	100	8	[740, 3659273]
$E_{max}, \sum w_j C_j$	100	12	[481, 2414816]
$E_{max}, \sum w_j T_j$	50	8	[346, 249132]
$E_{max}, \sum w_j T_j$	50	12	[214, 147553]
$E_{max}, \sum w_j T_j$	100	8	[740, 690809]
$E_{max}, \sum w_j T_j$	100	12	[481, 440321]
$E_{max}, \sum h_j E_j$	50	8	[346, 366249]
$E_{max}, \sum h_j E_j$	50	12	[214, 242495]
$E_{max}, \sum h_j E_j$	100	8	[740, 1324799]
$E_{max}, \sum h_j E_j$	100	12	[481, 900629]
$\sum C_j, \sum T_j$	50	8	[16875, 3591]
$\sum C_j, \sum T_j$	50	12	[11144, 2199]
$\sum C_j, \sum T_j$	100	8	[64085, 12004]
$\sum C_j, \sum T_j$	100	12	[413167293]
$\sum C_j, \sum E_j$	50	8	[17680, 6372]
$\sum C_j, \sum E_j$	50	12	[11775, 3972]
$\sum C_j, \sum E_j$	100	8	[66938, 24925]
$\sum C_j, \sum E_j$	100	12	[43199, 16909]
$\sum C_j, \sum h_j E_j$	50	8	[17438, 383432]
$\sum C_j, \sum h_j E_j$	50	12	[11525, 264075]
$\sum C_j, \sum h_j E_j$	100	8	[66189, 1413871]
$\sum C_j, \sum h_j E_j$	100	12	[42775, 974966]

Tabela 133 – Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $R_m|d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{ijl}|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$. Continuação 2.

γ	n	m	PR
$\sum T_j, \sum E_j$	50	8	[3591, 5723]
$\sum T_j, \sum E_j$	50	12	[2199, 3697]
$\sum T_j, \sum E_j$	100	8	[12004, 22997]
$\sum T_j, \sum E_j$	100	12	[7293, 15272]
$\sum T_j, \sum U_j$	50	8	[3591, 28]
$\sum T_j, \sum U_j$	50	12	[2199, 28]
$\sum T_j, \sum U_j$	100	8	[12004, 54]
$\sum T_j, \sum U_j$	100	12	[7293, 52]
$\sum T_j, C_{max}$	50	8	[3591, 628]
$\sum T_j, C_{max}$	50	12	[2199, 421]
$\sum T_j, C_{max}$	100	8	[12004, 1189]
$\sum T_j, C_{max}$	100	12	[7293777]
$\sum T_j, \sum w_j C_j$	50	8	[3591, 1044421]
$\sum T_j, \sum w_j C_j$	50	12	[2199, 703609]
$\sum T_j, \sum w_j C_j$	100	8	[12004, 3659273]
$\sum T_j, \sum w_j C_j$	100	12	[7293, 2414816]
$\sum T_j, \sum h_j E_j$	50	8	[4104, 360072]
$\sum T_j, \sum h_j E_j$	50	12	[2601, 242495]
$\sum T_j, \sum h_j E_j$	100	8	[14960, 1324799]
$\sum T_j, \sum h_j E_j$	100	12	[8906, 941767]
$\sum E_j, \sum U_j$	50	8	[5752, 32]
$\sum E_j, \sum U_j$	50	12	[3697, 29]
$\sum E_j, \sum U_j$	100	8	[22742, 59]
$\sum E_j, \sum U_j$	100	12	[15345, 56]
$\sum E_j, C_{max}$	50	8	[6257, 655]
$\sum E_j, C_{max}$	50	12	[3846, 427]
$\sum E_j, C_{max}$	100	8	[24384, 1226]
$\sum E_j, C_{max}$	100	12	[16556, 798]
$\sum E_j, \sum w_j C_j$	50	8	[6416, 1106460]
$\sum E_j, \sum w_j C_j$	50	12	[3918, 703609]
$\sum E_j, \sum w_j C_j$	100	8	[24646, 3794728]
$\sum E_j, \sum w_j C_j$	100	12	[168192466945]
$\sum E_j, \sum w_j T_j$	50	8	[5860, 228616]
$\sum E_j, \sum w_j T_j$	50	12	[3645, 148407]
$\sum E_j, \sum w_j T_j$	100	8	[23548, 716045]
$\sum E_j, \sum w_j T_j$	100	12	[15576, 461152]
$\sum E_j, \sum h_j E_j$	50	8	[5723, 365140]
$\sum E_j, \sum h_j E_j$	50	12	[3697, 242495]
$\sum E_j, \sum h_j E_j$	100	8	[22742, 1324799]
$\sum E_j, \sum h_j E_j$	100	12	[15272, 941767]

Tabela 134 – Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $R_m|d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{ijl}|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$. Continuação 3.

γ	n	m	PR
$\sum U_j, C_{max}$	50	8	[28, 655]
$\sum U_j, C_{max}$	50	12	[28, 427]
$\sum U_j, C_{max}$	100	8	[53, 1189]
$\sum U_j, C_{max}$	100	12	[53, 800]
$\sum U_j, \sum w_j C_j$	50	8	[28, 1044421]
$\sum U_j, \sum w_j C_j$	50	12	[28, 661506]
$\sum U_j, \sum w_j C_j$	100	8	[56, 3354523]
$\sum U_j, \sum w_j C_j$	100	12	[55, 2466945]
$\sum U_j, \sum w_j T_j$	50	8	[28, 249132]
$\sum U_j, \sum w_j T_j$	50	12	[28, 147553]
$\sum U_j, \sum w_j T_j$	100	8	[53, 686413]
$\sum U_j, \sum w_j T_j$	100	12	[53440321]
$\sum U_j, \sum h_j E_j$	50	8	[31, 371539]
$\sum U_j, \sum h_j E_j$	50	12	[30, 233652]
$\sum U_j, \sum h_j E_j$	100	8	[58, 1337610]
$\sum U_j, \sum h_j E_j$	100	12	[56, 903867]
$C_{max}, \sum w_j C_j$	50	8	[628, 1044421]
$C_{max}, \sum w_j C_j$	50	12	[421, 703609]
$C_{max}, \sum w_j C_j$	100	8	[1189, 3659273]
$C_{max}, \sum w_j C_j$	100	12	[777, 2414816]
$C_{max}, \sum w_j T_j$	50	8	[631, 249132]
$C_{max}, \sum w_j T_j$	50	12	[421, 147553]
$C_{max}, \sum w_j T_j$	100	8	[1189, 686413]
$C_{max}, \sum w_j T_j$	100	12	[777, 425174]
$C_{max}, \sum h_j E_j$	50	8	[647, 365140]
$C_{max}, \sum h_j E_j$	50	12	[427, 246533]
$C_{max}, \sum h_j E_j$	100	8	[1235, 1357661]
$C_{max}, \sum h_j E_j$	100	12	[800, 956226]
$\sum w_j C_j, \sum w_j T_j$	50	8	[1044421, 249132]
$\sum w_j C_j, \sum w_j T_j$	50	12	[703609, 147553]
$\sum w_j C_j, \sum w_j T_j$	100	8	[3659273, 686413]
$\sum w_j C_j, \sum w_j T_j$	100	12	[2414816425174]
$\sum w_j C_j, \sum h_j E_j$	50	8	[1044421, 372702]
$\sum w_j C_j, \sum h_j E_j$	50	12	[703609, 245962]
$\sum w_j C_j, \sum h_j E_j$	100	8	[3793953, 1401264]
$\sum w_j C_j, \sum h_j E_j$	100	12	[2429040, 988054]
$\sum w_j T_j, \sum h_j E_j$	50	8	[249132, 368897]
$\sum w_j T_j, \sum h_j E_j$	50	12	[147553, 244425]
$\sum w_j T_j, \sum h_j E_j$	100	8	[728909, 1416459]
$\sum w_j T_j, \sum h_j E_j$	100	12	[481747, 968751]

C.6 FLOW SHOP FLEXÍVEL

Tabela 135 – Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $FF_k|d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{tjl}|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$.

γ	n	m	PR
T_{max}, E_{max}	50	8	[3460, 1803]
T_{max}, E_{max}	50	12	[3784, 2456]
T_{max}, E_{max}	100	8	[6498, 1837]
T_{max}, E_{max}	100	12	[7046, 2716]
$T_{max}, \sum C_j$	50	8	[2982, 103154]
$T_{max}, \sum C_j$	50	12	[3240, 122305]
$T_{max}, \sum C_j$	100	8	[5929, 354228]
$T_{max}, \sum C_j$	100	12	[6033, 387079]
$T_{max}, \sum T_j$	50	8	[2941, 55754]
$T_{max}, \sum T_j$	50	12	[3121, 49686]
$T_{max}, \sum T_j$	100	8	[5932, 259888]
$T_{max}, \sum T_j$	100	12	[6054, 247584]
$T_{max}, \sum E_j$	50	8	[3311, 21240]
$T_{max}, \sum E_j$	50	12	[3503, 23778]
$T_{max}, \sum E_j$	100	8	[6214, 25840]
$T_{max}, \sum E_j$	100	12	[6491, 35303]
$T_{max}, \sum U_j$	50	8	[3135, 50]
$T_{max}, \sum U_j$	50	12	[3473, 50]
$T_{max}, \sum U_j$	100	8	[6003, 100]
$T_{max}, \sum U_j$	100	12	[6412, 100]
T_{max}, C_{max}	50	8	[2997, 3797]
T_{max}, C_{max}	50	12	[3238, 4253]
T_{max}, C_{max}	100	8	[6041, 6770]
T_{max}, C_{max}	100	12	[5980, 7051]
$T_{max}, \sum w_j C_j$	50	8	[2990, 566474]
$T_{max}, \sum w_j C_j$	50	12	[3276, 646591]
$T_{max}, \sum w_j C_j$	100	8	[5967, 1957417]
$T_{max}, \sum w_j C_j$	100	12	[6245, 2181848]
$T_{max}, \sum w_j T_j$	50	8	[3091, 348249]
$T_{max}, \sum w_j T_j$	50	12	[3360, 274235]
$T_{max}, \sum w_j T_j$	100	8	[6008, 1387044]
$T_{max}, \sum w_j T_j$	100	12	[6325, 1282062]
$T_{max}, \sum h_j E_j$	50	8	[3298, 109478]
$T_{max}, \sum h_j E_j$	50	12	[3506, 133987]
$T_{max}, \sum h_j E_j$	100	8	[6158, 139572]
$T_{max}, \sum h_j E_j$	100	12	[6395, 193543]
$E_{max}, \sum C_j$	50	8	[1803, 111152]
$E_{max}, \sum C_j$	50	12	[2452, 128559]
$E_{max}, \sum C_j$	100	8	[1827, 367975]
$E_{max}, \sum C_j$	100	12	[2558, 406613]

Tabela 136 – Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $FF_k|d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{tjl}|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$. Continuação 1.

γ	n	m	PR
$E_{max}, \sum T_j$	50	8	[1755, 63148]
$E_{max}, \sum T_j$	50	12	[2308, 54729]
$E_{max}, \sum T_j$	100	8	[1807, 270391]
$E_{max}, \sum T_j$	100	12	[2335, 257139]
$E_{max}, \sum E_j$	50	8	[1755, 21189]
$E_{max}, \sum E_j$	50	12	[2412, 23615]
$E_{max}, \sum E_j$	100	8	[1827, 21992]
$E_{max}, \sum E_j$	100	12	[2716, 33351]
$E_{max}, \sum U_j$	50	8	[1749, 50]
$E_{max}, \sum U_j$	50	12	[2362, 50]
$E_{max}, \sum U_j$	100	8	[1740, 100]
$E_{max}, \sum U_j$	100	12	[2320100]
E_{max}, C_{max}	50	8	[1803, 3849]
E_{max}, C_{max}	50	12	[2456, 4340]
E_{max}, C_{max}	100	8	[1837, 6693]
E_{max}, C_{max}	100	12	[2715, 7144]
$E_{max}, \sum w_j C_j$	50	8	[1801, 603521]
$E_{max}, \sum w_j C_j$	50	12	[2435, 682862]
$E_{max}, \sum w_j C_j$	100	8	[1816, 2093129]
$E_{max}, \sum w_j C_j$	100	12	[2582, 2259868]
$E_{max}, \sum w_j T_j$	50	8	[1769, 369679]
$E_{max}, \sum w_j T_j$	50	12	[2256, 278270]
$E_{max}, \sum w_j T_j$	100	8	[1834, 1461447]
$E_{max}, \sum w_j T_j$	100	12	[2599, 1382784]
$E_{max}, \sum h_j E_j$	50	8	[1755, 101586]
$E_{max}, \sum h_j E_j$	50	12	[2345, 121885]
$E_{max}, \sum h_j E_j$	100	8	[1827, 120713]
$E_{max}, \sum h_j E_j$	100	12	[2413, 179080]
$\sum C_j, \sum T_j$	50	8	[92102, 46856]
$\sum C_j, \sum T_j$	50	12	[112279, 42058]
$\sum C_j, \sum T_j$	100	8	[318226, 225496]
$\sum C_j, \sum T_j$	100	12	[359314219687]
$\sum C_j, \sum E_j$	50	8	[112032, 22830]
$\sum C_j, \sum E_j$	50	12	[131236, 27071]
$\sum C_j, \sum E_j$	100	8	[367975, 28098]
$\sum C_j, \sum E_j$	100	12	[410903, 40806]
$\sum C_j, \sum U_j$	50	8	[98522, 43]
$\sum C_j, \sum U_j$	50	12	[120066, 40]
$\sum C_j, \sum U_j$	100	8	[353790, 97]
$\sum C_j, \sum U_j$	100	12	[393947, 93]

Tabela 137 – Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $FF_k|d_j,r_j,w_j,h_j,c_j,S_{tjl}|\gamma_1\dots\gamma_{11}$. Continuação 2.

γ	n	m	PR
$\sum C_j, C_{max}$	50	8	[98914, 3667]
$\sum C_j, C_{max}$	50	12	[124975, 4111]
$\sum C_j, C_{max}$	100	8	[356285, 6565]
$\sum C_j, C_{max}$	100	12	[379428, 6889]
$\sum C_j, \sum h_j E_j$	50	8	[113965, 120692]
$\sum C_j, \sum h_j E_j$	50	12	[133305, 150540]
$\sum C_j, \sum h_j E_j$	100	8	[370713, 152442]
$\sum C_j, \sum h_j E_j$	100	12	[414742, 227026]
$\sum T_j, \sum E_j$	50	8	[62714, 20494]
$\sum T_j, \sum E_j$	50	12	[54288, 22840]
$\sum T_j, \sum E_j$	100	8	[269341, 22223]
$\sum T_j, \sum E_j$	100	12	[25633931668]
$\sum T_j, \sum U_j$	50	8	[56491, 47]
$\sum T_j, \sum U_j$	50	12	[56307, 45]
$\sum T_j, \sum U_j$	100	8	[260232, 96]
$\sum T_j, \sum U_j$	100	12	[263062, 94]
$\sum T_j, C_{max}$	50	8	[58149, 3555]
$\sum T_j, C_{max}$	50	12	[50518, 4029]
$\sum T_j, C_{max}$	100	8	[259674, 6542]
$\sum T_j, C_{max}$	100	12	[243621, 6850]
$\sum T_j, \sum h_j E_j$	50	8	[63859, 102512]
$\sum T_j, \sum h_j E_j$	50	12	[53292, 120674]
$\sum T_j, \sum h_j E_j$	100	8	[270925, 110823]
$\sum T_j, \sum h_j E_j$	100	12	[256510, 177778]
$\sum E_j, \sum U_j$	50	8	[21350, 50]
$\sum E_j, \sum U_j$	50	12	[23568, 50]
$\sum E_j, \sum U_j$	100	8	[26121, 100]
$\sum E_j, \sum U_j$	100	12	[36489, 100]
$\sum E_j, C_{max}$	50	8	[22410, 3859]
$\sum E_j, C_{max}$	50	12	[25521, 4259]
$\sum E_j, C_{max}$	100	8	[27591, 6748]
$\sum E_j, C_{max}$	100	12	[386407113]
$\sum E_j, \sum w_j C_j$	50	8	[22949, 627652]
$\sum E_j, \sum w_j C_j$	50	12	[26793, 719007]
$\sum E_j, \sum w_j C_j$	100	8	[27257, 2080848]
$\sum E_j, \sum w_j C_j$	100	12	[40878, 2296203]
$\sum E_j, \sum w_j T_j$	50	8	[21040, 368155]
$\sum E_j, \sum w_j T_j$	50	12	[21345, 290586]
$\sum E_j, \sum w_j T_j$	100	8	[25083, 1435705]
$\sum E_j, \sum w_j T_j$	100	12	[35087, 1380156]

Tabela 138 – Ponto de referência (PR) para cada combinação de objetivos, usado para o cálculo do hipervolume da instância do problema $FF_k|d_j, r_j, w_j, h_j, c_j, S_{tjl}|\gamma_1 \dots \gamma_{11}$. Continuação 3.

γ	n	m	PR
$\sum U_j, C_{max}$	50	8	[46, 3741]
$\sum U_j, C_{max}$	50	12	[43, 4333]
$\sum U_j, C_{max}$	100	8	[97, 6781]
$\sum U_j, C_{max}$	100	12	[95, 7236]
$\sum U_j, \sum w_j C_j$	50	8	[45, 565332]
$\sum U_j, \sum w_j C_j$	50	12	[41, 648898]
$\sum U_j, \sum w_j C_j$	100	8	[96, 1926491]
$\sum U_j, \sum w_j C_j$	100	12	[94, 2140058]
$\sum U_j, \sum w_j T_j$	50	8	[48, 339180]
$\sum U_j, \sum w_j T_j$	50	12	[44, 270333]
$\sum U_j, \sum w_j T_j$	100	8	[97, 1405978]
$\sum U_j, \sum w_j T_j$	100	12	[941340553]
$\sum U_j, \sum h_j E_j$	50	8	[50, 105848]
$\sum U_j, \sum h_j E_j$	50	12	[50, 131934]
$\sum U_j, \sum h_j E_j$	100	8	[100, 151349]
$\sum U_j, \sum h_j E_j$	100	12	[100, 203156]
$C_{max}, \sum w_j C_j$	50	8	[3746, 564731]
$C_{max}, \sum w_j C_j$	50	12	[4168, 629540]
$C_{max}, \sum w_j C_j$	100	8	[6609, 1903889]
$C_{max}, \sum w_j C_j$	100	12	[6928, 2128518]
$C_{max}, \sum w_j T_j$	50	8	[3607, 334303]
$C_{max}, \sum w_j T_j$	50	12	[4230, 272650]
$C_{max}, \sum w_j T_j$	100	8	[6549, 1341268]
$C_{max}, \sum w_j T_j$	100	12	[7087, 1313052]
$C_{max}, \sum h_j E_j$	50	8	[3913, 115817]
$C_{max}, \sum h_j E_j$	50	12	[4295, 148076]
$C_{max}, \sum h_j E_j$	100	8	[6756, 146438]
$C_{max}, \sum h_j E_j$	100	12	[7084, 201263]
$\sum w_j C_j, \sum w_j T_j$	50	8	[556466, 307600]
$\sum w_j C_j, \sum w_j T_j$	50	12	[633258, 286304]
$\sum w_j C_j, \sum w_j T_j$	100	8	[1958675, 1253626]
$\sum w_j C_j, \sum w_j T_j$	100	12	[21429631257786]
$\sum w_j C_j, \sum h_j E_j$	50	8	[612278, 118347]
$\sum w_j C_j, \sum h_j E_j$	50	12	[718129, 148930]
$\sum w_j C_j, \sum h_j E_j$	100	8	[2093025, 139709]
$\sum w_j C_j, \sum h_j E_j$	100	12	[2296203, 213252]
$\sum w_j T_j, \sum h_j E_j$	50	8	[376544, 107081]
$\sum w_j T_j, \sum h_j E_j$	50	12	[286714, 128729]
$\sum w_j T_j, \sum h_j E_j$	100	8	[1492799, 124078]
$\sum w_j T_j, \sum h_j E_j$	100	12	[1361384, 193549]

APÊNDICE D – INSTÂNCIA TESTE

Tabela 139 – Instância teste para o problema $1|d_j|L_{max}, \sum C_j$ Grimme *et al.* (2013).

j	p_j	d_j	j	p_j	d_j	j	p_j	d_j	j	p_j	d_j
1	10	793	14	5	170	27	3	526	40	7	100
2	1	827	15	1	158	28	7	859	41	10	645
3	1	50	16	4	522	29	2	571	42	10	776
4	1	484	17	9	533	30	8	393	43	5	190
5	3	513	18	3	829	31	2	610	44	7	10
6	6	69	19	1	167	32	2	156	45	9	530
7	3	824	20	3	928	33	3	632	46	10	362
8	1	951	21	5	292	34	1	357	47	7	487
9	7	537	22	8	391	35	2	849	48	1	800
10	1	90	23	2	151	36	3	785	49	8	466
11	1	968	24	9	302	37	6	192	50	5	749
12	6	702	25	5	279	38	2	678			
13	3	4	26	10	375	39	8	260			

Tabela 140 – 34 soluções ótimas para a instância do problema $1|d_j|L_{max}, \sum C_j$.

j	L_{max}	$\sum C_j$	j	L_{max}	$\sum C_j$	j	L_{max}	$\sum C_j$	j	L_{max}	$\sum C_j$
1	0	4024	11	10	3940	21	31	3890	31	72	3861
2	1	4015	12	12	3934	22	34	3886	32	78	3860
3	2	4007	13	14	3927	23	37	3882	33	84	3859
4	3	3999	14	16	3921	24	40	3878	34	90	3858
5	4	3990	15	18	3915	25	43	3874			
6	5	3982	16	19	3914	26	47	3871			
7	6	3974	17	20	3908	27	52	3869			
8	7	3965	18	22	3902	28	57	3867			
9	8	3957	19	25	3898	29	62	3865			
10	9	3948	20	28	3894	30	67	3863			