



Comparação de meta-heurísticas aplicadas a um problema de escalonamento em máquinas paralelas

TOMÁS FILIPE BARROS BEZERRA

novembro de 2020



Comparação de meta-heurísticas aplicadas a um problema de escalonamento em máquinas paralelas

TOMÁS FILIPE BARROS BEZERRA

Outubro de 2020

COMPARAÇÃO DE META-HEURÍSTICAS APLICADAS A UM PROBLEMA DE ESCALONAMENTO EM MÁQUINAS PARALELAS

Tomás Filipe Barros Bezerra

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

COMPARAÇÃO DE META-HEURÍSTICAS APLICADAS A UM PROBLEMA DE ESCALONAMENTO EM MÁQUINAS PARALELAS

Tomás Filipe Barros Bezerra

1121321

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação da Professora Alzira Mota e coorientação do Professor Paulo Ávila.

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

JÚRI

Presidente

Professor Manuel Joaquim Pereira Lopes

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Professora Alzira Maria Teixeira da Mota

Professora Adjunta, Departamento de Matemática, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Coorientador

Professor Paulo António da Silva Ávila

Professor Coordenador, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Professora Carina Maria Oliveira Pimentel

Professora Auxiliar, Departamento de Engenharia Industrial, Universidade de Aveiro

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradecer à minha orientadora, Professora Alzira Maria Teixeira da Mota por toda a dedicação e orientação. Não poderia pedir mais motivação e apoio do que o que recebi.

A todos os professores que se cruzaram comigo no meu percurso académico.

A todos os meus familiares pelo apoio incondicional que me deram.

Por fim, à Isabel, a pessoa que mais me apoiou e a quem devo um enorme obrigado.

PALAVRAS CHAVE

Escalonamento; Máquinas paralelas; Otimização multiobjetivo; Meta-heurísticas; Simulated Annealing; Tabu Search

RESUMO

A alocação e a sequenciação adequada de tarefas são problemas que aparecem frequentemente, tanto em ambientes industriais como na prestação de serviços. Neste contexto, o conjunto de decisões a ser tomadas para que o planejamento de tarefas seja mais eficaz e eficiente é um tema cada vez com maior interesse e importância para as organizações, pois um escalonamento realizado de forma a otimizar os processos para evitar desperdício de tempo, utilização de máquinas ou outros recursos, aumenta a produtividade e torna as organizações mais competitivas.

A presente dissertação foca-se na aplicação e comparação das meta-heurísticas *Simulated Annealing* e *Tabu Search* para a resolução de um problema de escalonamento em máquinas paralelas considerando o tempo de conclusão, o custo de deterioração das máquinas, a penalização por atraso e antecipação.

Este problema é caracterizado por ser um problema de otimização multiobjetivo. Para o resolver transformou-se num problema com um único objetivo fazendo a combinação linear dos objetivos. Foram aplicados diferentes métodos para obter a solução, nomeadamente, o método ponderado, o método das distâncias relativas ponderadas e um método proposto, no qual designou-se pelo método variante das métricas ponderadas, que é um dos contributos desta dissertação.

Para analisar o comportamento das meta-heurísticas e também os métodos multiobjetivo utilizados, foram construídos 4 cenários para o problema de escalonamento em máquinas paralelas. Os cenários diferenciavam-se no número e tarefas a serem processadas e também no número de máquinas disponíveis. Para cada cenário do problema foram encontradas pelas diferentes meta-heurísticas 10 soluções para cada método utilizado. No total, cada meta-heurística encontrou 40 soluções para cada cenário do problema.

De entre as soluções encontradas foram selecionadas as melhores soluções por cada meta-heurística, em cada método multiobjetivo nos diferentes cenários do problema.

Foi possível verificar diferentes comportamentos das meta-heurísticas em função das dimensões do problema e também com a alternância entre métodos multiobjetivo. A meta-heurística *Simulated Annealing* apresentou melhores resultados nos cenários de menor dimensão, no entanto o tempo de execução para determinar a solução foi superior em comparação com a meta-heurística *Tabu Search*. Inversamente, a meta-heurística *Tabu Search* apresenta melhores soluções para problemas de maior dimensão, sendo, contudo, o tempo de execução superior à do *Simulated Annealing*.

Dos métodos multiobjetivo utilizados é possível concluir que os resultados segundo o método ponderado apresentam soluções próximas aquando a utilização do método das distâncias relativas ponderadas. Já os resultados segundo o método variante das métricas ponderadas apresentam soluções mais afastadas, podendo concluir que este explora outra zona no campo de soluções.

KeyWords

Scheduling; Parallel machines; Multiobjective optimization; Metaheuristics; Simulated Annealing; Tabu Search

ABSTRACT

The allocation and proper sequencing of tasks are problems that often appear both in industrial environments and in the provision of services. In this context, the set of decisions to be taken in order to make task planning more effective and efficient is an issue of increasing interest for organizations, as an escalation carried out in order to optimize processes to avoid wasting time, use of machines or other resources, increases productivity and makes organizations more competitive.

The present dissertation focuses on the application and comparison of Simulated Annealing and Tabu Search metaheuristics to solve a scheduling problem on parallel machines considering the completion time, the cost of deterioration of the machines, the penalty for delay and anticipation.

This problem is characterized by being a multi-purpose optimization problem. To solve it, it became a problem with a single goal, making the linear combination of objectives. Different methods were applied to obtain the solution, namely the weighted method, the weighted relative distance method and a proposed method, in which the variant method of weighted metrics was designated, which is one of the contributions of this dissertation. In order to analyze the behavior of metaheuristics and also the multiobjective methods used, four scenarios were constructed for the problem of scaling in stop machines. The scenarios differed in the number and tasks to be processed and also in the number of machines available. For each scenario of this problem, ten different solutions for each method used were found by the different meta-heuristics. In total, each metaheuristic found 40 solutions to each problem scenario.

Among the solutions found, the best solutions were selected for each metaheuristic, in each multiobjective method in the different scenarios of the problem.

It was possible to verify different behaviors of metaheuristics according to the dimensions of the problem and also with the alternation between multiobjective methods. The Simulated Annealing metaheuristic showed better results in the smaller scenarios, however the execution time to determine the solution was higher compared to the Tabu Search metaheuristic. Inversely, the Tabu Search metaheuristic presents better solutions for larger problems, however the execution time is longer than that of Simulated Annealing.

From the multiobjective methods used, it is possible to conclude that the results according to the weighted method present similar solutions when using the weighted relative distances method. The results according to the variant method of the weighted metrics

present more distant solutions and it can be concluded that it explores another zone in the solutions field.

LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS

Lista de Siglas

ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
P.Porto	Instituto Politécnico do Porto
Excel	Microsoft Excel
VBA	Visual Basic for Applications
SA	Simulated Annealing
TS	Tabu Search

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Características do escalonamento	22
Figura 2 - Esquema do escalonamento em máquinas paralelas	23
Figura 3 - Divisão dos métodos de aproximação para o escalonamento em máquinas paralelas.....	28
Figura 4 - Comportamento das meta-heurísticas de solução única e de população	30
Figura 5 - Tratamento de recozimento em liga metálica	30
Figura 6 - Comportamento do Simulated Annealing.....	32
Figura 7 – Algoritmo <i>Simulated Annealing</i>	33
Figura 8 - Algoritmo <i>Tabu Search</i>	35
Figura 9 - Representação número <i>Fuzzy</i> triangular.....	38
Figura 10 - α – <i>corte</i> em número <i>Fuzzy</i> triangular	38
Figura 11 - Ambiente de apresentação de soluções do problema.....	47
Figura 12 – Ambiente de apresentação das variáveis de decisão <i>Yim</i> e <i>Xjim</i>	47
Figura 13 – Gráfico ilustrativo da função exponencial em que $y = \exp(x)$	55
Figura 14 - Probabilidade de aceitação com $\Delta=1$ na equação 10 e $\Delta=0.01$ na equação 11	56
Figura 15 - Probabilidade de aceitação com $\Delta=5$ na equação 10 e $\Delta=0.05$ na equação 11	56
Figura 16 - Probabilidade de aceitação com $\Delta=10$ na equação 10 e $\Delta=0.1$ na equação 11	57
Figura 17 - Probabilidade de aceitação com $\Delta=20$ na equação 10 e $\Delta=0.2$ na equação 11	57
Figura 18 - Probabilidade de aceitação com $\Delta=50$ na equação 10 e $\Delta=0.5$ na equação 11	57
Figura 19 - Probabilidade de aceitação com $\Delta=100$ na equação 10 e $\Delta=1$ na equação 11.	58

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Cronograma de tarefas	20
Tabela 2 – Parâmetros gerais disponíveis no problema de escalonamento em máquinas paralelas.....	41
Tabela 3 – Parâmetros iniciais para o problema de escalonamento em máquinas paralelas	41
Tabela 4 - Variáveis de decisão assumidas no problema de escalonamento com máquinas paralelas.....	42
Tabela 5 – Medidas de desempenho (funções) a minimizar no problema de escalonamento em máquinas paralelas	43
Tabela 6 - Restrições do problema de escalonamento em máquinas	44
Tabela 7 - Combinação de máquinas e tarefas para problemas.....	46
Tabela 8 – Resultado dos limites inferiores aceitáveis de cada função objetivo nos diferentes cenários	52
Tabela 9 - Resultados limite dos limites superiores aceitáveis de cada função objetivo nos diferentes cenários	53
Tabela 10 - Melhores resultados computacionais alcançados.....	54
Tabela 11 - – Melhores resultados computacionais alcançados após correção da probabilidade de aceitação no Simulated Annealing.....	59
Tabela 12 - Comparação dos tempos de execução entre o <i>Tabu Search</i> e o <i>Simulated Annealing</i>	60
Tabela 13 - Comparação entre métodos multiobjetivo utilizados no problema através dos objetivos presentes.....	61
Tabela 14 - Comparação de soluções encontradas pela meta-heurística <i>Simulated Annealing</i> no cenário 1	62
Tabela 15 - Comparação de soluções encontradas pela meta-heurística <i>Tabu Search</i> no cenário 1	63

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	16
1.1. Motivação pessoal	16
1.2. Enquadramento e pertinência	16
1.3. Objetivos de investigação	18
1.4. Opções metodológicas.....	18
1.5. Resultados esperados	19
1.6. Tarefas e cronograma	19
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1. Escalonamento em máquinas paralelas	21
2.2. Otimização multiobjetivo	23
2.3. Métodos para a otimização do escalonamento em máquinas paralelas.....	27
2.4. Meta-heurísticas	29
2.4.1. Simulated Annealing	30
2.4.2. Tabu Search.....	33
2.5. Tempos de processamento variáveis	36
2.5.1. Números Fuzzy.....	37
3. FORMULAÇÃO MATEMÁTICA DO PROBLEMA DE ESCALONAMENTO EM MÁQUINAS PARALELAS.....	41
4. APLICAÇÃO DE META-HEURÍSTICAS E DIFERENTES ABORDAGENS MULTIOBJETIVO.....	46
4.1. Descrição do problema	46
4.2. Detalhes de implementação	48
4.2.1. Simulated Annealing	48
4.2.2. Tabu Search.....	49
4.3. Abordagens Multiobjetivo	50
4.4. Resultados Computacionais.....	53
4.5. Comparação de resultados	59
5. CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
APÊNDICE A	68
APÊNDICE B.....	69
APÊNDICE C.....	74
APÊNDICE D	78

APÊNDICE E.....	82
APÊNDICE F.....	85
APÊNDICE G.....	96
APÊNDICE H.....	104
APÊNDICE I.....	111
APÊNDICE J.....	117
APÊNDICE K.....	128
APÊNDICE L.....	137
APÊNDICE M.....	144
APÊNDICE N.....	150
APÊNDICE O.....	162
APÊNDICE P.....	171
APÊNDICE Q.....	178
APÊNDICE R.....	184
APÊNDICE S.....	187

1. INTRODUÇÃO

O agendamento e a sequenciação adequada de tarefas são problemas que aparecem frequentemente em ambientes industriais. Nesta dissertação, propõem-se a aplicação de meta-heurísticas para diferentes abordagens multiobjetivo na resolução de um problema de escalonamento em máquinas paralelas considerando as penalizações por atraso e antecipação, o tempo total de conclusão e os custos de deterioração impostos pelas tarefas às máquinas.

1.1. Motivação pessoal

A escolha deste tema foi feita com base na experiência profissional vivida diariamente e também pelo interesse suscitado por determinadas unidades curriculares frequentadas no respetivo mestrado em Engenharia e Gestão Industrial.

O contacto diário com decisões de alocação, agendamento e conseqüente sequenciamento numa oficina de reparação automóvel, criaram uma motivação em explorar estas tomadas de decisão num contacto mais industrial. No meu dia-a-dia, frequentemente têm de ser tomadas decisões de que pessoa irá realizar determinada tarefa e em que altura do seu horário laboral a irá desempenhar, garantido a sua conclusão no prazo estipulado, com o objetivo de obter a máxima produtividade possível, tendo em conta, o stock/disponibilidade de todos os recursos inerentes para a sua execução.

Com o decorrer do meu percurso académico tanto na licenciatura em Engenharia Mecânica como no mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, frequentado no ISEP, unidades curriculares relacionadas com a gestão, organização de produção e também organização e otimização de processos, fizeram despertar o meu interesse por algoritmos e ferramentas matemáticas que auxiliam a resolução de problemas vivenciados diariamente em ambientes industriais.

Postos todos estes fatores e a oportunidade surgida sobre a exploração mais científica deste tipo de problemas, decidi realizar a minha dissertação estudando e aplicando meta-heurísticas na resolução de problemas de escalonamento de tarefas num ambiente industrial de máquinas paralelas dando maior importância a fatores como a penalização dos atrasos e antecipação, o tempo total de conclusão e os custos de deterioração impostos pelas tarefas às máquinas.

1.2. Enquadramento e pertinência

Conforme referido anteriormente, a alocação e a sequenciação adequada de tarefas são problemas que aparecem frequentemente, tanto em ambientes industriais como na prestação de serviços. Esse conjunto de decisões leva a que o planeamento de tarefas seja um tema cada vez de maior interesse e importância para as organizações industriais, tentando assim obter uma otimização de processos e aumento de produtividade, recorrendo à utilização de ferramentas com bases matemáticas.

Ao longo das últimas décadas vários autores têm realizado pesquisas sobre este tema, como é caso da de Asghari & Nezhadali (2014) e de Mazdeh et al. (2010), o que demonstra a sua importância e atualidade.

Em ambientes industriais, a qualidade do produto já não é o único requisito a ter em conta. O atraso no término das tarefas ou a antecipação da data de conclusão de uma determinada tarefa podem-se traduzir em custos. Com o aumento de competitividade industrial, quanto menor forem esses custos, mais competitivas e atrativas se tornam as organizações. Portanto, a otimização destes e de outros indicadores torna-se premente.

Deste modo, podemos verificar que num planeamento eficiente das tarefas está implícito uma diminuição das penalidades de produção, ou seja, a diminuição dos custos de penalização por atraso e dos custos provocados por stock, entre outros objetivos. Por base a um planeamento eficiente está então o conceito *Just-in-time*, ou seja, cada tarefa é produzida na altura certa, pelo recurso adequado.

Na presente dissertação, vamos dar foco ao ambiente industrial de máquinas paralelas. Isto é, num determinado espaço existe um conjunto de máquinas capazes de realizar uma mesma tarefa nas mesmas condições. A alocação de uma tarefa numa dada máquina vai ser influenciada pela disponibilidade produtiva dessa máquina de acordo com o seu sequenciamento e agendamento. Sendo este um cenário frequentemente visto em diversas organizações industriais da atualidade.

Quando referimos planeamentos eficientes ou produção no conceito *Just-in-time*, estamos a assumir que o tempo de processamento de uma determinada tarefa numa dada máquina é constante. Este pressuposto pode-se não aplicar na prática, uma vez que os tempos de processamento podem sofrer pequenas variações.

Nos trabalhos de Asghari & Nezhadali (2014) e Mazdeh (2010) os autores estudaram essas variações de tempos de produção.

Esses tempos podem variar por influência de vários fatores, como as condições de deterioração das matérias, deterioração das próprias máquinas ou até respetivas manutenções.

Tanto as matérias como as próprias máquinas não estando nas melhores condições produtivas, podem induzir a variações nos tempos de processamento, pelo que estas devem ser tidas em conta no planeamento de tarefas. Assim como, as respetivas manutenções das máquinas. Uma máquina com a devida manutenção certamente terá maior produtividade do que uma outra máquina com défice de manutenção.

Podemos assim dizer, que os tempos de processamento, não assumem valores fixos, o que seria um cenário ideal, mas sim valores com uma variação associada, que é o cenário real vivido na indústria. Note-se que diariamente, através do conceito *Lean* e também da filosofia Seis Sigma são realizados esforços de modo a reduzir ao máximo essas variações, diminuindo desperdícios e melhorando a eficiência produtiva de modo a alcançar o cenário ideal de produção, ou seja tempos de processamento fixos.

A manutenção industrial é também bastante atual, uma vez que as boas condições de produtividade de uma determinada máquina dependem de uma eficiente manutenção preventiva. Além da diminuição das condições de deterioração das máquinas, uma

eficiente manutenção preventiva também previne de certo modo uma manutenção corretiva, ou seja, paragem da máquina por avaria, que coloca em causa a sua disponibilidade e conseqüentemente o planeamento. Caso surja uma avaria inesperada, isto é, que não esteja planeada, todo o planeamento terá de ser ajustado, de modo a todas as tarefas serem realizadas, tentando alcançar os diferentes objetivos o máximo possível. Verificamos então que perante este tipo de situações deparamo-nos com um planeamento dinâmico, com alteração frequentes dos parâmetros.

Diferentes ferramentas são usadas diariamente para lidar com problemas de planeamento de tarefas, tanto num ambiente de máquinas paralelas como noutro tipo de ambiente.

Nas últimas décadas têm sido realizadas diversas pesquisas relacionadas com a utilização de meta-heurísticas para resolução de problemas de escalonamento de tarefas, como é o caso de Hoon & Pinedo (1997). Uma das primeiras meta-heurísticas a ser utilizadas nessas pesquisas, foi o *Simulated Annealing*. Nessa altura, pode-se concluir que esta ferramenta permitia diminuir significativamente o número de soluções avaliadas para obter a solução desejada.

Nesta dissertação iremos usar o *Simulated Annealing* e *Tabu Search* para resolver um problema de escalonamento em máquinas paralelas. Estas meta-heurísticas são de solução única, que a partir de uma solução inicial, exploram o campo de soluções admissível, apresentando uma boa solução num curto espaço de tempo. Por vezes, conseguem mesmo apresentar a solução ideal do problema.

1.3. Objetivos de investigação

Na presente dissertação, é dado especial foco a técnicas de otimização em problemas de escalonamento num ambiente de máquinas paralelas.

É realizado um estudo sobre os conceitos e características deste tipo de problemas, aplicação de meta-heurísticas na sua resolução, abordagens multiobjetivo e tempos de processamento variáveis de modo a adquirir conhecimentos técnicos nas referidas áreas de investigação.

O objetivo final é obter resultados em que nos seja possível comparar o desempenho de diferentes meta-heurísticas aplicando diferentes abordagens multiobjetivo num problema de escalonamento em máquinas paralelas.

Deverão ser adquiridos conhecimentos, de modo a parametrizar ferramentas matemáticas com base nos algoritmos das meta-heurísticas estudados e também conhecer conceitos associados às abordagens multiobjetivo, como conhecimento profundo dos mesmos.

1.4. Opções metodológicas

Para a realização do estudo sobre os temas referidos no subcapítulo anterior, foi realizada a leitura e respetiva análise de documentos científicos sobre as respetivas áreas. Nesses documentos, incluem-se artigos e livros publicados.

A abordagem de tempos de processamento variáveis das respectivas tarefas consideradas nos problemas de escalonamento em máquinas paralelas será realizada através do método de números *Fuzzy*. Este método tem por base um modelo de programação linear determinístico em que permite a conversão de números compreendidos num intervalo de valores, para um valor fixo.

As meta-heurísticas que servem de base nos algoritmos das nossas ferramentas matemáticas são o *Simulated Annealing* e a *Tabu Search*, uma vez que são meta-heurísticas correntes, em que existe bastante informação científica sobre as mesmas, e com as quais já foram adquiridas experiências. Estes algoritmos serão implementados em linguagem VBA.

O tratamento e análise de dados é realizada com recurso a ferramentas incorporadas no *software Excel*.

1.5. Resultados esperados

Com a realização da presente dissertação, é esperado obter conhecimento científico sobre temas como escalonamento em máquinas paralelas, otimização multiobjetivo e ferramentas para solucionar este tipo de problemas, tão frequente nos dias de hoje em ambientes industriais.

É esperado que todas as capacidades adquiridas com a realização deste trabalho sejam usadas em futuras experiências profissionais, no setor industrial.

1.6. Tarefas e cronograma

As tarefas principais na presente dissertação são de seguida apresentadas:

- Estudo dos conceitos e características de problemas de escalonamento em máquinas paralelas;
- Transformação digital da formulação de um problema de escalonamento em máquinas paralelas que minimize a penalização dos atrasos/antecipação, o tempo de fluxo e o custo de deterioração das máquinas;
- Automatização e aplicação de ferramentas matemáticas na resolução do problema;
- Avaliação dos resultados obtidos de acordo com as diferentes meta-heurísticas e abordagens.

De seguida, é mostrado um cronograma, em que nos é possível perceber em que instante temporal, cada tarefa é realizada.

Tabela 1 – Cronograma de tarefas

	JAN - MAR	ABR	MAI-JUL	AGO-SET
Estudo dos conceitos e características de problemas de escalonamento em máquinas paralelas				
Transformação digital da formulação de um problema de escalonamento em máquinas paralelas que minimize a penalização dos atrasos/antecipação, o tempo de fluxo e o custo de deterioração das máquinas				
Automatização e aplicação de ferramentas matemáticas na resolução do problema				
Avaliação dos resultados obtidos de acordo com as diferentes meta-heurísticas e abordagens				

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No subcapítulo 2.1 encontramos a definição e características do escalonamento em máquinas paralelas, e também algumas aplicações e abordagens. Já no subcapítulo 2.2 é realizado um estudo sobre técnicas e abordagens multiobjectivo num problema de otimização. No subcapítulo 2.3 são apresentados métodos para a otimização de um problema de escalonamento em máquinas paralelas. No subcapítulo 2.4, são abordadas as meta-heurísticas *Simulated Annealing* e *Tabu-Search* e por fim, no subcapítulo 2.5 é exposta informação sobre tempos de processamento variáveis.

2.1. Escalonamento em máquinas paralelas

O escalonamento pode ser definido como um problema em que um estabelecido número de tarefas tem de ser associadas a um determinado número de recursos disponíveis, durante um espaço de tempo. O termo tarefa representa uma atividade, podendo ser um processo de fabrico como soldadura ou estampagem, uma consulta médica ou uma manutenção programada. Um recurso é uma solução habilitada a realizar determinada tarefa, ou atividade, como é o caso de um operário ou máquina industrial, um médico ou um técnico de manutenção, respetivamente.

Segundo Michael L. Pinedo (2008), o escalonamento é um processo de tomada de decisão usado regularmente em muitas indústrias e serviços, lida com a alocação de recursos a tarefas em períodos de tempo determinados e visa otimizar um ou mais objetivos.

Um correto escalonamento de tarefas tem como objetivo maximizar ou minimizar uma ou mais medidas de desempenho, que se classificam como medidas internas ou externas. As medidas de desempenho internas estão direcionadas com a otimização da capacidade produtiva e rentabilidade da organização, enquanto as externas vão de acordo com as necessidades e regras estabelecidas com os clientes. As medidas de desempenho relacionam-se então com a produtividade, a pontualidade e tempos de execução. As medidas de desempenho orientadas para a produtividade, são indicadores de eficiência do nosso escalonamento, ou seja, a rentabilidade retirada dos nossos recursos. Já as associadas à pontualidade apuram o cumprimento dos prazos estipulados para o término das tarefas, e existentes atrasos ou antecipações. As medidas ligadas aos tempos de execução permitem avaliar a rapidez do sistema produtivo, e estão diretamente associadas à velocidade do mesmo.

Outra característica assumida por um problema de escalonamento, é o facto de este poder dividir-se em 2 grupos: escalonamento determinístico ou estocástico. Num escalonamento determinístico, todas as variáveis são assumidas com valores constantes, ou seja, fixos. Neste tipo de escalonamento não existe qualquer tipo de incerteza ou variação. A maior parte dos problemas reais são aproximados a escalonamentos determinísticos, uma vez que qualquer aleatoriedade existente é eliminada. Neste tipo de problemas todas as variáveis ou condições são conhecidas. Num problema de escalonamento estocástico, já existe alguma incerteza, originada por aproximações estatísticas ou previsões de

parâmetros com valores desconhecidos. Neste tipo de problema, assume-se que existem condições ou variáveis desconhecidas.

Existe ainda outra grande divisão no escalonamento relativa ao seu comportamento, este pode ser estático ou dinâmico. Estamos perante um escalonamento estático quando, assumimos que todas as tarefas ou recursos são conhecidos no início e que não irá existir nenhuma alteração no seu decurso, isto é, nenhuma tarefa será adicionada ou excluída e também, nenhum recurso será adicionado ou excluído, até encontrar uma solução. A verdade, é que dificilmente é encontrado um escalonamento estático em ambientes industriais, uma vez que existe uma enorme dinâmica e flexibilidade industrial. O mais frequente é que no decorrer do escalonamento, surja uma nova tarefa a ser incluída, ou até uma tarefa que seja cancelada, ou adiada, por exemplo, por falta de fornecedores. Como é frequente esta dinâmica no campo das tarefas, também nos recursos podem existir alterações, como é exemplo uma manutenção corretiva de uma máquina, ou até mesmo exclusão de um recurso por avaria ou deterioração e conseqüente substituição por um, mais ou menos produtivo. Este tipo de problema é designado por problema de escalonamento dinâmico, na qual existe uma adaptação/alteração da solução do problema de escalonamento.



Figura 1 - Características do escalonamento

No escalonamento de tarefas existem diferentes ambientes industriais, nomeadamente, os de máquina única, linhas de fabrico, máquinas paralelas e oficinas de fabrico. Na presente dissertação, vamos apenas estudar problemas de escalonamento em máquinas paralelas.

Liaw et al. (2003) escreveu que problemas de escalonamento em máquinas paralelas podem ser bons em termos teóricos e práticos, uma vez que em teoria podem representar problemas de máquina única, e em termos práticos são de uso corrente na indústria.

Um problema em máquinas paralelas pode ser visto como um escalonamento onde existe diferentes recursos, capacitados a desempenhar um determinado número de tarefas.

Tarefas essas, que apenas precisam de ser realizadas uma única vez por um dos recursos disponíveis. Frequentemente, todos os recursos apresentam a mesma produtividade, podendo, no entanto, variar de acordo com as suas condições de manutenção ou diferentes características, como, por exemplo, a velocidade de processamento.

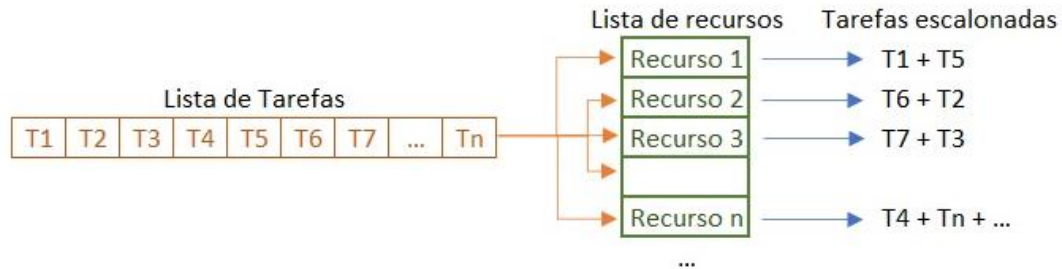


Figura 2 - Esquema do escalonamento em máquinas paralelas

A figura 2 esquematiza o escalonamento em máquinas paralelas.

O escalonamento neste tipo de ambiente industrial exige sempre a tomada de decisão quanto à alocação das tarefas aos recursos e posterior sequenciação das mesmas. Por alocação, podemos entender a atribuição de uma dada tarefa a um determinado recurso e por sequenciamento, entendemos a formação de seqüência/atribuição de posições de processamento das tarefas a ser realizadas por cada recurso, ou seja, para cada recurso disponível existirá uma seqüência das tarefas alocadas.

Conhecendo as características do escalonamento em máquinas paralelas, verificamos que este é semelhante, por exemplo, a um problema de marcação de cirurgias médicas. Se em vez de tarefas, considerarmos pacientes e, conseqüentemente, em vez de tarefas a serem processadas por máquinas, temos pacientes que são operados em salas de cirurgia, o problema consiste em rentabilizar (otimizar) ao máximo as salas de cirurgia disponíveis, assegurando o menor número de atrasos possível.

Assim podemos concluir que por vezes métodos e ferramentas usadas para a otimização de um escalonamento em máquinas paralelas podem ser utilizados em diversas áreas, na qual existam decisões de alocação e sequenciamento. Em Otten et al. (2019) pode-se encontrar diversas comparações.

2.2. Otimização multiobjetivo

Em qualquer problema de otimização é sempre necessário definir o curso do problema. Quer esta afirmação dizer, que a determinada instância será necessário tomar certas decisões que conduzam o problema a atingir o resultado desejado. Em grande parte dos problemas de otimização o decisor não terá a intenção de otimizar apenas uma determinada meta ou objetivo, mas sim um conjunto de metas ou objetivos. Este tipo de problema define-se como um problema de otimização multiobjetivo, em que a construção da solução irá ao encontro dos diferentes objetivos a otimizar, dificilmente atingindo o melhor resultado para todos em simultâneo, mas sim um bom compromisso entre eles,

uma vez que a melhor solução avaliada por apenas um objetivo pode ser uma péssima solução para os restantes.

A definição genérica de um problema multiobjetivo segundo Miettinen (2012) é a seguinte:

$$\begin{aligned} & \text{Minimizar } \{f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)\} \\ & \text{Sujeito a } x \in S = \left\{ x \in R^n \mid (g_1(x), g_2(x), \dots, g_m(x))^T \leq 0 \right\} \end{aligned}$$

Modelo matemático 1 - Definição genérica de um problema multiobjetivo

No modelo matemático 1, as funções $f_i(x), i = 1, \dots, n$ ($n \geq 2$) representam as funções objetivo do problema de otimização. De notar que a constante n tem de apresentar um valor igual ou superior a 2 ($n \geq 2$), garantindo assim a existência de mais do que uma função objetivo. Característica fundamental de um problema multiobjetivo. Já x define o conjunto das variáveis de decisão do problema. A palavra “minimizar”, também podendo ser indicada pela abreviatura “*min*”, identifica o tipo de problema, neste caso de minimização e expressa o objetivo de minimizar todas as funções objetivo simultaneamente.

O campo de soluções, S , é limitado pelas restrições de desigualdade, ou seja, as restrições do problema representadas por $g_j(x) \leq 0, j = 1, \dots, m$.

Caso não exista conflitos entre as funções objetivos, a solução do problema é aquela em que cada função atinge o seu valor mínimo. Caso essa condição não se verifique, assumimos que não existe uma solução ótima. Neste caso, existirão um conjunto de soluções de compromisso, designadas por soluções de Pareto. Para determinar estas soluções é necessário introduzir métodos matemáticos.

Sabendo que um problema de escalonamento em máquinas paralelas se caracteriza como um problema de otimização, o mesmo também designado por um problema de otimização multiobjectivo quando, por exemplo, se pretende minimizar os custos de atraso e ao mesmo tempo minimizar o tempo de processamento total.

Segundo Miettinen (2012), uma importante regra para a otimização multiobjetivo é a procriação das soluções ótimas de Pareto. Matematicamente, um problema deste tipo está resolvido quando o conjunto das mesmas é encontrado. No entanto, não é pretendido o conjunto de soluções ótimas de Pareto, mas sim uma única solução. Para isso é necessário a intervenção de um decisor, que irá estabelecer a estrutura de preferência no conjunto de soluções ótimas.

Existem diferentes classes de abordagens para a resolução de problemas de otimização multiobjetivo. A classificação apresentada por Miettinen (2012), é também seguida por outros autores e vai de acordo com a participação que o decisor tem no processo de resolução. As classes consideradas são constituídas por métodos em que:

- não existe nenhuma articulação de informação de preferência;
- existe articulação de informação de preferência à posteriori;
- existe articulação de informação de preferência à priori;
- existe uma progressiva articulação de informação de preferência.

Na presente dissertação, serão alvo de estudo métodos presentes na informação de preferência à posteriori utilizados como métodos de preferência à priori.

Os métodos presentes nesta classe são classificados como métodos básicos, uma vez que são os usados com maior frequência em problemas práticos e também os mais desenvolvidos. Todos eles permitem transformar um problema multiobjetivo num problema com apenas um único objetivo. Neste tipo de abordagem existem várias técnicas que recorrem frequentemente a fórmulas matemáticas, dependendo sempre da hierarquia estabelecida e também dos diferentes objetivos do problema a otimizar. O valor devolvido por essa função resultará da relação entre os valores dos objetivos a otimizar e também da hierarquia existente entre eles.

Os problemas de otimização multiobjetivo podem se dividir em dois grupos: objetivos hierarquizados ou objetivos não-hierarquizados. Estamos perante um problema com objetivos hierarquizados, quando existem diferentes importâncias para os objetivos a otimizar. Ou seja, existe uma certa preferência entre objetivos. Neste tipo de problemas é necessário realizar a atribuição de pesos aos objetivos, w_i , ordenando-os por ordem de importância. A soma dos pesos atribuídos é sempre igual a 1. Num problema de objetivos não-hierarquizados todos os objetivos apresentam a mesma importância, ou seja, o mesmo patamar de preferência. Os objetivos com o mesmo patamar de preferência, apresentam o mesmo valor para os respectivos pesos.

Os métodos presentes na dissertação são os seguintes:

- Método ponderado;
- Método das distâncias relativas ponderadas;
- Método variante de métricas ponderadas.

O primeiro método, o método ponderado, apresentado em Miettinen (2012) mas também por Gass and Saaty (1955) e Zadeh (1963) consiste em minimizar a soma de todos os objetivos multiplicados pelo seu peso de hierarquia. Desta forma, é permitido transformar múltiplas funções objetivo numa única função objetivo. A transformação ocorre segundo o modelo apresentada abaixo.

$$\min F = \min \left[\sum_{i=1}^n w_i \cdot f_i(x) \right], i = 1, 2, \dots, n$$

Sujeito a $x \in S$

Modelo matemático 2 – Método ponderado para problemas multiobjetivo

De acordo com o modelo matemático 2, para a resolução deste problema é necessário serem conhecidos os pesos atribuídos a cada objetivo $f_i(x)$ a otimizar, ou seja, os valores de w_i . São estes pesos que irão estabelecer a relação de hierarquia entre os objetivos, logo devem ser estabelecidos inicialmente por um decisor, uma vez que serão de elevada importância na construção da solução do problema. Os valores atribuídos aos pesos de hierarquia devem satisfazer a seguinte condição:

$$\sum_i w_i = 1$$

$$w_i \geq 0, \quad i \in (1, 2, \dots, n)$$

Modelo matemático 3 – Relação entre pesos de hierarquia

Caso não exista hierarquia entre metas, este elemento da função deve tomar o mesmo valor para cada objetivo.

O segundo método para resolver o problema multiobjetivo, tem por base o método de métricas ponderadas.

$$\min F = \min \left[\sum_{i=1}^n w_i \cdot |f_i(x) - z_i|^p \right]^{\frac{1}{p}}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Sujeito a $x \in S$

Modelo matemático 4 – Método de métricas ponderadas para problemas multiobjetivo

De acordo com o modelo matemático 4, este método minimiza as distâncias entre o valor das funções objetivo $f_i(x)$ e as constantes z_i . Se $p = 1$ a soma dos desvios ponderados é minimizada. Se $p = 2$, tem-se o método dos mínimos quadrados. Com o aumento de p , a minimização de grandes desvios assume cada vez maior importância na solução final.

Uma variante deste método foi apresentada por Asghari & Nezhadali (2016). Os autores consideram a distância relativa entre as funções objetivo $f_i(x)$ e as constantes z_i . Ou seja, avaliam o desvio relativo dos objetivos a otimizar de determinada solução, entre valores aceitáveis estabelecidos inicialmente. Assim, para cada objetivo a otimizar, deve ser estipulado inicialmente um intervalo de valores aceitáveis. Num problema de minimização, o valor mínimo é a solução ideal para cada objetivo. Já o outro limite, o valor máximo, deve ser um valor até ao qual a solução é uma solução aceitável.

Asghari & Nezhadali (2016) apresentam também a mesma relevância para os pesos atribuídos a cada objetivo a otimizar i e para as distâncias relativas, daí também a constante p estar ligada a w_i .

Nesta abordagem, a função objetivo deriva então no seguinte modelo matemático:

$$\min F = \min \left[\sum_i w_i^p \cdot \left(\frac{f_i(x) - f_i^-}{f_i^+ - f_i^-} \right)^p \right]^{\frac{1}{p}}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Sujeito a $x \in S$

Modelo matemático 5 – Método das distâncias relativas ponderadas para problemas multiobjetivo

No modelo matemático 5, os valores f_i^- e f_i^+ representam os limites do intervalo de valores aceitáveis para cada objetivo a otimizar, mínimo e máximo, respetivamente. Também nesta abordagem os pesos de hierarquia devem satisfazer as condições do modelo matemático 3. A constante p , ($p \geq 1$) pode tomar diversos valores. Na presente dissertação, assumiu-se o valor de 1 e 2, originando assim 2 técnicas para converter um problema multiobjetivo num problema uni-objetivo, com base no mesmo método.

O último método apresentado, é um dos contributos desta dissertação, designou-se por método variante de métricas ponderadas, resulta da combinação dos dois métodos apresentados anteriormente. Neste método, as constantes z_i assumem o valor de 0. Tal como no método das distâncias relativas ponderadas, a constante p expressa a mesma importância para os pesos atribuídos a cada objetivo a otimizar $f_i(x)$, obtendo-se o seguinte modelo matemático:

$$\min F = \min \left[\sum_{i=1}^n w_i^p \cdot f_i(x)^p \right]^{\frac{1}{p}}, i = 1, 2, \dots, n$$

Sujeito a $x \in S$

Modelo matemático 6 – Método variante de métricas ponderadas para problemas multiobjetivo

Neste método os pesos w_i deve satisfazer a condição do modelo matemático 3. Como é possível verificar, caso a constante p assumo o valor de 1, o método toma exatamente a mesma forma que o método ponderado. Ora como o objetivo da presente dissertação é analisar o comportamento de diferentes métodos, o valor desta constante assumir-se-á apenas o valor de 2.

2.3. Métodos para a otimização do escalonamento em máquinas paralelas

Os métodos para a otimização do escalonamento em máquinas paralelas classificam-se em métodos exatos e métodos de aproximação. Os métodos exatos apresenta-nos a solução ótima do problema, ou seja, a solução exata. Os métodos de aproximação, não nos garantem que a solução encontrada seja a ótima, mas sim uma “boa” aproximação da mesma. No entanto, um método de aproximação pode encontrar/convergir para a solução exata do problema.

Uma característica que distingue os métodos de otimização está relacionada com o tempo e esforço computacional que estes dedicam a encontrar a solução. Habitualmente, os métodos exatos são mais morosos que os métodos de aproximação, uma vez que constroem todas as soluções possíveis do problema para escolher a melhor. Este tipo de métodos, na maior parte dos problemas de escalonamento em máquinas paralelas tornam-se impraticáveis, uma vez que o número de soluções a analisar atinge um nível impossível de trabalhar, exigindo demasiado tempo e, conseqüentemente, um elevado esforço computacional. Liaw et al. (2003) considerou um problema com conjunto de tarefas independentes, possíveis de serem realizadas por um determinado número de máquinas relacionadas entre si, com o objetivo de minimizar o atraso total. Para o mesmo problema, foram definidos o limite superior e inferior de eficiência através de meta-heurísticas, de modo a obter a solução ótima. Para encontrar a solução ótima, foram seguidas regras que podem ser usadas no método exato *Branch-and-Bound* de modo a eliminar avanços pouco promissores na procura da solução ideal. Foi concluído que o algoritmo criado de ramificação e limites não pode ser aplicado a problemas de grande dimensão, no máximo de 4 máquinas e 18 tarefas. Para melhorar o seu desempenho, os limites superiores e

inferiores teriam de ser mais apertados, o que implicaria um enorme aumento do esforço computacional.

Os métodos exatos raramente são utilizados para a otimização do escalonamento em máquinas paralelas. Já os métodos de aproximação acabam, na maior parte dos casos, por ser os usados para resolver este tipo de problemas, pois estabelecem uma boa relação de compromisso entre qualidade e tempo de resolução. Apesar de não garantirem a solução ótima do problema, asseguram uma boa solução num espaço de tempo aceitável, o que é fundamental para as organizações, especialmente em ambientes industriais, em que as soluções para os problemas são solicitadas quase de imediato, sem grande tempo de processamento.

A figura 3 esquematiza a divisão dos métodos de aproximação para a otimização do escalonamento em máquinas paralelas.

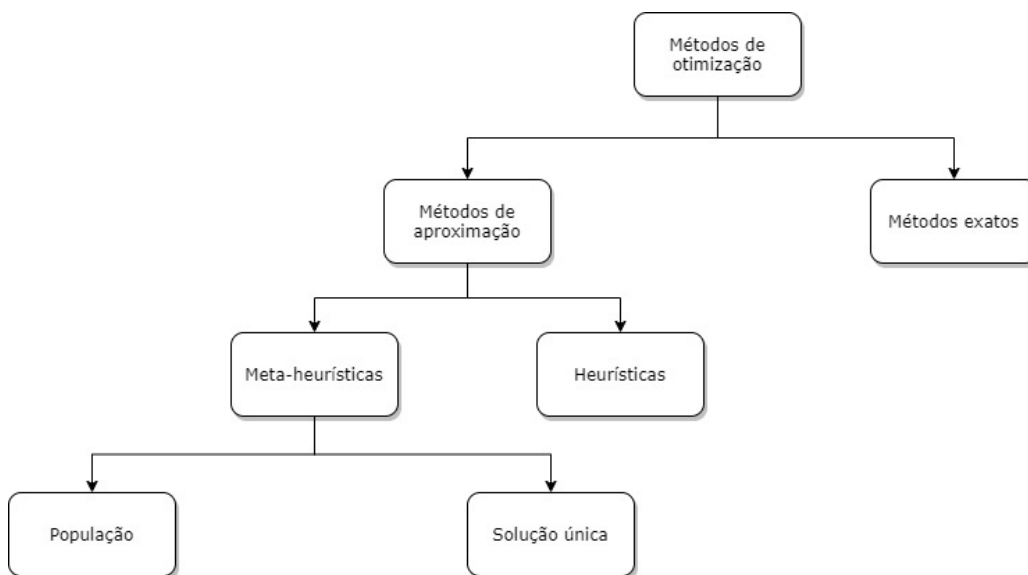


Figura 3 - Divisão dos métodos de aproximação para o escalonamento em máquinas paralelas

Os métodos de aproximação usados para a resolução de problemas de otimização, agrupam-se em: meta-heurísticas e heurísticas. Ambos garantem um excelente compromisso entre a qualidade de solução e o seu tempo de processamento.

As heurísticas são algoritmos que através de uma solução vazia, ou seja, do zero, sem nenhum valor assumido, constroem uma solução através da adição de elementos. Neste caso são geradas soluções de subproblemas. Uma grande desvantagem dos algoritmos heurísticos, é o impacto definitivo que as soluções dos subproblemas possam vir a ter na solução do problema global, ou seja, na solução final. Muitas vezes, boas soluções para os subproblemas afastam-se da melhor solução para o problema global.

As meta-heurísticas são os métodos mais utilizados no escalonamento em máquinas paralelas, no entanto requerem uma solução inicial e uma estrutura de vizinhança. Permitem-nos obter bons resultados, num curto espaço de tempo em problemas de maior dimensão e complexidade.

Azizoglu & Kirca (1998) afirmam que para a resolução de escalonamento em máquinas paralelas de grandes dimensões devem ser usadas ferramentas matemáticas com base em meta-heurísticas. Para os autores, um problema com um número de tarefas superior a 15 é considerado de grandes dimensões.

2.4. Meta-heurísticas

Para o uso de uma meta-heurística na resolução de um escalonamento em máquinas paralelas, é sempre necessário dar uma solução inicial ao problema, mesmo que seja a pior solução possível. Outra condição para o uso de uma meta-heurística é ser estabelecida uma estrutura de vizinhança. Por estrutura de vizinhança, entendemos qualquer alteração realizada na solução atual, que nos permita obter uma nova solução. Duas soluções são vizinhas se existir uma alteração elementar entre as mesmas, ou seja, com uma única alteração seja possível transformar uma na outra. Recorrendo a mecanismos estocásticos presentes nas meta-heurísticas, estes métodos exploram com grande diversidade uma enorme percentagem do campo de soluções do problema. Esses mesmos mecanismos permitem que as soluções ótimas locais sejam ultrapassadas, não terminando por ali a procura da solução final do problema. Ou seja, estes métodos podem aceitar como nova solução, uma solução com menor desempenho ou qualidade que a atual. Característica que não é encontrada nos métodos Heurísticos. Outra diferença entre as heurísticas e as meta-heurísticas é o critério de paragem dos métodos. Como referido, o fim da pesquisa nas Heurísticas acontece quando já não existe nenhuma solução vizinha da solução atual, com melhor qualidade, sendo assim a mesma, a solução final do problema. Nas Meta-heurísticas, o critério de interrupção é estabelecido pelo utilizador, podendo ser o tempo de processamento, o número de soluções encontradas, o máximo tempo sem melhoria da solução atual, etc.

Existem dois grupos de meta-heurísticas: de população e de solução única. Conforme o nome indica, as meta-heurísticas de população, baseiam-se no comportamento de populações da natureza, como é o exemplo das abelhas, formigas, etc. Já as de solução única recorrem a ferramentas de memória ou probabilísticas. A grande diferença entre os dois grupos prende-se com o número de soluções atuais que utilizam e o número de soluções vizinhas. Enquanto as meta-heurísticas de solução única, apresentam sempre uma única solução atual, as de população apresentam sempre um número superior, o que lhe permite originar um maior número de soluções vizinhas, tornando assim a sua pesquisa mais intensa e abrangente. Essa característica permite às meta-heurísticas de população, na maior parte dos casos, encontrarem a solução do problema mais rapidamente. O número de soluções atuais possíveis nas meta-heurísticas de população é um parâmetro que é definido pelo utilizador inicialmente.

Neste trabalho escolheram-se para estudo duas meta-heurísticas de solução única, nomeadamente, o *Simulated Annealing* e o *Tabu Search*.

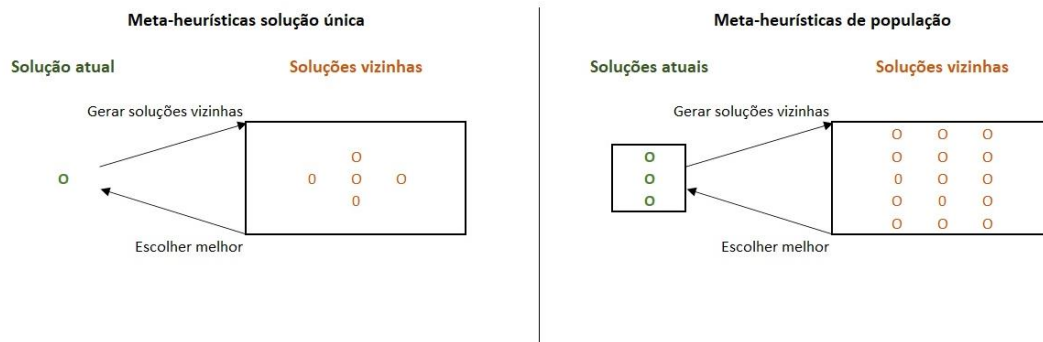


Figura 4 - Comportamento das meta-heurísticas de solução única e de população

Segundo Rego & Glover (2007) meta-heurísticas de população muitas vezes são concebidos de uma perspectiva mais restrita que exclui estratégias usualmente usadas em meta-heurísticas de solução única. Os autores referem ainda que as abordagens mais recentes incorporam características de ambas meta-heurísticas, população e solução única, correntemente chamadas de métodos híbridos.

2.4.1. Simulated Annealing

A meta-heurística *Simulated Annealing* tem por base o tratamento de recozimento efetuado em ligas metálicas, em que é realizado o aquecimento da liga até uma determinada temperatura, e de seguida dá-se um arrefecimento lento, estabilizando assim a estrutura cristalina da respetiva liga. Este tratamento permite-nos obter bons resultados de ductilidade.

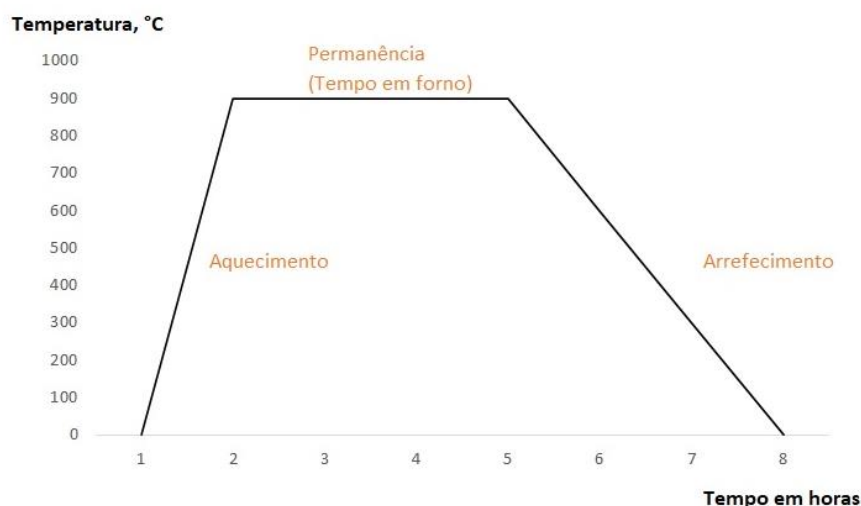


Figura 5 - Tratamento de recozimento em liga metálica

Através da figura 5, é apresentado o gráfico de temperatura da liga no decorrer do tempo. Numa fase inicial, ocorre então um aquecimento até elevadas temperaturas de modo a realizar a fusão do material. No seu estado líquido as partículas reorganizam-se aliviando assim tensões existentes. Numa fase final, é provocado o arrefecimento da liga, de

preferência de modo lento (no forno ou à temperatura ambiente), conferindo assim o aumento de ductilidade desejado. Vários fatores vão contribuir para o sucesso do tratamento, como é o caso da temperatura inicial e a velocidade e condições de arrefecimento.

A meta-heurística *Simulated Annealing* baseia-se na fase de arrefecimento da liga metálica no processo de recozimento. Partindo então de uma temperatura inicial e com uma solução inicial é gerada uma nova solução para avaliação. Essa solução, conforme referido anteriormente, será uma solução vizinha da solução atual. Caso essa solução apresente melhor qualidade que a solução atual, irá substituí-la como solução atual. Caso apresente pior qualidade, irá ser calculada uma probabilidade de aceitação, que de acordo com a fase de arrefecimento e diferença de qualidade entre soluções, pode ou não ser aceite. Este processo repete-se, até ser atingido o critério de paragem.

Numa fase inicial, a probabilidade de aceitação é mais elevada, o que torna a pesquisa da meta-heurística mais aleatória e abrangente. Numa fase final do arrefecimento, essa probabilidade é mais reduzida, realizando uma pesquisa mais seletiva e restrita no campo de soluções. Podemos então verificar, que inicialmente a pesquisa é realizada de forma mais alargada e com o tempo vai afunilando o seu campo de soluções para a solução final, tendo a qualidade da solução cada vez maior importância. A capacidade de avaliação e tomada de decisões sobre soluções com pior desempenho é a grande característica de diferenciação desta meta-heurística.

O cálculo da probabilidade de aceitação tem por base uma expressão matemática introduzida por investigadores metalúrgicos que permitem simular a fase de arrefecimento, no processo de recozimento. A expressão usada na meta-heurística é a seguinte:

$$P(T, f(x'), f(x)) = \exp\left(-\frac{f(x') - f(x)}{T}\right)$$

Equação 1 – Probabilidade de aceitação *Simulated Annealing*

Na equação 1, a variável T representa a temperatura atual do processo de arrefecimento, ou seja, o ponto em que se encontra o arrefecimento. A variável $f(x')$ exprime a qualidade da solução em avaliação e $f(x)$ a qualidade da solução atual.

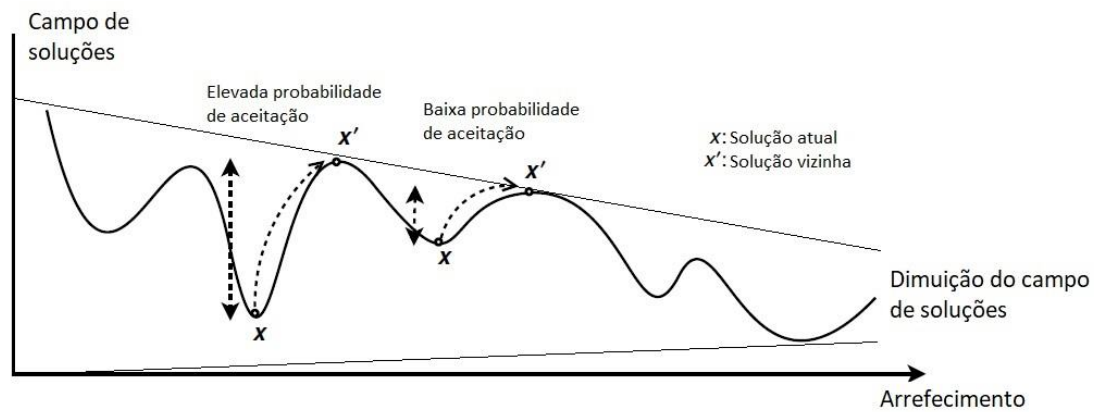


Figura 6 - Comportamento do Simulated Annealing

Na figura 6, é possível verificar o comportamento que a meta-heurística *Simulated Annealing* toma na pesquisa de soluções e a diminuição da probabilidade de aceitação, com o decorrer do arrefecimento.

Para o início de resolução de um problema de escalonamento em máquinas paralelas, é necessário incrementar 4 parâmetros:

- Temperatura inicial, que representa o ponto de partida do nosso arrefecimento;
- Temperatura final, que será o critério de interrupção do nosso algoritmo;
- Estado de equilíbrio, estabelecendo o número de iterações/pesquisas realizadas em cada patamar de temperatura no decorrer do arrefecimento;
- Tipo de arrefecimento, que desenha a curva do nosso arrefecimento.

À semelhança do arrefecimento da liga metálica no processo de recozimento, no *Simulated Annealing*, também o valor do parâmetro de temperatura inicial influencia bastante a qualidade da nossa solução final. Se tomar um valor demasiado baixo, a aleatoriedade e variabilidade inicial pretendidas irão ser perdidas, tornando desde logo a pesquisa mais restrita e concentrada. Um valor demasiado elevado não acrescentará nenhuma vantagem, aumentando, no entanto, o tempo de pesquisa.

O valor a ser assumido pela variável de temperatura final, deve ser o mais baixo possível, mas superior a zero, permitindo à meta-heurística realizar uma pesquisa exaustiva em redor da solução final, tentando encontrar o ótimo local daquele espaço de soluções.

O estado de equilíbrio representa o número de iterações/pesquisas que irão ser realizadas em cada patamar de temperatura. Sendo atingido esse valor, irá acontecer uma diminuição de temperatura. Caso seja pretendida uma pesquisa rápida, esse parâmetro deve tomar um valor baixo. Tendo como objetivo uma pesquisa mais completa, e por consequência mais demorada, esse valor deve ser aumentado.

A curva de arrefecimento do *Simulated Annealing* pode adotar três padrões possíveis: linear, geométrico ou logarítmico. Caso adote um comportamento linear, segue a seguinte expressão:

$$T = T - \beta$$

Equação 2 - Arrefecimento linear

Na equação 2, a variável T assume o valor da temperatura e β um valor constante que será o valor da diminuição entre cada patamar. Quanto maior for o valor de β , mais rápido será o arrefecimento.

Caso seja escolhido um arrefecimento geométrico ou logarítmico, é necessário introduzir a constante α , que deve tomar valores entre 0 e 1.

$$T = T * \alpha$$

Equação 3 -Arrefecimento geométrico

O arrefecimento geométrico é o usado com mais frequência neste tipo de problemas.

$$T = \frac{T_0}{\log(i)}$$

Equação 4 -Arrefecimento logarítmico

O arrefecimento logarítmico é dos três apresentados o mais lento, mas em contrapartida o que apresenta maior probabilidade de convergir para a solução exata.

```

Selecionar a solução inicial  $x \in X$ 
Inicializar a temperatura  $T = T_i$ 
while  $T > T_F$ 
  repeat
    Selecionar aleatoriamente  $x' \in v(x)$ 
    if  $f(x') \leq f(x)$  then
       $x = x'$ 
    else
       $x = x'$  com probabilidade  $p(T, f(x'), f(x))$ 
    end
  until tenham sido analisadas  $L_n$  soluções
   $T = T - \beta$ 
end
return melhor solução

```

Figura 7 – Algoritmo *Simulated Annealing*

Na figura 7 é apresentado o algoritmo da meta-heurística *Simulated Annealing*. Neste algoritmo é considerado um arrefecimento linear.

2.4.2. Tabu Search

A meta-heurística *Tabu Search* tem como principal fundamento, a utilização de memórias atualizadas, armazenando informação antiga, como movimentos ou soluções. O uso dessas memórias permite-lhe obter a solução final do problema sem estagnar em ótimos locais, ou seja, ciclos finitos.

O *Tabu Search* está presente no grupo de meta-heurísticas de solução única mais utilizadas nos dias de hoje.

Na pesquisa do campo de soluções, em busca da solução do problema é então construída e constantemente atualizada uma lista de soluções e movimentos já explorados, obrigando assim a pesquisa a evitar esses pontos visitados. As soluções contidas nessa memória são consideradas soluções proibidas, enquanto estejam contidas na mesma. É como se fosse desenhada uma trajetória da pesquisa. À semelhança do *Simulated Annealing*, também esta meta-heurística permite aceitar como nova solução atual, soluções vizinhas com pior desempenho. Esta característica confere diversidade e permite à mesma não terminar nas soluções ótimas locais.

Para ser iniciada a pesquisa de soluções é também necessário introduzir uma solução para o problema, mesmo que seja a pior solução possível. De seguida, a meta-heurística irá avaliar todas as soluções vizinhas da mesma, de acordo com a estrutura de vizinhança. A nova solução atual será a que apresentar melhor desempenho das soluções avaliadas cujo movimento ou solução não esteja guardado na memória, podendo, contudo, não apresentar um desempenho melhor que a anterior. Este movimento é guardado em memória, a pesquisa termina quando se verificar o critério de paragem, estabelecido inicialmente.

Para o início de resolução de um problema de escalonamento em máquinas paralelas, podem ser utilizados 4 ferramentas, todas elas com recurso a memória, sendo as mesmas:

- Lista Tabu;
- Critério de aspiração;
- Intensificação;
- Diversificação.

Uma das memórias utilizadas armazena movimentos ou soluções anteriores, conforme já referido. Esta pode ter diferentes estruturas, registando os movimentos realizados para obter uma nova solução atual, ou então memorizando a solução por completo. O mais frequente é serem registados os movimentos, uma vez que será de mais fácil tratamento e menos pesado a nível de esforço computacional. A mesma é frequentemente apelidada de lista Tabu. Em cada iteração, a lista Tabu é consultada e atualizada, na qual é acrescentada o atual movimento e eliminada o mais antigo memorizado. O tamanho da lista é frequentemente um parâmetro dinâmico, ou seja, pode ser maior no início da pesquisa e menor numa fase final. Esta característica têm um impacto significativo na qualidade da solução do problema. Uma lista Tabu de maior dimensão, logo maiores restrições, torna a pesquisa mais alargada e diversificada, percorrendo grande parte do campo de soluções. Enquanto, uma lista com menor dimensão, obriga a ser realizada uma pesquisa mais restrita e intensa, onde o campo de soluções possíveis é menor, originando ciclos finitos. Em alguns casos, o tamanho da lista Tabu pode-se manter constante no decorrer do processo de otimização, dependendo de resultados anteriores ou preferências do utilizador. Neste caso, estamos perante uma lista Tabu estática.

O critério de aspiração permite-nos aceitar um movimento ou solução vizinha presente na lista Tabu, como nova solução atual. Um critério de aspiração frequentemente utilizado é selecionar um movimento que conste na lista Tabu, caso o mesmo permita alcançar um desempenho, nunca antes atingido. Não é justificável, descartar uma solução vizinha que

apresente o melhor desempenho até agora encontrado, só porque está associada à memória utilizada. Podemos comparar este critério, a um critério de imunidade.

A função da ferramenta intensificação, ou também designada, memória de médio prazo é permitir à meta-heurística explorar as características das soluções encontradas com melhor desempenho, guiado assim a pesquisa para zonas do campo de soluções mais promissoras. Esta ferramenta compara então todas as soluções presentes na memória e identifica as características comuns das mesmas. Usualmente, é estabelecido um número de iterações ou tempo, ao qual devem ser aplicadas alterações à solução atual do problema com as características encontradas por esta ferramenta. Muitas vezes, esta alteração também acontece quando se entra em ciclos finitos, no qual já não é possível melhorar a qualidade da solução.

A ferramenta diversificação é utilizada quando é pretendido forçar a pesquisa da meta-heurística num campo de soluções ainda não explorado. Inicialmente, deve ser definido a estrutura desta ferramenta, como por exemplo os movimentos ou valores para todos os atributos possíveis. No desenvolver da meta-heurística, a memória regista para cada movimento ou atributo o número de vezes que este está presente nas soluções visitadas. À semelhança da intensificação, também a diversificação, pode ser aplicada ao fim de um número de iterações estabelecido ou sem melhoria.

Tanto a memória de intensificação como a de diversificação, nem sempre são utilizadas.

```

Selecionar a solução inicial  $x \in X$ 
Inicializar Lista Tabu com tamanho  $T$ 
while  $\neq$  Critério de Interrupção
  Selecionar melhor  $x' \in v(x)$ 
  if  $x' \in$  Lista Tabu then
    if  $f(x') =$  Critério de Aspiração then
       $x \leftarrow x'$ 
      Atualizar Lista Tabu
    else
      Remover  $x'$  de  $v(x)$ 
    end
  else
     $x \leftarrow x'$ 
    Atualizar Lista Tabu
  end
end
return melhor solução

```

Figura 8 - Algoritmo *Tabu Search*

Na figura 8 é apresentado o algoritmo da meta-heurística *Tabu-Search*.

Do mesmo modo que a meta-heurística *Simulated Annealing*, também no *Tabu Search* é necessário realizar um trabalho de parametrização, apesar de este ser mais trabalhoso.

É possível confirmar que usualmente problemas de escalonamento em máquinas paralelas são resolvidos recorrendo a meta-heurísticas. Sariçiçek & Çelik (2011) usaram 2 meta-heurísticas para a resolução de um problema de escalonamento em máquinas paralelas,

nomeadamente, o *Simulated Annealing* e *Tabu Search*. O objetivo principal era minimizar o atraso total de conclusão das tarefas. A complexidade do problema foi notória, podendo-se afirmar que seria inverosímil resolvê-lo com técnicas exatas. Recorrendo então às meta-heurísticas mencionadas anteriormente, e após vários testes aleatórios, foi possível comprovar que o *Simulated Annealing* exigiu um menor esforço computacional e apresentou um tempo de atraso inferior relativamente ao algoritmo *Tabu Search*. Foi também possível afirmar, que estas meta-heurísticas podem ser também usadas nos mais variados mercados para minimizar o tempo de espera dos clientes pela sua encomenda.

2.5. Tempos de processamento variáveis

Teoricamente e idealmente, os tempos de processamento de uma tarefa em determinada máquina assumem um valor fixo. Na prática, existem diversos fatores que contrariam esta ideia. Em ambientes industriais, dificilmente os tempos de processamento assumem um valor constante, para os mesmos parâmetros. Os tempos de processamento assumem sempre valores muito próximos, sendo então apresentados como um valor médio, ao qual está associada uma variância. O objetivo das organizações industriais é então tentar diminuir ao máximo a variância dos tempos de processamento.

Na maior parte dos tempos de processamento, a variância surge devido às diferentes condições de processamento aplicadas. O esperado, seria que para uma mesma máquina e igual tarefa, as condições fossem idênticas. Contudo isso não acontece. As diferenças podem surgir pelo patamar de deterioração das máquinas, pelas condições de manutenção ou avaria, e também pelas condições do produto, pois este pode conter defeitos, provocados pelo seu armazenamento ou transporte. Ao longo dos últimos anos, vários autores têm-se dedicado ao estudo desta variabilidade, e muitos indicam como fator a altura temporal em que as tarefas são realizadas.

Kononov & Gawiejnowicz (2001) estudaram um problema de escalonamento em que o objetivo era a minimização do *Makespan*, ou seja, o instante final, em que todas as tarefas teriam sido processadas pelo respetivo sistema de produção. Nesse estudo, os autores assumiram que o tempo de processamento de cada tarefa, iria variar, de acordo com o momento temporal em que a mesma era processada. Assumiram também que essa variabilidade assumia um comportamento linear. Após esse estudo, concluíram que este tipo de problemas constituiu uma complexidade acrescida, na qual é necessário recorrer a algoritmos de aproximação para a sua realização.

Xu, Zhang & Huang (2014) estudaram o escalonamento de tarefas em máquinas paralelas considerando também, o efeito de deterioração. Note-se que como este autor, cada vez mais autores levam este tema em consideração, uma vez que a sua ocorrência em ambientes industriais é cada vez mais notória. Neste caso, os tempos de processamento variam de acordo com uma função linear proporcional, tendo em conta o tempo de espera pelo seu início de processamento. Ficou provado que as meta-heurísticas conseguem soluções quase ótimas num curto espaço de tempo.

Para minimizar ao máximo essa variabilidade, são aplicadas técnicas de melhoria e ferramentas que provocam o aumento da capacidade produtiva do sistema de produção. É o caso da filosofia *Just-in-time*, introduzido pela Toyota, em que cada processo deve ser realizado na quantidade certa, no tempo certo e no lugar correto. Também diversas ferramentas Lean e a introdução da indústria 4.0 permitem aumentar a capacidade produtiva e contribuir para a eliminação de defeitos.

Shabtay (2012) estudou 4 problemas de escalonamento diferentes. Nesses 4 problemas, a diferença era os objetivos principais. Contrariamente aos problemas comuns de escalonamento em máquinas paralelas, em que o objetivo é diminuir o *Makespan* ou então os tempos de atraso ou antecipação, Shabtay impôs como objetivo atingir o máximo de tarefas possíveis realizadas em *Just-in-time*. Ou seja, ao autor não lhe interessava os objetivos mais comuns entre autores, mas sim conseguir processar o maior número de tarefas nas exatas alturas de processamento.

Em muitas situações práticas, um valor numérico é acompanhado de imprecisões causadas, por exemplo, por instrumentos de medida, variabilidade de condições, etc. Nestas situações, no lugar de um número real preciso, podemos considerar um número *Fuzzy*. Para podermos apresentar os tempos de processamento das tarefas como um valor preciso, estes serão tratados de acordo com o conceito *Fuzzy*, assim como os custos de deterioração das máquinas para cada tarefa e as datas de entrega das tarefas.

2.5.1. Números Fuzzy

O conceito de conjuntos *Fuzzy* foi inicialmente introduzido por Zadeh em 1965, segundo Rentería (2006). Segundo Taylor (2007) um número *Fuzzy* consiste num intervalo que varia em redor de um valor médio. O mesmo autor considera que o tratamento deste tipo de números é de relativa facilidade, e que deve ser considerado com um número com uma margem de erro associada.

Usualmente, um número *Fuzzy* é representado por três pontos, sendo eles (p_1, p_2, p_3) . Os pontos p_1 e p_3 representam os valores extremos, mínimo e máximo respetivamente. O ponto p_2 é o valor médio, ou seja, o valor com maior probabilidade.

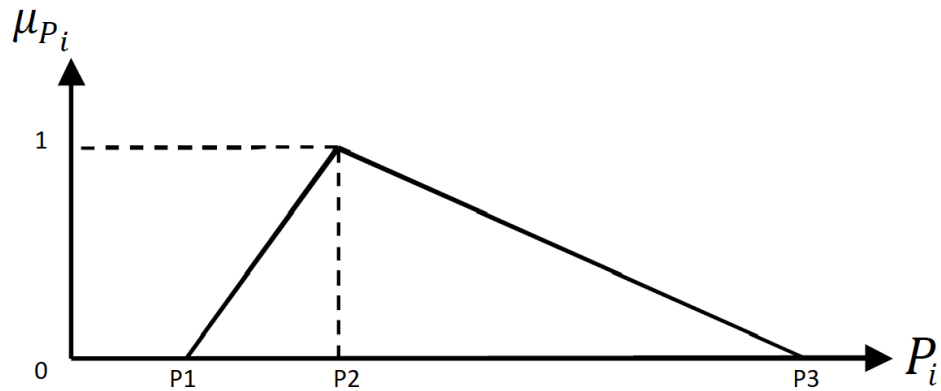


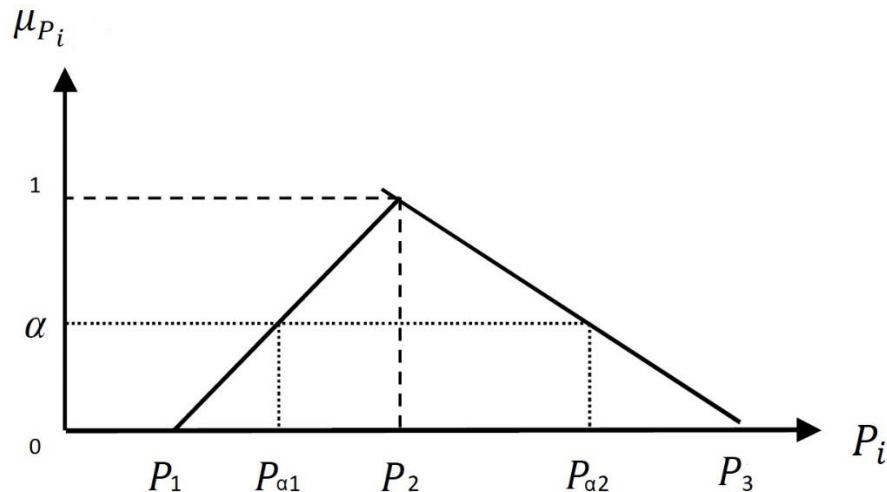
Figura 9 - Representação número Fuzzy triangular

O número Fuzzy triangular é o mais utilizado e pode ser apresentado de acordo com a figura 9. No eixo horizontal estão os valores dos pontos p_1 , p_2 e p_3 . No eixo vertical os respectivos graus de pertinência, de acordo com a seguinte função:

$$\mu_{p_i}(p) = \begin{cases} \frac{p - p_1}{p_2 - p_1}, & p_1 \leq p \leq p_2 \\ \frac{p - p_3}{p_2 - p_3}, & p_2 \leq p \leq p_3 \\ 0, & p \leq p_1, p \geq p_3 \end{cases}$$

Equação 5 – Função pertinência número Fuzzy triangular

Um número Fuzzy triangular é usado para parâmetros que apresentem uma margem de variação em que apenas um valor apresenta uma possibilidade de ocorrência maior que os outros, podendo-lhe ser acrescentada uma restrição ou um limite imposto. Essa restrição ou limite é designado de α – *corte*. O valor de α pode variar entre 0 e 1. Esse valor limita então o número Fuzzy apenas ao conjunto de pontos com grau de pertinência, μ_{p_i} superior ou igual a α .

Figura 10 - α – *corte* em número Fuzzy triangular

Os valores dos pontos $P_{\alpha 1}$ e de $P_{\alpha 2}$ são definidos de acordo com as seguintes equações:

$$P\alpha_1 = \alpha * P_2 + (1 - \alpha) * P_1$$

Equação 6 – Equação para valor de $P\alpha_1$

$$P\alpha_2 = \alpha * P_2 + (1 - \alpha) * P_3$$

Equação 7 – Equação para valor de $P\alpha_2$

Tanto na operação de adição como de subtração de dois números *Fuzzy* triangulares, o resultado é um número *Fuzzy* também triangular. O mesmo não acontece nas operações de multiplicação ou divisão. No caso destas operações é necessário realizar uma aproximação do resultado para um novo número *Fuzzy* triangular.

Utilizemos como exemplos o seguintes números *Fuzzy* triangulares:

$$A = (a_1, a_2, a_3)$$

$$B = (b_1, b_2, b_3)$$

De seguida são apresentados todos os passos das operações de adição, subtração, multiplicação e divisão.

$$A + B = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3)$$

$$A - B = (a_1 - b_1, a_2 - b_2, a_3 - b_3)$$

Para as operações de multiplicação e divisão é necessário os pontos que limitam o α – *corde*.

$$A\alpha = [\alpha * A_2 + (1 - \alpha) * A_1, \alpha * A_2 + (1 - \alpha) * A_3]$$

$$B\alpha = [\alpha * B_2 + (1 - \alpha) * B_1, \alpha * B_2 + (1 - \alpha) * B_3]$$

$$A\alpha * B\alpha = \left\{ \begin{array}{l} [\alpha * A_2 + (1 - \alpha) * A_1] * [\alpha * B_2 + (1 - \alpha) * B_1], \\ [\alpha * A_2 + (1 - \alpha) * A_3] * [\alpha * B_2 + (1 - \alpha) * B_3] \end{array} \right\}$$

$$A\alpha / B\alpha = \left\{ \begin{array}{l} [\alpha * A_2 + (1 - \alpha) * A_1] / [\alpha * B_2 + (1 - \alpha) * B_1], \\ [\alpha * A_2 + (1 - \alpha) * A_3] / [\alpha * B_2 + (1 - \alpha) * B_3] \end{array} \right\}$$

Quando $\alpha = 0$ obtemos os dois pontos extremos do número *Fuzzy* triangular, e com $\alpha = 1$ conseguimos o ponto com maior pertinência, ou seja, o pico.

Para muitas operações é necessário tratar um número *Fuzzy* como um valor determinístico. É então necessário realizar uma conversão de um conjunto de pontos *Fuzzy* num número preciso. De acordo com T. Ross (2010) existem diversos métodos de conversão, sendo os 2 mais frequentes em números *Fuzzy* triangulares os seguintes:

- Método de membro máximo;
- Método do centroide.

O método de membro máximo consiste em converter o número *Fuzzy* para o ponto com maior de pertinência, ou seja, o pico. O método de centroide é de entre os três o mais atraente e representa o centro de gravidade. É obtido através da seguinte expressão:

$$P' = \frac{\int \mu_{pi} * p_i \, d p_i}{\int \mu_{pi} \, p_i \, d p_i}$$

Equação 8 – Método do centroide

3. FORMULAÇÃO MATEMÁTICA DO PROBLEMA DE ESCALONAMENTO EM MÁQUINAS PARALELAS

Na presente dissertação considerou-se um problema de escalonamento em máquinas paralelas apresentado por Asghari & Nezhadali (2014) no artigo “*Fuzzy Programming for Parallel Machines Scheduling: Minimizing Weighted Tardiness/Earliness and Flow time through Genetic Algorithm*”, que é uma extensão de um caso de estudo de Mazdeh et al. (2010).

No problema é considerado um conjunto N de tarefas independentes entre si, e um conjunto M de máquinas paralelas. É assumido que as máquinas estão capacitadas para desempenhar qualquer das tarefas do conjunto N . As máquinas processam apenas uma tarefa de cada vez, podendo existir, em determinados instantes, máquinas sem tarefas atribuídas, ou seja, as máquinas podem ter momentos inativos. Na Tabela 2 estão definidos alguns parâmetros do problema.

Tabela 2 – Parâmetros gerais disponíveis no problema de escalonamento em máquinas paralelas

Parâmetros gerais	Descrição
N	Conjunto de tarefas a serem escalonadas
M	Conjunto de máquinas paralelas disponíveis
$i, j \in (1, 2, \dots, N)$	Indicam tarefas
$m \in (1, 2, 3, \dots, M)$	Indica uma máquina

Este problema tem como particularidade considerar um custo de deterioração das máquinas provocado pela realização das tarefas. Cada tarefa originará um custo de deterioração diferente nas máquinas, esse custo é representado por c_{im} . A cada tarefa está também associado dois pesos: um de atraso e outro de antecipação por unidade de tempo representados por β_i e γ_i , respetivamente. Na tabela 3, são então apresentados os parâmetros iniciais do problema de escalonamento em máquinas paralelas em estudo na presente dissertação.

Tabela 3 – Parâmetros iniciais para o problema de escalonamento em máquinas paralelas

Parâmetros iniciais	Descrição
γ_i	Peso por unidade tempo de antecipação da tarefa i
β_i	Peso por unidade tempo de atraso da tarefa i
r_i	Instante de chegada da tarefa i
d_i	Data de entrega planeada para a tarefa i

a_{im}	Tempo de processamento fixo sem crescimento da tarefa i na máquina m
b_i	Taxa de crescimento do tempo de processamento da tarefa i
c_{im}	Custo de deterioração provocado pela tarefa i na máquina m

Dos parâmetros iniciais expostos na tabela 3, parte dos mesmos são apresentados sobre a forma de número *Fuzzy*, sendo eles:

- d_i , data de entrega planeada para a tarefa i
- a_{im} , tempo de processamento fixo sem crescimento da tarefa i na máquina m
- b_i , taxa de crescimento do tempo de processamento da tarefa i
- c_{im} , custo de deterioração provocado pela tarefa i na máquina m

O método utilizado para conversão de números *Fuzzy* em valores determinísticos foi o método de membro máximo. O mesmo foi apresentado no subcapítulo 2.5 da presente dissertação. O método de membro máximo consiste em converter o número *Fuzzy* para o seu ponto de maior pertinência, ou seja, o pico. Os restantes parâmetros iniciais são apresentados como valores determinísticos.

O problema de escalonamento em máquinas paralelas tem 6 tipos de variáveis de decisão, apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Variáveis de decisão assumidas no problema de escalonamento com máquinas paralelas

Variáveis de decisão	Descrição
X_{jim}	Toma o valor de 1 se tarefa j anteceder a tarefa i no sequenciamento da máquina m ; 0 caso contrário.
Y_{im}	Toma o valor de 1 se tarefa i é alocada á máquina m ; 0 caso contrário.
T_i	Valor de atraso em unidade temporal para a tarefa i
E_i	Valor de antecipação em unidade temporal para a tarefa i
P_{im}	Tempo de processamento da tarefa i na máquina m
S_{im}	Instante inicial de processamento da tarefa i na máquina m
C_i	Instante de conclusão de processamento da tarefa i

Dentro das variáveis de decisão, a variável do tipo P_{im} merece a nossa atenção, uma vez que deriva de combinações matemáticas entre os parâmetros iniciais a_{im} e b_i com a variável de decisão S_{im} . O tempo de processamento da tarefa i na máquina m , surge então segundo a seguinte expressão:

$$P_{im} = a_{im} + b_i \cdot S_{im}$$

Equação 9 – Variável de decisão do tempo de processamento

É possível verificar que para qualquer tarefa i , tanto o parâmetro inicial a_{im} como a variável de decisão S_{im} variam de acordo com a escolha de máquina m efetuada. Inversamente, o parâmetro inicial b_i , taxa de crescimento do tempo de processamento da tarefa i é independente da máquina m a qual a tarefa i está alocada, assumindo o mesmo valor para todas as máquinas do conjunto M . É também perceptível, que quanto mais adiantado for o instante inicial de processamento S_{im} , mais demorado será o tempo de processamento da tarefa i na máquina m .

Para resolução do problema de escalonamento em estudo, adotou-se o modelo matemático apresentado por Asghari & Nezhadali (2016), cujo o objetivo é minimizar 4 medidas de desempenho indicadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Medidas de desempenho (funções) a minimizar no problema de escalonamento em máquinas paralelas

Funções a minimizar	Formulação matemática
Custo Antecipação	$f_1 = \sum_{i \in N} \gamma_i \cdot E_i$
Custo Atraso	$f_2 = \sum_{i \in N} \beta_i \cdot T_i$
Tempo de conclusão	$f_3 = \sum_{i \in N} C_i - r_i$
Custo de deterioração das máquinas	$f_4 = \sum_{i \in N} \sum_{m \in M} Y_{im} \cdot c_{im}$

As funções f_1 e f_2 representam a soma dos custos de antecipação e atraso, respetivamente, de cada tarefa de acordo com o escalonamento. Já a função f_3 traduz a totalidade do tempo de conclusão, ou seja, o somatório das diferenças entre o instante de conclusão das tarefas e o instante a partir da qual estas estão disponíveis para processamento. O último objetivo a minimizar, f_4 , revela o custo total de deterioração das máquinas presente no conjunto M de acordo com o escalonamento.

De acordo com a tabela 5, é possível verificar a existência de mais do que um objetivo a otimizar. Perante este cenário, podemos assumir que estamos perante um problema multiobjetivo, uma vez que o mesmo se enquadra com a definição genérica apresentada no subcapítulo 2.2.

Para resolução do problema de escalonamento em máquinas paralelas irão ser utilizados os métodos propostos também no subcapítulo 2.2, em que nos é possível realizar uma transformação de um problema multiobjetivo num problema uni-objetivo.

Perante este cenário e uma vez que existem conflitos entre os objetivos, a solução para o problema nunca será a melhor solução para cada objetivo avaliando individualmente, mas sim um compromisso existente entre todos. Uma solução onde exista esse compromisso, é uma solução ótima para o nosso problema de escalonamento em máquinas paralelas multiobjetivo.

Para garantir a integridade do problema considerou-se um conjunto de restrições, apresentadas na Tabela 6, de modo a garantir que as soluções apresentadas são possíveis e viáveis.

O primeiro conjunto de restrições assegura que somente uma tarefa pode assumir a primeira posição de sequenciamento numa dada máquina. Isto alarga-se a todas as máquinas existentes no conjunto M . Já o conjunto 2 garante que não existe mais do que uma tarefa com a mesma posição de sequenciamento na mesma máquina. As restrições dos conjuntos 3 e 4 asseguram que se a tarefa i sucede a tarefa j no sequenciamento da máquina m , então as tarefas i e j estão ambas alocadas à máquina m . As restrições do conjunto 5 garantem que cada tarefa está alocada unicamente a uma máquina do conjunto M . Para assegurar que a data de conclusão de uma dada tarefa C_i é igual ou superior à soma do tempo de processamento da mesma P_{im} com o seu instante inicial de processamento S_{im} , foram introduzidas as restrições do conjunto 6. O conjunto de restrições 7 expressa a relação entre o tempo de processamento P_{im} de cada tarefa, o seu instante inicial de processamento S_{im} , taxa de crescimento b_i e a componente fixa do tempo de processamento a_{im} , garantindo assim a relação presente na equação 12. Já as restrições do conjunto 8 asseguram que o instante inicial de processamento da tarefa i é igual ou superior ao instante de conclusão da tarefa j que a antecede no sequenciamento. O conjunto 9 indica que todas as máquinas do conjunto M estão disponíveis para realizar tarefas no instante 0. Os conjuntos de restrições 10 e 11 expressão a relação entre as datas de entrega planeadas e os instantes de conclusão das tarefas, nomeadamente antecipações e atrasos, respetivamente. Finalmente, os conjuntos de restrições 12 e 13 garantem a não negatividade das variáveis e os valores possíveis de X_{jim} e Y_{im} .

Tabela 6 - Restrições do problema de escalonamento em máquinas

Identificação do conjunto de restrições	Restrições do problema
1	$\sum_{i \in N} X_{0im} \leq 1 \quad \forall m \in M$
2	$\sum_{i, j \in N, i \neq j} \sum_{m \in M} X_{jim} = 1$
3	$\sum_{i, j \in N, i \neq j} X_{jim} \leq Y_{im} \quad \forall m \in M$
4	$\sum_{i, j \in N, i \neq j} X_{jim} \leq Y_{jm} \quad \forall m \in M$
5	$\sum_{m \in M} Y_{im} = 1 \quad \forall i \in N$
6	$C_i \geq S_{im} + P_{im} \quad \forall m \in M, \quad \forall i \in N$
7	$P_{im} + M(1 - Y_{im}) \geq a_{im} + b_i \cdot S_{im} \quad \forall m \in M, \quad \forall i \in N$
8	$S_{im} + M(1 - X_{jim}) \geq C_j \quad \forall m \in M, \quad \forall i, j \in N, i \neq j$

9	$S_{0m} = 0 \quad \forall m \in M$
10	$E_i = \text{Max}\{0; d_i - C_i\} \quad \forall i \in N$
11	$T_i = \text{Max}\{0; C_i - d_i\} \quad \forall i \in N$
12	$T_i, E_i, P_{im}, S_{im}, C_i \in R^+ \quad \forall m \in M, \quad \forall i \in N$
13	$X_{jim}, Y_{im} \in \{0,1\} \quad \forall m \in M, \quad \forall i, j \in N$

4. APLICAÇÃO DE META-HEURÍSTICAS E DIFERENTES ABORDAGENS MULTIOBJETIVO

4.1. Descrição do problema

De modo a realizar uma avaliação das diferentes meta-heurísticas e também dos métodos para resolução de um problema de otimização multiobjetivo, na presente dissertação foram criados 4 cenários possíveis para um problema de escalonamento em máquinas paralelas. A diferença entre os mesmos é a conjugação de tarefas a processar e o número de máquinas disponíveis no sistema de produção. Na Tabela 7 são apresentados os cenários estudados.

Tabela 7 - Combinação de máquinas e tarefas para problemas

Cenários	Nº Tarefas	Conjunto de Tarefas	Nº Máquinas
1	10	1-10	3
2	15	1-15	5
3	20	1-20	10
4	25	1-25	10

Todos os parâmetros iniciais assumidos pelas tarefas utilizadas são apresentados no Apêndice A.

Para uma perceptível análise das posteriores soluções do problema, com recurso ao *Excel*, foi criado um ambiente de apresentação das mesmas, sendo possível verificar para cada tarefa i , os seguintes resultados:

- m , máquina a que foi alocada;
- Posição de sequenciamento na máquina m ;
- r_i , instante de chegada;
- S_{im} , instante inicial de processamento da tarefa na máquina m ;
- P_{im} , tempo de processamento da tarefa na máquina m ;
- C_i , instante de conclusão de processamento;
- $\beta_i \cdot T_i$, penalização de atraso;
- $\gamma_i \cdot E_i$, penalização de antecipação;
- $Y_{im} \cdot c_{im}$, custo de deterioração provocado na máquina m .

Pode-se ainda visualizar o valor mínimo assumido pelas 4 funções objetivo estabelecidas no capítulo 3, como o valor da solução final resultante da transformação multiobjetivo realizada.

De modo a ser possível avaliar o desempenho de resolução das diferentes meta-heurísticas, é exposto o tempo de execução que estas demoraram a encontrar a solução em análise. O ambiente de apresentação criado é apresentado de seguida.

The figure shows a spreadsheet with three main sections. The first section is a table with columns for 'Tarefa' (Task) and 'Máquina' (Machine) and rows for 'Posição' (Position) 1-10. The second section shows variables F1, F2, F3, and F4 with their respective values. The third section shows a variable 'F' with its value. Below these are three more tables with columns for 'Tarefa', 'Máquina', and 'Posição'.

Figura 11 - Ambiente de apresentação de soluções do problema

Na figura 11 é também possível ver que é sempre apresentada a solução inicial introduzida, de modo às meta-heurísticas iniciarem as suas pesquisas no campo de soluções.

Os valores expostos, são meramente utilizados como exemplo.

As variáveis de decisão Y_{im} e X_{jim} que são igualmente importantes na resolução do problema, são apresentadas noutra formato, indicado na figura 12. Estas complementam a informação acima descrita.

The figure displays two spreadsheets. The first spreadsheet is for decision variable Y_{im} . It has a column for 'Máquina, m' (1-10) and rows for 'Variável, Yim' (1-30). The cells contain 0 or 1, representing whether machine m is assigned to task i. The second spreadsheet is for decision variable X_{jim} . It has a column for 'Máquina' (1-10) and 'Tarefa, j' (1-10), and rows for 'Variável, Xjim' (1-25). The cells contain 0 or 1, representing whether task i follows task j on machine m.

Figura 12 – Ambiente de apresentação das variáveis de decisão Y_{im} e X_{jim}

É exposta inicialmente a variável Y_{im} em que é possível verificar a que máquina estão atribuídas as tarefas do conjunto N e também confirmar se estão todas alocadas às máquinas disponíveis. Mais abaixo é apresentada o conjunto de variáveis X_{jim} que toma o valor de 1 caso a tarefa i suceda a tarefa j no sequenciamento da máquina m e 0 caso contrário. Para alterar a máquina na variável X_{jim} basta selecionar outro valor para m na caixa de seleção existente.

4.2. Detalhes de implementação

De acordo com o objetivo da presente dissertação, foi necessário realizar a automatização de duas meta-heurísticas para resolução do nosso problema de escalonamento nos diferentes cenários existentes. As meta-heurísticas implementadas foram: *Simulated Annealing* e *Tabu Search*.

Para cada meta-heurística, foi necessário realizar a sua parametrização e só depois a sua automatização. A automatização destas foi realizada com recurso ao programador VBA incorporado no *Excel*.

Incluída na parametrização de ambas as meta-heurísticas, está a escolha da estrutura de vizinhança. Está será a responsável pelas sucessivas alterações da solução atual, originando novas soluções do problema. Todas essas soluções serão avaliadas, uma vez que poderão ser as novas soluções atuais do problema.

Como referido no capítulo 2, as meta-heurísticas precisam sempre de uma solução inicial para iniciarem a sua pesquisa no campo de soluções, ao contrário de alguns métodos de otimização. A solução inicial escolhida para todos os cenários do problema consiste na atribuição de todas as tarefas à máquina 1 e a sequência é construída de ordem crescente de acordo com o número das tarefas.

4.2.1. *Simulated Annealing*

Um dos primeiros passos foi então definir os parâmetros da meta-heurística (Temperatura inicial, Temperatura final, Estado de equilíbrio e Constante de arrefecimento). Para o parâmetro Temperatura inicial, foram considerados valores aceitáveis entre 750 e 1500. Como já se trata de valores bastante elevados, para este parâmetro a escolha recaiu para um valor mais próximo do limite inferior, ou seja 1000. Este valor irá garantir grande aleatoriedade na pesquisa de novas soluções numa fase inicial de resolução do problema. Ao contrário da Temperatura inicial, o parâmetro Temperatura final deve assumir um valor baixo, daí ser sugerido o uso de um valor entre o intervalo 0.1 e 25. Para o mesmo foi estabelecido um valor de 20, de modo a não tornar o algoritmo demasiado moroso. O estado de equilíbrio representa o número de iterações que serão realizadas em cada patamar de temperatura, logo foi escolhido o extremo mais elevado do intervalo de 50 a 200 como valor padrão, para tornar a pesquisa da meta-heurística eficiente. Foi escolhido como tipo de arrefecimento para a nossa meta-heurística, um arrefecimento geométrico. O valor assumido para a nossa constante de arrefecimento foi de 0.6. No entanto, caso se pretenda um arrefecimento mais rápido poderemos considerar uma diminuição até 0.5. Outra característica da meta-heurísticas *Simulated Annealing* a ser fixada inicialmente é a estrutura de vizinhança. A mesma permite à meta-heurística derivar de uma solução para outra com apenas uma alteração. Ora tratando-se de um problema de escalonamento em que temos presente decisões de alocação e de seguida sequenciamento, a nossa estrutura de vizinhança segue as seguintes regras:

1. Escolha aleatória de uma das tarefas a processar do conjunto N ;

2. Escolha aleatória de uma máquina disponível do conjunto M pela qual irá ser processada a tarefa selecionada no ponto 1;
3. Escolha aleatória da posição a ocupar no sequenciamento da máquina escolhida no ponto 2, incluindo a possibilidade de ser adicionada à sequência já existente, ocupando a posição seguinte à última tarefa;
4. Caso a máquina escolhida no ponto 2 e a posição atribuída no ponto 3, sejam a posição original da tarefa eleita no ponto 1, é realizado de novo o sorteio do ponto 3 enquanto a condição de igualdade se mantiver;
5. Caso a posição de escalonamento sorteada aleatoriamente esteja ocupada por outra tarefa, existe uma troca direta com a tarefa eleita no ponto 1, originando assim uma nova solução a avaliar;
6. Caso a posição de escalonamento premiada a receber a tarefa eleita no ponto 1 seja a seguinte à última posição de sequenciamento de dada máquina escolhida no ponto 2, a tarefa é então introduzida nessa sequência e essa máquina conta com mais uma tarefa no seu sequenciamento e as tarefas que estavam nas posições seguintes à sua posição original, avançam uma posição e a sua máquina original fica com menos uma tarefa a processar.

Estando então estabelecidas as características principais da nossa meta-heurística, a construção desta foi de acordo com o seu algoritmo original, apresentado na figura 7. Ora como foi descrito no subcapítulo 2.3.1 partindo de uma temperatura inicial elevada, irão ser realizadas várias iterações tendo como início uma solução inicial com péssimo desempenho. É imposto um arrefecimento provocando uma diminuição da temperatura sendo realizadas o número de iterações estabelecido no estado de equilíbrio. Ao fim de cada iteração a solução proposta é avaliada e caso apresente melhor desempenho que a solução atual, substitui a mesma de imediato. Caso isso não aconteça, é calculada uma probabilidade de aceitação de acordo com a equação 7 e assim será decidido se a solução em análise substitui ou não a solução atual. Com temperaturas maiores a probabilidade de aceitação assume valores mais elevados, enquanto numa fase final com temperaturas mais baixas assume um valor muito baixo tornando assim a pesquisa mais restrita ao campo de soluções em que se ocupa. As iterações e a consecutivas avaliações continuam até ser atingida a temperatura final e por fim apresentar a solução com melhor desempenho encontrada.

4.2.2. Tabu Search

Para o uso da meta-heurística *Tabu Search* como ferramenta matemática na resolução do nosso problema de escalonamento é necessário definir 2 parâmetros iniciais: tamanho lista Tabu e número de iterações total realizadas. O último representa o nosso critério de interrupção, ou seja, sendo realizadas um número total de iterações igual ao do parâmetro, a meta-heurística termina a sua pesquisa no campo de soluções e apresenta a solução com melhor desempenho encontrada, ou seja, como menor valor de f . Na presente dissertação, ficou definido para este parâmetro o valor de 100 iterações.

O tamanho da lista Tabu, permite ao utilizador escolher o número de movimentos memorizados e considerados proibidos pela nossa meta-heurística na pesquisa de novas soluções. Para o referido parâmetro, na presente dissertação ficou estabelecido o valor de 10. O valor atribuído inicialmente para tamanho da lista Tabu não se mantém constante ao longo da pesquisa. Ficou estabelecido que quando o número de iterações realizadas for igual a 50% do valor estabelecido para o critério de interrupção, o tamanho da lista Tabu também passa para metade do inicialmente assumido. Também quando o número de iterações realizadas for igual a 75% do valor estabelecido para o critério de interrupção, o tamanho da lista Tabu passa a apresentar 25% do seu valor inicial. Este comportamento dinâmico da lista Tabu, com a diminuição do seu tamanho, permite à meta-heurística realizar uma pesquisa concentrada numa zona específica do campo de soluções e retirar alguma aleatoriedade à mesma. Assim garantimos que é realizada uma pesquisa exaustiva numa fase final da pesquisa, tentando apresentar a solução com melhor desempenho presente naquela área do campo de soluções total.

O princípio de funcionamento da meta-heurística *Tabu Search* já foi abordado no subcapítulo 2.3.2. Como foi já descrito, em cada iteração serão avaliados vizinhos da solução atual de acordo com a estrutura de vizinhança. O vizinho que apresentar melhor desempenho e caso o seu movimento não esteja presente na lista Tabu, será escolhido como a nova solução atual do problema. Ora tratando-se de um problema de escalonamento em que temos presente decisões de alocação e de seguida sequenciamento, a estrutura de vizinhança utilizada na presente dissertação para construção de novos os vizinhos segue os seguintes passos:

1. Escolha aleatória de uma das tarefas a processar presente no conjunto N ;
2. A tarefa aleatória resultante do passo 1, troca a sua posição de escalonamento (alocação e sequenciamento) com todas as outras tarefas existentes no conjunto N - cada troca representa um novo vizinho;
3. A tarefa aleatória resultante do passo 1 assume a posição seguinte à última posição de sequenciamento em todas as máquinas do sistema – o número de máquinas existentes é igual ao número de novos vizinhos, segundo esta alteração.

Estando então estabelecidas as características principais da nossa meta-heurística, a implementação desta foi de acordo com o seu algoritmo original, apresentado na figura 8.

4.3. Abordagens Multiobjetivo

De acordo com as características do problema, e como é possível analisar na sua formulação matemática, é necessário o uso de abordagens multiobjetivo para a resolução do mesmo.

Os métodos multiobjetivos utilizados para transformação do nosso problema, num problema uni-objetivo são: método ponderado, método das distâncias relativas ponderadas e método variante de métricas ponderadas.

O método das distâncias relativas ponderadas permite-nos obter 2 soluções multiobjetivo diferentes, uma vez que a sua constante p assumiu o valor de 1 e 2. Já no método variante de métricas ponderadas, como já foi referido, a constante p assumiu sempre o valor de 2. Para cada cenário do problema, ambas as meta-heurísticas encontraram 10 soluções para cada abordagem multiobjetivo. Logo, para cada cenário foram encontradas 80 soluções diferentes.

O único método multiobjetivo dos utilizados que exige parametrização, é o método das distâncias relativas ponderadas, que segue o modelo matemático 5.

Para o mesmo é necessário atribuir valores a f_i^- e f_i^+ em cada cenário do problema. As constantes representam os limites inferiores e superiores que cada função objetivo i deve assumir na solução final, de modo a tornar a mesma aceitável. Denotar que estes limites não se aplicam ao intervalo de valores possíveis de cada função objetivo i , mas sim ao intervalo de valores aceitáveis pelo decisor.

O limite inferior f_i^- , num problema de minimização, como é o caso do problema de escalonamento estudado na presente dissertação, foi obtido para cada cenário resolvendo-o com o único objetivo de minimizar um objetivo i . Se repetirmos este procedimento para todos os objetivos i , serão assim conhecidos todos os limites inferiores necessários para a resolução do nosso problema.

No caso do objetivo f_1 , que representa o custo de antecipação, em todos os cenários não foi necessário minimizar, uma vez que o seu valor mínimo positivo é 0. Como o custo de antecipação está diretamente relacionado com a antecipação que cada tarefa apresenta perante a data de entrega proposta, e uma vez que a antecipação pode ser nula ajustando apenas o instante de início de processamento, sabemos então que o valor de f_1^- é 0.

Para o objetivo f_4 , à semelhança do objetivo f_1 , também não é necessária a aplicação de nenhuma meta-heurística para encontrar o seu valor mínimo, uma vez que o mesmo deriva do somatório dos custos de deterioração inferiores entre os apresentados por todas as máquinas do sistema, para todas as tarefas, em cada cenário do problema.

Na presente dissertação a meta-heurística que foi utilizada para encontrar os valores de f_i^- , para f_2 e f_3 , para os 4 cenários em estudo, foi o *Simulated Annealing*. Para garantir consistência nos valores atribuídos aos limites, em cada cenário do problema de escalonamento foram encontradas 10 soluções com única minimização dos objetivos f_2 e f_3 . De seguida foi selecionada a solução com menor valor para a respetiva função objetivo, ficando assim definido o valor para f_2^- e f_3^- .

Os resultados obtidos dos respetivos testes são apresentados nos Apêndices B, C, D e E para os cenários 1, 2, 3 e 4, respetivamente.

Os valores assumidos por f_i^- de acordo com os testes realizados, são apresentados na tabela 8.

Tabela 8 – Resultado dos limites inferiores aceitáveis de cada função objetivo nos diferentes cenários

	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Nº de tarefas	10	15	20	25
Nº de máquinas	3	5	10	10
f_1^-	0	0	0	0
f_2^-	33,486	36,310	31	48,739
f_3^-	692,474	963,121	1096,860	1392,483
f_4^-	37,100	53	76,500	92

O limite superior f_i^+ , representa então o valor mais elevado que cada objetivo i pode apresentar na solução do problema. O mesmo foi estabelecido para cada cenário do problema de modo diferente ao utilizada para encontrar f_i^- . Se para cada cenário do problema o limite superior fosse igual ao resultado da maximização do mesmo para cada objetivo i iríamos encontrar o valor máximo possível e não o aceitável. No caso do objetivo f_2 , que representa o custo por atraso, o mesmo alcançava um valor infinito, uma vez que o atraso pode ser sempre aumentado, variando o instante inicial de processamento.

Ora, o método para encontrar o valor do limite superior f_i^+ para cada objetivo do problema nos diferentes cenários do problema, tem por base os resultados obtidos pela meta-heurística *Simulated Annealing* utilizando o método ponderado como abordagem multiobjetivo. Em cada cenário, foi encontrado o valor máximo apresentado por cada objetivo i em todo o leque de soluções, e com base nesse valor, o limite superior f_i^+ ficou estabelecido como um valor ligeiramente superior.

Para o objetivo f_4 , não é necessária a aplicação de nenhuma meta-heurística para encontrar o seu valor máximo, uma vez que o mesmo deriva do somatório dos custos de deterioração superiores entre os apresentados por todas as máquinas do sistema, para todas as tarefas.

Os valores assumidos por f_i^+ e máximos apresentados por cada objetivo i de acordo com os testes realizados, são apresentados na tabela 9.

Tabela 9 - Resultados limite dos limites superiores aceitáveis de cada função objetivo nos diferentes cenários

	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Nº de tarefas	10	15	20	25
Nº de máquinas	3	5	10	10
Máximo f_1	99	176,662	359,998	383,188
f_1^+	100	190	360	390
Máximo f_2	269,376	463,475	289,364	713,150
f_2^+	270	470	290	720
Máximo f_3	833,714	1398,380	1457,314	2070,189
f_3^+	850	1400	1500	2100
f_4^+	49,900	72,100	103,900	127,300

Estabelecendo então os valores das constantes f_i^- e f_i^+ para todas as funções objetivo do problema, é possível realizar uma abordagem multiobjetivo de acordo com o método das distâncias relativas ponderadas.

Uma vez que todos os métodos apresentam ponderações, é obrigatória uma atribuição dos pesos de importância para todas as funções objetivos. Ficou estabelecido que todos os objetivos a minimizar teriam a mesma hierarquia, logo os mesmos pesos, daí $w_1 = w_2 = w_3 = w_4 = 0.25$. É possível afirmar que as condições do modelo matemático 3 estão asseguradas, de acordo com esta decisão.

4.4. Resultados Computacionais

Com a automatização e parametrização das metas-heurísticas, é possível resolver o problema de escalonamento em máquinas paralelas nos 4 cenários existentes, utilizando as 4 abordagens multiobjetivos já apresentadas.

Para uma avaliação dos resultados, estabeleceu-se que cada cenário do problema iria ser resolvido pelas meta-heurísticas 10 vezes para as diferentes abordagens multiobjetivo. Ou seja, cada cenário do problema terá 40 soluções encontradas por cada meta-heurística. Em consideração para avaliação e análise de resultados, foi selecionada a melhor solução, menor f , para cada método multiobjetivo em cada cenário do problema e para cada meta-heurística.

A tabela 10 apresenta os melhores resultados alcançados pelas duas meta-heurísticas nos diferentes métodos multiobjetivo. Todos os resultados obtidos pela meta-heurística *Simulated Annealing* segundo os diferentes métodos multiobjetivo podem ser consultados nos apêndices F, G, H e I para os cenários 1, 2, 3 e 4 respectivamente. Já todos os resultados

obtidos pela meta-heurística *Tabu Search* segundo os diferentes métodos multiobjetivo podem ser consultados nos apêndices J, K, L e M para os cenários 1, 2, 3 e 4 respectivamente.

Tabela 10 - Melhores resultados computacionais alcançados

Cenário	Método multiobjetivo	Meta-Heurísticas											
		Simulated Annealing						Tabu Search					
		F	F1- Custo Antecipação	F2- Custo Atraso	F3- Tempo de conclusão	F4 - Custo Deterioração máquinas	Tempo Solução (segundos)	F	F1- Custo Antecipação	F2- Custo Atraso	F3- Tempo de conclusão	F4 - Custo Deterioração máquinas	Tempo Solução (segundos)
1	Ponderado	220,586	43,388	87,315	707,840	43,800	163,010	218,689	37,515	81,141	712,098	44,000	125,160
	Variante de métricas ponderadas, p=2	177,743	64,780	69,862	703,294	42,200	171,230	173,648	72,165	54,576	687,266	44,000	98,410
	Das distancias relativas ponderadas, p=1	0,661	61,750	273,010	787,240	42,400	137,060	0,228	31,230	86,565	722,096	39,500	106,550
	Das distancias relativas ponderadas, p=2	0,338	88,690	202,690	772,692	43,800	112,900	0,135	30,780	90,739	724,160	41,100	98,980
2	Ponderado	374,467	83,780	172,028	1180,862	61,200	341,610	356,920	35,705	119,396	1209,582	63,000	282,660
	Variante de métricas ponderadas, p=2	306,756	156,200	225,590	1194,449	59,900	246,400	281,976	146,656	109,828	1111,265	60,700	236,910
	Das distancias relativas ponderadas, p=1	0,845	37,650	743,438	1554,704	56,800	293,750	0,297	56,680	178,589	1181,325	54,200	291,450
	Das distancias relativas ponderadas, p=2	0,551	100,706	736,847	1550,057	60,700	259,530	0,186	100,811	152,707	1144,336	56,300	286,320
3	Ponderado	406,876	111,230	58,326	1371,248	86,700	380,860	393,628	105,887	31,526	1360,697	76,400	615,570
	Variante de métricas ponderadas, p=2	330,607	326,067	45,078	1277,869	86,700	435,730	318,555	410,062	31,000	1203,346	80,500	587,650
	Das distancias relativas ponderadas, p=1	0,903	83,374	419,827	1685,224	86,400	433,020	0,238	92,654	32,663	1375,591	76,400	569,750
	Das distancias relativas ponderadas, p=2	0,497	283,023	347,529	1601,932	87,300	378,030	0,207	218,900	63,701	1302,647	82,000	579,530
4	Ponderado	516,225	86,952	125,607	1740,643	111,700	505,460	477,858	164,460	32,955	1613,217	100,800	976,090
	Variante de métricas ponderadas, p=2	451,620	276,526	280,338	1759,533	111,200	452,070	389,254	426,267	32,210	1493,915	98,900	793,540
	Das distancias relativas ponderadas, p=1	1,815	148,570	1249,352	2423,082	107,700	217,820	0,201	128,607	37,062	1652,717	97,500	876,340
	Das distancias relativas ponderadas, p=2	0,927	282,904	868,841	2211,438	112,100	218,030	0,163	160,398	79,687	1690,351	100,700	772,350

w1=w2=w3=w4=0,25

Realizando uma primeira análise da tabela 10, a comparação que realça de imediato é que a meta-heurística que apresenta para todas os cenários e em todos os métodos multiobjetivo melhores resultados é a *Tabu Search*, não conseguindo a meta-heurística *Simulated Annealing* vantagem em nenhuma hipótese de teste. Tal facto, originou uma análise sobre o mesmo, de modo a perceber se o comportamento da meta-heurística estaria a ser o desejado.

Após nova revisão e análise do comportamento da meta-heurística *Simulated Annealing*, foi possível constatar que esta adotava um comportamento de aleatoriedade demasiado elevado numa fase final da pesquisa de soluções. Ou seja, o comportamento esperado numa fase final, em que as temperaturas se aproximam da temperatura final estabelecida inicialmente, era que a meta-heurística realizasse uma pesquisa exaustiva no zona do campo de soluções onde se encontrava de modo a encontrar a melhor solução, e não aceitar soluções com pior desempenho que a atual, viajando para outra parte do campo de soluções do problema. Logo, foi possível concluir que a probabilidade de aceitação presente no algoritmo da meta-heurística não estaria a provocar o efeito desejado, uma vez que se esperava que esta diminuísse com o decréscimo da temperatura, tomando valores perto de 0 numa fase final do problema.

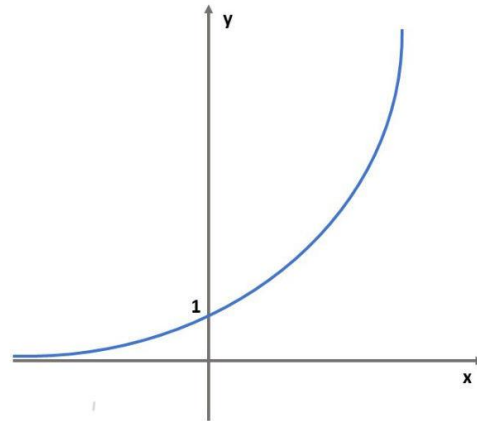


Figura 13 – Gráfico ilustrativo da função exponencial em que $y = \exp(x)$

Na fase final da pesquisa da meta-heurística a diferença entre a solução a avaliar e a solução do problema, $f(x') - f(x)$ assumia um valor muito baixo, em especial no método multiobjetivo das distâncias relativas ponderadas. Ora, a divisão dessa diferença pelo valor da temperatura T , resultava num valor muito próximo de 0, uma vez que o valor mínimo de T será 20. Se analisarmos o gráfico da figura 13, e se a variável x assumir um valor negativo da divisão realizada, ou seja, um valor muito próximo de 0, a probabilidade de aceitação a ser devolvida pela variável y assumirá um valor muito próximo de 1. Assim a meta-heurística está frequentemente a aceitar soluções com pior desempenho como nova solução atual, não conseguindo nunca melhorar a mesma. Posto isto a fórmula que traduz a probabilidade de aceitação, apresentada na equação 7 teve de ser reformulada.

Com base na análise da tabela 10, é possível afirmar que o valor assumido pela nossa função objetivo f assume ordens de numeração diferentes de acordo com os diferentes métodos multiobjetivo aplicados. Para o método ponderado e para o método variante de métricas ponderadas, o valor da função objetivo assume valores na casa das centenas, enquanto no método das distâncias relativas ponderadas são assumidos valores de ordem decimal. Foram assim construídas 2 novas equações para descrever a probabilidade de aceitação: uma para o método ponderado e para o método variante das métricas ponderadas e outra para o método das distâncias relativas ponderadas. As novas equações da probabilidade de aceitação são apresentadas de seguida.

$$P(T, f(x'), f(x)) = \exp\left(-\frac{f(x') - f(x)}{\frac{T}{10}}\right)$$

Equação 10 – Expressão da probabilidade de aceitação usada no Simulated Annealing para o método ponderado e para o método variante das métricas ponderadas

$$P(T, f(x'), f(x)) = \exp\left(-\frac{f(x') - f(x)}{\frac{T}{1000}}\right)$$

Equação 11 – Expressão da probabilidade de aceitação usada no Simulated Annealing para o método das distâncias relativas ponderadas

Para uma melhor compreensão das diferenças antes e após as correções das expressões 10 e 11, considerando $\Delta = f(x') - f(x)$, e fazendo $\Delta = 1$, $\Delta = 5$, $\Delta = 10$, $\Delta = 20$, $\Delta = 50$ e $\Delta = 100$ para o método ponderado e método variante das métricas ponderadas e $\Delta = 0.01$, $\Delta = 0.05$, $\Delta = 0.1$, $\Delta = 0.2$, $\Delta = 0.5$ e $\Delta = 1$ para o método das distâncias relativas ponderadas foram construídos gráficos que mostram o comportamento da probabilidade de aceitação nos diferentes patamares de temperatura T .

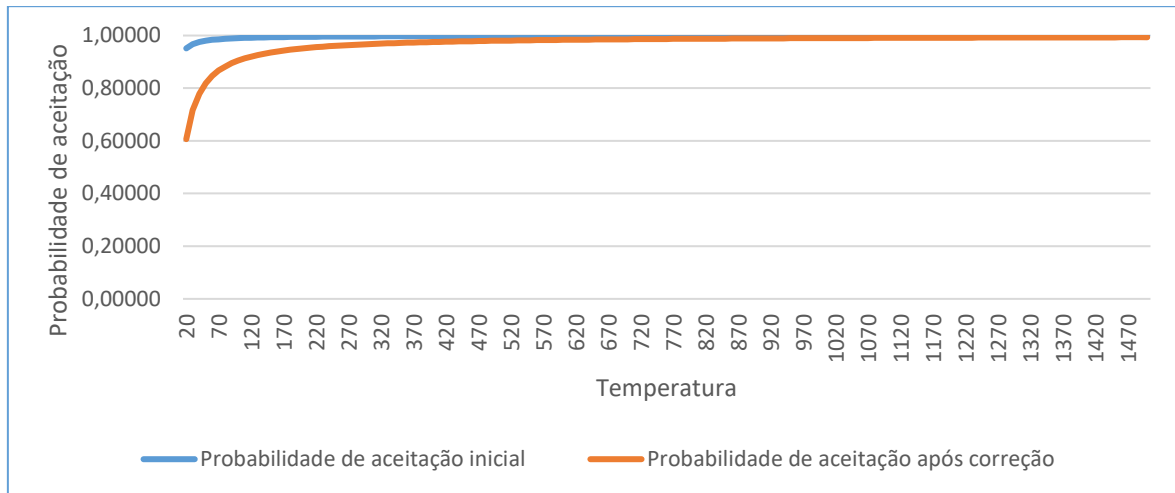


Figura 14 - Probabilidade de aceitação com $\Delta=1$ na equação 10 e $\Delta=0.01$ na equação 11

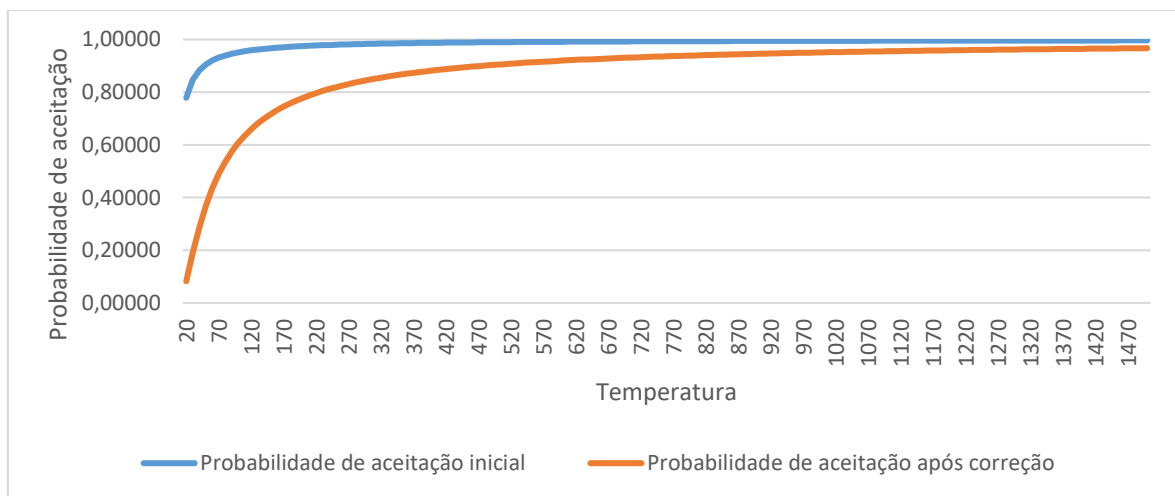
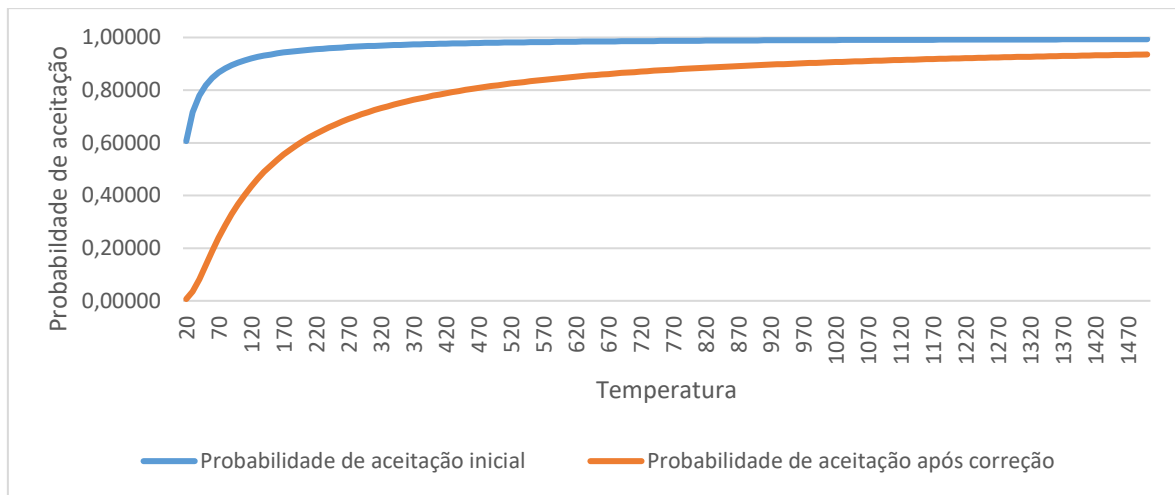
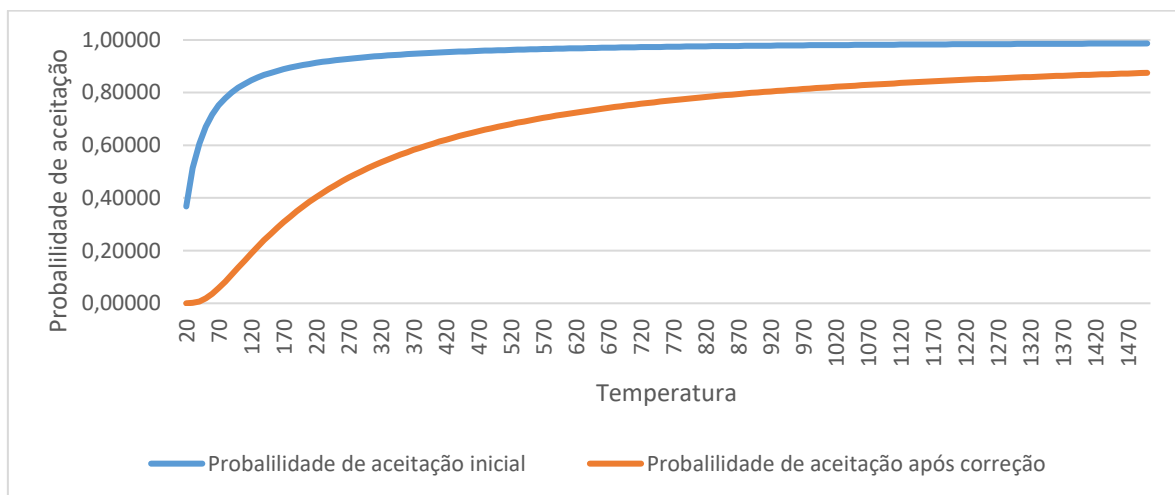
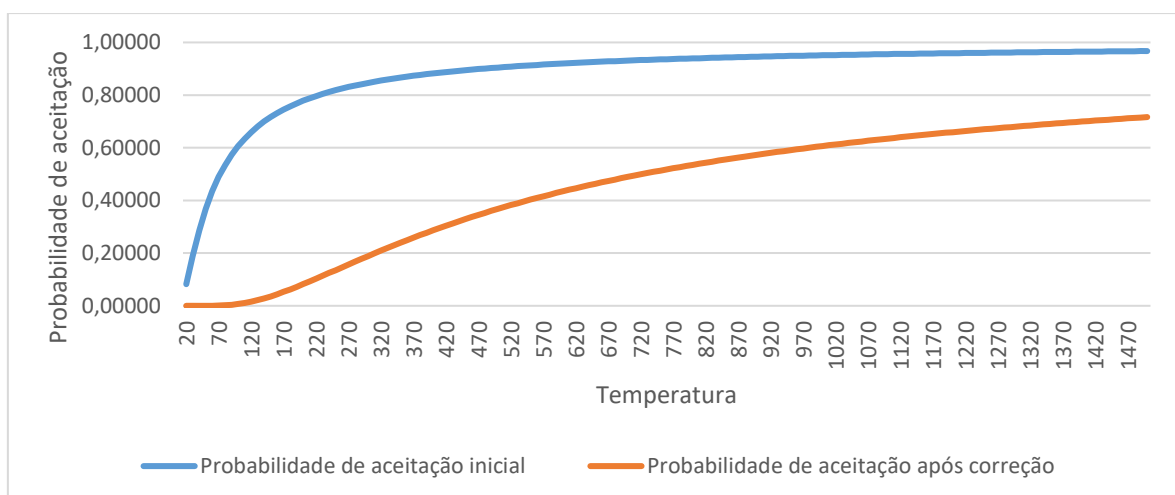


Figura 15 - Probabilidade de aceitação com $\Delta=5$ na equação 10 e $\Delta=0.05$ na equação 11

Figura 16 - Probabilidade de aceitação com $\Delta=10$ na equação 10 e $\Delta=0.1$ na equação 11Figura 17 - Probabilidade de aceitação com $\Delta=20$ na equação 10 e $\Delta=0.2$ na equação 11Figura 18 - Probabilidade de aceitação com $\Delta=50$ na equação 10 e $\Delta=0.5$ na equação 11

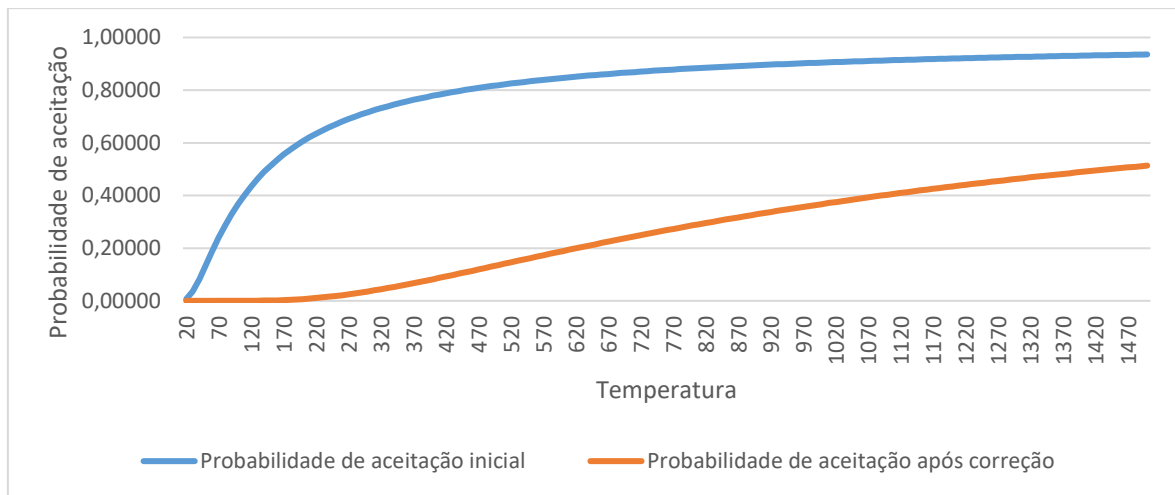


Figura 19 - Probabilidade de aceitação com $\Delta=100$ na equação 10 e $\Delta=1$ na equação 11

Na figura 14, para $\Delta=1$ na equação 10 e $\Delta=0.01$ na equação 11, a probabilidade de aceitação passa a assumir um comportamento mais desejável. Assume o valor de 1 em grande parte dos patamares de temperatura, diminuindo até 0,6, numa fase final do problema. Tratando-se de uma diferença bastante reduzida entre soluções, pode considerar-se este comportamento aceitável. Já na figura 17, para $\Delta=20$ na equação 10 e $\Delta=0.2$ na equação 11, a probabilidade de aceitação numa fase final, temperaturas inferiores a 70, passa a tomar o valor muito próximo de 0, sendo assim recusadas como novas soluções atuais, soluções com valor superior a $f(x')$. Numa fase inicial e até mesmo intermédia, essas diferenças assumem valores aceitáveis de probabilidade de aceitação. Por último na figura 19, para $\Delta=100$ na equação 10 e $\Delta=1$ na equação 11, já numa fase inicial de resolução do problema, para temperaturas elevadas, a meta-heurística não exprime probabilidades de aceitação tão elevadas como anteriormente. No máximo, a probabilidade de aceitação assume o valor de 0,5 logo no início do problema.

Face esta correção foi novamente aplicada a meta-heurística *Simulated Annealing* nos diferentes cenários do problema e métodos multiobjetivo.

Nos apêndices N, O, P e Q é possível consultar todos os resultados obtidos pela meta-heurística *Simulated Annealing* após a correção da equação para o cálculo da probabilidade de aceitação, nos cenários do problema 1, 2, 3 e 4 respetivamente.

Tabela 11 – Melhores resultados computacionais alcançados após correção da probabilidade de aceitação no Simulated Annealing

Cenário	Método multiobjetivo	Meta-Heurísticas											
		Simulated Annealing após correção						Tabu Search					
		F	F1- Custo Antecipação	F2- Custo Atraso	F3- Tempo de conclusão	F4 - Custo Deterioração máquinas	Tempo Solução (segundos)	F	F1- Custo Antecipação	F2- Custo Atraso	F3- Tempo de conclusão	F4 - Custo Deterioração máquinas	Tempo Solução (segundos)
1	Ponderado	218,689	37,515	81,141	712,098	44,000	180,190	218,689	37,515	81,141	712,098	44,000	125,160
	Variante de métricas ponderadas, p=2	173,648	72,165	54,576	687,266	44,000	163,430	173,648	72,165	54,576	687,266	44,000	98,410
	Das distancias relativas ponderadas, p=1	0,228	31,230	86,565	722,096	39,500	151,500	0,228	31,230	86,565	722,096	39,500	106,550
	Das distancias relativas ponderadas, p=2	0,133	23,600	106,629	735,130	40,200	136,430	0,135	30,780	90,739	724,160	41,100	98,980
2	Ponderado	352,910	35,037	113,415	1204,590	58,600	309,230	356,920	35,705	119,396	1209,582	63,000	282,660
	Variante de métricas ponderadas, p=2	282,548	166,645	127,396	1109,033	58,100	344,110	281,976	146,656	109,828	1111,265	60,700	236,910
	Das distancias relativas ponderadas, p=1	0,296	28,587	167,464	1229,255	55,300	295,360	0,297	56,680	178,589	1181,325	54,200	291,450
	Das distancias relativas ponderadas, p=2	0,227	118,647	197,703	1165,657	58,400	272,640	0,186	100,811	152,707	1144,336	56,300	286,320
3	Ponderado	395,070	135,900	32,290	1330,690	81,400	392,410	393,628	105,887	31,526	1360,697	76,400	615,570
	Variante de métricas ponderadas, p=2	319,644	403,700	31,000	1209,650	87,000	387,530	318,555	410,062	31,000	1203,346	80,500	587,650
	Das distancias relativas ponderadas, p=1	0,301	154,012	37,640	1317,240	82,100	414,670	0,238	92,654	32,663	1375,591	76,400	569,750
	Das distancias relativas ponderadas, p=2	0,241	275,898	85,498	1295,549	83,000	390,320	0,207	218,900	63,701	1302,647	82,000	579,530
4	Ponderado	482,479	127,504	39,452	1653,360	109,600	491,700	477,858	164,460	32,955	1613,217	100,800	976,090
	Variante de métricas ponderadas, p=2	393,172	392,425	48,930	1518,465	105,900	475,590	389,254	426,267	32,210	1493,915	98,900	793,540
	Das distancias relativas ponderadas, p=1	0,243	152,448	57,375	1646,684	98,500	504,210	0,201	128,607	37,062	1652,717	97,500	876,340
	Das distancias relativas ponderadas, p=2	0,217	242,908	116,634	1658,075	105,600	479,360	0,163	160,398	79,687	1690,351	100,700	772,350

w1=w2=w3=w4=0,25

Introduzidos então os resultados provenientes das melhores soluções encontradas após a correção efetuada na meta-heurística *Simulated Annealing*, é possível verificar que os resultados obtidos por esta já se aproximam das soluções encontradas pela meta-heurística *Tabu Search*, existindo novamente uma certa vantagem para a última, em especial para os cenários 3 e 4, em que existe um melhor desempenho da meta-heurística *Tabu Search*.

4.5. Comparação de resultados

Em comparação de meta-heurísticas, podemos afirmar que em problemas de escalonamento como menor dimensão, como é o caso dos cenários 1 e 2, em questões de performance a meta-heurística *Simulated Annealing* apresenta melhores resultados, no entanto, se dermos preferência a soluções rápidas a meta-heurística *Tabu Search* apresenta vantagem. Inversamente, no caso de cenários do problema de maior dimensão como é o caso dos cenários 3 e 4 a meta-heurística que apresenta melhor desempenho é a *Tabu Search*, no entanto apresenta um acréscimo ao tempo de solução em comparação com a *Simulated Annealing*.

Tabela 12 - Comparação dos tempos de execução entre o *Tabu Search* e o *Simulated Annealing*

Cenário	Abordagem multiobjetivo	Tempo solução segundo Simulated Annealing após correção	Tempo solução segundo Tabu Search	Tempo solução médio segundo Simulated Annealing após correção	Tempo solução médio segundo Tabu Search	Tempo solução referência segundo meta-heurística Simulated Annealing
1	Ponderado	180,190	125,160	157,887	107,275	345,333
	Variante de métricas ponderadas, $p=2$	163,430	98,410			
	Das distancias relativas ponderadas, $p=1$	151,500	106,550			
	Das distancias relativas ponderadas, $p=2$	136,430	98,980			
2	Ponderado	309,230	282,660	305,335	274,335	377,667
	Variante de métricas ponderadas, $p=2$	344,110	236,910			
	Das distancias relativas ponderadas, $p=1$	295,360	291,450			
	Das distancias relativas ponderadas, $p=2$	272,640	286,320			
3	Ponderado	392,410	615,570	396,233	588,125	407,333
	Variante de métricas ponderadas, $p=2$	387,530	587,650			
	Das distancias relativas ponderadas, $p=1$	414,670	569,750			
	Das distancias relativas ponderadas, $p=2$	390,320	579,530			
4	Ponderado	491,700	976,090	487,715	854,580	520,000
	Variante de métricas ponderadas, $p=2$	475,590	793,540			
	Das distancias relativas ponderadas, $p=1$	504,210	876,340			
	Das distancias relativas ponderadas, $p=2$	479,360	772,350			

$w_1=w_2=w_3=w_4=0,25$

Segundo análise da tabela 12, é possível verificar que a meta-heurística *Tabu Search* consegue apresentar a solução do problema num menor espaço de tempo para os cenários 1 e 2 do problema, no entanto com o aumento de dimensão do problema, como é o caso do cenário 3 e 4, a meta-heurística *Simulated Annealing* ganha vantagem sobre esta, apresentando valores bastante inferiores, em especial no cenário 4, onde existe um maior esforço computacional.

Se realizarmos uma comparação com os valores de referencia apresentados por Asghari & Nezhadali (2016) no artigo "*Fuzzy Programming for Parallel Machines Scheduling: Minimizing Weighted Tardiness/Earliness and Flow time through Genetic Algorithm*", segundo a meta-heurística *Simulated Annealing*, é possível verificar que os tempos de execução obtidos na presente dissertação por esta meta-heurística são inferiores em todos os cenários do problema.

Tabela 13 - Comparação entre métodos multiobjetivo utilizados no problema através dos objetivos presentes

Cenário	Abordagem multiobjetivo	Meta-Heurística	F	F1- Custo Antecipação	F2- Custo Atraso	F3- Tempo de conclusão	F4 - Custo Deterioração máquinas	Tempo Solução (segundos)	Abordagem multiobjetivo			
									Ponderado	Variante de métricas ponderadas, p=2	Das distancias relativas ponderadas, p=1	Das distancias relativas ponderadas, p=2
1	Ponderado	SA e TS	218,689	37,515	81,141	712,098	44,000	125,160		179,759	0,310	0,175
	Variante de métricas ponderadas, p=2	SA e TS	173,648	72,165	54,576	687,266	44,000	98,410	214,502		0,329	0,226
	Das distancias relativas ponderadas, p=1	SA e TS	0,228	31,230	86,565	722,096	39,500	106,550	219,848	182,252		0,117
	Das distancias relativas ponderadas, p=2	SA	0,133	23,600	106,629	735,130	40,200	136,430	226,390	186,071	0,265	
2	Ponderado	SA	352,910	35,037	113,415	1204,590	58,600	309,230		302,960	0,302	0,169
	Variante de métricas ponderadas, p=2	TS	281,976	146,656	109,828	1111,265	60,700	236,910	357,112		0,421	0,237
	Das distancias relativas ponderadas, p=1	SA	0,296	28,587	167,464	1229,255	55,300	295,360	370,152	310,543		0,177
	Das distancias relativas ponderadas, p=2	TS	0,186	100,811	152,707	1144,336	56,300	272,180	363,539	290,060	0,347	
3	Ponderado	TS	393,628	105,887	31,526	1360,697	76,400	615,570		341,828	1,439	0,179
	Variante de métricas ponderadas, p=2	TS	318,555	410,062	31,000	1203,346	80,500	587,650	431,227		0,387	0,295
	Das distancias relativas ponderadas, p=1	TS	0,238	92,654	32,663	1375,591	76,400	569,750	394,327	345,302		0,184
	Das distancias relativas ponderadas, p=2	TS	0,207	218,900	63,701	1302,647	82,000	579,530	416,812	331,247	0,361	
4	Ponderado	TS	477,858	164,460	32,955	1613,217	100,800	976,090		406,261	0,229	0,146
	Variante de métricas ponderadas, p=2	TS	389,254	426,267	32,210	1493,915	98,900	793,540	512,823		0,341	0,280
	Das distancias relativas ponderadas, p=1	TS	0,201	128,607	37,062	1652,717	97,500	876,340	478,972	415,248		0,130
	Das distancias relativas ponderadas, p=2	TS	0,163	160,398	79,687	1690,351	100,700	772,350	507,784	425,698	0,302	

w1=w2=w3=w4=0,25

Analisando a tabela 13, é então possível ler para cada cenário e para cada método aplicado ao problema multiobjetivo qual a meta-heurística que apresentou a solução com melhor desempenho, o valor de f e também os valores assumidos por cada objetivo i . É também apresentado o tempo que a meta-heurística demorou a encontrar a solução apresentada. É possível concluir que utilizando o método ponderado, nenhum objetivo se apresenta com o melhor valor presente entre as outras abordagens possíveis, em todos os cenários apresentados. É também possível concluir que utilizando o método variante de métricas ponderadas, em todos os cenários do problema, o objetivo f_1 que representa o custo de antecipação, apresenta o valor mais elevado em comparação com as restantes abordagens. Já no objetivo f_3 , que representa o tempo de conclusão, o mesmo método apresenta sempre melhores resultados em comparação com as restantes.

Também na tabela 13, com intuito de realizar uma comparação entre os métodos multiobjetivo utilizados, para cada solução do problema utilizando os respectivos valores de f_1, f_2, f_3 e f_4 é utilizada uma nova transformação uni-objetivo segundo os restantes métodos apresentados. Será assim originado um novo valor de f para a mesma solução.

Após análise dos resultados, não é possível retirar qualquer conclusão sobre a existência de alguma vantagem entre os métodos multiobjetivo, o que nos leva a concluir que cada método multiobjetivo tem diferentes influências nas meta-heurística na resolução do problema. A aplicação de diferentes abordagens multiobjetivo conduz assim as meta-heurísticas a encontrar diferentes soluções do problema no mesmo cenário.

Em cenários do problema de menor dimensão, como é o caso do cenário 1 em que o campo de soluções é inferior aos restantes, é possível verificar a existência de pontuais repetições

de soluções encontradas pelas meta-heurísticas nos diferentes métodos multiobjetivo. Nas tabelas 14 e 15 é possível verificar esse fenômeno.

Tabela 14 - Comparação de soluções encontradas pela meta-heurística *Simulated Annealing* no cenário 1

Cenário	Método multiobjetivo	Teste	F	F1- Custo Antecipação	F2- Custo Atraso	F3- Tempo de conclusão	F4 - Custo Deterioração máquinas	Tempo Solução (segundos)
1	Método Ponderado	1	220,1386	30,258	85,141	720,3555	44,8	152,4100037
		2	222,4726	31,23	91,565	724,0955	43	169,4299927
		3	218,6886	37,51532	81,141	712,09818	44	180,1900024
		4	219,8476	31,23	86,565	722,0955	39,5	176,6600037
		5	223,6886	37,51532	92,141	719,09818	46	165,6699982
		6	219,8476	31,23	86,565	722,0955	39,5	166,2200012
		7	220,1386	30,258	85,141	720,3555	44,8	166,6199951
		8	223,9276	25,05	98,125	729,7355	42,8	164,1199951
		9	223,6886	37,51532	92,141	719,09818	46	161,7299957
		10	222,0606	29,808	91,3145	725,41975	41,7	169,25
	Método variante das métricas ponderadas	1	175,6468	72,16532	65,576	694,26568	46	158,4799957
		2	175,6067	64,908	58,576	695,523	44,8	157,0500031
		3	176,6676	65,88	65	699,263	43	161,2899933
		4	175,6468	72,16532	65,576	694,26568	46	163,6699982
		5	176,2856	91,6402	83,490994	692,705794	44,9	161,2299957
		6	176,0107	65,88	60	697,263	39,5	165
		7	176,9517	64,908	64,576	700,523	43,3	160,1199951
		8	176,0107	65,88	60	697,263	39,5	170,5399933
		9	173,6477	72,16532	54,576	687,26568	44	163,4299927
		10	175,6468	72,16532	65,576	694,26568	46	135,6300049
	Método das distâncias relativas, p=1	1	0,310071	37,51532	81,141	712,09818	44	146,25
		2	0,262107	23,6	120,081	741,856	38,8	139,5700073
		3	0,228066	31,23	86,565	722,0955	39,5	151,5
		4	0,262107	23,6	120,081	741,856	38,8	149,9799957
		5	0,262107	23,6	120,081	741,856	38,8	150,1199951
		6	0,277776	29,808	91,3145	725,41975	41,7	149,0599976
		7	0,343307	37,741	110,625	727,816	42,8	152,0399933
		8	0,310071	37,51532	81,141	712,09818	44	142,4700012
		9	0,317283	30,13	106,822	733,324	42,2	152,8000031
		10	0,262107	23,6	120,081	741,856	38,8	142,6399994
	Método das distâncias relativas, p=2	1	0,133068	23,6	106,6285	735,12975	40,2	136,4299927
		2	0,133068	23,6	106,6285	735,12975	40,2	135,3300018
		3	0,167962	24,644	119,7031	757,35235	40,9	135,6199951
		4	0,141758	29,808	91,3145	725,41975	41,7	135,0599976
		5	0,133068	23,6	106,6285	735,12975	40,2	135,6699982
		6	0,152047	23,6	127,3185	741,82475	40,2	138,0500031
		7	0,133068	23,6	106,6285	735,12975	40,2	136,5
		8	0,135309	26,6	108,8385	727,73975	40,5	136,3300018
		9	0,133068	23,6	106,6285	735,12975	40,2	134,5
		10	0,198593	43,9	117,327	754,27	42,2	135,6199951

Tabela 15 - Comparação de soluções encontradas pela meta-heurística *Tabu Search* no cenário 1

Cenário	Método multiobjetivo	Teste	F	F1- Custo Antecipação	F2- Custo Atraso	F3- Tempo de conclusão	F4 - Custo Deterioração máquinas	Tempo Solução (segundos)
1	Método Ponderado	1	220,138625	30,258	85,141	720,3555	44,8	105,1399994
		2	219,847625	31,23	86,565	722,0955	39,5	100,5500031
		3	219,847625	31,23	86,565	722,0955	39,5	99,75
		4	220,138625	30,258	85,141	720,3555	44,8	101,0500031
		5	220,138625	30,258	85,141	720,3555	44,8	102,8899994
		6	218,688625	37,51532	81,141	712,09818	44	125,1600037
		7	223,8765525	54,9902	80,57064	717,54537	42,4	104,5500031
		8	222,513625	30,258	91,141	725,3555	43,3	112,1299973
		9	219,847625	31,23	86,565	722,0955	39,5	125,3000031
		10	220,138625	30,258	85,141	720,3555	44,8	118,5999985
	Método variante das métricas ponderadas	1	173,6477196	72,16532	54,576	687,26568	44	96,94000244
		2	173,6477196	72,16532	54,576	687,26568	44	98,41000366
		3	176,7979767	90,78	73,355	696,067	44,6	101,5199966
		4	173,6477196	72,16532	54,576	687,26568	44	101,5400009
		5	176,0342294	91,88	79,3506	692,3256	41,9	102,2699966
		6	176,0106736	65,88	60	697,263	39,5	101,4599991
		7	176,0342294	91,88	79,3506	692,3256	41,9	103,3899994
		8	180,2270983	86,062	92,2946	708,4676	43,1	103,6600037
		9	174,3634378	89,6402	71,490994	686,705794	41,6	106,5899963
		10	176,7979767	90,78	73,355	696,067	44,6	107,3899994
	Método das distancias relativas, p=1	1	0,262106951	23,6	120,081	741,856	38,8	99,36000061
		2	0,228066052	31,23	86,565	722,0955	39,5	106,5500031
		3	0,266351393	24,05	111,655	734,6655	40	111,6399994
		4	0,286017328	29,68	107,441	733,611	40,6	104,4499969
		5	0,27775834	29,808	91,3145	725,41975	41,7	113,7900009
		6	0,324885032	30,258	85,141	720,3555	44,8	111,0800018
		7	0,262106951	23,6	120,081	741,856	38,8	109,5400009
		8	0,293372175	24,05	119,462	741,569	40,4	111,0500031
		9	0,228066052	31,23	86,565	722,0955	39,5	110,6299973
		10	0,268017934	25,412	104,84354	729,49204	40,7	98,58999634
	Método das distancias relativas, p=2	1	0,135308723	26,6	108,8385	727,73975	40,5	97,91999817
		2	0,134966163	30,78	90,7385	724,15975	41,1	98,25
		3	0,134966163	30,78	90,7385	724,15975	41,1	98,98000336
		4	0,152047452	23,6	127,3185	741,82475	40,2	101,0500031
		5	0,135308723	26,6	108,8385	727,73975	40,5	101,0999985
		6	0,135308723	26,6	108,8385	727,73975	40,5	105,5999985
		7	0,167961792	24,644	119,7031	757,35235	40,9	102,7600021
		8	0,134966163	30,78	90,7385	724,15975	41,1	106,7300034
		9	0,173511	60,062	78,27854	704,65954	40,7	108,1600037
		10	0,141758069	29,808	91,3145	725,41975	41,7	109,3600006

De acordo com as tabelas 14 e 15 é possível verificar que o método ponderado e o método das distâncias relativas ponderadas tanto para $p = 1$ como para $p = 2$, tendem a apresentar soluções para o problema semelhantes, ao contrário do método variante de métricas ponderadas. É possível verificar que apesar dos objetivos apresentarem a mesma hierarquia, o método tem tendência a privilegiar o objetivo f_3 , que representa o tempo de conclusão, uma vez que é o objetivo com valor numérico superior, e contrariamente a penalizar o objetivo f_1 que representa o custo de antecipação. A penalização do objetivo custo de antecipação, f_1 está relacionada com a tendência natural para a minimização do objetivo tempo de conclusão, f_3 , uma vez que para a minimização do tempo de conclusão, obriga as tarefas a serem processadas o mais perto possível do seu instante de chegada, r_i , levando assim em alguns caso à antecipação do instante de conclusão, c_i , em relação à data de entrega planejada, d_i .

Nos restantes cenários do problema, uma vez que o campo de soluções é superior já não é possível verificar a existência de soluções repetidas encontradas pelas meta-heurísticas nos diferentes métodos multiobjetivo, salvo um caso raro no cenário 2 do problema encontrado pela *Tabu Search*. Todas as comparações são apresentadas nos apêndices R e S, para as meta-heurísticas *Simulated Annealing* e *Tabu Search*, respectivamente.

5. CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO

Com a aplicação das meta-heurísticas *Simulated Annealing* e *Tabu Search* em diferentes cenários de um problema de escalonamento em máquinas paralelas considerando as penalizações por atraso e antecipação, o tempo total de conclusão e os custos de deterioração impostos pelas tarefas às máquinas, foi possível concluir que as mesmas apresentam distintos comportamentos em cenários com diferentes números de máquinas e tarefas, nomeadamente no desempenho das soluções encontradas e nos tempos de execução das mesmas. A meta-heurística *Simulated Annealing* tem como vantagem para a *Tabu Search* determinar “boas” soluções em cenários do problema de pequena dimensão apesar de um tempo de execução superior. Em problemas de maior dimensão apresenta soluções num menor espaço de tempo, no entanto com menor desempenho.

Outra conclusão reflete-se na alteração exigida pela meta-heurística *Simulated Annealing* com objetivo de transformar a sua pesquisa eficiente e com o efeito esperado. Aquando a utilização do método ponderado e do método variante das métricas ponderadas como método multiobjetivo, onde as soluções apresentam um valor para a função objetivo na casa das centenas, na fórmula que traduz a probabilidade de aceitação da meta-heurística foi necessário realizar uma divisão da variável T por 10. Quando é utilizado o método das distâncias relativas ponderadas onde as soluções apresentam um valor para a função objetivo de ordem decimal, na fórmula que traduz a probabilidade de aceitação da meta-heurística procedeu-se á divisão da variável T por 1000. Só após as alterações, começaram a aparecer resultados viáveis em comparação com os obtidos pela meta-heurística *Tabu Search*, nas mesmas condições e métodos multiobjetivos.

A estrutura de vizinhança utilizada na meta-heurística *Tabu Search*, aliado ao facto de ter permitido uma pesquisa eficiente no campo de soluções do problema levou a um reduzido esforço computacional exigido pela mesma, apresentando assim soluções num espaço de tempo adequado, em especial nos cenários de menor dimensão.

Com a utilização do método multiobjetivo proposto, o método variante das métricas ponderadas, foi possível verificar uma tendência natural para minimização dos objetivos que apresentam um valor numérico superior, independente da meta-heurística aplicada e cenário do problema, apresentando assim soluções dum espaço diferente do campo de soluções.

Como trabalho futuro, seria interessante analisar o comportamento da meta-heurística *Tabu Search* se o seu critério de interrupção fosse alterado. Na presente dissertação estabeleceu-se como critério de interrupção o número de iterações realizadas pela mesma, no entanto se fosse utilizado, por exemplo, a taxa de convergência de soluções, poderia existir uma diminuição do tempo que a meta-heurística necessita até encontrar a solução do problema.

Também seria interessante considerar a capacidade de carga de cada máquina na solução apresentada. Aspeto que não foi considerado neste trabalho.

Para concluir, a comparação dos resultados obtidos com as soluções exatas do problema poderia ser também utilizada como indicador de comparação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asghari, M., & Nezhadali, S. (2014). Fuzzy Programming for Parallel Machines Scheduling: Minimizing Weighted Tardiness/Earliness and Flow time through Genetic Algorithm. *Journal of Optimization in Industrial Engineering*, 20, 19–30.
- Azizoglu, M., & Kirca, O. (1998). Tardiness minimization on parallel machines. *International Journal of Production Economics*, 55(2), 163–168. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00034-6](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00034-6)
- Hoon, Y., & Pinedo, M. (1997). Theory and Methodology Scheduling jobs on parallel machines with sequence-dependent setup times. *European Journal of Operational Research*, Vol. 100, Issue 3, 464-474
- Kononov, A., & Gawiejnowicz, S. (2001). NP-hard cases in scheduling deteriorating jobs on dedicated machines. *Journal of the Operational Research Society*, vol.52, Issue 6, pag. 708–717. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2601117>
- Liaw, C. F., Lin, Y. K., Cheng, C. Y., & Chen, M. (2003). Scheduling unrelated parallel machines to minimize total weighted tardiness. *Computers and Operations Research*, 30(12), 1777–1789. [https://doi.org/10.1016/S0305-0548\(02\)00105-3](https://doi.org/10.1016/S0305-0548(02)00105-3)
- Mazdeh, M. M., Zaerpour, F., Zareei, A., & Hajinezhad, A. (2010). Parallel machines scheduling to minimize job tardiness and machine deteriorating cost with deteriorating jobs. *Applied Mathematical Modelling*, 34(6), 1498–1510. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2009.08.023>
- Michael L. Pinedo. (2008). *Scheduling*. Springer, Third Edition
- Miettinen, K. (2012). *Nonlinear Multiobjective Optimization*. Kluwer Academic Publishers, Vol. 12.
- Otten, M., Braaksma, A., & Boucherie, R. J. (2019). Operations Research for Health Care Minimizing Earliness / Tardiness costs on multiple machines with an application to surgery scheduling. *Operations Research for Health Care*, 22, 100194. <https://doi.org/10.1016/j.orhc.2019.100194>
- Rego C., Glover F. (2007) Local Search and Metaheuristics. In: Gutin G., Punnen A.P. (eds) *The Traveling Salesman Problem and Its Variations*. Combinatorial Optimization, vol 12. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/0-306-48213-4_8
- Rentería, A. R. (2006). Estimação de probabilidade fuzzy a partir dos dados imprecisos. 30–47. <https://books.google.com.br/books?id=E92yDAEACAAJ>
- Ross, T. J. (2010). *Fuzzy Logic with Engineering Applications*. A John Wiley and Sons, Ltd., Publication, Third edition
- Sarıçiçek, I., & Çelik, Ç. (2011). Two meta-heuristics for parallel machine scheduling with job splitting to minimize total tardiness. *Applied Mathematical Modelling*, 35(8), 4117–4126. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2011.02.035>
- Shabtay, D. (2012). The just-in-time scheduling problem in a flow-shop scheduling system. *European Journal of Operational Research*, 216(3), 521–532. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.07.053>
- Taylor, P., Dubois, D., & Prade, H. (2007). Operations on fuzzy numbers. *International Journal of Systems Science*, November 2012, 37–41.
- Xu, Y., Zhang, Y., & Huang, X. (2014). Single-machine ready times scheduling with group technology and proportional linear deterioration. *Applied Mathematical Modelling*, 38(1), 384–391. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2013.05.064>

APÊNDICE A

Dados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Tarefa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Peso Atorno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Peso antecipeção	1	1	1	2	3	1	3	2	1	3	2	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2
Instante chegada	125	70	20	15	105	90	50	0	85	110	100	60	10	35	80	85	45	5	135	150	50	5	80	0	102
Data entrega																									
di, minimo	220	119	63	47	170	122	157	27	123	100	200	140	73	67	180	105	152	51	157	220	115	40	150	27	180
di, medio	244	132	76	62	184	133	160	41	148	194	220	145	68	62	199	115	168	55	158	234	120	58	155	45	170
di, maximo	258	143	82	71	198	144	172	53	177	208	235	150	92	84	200	130	185	52	159	238	125	72	160	53	180
bi, minimo	0,55	0,24	0,75	0,39	0,33	0,17	0,6	0,03	0,09	0,14	0,5	0,2	0,6	0,32	0,4	0,15	0,85	0,03	0,05	0,15	0,34	0,3	0,37	0	0,15
bi, medio	0,6	0,26	0,75	0,42	0,33	0,18	0,65	0,04	0,1	0,15	0,55	0,22	0,6	0,45	0,43	0,16	0,85	0,03	0,06	0,16	0,36	0,32	0,38	0	0,16
bi, maximo	0,62	0,27	0,75	0,44	0,34	0,19	0,66	0,04	0,1	0,16	0,6	0,24	0,6	0,5	0,45	0,17	0,7	0,04	0,05	0,17	0,37	0,34	0,39	0	0,17
Taxa crescimento tarefa																									
Tempo processamento fixo tarefa																									
Máquina 1 A 7,10																									
a11, minimo	21	26	44	43	32	14	38	40	9	32	31	30	32	33	42	10	40	40	11	25	30	43	14	40	32
a11, medio	22	28	46	45	36	16	46	44	12	37	32	30	36	38	46	18	46	46	14	34	32	46	18	44	37
a11, maximo	21	35	53	51	37	22	54	49	19	45	31	35	40	40	47	23	53	53	10	37	35	51	22	49	45
Máquina 2 5,6																									
a21, minimo	11	25	47	45	29	10	37	40	7	25	21	28	37	33	39	9	30	42	5	15	26	43	10	40	29
a21, medio	13	26	48	46	32	14	46	46	11	26	21	28	39	35	42	10	31	40	6	11	21	38	10	46	34
a21, maximo	11	30	44	42	33	19	42	42	8	30	21	15	44	35	43	14	44	40	10	30	23	45	16	42	30
Máquina 3 6,9																									
a31, minimo	20	39	50	48	35	16	46	43	11	34	30	17	50	38	45	18	45	44	12	34	26	46	16	43	34
a31, medio	26	31	54	56	43	24	49	49	14	39	36	21	54	42	53	22	47	49	14	39	34	56	24	49	39
a31, maximo																									
Custos de estereotipo da maq																									
Máquina 1 A 7,10																									
c11, minimo	11	5,2	2,4	0,7	8,7	5,9	0,7	5,6	8,4	9,4	2,1	3	2,6	1,2	7,1	6,5	8,4	3,4	2,1	5,6	3,1	0,7	5,9	5,6	3,4
c11, medio	12	5,4	2,4	0,6	9,5	6	0,8	6,1	8,7	9,7	2,2	3,4	2,6	1,3	7,9	7,1	8,7	3,7	2,2	6,1	3,2	0,8	6,1	6,1	3,7
c11, maximo	12	5,6	2,5	0,8	9,9	6,2	0,8	6,3	8,8	9,8	2,3	3,6	2,7	1,4	8,2	7,4	9,4	3,8	2,3	6,3	3,5	0,8	6,2	6,3	3,8
Máquina 2 5,6																									
c21, minimo	17	4	2	1,2	7,1	4,3	0,7	4,4	6,6	6,9	1,8	2	1,9	0,9	8,1	5,9	6,6	2,9	1,8	4	2	1,2	4,3	4,4	3,9
c21, medio	1	4	2	1,3	7,3	4,4	0,8	4,5	6,8	7,1	1,9	2,1	2	1,1	8,2	6,9	7,6	3,1	2,7	4	2	1,3	4,4	4,5	4
c21, maximo	1	4	2	1,3	7,3	4,4	0,8	4,5	6,8	7,1	1,9	2,1	2	1,1	8,2	6,9	7,6	3,1	2,7	4	2	1,3	4,4	4,5	4
Máquina 3 6,9																									
c31, minimo	1,6	3,1	3,2	0,9	6,5	0,9	4,5	13,6	3,8	1,8	5,1	2,2	0,7	8,7	4,3	11,6	3,8	1,6	4,4	5,4	0,9	6,5	4,5	3,9	3,1
c31, medio	1,7	3,2	3,4	1,1	6,7	1,1	4,6	13,2	3,1	1,7	5,3	2,4	0,8	9,5	4,4	11,2	3,1	1,7	4,8	4,3	1,1	7,1	4,6	4,5	3,2
c31, maximo	1,8	3,5	3,5	1,1	6,9	1,2	4,7	12,7	2,2	1,8	5,5	2,5	0,9	9,9	4,7	11,7	2,2	1,8	5,2	4,3	1,1	7,4	4,7	4,6	3,2

APÊNDICE B

F2		Custo atraso										F: 33,486		
1	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	Máquina	m	3	3	2	3	2	2	1	1	3	1		
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110		
	Instante início tarefa		139,92	70	20	15	124,2	90	50	0	117,2	128,5		
	Tempo processamento		103,952	47,2	67	54,3	74,986	34,2	78,5	44	22,72	56,275		
	Entrega		243,872	117,2	87	69,3	199,186	124,2	128,5	44	139,92	184,775		
	Penalização atraso		0	0	9	7,3	15,185	0	0	6	0	0		
	Penalização antecipação		0,128	14,8	0	0	0	8,8	94,5	0	6,08	27,575		
	Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,2	1,1	7,9	4,4	0,8	6,1	12,2	3,7		
	Custo antecipação	F1		151,983										
	Custo Atraso	F2		37,486										
	Tempo de processamento operacional	F3		657,953										
	Custo deterioração das máquinas	F4		43,3										
		F	37,486											
		Tempo Solução	141,100006											
2	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	Máquina	m	3	2	1	2	1	1	3	3	2	2		
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	4		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110		
	Instante início tarefa		128,5	71,3	20	15	124,2	90	50	0	115,838	138,4218		
	Tempo processamento		97,1	44,538	61	56,3	76,986	34,2	78,5	43	22,538	54,76327		
	Entrega		225,6	115,838	81	71,3	201,186	124,2	128,5	43	138,4218	193,1851		
	Penalização atraso		0	0	3	9,3	17,185	0	0	4	0	0		
	Penalização antecipação		18,4	16,162	0	0	0	8,8	94,5	0	7,5782	2,44479		
	Custo deterioração máquina		1,7	4,3	2,4	1,3	9,5	6	1	4,8	9,6	3,1		
	Custo antecipação	F1		147,88499										
	Custo Atraso	F2		33,486										
	Tempo de processamento operacional	F3		642,23087										
	Custo deterioração das máquinas	F4		43,7										
		F	33,486											
		Tempo Solução	138,240005											
3	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	Máquina	m	3	2	1	2	1	1	3	3	2	2		
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	4		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110		
	Instante início tarefa		128,5	71,3	20	15	124,2	90	50	0	115,838	138,4218		
	Tempo processamento		97,1	44,538	61	56,3	76,986	34,2	78,5	43	22,538	54,76327		
	Entrega		225,6	115,838	81	71,3	201,186	124,2	128,5	43	138,4218	193,1851		
	Penalização atraso		0	0	3	9,3	17,185	0	0	4	0	0		
	Penalização antecipação		18,4	16,162	0	0	0	8,8	94,5	0	7,5782	2,44479		
	Custo deterioração máquina		1,7	4,3	2,4	1,3	9,5	6	1	4,8	9,6	3,1		
	Custo antecipação	F1		147,88499										
	Custo Atraso	F2		33,486										
	Tempo de processamento operacional	F3		642,23087										
	Custo deterioração das máquinas	F4		43,7										
		F	33,486											
		Tempo Solução	121,099998											
4	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	Máquina	m	3	3	2	3	2	2	1	1	3	1		
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110		
	Instante início tarefa		139,92	70	20	15	124,2	90	50	0	117,2	128,5		
	Tempo processamento		103,952	47,2	67	54,3	74,986	34,2	78,5	44	22,72	56,275		
	Entrega		243,872	117,2	87	69,3	199,186	124,2	128,5	44	139,92	184,775		
	Penalização atraso		0	0	9	7,3	15,185	0	0	6	0	0		
	Penalização antecipação		0,128	14,8	0	0	0	8,8	94,5	0	6,08	27,575		
	Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,2	1,1	7,9	4,4	0,8	6,1	12,2	3,7		
	Custo antecipação	F1		151,983										
	Custo Atraso	F2		37,486										
	Tempo de processamento operacional	F3		657,953										
	Custo deterioração das máquinas	F4		43,3										
		F	37,486											
		Tempo Solução	122,449997											
5	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	Máquina	m	3	1	3	1	1	3	2	2	2	2		
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	4		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110		
	Instante início tarefa		125	70	20	15	116,2	90	50	0	128,5	152,35		
	Tempo processamento		95	46,2	65	54,3	74,346	34,2	78,5	46	23,85	56,825		
	Entrega		220	116,2	85	69,3	190,546	124,2	128,5	46	152,35	209,2025		
	Penalização atraso		0	0	7	7,3	6,546	0	0	10	12,7	30,405		
	Penalização antecipação		24	15,8	0	0	0	8,8	94,5	0	0	0		
	Custo deterioração máquina		1,7	5,4	2,4	0,8	9,5	7,1	0,8	4,8	9,6	3,1		
	Custo antecipação	F1		151,983										
	Custo Atraso	F2		37,486										
	Tempo de processamento operacional	F3		657,953										
	Custo deterioração das máquinas	F4		43,3										
		F	37,486											
		Tempo Solução	122,449997											

		Custo antecipação	F1	143,1									
		Custo Atraso	F2	73,951									
		Tempo de processamento operacional	F3	661,2985									
		Custo deterioração das máquinas	F4	45,2									
			F	73,951									
		Tempo Solução		121,209999									
6	Tarefa	i		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m		1	1	2	1	2	2	3	3	1	3
	Posição			4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto			125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa			139,82	70	20	15	124,2	90	50	0	116,2	128,5
	Tempo processamento			105,892	46,2	67	54,3	74,986	34,2	78,5	43	23,62	33,275
	Entrega			245,712	116,2	87	69,3	199,186	124,2	128,5	43	139,82	181,775
	Penalização atraso			3,424	0	9	7,3	15,186	0	0	4	0	0
	Penalização antecipação			0	15,8	0	0	0	8,8	94,5	0	6,18	36,675
	Custo deterioração máquina			1,2	5,4	2,2	0,8	7,9	4,4	1	4,8	8,7	3,1
				F1	161,955								
				F2	38,91								
				F3	654,693								
			F4	39,5									
			F	38,91									
		Tempo Solução		128,070007									
7	Tarefa	i		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m		3	3	2	3	1	2	1	1	2	2
	Posição			3	2	1	1	3	2	2	1	3	4
	Instante chegada Previsto			125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa			125	70	20	15	128,5	90	50	0	124,2	147,62
	Tempo processamento			95	47,2	67	54,3	75,405	34,2	78,5	44	23,42	36,143
	Entrega			220	117,2	87	69,3	206,905	124,2	128,5	44	147,62	203,763
	Penalização atraso			0	0	9	7,3	22,905	0	0	6	3,24	19,526
	Penalização antecipação			24	14,8	0	0	0	8,8	94,5	0	0	0
	Custo deterioração máquina			1,7	3,2	2,2	1,1	9,5	4,4	0,8	6,1	9,6	3,1
				F1	142,1								
				F2	67,971								
				F3	668,488								
			F4	41,7									
			F	67,971									
		Tempo Solução		124,480003									
8	Tarefa	i		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m		1	1	3	1	2	3	2	2	1	3
	Posição			4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto			125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa			139,82	70	20	15	128,5	90	50	0	116,2	124,2
	Tempo processamento			105,892	46,2	65	54,3	75,405	34,2	78,5	46	23,62	32,63
	Entrega			245,712	116,2	85	69,3	204,905	124,2	128,5	46	139,82	176,83
	Penalização atraso			3,424	0	7	7,3	20,905	0	0	10	0	0
	Penalização antecipação			0	15,8	0	0	0	8,8	94,5	0	6,18	51,51
	Custo deterioração máquina			1,2	5,4	2,4	0,8	7,9	7,1	0,8	4,8	8,7	3,1
				F1	176,79								
				F2	48,629								
				F3	656,467								
			F4	42,2									
			F	48,629									
		Tempo Solução		129,240005									
9	Tarefa	i		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m		1	2	1	2	2	1	3	3	3	3
	Posição			3	2	1	1	3	2	2	1	3	4
	Instante chegada Previsto			125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa			125	71,3	20	15	115,838	90	50	0	128,5	152,35
	Tempo processamento			97	44,538	61	56,3	72,2654	34,2	78,5	43	23,85	35,825
	Entrega			222	115,838	81	71,3	188,0545	124,2	128,5	43	152,35	209,2025
	Penalização atraso			0	0	3	9,3	4,08454	0	0	4	12,7	30,405
	Penalização antecipação			22	16,162	0	0	0	8,8	94,5	0	0	0
	Custo deterioração máquina			1,2	4,3	2,4	1,3	7,9	6	1	4,8	12,2	3,1
				F1	141,462								
				F2	63,46954								
				F3	655,45504								
			F4	44,2									
			F	63,46954									
		Tempo Solução		131,889999									
10	Tarefa	i		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m		3	3	2	3	1	2	1	1	3	2
	Posição			4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto			125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa			139,82	70	20	15	128,5	90	50	0	117,2	124,2
Tempo processamento			103,952	47,2	67	54,3	75,405	34,2	78,5	44	22,72	32,63	

Entrega	243,872	117,2	87	69,3	206,905	124,2	128,5	44	139,92	176,83		
Penalização atraso	0	0	9	7,3	22,905	0	0	6	0	0		
Penalização antecipação	0,128	14,8	0	0	0	8,8	94,5	0	6,08	51,51		
Custo deterioração máquina	1,7	3,2	2,2	1,1	9,5	4,4	0,8	6,1	12,2	3,1		
Custo antecipação	F1	175,818										
Custo Atraso	F2	45,205										
Tempo de processamento operacional	F3	667,727										
Custo deterioração das máquinas	F4	44,3										
F	45,205											
Tempo Solução	172,040001											
F3	Custo atraso	F: 692,4735									F:	
1	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	2	1	3	2	1	3	2	1	2
	Posição	m	4	2	1	1	4	3	2	1	2	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		155,47	70	20	15	165,33	116,5	69,3	0	95	114,2
	Tempo processamento		115,282	44,2	61	54,3	88,589	38,97	91,045	46	21,5	51,19
	Entrega		270,752	114,2	81	69,3	253,889	155,47	150,345	46	115,5	165,33
	Penalização atraso		53,504	0	3	7,3	69,889	22,47	1,035	10	0	0
	Penalização antecipação		0	17,8	0	0	0	0	0	0	29,5	85,01
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	1,1	7,9	6	1	4,8	8,7	3,1
	Custo antecipação	F1	133,31									
	Custo Atraso	F2	167,1979									
	Tempo de processamento operacional	F3	752,7859									
	Custo deterioração das máquinas	F4	49,5									
	F	752,7859										
	Tempo Solução	159,360001										
2	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	2	3	2	3	1	1	1	3	3
	Posição	m	4	2	1	1	3	3	2	1	2	4
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		169,63	71,3	20	15	115,5	128,5	50	0	95	188,615
	Tempo processamento		123,798	44,538	65	54,3	71,115	41,13	78,5	44	20,5	62,29225
	Entrega		293,408	115,838	85	71,3	188,615	169,63	128,5	44	115,5	250,9073
	Penalização atraso		68,816	0	7	9,3	4,615	36,63	0	6	0	113,8145
	Penalização antecipação		0	16,162	0	0	0	0	94,5	0	30,5	0
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	1,3	8,7	6	0,8	6,1	12,2	3,1
	Custo antecipação	F1	141,162									
	Custo Atraso	F2	276,1755									
	Tempo de processamento operacional	F3	782,69825									
	Custo deterioração das máquinas	F4	46,1									
	F	782,69825										
	Tempo Solução	158,660004										
3	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	2	1	2	1	3	1	3	3	1	2
	Posição	m	3	4	1	1	3	2	2	1	3	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		160,5	148,62	20	15	128,5	90	50	0	124,2	130
	Tempo processamento		114,3	66,6412	67	54,3	77,405	34,2	78,5	43	24,42	50,5
	Entrega		279,8	215,2612	87	69,3	205,305	124,2	128,5	43	148,62	160,5
	Penalização atraso		61,6	249,7826	9	7,3	21,905	0	0	4	5,24	0
	Penalização antecipação		0	0	0	0	0	8,8	94,5	0	0	100,5
	Custo deterioração máquina		2	5,4	2,2	0,8	8,7	6	1	4,8	8,7	3,1
	Custo antecipação	F1	203,8									
	Custo Atraso	F2	358,8286									
	Tempo de processamento operacional	F3	777,8862									
	Custo deterioração das máquinas	F4	42,7									
	F	777,8862										
	Tempo Solução	152,320007										
4	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	2	3	2	1	3	1	2	3	3	1
	Posição	m	3	2	1	1	4	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		189,55	70	20	15	139,92	90	87	0	117,2	124,2
	Tempo processamento		131,73	47,2	67	54,3	81,736	34,2	102,55	43	22,72	55,63
	Entrega		321,28	117,2	87	69,3	221,936	124,2	189,55	43	139,92	179,83
	Penalização atraso		154,56	0	9	7,3	37,936	0	88,65	4	0	0
	Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	8,8	0	0	6,08	42,51
	Custo deterioração máquina		2	3,2	2,2	0,8	8,7	6	0,8	4,8	12,2	3,7
	Custo antecipação	F1	72,19									
	Custo Atraso	F2	300,6036									
	Tempo de processamento operacional	F3	812,3736									
	Custo deterioração das máquinas	F4	44,4									
	F	812,3736										

		Tempo Solução										
		155,740005										
5	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	3	1	3	1	1	3	2	2	2	2
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	4	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		125	70	20	15	116,2	90	50	0	181,775	128,5
	Tempo processamento		95	46,2	65	54,3	74,346	34,2	78,5	46	29,1775	53,275
	Entrega		220	116,2	85	69,3	190,346	124,2	128,5	46	210,9525	181,775
	Penalização atraso		0	0	7	7,3	6,346	0	0	10	129,905	0
	Penalização antecipação		24	15,8	0	0	0	8,8	94,5	0	0	36,675
	Custo deterioração máquina		1,7	5,4	2,4	0,8	9,5	7,1	0,8	4,8	9,6	3,1
			F									
		692,4735										
		Tempo Solução										
		162,259995										
6	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	1	2	1	3	2	3	3	2	1
	Posição		4	2	1	1	3	3	2	1	2	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		170,63	70	20	15	128,5	115,5	50	0	95	116,2
	Tempo processamento		124,378	46,2	67	54,3	77,405	38,79	78,5	43	20,5	54,43
	Entrega		295,008	116,2	87	69,3	205,905	154,29	128,5	43	115,5	170,63
	Penalização atraso		102,016	0	9	7,3	21,905	21,29	0	4	0	0
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	0	94,5	0	30,5	70,11
	Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,2	0,8	8,7	4,4	1	4,8	9,6	3,7
			F									
		705,333										
		Tempo Solução										
		159,75										
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	1	1	3	2	3	2	2	3	1
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		186,569	81	20	15	128,5	90	50	0	124,2	130,06
	Tempo processamento		133,9414	49,06	61	54,3	76,405	34,2	78,5	46	23,42	56,509
	Entrega		320,5104	130,06	81	69,3	204,905	124,2	128,5	46	147,62	186,569
	Penalização atraso		153,0208	0	3	7,3	20,905	0	0	10	3,24	0
	Penalização antecipação		0	1,04	0	0	0	8,8	94,5	0	0	22,293
	Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,4	1,1	7,9	7,1	0,8	4,8	12,2	3,7
			F									
		758,6644										
		Tempo Solução										
		146,75										
8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	2	1	3	1	1	1	2	2	3	3
	Posição		3	4	1	1	3	3	2	1	2	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		128,5	201,186	20	15	124,2	90	50	0	95	115,5
	Tempo processamento		95,1	80,30836	65	54,3	76,986	34,2	78,5	46	20,5	51,325
	Entrega		223,6	281,4944	85	69,3	201,186	124,2	128,5	46	115,5	166,825
	Penalização atraso		0	448,4831	7	7,3	17,186	0	0	10	0	0
	Penalização antecipação		20,4	0	0	0	0	8,8	94,5	0	30,5	81,525
	Custo deterioração máquina		2	5,4	2,4	0,8	9,5	6	0,8	4,8	12,2	3,1
			F									
		761,60536										
		Tempo Solução										
		135,699997										
9	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	3	2	3	2	1	2	3	1	1	2
	Posição		3	2	1	1	3	3	2	1	2	4
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		186,25	71,3	20	15	116,5	115,838	85	0	95	154,6888
	Tempo processamento		131,75	44,538	65	56,3	74,445	38,85084	101,25	44	21,5	57,20333
	Entrega		318	115,838	85	71,3	190,945	154,6888	186,25	44	118,5	211,8922
	Penalização atraso		148	0	7	9,3	6,945	21,68884	78,75	6	0	35,78433
	Penalização antecipação		0	16,162	0	0	0	0	0	0	29,5	0
	Custo deterioração máquina		1,7	4,3	2,4	1,3	9,5	4,4	1	6,1	8,7	3,1

Custo antecipação		F1	45,562																	
Custo Atraso		F2	313,488172																	
Tempo de processamento operacional		F3	814,414006																	
Custo deterioração das máquinas		F4	42,5																	
		F	814,414006																	
		Tempo Solução	148,050003																	
10	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
	Máquina	m	2	3	2	1	1	2	3	3	2	1								
	Posição	m	4	3	1	1	3	3	2	1	2	2								
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110								
	Instante início tarefa		154,39	128,5	20	15	163,5	115,5	50	0	95	110								
	Tempo processamento		110,574	62,41	67	54,3	89,955	38,79	78,5	43	20,5	53,5								
	Entrega		284,864	190,91	87	69,3	253,455	154,29	126,5	43	115,5	163,5								
	Penalização atraso		41,728	175,73	9	7,3	69,455	21,29	0	4	0	0								
	Penalização antecipação		0	0	0	0	0	0	96,5	0	30,5	91,5								
	Custo deterioração máquina		2	3,2	2,2	0,8	9,5	4,4	1	4,8	9,6	3,7								
		F1	215,5																	
		F2	329,593																	
		F3	790,313																	
		F4	41,2																	
		F	790,313																	
		Tempo Solução	152,720001																	

APÊNDICE C

F2	Custo atraso	F.	36,51	F1															
1	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Máquina	m	5	1	2	1	1	3	5	3	4	2	4	3	5	4	3		
	Posição		3	2	1	1	3	3	2	1	2	2	3	2	1	1	4		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80		
	Instante início tarefa		141,7	70	20	15	116,2	90,2	58	0	95	110	116,5	60	10	35	124,436		
	Tempo processamento		103,02	46,2	67	54,3	74,846	34,236	83,7	43	21,5	50,5	95,075	30,2	48	53,75	98,50748		
	Entrega		244,72	116,2	87	69,3	180,946	114,436	141,7	43	116,5	160,5	212,575	90,2	98	88,75	222,9435		
	Penalização atraso		1,44	0	9	7,3	6,546	0	9	4	0	0	0	0	0	115,5	74,63044		
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,364	54,9	0	29,5	100,5	14,85	164,4	60	0	0		
	Custo deterioração máquina		2	5,4	2,2	0,8	9,5	7,1	0,8	4,8	8,7	3,1	2,2	5,3	2,1	1,3	9,5		
	Custo antecipação	F1	443,514																
	Custo Atraso	F2	116,61644																
	Tempo de processamento m	F3	1001,37048																
	Custo deterioração das máq	F4	64,8																
		F	116,61644																
	Tempo Solução	278,4100337																	
2	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Máquina	m	5	1	1	3	3	3	2	5	5	1	2	4	4	5	4		
	Posição		4	2	1	1	3	2	1	1	3	3	2	2	1	2	3		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80		
	Instante início tarefa		128,37	81	20	15	124,2	99	50	0	106,7	130,06	128,5	60	10	46	193,2		
	Tempo processamento		95,022	49,06	61	54,3	75,985	34,2	78,5	45	21,67	55,509	98,675	43,2	42	61,7	90,376		
	Entrega		223,392	130,06	81	69,3	200,185	124,2	128,5	45	128,37	185,569	227,175	103,2	52	105,7	193,576		
	Penalização atraso		0	0	3	7,3	16,186	0	0	20	0	0	7,175	0	0	49,4	0		
	Penalização antecipação		20,608	1,94	0	0	0	8,8	94,5	0	17,63	22,293	0	125,4	72	0	13,272		
	Custo deterioração máquina		2	5,4	2,4	1,1	8,7	7,1	0,8	4,8	9,6	3,7	2,7	3,4	2,6	1,1	7,9		
	Custo antecipação	F1	370,443																
	Custo Atraso	F2	93,061																
	Tempo de processamento m	F3	1010,228																
	Custo deterioração das máq	F4	63,3																
		F	93,061																
	Tempo Solução	281,8900146																	
3	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Máquina	m	5	2	5	2	1	5	4	3	1	4	2	1	1	3	3		
	Posição		3	2	1	1	4	2	1	1	3	2	3	2	1	2	3		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80		
	Instante início tarefa		125	71,3	20	15	125,52	90	50	0	105,2	128,5	115,838	60	10	43	100,35		
	Tempo processamento		93	44,538	67	56,3	77,4216	34,2	78,5	43	23,32	56,275	91,7109	43,2	42	57,35	88,1505		
	Entrega		218	115,838	87	71,3	202,9416	124,2	128,5	43	125,52	184,775	207,5489	103,2	52	100,35	188,5035		
	Penalização atraso		0	0	9	9,5	18,9416	0	0	4	0	0	0	0	0	6	35,7		
	Penalização antecipação		26	16,162	0	0	0	8,8	94,5	0	20,48	27,675	24,9022	125,4	72	0	28,4985		
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,2	1,3	9,5	4,4	0,8	4,8	8,7	3,7	2,7	3,4	2,6	0,8	9,5		
	Custo antecipação	F1	444,4177																
	Custo Atraso	F2	77,9416																
	Tempo de processamento m	F3	987,674																
	Custo deterioração das máq	F4	60,7																
		F	77,9416																
	Tempo Solução	267,799989																	
4	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Máquina	m	2	1	3	4	3	5	2	1	3	5	1	3	2	5	4		
	Posição		3	2	1	1	4	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80		
	Instante início tarefa		141,7	70	20	15	141,77	90,75	58	0	120,7	125,085	116,2	85	10	35	80		
	Tempo processamento		103,022	46,2	65	54,3	82,4441	34,235	83,7	44	23,07	52,3275	95,91	35,2	46	55,75	80,4		
	Entrega		244,72	116,2	85	69,3	226,2141	125,085	141,7	44	141,77	177,8478	212,11	120,7	58	90,75	160,4		
	Penalização atraso		1,44	0	7	7,3	42,2141	0	0	6	0	0	0	0	0	17,5	0		
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	7,915	54,9	0	2,23	48,45675	15,78	72,9	60	0	112,8		
	Custo deterioração máquina		2	5,4	2,4	0,8	8,7	4,4	0,8	6,1	12,2	3,1	2,2	5,3	2,1	1,1	7,9		
	Custo antecipação	F1	390,78175																
	Custo Atraso	F2	81,4541																
	Tempo de processamento m	F3	1050,79685																
	Custo deterioração das máq	F4	64,5																
		F	81,4541																
	Tempo Solução	262,7900085																	
5	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Máquina	m	3	2	5	4	2	4	3	3	3	5	4	5	2	1	1		
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80		
	Instante início tarefa		152,35	70	20	15	114,2	90	50	0	128,5	135,14	124,2	87	10	35	88,75		
	Tempo processamento		111,41	44,2	67	54,3	71,086	34,2	78,5	43	23,85	54,271	100,31	48,14	48	53,75	84,1625		
	Entrega		253,76	114,2	87	69,3	185,886	124,2	128,5	43	152,35	189,411	224,51	135,14	58	88,75	172,9125		
	Penalização atraso		39,52	0	9	7,3	1,886	0	0	4	12,7	0	4,51	0	0	13,5	0		
	Penalização antecipação		0	17,8	0	0	0	8,8	94,5	0	0	11,767	0	29,58	60	0	75,2025		
	Custo deterioração máquina		1,7	4,3	2,2	0,8	7,9	6	1	4,8	12,2	3,1	2,2	4,3	2,1	1,3	7,9		
	Custo antecipação	F1	299,7095																
	Custo Atraso	F2	92,416																
	Tempo de processamento m	F3	1071,9195																
	Custo deterioração das máq	F4	61,8																
		F	92,416																
	Tempo Solução	262,5899963																	
6	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		

															Máquina	m	5	3	1	3	1	1	4	5	1	3	4	5	4	2	2
															Posição	m	3	2	1	1	4	3	2	1	2	3	3	2	1	1	2
															Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
															Instante início tarefa	125	70	20	15	105,67	116,5	52	0	95	117,2	131,8	60	10	35	90,75	
															Tempo processamento	93	47,2	61	56,3	87,3051	38,97	79,8	46	21,5	51,58	104,89	42,1	42	55,75	83,0225	
															Entrega	218	117,2	81	69,3	242,751	255,67	131,8	46	116,5	169,18	236,29	102,1	52	90,75	273,725	
															Penalização atraso	0	0	3	7,3	58,7751	22,47	0	10	0	16,29	0	0	0	17,5	0	
															Penalização antecipação	26	14,8	0	0	0	0	84,6	0	29,5	75,66	0	128,4	72	0	72,6825	
															Custo deterioração máquina	2	3,2	2,4	1,1	9,5	6	0,8	4,8	8,7	3,1	2,2	4,3	2,6	1,1	8,2	
															Custo antecipação	F1	509,6425														
															Custo Atraso	F2	135,3351														
															Tempo de processamento	q1	1086,8376														
															Custo deterioração das máq	F4	60														
															F	135,3351															
															Tempo Solução		263,9599915														
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15														
	Máquina	m	2	2	4	2	4	1	1	1	2	5	3	5	5	3	4														
		Posição	4	2	1	1	8	3	2	1	3	3	2	2	1	1	2														
		Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80														
		Instante início tarefa	138,4218	71,3	20	15	161,83	128,5	50	0	115,838	110	100	60	10	35	81														
		Tempo processamento	101,05308	44,538	61	56,3	89,4039	41,13	78,5	44	22,5838	50,5	85	42,2	48	53,75	80,83														
		Entrega	230,47488	115,838	81	71,3	251,2339	169,63	128,5	44	138,4218	160,5	185	102,2	58	88,75	161,83														
		Penalização atraso	0	0	3	9,3	67,2339	36,63	0	5	0	0	0	0	0	13,5	0														
		Penalização antecipação	4,52512	16,162	0	0	0	0	94,5	0	7,5782	100,5	70	128,4	60	0	108,51														
		Custo deterioração máquina	2	4,3	2,4	1,3	9,5	6	0,8	6,1	9,6	3,1	1,7	4,3	2,1	0,8	7,9														
		Custo antecipação	F1	590,17532																											
		Custo Atraso	F2	135,6639																											
		Tempo de processamento	q1	1030,67808																											
		Custo deterioração das máq	F4	61,9																											
		F	135,6639																												
		Tempo Solução		265,3699951																											
8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15														
	Máquina	m	3	5	3	5	5	3	2	2	1	1	2	4	4	1	4														
		Posição	3	2	1	1	3	2	2	1	2	3	3	2	1	1	3														
		Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80														
		Instante início tarefa	125	71,3	20	15	115,838	90	50	0	95	116,5	128,5	60	10	35	103,2														
		Tempo processamento	95	44,538	65	56,3	72,22604	34,2	78,5	46	21,5	54,475	98,675	48,2	42	54,75	90,476														
		Entrega	222	115,838	85	71,3	180,0645	124,2	128,5	46	116,5	170,975	237,175	108,2	52	88,75	199,576														
		Penalização atraso	0	0	7	9,3	4,06454	0	0	10	0	0	7,175	0	0	18,5	0														
		Penalização antecipação	24	16,162	0	0	0	8,8	94,5	0	29,5	69,075	0	128,4	72	0	13,272														
		Custo deterioração máquina	1,7	4,3	2,4	1,3	7,9	7,1	0,8	4,8	8,7	3,7	2,7	3,4	2,6	1,3	7,9														
		Custo antecipação	F1	452,709																											
		Custo Atraso	F2	51,03954																											
		Tempo de processamento	q1	966,07854																											
		Custo deterioração das máq	F4	60,6																											
		F	51,03954																												
		Tempo Solução		262,1499939																											
9	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15														
	Máquina	m	2	2	4	2	3	4	1	1	2	1	4	5	5	3	5														
		Posição	4	2	1	1	2	2	2	1	3	3	3	2	1	1	3														
		Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80														
		Instante início tarefa	138,4218	71,3	20	15	105	90	50	0	115,838	128,5	124,2	60	10	35	102,2														
		Tempo processamento	101,05308	44,538	61	56,3	69,656	34,2	78,5	44	22,5838	56,275	100,21	42,2	48	53,75	87,946														
		Entrega	230,47488	115,838	81	71,3	174,656	124,2	128,5	44	138,4218	184,775	224,51	102,2	58	88,75	190,146														
		Penalização atraso	0	0	3	9,3	0	0	0	6	0	0	4,51	0	0	13,5	0														
		Penalização antecipação	4,52512	16,162	0	0	28,05	8,8	94,5	0	7,5782	27,675	0	128,4	60	0	23,562														
		Custo deterioração máquina	2	4,3	2,4	1,3	8,7	5	0,8	6,1	9,6	3,7	2,2	4,3	2,1	0,8	8,2														
		Custo antecipação	F1	399,25232																											
		Custo Atraso	F2	36,31																											
		Tempo de processamento	q1	1000,76568																											
		Custo deterioração das máq	F4	62,5																											
		F	36,31																												
		Tempo Solução		264,519989																											
10	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15														
	Máquina	m	5	4	1	4	3	5	2	3	1	2	1	3	2	5	4														
		Posição	3	2	1	1	3	2	2	1	2	3	3	2	1	1	3														
		Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80														
		Instante início tarefa	125,085	70	20	15	105	90,75	58	0	95	141,7	116,5	60	10	35	116,2														
		Tempo processamento	93,051	48,2	61	54,3	69,65	34,335	83,7	43	21,5	55,255	98,075	30,2	48	55,75	95,966														
		Entrega	218,136	118,2	81	69,3	174,65	125,085	141,7	43	116,5	196,955	212,575	90,2	58	90,75	212,166														
		Penalização atraso	0	0	3	7,3	0	0	0	4	0	5,91	0	0	0	17,5	42,988														
		Penalização antecipação	25,854	15,8	0	0	28,05	7,915	54,9	0	29,5	0	14,85	164,4	60	0	0														
		Custo deterioração máquina	2	5,4	2,4	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	2,2	5,3	2,1	1,1	7,9														
		Custo antecipação	F1	401,279																											
		Custo Atraso	F2	80,208																											
		Tempo de processamento	q1	981,217																											
		Custo deterioração das máq	F4	59,7																											
		F	80,208																												
		Tempo Solução		267,4499978																											
F3	Custo atraso	F-	963,121	F+																											
1	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15														

Máquina		m	5	3	4	3	5	3	1	5	3	2	4	5	1	2	1	
Posição			4	2	1	1	3	4	2	1	3	2	2	2	1	1	3	
Instante chegada Previsto			125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
Instante início tarefa			173,85	70	20	15	105	139,92	52	0	117,2	110	100	60	10	35	131,8	
Tempo processamento			122,19	47,2	61	54,3	68,65	43,685	79,8	46	22,72	90,5	87	42,1	42	55,75	102,574	
Entrega			226,84	117,2	81	69,3	173,65	182,565	131,8	46	139,92	160,5	187	102,1	52	90,75	234,074	
Penalização atraso			103,68	0	3	7,3	0	50,1055	0	10	0	0	0	0	17,5	109,422	0	
Penalização antecipação			0	14,8	0	0	31,05	0	84,6	0	6,08	100,5	66	128,4	72	0	0	
Custo deterioração máquina			2	3,2	2,4	1,1	7,9	7,1	0,8	4,8	12,2	3,1	2,2	4,3	2,6	1,1	7,9	
Custo antecipação		F1	503,43															
Custo Atraso		F2	303,0076															
Tempo de processamento α_j		F3	1099,7396															
Custo deterioração das máq		F4	62,7															
		F	1099,7396															
		Tempo Solução	218,3099994															
2		Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		Máquina	m	2	4	1	4	5	2	5	5	1	4	3	3	3	2	1
		Posição		3	2	1	1	8	2	2	1	2	3	3	2	1	1	3
Instante chegada Previsto			125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
Instante início tarefa			125,085	70	20	15	138,5	90,75	50	0	95	116,2	100	66	10	35	116,5	
Tempo processamento			93,051	46,2	61	54,3	76,405	34,335	78,5	46	21,5	54,43	85	31,52	56	55,75	96,095	
Entrega			218,136	116,2	81	69,3	204,905	125,085	128,5	46	116,5	170,63	185	97,52	66	90,75	212,595	
Penalização atraso			0	0	3	7,3	20,905	0	0	10	0	0	0	0	0	17,5	43,785	
Penalização antecipação			25,864	15,8	0	0	0	7,915	94,5	0	29,5	70,11	70	162,44	44	0	0	
Custo deterioração máquina			2	5,4	2,4	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	6,7	3,7	1,7	5,3	2,4	1,1	7,9	
Custo antecipação		F1	500,129															
Custo Atraso		F2	102,49															
Tempo de processamento α_j		F3	903,121															
Custo deterioração das máq		F4	59,3															
		F	963,121															
		Tempo Solução	218,4199982															
3		Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		Máquina	m	5	5	3	2	2	1	4	4	4	4	1	2	5	1	3
		Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	4	3	2	1	1	2
Instante chegada Previsto			125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
Instante início tarefa			125	70	20	15	115,986	90	50	0	128,5	153,35	114,2	71,3	10	35	85	
Tempo processamento			93	44,2	65	56,3	72,27538	34,2	78,5	44	24,83	60,0025	100,31	44,686	48	54,75	81,55	
Entrega			218	114,2	85	71,3	188,2614	124,2	128,5	44	153,35	213,3525	224,51	115,986	58	88,75	166,55	
Penalização atraso			0	0	7	9,3	4,26138	0	0	6	14,7	38,705	4,51	0	0	18,5	0	
Penalização antecipação			26	17,8	0	0	0	8,8	94,5	0	0	0	0	87,042	60	0	94,35	
Custo deterioração máquina			2	4,3	2,4	1,3	7,9	6	0,8	6,1	8,7	3,7	2,2	4,3	2,1	1,3	9,5	
Custo antecipação		F1	330,432															
Custo Atraso		F2	97,97638															
Tempo de processamento α_j		F3	1026,95988															
Custo deterioração das máq		F4	62,6															
		F	1028,95988															
		Tempo Solução	224,1300049															
4		Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		Máquina	m	5	1	4	3	3	5	1	1	3	2	2	2	5	4	
		Posição		3	3	1	1	3	2	2	1	2	4	3	2	1	1	2
Instante chegada Previsto			125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
Instante início tarefa			125,085	128,5	20	15	115,5	90,75	50	0	95	185,41	102,2	60	10	35	81	
Tempo processamento			93,051	61,41	61	54,3	73,112	34,335	78,5	44	20,5	61,9625	84,21	42,2	48	55,75	80,83	
Entrega			218,136	189,91	81	69,3	188,615	125,085	128,5	44	115,5	248,3725	186,41	102,2	58	90,75	161,83	
Penalização atraso			0	173,73	0	0	0	4,615	0	0	6	108,743	0	0	0	17,5	0	
Penalização antecipação			25,864	0	0	0	0	7,915	94,5	0	30,5	0	67,18	128,4	60	0	108,51	
Custo deterioração máquina			2	5,4	2,4	1,1	8,7	4,4	0,8	6,1	12,2	3,1	2,7	4,3	2,1	1,1	7,9	
Custo antecipação		F1	522,869															
Custo Atraso		F2	320,888															
Tempo de processamento α_j		F3	1042,6075															
Custo deterioração das máq		F4	64,3															
		F	1043,6075															
		Tempo Solução	248,8000321															
5		Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		Máquina	m	5	2	5	2	2	1	4	1	1	1	4	5	4	3	3
		Posição		3	2	1	1	3	3	2	1	2	4	3	2	1	1	2
Instante chegada Previsto			125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
Instante início tarefa			135,14	71,3	20	15	115,838	116,5	52	0	95	155,47	131,8	87	10	35	88,75	
Tempo processamento			99,084	44,538	67	56,3	72,22654	38,97	70,8	44	21,5	60,3205	104,49	48,14	42	53,75	83,1625	
Entrega			234,224	115,838	87	71,3	188,0645	155,47	131,8	44	116,5	215,7905	236,29	135,14	52	88,75	171,9125	
Penalização atraso			0	0	9	9,3	4,06454	22,47	0	5	0	43,581	16,29	0	0	13,5	0	
Penalização antecipação			9,776	16,162	0	0	0	0	84,5	0	29,5	0	0	29,58	72	0	78,2325	
Custo deterioração máquina			2	4,3	2,2	1,3	7,9	6	0,8	6,1	8,7	3,7	2,2	4,3	2,6	0,8	9,5	
Custo antecipação		F1	319,8805															
Custo Atraso		F2	134,2054															
Tempo de processamento α_j		F3	1079,07954															
Custo deterioração das máq		F4	62,4															
		F	1079,07954															
		Tempo Solução	262,6000061															
6		Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		Máquina	m	5	5	2	5	3	2	4	1	3	5	2	3	4	1	1
		Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	2	3	3	1	1	2	3

Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
Instante início tarefa		167,2137	71,3	20	15	115,5	90	52	0	95	115,838	124,2	60	10	44	101,8	
Tempo processamento		138,32822	44,538	67	56,3	73,115	34,2	79,8	44	20,5	51,3757	96,31	30,2	42	57,8	80,774	
Entrega		285,54192	115,838	87	71,3	188,615	124,2	131,8	44	115,5	167,2137	220,51	90,2	52	101,8	191,574	
Penalização atraso		83,08384	0	9	9,3	4,615	0	0	5	0	0	0,51	0	0	39,6	0	
Penalização antecipação		0	16,162	0	0	0	8,8	84,5	0	30,5	80,3589	0	164,4	72	0	19,278	
Custo deterioração máquina		2	4,3	2,2	1,3	8,7	4,4	0,8	6,1	12,2	3,1	2,7	5,3	2,6	1,3	7,9	
Custo antecipação F1		476,0989															
Custo Atraso F2		152,10884															
Tempo de processamento α F3		1022,09262															
Custo deterioração das máq F4		64,5															
F		1022,09262															
Tempo Solução		280,6300049															
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	5	1	4	3	4	4	5	5	1	2	1	3	1	2	3
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	2	4	2	1	1	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		128,5	70	20	15	124,2	90	50	0	136,2	110	139,82	69,3	10	35	101,546
	Tempo processamento		95,1	46,2	61	54,3	76,988	34,2	78,5	46	23,62	50,5	108,901	82,246	42	55,75	88,66478
	Entrega		228,6	116,2	81	69,3	201,188	124,2	128,5	46	139,82	160,5	248,721	131,546	52	90,75	190,2108
	Penalização atraso		0	0	3	7,3	17,188	0	0	10	0	0	28,721	0	0	17,5	0
	Penalização antecipação		20,4	15,8	0	0	0	8,8	84,5	0	6,18	100,5	0	130,362	72	0	23,36756
	Custo deterioração máquina		2	5,4	2,4	1,1	9,5	6	0,8	4,8	8,7	3,1	2,2	5,3	2,6	1,1	9,5
	Custo antecipação F1		471,90966														
	Custo Atraso F2		83,707														
	Tempo de processamento α F3		1008,53378														
	Custo deterioração das máq F4		64,5														
	F		1008,53378														
	Tempo Solução		315,019989														
	8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Máquina		m	4	4	3	4	2	3	1	2	2	1	3	5	1	2	5
Posição			3	2	1	1	4	2	2	1	3	3	3	1	1	2	2
Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
Instante início tarefa		125	70	20	15	128,37	90	52	0	106,7	131,8	124,2	60	10	46	102,2	
Tempo processamento		97	46,2	65	54,3	76,3021	34,2	79,8	46	21,67	56,77	98,31	42,2	42	60,7	87,946	
Entrega		222	116,2	85	69,3	204,7321	124,2	131,8	46	128,37	188,57	222,51	102,2	52	105,7	190,146	
Penalização atraso		0	0	7	7,3	20,7321	0	0	10	0	0	25,1	0	0	49,4	0	
Penalização antecipação		22	15,8	0	0	0	8,8	84,6	0	17,68	16,29	0	128,4	72	0	23,562	
Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,4	0,8	7,9	7,1	0,8	4,8	9,6	3,7	1,7	4,3	2,6	1,1	8,2	
Custo antecipação F1		389,082															
Custo Atraso F2		96,9421															
Tempo de processamento α F3		1004,7281															
Custo deterioração das máq F4		61,6															
F		1004,7281															
Tempo Solução		477,730011															
9		Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Máquina	m	4	5	5	1	2	4	2	3	3	5	1	3	2	4	3
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	3	2	2	1	1	4
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		125	87	20	15	141,7	90	58	0	95	135,62	100	60	10	35	115,5
	Tempo processamento		97	48,62	67	54,3	80,761	34,2	83,7	43	20,5	54,343	87	30,2	48	53,75	94,555
	Entrega		222	135,62	87	69,3	222,461	124,2	141,7	43	115,5	189,963	187	90,2	58	88,75	210,155
	Penalização atraso		0	10,86	9	7,3	38,461	0	0	4	0	0	0	0	0	12,5	36,995
	Penalização antecipação		22	0	0	0	0	8,8	54,9	0	30,5	12,211	66	164,4	60	0	0
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,2	0,8	7,9	6	0,8	4,8	12,2	3,1	2,2	5,3	2,1	1,3	9,5
	Custo antecipação F1		418,711														
	Custo Atraso F2		119,616														
	Tempo de processamento α F3		1019,859														
	Custo deterioração das máq F4		63,7														
	F		1019,859														
	Tempo Solução		1724,680054														
	10	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Máquina		m	2	4	2	1	3	3	3	2	4	1	1	4	5	5	5
Posição			3	2	1	1	4	3	2	1	2	3	3	2	1	1	2
Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
Instante início tarefa		125	70	20	15	169,63	128,5	50	0	95	136,2	116,546	69,3	10	35	92,76	
Tempo processamento		93	46,2	67	54,3	80,9779	41,13	78,5	43	20,5	54,43	95,0023	45,246	42	55,75	83,0225	
Entrega		218	116,2	87	69,3	260,6079	169,63	128,5	43	115,5	170,63	209,5463	116,546	52	90,75	173,7225	
Penalização atraso		0	0	9	7,3	76,6079	36,63	0	4	0	0	0	0	0	17,5	0	
Penalização antecipação		26	15,8	0	0	0	0	94,5	0	30,5	70,11	20,9074	91,362	72	0	72,6825	
Custo deterioração máquina		2	5,4	2,2	0,8	8,7	7,1	1	4,8	9,6	3,7	2,2	3,4	2,6	1,1	8,2	
Custo antecipação F1		493,8619															
Custo Atraso F2		151,0379															
Tempo de processamento α F3		1051,9827															
Custo deterioração das máq F4		62,8															
F		1053,9827															
Tempo Solução		278,4500122															

APÊNDICE D

F2	Costo/turno	F-	F1	F+	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
1	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
	Máquina		m	3	7	6	5	2	1	10	8	1	3	7	3	10	4	2	9	8	10	5					
	Peso			7	7	1	1	2	1	1	7	2	3	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Instante chegada Previsto			125	70	30	15	805	90	50	0	95	110	100	00	00	10	35	80	85	05	5	135	150			
	Instante início tarefa			125	70	30	15	805	90	50	0	95	110	100	00	00	10	35	80	85	05	5	135	150			
	Tempo processamento			30	40,2	60	54,3	73,078	34,2	78,5	44	23,56	50,13	85	30,2	43	53,75	88,4	51,6	81,06	46,15	29,1	58				
	Entrega			230	114,2	80	59,3	150,978	124,2	238,5	44	135,5	244,73	215,46	129,52	85	305,8	305,4	161,6	120,8	48,13	157,1	219,54				
	Penalização atraso			0	0	7	7,3	6,078	0	0	16	0	0	0	0	0	13,5	0	3,2	0	0	0	0				
	Penalização antecipeção			24	14,8	0	0	33,01	0	54,5	0	30,5	27,675	26,460	48,24	44	0	12,88	0	37,4	20,38	1,8	14,565				
	Costo detenção máquina			1,7	3,2	2,4	1,1	7,9	4,4	0,8	5,1	9,6	3,7	1,7	3,4	2,4	1,3	7,9	6	12,2	5,1	2,2	4,8				
	Costo antecipeção			F1	534,861																						
	Costo Atraso			F2	81,688																						
Tempo de processamento op	F3	1229,217																									
Costo detenção das máqs	F4	83,9																									
F	F	813,88																									
Tempo Solução		1017,594987																									
2	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
	Máquina		m	8	2	3	6	5	6	1	5	2	2	1	9	9	7	1	4	6	7	4	10	7			
	Peso			1	2	1	1	8	2	1	1	3	3	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1		
	Instante chegada Previsto			125	70	30	15	805	90	50	0	95	110	100	00	00	10	35	80	85	05	5	135	150			
	Instante início tarefa			125	70	30	15	117,6	90	50	0	110,2	124,2	100	00	00	10	35	80	85	05	5	135	150			
	Tempo processamento			30	40,2	60	54,3	73,078	34,2	78,5	44	23,56	50,13	85	30,2	43	53,75	88,4	51,6	81,06	46,15	29,1	58				
	Entrega			238	114,2	80	59,3	150,978	124,2	238,5	44	135,5	244,73	215,46	129,52	85	305,8	305,4	161,6	120,8	48,13	157,1	219,54				
	Penalização atraso			0	0	7	7,3	6,078	0	0	16	0	0	0	0	0	13,5	0	3,2	0	0	0	0				
	Penalização antecipeção			26	17,8	0	0	0	8,8	54,5	0	3,88	42,81	70	164,4	72	0	112,8	0	24,64	11,93	1,8	25				
	Costo detenção máquina			2	4,8	2,4	1,1	8,7	4,4	0,8	4,8	9,6	3,7	1,7	3,4	2,4	1,3	7,9	4,4	8,7	5,7	2,2	4,8				
	Costo antecipeção			F1	682,18																						
	Costo Atraso			F2	47,678																						
Tempo de processamento op	F3	1445,298																									
Costo detenção das máqs	F4	87,3																									
F	F	47,678																									
Tempo Solução		298,542978																									
3	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
	Máquina		m	8	3	7	5	2	4	10	9	2	1	9	4	8	4	5	7	6	10	2	1				
	Peso			3	2	1	1	2	2	1	1	3	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	
	Instante chegada Previsto			125	70	30	15	805	90	50	0	95	110	100	00	00	10	35	80	85	05	5	135	150			
	Instante início tarefa			125	70	30	15	117,6	90	50	0	116,6	110	100	00	00	10	35	80	85	05	5	135	150			
	Tempo processamento			30	44,2	60	54,3	69,85	34,2	78,5	43	23,56	53,5	85	49,375	48	53,75	78,4	51,6	79,6	46,15	46,15	19,1	43,444			
	Entrega			227	114,2	80	59,3	146,65	124,2	218,5	43	149,16	163,5	180	138,75	84	305,75	305,4	161,6	120,8	48,13	154,1	207,444				
	Penalização atraso			0	0	7	7,3	6,078	0	0	16	0	0	0	0	0	13,5	0	3,2	0	0	0	0				
	Penalização antecipeção			22	17,8	0	0	0	20,85	8,2	54,5	0	5,74	93,5	70	20,175	60	0	108,8	0	37,4	11,93	7,8	32,215			
	Costo detenção máquina			1,2	4,8	2,4	1,1	8,7	4,4	0,8	4,8	9,6	3,7	1,7	3,4	2,4	1,3	7,9	4,4	8,7	5,7	2,2	4,8				
	Costo antecipeção			F1	675,171																						
	Costo Atraso			F2	26																						
Tempo de processamento op	F3	1151,229																									
Costo detenção das máqs	F4	88,6																									
F	F	75																									
Tempo Solução		795,649938																									
4	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
	Máquina		m	8	3	7	5	2	4	10	9	2	1	9	4	8	4	5	7	6	10	2	1				
	Peso			2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2		
	Instante chegada Previsto			125	70	30	15	805	90	50	0	95	110	100	00	00	10	35	80	85	05	5	135	150			
	Instante início tarefa			125	70	30	15	117,6	90	50	0	95	110	100	00	00	10	35	80	85	05	5	135	150			
	Tempo processamento			30	44,2	60	54,3	73,078	34,2	78,5	44	23,56	50,13	85	30,2	43	53,75	78,4	51,6	79,6	46,15	46,15	19,1	43,444			
	Entrega			227	114,2	80	59,3	150,978	124,2	218,5	44	136,5	160,5	218,51	107,2	88	305,75	305,4	161,6	120,8	48,13	154,1	207,444				
	Penalização atraso			0	0	7	7,3	6,078	0	0	16	0	0	0	0	0	13,5	0	3,2	0	0	0	0				
	Penalização antecipeção			26	14,8	0	0	0	8,8	54,5	0	29,5	100,5	0	164,4	60	0	115,8	0	36,4	17,93	1,8	25				
	Costo detenção máquina			2	3,2	2,2	1,1	8,7	4,4	0,8	5,1	8,7	3,1	2,7	5,3	2,1	1,3	9,5	6	8,7	5,1	2,2	4,8				
	Costo antecipeção			F1	618,85																						
	Costo Atraso			F2	40,198																						
Tempo de processamento op	F3	1140,198																									
Costo detenção das máqs	F4	87,3																									
F	F	40,198																									
Tempo Solução		298,889902																									
5	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
	Máquina		m	7	8	2	10	8	6	3	6	9	10	1	6	4	1	4	10	5	7						

Tempo processamento		97	34,1	63	34,3	73,115	34,2	78,5	46	10,5	34,4,13	87	30,2	42	33,75	83,786	31,6	70,6	46,13	49,1	42		
Entrada		222	136,1	83	69,3	158,815	124,2	218,5	46	115,5	201,315	187	10,2	52	88,75	174,985	116,6	118,6	51,13	154,1	112		
Penalização atraso		0	12,3	7	7,3	4,615	0	0	10	0	0	0	0	0	13,5	0	3,2	0	0	0	0		
Penalização antecedência		22	0	0	0	0	8,8	94,5	0	30,5	10,485	46	34,4	72	0	72,042	0	42,4	11,15	7,8	42		
Custo detenção máquina		1,7	3,2	2,4	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	12,7	3,1	2,7	5,3	7,0	6,8	9,5	7,1	9,6	3,7	2,7	6,8		
Custo antecipação		F1																					
Custo Atraso		F2																					
Tempo de processamento op		F3																					
Custo detenção dos máq		F4																					
F		F																					
Tempo Solução																							
136,6092294																							
8	Força	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Problema	m	3	2	1	1	1	2	2	1	2	3	1	2	1	1	1	2	1	1	3	3	
Instante chegada Previsto		17,5	70	30	15	101,5	90	10	0	95	110	180	60	30	35	80	85	45	5	135	150		
Instante início tarefa		130,06	81	20	15	101,5	90	18	0	135,4	135,0	100	50	30	35	80	85	45	5	135	150		
Tempo processamento		8030,26	8030,26	81	54,5	158,63	124,2	218,7	46	115,6	201,41	187	42,2	48	11,75	70,4	21,6	70,6	46,13	49,1	42		
Entrada		220,006	130,05	81	69,3	174,63	124,2	218,7	46	115,6	201,41	187	42,2	48	11,75	70,4	21,6	70,6	46,13	49,1	42		
Penalização atraso		0	0	3	7,3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	13,5	0	3,2	0	0	0	0		
Penalização antecedência		13,504	1,04	0	0	28,05	8,8	94,5	0	30,5	77,73	46	34,4	60	0	111,5	0	42,4	10,15	7,8	42		
Custo detenção máquina		1,2	5,4	2,4	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	12,7	3,1	2,2	4,3	2,1	1,3	3,5	4,4	9,6	3,1	2,7	6,8		
Custo antecipação		F1																					
Custo Atraso		F2																					
Tempo de processamento op		F3																					
Custo detenção dos máq		F4																					
F		F																					
Tempo Solução																							
104,2300112																							
9	Força	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	7	9	16	6	10	6	7	1	8	8	3	2	1	8	4	1	5	4	6	8	
	Problema	m	7	1	1	1	2	2	1	1	7	3	7	1	1	1	2	1	2	1	1	4	
Instante chegada Previsto		17,5	70	30	15	101,5	90	10	0	95	110	180	60	30	35	80	85	45	5	135	150		
Instante início tarefa		128,5	30	20	15	101,5	90	10	0	95	135,5	100	50	30	35	80	85	45	5	135	150		
Tempo processamento		3911	41,2	81	54,3	70,85	34,2	78,5	46	105	214,205	85	42,2	48	11,75	80,4	21,6	70,6	46,13	49,1	44,612		
Entrada		227,6	137,4	81	69,3	175,85	124,2	218,5	46	115,5	204,61	185	42,2	48	11,75	80,4	21,6	70,6	46,13	49,1	44,612		
Penalização atraso		0	0	3	7,3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	17,5	0	3,2	0	0	0	0		
Penalização antecedência		16,4	14,8	0	0	29,05	8,8	94,5	0	30,5	81,52	70	34,4	60	0	112,5	0	42,4	10,15	7,8	42		
Custo detenção máquina		1,2	5,2	2,4	1,1	8,7	4,4	0,8	4,6	12,2	3,1	2,7	5,4	2,1	1,1	7,9	7,1	9,6	3,7	2,7	6,8		
Custo antecipação		F1																					
Custo Atraso		F2																					
Tempo de processamento op		F3																					
Custo detenção dos máq		F4																					
F		F																					
Tempo Solução																							
101,2900285																							
10	Força	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	10	7	7	3	1	9	4	6	3	8	5	10	8	9	1	6	2	4	4	7	
	Problema	m	2	2	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	3	
Instante chegada Previsto		17,5	70	30	15	101,5	90	10	0	95	110	180	60	30	35	80	85	45	5	135	150		
Instante início tarefa		128,5	30	20	15	115,0	90	10	0	95	110	180	60	30	35	80	85	45	5	135	150		
Tempo processamento		97	49,06	61	34,3	72,148	34,2	79,2425	46	105,5	201,3	85	42,2	48	11,75	80,4	21,6	70,6	46,13	49,1	48		
Entrada		222	130,06	81	69,3	175,748	124,2	219,2425	46	115,5	204,61	185	42,2	48	11,75	80,4	21,6	70,6	46,13	49,1	49,1		
Penalização atraso		0	0	3	7,3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	17,5	0	3,2	0	0	0	0		
Penalização antecedência		22	19,4	0	0	29,05	8,8	94,5	0	30,5	80,55	74	34,4	60	0	112,5	0	42,4	11,95	1,8	26		
Custo detenção máquina		1,2	5,4	2,4	1,1	7,0	4,4	0,8	4,6	12,2	3,1	2,7	5,4	2,1	0,8	7,9	4,4	9,6	3,7	2,2	6,1		
Custo antecipação		F1																					
Custo Atraso		F2																					
Tempo de processamento op		F3																					
Custo detenção dos máq		F4																					
F		F																					
Tempo Solução																							
101,2900285																							
F3	Custo atraso	F	1056,86																				F
1	Força	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	2	9	6	8	5	7	7	4	10	6	3	10	1	5	1	4	8	3	9	5	
	Problema	m	7	7	1	1	2	1	1	1	7	3	7	1	1	1	1	2	1	1	1	7	
Instante chegada Previsto		17,5	70	30	15	101,5	90	10	0	95	110	180	60	30	35	80	85	45	5	135	150		
Instante início tarefa		125,5	70	20	15	101,5	90	10	0	109,2	115,8	100	50	30	35	80	85	45	5	135	150		
Tempo processamento		3911	41,2	81	54,3	70,85	34,2	78,5	46	105,5	201,3	85	42,2	48	11,75	80,4	21,6	70,6	46,13	49,1	42		
Entrada		223,6	137,2	81	69,3	174,63	124,2	218,5	46	115,5	211,09	185	42,2	48	11,75	80,4	21,6	70,6	46,13	49,1	42		
Penalização atraso		0	0	3	7,3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	17,5	0	3,2	0	0	0	0		
Penalização antecedência		20,8	16,8	0	0	28,05	8,8	94,5	0	30,5	74,68	77	34,4	60	0	112,5	0	42,4	17,55	7,8	42		
Custo detenção máquina		2	5,2	2,4	1,1	8,7	4,4	0,8	5,1	12,7	3,7	1,7	3,4	2,0	1,1	7,9	7,1	9,6	3,1	2,7	6,8		
Custo antecipação		F1																					
Custo Atraso		F2																					
Tempo de processamento op		F3																					
Custo detenção dos máq		F4																					
F		F																					
Tempo Solução																							
104,1880911																							
2	Força	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	2	6	1	2	7	1	6	8	1	9	6	7	7	9	3	8	5	4	8	5	
	Problema	m	7	1	1	1	3	1	2	1	7	3	7	7	1	1	1	2	1	1	1	7	
Instante chegada Previsto		17,5	70	30	15	101,5	90	10	0	95	110	180	60	30	35	80	85	45	5	135	150		
Instante início tarefa		126	70	20	15	101,5	90	10	0	95	110	180	60	30	35	80	85	45	5	135	150		
Tempo processamento		89	47,2	61	34,3	70,85	34,2	78,5	46	115,5	201,3	85	42,2	48	11,75	80,4	21,6	70,6	46,13	49,1	42		
Entrada		218	117,2	81	69,3	175,85	124,2	218,5	46	115,5	201,3	185	42,2	48	11,75	80,4	21,6	70,6	46,13	49,1	42		
Penalização atraso		0	0	3	7,3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	17,5	0	3,2	0	0	0	0		
Penalização antecedência		26	14,8	0	0	29,05	8,8	94,5	0	30,5	80,55	74	34,4	60	0	112,5	0	42,4	11,95	7,8	42		
Custo detenção máquina		7	5,7	2,4	1,1	8,7	4,4	0,8	4,8	12,7	3,1	1,7	3,4	2,0	0,8	7,9	7,1	9,6	3,1	2,7	6,8		
Custo antecipação		F1																					
Custo Atraso		F2																					
Tempo de processamento op		F3																					
Custo detenção dos máq		F4																					
F		F																					
Tempo Solução																							
104,1880911																							
3	Força	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	8	9	10	7	5	5	6	3	7	10	6	1	5	7	7	3	8	9	3	8	
	Problema	m	3	2	1	1	3	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	3	2	
Instante chegada Previsto		17,5	70	30	15	101,5	90	10	0	95	110	180	60	30	35	80	85	45	5	135	150		
Instante início tarefa		126	70	20	15	115,2	90	10	0	95	110	180	60	30	35	80	85	45	5	135	150		
Tempo processamento		3911	41,2	81	54,3	70,85	34,2	78,5	46	105,5	201,3	85	42,2	48	11,75	80,4	21,6	70,6	46,13	49,1	42		
Entrada		220	117,2	81	69,3	175,85	124,2	218,5	46	115,5	201,3	185	42,2	48	11,75	80,4	21,6	70,6	46,13	49,1	42		
Penalização atraso		0	0	3	7,3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	17,5	0	3,2	0	0	0	0		
Penalização antecedência		24	14,8	0	0	2																	

		F 1150,68805																				
		Tempo Solução 214,220073																				
10	Tarefa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	6	6	7	8	1	7	1	10	7	6	1	9	5	5	4	5	8	4	10	7	
	Posição	1	2	1	1	2	2	1	1	1	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	2	
	Instante chegada Perfeito	125	70	20	15	1015	90	50	0	95	110	100	80	10	35	80	16	45	5	125	110	
	Instante início tarefa	225	70	20	25	128,5	90	50	0	95	115,6	200	69,3	10	85	80	90,75	45	5	125	110	
	Tempo processamento	95	47,2	61	24,3	78,905	34,2	78,5	44	10,5	52,14	85	32,246	55	55,75	92,4	32,82	70,6	45,15	22,1	42	
	Entrega	230	117,2	81	58,3	206,905	124,2	128,5	44	115,5	166,94	185	101,546	65	90,75	158,4	123,27	115,6	51,15	157,1	192	
	Penalização atraso	0	0	3	7,3	22,905	0	0	6	0	0	0	0	0	17,5	0	16,54	0	0	0	0	
	Penalização antecipação	24	14,8	0	0	0	8,9	64,5	0	10,5	87,16	70	136,327	44	0	172,6	0	47,0	11,01	1,8	47	
	Costo de tempo máquina	1,7	3,3	2,4	1,1	0,5	0	0,8	0,1	4,6	5,1	1,7	5,3	7,4	1,1	7,9	6	9,6	3,7	7,7	0,8	
	Costo antecipação	F1	705,692																			
	Costo Atraso	F2	73,249																			
	Tempo de processamento	F3	1137,541																			
	Costo de utilização das mács.	F4	101,7																			
			F 1131,1461																			
			Tempo Solução 127,584224																			

Custo de instalação individual			1,2	1,3	2,3	1,3	3,7	4	2,6	4,8	8,7	3,7	3,3	3,1	2,6	1,3	6,1	6,4	9,6	2,7	2,7	2,1	1,3	1,1	1,4	4,1	4,1	6,1	3,1				
9	Custo unitário		F1	530,226																													
	Custo Médio		F2	142,514																													
	Tempo de processamento		F3	1351,226																													
	Custo de instalação Baseada		F4	215,6																													
	T			0																													
	Tempo de instalação			600,000000																													
Tarefa			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25						
Máquina			m	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4			
Posição			m	4	2	1	3	3	2	1	2	2	1	1	2	2	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1			
Instalação de Produto		F1	125	70	39	15	100	99	50	0	35	210	100	00	00	35	80	35	45	3	230	120	00	5	60	0	0	0	0	0			
Instalação individual		F2	749,298	371	371	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191		
Tempo de processamento		F3	132,332	46,22	123	54,3	76,138	34,2	78,5	44	232,2	515	83	43,3	26	137,5	70,4	23,6	71,5	43,12	22,3	28,282	43,22	42,6	46,6	46,3	43,3	43,2					
Instalação		F4	267,148	101,74	81	64,9	190,729	102,7	190,8	44	188,4	164,5	192,69	161,7	46	102,3	194,3	199,4	191,3	161,3	194,3	199,4	191,3	161,3	194,3	199,4	191,3	161,3	194,3	199,4	191,3		
Reparação de erro		F5	32,307	2	3	7,2	12,728	0	0	0	0	0	0	0	0	22,1	0	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Reparação antecípua		F6	0	1,94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Custo de instalação individual		F7	1,2	1,4	2,4	1,3	9,5	0	1	0,2	0,7	3,1	2,1	5,3	2,1	1,3	0,2	6,1	6,7	3,7	3,7	2,7	4,8	2,2	2,3	4,4	4,8	2,7					
Custo unitário			F1	684,238																													
Custo Médio			F2	110,226																													
Tempo de processamento			F3	1213,356																													
Custo de instalação Baseada			F4	287																													
T				0																													
Tempo de instalação				600,000000																													
Tarefa			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25						
Máquina			m	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4			
Posição			m	4	2	1	3	3	2	1	2	2	1	1	2	2	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1			
Instalação de Produto		F1	125	70	39	15	100	99	50	0	35	210	100	00	00	35	80	35	45	3	230	120	00	5	60	0	0	0	0				
Instalação individual		F2	64,0	70	39	15	100	194,1	81,5	0	34	110	119,4	89	191	29	80	35	45	3	196	149,95	92	5	60	0	0	0	0	0			
Tempo de processamento		F3	132,332	46,22	123	54,3	76,138	34,2	78,5	44	232,2	515	83	43,3	26	137,5	70,4	23,6	71,5	43,12	22,3	28,282	43,22	42,6	46,6	46,3	43,3	43,2					
Instalação		F4	278,252	104,7	81	64,9	190,729	102,7	190,8	44	188,4	164,5	192,69	161,7	46	102,3	194,3	199,4	191,3	161,3	194,3	199,4	191,3	161,3	194,3	199,4	191,3	161,3	194,3	199,4	191,3		
Reparação de erro		F5	32,307	2	3	7,2	12,728	0	0	0	0	0	0	0	0	22,1	0	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Reparação antecípua		F6	0	1,94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Custo de instalação individual		F7	1,2	1,4	2,4	1,3	9,5	0	1	0,2	0,7	3,1	2,1	5,3	2,1	1,3	0,2	6,1	6,7	3,7	3,7	2,7	4,8	2,2	2,3	4,4	4,8	2,7					
Custo unitário			F1	684,238																													
Custo Médio			F2	110,226																													
Tempo de processamento			F3	1213,356																													
Custo de instalação Baseada			F4	287																													
T				0																													
Tempo de instalação				600,000000																													
Tarefa			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25						
Máquina			m	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4			
Posição			m	4	2	1	3	3	2	1	2	2	1	1	2	2	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1			
Instalação de Produto		F1	125	70	39	15	100	99	50	0	35	210	100	00	00	35	80	35	45	3	230	120	00	5	60	0	0	0	0				
Instalação individual		F2	59,36	70	39	15	326,2	39	50	0	38,6	110	119,4	89	191	29	80	35	45	3	196,5	150	92	5	60	0	0	0	0	0			
Tempo de processamento		F3	132,332	46,22	123	54,3	76,138	34,2	78,5	44	232,2	515	83	43,3	26	137,5	70,4	23,6	71,5	43,12	22,3	28,282	43,22	42,6	46,6	46,3	43,3	43,2					
Instalação		F4	278,252	104,7	81	64,9	190,729	102,7	190,8	44	188,4	164,5	192,69	161,7	46	102,3	194,3	199,4	191,3	161,3	194,3	199,4	191,3	161,3	194,3	199,4	191,3	161,3	194,3	199,4	191,3		
Reparação de erro		F5	32,307	2	3	7,2	12,728	0	0	0	0	0	0	0	0	22,1	0	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Reparação antecípua		F6	0	1,94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Custo de instalação individual		F7	1,2	1,4	2,4	1,3	9,5	0	1	0,2	0,7	3,1	2,1	5,3	2,1	1,3	0,2	6,1	6,7	3,7	3,7	2,7	4,8	2,2	2,3	4,4	4,8	2,7					
Custo unitário			F1	684,238																													
Custo Médio			F2	110,226																													
Tempo de processamento			F3	1213,356																													
Custo de instalação Baseada			F4	287																													
T				0																													
Tempo de instalação				600,000000																													

Tempo Solução		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
6	Objetivo	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
	Minimo	3	4	7	4	10	9	5	3	7	6	5	4	0	2	3	5	3	9	2	4	37	2	8	3	0
	Maximo	2	3	1	1	3	3	2	1	2	2	3	2	1	2	3	1	2	1	3	3	1	1	1	1	
	Indicador de Progresso	136	72	29	15	105	99	50	0	13	110	100	69	10	25	89	26	45	3	136	150	93	5	90	0	157
	Indicador de Atraso	128	72	29	12	102	126,3	50	0	33	125,4	129,5	89	59	101	89	26	45	0	136	150	93	5	90	0	152,2
	Tempo processamento	97	96,2	21	6,5	23,48	16,19	19,5	41	79,1	57,96	49,19	92,7	98	81,77	26,9	31,6	32,6	41,1	16,1	58	4	1,6	43,4	81	29,17
	Tempo	222	220,2	61	10,5	179,48	200,13	120,5	44	216,3	172,96	158,79	292,2	28	132,89	120,4	133,6	132,5	49,23	164,1	206	73	19,6	121,4	48	132,16
	Resolução ótima	0	0	0	1	1,3	0	8,448	0	5	0	0	0	0	0	8,914	0	1,9	0	0	0	0	0	0	0	0
	Resolução alternativa	23	21,8	0	0	22,102	0	9,852	0	25,5	24,02	22,84	28,6	0	0	22,58	0	31,4	22,58	9,8	28	72	2,8	28,6	4	32,84
	Costo da solução ótima	17	14	1	1	1,8	1,5	2,1	1	1,1	0,7	1,1	1,3	1	1,1	1,1	1,5	1,6	1,9	1,1	3,7	4,1	1,3	1,1	1,1	1,1
Costo da solução alternativa	13	12	1	1	1,3	1,5	2,1	1	1,1	0,7	1,1	1,3	1	1,1	1,1	1,5	1,6	1,9	1,1	3,7	4,1	1,3	1,1	1,1	1,1	
Características	F1	830,269																								
Características	F2	228,27																								
Tempo de processamento	F3	1591,07																								
Características da solução	F4	111,1																								
Tempo Solução		408,1260000																								
7	Objetivo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	Minimo	4	7	1	1	1	1	4	4	5	10	4	7	3	4	3	4	1	7	3	6	7	4	1	1	1
	Maximo	3	2	1	1	2	2	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Indicador de Progresso	128	72	29	12	102	99	50	0	33	125,4	129,5	89	59	101	89	26	45	0	136	150	93	5	90	0	152
	Indicador de Atraso	128	72	29	12	102	126,3	50	0	33	125,4	129,5	89	59	101	89	26	45	0	136	150	93	5	90	0	152
	Tempo processamento	97	96,2	21	6,5	23,48	16,19	19,5	41	79,1	57,96	49,19	92,7	98	81,77	26,9	31,6	32,6	41,1	16,1	58	4	1,6	43,4	81	29,17
	Tempo	222	220,2	61	10,5	179,48	200,13	120,5	44	216,3	172,96	158,79	292,2	28	132,89	120,4	133,6	132,5	49,23	164,1	206	73	19,6	121,4	48	132,16
	Resolução ótima	0	0	0	1	1,3	0	8,448	0	5	0	0	0	0	0	8,914	0	1,9	0	0	0	0	0	0	0	0
	Resolução alternativa	23	21,8	0	0	22,102	0	9,852	0	25,5	24,02	22,84	28,6	0	0	22,58	0	31,4	22,58	9,8	28	72	2,8	28,6	4	32,84
	Costo da solução ótima	17	14	1	1	1,8	1,5	2,1	1	1,1	0,7	1,1	1,3	1	1,1	1,1	1,5	1,6	1,9	1,1	3,7	4,1	1,3	1,1	1,1	1,1
Costo da solução alternativa	13	12	1	1	1,3	1,5	2,1	1	1,1	0,7	1,1	1,3	1	1,1	1,1	1,5	1,6	1,9	1,1	3,7	4,1	1,3	1,1	1,1	1,1	
Características	F1	774,5176																								
Características	F2	144,104																								
Tempo de processamento	F3	1475,203																								
Características da solução	F4	111,1																								
Tempo Solução		408,1260000																								
8	Objetivo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	Minimo	10	7	0	1	1	1	4	1	7	6	7	6	10	7	4	3	4	1	7	3	6	7	4	1	1
	Maximo	3	2	1	1	2	2	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Indicador de Progresso	128	72	29	12	102	99	50	0	33	125,4	129,5	89	59	101	89	26	45	0	136	150	93	5	90	0	152
	Indicador de Atraso	128	72	29	12	102	126,3	50	0	33	125,4	129,5	89	59	101	89	26	45	0	136	150	93	5	90	0	152
	Tempo processamento	97	96,2	21	6,5	23,48	16,19	19,5	41	79,1	57,96	49,19	92,7	98	81,77	26,9	31,6	32,6	41,1	16,1	58	4	1,6	43,4	81	29,17
	Tempo	222	220,2	61	10,5	179,48	200,13	120,5	44	216,3	172,96	158,79	292,2	28	132,89	120,4	133,6	132,5	49,23	164,1	206	73	19,6	121,4	48	132,16
	Resolução ótima	0	0	0	1	1,3	0	8,448	0	5	0	0	0	0	0	8,914	0	1,9	0	0	0	0	0	0	0	0
	Resolução alternativa	23	21,8	0	0	22,102	0	9,852	0	25,5	24,02	22,84	28,6	0	0	22,58	0	31,4	22,58	9,8	28	72	2,8	28,6	4	32,84
	Costo da solução ótima	17	14	1	1	1,8	1,5	2,1	1	1,1	0,7	1,1	1,3	1	1,1	1,1	1,5	1,6	1,9	1,1	3,7	4,1	1,3	1,1	1,1	1,1
Costo da solução alternativa	13	12	1	1	1,3	1,5	2,1	1	1,1	0,7	1,1	1,3	1	1,1	1,1	1,5	1,6	1,9	1,1	3,7	4,1	1,3	1,1	1,1	1,1	
Características	F1	680,128																								
Características	F2	36,38																								
Tempo de processamento	F3	1405,202																								
Características da solução	F4	111,1																								
Tempo Solução		410,80000																								
9	Objetivo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	Minimo	11	1	1	1	1	1	4	1	7	6	7	6	10	7	4	3	4	1	7	3	6	7	4	1	1
	Maximo	3	2	1	1	2	2	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Indicador de Progresso	128	72	29	12	102	99	50	0	33	125,4	129,5	89	59	101	89	26	45	0	136	150	93	5	90	0	152
	Indicador de Atraso	128	72	29	12	102	126,3	50	0	33	125,4	129,5	89	59	101	89	26	45	0	136	150	93	5	90	0	152
	Tempo processamento	97	96,2	21	6,5	23,48	16,19	19,5	41	79,1	57,96	49,19	92,7	98	81,77	26,9	31,6	32,6	41,1	16,1	58	4	1,6	43,4	81	29,17
	Tempo	222	220,2	61	10,5	179,48	200,13	120,5	44	216,3	172,96	158,79	292,2	28	132,89	120,4	133,6	132,5	49,23	164,1	206	73	19,6	121,4	48	132,16
	Resolução ótima	0	0	0	1	1,3	0	8,448	0	5	0	0	0	0	0	8,914	0	1,9	0	0	0	0	0	0	0	0
	Resolução alternativa	23	21,8	0	0	22,102	0	9,852	0	25,5	24,02	22,84	28,6	0	0	22,58	0	31,4	22,58	9,8	28	72	2,8	28,6	4	32,84
	Costo da solução ótima	17	14	1	1	1,8	1,5	2,1	1	1,1	0,7	1,1	1,3	1	1,1	1,1	1,5	1,6	1,9	1,1	3,7	4,1	1,3	1,1	1,1	1,1
Costo da solução alternativa	13	12	1	1	1,3	1,5	2,1	1	1,1	0,7	1,1	1,3	1	1,1	1,1	1,5	1,6	1,9	1,1	3,7	4,1	1,3	1,1	1,1	1,1	
Características	F1	812,484																								
Características	F2	53,198																								
Tempo de processamento	F3	1414,176																								
Características da solução	F4	257,7																								
Tempo Solução		411,00000																								
10	Objetivo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	Minimo	6	7	1	1	1	1	4	1	7	6	7	6	10	7	4	3	4	1	7	3	6	7	4	1	1
	Maximo	3	2	1	1	2	2	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Indicador de Progresso	128	72	29	12	102	99	50	0	33	125,4	129,5	89	59	101	89	26	45	0	136	150	93	5	90	0	152
	Indicador de Atraso	128	72	29	12	102	126,3	50	0	33	125,4	129,5	89	59	101	89	26	45	0	136	150	93	5	90	0	152
	Tempo processamento	97	96,2	21	6,5	23,48	16,19	19,5	41	79,1	57,96	49,19	92,7	98	81,77	26,9	31,6	32,6	41,1	16,1	58	4	1,6	43,4	81	29,17
	Tempo	222	220,2	61	10,5	179,48	200,13	120,5	44	216,3	172,96	158,79	292,2	28	132,89	120,4	133,6	132,5	49,23	164,1	206	73	19,6	121,4	48	132,16
	Resolução ótima	0	0	0	1	1,3	0	8,448	0	5	0	0	0	0	0	8,914	0	1,9	0	0	0	0	0	0	0	0
	Resolução alternativa	23	21,8	0	0	22,102	0	9,852	0	25,5	24,02	22,84	28,6	0	0	22,58	0	31,4	22,58	9,8	28	72	2,8	28,6	4	32,84
	Costo da solução ótima	17	14	1	1	1,8	1,5	2,1	1	1,1	0,7	1,1	1,3	1	1,1	1,1	1,5	1,6	1,9	1,1	3,7	4,1	1,3	1,1	1,1	1,1
Costo da solução alternativa	13	12	1	1	1,3	1,5	2,1	1	1,1	0,7	1,1	1,3	1	1,1	1,1	1,5	1,6	1,9	1,1	3,7	4,1	1,3	1,1	1,1	1,1	
Características	F1	271,4681																								
Características	F2	50,307																								
Tempo de processamento	F3	1414,176																								
Características da solução	F4	257,7																								
Tempo Solução		421,50000																								

APÊNDICE F

Método Ponderado, W1=W2=W3=W4=0,25

Solução inicial		i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tarefa	m		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Máquina			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Posição			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	F		10666,18									
1												
Tarefa	i		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Máquina	m		3	3	3	1	2	1	2	2	1	1
Posição			3	2	1	1	3	2	2	1	3	4
Instante chegada Previsto			125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
Instante início tarefa			136,1	85	20	15	159,85	90	69	0	124,2	148,62
Tempo processamento			101,66	51,1	65	54,3	86,7505	34,2	90,85	46	24,42	59,293
Entrega			237,76	136,1	85	69,3	246,6005	124,2	159,85	46	148,62	207,913
Penalização atraso			0	12,3	7	7,3	62,6005	0	0	10	5,24	27,826
Penalização antecipação			6,24	0	0	0	0	8,8	0,45	0	0	0
Custo deterioração máquina			1,7	3,2	2,4	0,8	7,9	6	0,8	4,8	8,7	3,7
Custo antecipação	F1		15,49									
Custo Atraso	F2		132,2665									
Tempo de processamento operacional	F3		781,3435									
Custo deterioração das máquinas	F4		40									
	F		242,275									
Tempo Solução			154,8500061									
2												
Tarefa	i		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Máquina	m		3	1	3	1	1	3	2	2	1	2
Posição			3	2	1	1	4	2	2	1	3	3
Instante chegada Previsto			125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
Instante início tarefa			125	70	20	15	139,82	90	69	0	116,2	159,85
Tempo processamento			95	46,2	65	54,3	82,1406	34,2	90,85	46	23,62	57,9775
Entrega			220	116,2	85	69,3	221,9606	124,2	159,85	46	139,82	217,8275
Penalização atraso			0	0	7	7,3	37,9606	0	0	10	0	47,655
Penalização antecipação			24	15,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,18	0
Custo deterioração máquina			1,7	5,4	2,4	0,8	9,5	7,1	0,8	4,8	8,7	3,1
Custo antecipação	F1		55,23									
Custo Atraso	F2		109,9156									
Tempo de processamento operacional	F3		720,1581									
Custo deterioração das máquinas	F4		44,3									
	F		232,400925									
Tempo Solução			153,5899963									
3												
Tarefa	i		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Máquina	m		2	2	1	3	1	1	3	2	2	3
Posição			4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
Instante chegada Previsto			125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
Instante início tarefa			136,62	70	20	15	124,2	90	69,3	0	114,2	160,345
Tempo processamento			99,972	44,2	61	54,3	76,986	34,2	91,045	46	22,42	58,05175
Entrega			236,592	114,2	81	69,3	201,186	124,2	160,345	46	136,62	218,3968
Penalização atraso			0	0	3	7,3	17,186	0	1,035	10	0	48,7935
Penalização antecipação			7,408	17,8	0	0	0	8,8	0	0	9,38	0
Custo deterioração máquina			2	4,3	2,4	1,1	9,5	6	1	4,8	9,6	3,1
Custo antecipação	F1		43,388									
Custo Atraso	F2		87,3145									
Tempo de processamento operacional	F3		707,83975									
Custo deterioração das máquinas	F4		43,8									
	F		220,5855625									
Tempo Solução			163,0099945									
4												
Tarefa	i		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Máquina	m		1	1	3	1	2	3	2	2	3	3
Posição			3	2	1	1	3	2	2	1	3	4
Instante chegada Previsto			125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
Instante início tarefa			125	70	20	15	159,85	90	69	0	124,2	147,62
Tempo processamento			97	46,2	65	54,3	86,7505	34,2	90,85	46	23,42	56,143
Entrega			222	116,2	85	69,3	246,6005	124,2	159,85	46	147,62	203,763
Penalização atraso			0	0	7	7,3	62,6005	0	0	10	3,24	19,526
Penalização antecipação			22	15,8	0	0	0	8,8	0,45	0	0	0
Custo deterioração máquina			1,2	5,4	2,4	0,8	7,9	7,1	0,8	4,8	12,2	3,1
Custo antecipação	F1		47,05									
Custo Atraso	F2		109,6665									

Tempo de processamento operacional		F3	740,5335									
Custo deterioração das máquinas		F4	45,7									
		F	235,7375									
Tempo Solução			173,6999960									
5	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	2	3	2	3	3	1	1	2	2
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	4
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		159,85	71,3	20	15	124,2	90	69	0	115,838	139,4218
	Tempo processamento		117,91	44,538	65	56,3	75,986	34,2	90,85	44	22,5838	54,91327
	Entrega		277,76	115,838	85	71,3	200,186	124,2	159,85	44	138,4218	194,3351
	Penalização atraso		67,52	0	7	9,3	16,186	0	0	6	0	0,67014
	Penalização antecipação		0	16,162	0	0	0	8,8	0,45	0	7,5782	0
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	1,3	8,7	7,1	0,8	6,1	9,6	3,1
	Custo antecipação		F1	32,9902								
	Custo Atraso		F2	106,67614								
	Tempo de processamento operacional		F3	730,89087								
	Custo deterioração das máquinas		F4	44,6								
		F	228,7893025									
Tempo Solução			183,8000031									
6	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	2	1	3	2	1	3	2	3	3
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	4
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		125	70	20	15	114,2	90	69,3	0	160,345	187,3795
	Tempo processamento		97	44,2	61	54,3	71,686	34,2	91,045	46	27,0345	62,10693
	Entrega		222	114,2	81	69,3	185,886	124,2	160,345	46	187,3795	249,4864
	Penalização atraso		0	0	3	7,3	1,886	0	1,035	10	82,759	110,9729
	Penalização antecipação		22	17,8	0	0	0	8,8	0	0	0	0
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	1,1	7,9	6	1	4,8	12,2	3,1
	Custo antecipação		F1	48,6								
	Custo Atraso		F2	216,95285								
	Tempo de processamento operacional		F3	759,796925								
	Custo deterioração das máquinas		F4	44								
		F	267,3374438									
Tempo Solução			198,6799927									
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	3	3	1	2	2	1	2	3	3	1
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		139,92	70	20	15	163,645	90	71,3	0	117,2	136,2
	Tempo processamento		103,952	47,2	61	56,3	88,00285	34,2	92,345	43	22,72	57,43
	Entrega		243,872	117,2	81	71,3	251,6479	124,2	163,645	43	139,92	193,63
	Penalização atraso		0	0	3	9,3	67,64785	0	10,935	4	0	0
	Penalização antecipação		0,128	14,8	0	0	0	8,8	0	0	6,08	1,11
	Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,4	1,3	7,9	6	0,8	4,8	12,2	3,7
	Custo antecipação		F1	30,918								
	Custo Atraso		F2	94,88285								
	Tempo de processamento operacional		F3	749,41485								
	Custo deterioração das máquinas		F4	44								
		F	229,803925									
Tempo Solução			221,4400024									
8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	2	2	3	2	3	2	1	1	3	1
	Posição		4	2	1	1	3	3	2	1	2	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		154,68884	71,3	20	15	115,5	115,838	69	0	95	159,85
	Tempo processamento		110,813304	44,538	65	56,3	73,115	38,85084	90,85	44	20,5	60,9775
	Entrega		265,502144	115,838	85	71,3	188,615	154,68884	159,85	44	115,5	220,8275
	Penalização atraso		43,004288	0	7	9,3	4,615	21,68884	0	6	0	53,655
	Penalização antecipação		0	16,162	0	0	0	0	0,45	0	30,5	0
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	1,3	8,7	4,4	0,8	6,1	12,2	3,7
	Custo antecipação		F1	47,112								
	Custo Atraso		F2	145,263128								
	Tempo de processamento operacional		F3	741,121484								
	Custo deterioração das máquinas		F4	45,9								

		F	244,849153									
		Tempo Solução	231,6799927									
9	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	3	3	1	2	2	1	2	3	3	1
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		139,92	70	20	15	163,645	90	71,3	0	117,2	136,2
	Tempo processamento		103,952	47,2	61	56,3	88,00285	34,2	92,345	43	22,72	57,43
	Entrega		243,872	117,2	81	71,3	251,6479	124,2	163,645	43	139,92	193,63
	Penalização atraso		0	0	3	9,3	67,64785	0	10,935	4	0	0
	Penalização antecipação		0,128	14,8	0	0	0	8,8	0	0	6,08	1,11
	Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,4	1,3	7,9	6	0,8	4,8	12,2	3,7
		F1	30,918									
		F2	94,88285									
		F3	749,41485									
		F4	44									
		F	229,803925									
		Tempo Solução	239,4299927									
10	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	1	3	2	2	3	2	1	3	3
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	4
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		125	70	20	15	163,645	90	71,3	0	124,2	147,62
	Tempo processamento		97	46,2	65	56,3	88,00285	34,2	92,345	44	23,42	56,143
	Entrega		222	116,2	85	71,3	251,6479	124,2	163,645	44	147,62	203,763
	Penalização atraso		0	0	7	9,3	67,64785	0	10,935	6	3,24	19,526
	Penalização antecipação		22	15,8	0	0	0	8,8	0	0	0	0
	Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,4	1,3	7,9	7,1	0,8	6,1	12,2	3,1
		F1	46,6									
		F2	123,64885									
		F3	749,37585									
		F4	47,5									
		F	241,781175									
		Tempo Solução	167,6699982									

Método variante das métricas ponderadas, W1=W2=W3=W4=0,25

Solução inicial		Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Máquina	m	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Posição		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		F	7847,63										
1	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina	m	1	2	2	1	2	1	3	3	1	3	
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
	Instante início tarefa		148,62	87	20	15	135,62	90	62	0	124,2	148,3	
	Tempo processamento		111,172	48,62	67	54,3	78,7546	34,2	86,3	43	24,42	56,245	
	Entrega		259,792	135,62	87	69,3	214,3746	124,2	148,3	43	148,62	204,545	
	Penalização atraso		31,584	10,86	9	7,3	30,3746	0	0	4	5,24	21,09	
	Penalização antecipação		0	0	0	0	0	8,8	35,1	0	0	0	
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,2	0,8	7,9	6	1	4,8	8,7	3,1	
		F1	43,9										
		F2	119,4486										
		F3	754,7516										
		F4	40										
		F	191,6124271										
		Tempo Solução	149,2400055										
2	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina	m	3	3	1	3	1	1	2	2	1	2	
	Posição		3	2	1	1	4	3	2	1	2	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
	Instante início tarefa		125	70	20	15	160,662	120,9	62	0	99	148,3	
	Tempo processamento		95	47,2	61	54,3	89,01846	39,762	86,3	46	21,9	56,245	
	Entrega		220	117,2	81	69,3	249,6805	160,662	148,3	46	120,9	204,545	
	Penalização atraso		0	0	3	7,3	65,68046	27,662	0	10	0	21,09	
	Penalização antecipação		24	14,8	0	0	0	0	35,1	0	25,1	0	

Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,4	1,1	9,5	6	0,8	4,8	8,7	3,1	
Custo antecipação	F1	99										
Custo Atraso	F2	134,73246										
Tempo de processamento operacional	F3	737,58746										
Custo deterioração das máquinas	F4	41,3										
F		189,3566059										
Tempo Solução		143,9100037										
3	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	3	2	3	2	2	1	1	3	3
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	4
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		148,3	70	20	15	124,2	90	62	0	117,2	139,92
	Tempo processamento		110,98	47,2	67	54,3	74,986	34,2	86,3	44	22,72	54,988
	Entrega		259,28	117,2	87	69,3	199,186	124,2	148,3	44	139,92	194,908
	Penalização atraso		30,56	0	9	7,3	15,186	0	0	6	0	1,816
	Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	8,8	35,1	0	6,08	0
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,2	1,1	7,9	4,4	0,8	6,1	12,2	3,1
Custo antecipação	F1	64,78										
Custo Atraso	F2	69,862										
Tempo de processamento operacional	F3	703,254										
Custo deterioração das máquinas	F4	42,2										
F		177,7428687										
Tempo Solução		171,2299957										
4	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	2	2	2	1	3	1	1	3	3	3
	Posição		3	2	1	1	3	3	2	1	2	4
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		135,62	87	20	15	121	160,345	69,3	0	100	195,93
	Tempo processamento		99,372	48,62	67	54,3	74,93	46,8621	91,045	43	21	63,3895
	Entrega		234,992	135,62	87	69,3	195,93	207,2071	160,345	43	121	259,3195
	Penalização atraso		0	10,86	9	7,3	11,93	74,2071	1,035	4	0	130,639
	Penalização antecipação		9,008	0	0	0	0	0	0	0	25	0
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,2	0,8	8,7	6	0,8	4,8	12,2	3,1
Custo antecipação	F1	34,008										
Custo Atraso	F2	248,9711										
Tempo de processamento operacional	F3	833,7136										
Custo deterioração das máquinas	F4	44,9										
F		217,9790026										
Tempo Solução		160,8000031										
5	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	2	2	1	2	1	1	3	3	1	3
	Posição		3	2	1	1	4	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		125	71,3	20	15	148,62	90	62	0	124,2	148,3
	Tempo processamento		93	44,538	61	56,3	85,0416	34,2	86,3	43	24,42	56,245
	Entrega		218	115,838	81	71,3	233,6646	124,2	148,3	43	148,62	204,545
	Penalização atraso		0	0	3	9,3	49,6646	0	0	4	5,24	21,09
	Penalização antecipação		26	16,162	0	0	0	8,8	35,1	0	0	0
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	1,3	9,5	6	1	4,8	8,7	3,1
Custo antecipação	F1	86,062										
Custo Atraso	F2	92,2946										
Tempo de processamento operacional	F3	708,4676										
Custo deterioração das máquinas	F4	43,1										
F		180,2270983										
Tempo Solução		153,4600067										
6	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	3	3	2	3	1	2	1	1	2	2
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	4
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		125	70	20	15	148,3	90	62	0	124,2	147,62
	Tempo processamento		95	47,2	67	54,3	84,939	34,2	86,3	44	23,42	56,143
	Entrega		220	117,2	87	69,3	233,239	124,2	148,3	44	147,62	203,763
	Penalização atraso		0	0	9	7,3	49,239	0	0	6	3,24	19,526
	Penalização antecipação		24	14,8	0	0	0	8,8	35,1	0	0	0
	Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,2	1,1	9,5	4,4	0,8	6,1	9,6	3,1

Custo antecipação		F1	82,7									
Custo Atraso		F2	94,305									
Tempo de processamento operacional		F3	714,622									
Custo deterioração das máquinas		F4	41,7									
		F	181,6858924									
Tempo Solução			167,75									
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	2	2	2	3	3	3	1	1	1	1
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	4
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		135,62	87	20	15	124,2	90	62	0	148,3	175,13
	Tempo processamento		99,372	48,62	67	54,3	75,986	34,2	86,3	44	26,83	63,2695
	Entrega		234,992	135,62	87	69,3	200,186	124,2	148,3	44	175,13	238,3995
	Penalização atraso		0	10,86	9	7,3	16,186	0	0	6	58,26	88,799
	Penalização antecipação		9,008	0	0	0	0	8,8	35,1	0	0	0
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,2	1,1	8,7	7,1	0,8	6,1	8,7	3,7
	Custo antecipação		F1	52,908								
	Custo Atraso		F2	196,405								
	Tempo de processamento operacional		F3	777,1275								
Custo deterioração das máquinas		F4	44,7									
		F	201,137301									
Tempo Solução			177,0200043									
8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	3	3	3	2	1	2	1	1	1	2
	Posição		3	2	1	1	4	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		136,1	85	20	15	175,13	90	62	0	148,3	132,2
	Tempo processamento		101,66	51,1	65	56,3	93,729	34,2	86,3	44	26,83	53,83
	Entrega		237,76	136,1	85	71,3	268,929	124,2	148,3	44	175,13	186,03
	Penalização atraso		0	12,3	7	9,3	84,9229	0	0	6	58,26	0
	Penalização antecipação		6,24	0	0	0	0	8,8	35,1	0	0	23,91
	Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,4	1,3	9,5	4,4	0,8	6,1	8,7	3,1
	Custo antecipação		F1	74,05								
	Custo Atraso		F2	177,7829								
	Tempo de processamento operacional		F3	796,7429								
Custo deterioração das máquinas		F4	41,2									
		F	205,1808426									
Tempo Solução			160,4700012									
9	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	3	3	1	3	1	1	2	2	1	2
	Posição		3	2	1	1	3	4	2	1	2	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		125	70	20	15	120,9	196,797	62	0	99	148,3
	Tempo processamento		95	47,2	61	54,3	75,897	53,42346	86,3	46	21,9	56,245
	Entrega		220	117,2	81	69,3	196,797	250,2205	148,3	46	120,9	204,545
	Penalização atraso		0	0	3	7,3	12,797	117,2205	0	10	0	21,09
	Penalização antecipação		24	14,8	0	0	0	0	35,1	0	25,1	0
	Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,4	1,1	9,5	6	0,8	4,8	8,7	3,1
	Custo antecipação		F1	99								
	Custo Atraso		F2	171,40746								
	Tempo de processamento operacional		F3	774,26246								
Custo deterioração das máquinas		F4	41,3									
		F	200,0577361									
Tempo Solução			140,6100006									
10	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	3	1	2	3	1	3	2	1	3	1
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	4
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		147,62	70	20	15	116,2	90	87	0	124,2	190,546
	Tempo processamento		108,572	46,2	67	54,3	74,346	34,2	102,55	44	23,42	65,5819
	Entrega		256,192	116,2	87	69,3	190,546	124,2	189,55	44	147,62	256,1279
	Penalização atraso		24,384	0	9	7,3	6,546	0	88,65	6	3,24	124,2558
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,8	0	0	0	0
	Custo deterioração máquina		1,7	5,4	2,2	1,1	9,5	7,1	0,8	6,1	12,2	3,7
	Custo antecipação		F1	24,6								

Custo Atraso	F2	269,3758
Tempo de processamento operacional	F3	800,7359
Custo deterioração das máquinas	F4	49,8
		F
		211,6640178
Tempo Solução		157,4100037

Método das distâncias relativas ponderadas com p=1, W1=W2=W3=W4=0,25

Solução inicial	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Posição		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			F	52,07								

1	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	2	2	2	1	1	3	1	2	3	3
	Posição		4	3	2	1	3	1	2	1	2	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		192,95	132,5	46	15	160,345	90	69,3	0	124,2	147,62
	Tempo processamento		133,77	60,45	86,5	54,3	88,91385	34,2	91,045	46	23,42	56,143
	Entrega		326,72	192,95	132,5	69,3	249,2589	124,2	160,345	46	147,62	203,763
	Penalização atraso		165,44	182,85	54,5	7,3	65,25885	0	1,035	10	3,24	19,526
	Penalização antecipação		0	0	0	0	0	8,8	0	0	0	0
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,2	0,8	9,5	7,1	0,8	4,8	12,2	3,1

Custo antecipação	F1	8,8
Custo Atraso	F2	509,14985
Tempo de processamento operacional	F3	972,65685
Custo deterioração das máquinas	F4	46,8
		F
		1.158900549
Tempo Solução		108,9400024

2	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	2	2	3	1	3	1	1	3	2	3
	Posição		3	1	1	1	4	2	3	2	2	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		136,62	70	20	15	194,31	90	124,2	85	114,2	139,4
	Tempo processamento		99,972	44,2	65	54,3	99,1223	34,2	126,73	46,4	22,42	54,91
	Entrega		236,592	114,2	85	69,3	293,4323	124,2	250,93	131,4	136,62	194,31
	Penalização atraso		0	0	7	7,3	109,4323	0	272,79	180,8	0	0,62
	Penalização antecipação		7,408	17,8	0	0	0	8,8	0	0	9,38	0
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	0,8	8,7	6	0,8	4,8	9,6	3,1

Custo antecipação	F1	43,388
Custo Atraso	F2	577,9423
Tempo de processamento operacional	F3	955,9843
Custo deterioração das máquinas	F4	42,5
		F
		1.207641164
Tempo Solução		130,6600037

3	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	3	3	1	3	1	2	3	1	2
	Posição		4	3	2	1	4	2	1	1	3	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		148,62	125,25	43	15	186,815	90	69	0	124,2	159,85
	Tempo processamento		111,172	61,565	82,25	54,3	96,64895	34,2	90,85	43	24,42	57,9775
	Entrega		259,792	186,815	125,25	69,3	283,464	124,2	159,85	43	148,62	217,8275
	Penalização atraso		31,584	164,445	47,25	7,3	99,46395	0	0	4	5,24	47,655
	Penalização antecipação		0	0	0	0	0	8,8	0,45	0	0	0
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,4	0,8	8,7	6	0,8	4,8	8,7	3,1

Custo antecipação	F1	9,25
Custo Atraso	F2	406,93795
Tempo de processamento operacional	F3	938,11845
Custo deterioração das máquinas	F4	39,7
		F
		0,858499855
Tempo Solução		129,0700073

4	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	3	1	3	1	2	3	1	2	1	2
	Posição		3	4	1	1	3	2	2	1	3	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
Instante início tarefa		125	188,3795	20	15	193,85	90	69,3	0	160,345	139	
Tempo processamento		95	76,97867	65	54,3	97,9705	34,2	91,045	46	28,0345	54,85	

Entrega		220	265,3582	85	69,3	291,8205	124,2	160,345	46	188,3795	193,85		
Penalização atraso		0	400,0745	7	7,3	107,8205	0	1,035	10	84,759	0		
Penalização antecipação		24	0	0	0	0	8,8	0	0	0	0,45		
Custo deterioração máquina		1,7	5,4	2,4	0,8	7,9	7,1	0,8	4,8	8,7	3,1		
Custo antecipação		F1	33,25										
Custo Atraso		F2	617,98901										
Tempo de processamento operacional		F3	964,25317										
Custo deterioração das máquinas		F4	42,7										
		F	1,241655607										
		Tempo Solução	129,8999939										
5	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina	m	2	2	1	2	2	1	3	3	3	1	
	Posição		3	2	1	1	4	2	2	1	3	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
	Instante início tarefa		125	71,3	20	15	218	90	69	0	159,85	136,2	
	Tempo processamento		93	44,538	61	56,3	105,94	34,2	90,85	43	26,985	57,43	
	Entrega		218	115,838	81	71,3	323,94	124,2	159,85	43	186,835	193,63	
	Penalização atraso		0	0	3	9,3	139,94	0	0	4	61,67	0	
	Penalização antecipação		26	16,162	0	0	0	8,8	0,45	0	0	1,11	
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	1,3	7,9	6	1	4,8	12,2	3,7	
	Custo antecipação		F1	52,522									
	Custo Atraso		F2	237,91									
	Tempo de processamento operacional		F3	837,593									
	Custo deterioração das máquinas		F4	45,6									
		F	0,743710457										
		Tempo Solução	127,0899963										
6	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina	m	3	3	1	2	2	3	1	2	3	2	
	Posição		3	1	1	2	3	4	2	1	2	4	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
	Instante início tarefa		139,92	70	20	46	115,32	243,872	81	0	117,2	187,3756	
	Tempo processamento		103,952	47,2	61	69,32	72,0556	61,89666	98,65	46	22,72	62,10634	
	Entrega		243,872	117,2	81	115,32	187,3756	305,769	179,65	46	139,92	249,4819	
	Penalização atraso		0	0	3	53,32	3,3756	172,769	58,95	10	0	110,9639	
	Penalização antecipação		0,128	14,8	0	0	0	0	0	0	6,08	0	
	Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,4	1,3	7,9	7,1	0,8	4,8	12,2	3,1	
	Custo antecipação		F1	21,008									
	Custo Atraso		F2	412,37844									
	Tempo de processamento operacional		F3	985,5885									
	Custo deterioração das máquinas		F4	44,5									
		F	1,06273241										
		Tempo Solução	121,7200012										
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina	m	1	3	3	2	2	2	3	1	1	2	
	Posição		3	2	1	1	4	2	3	1	2	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
	Instante início tarefa		125	85	20	15	194,08	90	136,1	0	95	139,2	
	Tempo processamento		97	51,1	65	56,3	98,0464	34,2	134,465	44	21,5	54,88	
	Entrega		222	136,1	85	71,3	292,1264	124,2	270,565	44	116,5	194,08	
	Penalização atraso		0	12,3	7	9,3	108,1264	0	331,695	6	0	0,16	
	Penalização antecipação		22	0	0	0	0	8,8	0	0	29,5	0	
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,4	1,3	7,9	4,4	1	6,1	8,7	3,1	
	Custo antecipação		F1	60,3									
	Custo Atraso		F2	474,5814									
	Tempo de processamento operacional		F3	875,8714									
	Custo deterioração das máquinas		F4	39,3									
		F	0,951024293										
		Tempo Solução	133,7400055										
8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina	m	1	3	2	1	3	2	1	2	3	2	
	Posição		3	1	1	1	3	4	2	2	2	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
	Instante início tarefa		160,345	70	20	15	139,92	194,402	69,3	87	117,2	139,48	
	Tempo processamento		118,207	47,2	67	54,3	81,1736	52,99236	91,045	49,48	22,72	54,922	
	Entrega		278,552	117,2	87	69,3	221,0936	247,3944	160,345	136,48	139,92	194,402	
	Penalização atraso		69,104	0	9	7,3	37,0936	114,3944	1,035	190,96	0	0,804	

	Penalização antecipação	0	14,8	0	0	0	0	0	0	6,08	0		
	Custo deterioração máquina	1,2	3,2	2,2	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	12,2	3,1		
	Custo antecipação	F1	20,88										
	Custo Atraso	F2	429,69096										
	Tempo de processamento operacional	F3	971,68696										
	Custo deterioração das máquinas	F4	41,4										
		F	0,998102919										
	Tempo Solução		119,2699966										
9	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina	m	1	2	1	2	3	1	3	3	2	2	
	Posição		3	3	1	1	3	2	2	1	2	4	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
	Instante início tarefa		125	115,5	20	15	159,85	90	69	0	95	171,53	
	Tempo processamento		97	56,03	61	56,3	87,7505	34,2	90,85	43	20,5	59,7295	
	Entrega		222	171,53	81	71,3	247,6005	124,2	159,85	43	115,5	231,2595	
	Penalização atraso		0	118,59	3	9,3	63,6005	0	0	4	0	74,519	
	Penalização antecipação		22	0	0	0	0	8,8	0,45	0	30,5	0	
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	1,3	8,7	6	1	4,8	9,6	3,1	
	Custo antecipação	F1	61,75										
	Custo Atraso	F2	273,0095										
	Tempo de processamento operacional	F3	787,24										
	Custo deterioração das máquinas	F4	42,4										
		F	0,661469121										
	Tempo Solução		137,0599976										
10	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina	m	1	3	2	1	2	2	3	1	2	2	
	Posição		3	1	1	2	5	2	2	1	3	4	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
	Instante início tarefa		125	70	20	44	203,763	90	117,2	0	124,2	147,62	
	Tempo processamento		97	47,2	67	66,48	101,2418	34,2	122,18	44	23,42	56,143	
	Entrega		222	117,2	87	110,48	305,0048	124,2	238,38	44	147,62	203,763	
	Penalização atraso		0	0	9	48,48	121,0048	0	238,14	6	3,24	19,526	
	Penalização antecipação		22	14,8	0	0	0	8,8	0	0	0	0	
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,2	0,8	7,9	4,4	1	6,1	9,6	3,1	
	Custo antecipação	F1	45,6										
	Custo Atraso	F2	445,39079										
	Tempo de processamento operacional	F3	920,64779										
	Custo deterioração das máquinas	F4	39,5										
		F	0,958387392										
	Tempo Solução		136,9100037										
Método das distâncias relativas ponderadas com p=2, W1=W2=W3=W4=0,25													
	Solução inicial	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Máquina	m	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Posição		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			F	36,95									
1	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina	m	3	3	1	3	2	3	2	1	2	1	
	Posição		3	2	2	1	2	4	1	1	3	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
	Instante início tarefa		125	70	44	15	148,3	220	62	0	231,239	129	
	Tempo processamento		95	47,2	79	54,3	82,939	57,6	86,3	44	34,1239	56,35	
	Entrega		220	117,2	123	69,3	231,239	277,6	148,3	44	265,3629	185,35	
	Penalização atraso		0	0	45	7,3	47,239	144,6	0	6	238,7258	0	
	Penalização antecipação		24	14,8	0	0	0	0	35,1	0	0	25,95	
	Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,4	1,1	7,9	7,1	0,8	6,1	9,6	3,7	
	Custo antecipação	F1	99,85										
	Custo Atraso	F2	488,8648										
	Tempo de processamento operacional	F3	1001,3519										
	Custo deterioração das máquinas	F4	43,6										
		F	0,741902744										
	Tempo Solução		111,0699997										
2	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina	m	3	2	1	1	2	2	3	2	2	1	

	Posição	2	2	2	1	3	5	1	1	4	3	
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
	Instante início tarefa	148,3	70	69,3	15	114,2	215,4746	62	0	185,886	167,275	
	Tempo processamento	108,98	44,2	97,975	54,3	71,686	56,78543	86,3	46	29,5886	62,09125	
	Entrega	257,28	114,2	167,275	69,3	185,886	272,26	148,3	46	215,4746	229,3663	
	Penalização atraso	26,56	0	89,275	7,3	1,886	139,26	0	10	138,9492	70,7325	
	Penalização antecipação	0	17,8	0	0	0	0	35,1	0	0	0	
	Custo deterioração máquina	1,7	4,3	2,4	0,8	7,9	4,4	1	4,8	9,6	3,7	
	Custo antecipação	F1	52,9									
	Custo Atraso	F2	483,962728									
	Tempo de processamento operacional	F3	1025,341878									
	Custo deterioração das máquinas	F4	40,6									
		F	0,726614124									
	Tempo Solução		107,1900024									
3	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	2	3	2	3	3	2	1	1	3	2
	Posição		4	2	1	1	4	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		186,03	70	20	15	139,92	90	62	0	117,2	132,2
	Tempo processamento		129,618	47,2	67	54,3	81,1736	34,2	86,3	44	22,72	53,83
	Entrega		315,648	117,2	87	69,3	221,0936	124,2	148,3	44	139,92	186,03
	Penalização atraso		143,296	0	9	7,3	37,0936	0	0	6	0	0
	Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	8,8	35,1	0	6,08	23,91
	Custo deterioração máquina		2	3,2	2,2	1,1	8,7	4,4	0,8	6,1	12,2	3,1
	Custo antecipação	F1	88,69									
	Custo Atraso	F2	202,6896									
	Tempo de processamento operacional	F3	772,6916									
	Custo deterioração das máquinas	F4	43,8									
		F	0,338351136									
	Tempo Solução		112,9000015									
4	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	3	2	1	1	3	2	1	1	3
	Posição		4	1	1	1	5	2	2	2	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		139,6792	70	20	15	245,4867	117,2	87	69,3	116,072	156,296
	Tempo processamento		105,80752	47,2	67	54,3	117,0106	39,096	102,55	46,772	23,6072	57,4444
	Entrega		245,48672	117,2	87	69,3	362,4973	156,296	189,55	116,072	139,6792	213,7404
	Penalização atraso		2,97344	0	9	7,3	178,4973	23,296	88,65	150,144	0	39,4808
	Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	0	0	0	6,3208	0
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,2	0,8	9,5	7,1	0,8	6,1	8,7	3,1
	Custo antecipação	F1	21,1208									
	Custo Atraso	F2	499,3415776									
	Tempo de processamento operacional	F3	1016,821658									
	Custo deterioração das máquinas	F4	42,7									
		F	0,722632162									
	Tempo Solução		110,4800034									
5	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	3	2	1	2	2	3	3	2	2
	Posição		2	3	1	1	4	2	2	1	3	5
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		125	148,3	20	15	147,62	90	62	0	124,2	230,3346
	Tempo processamento		97	67,598	67	54,3	82,7146	34,2	86,3	43	23,42	68,55019
	Entrega		222	215,858	87	69,3	230,3346	124,2	148,3	43	147,62	298,8848
	Penalização atraso		0	251,574	9	7,3	46,3346	0	0	4	3,24	209,7696
	Penalização antecipação		22	0	0	0	0	8,8	35,1	0	0	0
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,2	0,8	7,9	4,4	1	4,8	9,6	3,1
	Custo antecipação	F1	65,9									
	Custo Atraso	F2	531,21818									
	Tempo de processamento operacional	F3	906,49739									
	Custo deterioração das máquinas	F4	38,2									
		F	0,647896741									
	Tempo Solução		112,2099991									
6	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	2	3	2	3	1	3	3	1	1	1
	Posição		2	2	1	1	3	4	3	1	2	4

	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
	Instante início tarefa	125	70	20	15	120,9	230,38	117,2	0	99	196,797	
	Tempo processamento	93	47,2	67	54,3	75,897	61,0884	122,18	44	21,9	66,51955	
	Entrega	218	117,2	87	69,3	196,797	300,4684	239,38	44	120,9	263,3166	
	Penalização atraso	0	0	9	7,3	12,797	167,4684	238,14	6	0	138,6331	
	Penalização antecipação	26	14,8	0	0	0	0	0	0	25,1	0	
	Custo deterioração máquina	2	3,2	2,2	1,1	9,5	7,1	1	6,1	8,7	3,7	
	Custo antecipação	F1	65,9									
	Custo Atraso	F2	579,3385									
	Tempo de processamento operacional	F3	976,36195									
	Custo deterioração das máquinas	F4	44,6									
		F	0,764519587									
	Tempo Solução		113,2799988									
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	3	1	3	2	2	2	1	1	2	3
	Posição		3	2	1	1	4	2	3	1	3	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		185,8	70	20	15	147,62	90	116,2	0	124,2	132
	Tempo processamento		131,48	46,2	65	56,3	82,7146	34,2	121,53	44	23,42	53,8
	Entrega		317,28	116,2	85	71,3	230,3346	124,2	237,73	44	147,62	185,8
	Penalização atraso		146,56	0	7	9,3	46,3346	0	233,19	6	3,24	0
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,8	0	0	0	24,6
	Custo deterioração máquina		1,7	5,4	2,4	1,3	7,9	4,4	0,8	6,1	9,6	3,1
	Custo antecipação	F1	49,2									
	Custo Atraso	F2	451,6246									
	Tempo de processamento operacional	F3	879,4646									
	Custo deterioração das máquinas	F4	42,7									
		F	0,55723093									
	Tempo Solução		123,0800018									
8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	3	2	2	3	2	1	3	1	2	3
	Posição		4	2	1	1	4	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		218,39675	87	20	15	160,182	90	69,3	0	135,62	160,345
	Tempo processamento		151,03805	48,62	67	54,3	86,86006	34,2	91,045	44	24,562	58,05175
	Entrega		369,4348	135,62	87	69,3	247,0421	124,2	160,345	44	160,182	218,3968
	Penalização atraso		250,8696	10,86	9	7,3	63,04206	0	1,035	6	28,164	48,7935
	Penalização antecipação		0	0	0	0	0	8,8	0	0	0	0
	Custo deterioração máquina		1,7	4,3	2,2	1,1	7,9	6	1	6,1	9,6	3,1
	Custo antecipação	F1	8,8									
	Custo Atraso	F2	425,26416									
	Tempo de processamento operacional	F3	935,52061									
	Custo deterioração das máquinas	F4	43									
		F	0,577961561									
	Tempo Solução		129,4299927									
9	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	2	1	3	3	3	1	2	3	2
	Posição		3	2	1	1	4	3	2	1	2	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		179,65	70	20	15	160,78	121	81	0	100	132,2
	Tempo processamento		129,79	44,2	61	54,3	88,0574	39,78	98,65	46	21	53,83
	Entrega		309,44	114,2	81	69,3	248,8374	160,78	179,65	46	121	186,03
	Penalização atraso		130,88	0	3	7,3	64,8374	27,78	58,95	10	0	0
	Penalização antecipação		0	17,8	0	0	0	0	0	0	25	23,91
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	1,1	8,7	7,1	0,8	4,8	12,2	3,1
	Custo antecipação	F1	66,71									
	Custo Atraso	F2	302,7474									
	Tempo de processamento operacional	F3	836,2374									
	Custo deterioração das máquinas	F4	45,7									
		F	0,434843731									
	Tempo Solução		108,4100037									
10	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	3	3	3	1	1	3	2	2	1	2
	Posição		4	3	1	1	3	2	2	1	2	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		185,492	124,2	20	15	120,9	90	62	0	99	148,3

Tempo processamento	131,2952	61,292	65	54,3	75,897	34,2	86,3	46	21,9	56,245
Entrega	316,7872	185,492	85	69,3	196,797	124,2	148,3	46	120,0	204,545
Penalização atraso	145,5744	160,476	7	7,3	12,797	0	0	10	0	21,09
Penalização antecipação	0	0	0	0	0	8,8	35,1	0	25,1	0
Custo deterioração máquina	1,7	3,2	2,4	0,8	9,5	7,1	0,8	4,8	8,7	3,1
Custo antecipação	F1	69								
Custo Atraso	F2	364,2374								
Tempo de processamento operacional	F3	817,3212								
Custo deterioração das máquinas	F4	42,1								
	F	0,448083873								
Tempo Solução		107,8600006								

APÊNDICE G

Método Ponderado, W1=W2=W3=W4=0,25

Solução inicial		Tarefa	i																				
		Máquina	m																				
		Posição																					
			F																				
1	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
	Máquina	m	1	1	3	1	3	3	4	4	3	4	5	5	2	5	2						
	Posição		3	2	1	1	3	4	2	1	2	3	3	2	1	1	2						
	Instante chegada Previsto		125,00	70,00	30,00	15,00	105,00	90,00	50,00	0,00	95,00	110,00	100,00	60,00	10,00	35,00	80,00						
	Instante início tarefa		125,00	70,00	30,00	15,00	115,50	158,62	69,00	0,00	95,00	155,35	144,60	94,75	28,00	35,00	107,80						
	Tempo processamento		97,00	46,20	65,00	54,20	73,12	51,95	90,85	44,00	20,50	60,88	107,53	49,85	58,80	55,75	90,35						
	Entrada		222,00	116,20	85,00	69,30	188,62	240,57	159,85	44,00	115,50	220,83	252,12	144,50	85,80	90,75	198,25						
	Penalização atraso		0,00	0,00	7,00	7,30	4,62	107,57	0,00	6,00	0,00	53,66	32,17	0,00	0,00	17,50	0,46						
	Penalização antecipação		22,00	35,80	0,00	0,30	0,00	0,00	0,45	0,00	30,50	0,00	0,00	1,22	2,40	0,00	0,00						
	Custo deterioração máquina		1,20	5,40	2,40	0,80	8,70	7,10	0,80	6,30	22,20	1,70	2,70	4,30	2,10	1,10	8,20						
	Custo antecipação	F1	72,365																				
	Custo Atraso	F2	235,21995																				
	Tempo de processamento operacional	F3	1286,27945																				
	Custo deterioração das máquinas	F4	66,8																				
		F	411,1661																				
		Tempo Solução	1390,31001																				
2	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
	Máquina	m	5	1	3	4	2	1	4	3	2	1	3	5	2	5	2						
	Posição		3	1	2	1	4	2	2	1	2	3	3	2	1	1	3						
	Instante chegada Previsto		175,00	70,00	30,00	15,00	105,00	90,00	50,00	0,00	95,00	110,00	100,00	60,00	10,00	35,00	80,00						
	Instante início tarefa		144,60	70,00	43,00	15,00	209,17	116,20	69,30	0,00	95,00	155,12	125,25	94,75	28,00	35,00	115,50						
	Tempo processamento		104,76	46,20	82,25	54,30	103,02	38,92	91,05	43,00	20,50	60,27	98,89	49,85	58,80	55,75	93,67						
	Entrada		249,35	116,20	125,25	69,30	312,19	155,12	160,35	43,00	115,50	215,38	224,14	144,60	86,80	90,75	209,17						
	Penalização atraso		10,70	0,00	47,25	7,30	128,19	22,12	1,04	4,00	0,00	42,77	4,14	0,00	0,00	17,20	33,50						
	Penalização antecipação		0,00	35,80	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	30,50	0,00	0,00	1,22	2,40	0,00	0,00						
	Custo deterioração máquina		7,00	5,40	2,40	0,80	7,90	6,00	0,80	4,80	9,60	3,70	1,70	4,30	2,10	1,10	8,20						
	Custo antecipação	F1	49,915																				
	Custo Atraso	F2	318,49378																				
	Tempo de processamento operacional	F3	2352,08232																				
	Custo deterioração das máquinas	F4	60,8																				
		F	445,323025																				
		Tempo Solução	335,119995																				
3	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
	Máquina	m	4	1	4	3	2	3	3	2	5	5	2	4	1	5	1						
	Posição		3	2	1	1	2	3	2	1	2	1	3	3	2	1	1	3					
	Instante chegada Previsto		125	70	30	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80						
	Instante início tarefa		144,60	87,2	20	15	113	100,345	69,3	0	95	119,5	184,29	94	32	35	137,872						
	Tempo processamento		138,808	50,677	61	54,3	71,29	46,821	91,045	46	20,5	54,925	129,3595	50,68	55,2	55,75	105,285						
	Entrada		253,488	137,872	81	69,3	184,29	207,2071	160,345	46	115,5	194,425	313,6485	144,88	87,2	90,75	243,157						
	Penalização atraso		18,976	17,626	3	7,3	0,29	74,2071	1,035	30	0	0,80	93,6495	0	0	17,5	135,4095						
	Penalização antecipação		0	0	0	0	0	0	0	0	30,5	0	0	0,96	1,6	0	0						
	Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,4	1,1	7,9	7,1	1	4,8	9,6	3,1	2,7	3,4	2,6	1,1	7,9						
	Custo antecipação	F1	33,06																				
	Custo Atraso	F2	379,89448																				
	Tempo de processamento operacional	F3	2363,89356																				
	Custo deterioração das máquinas	F4	61,3																				
		F	459,52951																				
		Tempo Solução	335,089996																				
4	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
	Máquina	m	1	1	1	2	3	4	3	3	4	5	4	5	4	5	2						
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	3	4	2	1	1	2						
	Instante chegada Previsto		125	70	30	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80						
	Instante início tarefa		130,06	81	20	15	159,85	90	60	0	124,2	144,595	148,62	94,75	32	35	128						
	Tempo processamento		100,036	49,06	61	56,3	87,7505	34,2	90,85	43	24,42	56,68925	113,741	49,845	55,2	55,75	90,44						
	Entrada		230,096	130,06	81	71,3	247,6005	124,2	159,85	43	148,62	200,2843	262,361	144,595	87,2	90,75	198,44						
	Penalização atraso		0	0	3	9,3	63,6025	0	0	4	5,34	12,5685	42,361	0	0	17,5	1,32						
	Penalização antecipação		19,904	1,94	0	0	0	0	8,8	0,45	0	0	0	0	1,215	1,6	0	0					
	Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,4	1,3	8,7	6	1	4,8	8,7	3,1	2,2	4,3	2,6	1,1	8,2						
	Custo antecipação	F1	27,909																				
	Custo Atraso	F2	158,89																				
	Tempo de processamento operacional	F3	1254,53675																				
	Custo deterioração das máquinas	F4	61																				
		F	375,589328																				
		Tempo Solução	326,200017																				
5	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
	Máquina	m	2	2	2	5	3	3	5	4	4	1	5	1	4	3	4						
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	2	3	1	2	1	4						
	Instante chegada Previsto		125	70	30	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80						
	Instante início tarefa		125,62	87	20	15	124,2	90	71,3	0	106,4	144,08	143,645	94	44	35	129,04						
	Tempo processamento		99,372	48,62	67	56,3	75,986	34,2	92,345	44	22,64	58,702	118,0048	50,68	62,4	53,75	101,4972						
	Entrada		234,992	135,62	87	71,3	200,186	124,2	163,645	44	129,04	203,382	291,6488	144,68	106,4	88,75	230,5272						
	Penalização atraso		0	10,86	9	9,3	26,186	0	10,935	6	0	18,764	91,64975	0	36,8	13,5	97,5826						
	Penalização antecipação		5,008	0	0	0	0	0	8,8	0	0	16,96	0	0	0,96	0	0	0					
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,2	1,3	8,7	7,1	0,8	6,1	8,7	3,7	2,7	3,4	2,6	0,8	7,9						
	Custo antecipação	F1	35,728																				
	Custo Atraso	F2	290,57635																				
	Tempo de processamento operacional	F3	1280,37495																				
	Custo deterioração das máquinas	F4	62,3																				
		F	417,244075																				

		Tempo Solução 425,67013																
6	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	2	3	2	3	1	3	4	1	5	4	5	2	5	1	1	
	Posição		3	2	1	1	4	3	1	1	2	2	3	2	1	2	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		144,0	70	20	15	157,294	117,2	69	0	95	155,85	123,5	95	28	44	105,8	
	Tempo processamento		104,04	47,2	67	54,3	101,107	39,096	90,85	44	20,5	60,9775	95,025	40,9	58,8	57,8	91,494	
	Entrega		249,04	117,2	87	69,3	298,401	156,296	159,85	44	115,5	220,8175	219,415	144,9	86,8	101,8	197,294	
	Penalização atraso		11,68	0	9	7,3	114,401	23,296	0	6	0	53,055	0	9	0	39,6	0	
	Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	0	0,45	0	30,5	0	1,15	0,3	2,4	0	2,118	
	Custo deterioração máquina		2	3,2	2,2	1,1	9,5	7,1	0,8	6,1	9,6	3,7	2,7	4,3	2,1	1,3	7,9	
	Custo antecipação	F1																
	Custo Atraso	F2																
	Tempo de processamento operacional	F3																
	Custo deterioração das máquinas	F4																
			F	420,02085														
		Tempo Solução	319,32987															
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	2	4	3	4	3	3	2	2	4	1	5	1	1	5	4	
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	3	2	2	1	1	4	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		159,85	70	20	15	124,2	90	69	0	116,2	144,924	124	94,2	32	35	139,82	
	Tempo processamento		113,51	46,2	65	54,3	75,986	34,2	90,85	46	23,62	58,7386	56,2	50,724	56,2	55,75	105,1226	
	Entrega		273,76	116,2	85	69,3	300,186	124,2	159,85	46	139,82	203,6626	220,2	144,924	87,2	90,75	245,9426	
	Penalização atraso		59,52	0	7	7,3	36,388	0	0	10	0	19,3232	0,2	9	0	17,5	143,8778	
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	0	8,8	0,45	0	6,38	0	0	0,228	1,6	0	0
	Custo deterioração máquina		2	5,4	2,4	0,8	8,7	7,1	0,8	4,8	8,7	3,7	2,7	3,4	2,6	1,1	7,9	
	Custo antecipação	F1																
	Custo Atraso	F2																
	Tempo de processamento operacional	F3																
	Custo deterioração das máquinas	F4																
			F	404,50305														
		Tempo Solução	230,850266															
8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	4	3	4	3	3	4	2	1	1	1	4	2	5	1	5	
	Posição		3	2	1	1	3	2	1	1	3	4	4	2	1	2	2	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		125	70	20	15	117,2	90	69	0	101,8	135,98	222	259,85	28	44	107,8	
	Tempo processamento		97	47,2	61	54,3	73,676	34,2	90,85	44	22,18	57,397	154,1	64,167	58,8	57,8	90,354	
	Entrega		222	117,2	81	69,3	199,876	124,2	159,85	44	123,98	193,377	376,1	224,017	86,8	101,8	198,154	
	Penalização atraso		0	0	3	7,3	6,876	0	0	6	0	0	155,1	19,017	0	39,6	0,162	
	Penalização antecipação		22	14,8	0	0	0	0	8,8	0,45	0	22,02	1,869	0	0	2,4	0	0
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,4	1,1	8,7	6	0,8	6,1	8,7	3,7	2,2	4,3	2,1	1,3	8,2	
	Custo antecipação	F1																
	Custo Atraso	F2																
	Tempo de processamento operacional	F3																
	Custo deterioração das máquinas	F4																
			F	444,587														
		Tempo Solução	260,730212															
9	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	4	4	5	4	3	1	2	2	1	2	3	1	3	1	5	
	Posição		3	2	1	1	2	2	2	1	3	3	3	4	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		125	70	20	15	112	90	69	0	124,2	156,85	183,96	148,62	29	35	108	
	Tempo processamento		97	46,2	67	54,3	71,96	34,2	90,85	46	24,42	57,9775	121,178	62,6994	63,8	53,75	90,44	
	Entrega		222	116,2	87	69,3	183,96	124,2	159,85	46	148,62	217,8275	315,138	211,3164	86,8	88,75	198,44	
	Penalização atraso		0	0	9	7,3	0	0	0	6	0	0	47,685	95,138	66,3184	0	15,4	1,32
	Penalização antecipação		22	15,8	0	0	0,12	8,8	0,45	0	0	0	0	0	0	2,4	0	0
	Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,2	0,8	8,7	6	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,4	1,3	8,2	
	Custo antecipação	F1																
	Custo Atraso	F2																
	Tempo de processamento operacional	F3																
	Custo deterioração das máquinas	F4																
			F	418,93325														
		Tempo Solução	344,670213															
10	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	5	1	5	4	4	5	4	3	2	3	1	3	2	3	2	
	Posição		3	1	1	1	3	2	2	1	2	4	2	3	1	2	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		125	70	20	15	160,345	90	69,3	0	95	145,527	121,2	205,35	28	43	115,5	
	Tempo processamento		93	46,2	67	54,3	88,91385	34,2	91,045	43	20,5	55,82905	98,665	40,177	58,8	57,35	93,655	
	Entrega		218	116,2	87	69,3	248,2589	124,2	160,345	43	115,5	201,3661	219,96	145,527	86,8	100,35	209,165	
	Penalização atraso		0	0	9	7,3	65,25889	0	1,035	4	0	14,7121	0	0,527	0	36,7	33,495	
	Penalização antecipação		26	15,8	0	0	0	0	8,8	0	0	30,5	0	0,28	0	2,4	0	0
	Custo deterioração máquina		2	5,4	2,2	0,8	9,5	4,4	0,8	4,8	9,6	3,1	2,2	5,3	2,1	0,8	8,2	
	Custo antecipação	F1																
	Custo Atraso	F2																
	Tempo de processamento operacional	F3																
	Custo deterioração das máquinas	F4																
			F	374,457463														
		Tempo Solução	241,509985															

Método variante das métricas ponderadas, W1=W2=W3=W4=0,25

	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Solução inicial	Tarefa	i															
	Máquina	m	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Posição	m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		F	41875,83														
1	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	3	4	4	2	3	5	5	5	2	5	2	1	3	1	4
	Posição	m	3	2	1	1	2	3	2	1	2	4	3	2	1	1	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		175,98	81	20	15	105	148,3	62	0	100	192,994	121	88,75	14	35	130,06
	Tempo processamento		175,98	45,04	61	56,3	69,08	44,294	85,3	46	21	62,9493	64,55	40,25	35,4	53,75	101,3758
	Entrega		301,568	130,06	81	71,3	175,98	102,994	148,3	46	121	255,9431	215,35	138,275	72,4	88,75	231,9838
	Penalização atraso		115,136	0	3	9,3	0	59,994	0	10	0	123,8862	0	0	0	13,5	101,9574
	Penalização antecipação		0	1,94	0	0	24,06	0	35,1	0	25	0	8,9	20,175	31,2	0	0
	Custo deterioração máquina		1,7	5,4	2,4	1,3	8,7	4,4	0,8	4,8	9,6	3,1	2,7	3,4	2,4	1,3	7,9
	Custo antecipação	F1	146,375														
	Custo Atraso	F2	433,7736														
	Tempo de processamento operacional	F3	1305,1055														
	Custo deterioração das máquinas	F4	59,9														
		F	346,553756														
	Tempo Solução		234,820007														
2	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	1	5	1	2	5	4	2	1	3	2	4	3	3	4	3
	Posição	m	3	1	2	1	2	2	2	1	3	5	3	2	1	1	4
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		125	70	44	15	114,2	90	71,3	0	137,048	163,645	124,2	95,4	14	35	161,7528
	Tempo processamento		57	44,2	79	56,3	71,585	34,2	92,345	44	24,048	50,54075	100,31	38,648	38,4	53,75	124,5537
	Entrega		222	114,2	123	71,3	185,886	124,2	163,645	44	161,7528	222,1918	224,51	137,048	72,4	88,75	275,3055
	Penalização atraso		0	0	45	9,3	1,886	0	10,935	6	31,5056	56,3835	4,51	0	0	13,5	234,9195
	Penalização antecipação		22	27,8	0	0	0	0	8,8	0	0	0	0	0	23,809	31,2	0
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	1,3	7,9	6	0,8	6,1	12,2	3,1	2,2	5,3	2,4	1,3	5,5
	Custo antecipação	F1	103,656														
	Custo Atraso	F2	413,93612														
	Tempo de processamento operacional	F3	1266,19005														
	Custo deterioração das máquinas	F4	66														
		F	234,447462														
	Tempo Solução		257,050203														
3	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	2	5	5	1	5	4	3	3	5	1	4	3	3	4	1
	Posição	m	2	2	1	1	4	2	2	1	3	3	3	3	1	1	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		125	87	20	15	260,182	90	62	0	175,62	186,34	124,2	148,3	19	35	98
	Tempo processamento		53	48,62	67	54,3	85,89005	34,2	85,3	43	24,562	64,921	100,31	49,835	53,4	53,75	88,14
	Entrega		218	135,62	87	69,3	247,0421	124,2	148,3	43	180,182	251,063	224,33	187,938	72,4	88,75	185,14
	Penalização atraso		0	10,86	9	7,3	63,04205	0	0	4	28,364	114,122	4,51	52,525	0	13,5	0
	Penalização antecipação		26	0	0	0	0	0	8,8	35,1	0	0	0	0	31,2	0	35,58
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,2	0,8	7,9	6	1	4,8	9,6	3,7	2,2	5,3	2,1	1,3	7,9
	Custo antecipação	F1	136,68														
	Custo Atraso	F2	307,82406														
	Tempo de processamento operacional	F3	1288,43106														
	Custo deterioração das máquinas	F4	61,1														
		F	333,289954														
	Tempo Solução		86150,094														
4	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	2	3	2	4	3	1	5	5	5	4	1	2	3	1	4
	Posição	m	3	2	1	1	3	2	2	1	3	5	5	2	1	1	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		136,36	72,4	20	15	120,224	90	62	0	148,3	186,14	124,2	88	14	35	98
	Tempo processamento		99,816	47,824	87	54,3	74,67892	34,2	85,3	46	25,89	64,921	100,31	48,36	38,4	53,75	88,14
	Entrega		236,176	120,224	87	69,3	194,8979	124,2	148,3	46	174,113	251,063	224,33	136,36	72,4	88,75	185,14
	Penalização atraso		0	0	9	7,3	10,87992	0	0	10	56,26	114,122	4,51	0	0	13,5	0
	Penalização antecipação		7,824	11,776	0	0	0	0	8,8	35,1	0	0	0	0	25,92	31,2	0
	Custo deterioração máquina		2	3,2	2,2	0,8	8,7	6	0,8	4,8	9,6	3,7	2,2	4,3	2,4	1,3	7,9
	Custo antecipação	F1	256,2														
	Custo Atraso	F2	225,58992														
	Tempo de processamento operacional	F3	1194,44892														
	Custo deterioração das máquinas	F4	59,9														
		F	306,755754														
	Tempo Solução		246,399954														
5	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	5	2	5	2	2	4	1	4	1	2	5	4	5	4	5
	Posição	m	3	2	1	1	3	3	1	1	2	4	2	4	1	2	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		185,57	72,3	20	15	115,838	101,8	62	0	148,3	188,0645	107	138,124	19	44	99
	Tempo processamento		125,342	41,538	65	56,3	72,22659	36,324	85,3	44	26,83	62,29968	88,85	60,8728	53,4	57,8	86,57
	Entrega		314,912	115,838	65	71,3	188,0645	138,124	148,3	44	175,13	250,7745	195,85	195,913	72,4	101,8	185,57
	Penalização atraso		141,824	0	7	9,3	4,06454	5,124	0	6	58,26	112,5484	0	53,5128	0	39,6	0
	Penalização antecipação		0	15,262	0	0	0	0	0	35,1	0	0	0	48,3	0	31,2	0
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	1,3	7,9	6	0,8	6,1	8,7	3,1	1,7	3,4	2,1	1,3	8,2
	Custo antecipação	F1	158,052														
	Custo Atraso	F2	437,232762														
	Tempo de processamento operacional	F3	1220,07404														
	Custo deterioração das máquinas	F4	59,9														
		F	350,493														
	Tempo Solução		262,01001														
6	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

	Máquina	m	5	5	3	1	4	3	1	5	5	4	3	1	2	4	2	
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	2	3	3	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		136,62	70	20	15	105,35	90	50,3	0	114,2	129	118,2	260,345	19	35	99	
	Tempo processamento		99,972	44,7	65	54,3	67,955	39,2	91,045	46	79,43	56,35	95,31	65,2750	53,4	53,75	86,57	
	Entrega		286,592	114,2	85	69,3	282,3155	124,2	160,845	46	136,62	185,35	222,51	225,6209	72,4	88,75	185,57	
	Penalização atraso		0	0	7	7,3	98,5155	0	1,035	10	0	0	2,51	80,6209	0	13,5	0	
	Penalização antecipação		7,406	17,8	0	0	0	8,8	0	0	9,38	75,95	0	0	31,2	0	37,29	
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	0,8	9,5	7,1	0,8	4,8	9,6	3,7	1,7	3,4	2,1	1,3	8,2	
Custo antecipação			F1	137,828														
Custo Atraso			F2	220,4814														
Tempo de processamento operacional			F3	1259,5734														
Custo deterioração das máquinas			F4	61,7														
Tempo Solução			F	324,056445														
Tempo Solução				288,100004														
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	3	5	3	2	1	1	2	1	1	4	3	5	5	1	4	
	Posição		2	2	1	1	4	2	2	1	3	3	4	3	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		125	77,4	20	15	105,82	90	71,3	0	124,7	136,14	122,0133	117,274	19	35	98	
	Tempo processamento		95	42,824	65	56,3	65,8648	39,2	92,865	44	74,42	64,923	122,6078	54,78928	53,4	53,75	89,14	
	Entrega		220	117,224	85	71,3	233,5646	124,2	163,645	44	148,62	251,061	294,6205	172,0133	72,4	88,75	186,14	
	Penalização atraso		0	0	7	9,3	49,6648	0	10,935	6	5,34	114,122	74,62058	27,01328	0	13,5	0	
	Penalização antecipação		24	14,776	0	0	0	8,8	0	0	0	0	0	0	31,2	0	35,58	
	Custo deterioração máquina		1,7	4,3	2,4	1,3	9,5	6	0,8	6,1	8,7	3,7	2,7	4,3	2,1	1,3	7,9	
Custo antecipação			F1	114,356														
Custo Atraso			F2	317,395464														
Tempo de processamento operacional			F3	1307,63946														
Custo deterioração das máquinas			F4	62,8														
Tempo Solução			F	337,979231														
Tempo Solução				300,950012														
8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	1	1	1	4	5	2	2	2	4	1	4	5	5	3	3	
	Posição		4	2	1	1	3	3	2	1	2	3	3	2	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		186,349	81	20	15	136,848	148,3	62	0	99	130,06	120,9	86,4	19	35	89,25	
	Tempo processamento		133,5414	49,66	61	54,3	70,15984	44,294	86,3	46	21,9	56,509	98,495	48,448	53,4	53,75	87,625	
	Entrega		320,5104	130,06	81	69,3	216,0078	302,994	148,3	46	120,9	186,569	216,365	136,848	72,4	88,75	186,2125	
	Penalização atraso		15,3,0208	0	3	7,3	32,00784	59,994	0	10	0	0	0	0	0	13,5	0	
	Penalização antecipação		0	1,94	0	0	0	0	35,1	0	25,1	22,253	1,21	24,455	31,2	0	35,3825	
	Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,4	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	3,7	2,2	4,3	2,1	0,8	9,5	
Custo antecipação			F1	175,6615														
Custo Atraso			F2	278,82264														
Tempo de processamento operacional			F3	1250,26474														
Custo deterioração das máquinas			F4	59														
Tempo Solução			F	323,907523														
Tempo Solução				315,709991														
9	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	4	3	3	1	4	3	2	4	1	2	5	3	5	4	2	
	Posição		3	2	1	1	4	3	1	1	2	2	2	4	1	2	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		125	85	20	15	222	156,1	62	0	99	148,3	108	178,598	19	44	120,9	
	Tempo processamento		97	51,1	65	54,3	109,75	42,898	86,3	44	21,9	56,245	87,4	56,29158	53,4	53,75	97,987	
	Entrega		222	136,1	85	69,3	331,25	178,598	148,3	44	120,9	204,545	250,4	234,8895	72,4	101,8	218,887	
	Penalização atraso		0	12,3	7	7,3	147,26	45,598	0	6	0	21,09	0	89,88956	0	39,6	62,661	
	Penalização antecipação		22	0	0	0	0	0	35,1	0	25,1	0	49,2	0	31,2	0	0	
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,4	0,8	9,5	7,1	0,8	6,1	8,7	3,1	2,7	5,3	2,1	1,3	7,9	
Custo antecipação			F1	162,6														
Custo Atraso			F2	438,59856														
Tempo de processamento operacional			F3	1396,37956														
Custo deterioração das máquinas			F4	62,2														
Tempo Solução			F	368,970648														
Tempo Solução				375,100006														
10	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	3	1	5	2	3	4	1	3	1	2	3	4	3	4	3	
	Posição		3	2	1	1	2	2	2	1	2	3	3	3	1	1	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		175,58	70	20	15	106	90	72,8	0	100	129,2	121	124,2	23	35	166,122	
	Tempo processamento		125,588	46,2	67	56,3	69,98	39,2	93,32	44	21	56,38	94,55	56,324	49,8	53,75	117,016	
	Entrega		301,568	116,2	87	71,3	175,98	124,2	166,12	44	121	185,58	215,55	160,524	72,8	88,75	263,5116	
	Penalização atraso		115,136	0	9	9,3	0	0	18,36	6	0	0	0	35,24	0	13,5	256,6548	
	Penalização antecipação		0	25,8	0	0	24,06	8,8	0	25	25,26	8,9	0	30,4	0	0	0	
	Custo deterioração máquina		1,7	5,4	2,2	1,3	8,7	4,4	0,8	6,1	9,6	3,7	2,7	4,3	2,6	0,8	7,9	
Custo antecipação			F1	138,22														
Custo Atraso			F2	463,4748														
Tempo de processamento operacional			F3	1289,1236														
Custo deterioração das máquinas			F4	62,2														
Tempo Solução			F	339,894948														
Tempo Solução				688,710022														
Método das distâncias relativas ponderadas com p=1, W1=W2=W3=W4=0,25																		
	Solução inicial	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Posição		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	

		F																
		127,45																
1	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	4	3	2	3	5	1	5	2	5	1	3	4	4	3		
	Posição		3	2	2	1	2	1	1	1	3	2	3	4	1	2	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		154,44	70	46	15	259,85	90	69	0	245,6005	136,2	193,53	222,595	32	87,2	117,2	
	Tempo processamento		170,664	47,2	86,5	54,3	86,7505	34,2	90,85	46	85,65005	57,43	138,4065	63,77117	55,2	77,24	95,396	
	Entrega		285,104	117,2	132,5	69,3	246,9005	124,2	159,85	46	282,2406	193,68	332,1265	276,3671	87,2	164,44	212,596	
	Penalização atraso		92,208	0	54,5	7,3	62,6005	0	0	10	172,5211	0	112,1265	131,3671	0	164,88	43,788	
	Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	8,8	0,45	0	0	0	1,11	0	0	1,6	0	
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,2	1,1	7,9	6	0,8	4,8	9,6	3,7	2,2	5,8	2,6	1,3	9,5	
	Custo antecipação	F1	26,76															
	Custo Atraso	F2	941,29322															
	Tempo de processamento operacional	F3	1764,37467															
	Custo deterioração das máquinas	F4	61,4															
			F															
	Tempo Solução		1.121.3434 288,049988															
2	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	5	3	4	2	4	1	3	1	2	1	2	2	1	5	5	
	Posição		3	2	1	1	2	3	1	2	4	4	5	2	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		158,0825	155,85	20	15	111	134,638	69	87,2	253,1623	176,9318	145,266	95,3	32	35	107,75	
	Tempo processamento		136,8495	79,561	61	56,3	72,69	42,24384	90,85	47,488	36,31623	63,53978	197,8963	49,566	55,2	55,75	90,3325	
	Entrega		334,932	230,411	81	71,3	183,63	176,9318	159,85	134,688	289,4785	210,4725	253,1623	145,266	87,2	90,75	158,0825	
	Penalização atraso		181,864	295,213	3	9,3	0	43,93384	0	187,376	386,9571	92,94335	31,1628	0,868	0	17,5	0,3475	
	Penalização antecipação		0	0	0	0	1,11	0	0,45	0	0	0	0	0	0	1,6	0	
	Custo deterioração máquina		2	3,2	2,4	1,3	9,5	6	1	6,1	9,6	3,7	2,7	4,3	2,6	1,1	8,2	
	Custo antecipação	F1	3,36															
	Custo Atraso	F2	1151,78091															
	Tempo de processamento operacional	F3	1712,15379															
	Custo deterioração das máquinas	F4	63,7															
			F															
	Tempo Solução		1.21584987 789,352066															
3	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	5	5	2	4	3	1	2	5	5	3	3	1	3	1	4	
	Posição		3	2	1	1	2	2	2	1	4	3	4	1	1	3	2	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		125	70	20	15	112	144,68	87	0	218	182,96	245,254	84	23	188,7224	106	
	Tempo processamento		93	44,2	67	54,3	71,96	44,0424	102,55	46	32,8	61,594	155,0547	50,68	63,8	122,9251	91,58	
	Entrega		218	114,2	87	69,3	183,96	188,7224	189,55	46	250,8	245,594	410,6087	144,88	86,8	311,8475	197,58	
	Penalização atraso		0	0	0	0	7,3	0	20,7224	88,55	10	209,6	191,208	180,6087	9	0	459,295	
	Penalização antecipação		26	17,8	0	0	0	0,12	0	0	0	0	0	0	0	0,95	2,4	
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,2	0,8	8,7	6	0,8	4,8	9,6	3,1	1,7	3,4	2,4	1,3	7,9	
	Custo antecipação	F1	48,54															
	Custo Atraso	F2	1133,28406															
	Tempo de processamento operacional	F3	1779,40258															
	Custo deterioração das máquinas	F4	90															
			F															
	Tempo Solução		1.24189128 284,879077															
4	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	2	3	5	1	2	5	4	4	5	5	4	2	1	3	3	1
	Posição		1	2	1	1	2	2	2	1	3	4	3	2	1	1	3	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		125	86,8	20	15	218	90	69	0	124,2	147,62	155,85	94,3	23	138,368	145,046	
	Tempo processamento		93	51,568	67	54,3	105,94	34,2	90,85	44	23,42	56,143	118,9175	60,746	63,8	100,2656	108,399	
	Entrega		218	138,368	87	69,3	323,84	124,2	159,85	44	147,62	203,763	279,7679	245,049	86,8	238,6336	253,4159	
	Penalização atraso		0	19,164	9	7,3	139,94	0	0	6	3,44	18,576	59,7675	0,046	0	313,2672	166,3473	
	Penalização antecipação		26	0	0	0	0	0	0,45	0	0	0	0	0	0	2,4	0	
	Custo deterioração máquina		2	3,2	2,2	0,8	7,9	4,4	0,8	6,1	9,6	3,1	2,2	3,4	2,4	0,8	7,9	
	Custo antecipação	F1	37,65															
	Custo Atraso	F2	743,43804															
	Tempo de processamento operacional	F3	1554,70388															
	Custo deterioração das máquinas	F4	56,8															
			F															
	Tempo Solução		0,84502855 293,75															
5	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	1	4	3	1	2	1	5	5	4	4	2	2	3	2	5	
	Posição		3	1	2	1	4	2	3	1	2	3	3	2	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		125	70	86,8	15	252,1223	90	198,44	0	116,2	139,82	144,595	94,75	29	35	108	
	Tempo processamento		97	46,2	115,1	54,3	117,2003	34,2	174,886	46	23,62	57,573	107,5273	48,845	63,8	55,75	90,84	
	Entrega		222	116,3	201,9	69,3	369,3276	124,2	573,476	46	159,82	197,795	252,1223	144,595	86,8	90,75	198,44	
	Penalização atraso		0	0	123,9	7,3	185,3276	0	640,278	10	0	7,586	32,1223	9	0	17,5	1,32	
	Penalização antecipação		22	25,8	0	0	0	0	8,8	0	0	6,88	0	0	1,215	2,4	0	
	Custo deterioração máquina		1,7	5,4	2,4	0,8	7,9	6	0,8	4,8	8,7	3,7	2,7	4,3	2,4	1,1	8,2	
	Custo antecipação	F1	56,395															
	Custo Atraso	F2	1025,32884															
	Tempo de processamento operacional	F3	1667,69884															
	Custo deterioração das máquinas	F4	60,4															
			F															
	Tempo Solução		1,14485217 277,430011															
6	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	4	1	3	1	1	2	3	4	2	4	2	4	5	2	5	
	Posição		4	1	2	2	3	3	1	1	2	3	4	2	1	1	2	

	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa	233,382	70	159,85	116,2	213,004	115,5	69	0	95	144,68	154,29	94	28	35	107,8	
	Tempo processamento	144,0393	46,2	169,8875	96,804	106,2913	38,79	90,85	44	20,5	58,703	117,8955	50,68	58,8	55,75	90,354	
	Entrega	347,4112	116,2	829,7375	213,004	319,2953	154,29	139,85	44	115,5	203,382	297,1485	144,68	86,8	90,75	198,154	
	Penalização atraso	205,8224	0	251,7375	251,004	135,2953	21,29	0	6	0	18,764	47,1495	9	0	17,5	0,62	
	Penalização antecipação	0	15,8	0	0	0	0	0,45	0	30,5	0	0	0,95	2,4	0	0	
	Custo deterioração máquina	1,2	3,4	2,4	0,8	9,5	4,4	1	6,1	9,6	3,7	2,7	3,4	2,1	1,1	8,2	
	Custo antecipação	F1	50,11														
	Custo Atraso	F2	853,92472														
	Tempo de processamento operacional	F3	1825,20352														
	Custo deterioração das máquinas	F4	61,6														
	F	1,24434188															
	Tempo Solução	269,419004															
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	5	2	5	4	3	1	4	2	3	5	1	2	2	4	3
	Posição	m	3	3	1	1	3	1	2	1	2	2	4	2	3	2	
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa	193,85	115,6	20	15	210,165	90	69,3	0	95	139	124,2	171,655	46	160,345	115,5	
	Tempo processamento	134,31	56,056	67	54,3	104,3545	34,2	91,045	46	20,5	54,85	100,91	66,76432	69,6	110,1553	94,655	
	Entrega	328,16	173,656	87	69,3	314,5195	124,2	160,305	46	115,5	193,85	224,51	238,4203	115,6	270,5003	210,165	
	Penalização atraso	168,3	118,968	9	7,3	110,5195	0	1,935	10	0	0	4,31	93,42032	35,2	177,0005	96,495	
	Penalização antecipação	0	0	0	0	0	0	0	0	20,5	0,45	0	0	0	0	0	
	Custo deterioração máquina	2	4,3	2,2	0,8	8,7	6	0,8	4,8	12,2	3,1	2,2	4,3	2,1	1,3	9,5	
	Custo antecipação	F1	39,75														
	Custo Atraso	F2	1011,76827														
	Tempo de processamento operacional	F3	1704,72602														
	Custo deterioração das máquinas	F4	64,3														
	F	1,1868663															
	Tempo Solução	273,850006															
8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	2	3	5	4	5	1	2	3	2	5	4	3	1	3	1
	Posição	m	3	2	1	1	2	3	1	3	2	3	2	4	1	1	2
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa	186,825	88,75	20	15	113	107,896	69	140,825	139,85	184,29	121	289,458	32	35	106,2	
	Tempo processamento	130,101	52,075	67	54,3	71,29	53,61588	90,85	48,633	25,985	61,6435	98,55	58,68076	55,2	53,75	91,666	
	Entrega	316,936	140,825	87	69,3	384,29	251,4819	139,85	139,458	186,825	245,9335	215,55	248,1388	87,2	88,75	197,866	
	Penalização atraso	145,972	26,475	9	7,3	0,29	118,4819	0	296,916	81,67	103,867	0	103,1388	0	13,5	0	
	Penalização antecipação	0	0	0	0	0	0	0	0,45	0	0	0	0,9	3	1,5	0	
	Custo deterioração máquina	2	3,2	2,2	0,8	7,9	6	0,8	4,8	9,6	3,1	2,2	5,3	2,6	0,8	7,9	
	Custo antecipação	F1	3,352														
	Custo Atraso	F2	905,51854														
	Tempo de processamento operacional	F3	1706,01414														
	Custo deterioração das máquinas	F4	59,7														
	F	1,01367548															
	Tempo Solução	287,320007															
9	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	5	1	4	2	1	4	3	4	3	4	1	5	1	3	2
	Posição	m	2	2	1	1	3	2	3	4	2	3	4	1	1	1	2
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa	144,0	87,2	20	15	137,872	90	115,5	193,63	66	136,2	210,3698	95	32	35	108	
	Tempo processamento	104,04	50,672	61	56,8	81,49776	34,2	121,075	51,7452	20,5	57,43	152,6394	49,9	55,2	53,75	90,44	
	Entrega	249,84	137,872	81	71,3	219,3698	124,2	236,575	245,3752	115,5	193,63	372,0231	144,9	87,2	88,75	198,44	
	Penalização atraso	11,68	17,616	3	9,3	35,36976	0	279,725	409,7504	0	0	152,0231	0	0	13,5	1,32	
	Penalização antecipação	0	0	0	0	0	0	0	0,45	0	0	0	0,9	3	1,5	0	
	Custo deterioração máquina	2	3,4	2,4	1,3	9,5	6	1	6,1	12,2	3,7	2,2	4,3	2,6	0,8	8,2	
	Custo antecipação	F1	42,31														
	Custo Atraso	F2	682,239288														
	Tempo de processamento operacional	F3	1600,97506														
	Custo deterioração das máquinas	F4	67,7														
	F	1,10074629															
	Tempo Solução	288,589996															
10	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	4	2	5	4	2	5	5	3	3	5	5	4	1	1	2
	Posição	m	3	2	1	1	3	2	1	1	2	3	3	2	1	2	4
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa	145,046	70	20	15	114,2	159,85	69	0	95	139,5	206,623	94,3	32	87,2	185,886	
	Tempo processamento	109,0276	44,2	65	54,3	71,686	46,773	90,85	46	20,5	54,525	141,6427	50,746	55,2	77,24	123,931	
	Entrega	254,0736	114,2	85	69,3	185,886	206,623	159,85	46	115,5	184,425	348,1657	145,046	87,2	164,44	309,817	
	Penalização atraso	20,1472	0	7	7,3	1,886	73,623	0	30	0	0,85	128,2657	0,046	0	164,38	235,4509	
	Penalização antecipação	0	0	0	0	0	0	0	0,45	0	30,5	0	0	0	1,5	0	
	Custo deterioração máquina	1,2	4,3	2,4	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	12,2	3,1	2,7	3,4	2,6	1,3	8,2	
	Custo antecipação	F1	50,35														
	Custo Atraso	F2	749,44276														
	Tempo de processamento operacional	F3	2520,52623														
	Custo deterioração das máquinas	F4	60,1														
	F	0,88929706															
	Tempo Solução	266,839996															
Método das distâncias relativas ponderadas com $p=2$, $W1=W2=W3=W4=0,25$																	
	Solução inicial	Tarefa	i														
		Máquina	m														
		Posição	m														
		F															
1	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

		4	4	4	2	3	4	2	5	1	1	5	1	2	3	5
Máquina	m	4	4	4	2	3	4	2	5	1	1	5	1	2	3	5
Posição	m	4	3	1	3	2	2	2	1	2	3	3	1	1	1	2
Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
Instante inicio tarefa		184,492	214,2	20	165,85	106	90	72,4	0	136,34	161,754	185,57	87	19	35	99
Tempo processamento		152,6952	63,263	61	110,4032	69,08	34,2	93,06	46	25,614	61,2631	130,0635	40,14	53,4	53,75	86,57
Entrega		317,1872	184,492	81	284,9532	175,88	124,2	165,46	46	161,754	228,0173	315,6335	136,14	72,4	88,75	185,57
Penalização atraso		145,3744	157,476	3	222,9532	0	0	15,38	0	31,508	58,0342	95,6335	0	0	13,5	0
Penalização antecipação		0	0	0	0	24,06	8,8	0	0	0	0	0	0	26,58	31,2	0
Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,4	1,3	8,7	6	0,8	4,8	8,7	3,7	2,7	3,4	2,1	0,8	8,2
Custo antecipação F1		127,59														
Custo Atraso F2		754,8593														
Tempo de processamento operacional F3		1597,537														
Custo deterioração das máquinas F4		60,7														
F		0,5835926														
Tempo Solução		268,899994														
2	Tarefa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	3	1	3	2	2	1	2	1	5	2	1	2	4	5	4
	Posição	2	3	1	1	3	2	1	1	2	4	4	2	2	1	3
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante inicio tarefa	125	103,994	20	15	111	148,1	62	0	100	271,1224	184,96	88,75	46	76	118,275
	Tempo processamento	95	76,17844	65	36,3	73,99	44,294	85,3	46	21	77,87587	135,2125	49,235	69,6	53,75	105,8953
	Entrega	220	271,1224	85	71,3	254,83	192,994	148,1	46	121	348,6483	330,1615	138,275	115,6	88,75	243,7333
	Penalização atraso	0	417,5173	7	9,3	10,93	59,994	0	10	0	309,6966	110,1415	0	55,2	13,5	137,1998
	Penalização antecipação	24	0	0	0	0	0	35,1	0	25	0	0	20,175	0	0	0
	Custo deterioração máquina	1,7	5,4	2,4	1,3	7,9	6	0,8	4,8	9,6	3,7	2,7	3,4	2,1	1,3	7,9
Custo antecipação F1		194,275														
Custo Atraso F2		1140,47918														
Tempo de processamento operacional F3		1651,0445														
Custo deterioração das máquinas F4		61														
F		0,76903923														
Tempo Solução		281,549988														
3	Tarefa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	5	5	2	3	5	1	3	2	1	2	3	1	4	5	4
	Posição	4	2	1	1	3	1	2	2	3	3	3	2	1	1	2
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante inicio tarefa	223,65889	90,75	20	15	140,345	90	69,3	87	185,524	136,48	160,345	124,2	23	35	98
	Tempo processamento	152,39531	49,5955	67	54,3	80,31385	34,2	91,045	49,8	30,1524	54,472	118,1658	57,324	49,8	55,25	89,14
	Entrega	371,05416	140,345	87	69,3	270,6589	124,2	160,345	136,48	211,6764	190,952	278,5348	181,524	72,8	90,75	186,14
	Penalização atraso	254,10832	25,035	9	7,3	36,65885	0	1,035	190,95	131,3528	0	58,53475	36,224	0	17,5	0
	Penalização antecipação	0	0	0	0	0	8,8	0	0	0	5,144	0	0	30,4	0	35,58
	Custo deterioração máquina	2	4,3	2,2	1,1	7,9	6	1	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,6	1,1	7,9
Custo antecipação F1		83,824														
Custo Atraso F2		768,00872														
Tempo de processamento operacional F3		2556,79026														
Custo deterioração das máquinas F4		57,6														
F		0,55627732														
Tempo Solução		281,51001														
4	Tarefa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	3	4	2	4	4	1	3	5	4	2	1	5	4	2	5
	Posição	2	2	1	5	4	1	1	1	3	3	2	2	1	2	3
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante inicio tarefa	148,3	77,8	20	227,1271	143,7008	90	62	0	119,728	166,15	174,2	88	73	87	156,16
	Tempo processamento	108,96	46,938	67	148,8918	85,42126	34,2	88,3	46	29,9728	58,9225	100,31	48,58	49,8	79,15	102,8398
	Entrega	257,28	119,728	87	370,133	227,1221	124,2	148,1	46	143,7008	225,0722	224,31	136,35	72,8	166,25	238,9948
	Penalização atraso	26,56	0	9	308,5138	43,12208	0	10	0	62,145	4,51	0	0	168,3	122,9844	0
	Penalização antecipação	0	12,272	0	0	0	8,8	35,1	0	2,2992	0	0	25,92	80,4	0	0
	Custo deterioração máquina	1,7	5,4	2,2	0,8	9,5	6	1	4,8	8,7	3,1	2,2	4,3	2,6	1,1	8,2
Custo antecipação F1		114,7912														
Custo Atraso F2		755,134795														
Tempo de processamento operacional F3		1622,73149														
Custo deterioração das máquinas F4		61,6														
F		0,5013124														
Tempo Solução		281,070007														
5	Tarefa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	3	3	1	2	3	2	1	1	2	3	2	3	1	1	2
	Posição	3	3	1	2	3	2	1	1	2	3	2	3	1	1	2
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante inicio tarefa	125	186,2225	20	72,8	192,994	148,1	62	0	100	151,376	106	196,3	23	35	98,75
	Tempo processamento	93	77,41525	61	76,575	97,68902	44,294	85,3	46	21	59,7054	90,3	73,185	49,8	53,25	87,625
	Entrega	218	263,6276	81	151,376	290,682	192,994	148,1	46	121	211,6804	165,3	269,488	72,8	88,75	186,2125
	Penalização atraso	0	894,8823	3	89,376	106,682	59,994	0	10	0	34,1648	0	124,489	0	13,5	0
	Penalização antecipação	26	0	0	0	0	0	35,1	0	25	0	47,4	0	30,4	0	35,3525
	Custo deterioração máquina	2	3,2	2,4	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	9,6	3,7	2,7	3,4	2,6	0,8	9,5
Custo antecipação F1		159,2625														
Custo Atraso F2		838,38607														
Tempo de processamento operacional F3		2572,81067														
Custo deterioração das máquinas F4		58,1														
F		0,6382717														
Tempo Solução		296,329987														
6	Tarefa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	1	1	4	4	2	4	3	1	1	5	2	5	5	3	5
	Posição	4	2	2	1	1	3	2	1	3	4	2	2	1	1	3
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante inicio tarefa	138,82	70	69,3	15	107	167,275	88,75	0	116,2	239,6526	176,31	88,4	19	35	136,848
	Tempo processamento	135,892	46,2	97,975	54,3	60,21	45,1095	105,6975	44	73,62	69,9539	124,9705	48,448	53,4	53,75	102,8446

Entrega	245,712	116,2	167,275	69,3	176,31	215,3945	192,4375	44	139,82	309,6465	301,2805	136,848	72,4	88,75	239,6926		
Penalização atraso	3,424	0	89,275	7,3	0	82,3845	97,3125	6	0	231,2511	61,2805	0	0	13,5	125,0779		
Penalização antecipação	0	15,8	0	0	23,07	0	0	0	6,18	0	0	24,456	31,2	0	0		
Custo deterioração máquina	1,2	5,4	2,4	0,8	7,9	6	1	6,1	8,7	3,1	2,7	4,3	2,1	0,8	8,2		
Custo antecipação	F1	130,706															
Custo Atraso	F2	736,847492															
Tempo de processamento operacional	F3	1550,05668															
Custo deterioração das máquinas	F4	60,7															
F	0,55099676																
Tempo Solução	259,529999																
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	1	4	5	1	3	2	2	1	2	3	5	5	4	3	
	Posição		3	2	3	1	1	4	2	1	2	3	3	2	1	1	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		125	88,75	136,848	15	106	204,545	62	0	99	148,3	296,6514	88,4	19	35	175,58
	Tempo processamento		97	51,075	154,626	54,3	69,998	54,8181	85,3	46	21,9	56,246	193,1883	48,448	33,4	53,75	120,9714
	Entrega		222	135,825	291,464	69,3	175,98	259,3531	148,3	46	120,6	204,545	493,8057	236,848	72,4	88,75	256,5514
	Penalização atraso		0	23,475	213,484	7,3	0	126,3631	0	10	0	21,09	259,8067	0	0	13,5	265,9542
	Penalização antecipação		22	0	0	0	24,06	0	35,1	0	25,1	0	0	24,456	31,2	0	0
	Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,2	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	4,3	2,1	1,3	9,5
Custo antecipação	F1	151,916															
Custo Atraso	F2	980,97597															
Tempo de processamento operacional	F3	1797,15617															
Custo deterioração das máquinas	F4	59															
F	0,758667																
Tempo Solução	257,619995																
8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	2	3	1	3	4	5	2	5	4	4	3	1	2	5	1
	Posição		3	1	1	2	2	3	2	1	1	2	3	2	1	2	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		155,46	70	20	117,2	120,9	106,7	72,4	0	99	196,797	214,424	87	19	46	136,24
	Tempo processamento		117,276	47,2	61	97,224	75,897	37,206	93,06	46	21,9	65,51955	147,9332	49,14	53,4	60,7	104,5402
	Entrega		292,736	117,2	81	214,424	186,797	143,006	185,46	46	120,6	263,2166	392,3772	136,14	72,4	106,7	240,8923
	Penalização atraso		0	23,475	0	25,424	12,797	10,906	16,38	10	0	138,6332	142,3272	0	0	49,4	228,9406
	Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	0	0	0	25,1	0	0	25,58	31,2	0	0
	Custo deterioração máquina		2	3,2	2,4	1,1	9,5	4,4	0,8	4,8	8,7	3,7	1,7	3,4	2,1	1,1	7,9
Custo antecipação	F1	67,68															
Custo Atraso	F2	741,4099															
Tempo de processamento operacional	F3	1580,31695															
Custo deterioração das máquinas	F4	56,8															
F	0,55753397																
Tempo Solução	240,979996																
9	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	2	4	5	4	5	1	2	4	3	5	3	1	5	3	1
	Posição		2	3	1	2	4	2	1	1	2	3	5	3	2	1	1
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		148,3	110,48	20	44	242,38	185,14	62	0	100	181,2	121	237,6452	87	35	98
	Tempo processamento		106,98	55,7248	67	66,48	113,9684	51,5952	88,3	44	21	61,28	95,55	82,28394	94,2	53,75	88,14
	Entrega		255,28	167,2048	87	110,48	356,3664	237,6552	148,3	44	121	242,38	217,55	315,9271	181,2	88,75	186,24
	Penalização atraso		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Penalização antecipação		22,56	105,6144	0	0	0	0	35,1	0	25	0	4,9	0	0	0	35,58
	Custo deterioração máquina		2	5,4	2,2	0,8	7,9	6	0,8	6,1	12,2	3,1	1,7	3,4	2,1	0,8	7,9
Custo antecipação	F1	100,58															
Custo Atraso	F2	540,252144															
Tempo de processamento operacional	F3	1796,22254															
Custo deterioração das máquinas	F4	62,4															
F	0,72975433																
Tempo Solução	229,410004																
10	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	2	4	4	3	4	5	3	5	3	3	3	2	1	1	5
	Posição		2	2	1	1	3	3	2	1	4	3	5	1	1	2	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		136,36	81	20	15	120,05	185,57	69,3	0	218,3968	160,345	251,2364	88	23	72,8	99
	Tempo processamento		99,816	49,06	61	54,3	78,5198	51,4026	91,005	46	32,83968	58,05275	168,18	48,35	49,8	70,76	86,57
	Entrega		236,176	130,06	81	69,3	208,9798	236,9726	160,345	46	251,2364	218,3968	414,4165	136,36	72,8	143,56	185,57
	Penalização atraso		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Penalização antecipação		7,824	1,94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25,92	30,4	0	37,29
	Custo deterioração máquina		2	5,4	2,4	1,1	9,5	4,4	1	4,8	12,2	3,1	1,7	4,3	2,6	1,3	8,2
Custo antecipação	F1	103,374															
Custo Atraso	F2	732,090205															
Tempo de processamento operacional	F3	1631,17303															
Custo deterioração das máquinas	F4	64															
F	0,58842301																
Tempo Solução	230,189999																

APÊNDICE H

Método Ponderado, W1=W2=W3=W4=0,25

Solução Inicial		Tarefa	1																					
		Máquina	m																					
		Posição	F																					
1	Tarefa	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	Máquina	m	30	30	5	3	1	8	4	1	8	5	6	7	9	7	5	1	3	2	7	2		
	Posição	F	2	1	1	1	3	1	3	1	3	2	2	2	1	1	3	2	1	1	3	2		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	25	306	90	50	0	95	130	100	60	50	35	80	85	45	5	135	150		
	Instante início tarefa		125	70	20	25	316,6	90	50	0	95,2	138	109	66,75	51	35	80,75	85	45	11	135,595	150		
	Tempo processamento		97	46,2	65	54,3	74,678	34,2	90,85	44	73,62	54,85	92,1	50,885	61,6	53,75	91,61	31,6	79,6	43,35	22,7957	42		
	Entrega		222	116,2	85	69,3	191,078	124,2	159,85	44	147,62	193,85	218,1	165,595	86,6	88,75	198,01	116,6	115,6	54,33	168,307	192		
	Finalização atraso		0	0	0	7,3	7,678	0	0	0	3,24	0	0	0,959	0	13,5	0,05	6,2	0	0	30,8921	0		
	Finalização antecipação		22	18,8	0	0	0	8,8	0,45	0	0	0,45	1,8	0	2,4	0	0	0	0	42,4	2,04	0	42	
	Custo de utilização máquina		2,2	5,4	2,4	1,1	9,5	4,4	0,8	6,1	9,6	3,1	2,7	3,4	2,4	1,3	9,5	7,1	9,6	3,1	2,2	4,8		
Custo antecipação	F1		138,11																					
Custo Atraso	F2		78,9151																					
Tempo de processamento	F3		1.936,2147																					
Custo de utilização das m. q.	F4		95,7																					
			F	414,7897																				
			Tempo Solução	400,458011																				
2	Tarefa	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	Máquina	m	7	10	7	0	5	9	6	7	5	0	8	3	1	8	7	1	8	5	8	10		
	Posição	F	3	1	2	1	3	2	1	3	2	3	1	3	1	1	1	2	1	1	7	2		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	25	306	90	50	0	95	130	100	60	50	35	80	85	45	5	135	150		
	Instante início tarefa		125	70	20	25	316,6	90	50	0	95,2	138	109	66,75	51	35	80,75	85	45	11	135,595	150		
	Tempo processamento		97	46,2	65	54,3	74,678	34,2	90,85	44	73,62	54,85	92,1	50,885	61,6	53,75	91,61	31,6	79,6	43,35	22,7957	42		
	Entrega		222	116,2	85	69,3	191,078	124,2	159,85	44	147,62	193,85	218,1	165,595	86,6	88,75	198,01	116,6	115,6	54,33	168,307	192		
	Finalização atraso		0	0	0	4,6	7,3	3,615	0	0	0	47,655	2,51	0,1	0	13,5	1,32	6,94	0	0	0	0	0	
	Finalização antecipação		22	18,8	0	0	0	8,8	0,45	0	0,45	0	0	1,8	0	0	0	0	0	42,4	2,04	1,44	26	
	Custo de utilização máquina		1,2	3,4	2,4	0,8	7,8	3,1	1	6,1	9,6	3,1	3,7	3,4	2,6	0,8	6,2	5,1	9,6	3,1	2,7	6,1		
Custo antecipação	F1		35,1																					
Custo Atraso	F2		136,404																					
Tempo de processamento	F3		1.908,6145																					
Custo de utilização das m. q.	F4		91,8																					
			F	443,29825																				
			Tempo Solução	276,100066																				
3	Tarefa	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	Máquina	m	6	5	8	10	4	8	10	5	8	2	1	2	1	2	1	3	7	5	6	1	3	
	Posição	F	2	2	1	1	3	2	2	3	2	3	2	2	1	1	1	3	1	1	3	4		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	25	306	90	50	0	95	130	100	60	50	35	80	85	45	5	135	150		
	Instante início tarefa		125	70	20	25	316,6	90	50	0	95,2	138	109	66,75	51	35	80,75	85	45	11	135,595	150		
	Tempo processamento		97	46,2	65	54,3	74,678	34,2	90,85	44	73,62	54,85	92,1	50,885	61,6	53,75	91,61	31,6	79,6	43,35	22,7957	42		
	Entrega		222	116,2	85	69,3	191,078	124,2	159,85	44	147,62	193,85	218,1	165,595	86,6	88,75	198,01	116,6	115,6	54,33	168,307	192		
	Finalização atraso		0	0	0	7,3	7,678	0	0	0	0	0,16	0,2	0,975	0	13,5	0,04	6,2	0	0	10,9	0,0001	0	
	Finalização antecipação		24	19,8	0	0	11,3	6,8	0	0	23,8	0	0	2,4	0	0	0	0	0	37,4	0	6,2	6,9589	
	Custo de utilização máquina		3,7	4,3	2,7	0,8	9,5	4,4	0,8	6,8	12,7	3,1	3,7	3,4	2,1	3,3	9,5	7,1	9,6	3,1	2,2	6,1		
Custo antecipação	F1		98,948888																					
Custo Atraso	F2		77,0071																					
Tempo de processamento	F3		1.906,29433																					
Custo de utilização das m. q.	F4		93,5																					
			F	413,39607																				
			Tempo Solução	291,72001																				
4	Tarefa	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	Máquina	m	2	10	6	8	0	10	8	1	4	2	6	2	8	1	7	5	3	4	9	8		
	Posição	F	2	1	1	1	2	2	2	1	2	3	2	1	1	2	1	1	1	1	2	3		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	25	306	90	50	0	95	130	100	60	50	35	80	85	45	5	135	150		
	Instante início tarefa		125	70	20	25	316,6	90	50	0	95,2	138	109	66,75	51	35	80,75	85	45	11	135,595	150		
	Tempo processamento		104,84	46,2	65	54,3	74,678	34,2	90,85	44	73,62	54,85	92,1	50,885	61,6	53,75	91,61	31,6	79,6	43,35	22,7957	42		
	Entrega		219,64	116,2	85	69,3	191,078	124,2	159,85	44	147,62	193,85	218,1	165,595	86,6	88,75	198,01	116,6	115,6	54,33	168,307	192		
	Finalização atraso		11,68	0	0	7,3	7,678	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Finalização antecipação		0	18,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Custo de utilização máquina		2	5,4	2,4	1,3	7,8	6	0,8	6,1	8,7	3,7	3,7	4,3	2,4	1,3	7,8	6	12,2	3,7	1,7	4,8		
Custo antecipação	F1		169,4448																					
Custo Atraso	F2		115,738																					
Tempo de processamento	F3		1.415,3242																					
Custo de utilização das m. q.	F4		90,3																					
			F	432,897																				
			Tempo Solução	395,99987																				
5	Tarefa	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	Máquina	m	9	10	2	3	7	2	4	9	6	2	1	8	6	8	10	3	1	5	3	3		
	Posição	F	2	1	1	1	2	2	1	2	3	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	3		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	25	306	90	50	0	95	130	100	60	50	35	80	85	45	5	135	150		
	Instante início tarefa		125	70	20	25	316,6	90	50	0	95,2	138	109	66,75	51	35	80,75	85	45	11	135,595	150		
	Tempo processamento		93	46,2	65	54,3	74,678	34,2	90,85	44	73,62	54,85	92,1	50,885	61,6	53,75	91,61	31,6	79,6	43,35	22,7957	42		
	Entrega		220	116,2	85	69,3	191,078	124,2	159,85	44	147,62	193,85	218,1	165,595	86,6	88,75	198,01	116,6	115,6	54,33	168,307	192		
	Finalização atraso		0	0	0	7,3	7,678	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Finalização antecipação		24	18,8	0	0	11,3	6,8	0,45	0	30,5	0	0	1,215	2,4	0	0	0	36,4	2,01	1,56	42		
	Custo de utilização máquina		1,7	5,4	2,2	1,1	9,5	4,4	0,8	4,8	12,2	3,1	2,2	4,3	2,4	1,1	7,9	4,4	8,7	3,1	1,7	4,8		
Custo antecipação	F1		166,248																					
Custo Atraso	F2		34,438																					
Tempo de processamento	F3		1.324,281																					
Custo de utilização das m. q.	F4		85,8																					
			F	415,111																				
			Tempo Solução	402,949011																				
6	Tarefa	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	Máquina	m	5	5	4	8	0	8	4	9	7	1	2	6	8	10	10	1	3	7	7	1		
	Posição	F	2	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	25	306	90	50	0	95	130	100	60	50	35	80	85	45	5	135	150		
	Instante início tarefa		125	70	20	25	312	90	50	0	95	136,6	121	65,3	28	35	101,75	85	45	11	136	150		
	Tempo processamento		93	46,2	65	54,3	73,96	34,2	90,85	43	73,5	57,48	96,2	40,166	58,8	53,75	91,275	31,6	79,6	43,35	22,36	58		
	Entrega		218	116,2	85	69,3	185,95	124,2	179,65	43	116,5	124,95	200,2	165,666	86,6	88,75	201,275	116,6	120,6	54,33	168,16	208		
	Finalização atraso		0	0	0	7,3	0	0	0	0	0	0,18	0,1	0,466	0	13,5	0	6,2	0	0	0	0	0	
	Finalização antecipação		26	17,8	0	0	11,2	8,8	0	0	29,5	0	0	0	0	2,4	0	0	0	37,4	2,01	0	26	
	Custo de utilização máquina		2	4,8	2,4	1,1	8,7	4,4	0,8	4,8	8,7	3,7	2,7	3,3	2,1	1,3	7,9	7,1	12,2	3,1	2,2	4,8		

		F		417,06975		Tempo Solução		447,139837														
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Máquina	m	1	4	9	3	5	8	10	1	2	3	7	4	5	7	9	4	1	5	8	2
Posição			3	2	1	1	2	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	1	2	1	2
Instante chegada Previsto			125	70	20	15	305	90	50	0	95	130	100	60	10	35	80	85	45	5	135	150
Instante início tarefa			125	70	20	15	113	90	80	0	95	130	121	110,6	28	35	100	85	45	11	136	150
Tempo processamento			57	43,9	61	54,3	71,76	34,2	90,85	48	20,5	54,85	98,55	51,42	50,8	53,75	91,81	31,4	75,6	43,31	19,26	42
Entrega			222	117,2	81	61,3	184,89	124,2	159,85	44	115,5	191,85	219,55	172,21	86,8	88,75	198,01	116,4	121,6	55,35	117,28	192
Penalização atraso			0	0	0	7,3	0,28	0	0	5	0	0	0	27,232	0	13,5	0,03	3,2	0	0,89	0	0
Penalização antecipação			22	14,8	0	0	0	8,8	0,45	0	39,5	0,45	0	0	0	0	0	0	36,4	0	1,44	42
Custo deterioração máquina			1,2	3,2	2,4	1,1	7,9	4,4	0,8	4,1	3,6	3,1	2,2	3,4	2,1	1,3	9,5	7,1	8,7	3,1	2,7	4,8
Custo antecipação		F1	189,14																			
Custo Atraso		F2	66,562																			
Tempo de processamento α		F3	1338,162																			
Custo deterioração das máq.		F4	44,7																			
		F		412,101		Tempo Solução		21971,6787														
8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Máquina	m	5	3	9	1	9	19	1	8	7	4	3	5	8	10	1	8	6	5	7	3
Posição			3	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	1	2
Instante chegada Previsto			125	70	20	15	305	90	50	0	95	130	100	60	10	35	80	85	45	5	135	150
Instante início tarefa			124,0	70	20	15	112	90	89	0	95	130	122,2	95	22	35	106	85,8	55,33	11	136	158,85
Tempo processamento			104,94	47,2	61	54,3	71,96	34,2	90,85	46	21,5	57,4	97,21	49,9	58,5	53,75	91,58	31,888	82,644	44,33	22,16	43,576
Entrega			249,84	117,2	81	61,3	183,85	124,2	159,85	46	116,5	193,4	219,41	144,9	86,8	88,75	195,58	118,885	117,944	55,33	118,16	209,426
Penalização atraso			-11,68	0	0	7,3	0	0	0	10	0	0	0	0	0	21,5	0	-3,76	0	0,89	0	0
Penalização antecipação			0	14,8	0	0	0,12	8,8	0,45	0	29,5	1,8	1,18	0,3	2,4	0	1,25	9	26,0416	0	0	30,574
Custo deterioração máquina			2	3,2	2,4	0,8	8,7	5	0,8	4,8	8,7	3,7	1,7	4,3	2,1	1,3	7,9	6	12,2	3,1	2,2	4,8
Custo antecipação		F1	111,2286																			
Custo Atraso		F2	-36,226																			
Tempo de processamento α		F3	1371,2484																			
Custo deterioração das máq.		F4	86,7																			
		F		404,476		Tempo Solução		280,819985														
9	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Máquina	m	8	3	7	4	5	1	8	5	10	4	10	7	1	6	1	4	5	4	10	1
Posição			2	1	1	1	2	2	3	1	1	2	3	2	1	1	3	2	2	1	3	2
Instante chegada Previsto			125	70	20	15	305	90	50	0	95	130	100	60	10	35	80	85	45	5	135	150
Instante início tarefa			129,85	70	20	15	112	90	60	0	95	139	128,16	94	31	35	124,2	85	46	9	136	150
Tempo processamento			112,91	47,2	61	54,3	71,96	34,2	90,85	46	21,5	54,85	118,283	90,60	55,2	52,75	99,406	31,6	71,28	42,27	22,16	42
Entrega			273,74	117,2	81	61,3	181,85	124,2	159,85	46	116,5	193,85	217,148	144,68	87,2	88,75	223,606	116,6	117,28	55,27	118,16	208
Penalização atraso			59,32	0	0	7,3	0	0	0	10	0	0	0	0	0	13,5	26,818	3,2	0	0,81	0	0
Penalização antecipação			0	14,8	0	0	0,11	8,8	0,45	0	29,5	0,45	0	0,04	2,6	0	0	0	40,12	0	0	26
Custo deterioração máquina			2	3,2	2,4	1,1	8,7	5	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	4,4	2,6	1,8	7,9	7,1	9,6	3,7	2,2	4,8
Custo antecipação		F1	123,4																			
Custo Atraso		F2	211,736																			
Tempo de processamento α		F3	1471,114																			
Custo deterioração das máq.		F4	81,1																			
		F		474,3975		Tempo Solução		281,230040														
30	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Máquina	m	9	6	5	2	8	3	1	7	10	5	2	4	10	7	7	10	8	5	3	7
Posição			1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	1	1	2	3	3	1	1	3	4
Instante chegada Previsto			125	70	20	15	305	90	50	0	95	130	100	60	10	35	80	85	45	5	135	150
Instante início tarefa			125	70	20	15	116,6	90	89	0	95	139	124	94	32	35	134,2	85	46	9	137	159,294
Tempo processamento			55	41,2	61	56,3	72,148	34,2	90,85	44	21,5	54,85	96,2	50,58	55,2	57,8	91,494	36,64	70,6	44,33	26,22	55,56304
Entrega			220	117,2	81	61,3	181,798	124,2	159,85	46	116,5	193,86	220,2	144,68	87,2	90,18	217,294	124,2	119,6	55,33	117,22	202,261
Penalização atraso			0	0	0	0,3	0,98	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Penalização antecipação			24	14,8	0	0	0	0,8	0,45	0	29,5	0,45	0	0,06	1,6	0	21,18	9	42,4	0	1,56	0
Custo deterioração máquina			1,7	1,7	2,7	1,1	7,9	7,1	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,6	1,3	7,9	7,1	9,6	1,1	1,7	6,1
Custo antecipação		F1	176,638																			
Custo Atraso		F2	202,84088																			
Tempo de processamento α		F3	1481,57304																			
Custo deterioração das máq.		F4	87,6																			
		F		482,26278		Tempo Solução		171,548936														
Método variante das métricas ponderadas, W1=W2=W3=W4=0,25																						
Solução Inicial		F		166267,13		Tempo Solução		240,709589														
1	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Máquina	m	8	6	7	4	2	3	5	3	5	7	9	1	4	8	2	7	1	5	6	10
Posição			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Instante chegada Previsto			125	70	20	15	305	90	50	0	95	130	100	60	10	35	80	85	45	5	135	150
Instante início tarefa			125	68,74	20	15	307	89	50	0	99	131,6	116,6	67,1	70	35	130,8	85	45	11	135	150
Tempo processamento			61	51,5614	61	54,3	69,31	34,2	86,1	43	21,8	51,74	86,13	49,706	51,4	56,75	97,887	31,4	75,6	43,29	21,1	42
Entrega			218	140,2454	81	61,3	176,31	124,2	148,3	43	120,9	195,34	212,73	135,506	72,4	90,75	218,887	116,6	120,6	88,29	157,1	192
Penalização atraso			0	24,7862	0	7,3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	17,5	62,861	6,2	0	99,87	0	0
Penalização antecipação			16	0	0	0	23,07	8,8	35,1	0	25,1	25,86	14,54	15,482	31,2	0	0	0	37,4	0	1,8	42
Custo deterioração máquina			2	3,2	2,4	0,8	7,9	7,1	0,8	4,8	8,7	3,1	2,2	3,4	2,1	1,1	7,9	7,1	12,2	3,1	2,2	4,8
Custo antecipação		F1	206,472																			
Custo Atraso		F2	222,2672																			
Tempo de processamento α		F3	1321,42884																			
Custo deterioração das máq.		F4	86,9																			
		F		345,73954		Tempo Solução		240,709589														
2	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Máquina	m	1	1	4	9	3	5	8	10	1	2	3	7	4	5	7	9	4	1	5	8
Posição			3	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1	2
Instante chegada Previsto			125	70	20	15	305	90	50	0	95	130	100	60	10	35	80	85	45	5	135	150
Instante início tarefa			155,136	70	20	15	306	116,2	62	0	148,3	132	105	58,3	14	35	99	85	45	5	175,98	150
Tempo processamento			115,9896	46,2	61	54,3	69,98	36,316	86,3	44	25,88</											

Tempo Solução																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
9	Tarefa																					
	Máquina																					
	Posição																					
	Instante chegada Previsto	125	70	20	25	205	90	50	0	25	110	100	60	20	35	80	85	45	5	135	150	
	Instante início tarefa	155,5415	88,75	20	25	124,2	50	62	0	109	151,3528	106	88	22	35	99	85	50,21	7	136,26	201,188	
	Tempo processamento	111,12499	32,075	67	54,3	76,596	34,2	86,3	44	21	33,70292	90,3	48,36	49,8	53,75	87,57	31,5	74,1428	43,21	19,1816	66,18976	
	Entrega	206,69565	140,825	87	69,3	201,196	124,2	146,3	44	121	185,9517	196,3	136,36	72,8	98,75	285,57	116,5	124,2338	90,21	135,5463	267,21568	
	Penalização atraso	45,13117	26,476	9	6,3	17,286	9	0	5	0	0	0	0	0	13,5	0	8,7	0	0	0	0	0
	Penalização antecipação	0	0	0	0	0	0	8,6	35,7	0	25	20,82764	6,4	25,02	30,4	0	34,29	9	13,5672	34,37	4,91368	0
	Custo deterioração máquina	2	1,7	2,7	0,8	9,5	5	1	6,1	9,5	1,1	7,3	4,1	7,6	9,8	9,5	7,1	9,6	1,1	7,7	2,7	6,1
		F1	796,71981																			
	F2	195,47664																				
	F3	1397,59344																				
	F4	91,5																				
	F	360,720289																				
	Tempo Solução	275,1300065																				
Método das distâncias relativas ponderadas com p=1, W1=W2=W3=W4=0,25																						
Solução Inicial																						
10	Tarefa																					
	Máquina																					
	Posição																					
	Instante chegada Previsto	125	70	20	25	205	90	50	0	25	110	100	60	20	35	80	85	45	5	135	150	
	Instante início tarefa	125	70	20	25	174,2	50	62	0	59	165,632	118	56,3	24	35	120,9	85	72,4	5	135	150	
	Tempo processamento	53	44,2	67	54,3	71,686	34,2	86,3	44	21,8	38,9948	87,4	48,636	58,4	56,75	97,987	31,5	84,212	45,1	20,1	5,8	
	Entrega	218	114,2	85	69,3	185,896	124,2	148,3	44	120,9	225,2278	196,4	135,826	72,4	98,75	238,887	116,5	124,2338	90,21	135,5463	267,21568	
	Penalização atraso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Penalização antecipação	26	17,8	0	0	1,11	0	6,45	0	30,5	0	0	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Custo deterioração máquina	2	4,3	2,4	1,1	7,9	7,1	0,8	6,1	8,7	1,1	2,7	5,3	2,4	1,1	7,9	7,1	32,2	3,7	1,7	4,8	0
		F1	260,772																			
	F2	377,4325																				
	F3	1362,2378																				
	F4	92,4																				
	F	150,936395																				
	Tempo Solução	137,275																				
Método das distâncias relativas ponderadas com p=1, W1=W2=W3=W4=0,25																						
Solução Inicial																						
1	Tarefa																					
	Máquina																					
	Posição																					
	Instante chegada Previsto	125	70	20	25	205	90	50	0	25	110	100	60	20	35	80	85	45	5	135	150	
	Instante início tarefa	125	70	20	25	111	218	68	0	26	145,1	124,2	105	32	87,2	136,6	87	25	9	136	150	
	Tempo processamento	53	44,2	67	54,3	72,69	37,24	86,35	46	23,5	35,789	96,31	49,1	55,2	97,34	96,758	31,6	75,6	45,27	22,36	5,8	
	Entrega	218	114,2	87	71,3	183,63	229,24	159,63	46	115,5	200,885	220,51	145,1	87,2	164,44	222,789	116,6	120,6	92,27	118,16	247,008	
	Penalização atraso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Penalização antecipação	26	17,8	0	0	1,11	0	6,45	0	30,5	0	0	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Custo deterioração máquina	2	4,3	2,2	1,3	9,5	4,4	1	4,8	1,6	1,1	2,7	5,3	2,6	1,3	7,9	7,1	32,2	3,7	2,2	4,8	0
		F1	140,88																			
	F2	398,464																				
	F3	1576,181																				
	F4	43																				
	F	1206,931815																				
	Tempo Solução	414,890015																				
Método das distâncias relativas ponderadas com p=1, W1=W2=W3=W4=0,25																						
Solução Inicial																						
2	Tarefa																					
	Máquina																					
	Posição																					
	Instante chegada Previsto	125	70	20	25	205	90	50	0	25	110	100	60	20	35	80	85	45	5	135	150	
	Instante início tarefa	125	70	44	35	111	198,324	68	0	119,815	126,835	122	114,2	28	35	106	120,6	45	9	136	150	
	Tempo processamento	53	44,2	70	54,3	71,63	48,2932	90,35	44	26,985	42,42525	87,1	54,124	58,5	53,75	91,58	37,299	75,6	46,27	12,16	63,804	
	Entrega	218	114,2	121	69,3	183,63	215,623	159,63	46	118,835	248,863	245,1	168,324	86,8	98,75	292,158	137,896	120,6	92,27	118,16	247,008	
	Penalização atraso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Penalização antecipação	26	17,8	0	0	1,11	0	6,45	0	30,5	0	0	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Custo deterioração máquina	2	4,3	2,4	1,1	9,5	4,4	0,8	6,1	9,6	1,1	7,7	4,1	2,1	9,8	7,9	4,4	32,2	3,7	2,2	4,8	0
		F1	86,22																			
	F2	483,2843																				
	F3	3639,28437																				
	F4	88,7																				
	F	1548719079																				
	Tempo Solução	403,910004																				
Método das distâncias relativas ponderadas com p=1, W1=W2=W3=W4=0,25																						
Solução Inicial																						
3	Tarefa																					
	Máquina																					
	Posição																					
	Instante chegada Previsto	125	70	20	25	205	90	50	0	25	110	100	60	20	35	80	85	45	5	135	150	
	Instante início tarefa	125	121,6	20	25	113	90	69	51,27	119,83	136	124	101,4808	28	35	114,2	88,75	45	9	193,4	181,216	
	Tempo processamento	55	92,636	67	54,3	71,29	34,2	90,35	46,2188	26,985	57,4	96,2	52,21578	58,8	53,75	97,986	32,2	78,6	45,27	25,868	63,9046	
	Entrega	220	181,236	87	69,3	184,10	124,2	150,83	131,498	184,835	193,4	220,2	152,8696	86,8	98,75	221,606	120,55	121,6	92,27	118,16	247,008	
	Penalização atraso	0	147,648	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Penalização antecipação	26	17,8	0	0	1,11	0	6,45	0	30,5	0	0	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Custo deterioração máquina	2	5,4	2,2	1,1	7,9	6,1	1	4,1	12,2	3,7	2,7	4,4	7,1	1,3	9,2	7,1	32,2	3,7	2,2	4,8	0
		F1	73,81																			
	F2	676,33796																				
	F3	3654,76954																				
	F4	91,2																				
	F	117931499																				
	Tempo Solução	401,480040																				
Método das distâncias relativas ponderadas com p=1, W1=W2=W3=W4=0,25																						
Solução Inicial																						
4	Tarefa																					
	Máquina																					
	Posição																					
	Instante chegada Previsto	125	70	20	25	206	90	50	0	25	110	100	60	20	35	80	85	45	5	135	150	
	Instante início tarefa	125	70	20	25	174,2	50	62	0	26	136	124	106	22	35	106,85	85	201,196	0	145,1	150	
	Tempo processamento	53	46,2	67	54,3	76,596	34,2	90,35	44	20,5	37,4	96,2	42,1	56,2	56,75	111,105	31,6	162,805	45,27	20,936	5,8	
	Entrega	218	115,2	80	71,3	203,196	124,2	150,83	44	115,5	194,4	220,9	145,1	87,2	98,75	221,606	116,6	124,2338	90,21	135,5463	267,21568	
	Penalização atraso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Penalização antecipação	26	17,8	0	0	1,11	0	6,45	0	30,5	0	0	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Custo deterioração máquina	2	5,4	2,2	0,8	9,5	6	1	4,8	12,2	3,7	2,7	5,3	2,6	1,1	9,5	7,1	32,2	3,7	1,7	4,8	0
		F1	110,95																			
	F2	679,10995																				

				F1		1832,84338																	
				F4		96,1																	
				F		1,34605738																	
				Tempo Solução		601,919689																	
5	Tarefa	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	3	5	10	4	8	4	7	7	2	6	5	1	1	8	1	2	3	1	4	10	
	Posição		2	1	1	1	2	3	2	1	1	3	3	1	1	1	2	2	1	2	2	2	
		Instante chegada Previsto	125	70	70	20	25	306	59	90	0	96	130	100	60	30	35	90	85	65	5	135	150
		Instante inicia tarefa	125	70	70	20	25	113	158,16	88	0	96	138	160,25	197,896	32	35	106,7	115,5	65	714,2	136	150
		Tempo processamento	95	44,2	61	54,3	71,28	46,8088	96,85	44	37,5	56,85	116,3483	79,54657	55,2	55,75	91,666	56,48	75,6	46,826	22,36	58	
		Entraga	220	114,2	81	69,3	184,15	284,6288	156,85	44	115,5	193,85	276,9763	211,8965	87,2	90,75	197,996	151,88	120,6	169,526	158,16	208	
		Penalização atraso	0	0	0	3	7,3	0,25	71,6288	0	6	0	0	56,9793	126,3965	0	17,5	0	75,96	0	316,878	6,48	0
		Penalização antecipação	24	17,8	0	0	0	0	0,43	0	0	30,5	0,42	0	0	1,8	0	0,402	0	37,4	0	0	26
		Custo de utilização máquina	1,7	-0,3	2,4	0,8	7,9	6	0,8	6,1	3,6	3,1	2,7	3,4	2,6	4,1	7,9	6	22,2	3,1	2,2	6,1	
				F1		138,642																	
				F2		680,46362																	
				F3		2725,18762																	
				F6		90																	
				F		1,13307188																	
				Tempo Solução		399,290089																	
6	Tarefa	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	9	4	4	1	7	5	6	5	3	10	7	4	8	3	8	9	10	5	7	9	
	Posição		7	7	1	1	2	2	2	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Instante chegada Previsto	125	70	20	25	205	50	50	0	96	130	100	60	30	35	90	85	65	5	135	150	
		Instante inicia tarefa	125	51	20	35	215,55	115,5	69,39	0	96	116,6	121	100,06	78	54,219	107,9	85	65	11	138	200	
		Tempo processamento	85	49,06	61	54,3	108,4315	38,79	81,2645	48	20,5	57,48	98,35	58,5132	58,8	107,4305	50,354	31,6	76,8	44,39	19,28	69,2	
		Entraga	220	130,06	81	69,3	328,0035	154,29	160,3945	46	115,5	194,09	239,55	188,9752	96,8	261,7205	198,154	146,6	121,6	53,39	117,248	289,2	
		Penalização atraso	0	0	0	3	7,3	0,442035	11,29	1,1835	10	0	0,16	0	43,9732	0	389,441	6,462	3,2	0	10,9	0	
		Penalização antecipação	24	1,04	0	0	0	0	0	0	0	30,5	0	0	2,4	0	0	0	0	36,4	0	1,44	
		Custo de utilização máquina	1,7	5,4	2,4	0,8	9,5	7,1	7	4,8	12,2	3,7	2,2	3,4	2,1	9,8	8,2	4,4	8,7	3,1	2,7	4,8	
				F1		97,338																	
				F2		82,5143																	
				F3		1890,6437																	
				F6		89																	
				F		1,35698111																	
				Tempo Solução		446,949888																	
7	Tarefa	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	6	5	10	1	3	2	3	6	4	4	5	9	8	9	5	10	8	4	7	10	
	Posição		2	1	1	1	2	1	3	3	2	3	2	2	1	2	2	1	3	1	1	3	
		Instante chegada Previsto	125	70	20	25	205	50	50	0	96	130	100	60	30	35	90	85	65	5	135	150	
		Instante inicia tarefa	125	70	20	25	111	90	60	0	96	116,5	207,306	204,75	115,8	35	114,2	85	65	9	136	150	
		Tempo processamento	95	44,2	61	54,3	72,63	34,12	90,85	43	21,5	57,475	142,0183	40,645	11,126	53,75	53,206	31,6	79,8	42,27	22,36	58	
		Entraga	220	114,2	81	69,3	183,63	124,2	159,83	43	115,5	193,975	349,3243	344,799	229,96	88,35	207,306	146,6	115,8	55,27	118,16	208	
		Penalização atraso	0	0	0	3	7,3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Penalização antecipação	24	17,8	0	0	1,13	8,6	0,61	0	29,5	0,075	0	0,675	0	0	0	0	0	36,4	0	6	
		Custo de utilização máquina	1,7	-0,3	2,4	0,8	9,6	4,4	1	4,8	8,7	3,7	2,7	3,3	2,1	9,8	8,2	4,4	8,7	3,1	2,7	4,7	
				F1		310,79																	
				F2		667,5793																	
				F3		1581,6293																	
				F6		89,1																	
				F		0,96454877																	
				Tempo Solução		424,640015																	
8	Tarefa	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	20	8	5	7	2	4	6	9	3	7	1	9	1	4	9	7	5	1	1	2	
	Posição		1	1	2	4	1	1	1	1	2	3	3	3	4	1	2	2	1	2	1	2	
		Instante chegada Previsto	125	70	20	25	205	50	50	0	96	130	100	60	30	35	90	85	65	5	135	150	
		Instante inicia tarefa	125	70	114,2	25	113	90	60	0	96	162,404	183,816	116,6	30	35	134,2	85	69,3	11	136	184,20	
		Tempo processamento	97	44,2	131,65	54,3	71,29	34,2	90,85	43	20,5	61,3636	138,588	41,632	35,2	55,45	59,406	31,6	83,34	44,39	22,36	47,484	
		Entraga	222	114,2	263,85	69,3	184,10	124,2	159,83	43	115,5	213,0919	277,148	329,212	87,2	90,75	213,606	146,6	142,628	55,33	118,16	231,754	
		Penalização atraso	0	0	12,85	2,3	0,79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Penalização antecipação	23	17,8	0	0	0	0	0	0	30,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Custo de utilização máquina	1,2	-0,3	2,2	0,8	7,9	6	1	4,8	12,2	3,7	2,2	3,3	2,6	3,1	7,9	4,4	8,7	3,1	2,2	4,8	
				F1		85,3735																	
				F2		410,9272																	
				F3		1635,224																	
				F6		86,4																	
				F		0,90847818																	
				Tempo Solução		431,919489																	
9	Tarefa	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	5	3	10	9	4	10	1	6	7	6	3	9	2	8	5	9	7	10	1	1	
	Posição		2	1	3	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	3	1	1	2	1	
		Instante chegada Previsto	125	70	70	20	25	306	59	50	0	96	130	100	60	30	35	90	85	65	5	135	
		Instante inicia tarefa	128,64	70	124,7	25	111	169	88	0	121,6	130	223,7	305,1	39	35	108	145,465	105	0	110,85	183,61	
		Tempo processamento	132,064	47,9	130,15	54,3	72,68	34,5	90,85	43	38,36	54,85	172,21	40,156	58,8	55,75	90,08	61,21056	31,6	42,27	21,981	43,9456	
		Entraga	375,104	117,7	263,35	69,3	183,63	124,2	158,83	43	145,26	191,85	219,41	311,406	86,8	90,75	248,44	185,2405	121,6	55,27	161,41	236,716	
		Penalização atraso	183,068	0	183,35	7,3	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Penalização antecipação	0	34,8	0	0	1,11	8,5	0,45	0	6,24	0,05	1,18	0	2,4	0	0	0	0	0	36,4	0	
		Custo de utilização máquina	2	3,2	2,4	1,1	9,5	6	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	5,3	2,1	1,1	8,2	4,4	8,7	3,1	2,2	6,1	

Método das distâncias relativas ponderadas com $w_2=w_3=w_4=0,25$																							
Solução Inicial		Tarefa	I																				
		Máquina	m																				
		Posição	p																				
1	Tarefa	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	1	2	1	1	4	30	4	1	5	8	1	3	6	5	3	9	2	8	5	10	2
	Posição	p	3	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	0	2	1	1	1	2	1	2	1
	Instante chegada Previsto		125	70	20	25	376	90	50	0	95	130	100	60	20	35	80	85	45	5	135	150	
	Instante início tarefa		179,65	70	20	25	117,1	90	81	72,4	115,6	135,425	109,7244	58,3	29	35	99	114,2	46	81,75	135	150	
	Tempo processamento		129,79	44,2	61	54,3	87,843	34,2	96,05	48,895	22,56	54,3188	134,3484	31,626	53,4	53,75	87,57	36,272	79,6	46,6023	22,1	58	
	Entrega		305,44	114,2	81	69,3	244,943	124,2	179,65	121,295	188,16	189,7244	324,0728	139,926	72,4	88,75	184,57	156,472	115,6	135,425	157,1	208	
	Fornalhão abastecido		139,88	0	3	7,3	48,943	0	56,05	28,925	0	104,9728	0	0	11,5	0	70,264	0	24,2375	0	0	0	
	Fornalhão antecipação		0	17,8	0	0	0	0	5,8	0	0	7,84	21,8288	0	24,222	31,2	0	34,29	0	42,4	0	1,8	28
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	1,1	9,5	5	0,8	4,8	9,5	1,1	1,7	5,1	2,1	0,8	9,5	5	9,6	3,1	2,2	6,1	
	Custo antecipação	F1	287,12875																				
	Custo atraso	F2	475,13381																				
	Tempo de processamento	F3	1762,15465																				
	Custo deterioração das máq.	F4	85,2																				
	Tempo Solução		F	0,939611401																			
Tempo Solução		F	404,240583																				
2	Tarefa	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	3	10	5	4	2	2	4	3	6	10	8	9	6	8	7	3	1	5	9	1	
	Posição	p	3	1	2	1	2	1	2	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1	2	1	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	25	376	90	50	0	95	130	100	60	20	35	80	85	45	5	135	150	
	Instante início tarefa		125	70	20	25	114,2	90	69,3	0	100	129,2	108	58	24	35	98	85	208	7	136,56	150	
	Tempo processamento		55	46,2	85,6275	54,3	74,586	34,2	91,045	43	21	56,38	87,4	38,56	58,4	55,75	88,14	31,6	137,44	41,21	20,3296	58	
	Entrega		220	116,2	135,67875	69,3	159,186	124,2	160,346	43	121	189,58	295,4	136,56	72,4	90,75	184,14	116,6	195,44	50,21	156,7338	208	
	Fornalhão abastecido		0	0	61,8675	7,3	25,386	0	1,326	4	0	0	0	0	0	0	17,5	0	3,2	23,44	0	0	0
	Fornalhão antecipação		24	15,8	0	0	0	0	8,8	0	0	25	28,26	40,2	28,22	21,2	0	33,58	0	0	14,37	2,0238	26
	Custo deterioração máquina		1,7	5,4	2,7	0,8	7,8	4,4	0,8	4,8	12,7	1,7	1,7	5,1	2,1	0,8	7,8	4,4	8,7	1,1	1,7	6,1	
	Custo antecipação	F1	281,0228																				
	Custo atraso	F2	547,5285																				
	Tempo de processamento	F3	1601,9171																				
	Custo deterioração das máq.	F4	93,3																				
	Tempo Solução		F	0,49743095																			
Tempo Solução		F	176,23999																				
3	Tarefa	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	8	3	5	4	10	10	9	5	9	1	7	10	7	2	2	10	6	5	7	4	
	Posição	p	1	1	1	1	4	1	2	2	2	2	3	3	1	1	1	2	2	1	1	2	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	25	376	90	50	0	95	130	100	60	20	35	80	85	45	5	135	150	
	Instante início tarefa		125	70	20	25	227,7298	90	62	87	148,3	120	151,1	102,672	22	35	99,75	114,2	50,38	6	135	150	
	Tempo processamento		51	41,2	67	54,3	111,1507	34,2	88,1	40,48	75,83	56,35	114,465	61,80344	49,6	55,75	86,8025	37,672	70,1224	44,18	21,1	58	
	Entrega		228	117,2	87	69,3	338,878	124,2	146,3	126,48	174,13	190,35	275,257	177,978	72,8	98,75	199,0475	160,292	129,1034	50,18	151,1	208	
	Fornalhão abastecido		0	0	0	0	110,878	0	0	180,35	16,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fornalhão antecipação		25	16,8	0	0	0	0	8,8	11,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Custo deterioração máquina		2	1,7	2,7	0,8	9,5	5	1	4,8	12,7	1,7	1,7	5,1	2,1	0,8	7,8	4,4	8,7	1,1	1,7	6,1	
	Custo antecipação	F1	245,0391																				
	Custo atraso	F2	642,70267																				
	Tempo de processamento	F3	1773,51777																				
	Custo deterioração das máq.	F4	93,6																				
	Tempo Solução		F	0,79951202																			
Tempo Solução		F	547,379931																				
4	Tarefa	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	3	6	9	9	2	8	5	7	10	6	3	5	7	6	10	8	4	1	5	2	
	Posição	p	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	3	3	1	2	2	1	1	1	2	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	25	376	90	50	0	95	130	100	60	20	35	80	85	45	5	135	150	
	Instante início tarefa		125	70	20	25	307	136,3	62	0	99	149,925	107	168,508	44	25	120,1	85	45	5	148,3	176,31	
	Tempo processamento		112,1	51,875	101,925	54,3	89,35	28,065	88,1	41	21,8	51,2175	49,65	60,0056	52,4	53,75	87,982	37,8	29,6	46,15	19,898	26,2096	
	Entrega		133,36	100,825	171,725	69,3	176,11	175,148	148,3	44	170,9	195,1488	145,8	216,2816	106,4	88,75	218,897	136,4	173,6	51,15	168,198	227,5196	
	Fornalhão abastecido		178,72	25,875	93,225	7,3	0	20,585	0	0	0	5,8975	0	0	89,20156	36,8	13,5	62,161	3,2	0	0	30,994	0
	Fornalhão antecipação		0	0	0	0	0	23,87	9	35,1	0	25,1	0	48,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,4	1,1	7,8	4,4	0,8	6,1	8,7	1,7	1,7	5,1	2,1	0,8	7,8	4,4	8,7	1,1	1,7	6,1	
	Custo antecipação	F1	191,0004																				
	Custo atraso	F2	574,21205																				
	Tempo de processamento	F3	1674,62511																				
	Custo deterioração das máq.	F4	82,6																				
	Tempo Solução		F	0,57963345																			
Tempo Solução		F	392,549988																				
5	Tarefa	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	8	8	5	7	6	8	7	2	8	3	20	4	10	9	1	8	6	2	3	4	
	Posição	p	4	2	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1	5	3	2	1	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	25	376	90	50	0	95	130	100	60	20	35	80	85	45	5	135	150	
	Instante início tarefa		189,2782	89,75	20	25	306	90	69,3	0	124,2	154,1	105	87	27	35	99	114,2	175,58	46	135	150	
	Tempo processamento		131,54552	52,075	67	54,3	69,98	34,2	91,045	43	23,42	57,135	80,3	49,14	49,8	53,75	88,14	41,6192	164,6604	44,38	19,1	58	
	Entrega		300,8232	140,825	87	69,3	375,93	124,2	160,345	43	147,62	211,215	196,3	196,14	72,8	98,75	195,14	189,2993	340,6464	93,38	154,1	208	
	Fornalhão abastecido		153,5834	25,475	0	7,3	0	0	1,935	10	3,24	34,43	0	0	0	0	11,5	0	145,4784	152,6484	105,14	0	0
	Fornalhão antecipação		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Custo deterioração máquina		2	3,2	2,4	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	9,5	1,1	1,7	5,1	2,1	0,8	7,8	4,4	8,7	1,1	1,7	6,1	
	Custo antecipação	F1	208,62																				
	Custo atraso	F2	603,21024																				
	Tempo de processamento	F3	1758,76132																				
	Custo deterioração das máq.	F4	85,8																				
	Tempo Solução		F	0,60047285																			
Tempo Solução		F	355,609983																				
6	Tarefa	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	8	5	6	7	1	10	10														

Custo deterioração das máq		F4	93,8																					
		F	0,53421572																					
		Tempo Solução	494531,981																					
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	Máquina	m	5	7	9	10	7	4	3	9	2	6	9	2	6	5	8	2	7	3	6	1		
	Posição	m	2	1	2	1	1	1	2	1	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1	2	1		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	35	306	93	50	0	95	130	100	60	30	35	80	85	45	5	135	150		
	Instante início tarefa		125	70	20	35	307	93	50	0	100	130	100	60	30	35	80	85	45	5	135	150		
	Tempo processamento		41	45,7	82,71	54,3	70,166	34,2	85,417	41	38,1702	57,265	98,8875	54,612	58,6	55,35	85,52	31,5	170,713	44,18	30,1	58		
	Emprego		218	115,2	125,25	65,3	159,536	124,2	145,597	49	159,3792	212,365	224,1295	171,252	72,6	88,35	185,57	116,6	366,1273	50,18	155,1	298		
	Finalização atraso		0	0	47,25	7,3	6,566	0	0	0	4	106,7584	30,75	4,1375	25,352	0	17,5	0	5,2	208,1273	0	0	0	
	Finalização antecipação		25	15,8	0	0	0	5,5	34,209	0	0	0	0	0	31,2	0	37,29	0	0	14,46	5,5	28		
	Custo deterioração máquina		2	5,4	2,4	0,8	9,5	6	1	4,8	9,6	3,1	1,7	4,3	2,4	1,1	8,2	6	8,7	3,1	1,7	6,1		
	Custo antecipação	F1	129,529																					
	Custo Atraso	F2	4021,8218																					
Tempo de processamento	F3	1705,04238																						
Custo deterioração das máq	F4	83,9																						
		F	0,50081161																					
		Tempo Solução	131,350005																					
8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	Máquina	m	4	10	9	7	10	1	4	9	7	7	9	4	8	5	5	5	7	8	9	9		
	Posição	m	3	2	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	1	2	4	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	35	306	93	50	0	95	130	100	60	30	35	80	85	45	5	135	150		
	Instante início tarefa		125	121,2	20	35	307	93	62	0	100	176,31	105	121	44	35	99	85	185,17	7	135	164,62		
	Tempo processamento		47	62,292	65	54,3	69,35	34,2	86,3	48	11	40,4465	90,3	43,52	62,6	55,75	85,57	31,5	166,1876	41,21	15,1	60,3392		
	Emprego		222	184,492	85	69,3	176,53	154,2	148,3	44	121	236,7965	296,3	164,62	126,4	90,75	183,57	116,6	351,7576	50,21	154,1	124,9592		
	Finalização atraso		0	157,476	7	7,3	0	0	0	0	5	0	85,812	0	19,62	36,8	17,5	0	5,2	193,7576	0	0	0	
	Finalização antecipação		12	6	0	0	22,07	8,8	15,1	0	25	0	47,4	0	0	0	37,29	0	0	14,37	7,8	0,0406		
	Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,4	0,8	7,9	6	0,8	6,1	12,2	3,1	2,2	5,3	2,6	1,1	8,2	4,4	9,6	3,1	2,7	4,8		
	Custo antecipação	F1	229,8788																					
	Custo Atraso	F2	534,1865																					
Tempo de processamento	F3	1567,6753																						
Custo deterioração das máq	F4	89,9																						
		F	0,549878767																					
		Tempo Solução	235,548995																					
9	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	Máquina	m	8	4	4	5	1	1	7	1	1	7	10	4	1	7	5	10	8	7	6	7		
	Posição	m	2	2	1	1	2	2	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	35	306	93	50	0	95	130	100	60	30	35	80	85	45	5	135	150		
	Instante início tarefa		125	81	20	35	306	93	62	0	100	208	116,6	60	29	148,3	99	85	45	5	116,57	150		
	Tempo processamento		49	49,06	61	56,3	69,36	34,2	86,3	48	11	68,2	96,13	38,56	49,8	136,735	87,57	31,6	70,6	46,15	13,1042	58		
	Emprego		228	190,06	81	71,3	175,08	154,2	148,3	48	121	225,2	212,73	196,16	72,8	251,385	185,57	116,6	115,6	311,5	200,7642	200		
	Finalização atraso		0	0	5	9,3	0	0	0	0	4	0	164,4	0	0	346,67	0	3,2	0	0	119,2926	0		
	Finalização antecipação		25	1,04	0	0	24,06	8,8	15,1	0	25	0	14,34	25,32	30,4	0	34,29	0	42,4	11,55	0	26		
	Custo deterioração máquina		2	5,4	2,4	0,8	8,7	6	0,8	6,8	9,6	3,2	3,2	5,1	2,6	1,1	9,5	5,1	9,6	3,2	3,7	6,1		
	Custo antecipação	F1	325,4																					
	Custo Atraso	F2	682,2705																					
Tempo de processamento	F3	1568,61927																						
Custo deterioração das máq	F4	93,6																						
		F	0,70281129																					
		Tempo Solução	235,239588																					
10	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	Máquina	m	5	3	5	1	4	4	10	3	8	10	6	3	7	9	7	10	5	6	2	7		
	Posição	m	2	2	5	1	1	2	1	1	1	7	2	3	1	1	2	2	1	1	1	3		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	35	306	93	50	0	95	130	100	60	30	35	80	85	45	5	135	150		
	Instante início tarefa		125	70	218	25	206	175,65	62	0	100	190,628	107	117,2	23	35	98	148,3	46	5	135	186,14		
	Tempo processamento		53	47,2	212,1	54,3	70,86	49,617	86,3	48	11	62,5692	88,85	41,7584	40,8	53,35	83,14	45,728	70,6	44,16	12,1	43,1014		
	Emprego		218	117,2	433,1	69,3	176,65	226,267	148,3	48	121	225,2322	195,85	190,984	72,8	88,35	184,14	106,008	116,6	30,18	154,1	140,9224		
	Finalização atraso		0	0	205,1	7,3	0	10,267	0	0	4	0	113,0644	0	14,5984	0	14,5	0	150,054	0	0	0	21,6468	
	Finalização antecipação		25	15,8	0	0	23,06	0	15,1	0	25	0	0	0	0	33,58	0	42,4	11,55	0	0	0	0	
	Custo deterioração máquina		2	3,7	2,7	0,8	9,5	6	0,8	6,8	9,6	3,2	3,2	5,1	2,6	1,1	9,6	7,8	5,1	9,6	3,1	2,7	6,1	
	Custo antecipação	F1	300,89																					
	Custo Atraso	F2	782,5362																					
Tempo de processamento	F3	1583,1036																						
Custo deterioração das máq	F4	89,5																						
		F	0,53936821																					
		Tempo Solução	132,629581																					

APÊNDICE I

Método Ponderado, M1*(M2+M3)/M4=0,25

Substituição	Tempo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Máquina	m	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Operário	o	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Instalação	inst	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Instalação - Chegada	inst	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Instalação - Retorno	inst	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Tempo - Processamento	temp	0	47,2	0	5,3	10,6	15,9	21,2	26,5	31,8	37,1	42,4	47,7	53,0	58,3	63,6	68,9	74,2	79,5	84,8	90,1	95,4	100,7	106,0	111,3	116,6
Tempo - Armazenamento	temp	0	10,332	0	2,066	4,132	6,198	8,264	10,330	12,396	14,462	16,528	18,594	20,660	22,726	24,792	26,858	28,924	30,990	33,056	35,122	37,188	39,254	41,320	43,386	45,452
Instalação - Armazenamento	inst	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Instalação - Retorno Armazenamento	inst	2,7	5,4	8,1	10,8	13,5	16,2	18,9	21,6	24,3	27,0	29,7	32,4	35,1	37,8	40,5	43,2	45,9	48,6	51,3	54,0	56,7	59,4	62,1	64,8	67,5
Quanto armazenado	FL		140,180																							
Quanto Alínea	F2		11,362																							
Tempo de processamento de	PS		100,200																							
Quanto armazenado de	SA		111,7																							
Tempo Salário	SA		99,37631																							
Tempo Salário	SA		124,13960																							

		Metodo variante das meta-heurísticas ponderadas, W1-W2-W3-W4-0-25													
		Soluções itélicas													
		1													
		2													
		3													
		4													
		5													
		6													
		7													
		8													
		9													
		10													
		11													
		12													
		13													
		14													
		15													
		16													
		17													
		18													
		19													
		20													
		21													
		22													
		23													
		24													
		25													
		26													
		27													
		28													
		29													
		30													
		31													
		32													
		33													
		34													
		35													
		36													
		37													
		38													
		39													
		40													
		41													
		42													
		43													
		44													
		45													
		46													
		47													
		48													
		49													
		50													
		51													
		52													
		53													
		54													
		55													
		56													
		57													
		58													
		59													
		60													
		61													
		62													
		63													
		64													
		65													
		66													
		67													
		68													
		69													
		70													
		71													
		72													
		73													
		74													
		75													
		76													
		77													
		78													
		79													
		80													
		81													
		82													
		83													
		84													
		85													
		86													
		87													
		88													
		89													
		90													
		91													
		92													
		93													
		94													
		95													
		96													
		97													
		98													
		99													
		100													
		101													
		102													
		103													
		104													
		105													
		106													
		107													
		108													
		109													
		110													
		111													
		112													
		113													
		114													
		115													
		116													
		117													
		118													
		119													
		120													
		121													
		122													
		123													
		124													
		125													
		126													
		127													
		128													
		129													
		130													
		131													
		132													
		133													
		134													
		135													
		136													
		137													
		138													
		139													
		140													
		141													
		142													
		143													
		144													
		145													
		146													
		147													
		148													
		149													
		150													
		151													
		152													
		153													
		154													
		155													
		156													
		157													
		158													
		159													
		160													
		161													
		162													
		163													
		164													
		165													
		166													
		167													
		168													
		169													
		170													
		171													
		172													
		173													
		174													
		175													
		176													
		177													
		178													
		179													
		180													
		181													
		182													
		183													
		184													
		185													
		186													
		187													
		188													
		189													
		190													
		191													
		192													
		193													
		194													
		195													
		196													
		197													
		198													
		199													
		200													
		201													
		202													
		203													
		204													
		205													
		206													
		207													
		208													
		209													
		210													
		211													
		212													
		213													
		214													
		215													
		216													
		217													
		218													
		219													
		220													
		221													
		222													
		223													
		224													
		225													
		226													
		227													
		228													
		229													
		230													
		231													
		232													
		233													
		234													
		235													
		236													
		237													
		238													
		239													
		240													
		241													
		242													
		243													
		244													
		245													
		246													
		247													
		248													
		249													
		250													

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

Método das distâncias relativas ponderadas com p=1, W1-W2-W3-W4=0-25

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

COMPARAÇÃO DE META-HEURÍSTICAS APLICADAS A UM PROBLEMA DE ESCALONAMENTO EM MÁQUINAS PARALELAS

Table with multiple columns for different parameters (e.g., Tempo, Memória, Custo) and rows for different scenarios (e.g., 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10). The table is structured as a grid with sub-headers for each parameter and data points for each scenario.

COMPARAÇÃO DE META-HEURÍSTICAS APLICADAS A UM PROBLEMA DE ESCALONAMENTO EM MÁQUINAS PARALELAS

Método dos mínimos quadrados ponderados com p=2, w1=W2=w3=0,25	
Objetivo	Min
Função	f(x) = 1 + 2 x + 4 x + 5 x + 9 x + 9 x + 10 x + 11 x + 12 x + 13 x + 14 x + 15 x + 16 x + 17 x + 18 x + 19 x + 20 x + 21 x + 22 x + 23 x + 24 x + 25 x
Restrições	M = 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25
Tabela de resultados	
Valor da função	96,37
Valor de X	1805,2754
Valor de Y	1694,3302
Valor de Z	242,855064
Valor de W	356,199863

Método dos mínimos quadrados ponderados com p=2, w1=W2=w3=0,25	
Objetivo	Min
Função	f(x) = 1 + 2 x + 4 x + 5 x + 9 x + 9 x + 10 x + 11 x + 12 x + 13 x + 14 x + 15 x + 16 x + 17 x + 18 x + 19 x + 20 x + 21 x + 22 x + 23 x + 24 x + 25 x
Restrições	M = 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25
Tabela de resultados	
Valor da função	207,80028
Valor de X	1805,2754
Valor de Y	2084,82422
Valor de Z	100,1
Valor de W	1,74668895
Valor de S	2542,199863

Método dos mínimos quadrados ponderados com p=2, w1=W2=w3=0,25	
Objetivo	Min
Função	f(x) = 1 + 2 x + 4 x + 5 x + 9 x + 9 x + 10 x + 11 x + 12 x + 13 x + 14 x + 15 x + 16 x + 17 x + 18 x + 19 x + 20 x + 21 x + 22 x + 23 x + 24 x + 25 x
Restrições	M = 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25
Tabela de resultados	
Valor da função	282,504
Valor de X	1805,2754
Valor de Y	2211,43755
Valor de Z	122,1
Valor de W	1,938844218
Valor de S	3162,69864

Método dos mínimos quadrados ponderados com p=2, w1=W2=w3=0,25	
Objetivo	Min
Função	f(x) = 1 + 2 x + 4 x + 5 x + 9 x + 9 x + 10 x + 11 x + 12 x + 13 x + 14 x + 15 x + 16 x + 17 x + 18 x + 19 x + 20 x + 21 x + 22 x + 23 x + 24 x + 25 x
Restrições	M = 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25
Tabela de resultados	
Valor da função	369,801733
Valor de X	1805,2754
Valor de Y	2421,34864
Valor de Z	155,1
Valor de W	2,188010733
Valor de S	3620,80961

Método dos mínimos quadrados ponderados com p=2, w1=W2=w3=0,25	
Objetivo	Min
Função	f(x) = 1 + 2 x + 4 x + 5 x + 9 x + 9 x + 10 x + 11 x + 12 x + 13 x + 14 x + 15 x + 16 x + 17 x + 18 x + 19 x + 20 x + 21 x + 22 x + 23 x + 24 x + 25 x
Restrições	M = 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25
Tabela de resultados	
Valor da função	468,801733
Valor de X	1805,2754
Valor de Y	2642,15884
Valor de Z	192,1
Valor de W	2,488010733
Valor de S	4120,80961

Método dos mínimos quadrados ponderados com p=2, w1=W2=w3=0,25	
Objetivo	Min
Função	f(x) = 1 + 2 x + 4 x + 5 x + 9 x + 9 x + 10 x + 11 x + 12 x + 13 x + 14 x + 15 x + 16 x + 17 x + 18 x + 19 x + 20 x + 21 x + 22 x + 23 x + 24 x + 25 x
Restrições	M = 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25
Tabela de resultados	
Valor da função	578,801733
Valor de X	1805,2754
Valor de Y	2882,16884
Valor de Z	232,1
Valor de W	2,888010733
Valor de S	4620,80961

COMPARAÇÃO DE META-HEURÍSTICAS APLICADAS A UM PROBLEMA DE ESCALONAMENTO EM MÁQUINAS PARALELAS

TOMÁS FLIPE BARROS BEZERRA

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25						
Atividade 1	0	0	350,3	13	0	0	0	39	0	124,00	0	231,207	0	161	0	32	52,312	0	0	64,9802	28,6156	0	0	47	14,98								
Atividade 2	0	13,8	0	0	23,77	8,8	35,3	0	25,1	0	41,2	0	35,4	0	23,30	0	0	34,80	3,8	0	0	8,8	23,4	0	0	0							
Atividade 3	1,7	4,9	1,9	1,3	1,9	1,1	1,8	1,8	1,7	1,1	1,7	1,9	1,9	1,6	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8				
Quantidade	FL	3051,61																															
Quanto processado	FS	1.668,79.602																															
Tempo de processamento	FS	2.926.213,2																															
Quanto liberado	LS	100,6																															
Tempo Solução	FS	1.668,79.602																															
8																																	
Tarefa	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25							
Máquina	m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25							
Máquina	m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25							
Atividade 1	231	70	20	15	231	90	30	0	95	110	100	00	10	10	30	80	85	45	5	110	110	30	5	80	0	100							
Atividade 2	174	30,6	31	171	174,4	90	144,8	0	100	173,4	100	170,6	74	74	110,4	34	107,74	102	114,4	104,4	44	4	80	145,4	111	111	100						
Atividade 3	90	42,23	27	100,82	71,873	34,3	140,65	49	21	25,71	21,3	54,2372	41,8	13,35	84,8322	21,2	110,0719	47,235	21,3	42,119	43,51	16,6	43,1	16	14,5	91	14,75						
Tempo processamento	170	170,108	67	273,37	140,216	150,7	210,84	44	170	180,71	164,4	0	170	170	210,216	170,4	210,216	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4		
Quantidade	0	0	0	9	105,81	62,33	0	146,67	0	0	0	0	32,1812	0	23,2	27,216	2,2	100,731	262,705	0	26,142	0	0	0	0	230,0	0						
Tempo de processamento	26	17,77	11	11	11	3,0	11	11	26	36,47	47,4	11	10,4	0	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11		
Quanto liberado	2	4,1	2,2	1,3	8,7	1,1	1,8	4,3	8,6	2,1	2,1	5,2	2,2	4,3	7,9	4,4	9,5	2,1	2,2	4,1	2,2	4,1	2,2	4,1	2,2	4,1	2,2						
Quantidade	FL	203,542																															
Quanto processado	FS	104,43.637																															
Tempo de processamento	FS	222.52.712																															
Quanto liberado	LS	100,6																															
Tempo Solução	FS	104,43.637																															
9																																	
Tarefa	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25							
Máquina	m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25							
Máquina	m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25							
Atividade 1	231	70	20	15	231	90	30	0	95	110	100	00	10	10	30	80	85	45	5	110	110	30	5	80	0	100							
Atividade 2	184,5	31	11	114	90	17	174	0	100	173,4	100	170,6	74	74	110,4	34	107,74	102	114,4	104,4	44	4	80	145,4	111	111	100						
Atividade 3	137,51	44,2	13	51,3	42,33	34,3	81,3	43	26,2376	38,03	48,81	14,28	58,4	13,75	77,712	43,116	29,6804	41,15	22,3	18	41,330	7,2	43,4	16	16,2376								
Tempo processamento	140,34	113,7	61	114	174,48	100,7	140,8	44	170,71	164,4	144,4	0	170	170	210,216	170,4	210,216	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	
Quantidade	0	0	0	7	1,2	0	0	4	10,4622	46,46	22,220	1	27,3	62,116	270,712	282,0484	0	0	0	0	0	0	0	0	0	204,4	0	118,33	21,5475				
Tempo de processamento	11,25	11	11	18,24	8,6	11,1	11	11	46,4	19	19,7	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
Quanto liberado	2,7	4,1	2,2	1,3	8,7	1,1	1,8	4,3	8,6	2,1	2,1	5,2	2,2	4,3	7,9	4,4	9,5	2,1	2,2	4,1	2,2	4,1	2,2	4,1	2,2	4,1	2,2						
Quantidade	FL	246,620																															
Quanto processado	FS	124,43.637																															
Tempo de processamento	FS	222.52.712																															
Quanto liberado	LS	100,6																															
Tempo Solução	FS	124,43.637																															
10																																	
Tarefa	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25							
Máquina	m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25							
Máquina	m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25							
Atividade 1	231	70	20	15	231	90	30	0	95	110	100	00	10	10	30	80	85	45	5	110	110	30	5	80	0	100							
Atividade 2	231	70	20	15	231	90	30	0	95	110	100	00	10	10	30	80	85	45	5	110	110	30	5	80	0	100							
Atividade 3	184,5	31	11	114	90	17	174	0	100	173,4	100	170,6	74	74	110,4	34	107,74	102	114,4	104,4	44	4	80	145,4	111	111	100						
Tempo processamento	18	42,2	17	20,2078	18,3339	18,3	10,762	42,23	52,2	14,7371	24,2381	34,96	48,2	17,75	93,17	18,2354	19,1	42,19	10,3	38,339	18,4346	48,6	31,049	16	12,912								
Quantidade	308	113,7	61	114	174,48	100,7	140,8	44	170,71	164,4	144,4	0	170	170	210,216	170,4	210,216	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	170,4	
Tempo de processamento	0	0	0	144,136	71,2339	0	18,33	33,93	89,6	22,4821	24,2381	0	0	0	14,3	10	47,4802	0	0	0	0	0											

APÊNDICE J

Método Ponderado, W1=W2=W3=W4=0,25

Solução inicial		i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tarefa	i		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Máquina	m		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Posição			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		F	10666,18									
		F	220,138625									
		Tempo Solução	105,139999									
		F	219,847625									
		Tempo Solução	100,550003									
		F	219,847625									
		Tempo Solução	99,75									
		F	219,847625									
		Tempo Solução	99,75									
		F	219,847625									
		Tempo Solução	99,75									

1		i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tarefa	i		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Máquina	m		3	3	1	3	1	1	2	2	3	2
Posição			4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
Instante chegada Previsto			125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
Instante inicio tarefa			139,92	70	20	15	124,2	90	69	0	117,2	159,85
Tempo processamento			103,952	47,2	61	54,3	76,986	34,2	90,85	46	22,72	57,9775
Entrega			243,872	117,2	81	69,3	201,186	124,2	159,85	46	139,92	217,8275
Penalização atraso			0	0	3	7,3	17,186	0	0	10	0	47,655
Penalização antecipação			0,128	14,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,08	0
Custo deterioração máquina			1,7	3,2	2,4	1,1	9,5	6	0,8	4,8	12,2	3,1
Custo antecipação	F1		30,258									
Custo Atraso	F2		85,141									
Tempo de processamento oper	F3		720,3555									
Custo deterioração das máquinas	F4		44,8									
		F	220,138625									
		Tempo Solução	105,139999									

2		i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tarefa	i		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Máquina	m		1	1	2	1	2	2	3	3	1	3
Posição			4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
Instante chegada Previsto			125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
Instante inicio tarefa			139,92	70	20	15	124,2	90	69	0	116,2	159,85
Tempo processamento			105,892	46,2	67	54,3	74,986	34,2	90,85	43	23,62	57,9775
Entrega			245,712	116,2	87	69,3	199,186	124,2	159,85	43	139,82	217,8275
Penalização atraso			3,424	0	9	7,3	15,186	0	0	4	0	47,655
Penalização antecipação			0	15,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,18	0
Custo deterioração máquina			1,2	5,4	2,2	0,8	7,9	4,4	1	4,8	8,7	3,1
Custo antecipação	F1		31,23									
Custo Atraso	F2		86,565									
Tempo de processamento oper	F3		722,0955									
Custo deterioração das máquinas	F4		39,5									
		F	219,847625									
		Tempo Solução	100,550003									

3		i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tarefa	i		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Máquina	m		1	1	2	1	2	2	3	3	1	3
Posição			4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
Instante chegada Previsto			125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
Instante inicio tarefa			139,92	70	20	15	124,2	90	69	0	116,2	159,85
Tempo processamento			105,892	46,2	67	54,3	74,986	34,2	90,85	43	23,62	57,9775
Entrega			245,712	116,2	87	69,3	199,186	124,2	159,85	43	139,82	217,8275
Penalização atraso			3,424	0	9	7,3	15,186	0	0	4	0	47,655
Penalização antecipação			0	15,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,18	0
Custo deterioração máquina			1,2	5,4	2,2	0,8	7,9	4,4	1	4,8	8,7	3,1
Custo antecipação	F1		31,23									
Custo Atraso	F2		86,565									
Tempo de processamento oper	F3		722,0955									
Custo deterioração das máquinas	F4		39,5									
		F	219,847625									
		Tempo Solução	99,75									

4		i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tarefa	i		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Máquina	m		3	3	1	3	1	1	2	2	3	2
Posição			4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
Instante chegada Previsto			125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
Instante inicio tarefa			139,92	70	20	15	124,2	90	69	0	117,2	159,85
Tempo processamento			103,952	47,2	61	54,3	76,986	34,2	90,85	46	22,72	57,9775
Entrega			243,872	117,2	81	69,3	201,186	124,2	159,85	46	139,92	217,8275
Penalização atraso			0	0	3	7,3	17,186	0	0	10	0	47,655
Penalização antecipação			0,128	14,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,08	0
Custo deterioração máquina			1,7	3,2	2,4	1,1	9,5	6	0,8	4,8	12,2	3,1
Custo antecipação	F1		30,258									

Custo Atraso		F2	85,141									
Tempo de processamento oper:		F3	720,3555									
Custo deterioração das máquinas		F4	44,8									
		F	220,138625									
		Tempo Solução	101,050003									
5	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	3	3	1	3	1	1	2	2	3	2
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		139,92	70	20	15	124,2	90	69	0	117,2	159,85
	Tempo processamento		103,952	47,2	61	54,3	76,986	34,2	90,85	46	22,72	57,9775
	Entrega		243,872	117,2	81	69,3	201,186	124,2	159,85	46	139,92	217,8275
	Penalização atraso		0	0	3	7,3	17,186	0	0	10	0	47,655
	Penalização antecipação		0,128	14,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,08	0
	Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,4	1,1	9,5	6	0,8	4,8	12,2	3,1
	Custo antecipação		F1	30,258								
	Custo Atraso		F2	85,141								
	Tempo de processamento oper:		F3	720,3555								
Custo deterioração das máquinas		F4	44,8									
		F	220,138625									
		Tempo Solução	102,889999									
6	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	2	2	1	2	1	1	3	3	2	3
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		138,4218	71,3	20	15	124,2	90	69	0	115,838	159,85
	Tempo processamento		101,05308	44,538	61	56,3	76,986	34,2	90,85	43	22,5838	57,9775
	Entrega		239,47488	115,838	81	71,3	201,186	124,2	159,85	43	138,4218	217,8275
	Penalização atraso		0	0	3	9,3	17,186	0	0	4	0	47,655
	Penalização antecipação		4,52512	16,162	0	0	0	8,8	0,45	0	7,5782	0
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	1,3	9,5	6	1	4,8	9,6	3,1
	Custo antecipação		F1	37,51532								
	Custo Atraso		F2	81,141								
	Tempo de processamento oper:		F3	712,09818								
Custo deterioração das máquinas		F4	44									
		F	218,688625									
		Tempo Solução	125,160004									
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	2	1	2	3	1	3	3	2	2
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	4
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		125	71,3	20	15	159,85	90	69	0	115,838	139,4218
	Tempo processamento		97	44,538	61	56,3	87,7505	34,2	90,85	43	22,5838	54,91327
	Entrega		222	115,838	81	71,3	247,6005	124,2	159,85	43	138,4218	194,3351
	Penalização atraso		0	0	3	9,3	63,6005	0	0	4	0	0,67014
	Penalização antecipação		22	16,162	0	0	0	8,8	0,45	0	7,5782	0
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	1,3	8,7	6	1	4,8	9,6	3,1
	Custo antecipação		F1	54,9902								
	Custo Atraso		F2	80,57064								
	Tempo de processamento oper:		F3	717,54637								
Custo deterioração das máquinas		F4	42,4									
		F	223,876553									
		Tempo Solução	104,550003									
8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	3	3	2	3	2	2	1	1	3	1
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		139,92	70	20	15	124,2	90	69	0	117,2	159,85
	Tempo processamento		103,952	47,2	67	54,3	74,986	34,2	90,85	44	22,72	60,9775
	Entrega		243,872	117,2	87	69,3	199,186	124,2	159,85	44	139,92	220,8275
	Penalização atraso		0	0	9	7,3	15,186	0	0	6	0	53,655
	Penalização antecipação		0,128	14,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,08	0
	Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,2	1,1	7,9	4,4	0,8	6,1	12,2	3,7
	Custo antecipação		F1	30,258								
	Custo Atraso		F2	91,141								

Tempo de processamento oper:		F3	725,3555									
Custo deterioração das máquinas:		F4	43,3									
		F	222,513625									
		Tempo Solução	112,129997									
9	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	1	2	1	2	2	3	3	1	3
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		139,82	70	20	15	124,2	90	69	0	116,2	159,85
	Tempo processamento		105,892	46,2	67	54,3	74,986	34,2	90,85	43	23,62	57,9775
	Entrega		245,712	116,2	87	69,3	199,186	124,2	159,85	43	139,82	217,8275
	Penalização atraso		3,424	0	9	7,3	15,186	0	0	4	0	47,655
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,18	0
	Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,2	0,8	7,9	4,4	1	4,8	8,7	3,1
Custo antecipação		F1	31,23									
Custo Atraso		F2	86,565									
Tempo de processamento oper:		F3	722,0955									
Custo deterioração das máquinas:		F4	39,5									
		F	219,847625									
		Tempo Solução	125,300003									
10	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	3	3	1	3	1	1	2	2	3	2
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		139,92	70	20	15	124,2	90	69	0	117,2	159,85
	Tempo processamento		103,952	47,2	61	54,3	76,986	34,2	90,85	46	22,72	57,9775
	Entrega		243,872	117,2	81	69,3	201,186	124,2	159,85	46	139,92	217,8275
	Penalização atraso		0	0	3	7,3	17,186	0	0	10	0	47,655
	Penalização antecipação		0,128	14,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,08	0
	Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,4	1,1	9,5	6	0,8	4,8	12,2	3,1
Custo antecipação		F1	30,258									
Custo Atraso		F2	85,141									
Tempo de processamento oper:		F3	720,3555									
Custo deterioração das máquinas:		F4	44,8									
		F	220,138625									
		Tempo Solução	118,599998									

Método variante das métricas ponderadas, W1=W2=W3=W4=0,25

Solução inicial		Tarefa	i										
		Máquina	m										
		Posição											
			F										
1	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina	m	2	2	1	2	1	1	3	3	2	3	
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
	Instante início tarefa		138,4218	71,3	20	15	124,2	90	62	0	115,838	148,3	
	Tempo processamento		101,05308	44,538	61	56,3	76,986	34,2	86,3	43	22,5838	56,245	
	Entrega		239,47488	115,838	81	71,3	201,186	124,2	148,3	43	138,4218	204,545	
	Penalização atraso		0	0	3	9,3	17,186	0	0	4	0	21,09	
	Penalização antecipação		4,52512	16,162	0	0	0	8,8	35,1	0	7,5782	0	
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	1,3	9,5	6	1	4,8	9,6	3,1	
Custo antecipação		F1	72,16532										
Custo Atraso		F2	54,576										
Tempo de processamento oper:		F3	687,26568										
Custo deterioração das máquinas:		F4	44										
		F	173,64772										
		Tempo Solução	96,9400024										
2	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina	m	2	2	1	2	1	1	3	3	2	3	
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
	Instante início tarefa		138,4218	71,3	20	15	124,2	90	62	0	115,838	148,3	
	Tempo processamento		101,05308	44,538	61	56,3	76,986	34,2	86,3	43	22,5838	56,245	

	Entrega	239,47488	115,838	81	71,3	201,186	124,2	148,3	43	138,4218	204,545	
	Penalização atraso	0	0	3	9,3	17,186	0	0	4	0	21,09	
	Penalização antecipação	4,52512	16,162	0	0	0	8,8	35,1	0	7,5782	0	
	Custo deterioração máquina	2	4,3	2,4	1,3	9,5	6	1	4,8	9,6	3,1	
	Custo antecipação F1	72,16532										
	Custo Atraso F2	54,576										
	Tempo de processamento oper: F3	687,26568										
	Custo deterioração das máquinas F4	44										
	F	173,64772										
	Tempo Solução	98,4100037										
3	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	2	3	2	3	1	2	1	1	3	3
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	4
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		125	70	20	15	148,3	90	62	0	117,2	139,92
	Tempo processamento		93	47,2	67	54,3	84,939	34,2	86,3	44	22,72	54,988
	Entrega		218	117,2	87	69,3	233,239	124,2	148,3	44	139,92	194,908
	Penalização atraso		0	0	9	7,3	49,239	0	0	6	0	1,816
	Penalização antecipação		26	14,8	0	0	0	8,8	35,1	0	6,08	0
	Custo deterioração máquina		2	3,2	2,2	1,1	9,5	4,4	0,8	6,1	12,2	3,1
	Custo antecipação F1	90,78										
	Custo Atraso F2	73,355										
	Tempo de processamento oper: F3	696,067										
	Custo deterioração das máquinas F4	44,6										
	F	176,797977										
	Tempo Solução	101,519997										
4	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	2	2	1	2	1	1	3	3	2	3
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		138,4218	71,3	20	15	124,2	90	62	0	115,838	148,3
	Tempo processamento		101,05308	44,538	61	56,3	76,986	34,2	86,3	43	22,5838	56,245
	Entrega		239,47488	115,838	81	71,3	201,186	124,2	148,3	43	138,4218	204,545
	Penalização atraso		0	0	3	9,3	17,186	0	0	4	0	21,09
	Penalização antecipação		4,52512	16,162	0	0	0	8,8	35,1	0	7,5782	0
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	1,3	9,5	6	1	4,8	9,6	3,1
	Custo antecipação F1	72,16532										
	Custo Atraso F2	54,576										
	Tempo de processamento oper: F3	687,26568										
	Custo deterioração das máquinas F4	44										
	F	173,64772										
	Tempo Solução	101,540001										
5	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	2	1	2	1	1	2	3	3	1	3
	Posição		3	2	1	1	4	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		125	70	20	15	139,82	90	62	0	116,2	148,3
	Tempo processamento		93	46,2	67	54,3	82,1406	34,2	86,3	43	23,62	56,245
	Entrega		218	116,2	87	69,3	221,9606	124,2	148,3	43	139,82	204,545
	Penalização atraso		0	0	9	7,3	37,9606	0	0	4	0	21,09
	Penalização antecipação		26	15,8	0	0	0	8,8	35,1	0	6,18	0
	Custo deterioração máquina		2	5,4	2,2	0,8	9,5	4,4	1	4,8	8,7	3,1
	Custo antecipação F1	91,88										
	Custo Atraso F2	79,3506										
	Tempo de processamento oper: F3	692,3256										
	Custo deterioração das máquinas F4	41,9										
	F	176,034229										
	Tempo Solução	102,269997										
6	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	1	2	1	2	2	3	3	1	3
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		139,82	70	20	15	124,2	90	62	0	116,2	148,3
	Tempo processamento		105,892	46,2	67	54,3	74,986	34,2	86,3	43	23,62	56,245
	Entrega		245,712	116,2	87	69,3	199,186	124,2	148,3	43	139,82	204,545

Penalização atraso		3,424	0	9	7,3	15,186	0	0	4	0	21,09
Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,8	35,1	0	6,18	0
Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,2	0,8	7,9	4,4	1	4,8	8,7	3,1
Custo antecipação F1		65,88									
Custo Atraso F2		60									
Tempo de processamento oper: F3		697,263									
Custo deterioração das máqui: F4		39,5									
F		176,010674									
Tempo Solução		101,459999									
7	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina m	2	1	2	1	1	2	3	3	1	3
	Posição	3	2	1	1	4	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa	125	70	20	15	139,82	90	62	0	116,2	148,3
	Tempo processamento	93	46,2	67	54,3	82,1406	34,2	86,3	43	23,62	56,245
	Entrega	218	116,2	87	69,3	221,9606	124,2	148,3	43	139,82	204,545
	Penalização atraso	0	0	9	7,3	37,9606	0	0	4	0	21,09
	Penalização antecipação	26	15,8	0	0	0	8,8	35,1	0	6,18	0
	Custo deterioração máquina	2	5,4	2,2	0,8	9,5	4,4	1	4,8	8,7	3,1
	Custo antecipação F1	91,88									
	Custo Atraso F2	79,3506									
	Tempo de processamento oper: F3	692,3256									
Custo deterioração das máqui: F4	41,9										
F		176,034229									
Tempo Solução		103,389999									
8	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina m	2	2	1	2	1	1	3	3	1	3
	Posição	3	2	1	1	4	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa	125	71,3	20	15	148,62	90	62	0	124,2	148,3
	Tempo processamento	93	44,538	61	56,3	85,0446	34,2	86,3	43	24,42	56,245
	Entrega	218	115,838	81	71,3	233,6646	124,2	148,3	43	148,62	204,545
	Penalização atraso	0	0	3	9,3	49,6646	0	0	4	5,24	21,09
	Penalização antecipação	26	16,162	0	0	0	8,8	35,1	0	0	0
	Custo deterioração máquina	2	4,3	2,4	1,3	9,5	6	1	4,8	8,7	3,1
	Custo antecipação F1	86,062									
	Custo Atraso F2	92,2946									
	Tempo de processamento oper: F3	708,4676									
Custo deterioração das máqui: F4	43,1										
F		180,227098									
Tempo Solução		103,660004									
9	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina m	1	2	1	2	2	1	3	3	2	3
	Posição	3	2	1	1	4	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa	125	71,3	20	15	138,4218	90	62	0	115,838	148,3
	Tempo processamento	97	44,538	61	56,3	79,67919	34,2	86,3	43	22,5838	56,245
	Entrega	222	115,838	81	71,3	218,101	124,2	148,3	43	138,4218	204,545
	Penalização atraso	0	0	3	9,3	34,10099	0	0	4	0	21,09
	Penalização antecipação	22	16,162	0	0	0	8,8	35,1	0	7,5782	0
	Custo deterioração máquina	1,2	4,3	2,4	1,3	7,9	6	1	4,8	9,6	3,1
	Custo antecipação F1	89,6402									
	Custo Atraso F2	71,490994									
	Tempo de processamento oper: F3	686,705794									
Custo deterioração das máqui: F4	41,6										
F		174,363438									
Tempo Solução		106,589996									
10	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina m	2	3	2	3	1	2	1	1	3	3
	Posição	3	2	1	1	3	2	2	1	3	4
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa	125	70	20	15	148,3	90	62	0	117,2	139,92
	Tempo processamento	93	47,2	67	54,3	84,939	34,2	86,3	44	22,72	54,988
	Entrega	218	117,2	87	69,3	233,239	124,2	148,3	44	139,92	194,908
	Penalização atraso	0	0	9	7,3	49,239	0	0	6	0	1,816

Penalização antecipação	26	14,8	0	0	0	8,8	35,1	0	6,08	0
Custo deterioração máquina	2	3,2	2,2	1,1	9,5	4,4	0,8	6,1	12,2	3,1
Custo antecipação	F1	90,78								
Custo Atraso	F2	73,355								
Tempo de processamento oper:	F3	696,067								
Custo deterioração das máquinas	F4	44,6								
	F	176,797977								
	Tempo Solução	107,389999								

Método das distâncias relativas ponderadas com p=1, W1=W2=W3=W4=0,25

Solução inicial		Tarefa	i										
		Máquina	m										
		Posição											
											F		
	20												
1		Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Máquina	m	1	3	2	1	3	2	1	3	2	2
		Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	4
		Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
		Instante início tarefa		160,345	70	20	15	117,2	90	69,3	0	124,2	147,62
		Tempo processamento		118,207	47,2	67	54,3	73,676	34,2	91,045	43	23,42	56,143
		Entrega		278,552	117,2	87	69,3	190,876	124,2	160,345	43	147,62	203,763
		Penalização atraso		69,104	0	9	7,3	6,876	0	1,035	4	3,24	19,526
		Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	8,8	0	0	0	0
		Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,2	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	9,6	3,1
		Custo antecipação	F1	23,6									
		Custo Atraso	F2	120,081									
		Tempo de processamento oper:	F3	741,856									
		Custo deterioração das máquinas	F4	38,8									
			F	0,26210695									
			Tempo Solução	99,3600006									
2		Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Máquina	m	1	1	2	1	2	2	3	3	1	3
		Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
		Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
		Instante início tarefa		139,82	70	20	15	124,2	90	69	0	116,2	159,85
		Tempo processamento		105,892	46,2	67	54,3	74,986	34,2	90,85	43	23,62	57,9775
		Entrega		245,712	116,2	87	69,3	199,186	124,2	159,85	43	139,82	217,8275
		Penalização atraso		3,424	0	9	7,3	15,186	0	0	4	0	47,655
		Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,18	0
		Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,2	0,8	7,9	4,4	1	4,8	8,7	3,1
		Custo antecipação	F1	31,23									
		Custo Atraso	F2	86,565									
		Tempo de processamento oper:	F3	722,0955									
		Custo deterioração das máquinas	F4	39,5									
			F	0,22806605									
			Tempo Solução	106,550003									
3		Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Máquina	m	1	3	1	3	3	1	2	2	1	2
		Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
		Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
		Instante início tarefa		148,62	70	20	15	117,2	90	69	0	124,2	159,85
		Tempo processamento		111,172	47,2	61	54,3	73,676	34,2	90,85	46	24,42	57,9775
		Entrega		259,792	117,2	81	69,3	190,876	124,2	159,85	46	148,62	217,8275
		Penalização atraso		31,584	0	3	7,3	6,876	0	0	10	5,24	47,655
		Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	8,8	0,45	0	0	0
		Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,4	1,1	8,7	6	0,8	4,8	8,7	3,1
		Custo antecipação	F1	24,05									
		Custo Atraso	F2	111,655									
		Tempo de processamento oper:	F3	734,6655									
		Custo deterioração das máquinas	F4	40									
			F	0,26635139									
			Tempo Solução	111,639999									
4		Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

	Máquina	m	1	3	2	1	2	2	1	3	3	3
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	4
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		160,345	70	20	15	124,2	90	69,3	0	117,2	139,92
	Tempo processamento		118,207	47,2	67	54,3	74,986	34,2	91,045	43	22,72	54,988
	Entrega		278,552	117,2	87	69,3	199,186	124,2	160,345	43	139,92	194,908
	Penalização atraso		69,104	0	9	7,3	15,186	0	1,035	4	0	1,816
	Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	8,8	0	0	6,08	0
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,2	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	12,2	3,1
	Custo antecipação	F1	29,68									
	Custo Atraso	F2	107,441									
	Tempo de processamento oper:	F3	733,611									
	Custo deterioração das máquinas	F4	40,6									
		F	0,28601733									
	Tempo Solução		104,449997									
5	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	3	3	2	1	2	2	1	3	3	1
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		139,92	70	20	15	124,2	90	69,3	0	117,2	160,345
	Tempo processamento		103,952	47,2	67	54,3	74,986	34,2	91,045	43	22,72	61,05175
	Entrega		243,872	117,2	87	69,3	199,186	124,2	160,345	43	139,92	221,3968
	Penalização atraso		0	0	9	7,3	15,186	0	1,035	4	0	54,7935
	Penalização antecipação		0,128	14,8	0	0	0	8,8	0	0	6,08	0
	Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,2	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	12,2	3,7
	Custo antecipação	F1	29,808									
	Custo Atraso	F2	91,3145									
	Tempo de processamento oper:	F3	725,41975									
	Custo deterioração das máquinas	F4	41,7									
		F	0,27777583									
	Tempo Solução		113,790001									
6	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	3	3	1	3	1	1	2	2	3	2
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		139,92	70	20	15	124,2	90	69	0	117,2	159,85
	Tempo processamento		103,952	47,2	61	54,3	76,986	34,2	90,85	46	22,72	57,9775
	Entrega		243,872	117,2	81	69,3	201,186	124,2	159,85	46	139,92	217,8275
	Penalização atraso		0	0	3	7,3	17,186	0	0	10	0	47,655
	Penalização antecipação		0,128	14,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,08	0
	Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,4	1,1	9,5	6	0,8	4,8	12,2	3,1
	Custo antecipação	F1	30,258									
	Custo Atraso	F2	85,141									
	Tempo de processamento oper:	F3	720,3555									
	Custo deterioração das máquinas	F4	44,8									
		F	0,32488503									
	Tempo Solução		111,080002									
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	3	2	1	3	2	1	3	2	2
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	4
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		160,345	70	20	15	117,2	90	69,3	0	124,2	147,62
	Tempo processamento		118,207	47,2	67	54,3	73,676	34,2	91,045	43	23,42	56,143
	Entrega		278,552	117,2	87	69,3	190,876	124,2	160,345	43	147,62	203,763
	Penalização atraso		69,104	0	9	7,3	6,876	0	1,035	4	3,24	19,526
	Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	8,8	0	0	0	0
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,2	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	9,6	3,1
	Custo antecipação	F1	23,6									
	Custo Atraso	F2	120,081									
	Tempo de processamento oper:	F3	741,856									
	Custo deterioração das máquinas	F4	38,8									
		F	0,26210695									
	Tempo Solução		109,540001									
8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	3	2	3	3	2	1	1	2	2

Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	4	
Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
Instante início tarefa		159,85	70	20	15	117,2	90	69	0	124,2	147,62	
Tempo processamento		117,91	47,2	67	54,3	73,676	34,2	90,85	44	23,42	56,143	
Entrega		277,76	117,2	87	69,3	190,876	124,2	159,85	44	147,62	203,763	
Penalização atraso		67,52	0	9	7,3	6,876	0	0	6	3,24	19,526	
Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	8,8	0,45	0	0	0	
Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,2	1,1	8,7	4,4	0,8	6,1	9,6	3,1	
Custo antecipação F1		24,05										
Custo Atraso F2		119,462										
Tempo de processamento oper: F3		741,569										
Custo deterioração das máquinas F4		40,4										
F		0,29337218										
Tempo Solução		111,050003										
9	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	1	2	1	2	2	3	3	1	3
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		139,82	70	20	15	124,2	90	69	0	116,2	159,85
	Tempo processamento		105,892	46,2	67	54,3	74,986	34,2	90,85	43	23,62	57,9775
	Entrega		245,712	116,2	87	69,3	199,186	124,2	159,85	43	139,82	217,8275
	Penalização atraso		3,424	0	9	7,3	15,186	0	0	4	0	47,655
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,18	0
	Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,2	0,8	7,9	4,4	1	4,8	8,7	3,1
	Custo antecipação F1		31,23									
	Custo Atraso F2		86,565									
Tempo de processamento oper: F3		722,0955										
Custo deterioração das máquinas F4		39,5										
F		0,22806605										
Tempo Solução		110,629997										
10	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	2	1	2	2	1	3	3	1	3
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		148,62	71,3	20	15	115,838	90	69	0	124,2	159,85
	Tempo processamento		111,172	44,538	61	56,3	72,2654	34,2	90,85	43	24,42	57,9775
	Entrega		259,792	115,838	81	71,3	188,0645	124,2	159,85	43	148,62	217,8275
	Penalização atraso		31,584	0	3	9,3	4,06454	0	0	4	5,24	47,655
	Penalização antecipação		0	16,162	0	0	0	8,8	0,45	0	0	0
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	1,3	7,9	6	1	4,8	8,7	3,1
	Custo antecipação F1		25,412									
	Custo Atraso F2		104,84354									
Tempo de processamento oper: F3		729,49204										
Custo deterioração das máquinas F4		40,7										
F		0,26801793										
Tempo Solução		98,5899963										

Método das distâncias relativas ponderadas com $p=2$, $W1=W2=W3=W4=0,25$

Solução inicial	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Posição		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	F		36,95									
1	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	2	1	3	2	1	3	2	1	3
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		148,62	70	20	15	114,2	90	69,3	0	124,2	160,345
	Tempo processamento		111,172	44,2	61	54,3	71,686	34,2	91,045	46	24,42	58,05175
	Entrega		259,792	114,2	81	69,3	185,886	124,2	160,345	46	148,62	218,3968
	Penalização atraso		31,584	0	3	7,3	1,886	0	1,035	10	5,24	48,7935
	Penalização antecipação		0	17,8	0	0	0	8,8	0	0	0	0
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	1,1	7,9	6	1	4,8	8,7	3,1
	Custo antecipação F1		26,6									
	Custo Atraso F2		108,8385									

Tempo de processamento oper:		F3	727,73975										
Custo deterioração das máquinas:		F4	40,5										
		F	0,13530872										
		Tempo Solução	97,919982										
2	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina	m	1	1	2	3	2	2	3	1	1	3	
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
	Instante início tarefa		139,82	70	20	15	124,2	90	69,3	0	116,2	160,345	
	Tempo processamento		105,892	46,2	67	54,3	74,986	34,2	91,045	44	23,62	58,05175	
	Entrega		245,712	116,2	87	69,3	199,186	124,2	160,345	44	139,82	218,3968	
	Penalização atraso		3,424	0	9	7,3	15,186	0	1,035	6	0	48,7935	
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,8	0	0	6,18	0	
	Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,2	1,1	7,9	4,4	1	6,1	8,7	3,1	
	Custo antecipação	F1	30,78										
	Custo Atraso	F2	90,7385										
	Tempo de processamento oper:	F3	724,15975										
Custo deterioração das máquinas:	F4	41,1											
		F	0,13496616										
		Tempo Solução	98,25										
3	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina	m	1	1	2	3	2	2	3	1	1	3	
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
	Instante início tarefa		139,82	70	20	15	124,2	90	69,3	0	116,2	160,345	
	Tempo processamento		105,892	46,2	67	54,3	74,986	34,2	91,045	44	23,62	58,05175	
	Entrega		245,712	116,2	87	69,3	199,186	124,2	160,345	44	139,82	218,3968	
	Penalização atraso		3,424	0	9	7,3	15,186	0	1,035	6	0	48,7935	
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,8	0	0	6,18	0	
	Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,2	1,1	7,9	4,4	1	6,1	8,7	3,1	
	Custo antecipação	F1	30,78										
	Custo Atraso	F2	90,7385										
	Tempo de processamento oper:	F3	724,15975										
Custo deterioração das máquinas:	F4	41,1											
		F	0,13496616										
		Tempo Solução	98,9800034										
4	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina	m	1	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
	Instante início tarefa		148,62	70	20	15	117,2	90	71,3	0	124,2	163,645	
	Tempo processamento		111,172	47,2	61	56,3	73,676	34,2	92,345	43	24,42	58,54675	
	Entrega		259,792	117,2	81	71,3	190,876	124,2	163,645	43	148,62	222,1918	
	Penalização atraso		31,584	0	3	9,3	6,876	0	10,935	4	5,24	56,3835	
	Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	8,8	0	0	0	0	
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,4	1,3	8,7	6	0,8	4,8	8,7	3,1	
	Custo antecipação	F1	23,6										
	Custo Atraso	F2	127,3185										
	Tempo de processamento oper:	F3	741,82475										
Custo deterioração das máquinas:	F4	40,2											
		F	0,15204745										
		Tempo Solução	101,050003										
5	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina	m	1	2	1	3	2	1	3	2	1	3	
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
	Instante início tarefa		148,62	70	20	15	114,2	90	69,3	0	124,2	160,345	
	Tempo processamento		111,172	44,2	61	54,3	71,686	34,2	91,045	46	24,42	58,05175	
	Entrega		259,792	114,2	81	69,3	185,886	124,2	160,345	46	148,62	218,3968	
	Penalização atraso		31,584	0	3	7,3	1,886	0	1,035	10	5,24	48,7935	
	Penalização antecipação		0	17,8	0	0	0	8,8	0	0	0	0	
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	1,1	7,9	6	1	4,8	8,7	3,1	
	Custo antecipação	F1	26,6										
	Custo Atraso	F2	108,8385										
	Tempo de processamento oper:	F3	727,73975										

Custo deterioração das máquinas		F4	40,5									
		F	0,13530872									
		Tempo Solução	101,099998									
6	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	2	1	3	2	1	3	2	1	3
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		148,62	70	20	15	114,2	90	69,3	0	124,2	160,345
	Tempo processamento		111,172	44,2	61	54,3	71,686	34,2	91,045	46	24,42	58,05175
	Entrega		259,792	114,2	81	69,3	185,886	124,2	160,345	46	148,62	218,3968
	Penalização atraso		31,584	0	3	7,3	1,886	0	1,035	10	5,24	48,7935
	Penalização antecipação		0	17,8	0	0	0	8,8	0	0	0	0
	Custo detioração máquina		1,2	4,3	2,4	1,1	7,9	6	1	4,8	8,7	3,1
Custo antecipação		F1	26,6									
Custo Atraso		F2	108,8385									
Tempo de processamento oper:		F3	727,73975									
Custo deterioração das máquinas		F4	40,5									
		F	0,13530872									
		Tempo Solução	105,599998									
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	1	1	3	2	2	3	2	2	3
	Posição		3	2	1	1	4	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		130,06	81	20	15	147,62	90	69,3	0	124,2	160,345
	Tempo processamento		100,036	49,06	61	54,3	82,7146	34,2	91,045	46	23,42	58,05175
	Entrega		230,096	130,06	81	69,3	230,3346	124,2	160,345	46	147,62	218,3968
	Penalização atraso		0	0	3	7,3	46,3346	0	1,035	10	3,24	48,7935
	Penalização antecipação		13,904	1,94	0	0	0	8,8	0	0	0	0
	Custo detioração máquina		1,2	5,4	2,4	1,1	7,9	4,4	1	4,8	9,6	3,1
Custo antecipação		F1	24,644									
Custo Atraso		F2	119,7031									
Tempo de processamento oper:		F3	757,35235									
Custo deterioração das máquinas		F4	40,9									
		F	0,16796179									
		Tempo Solução	102,760002									
8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	1	2	3	2	2	3	1	1	3
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		139,82	70	20	15	124,2	90	69,3	0	116,2	160,345
	Tempo processamento		105,892	46,2	67	54,3	74,986	34,2	91,045	44	23,62	58,05175
	Entrega		245,712	116,2	87	69,3	199,186	124,2	160,345	44	139,82	218,3968
	Penalização atraso		3,424	0	9	7,3	15,186	0	1,035	6	0	48,7935
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,8	0	0	6,18	0
	Custo detioração máquina		1,2	5,4	2,2	1,1	7,9	4,4	1	6,1	8,7	3,1
Custo antecipação		F1	30,78									
Custo Atraso		F2	90,7385									
Tempo de processamento oper:		F3	724,15975									
Custo deterioração das máquinas		F4	41,1									
		F	0,13496616									
		Tempo Solução	106,730003									
9	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	2	1	2	2	1	3	3	1	3
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		148,62	71,3	20	15	115,838	90	62	0	124,2	148,3
	Tempo processamento		111,172	44,538	61	56,3	72,2654	34,2	86,3	43	24,42	56,245
	Entrega		259,792	115,838	81	71,3	188,0645	124,2	148,3	43	148,62	204,545
	Penalização atraso		31,584	0	3	9,3	4,06454	0	0	4	5,24	21,09
	Penalização antecipação		0	16,162	0	0	0	8,8	35,1	0	0	0
	Custo detioração máquina		1,2	4,3	2,4	1,3	7,9	6	1	4,8	8,7	3,1
Custo antecipação		F1	60,062									
Custo Atraso		F2	78,27854									
Tempo de processamento oper:		F3	704,65954									

Custo deterioração das máquinas		F4	40,7										
		F	0,173511										
		Tempo Solução	108,160004										
10	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina	m	3	3	2	1	2	2	1	3	3	1	
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
	Instante início tarefa		139,92	70	20	15	124,2	90	69,3	0	117,2	160,345	
	Tempo processamento		103,952	47,2	67	54,3	74,986	34,2	91,045	43	22,72	61,05175	
	Entrega		243,872	117,2	87	69,3	199,186	124,2	160,345	43	139,92	221,3968	
	Penalização atraso		0	0	9	7,3	15,186	0	1,035	4	0	54,7935	
	Penalização antecipação		0,128	14,8	0	0	0	8,8	0	0	6,08	0	
	Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,2	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	12,2	3,7	
Custo antecipação		F1	29,808										
Custo Atraso		F2	91,3145										
Tempo de processamento oper:		F3	725,41975										
Custo deterioração das máquinas		F4	41,7										
		F	0,14175807										
		Tempo Solução	109,360001										

APÊNDICE K

Método Ponderado, W1=W2=W3=W4=0,25

Solução inicial		Tarefa	i															
		Máquina	m															
		Posição																
			F															
1	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	1	1	3	4	4	2	4	1	1	5	2	5	5	2	3	
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	35	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		139,82	70	20	35	150,345	90,75	50,3	0	116,2	144,656	125,085	94,8	28	35	107	
	Tempo processamento		105,892	46,2	65	54,3	82,91385	34,335	91,045	44	23,62	55,6994	96,79675	49,656	58,8	55,75	91,01	
	Entrega		245,712	116,2	85	69,3	249,2589	125,085	160,345	44	139,82	200,3544	221,8818	144,656	86,8	90,75	198,01	
	Penalização atraso		3,424	0	7	7,3	65,25885	0	1,035	6	0	22,7088	1,88175	0	0	17,5	0,03	
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	7,915	0	0	6,18	0	0	1,032	2,4	0	0	
	Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,4	0,8	9,5	4,4	0,8	6,1	8,7	3,1	2,7	4,3	2,1	1,1	9,5	
	Custo antecipação	F1	33,327															
	Custo Atraso	F2	122,1384															
	Tempo de processamento opt	F3	1212,173															
	Custo deterioração das máqui	F4	62,1															
		F	357,4346															
		Tempo Solução	326,790000															
2	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	1	1	2	1	3	3	4	4	1	5	4	5	5	3	2	
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	35	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		139,82	70	20	35	124,2	90	69	0	116,2	144,656	159,85	94,8	28	35	108	
	Tempo processamento		105,892	46,2	67	54,3	75,986	34,2	90,85	44	23,62	55,6994	119,9175	49,656	58,8	53,75	90,44	
	Entrega		245,712	116,2	87	69,3	200,186	124,2	159,85	44	139,82	200,3544	278,7675	144,656	86,8	88,75	198,44	
	Penalização atraso		3,424	0	9	7,3	16,186	0	0	6	0	22,7088	99,7675	0	0	13,5	1,32	
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,18	0	0	1,032	2,4	0	0	
	Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,2	0,8	8,7	7,1	0,8	6,1	8,7	3,1	2,2	4,3	2,1	0,8	8,2	
	Custo antecipação	F1	34,662															
	Custo Atraso	F2	125,2063															
	Tempo de processamento opt	F3	1220,0359															
	Custo deterioração das máqui	F4	61,7															
		F	361,40105															
		Tempo Solução	293,799988															
3	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	2	1	5	1	4	5	4	4	1	1	1	5	2	2	3	3
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	4	3	2	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	35	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		144,656	70	20	25	159,85	90	69	0	116,2	139,82	124,2	94,8	28	35	106,75	
	Tempo processamento		104,7936	46,2	67	54,3	88,7305	34,2	90,85	44	23,62	57,973	96,31	49,656	58,8	53,75	93,9025	
	Entrega		249,4496	116,2	87	69,3	248,6005	124,2	159,85	44	139,82	197,793	220,131	144,656	86,8	88,75	197,6525	
	Penalização atraso		10,8992	0	9	7,3	64,6005	0	0	6	0	7,586	0,51	0	0	13,5	0	
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,18	0	0	1,032	2,4	0	1,0425	
	Custo deterioração máquina		2	5,4	2,2	0,8	9,5	4,4	0,8	6,1	8,7	3,7	2,7	4,3	2,1	0,8	9,5	
	Custo antecipação	F1	35,7045															
	Custo Atraso	F2	119,3957															
	Tempo de processamento opt	F3	1209,5816															
	Custo deterioração das máqui	F4	63															
		F	356,30245															
		Tempo Solução	182,600004															
4	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	3	4	1	4	4	1	2	2	2	5	2	1	3	3	5	5
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	2	3	3	2	1	1	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	35	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		144,856	70	20	35	116,2	90	69	0	95	159,85	124,2	104,8	23	35	115,5	
	Tempo processamento		106,9136	46,2	61	54,3	74,346	34,2	90,85	46	20,5	57,9775	100,31	40,656	63,8	55,75	93,665	
	Entrega		251,7696	116,2	81	69,3	190,546	124,2	159,85	46	115,5	217,8275	124,51	144,856	86,8	90,75	209,165	
	Penalização atraso		15,3392	0	3	7,3	6,346	0	0	10	0	47,655	4,51	0	0	17,5	33,495	
	Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	8,8	0,45	0	30,5	0	0	0,432	2,4	0	0	
	Custo deterioração máquina		1,7	3,4	2,4	0,8	9,5	6	0,8	4,8	9,6	3,1	2,2	3,3	2,4	1,1	8,2	
	Custo antecipação	F1	58,382															
	Custo Atraso	F2	145,5422															
	Tempo de processamento opt	F3	1163,2741															
	Custo deterioração das máqui	F4	63,3															
		F	357,62325															
		Tempo Solução	784,720001															
5	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	4	3	4	3	1	1	2	2	2	5	2	3	4	5	1	5
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	2	3	3	3	2	1	1	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	35	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		144,68	70	20	35	124,2	90	69	0	95	159,85	122,2	94	28	35	115,5	
	Tempo processamento		109,808	47,2	61	54,3	76,986	34,2	90,85	46	20,5	57,9775	97,21	50,98	58,8	53,75	93,665	
	Entrega		253,408	117,2	81	69,3	201,186	124,2	159,85	46	115,5	217,8275	124,51	144,86	86,8	88,75	201,165	
	Penalização atraso		18,976	0	3	7,3	17,186	0	0	10	0	47,655	0	0	0	13,5	33,495	
	Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	8,8	0,45	0	30,5	0	0	1,18	0,95	2,4	0	
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,4	1,1	9,5	6	0,8	4,8	9,6	3,1	1,7	3,4	2,1	1,3	8,2	
	Custo antecipação	F1	59,00															
	Custo Atraso	F2	151,112															
	Tempo de processamento opt	F3	1169,3565															

Custo deterioração das máqui		F4	58,4															
		F	359,489625															
		Tempo Solução	274,329987															
6	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	5	1	4	1	1	4	7	7	4	4	7	5	3	5	3	
	Posição	m	3	2	1	1	3	2	2	1	3	4	3	2	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		144,595	70	20	15	115,2	90	69	0	124,2	148,82	159,85	94,75	23	35	106,8	
	Tempo processamento		104,757	46,2	61	54,3	74,346	34,2	90,85	46	28,42	59,239	115,9175	49,845	63,8	55,75	90,924	
	Entrega		249,352	116,2	81	69,3	190,146	124,2	159,85	46	148,62	207,913	275,7675	144,595	86,8	90,75	197,124	
	Penalização atraso		10,704	0	3	7,3	6,346	0	0	10	3,24	27,825	55,7675	0	0	27,5	0	
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,8	0,45	0	0	0	0	1,215	2,4	0	0,828	
	Custo deterioração máquina		2	5,4	2,4	0,8	9,5	6	0,8	4,8	8,7	3,7	2,7	4,3	2,4	1,1	9,5	
	Custo antecipação	F1	29,493															
	Custo Atraso	F2	143,8835															
	Tempo de processamento opr	F3	1223,6175															
	Custo deterioração das máqui	F4	64,1															
			F	365,2735														
		Tempo Solução	305,619995															
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	1	5	4	5	5	1	3	3	1	3	4	2	1	2	2	
	Posição	m	4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		148,42	71,3	20	15	115,838	90	69	0	124,2	159,85	144,68	94	28	35	107,8	
	Tempo processamento		111,177	44,538	61	56,3	72,22654	34,2	90,85	43	24,42	57,9775	111,574	50,68	58,8	53,75	90,354	
	Entrega		253,792	115,838	81	71,3	188,0645	124,2	159,85	43	148,62	217,8175	256,254	144,68	86,8	88,75	193,154	
	Penalização atraso		31,584	0	3	6,3	4,06454	0	0	4	5,24	47,655	36,254	0	0	13,5	0,462	
	Penalização antecipação		0	16,162	0	0	0	8,8	0,45	0	0	0	0	0,036	2,4	0	0	
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	1,3	7,9	6	1	4,8	8,7	3,1	2,2	3,4	2,1	1,3	8,2	
	Custo antecipação	F1	28,772															
	Custo Atraso	F2	155,05954															
	Tempo de processamento opr	F3	1249,13004															
	Custo deterioração das máqui	F4	57,9															
			F	385,215395														
		Tempo Solução	280,440002															
8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	2	4	1	4	3	3	2	2	3	1	4	1	3	5	5	
	Posição	m	3	2	1	1	4	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		159,85	70	20	15	147,62	90	69	0	124,2	144,68	121,2	94	23	35	107,75	
	Tempo processamento		113,91	46,2	61	54,3	83,7146	34,2	90,85	46	23,42	58,732	98,56	50,68	63,8	55,75	90,3225	
	Entrega		273,76	116,2	81	69,3	231,3446	124,2	159,85	46	147,62	208,282	239,96	144,68	86,8	90,75	198,0825	
	Penalização atraso		59,52	0	3	7,3	47,9346	0	0	10	3,24	18,764	0	0	0	17,5	0,2475	
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,8	0,45	0	0	0	0,28	0,96	2,4	0	0	
	Custo deterioração máquina		2	5,4	2,4	0,8	8,7	7,1	0,8	4,8	12,2	3,7	2,7	3,4	2,4	1,1	8,2	
	Custo antecipação	F1	28,69															
	Custo Atraso	F2	165,0561															
	Tempo de processamento opr	F3	1227,8191															
	Custo deterioração das máqui	F4	65,2															
			F	372,1538														
		Tempo Solução	291,890015															
9	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	1	1	2	3	4	2	3	1	1	3	2	4	5	4	3	
	Posição	m	4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		139,82	70	20	15	155,595	90	59,3	0	116,2	130,345	124,2	94,75	28	35	107,8	
	Tempo processamento		105,892	46,2	67	54,3	84,0435	34,2	91,045	44	23,62	58,0175	96,31	50,845	58,8	53,75	90,154	
	Entrega		245,712	116,2	87	69,3	129,6414	124,2	160,345	44	139,82	218,3958	220,51	145,595	86,8	88,75	198,154	
	Penalização atraso		3,424	0	9	7,3	45,64135	0	1,035	6	0	48,7935	0,51	0,595	0	13,5	0,462	
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,8	0	0	6,18	0	0	0	0	2,4	0	
	Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,2	1,1	9,5	4,4	1	6,1	8,7	3,1	2,7	3,4	2,1	1,3	8,2	
	Custo antecipação	F1	33,18															
	Custo Atraso	F2	136,26085															
	Tempo de processamento opr	F3	1209,4241															
	Custo deterioração das máqui	F4	60,4															
			F	359,816238														
		Tempo Solução	305,820007															
10	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	5	1	3	1	2	4	2	2	1	1	4	5	5	4	3	
	Posição	m	3	2	1	1	3	2	2	1	3	4	3	2	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		144,656	70	20	15	159,85	90	69	0	116,2	139,82	124,2	94,8	28	35	107	
	Tempo processamento		104,7936	46,2	65	54,3	85,7505	34,2	90,85	46	23,62	57,073	100,31	49,855	58,8	53,75	91,01	
	Entrega		249,4496	116,2	85	69,3	246,6005	124,2	159,85	46	139,82	197,733	224,51	144,656	86,8	88,75	198,01	
	Penalização atraso		10,8992	0	7	7,3	62,6005	0	0	10	0	7,585	4,51	0	0	13,5	0,03	
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,18	0	0	1,032	2,4	0	0	
	Custo deterioração máquina		2	5,4	2,4	0,8	7,9	6	0,8	4,8	8,7	3,7	2,2	4,3	2,1	1,3	9,5	
	Custo antecipação	F1	34,662															
	Custo Atraso	F2	123,4127															
	Tempo de processamento opr	F3	1211,9391															
	Custo deterioração das máqui	F4	61,0															

		F													357,9817		
		Tempo Solução													272,23990		
Método variante das métricas ponderadas, W1=W2=W3=W4=0,25																	
Solução inicial		Tarefa	i														
		Máquina	m														
		Posição													F		
1																	
		Tarefa	i														
		Máquina	m														
		Posição													F		
		Instante chegada Previsto	125	70	20	35	105	90	50	0	95	110	100	80	10	35	80
		Instante início tarefa	136,14	70	20	35	121	90	62	0	100	148,3	124,2	87	19	35	116,2
		Tempo processamento	103,684	46,2	61	54,3	74,93	34,2	86,3	46	21	56,245	96,31	49,14	53,4	53,75	95,966
		Entrega	239,824	116,2	81	69,3	195,93	124,2	148,3	46	121	204,545	220,51	136,14	72,4	88,75	212,166
		Penalização atraso	0	0	3	7,3	11,93	0	0	10	0	21,09	0,51	0	0	13,5	42,498
		Penalização antecipação	4,376	15,8	0	0	0	8,8	35,1	0	25	0	0	26,38	31,2	0	0
		Custo deterioração máquina	1,2	5,4	2,4	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	12,2	3,1	2,7	3,4	2,1	0,8	7,9
		Custo antecipação	F1													146,656	
		Custo Atraso	F2													109,828	
		Tempo de processamento opç	F3													1111,266	
		Custo deterioração das máqui	F4													60,7	
		F													281,975682		
		Tempo Solução													236,910004		
2																	
		Tarefa	i														
		Máquina	m														
		Posição													F		
		Instante chegada Previsto	125	70	20	35	105	90	50	0	95	110	100	80	10	35	80
		Instante início tarefa	139,82	70	20	35	136,255	90	62	0	116,2	148,3	124,2	97,75	19	35	98
		Tempo processamento	105,892	46,2	61	54,3	79,06815	34,2	86,3	46	23,67	56,245	96,31	49,14	53,4	53,75	96,14
		Entrega	245,712	116,2	81	69,3	216,2192	124,2	148,3	46	139,82	204,545	220,51	136,14	72,4	88,75	186,14
		Penalização atraso	3,424	0	3	7,3	32,21915	0	0	10	0	21,09	0,51	0	0	13,5	0
		Penalização antecipação	0	15,8	0	0	0	8,8	35,1	0	6,18	0	0	26,38	31,2	0	35,58
		Custo deterioração máquina	1,2	5,4	2,4	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	2,7	5,3	2,1	0,8	7,9
		Custo antecipação	F1													158,896	
		Custo Atraso	F2													91,04315	
		Tempo de processamento opç	F3													1130,35115	
		Custo deterioração das máqui	F4													59,1	
		F													285,853428		
		Tempo Solução													250,100006		
3																	
		Tarefa	i														
		Máquina	m														
		Posição													F		
		Instante chegada Previsto	125	70	20	35	105	90	50	0	95	110	100	80	10	35	80
		Instante início tarefa	136,848	71,3	20	35	120,9	90	62	0	99	148,3	115,838	88,4	19	35	124,2
		Tempo processamento	100,2088	44,538	66	56,3	75,897	34,2	86,3	44	21,9	59,245	91,7109	48,448	53,4	53,75	96,406
		Entrega	236,9568	115,838	85	71,3	196,797	124,2	148,3	44	120,9	207,545	207,5489	136,848	72,4	88,75	222,606
		Penalização atraso	0	0	7	9,9	12,797	0	0	6	0	27,09	0	0	0	13,5	73,818
		Penalização antecipação	7,0482	16,162	0	0	0	8,8	35,1	0	25,1	0	24,9022	24,456	31,2	0	0
		Custo deterioração máquina	2	4,8	2,4	1,3	9,5	7,1	0,8	6,1	8,7	3,7	2,7	4,3	2,1	1,3	9,5
		Custo antecipação	F1													172,7634	
		Custo Atraso	F2													149,506	
		Tempo de processamento opç	F3													1113,9897	
		Custo deterioração das máqui	F4													65,8	
		F													284,769823		
		Tempo Solução													277,20001		
4																	
		Tarefa	i														
		Máquina	m														
		Posição													F		
		Instante chegada Previsto	125	70	20	35	105	90	50	0	95	110	100	80	10	35	80
		Instante início tarefa	136,848	70	20	35	124,2	90	62	0	99	148,3	120,9	88,4	19	35	117,2
		Tempo processamento	100,2088	47,2	61	54,3	76,386	34,2	86,3	46	21,9	56,245	98,495	48,448	53,4	53,75	95,396
		Entrega	236,9568	117,2	81	69,3	201,186	124,2	148,3	46	120,9	204,545	219,396	136,848	72,4	88,75	212,596
		Penalização atraso	0	0	3	7,3	17,186	0	0	10	0	21,09	0	0	0	13,5	43,788
		Penalização antecipação	7,0432	14,8	0	0	0	8,8	35,1	0	25,1	0	1,21	24,456	31,2	0	0
		Custo deterioração máquina	2	3,2	2,4	1,1	9,5	6	0,8	4,8	8,7	3,1	2,2	4,3	2,1	1,3	9,5
		Custo antecipação	F1													147,7092	
		Custo Atraso	F2													115,864	
		Tempo de processamento opç	F3													1114,5768	
		Custo deterioração das máqui	F4													61	
		F													282,980224		
		Tempo Solução													277,859985		
5																	
		Tarefa	i														
		Máquina	m														
		Posição													F		
		Instante chegada Previsto	125	70	20	35	105	90	50	0	95	110	100	80	10	35	80
		Instante início tarefa	136,255	70	20	35	141,3	90	62	0	116,2	139,82	124,2	97,75	19	35	99
		Tempo processamento	101,753	46,2	67	54,3	84,939	34,2	86,3	44	23,62	57,973	96,31	49,14	53,4	53,75	86,57
		Entrega	238,008	116,2	87	69,3	233,239	124,2	148,3	44	139,82	197,793	220,51	136,255	72,4	88,75	185,57
		Penalização atraso	0	0	9	7,3	49,239	0	0	6	0	7,585	0,51	0	0	13,5	0
		Penalização antecipação	5,992	15,8	0	0	0	8,8	35,1	0	6,18	0	0	26,38	31,2	0	37,29
		Custo deterioração máquina	1,7	5,4	2,2	0,8	9,5	4,4	0,8	6,1	8,7	3,7	2,7	5,3	2,1	0,8	8,2

Custo antecipação		F1	166,597																
Custo Atraso		F2	93,136																
Tempo de processamento opt		F3	1136,345																
Custo deterioração das máqui		F4	62,4																
		F	288,487606																
		Tempo Solução	262,429998																
6	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Máquina	m	5	3	1	3	4	1	4	4	3	3	1	5	5	2	2		
	Posição	m	3	2	1	1	3	2	2	1	3	4	3	2	1	1	2		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80		
	Instante inicio tarefa		136,848	70	20	15	148,3	90	62	0	117,2	139,92	124,2	88,4	19	35	99,75		
	Tempo processamento		100,1088	47,2	61	54,3	84,939	34,2	86,3	44	22,72	54,988	100,91	48,448	53,4	55,75	85,8925		
	Entrega		236,9568	117,2	81	69,3	233,239	124,2	148,3	44	139,92	194,938	234,51	136,848	72,4	90,75	185,6425		
	Penalização atraso		0	0	3	7,3	49,239	0	0	6	0	1,815	4,51	0	0	17,5	0		
	Penalização antecipação		7,0432	14,8	0	0	0	8,8	35,1	0	6,08	0	0	24,956	31,2	0	34,0725		
	Custo deterioração máquina		2	3,2	2,4	1,1	9,5	6	0,8	6,1	12,2	3,1	2,2	4,3	2,1	1,1	8,2		
	Custo antecipação		F1	161,5517															
	Custo Atraso		F2	89,305															
	Tempo de processamento opt		F3	1135,2743															
	Custo deterioração das máqui		F4	64,3															
			F	287,971378															
		Tempo Solução	268,799988																
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Máquina	m	2	3	1	3	1	5	4	0	1	4	5	2	2	5	3		
	Posição	m	3	2	1	1	3	2	2	1	2	3	3	2	1	1	3		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80		
	Instante inicio tarefa		136,848	70	20	15	120,9	90,75	62	0	99	148,3	125,085	88,4	19	35	117,2		
	Tempo processamento		100,1088	47,2	61	54,3	75,897	34,239	86,3	44	21,9	59,245	96,79675	48,448	53,4	55,75	85,396		
	Entrega		236,9568	117,2	81	69,3	196,797	125,085	148,3	44	120,9	207,545	231,8818	136,848	72,4	90,75	212,596		
	Penalização atraso		0	0	3	7,3	12,797	0	0	6	0	27,09	1,86175	0	0	17,5	43,788		
	Penalização antecipação		7,0432	14,8	0	0	0	7,915	35,1	0	25,1	0	0	24,456	31,2	0	0		
	Custo deterioração máquina		2	3,2	2,4	1,1	9,5	4,4	0,8	6,1	8,7	3,7	2,7	4,3	2,1	1,1	9,5		
	Custo antecipação		F1	145,6142															
	Custo Atraso		F2	119,35675															
	Tempo de processamento opt		F3	1116,55955															
	Custo deterioração das máqui		F4	61,6															
			F	283,499269															
		Tempo Solução	249,490005																
8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Máquina	m	2	2	4	2	4	1	5	5	2	5	1	4	1	3	3		
	Posição	m	4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80		
	Instante inicio tarefa		138,4218	71,3	20	15	136,14	90	62	0	125,838	148,3	124,2	87	23	35	98,75		
	Tempo processamento		101,05308	44,538	61	56,3	80,9262	34,2	86,3	46	22,5838	56,245	100,31	49,14	49,8	53,75	87,4625		
	Entrega		239,47488	115,838	81	71,3	217,0662	124,2	148,3	46	138,4218	204,545	224,51	136,14	72,8	88,75	186,2125		
	Penalização atraso		0	0	3	9,3	33,0662	0	0	10	0	21,09	4,51	0	0	13,5	0		
	Penalização antecipação		4,5212	16,162	0	0	0	8,8	35,1	0	7,5782	0	0	26,38	30,4	0	35,3625		
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	1,3	9,5	6	0,8	4,8	9,6	3,1	2,2	3,4	2,6	0,8	9,5		
	Custo antecipação		F1	164,50782															
	Custo Atraso		F2	94,4662															
	Tempo de processamento opt		F3	1129,55838															
	Custo deterioração das máqui		F4	62,3															
			F	286,76757															
		Tempo Solução	86160,2031																
9	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Máquina	m	5	4	5	4	2	2	3	1	1	3	3	1	5	2	1	4	
	Posição	m	3	2	1	1	3	2	1	1	3	3	3	2	4	2	1	2	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80		
	Instante inicio tarefa		136,36	70	20	15	124,2	90	62	0	101,8	148,3	123,98	88	19	44	116,2		
	Tempo processamento		99,816	46,2	67	54,3	74,786	34,2	86,3	44	27,18	56,245	100,189	48,36	53,4	57,8	95,566		
	Entrega		236,176	116,2	87	69,3	199,166	124,2	148,3	44	123,98	204,545	234,189	136,36	72,4	101,8	212,166		
	Penalização atraso		0	0	9	7,3	15,186	0	0	6	0	21,09	4,189	0	0	39,6	42,498		
	Penalização antecipação		7,824	15,8	0	0	0	8,8	35,1	0	22,02	0	0	25,92	31,2	0	0		
	Custo deterioração máquina		2	5,4	2,2	0,8	7,9	4,4	1	6,1	8,7	3,1	2,2	4,3	2,1	1,3	7,9		
	Custo antecipação		F1	146,664															
	Custo Atraso		F2	144,843															
	Tempo de processamento opt		F3	1134,782															
	Custo deterioração das máqui		F4	59,4															
			F	288,77006															
		Tempo Solução	247,410004																
10	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Máquina	m	2	2	3	2	3	1	5	5	2	5	1	3	1	4	4		
	Posição	m	4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80		
	Instante inicio tarefa		128,4218	71,3	20	15	126,56	90	62	0	125,838	148,3	124,2	88	23	35	97,75		
	Tempo processamento		101,05308	44,538	66	56,3	80,0548	34,2	86,3	46	22,5838	56,245	100,31	48,56	49,8	53,75	88,0325		
	Entrega		239,47488	115,838	85	71,3	216,6248	124,2	148,3	46	138,4218	204,545	234,51	136,56	72,8	88,75	185,7825		
	Penalização atraso		0	0	7	9,3	32,6248	0	0	10	0	21,09	4,51	0	0	13,5	0		
	Penalização antecipação		4,5212	16,162	0	0	0	8,8	35,1	0	7,5782	0	0	25,32	30,4	0	35,6525		
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	1,3	8,7	6	0,8	4,8	9,6	3,1	2,2	3,4	2,6	1,3	7,9		
	Custo antecipação		F1	164,53782															

Custo Atraso	F2	98,0248
Tempo de processamento opt	F3	1133,10698
Custo deterioração das máqui	F4	62,3
		F
		287,716887
		Tempo Solução
		259,230011

Método das distâncias relativas ponderadas com $p=1, W1=W2=W3=W4=0,25$

Solução inicial

Tarefa	i
Máquina	m
Posição	F

1	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	1	3	4	1	5	5	1	3	4	4	3	4	2	5	2
	Posição	F	3	2	1	1	3	2	2	1	2	4	3	3	1	1	2

Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
Instante início tarefa	169,345	70	20	15	125,085	90,75	59,3	0	95	172,13	122,2	116,5	28	35	107,8
Tempo processamento	118,207	47,2	61	54,3	75,27805	34,335	91,045	43	21,5	61,8195	97,21	55,53	58,8	55,75	90,354
Entrega	278,552	117,2	81	69,3	200,3631	125,085	160,345	43	116,5	234,9495	219,41	172,13	65,8	90,75	198,154
Penalização atraso	69,104	0	3	7,3	16,36305	0	1,035	4	0	81,899	0	27,13	0	17,5	0,462
Penalização antecipação	0	14,8	0	0	0	7,915	0	0	29,5	0	1,18	0	2,4	0	0
Custo deterioração máquina	1,2	3,2	2,4	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	3,7	1,7	3,4	2,1	1,1	8,2

Custo antecipação	F1	55,795
Custo Atraso	F2	227,79305
Tempo de processamento opt	F3	1228,53855
Custo deterioração das máqui	F4	54,4
		F
		0,35400198
		Tempo Solução
		278,549988

2	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	4	3	3	4	5	2	5	5	1	3	2	4	2	1	1
	Posição	F	3	2	1	1	3	2	2	1	2	3	3	2	1	1	3

Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
Instante início tarefa	145,046	85	20	15	159,85	90	69	0	95	189,1	124,2	94,3	28	35	116,5
Tempo processamento	109,076	51,1	65	54,3	85,7505	34,7	90,85	46	21,5	54,855	96,31	50,746	58,8	53,75	96,095
Entrega	254,076	136,1	85	69,3	246,6005	124,7	159,85	46	116,5	193,955	230,51	145,046	66,8	88,75	212,595
Penalização atraso	26,1472	12,3	7	7,3	62,6005	0	0	10	0	0	0,51	0,046	0	13,5	43,785
Penalização antecipação	0	0	0	0	0	8,8	0,45	0	23,5	0,105	0	0	2,4	0	0
Custo deterioração máquina	1,2	3,2	2,4	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	2,7	3,4	2,1	1,3	7,9

Custo antecipação	F1	41,255
Custo Atraso	F2	177,2857
Tempo de processamento opt	F3	1220,23001
Custo deterioração das máqui	F4	54,7
		F
		0,30490619
		Tempo Solução
		288,730011

3

Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Máquina	m	1	3	4	2	5	5	2	3	4	2	3	1	5	1	4
Posição	F	3	2	1	1	3	2	2	1	2	3	3	2	1	1	3

Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
Instante início tarefa	140,595	70	20	15	124,2	90	71,3	0	95	163,645	122,2	94,75	28	35	116,5
Tempo processamento	109,357	47,2	61	54,3	74,996	34,2	92,345	43	21,5	58,54675	97,21	50,845	58,8	53,75	96,095
Entrega	254,952	117,2	81	71,3	199,196	124,2	163,645	44	116,5	222,1918	219,41	145,595	66,8	88,75	212,595
Penalização atraso	21,904	0	3	9,3	15,186	0	10,935	4	0	56,885	0	0,995	0	13,5	43,785
Penalização antecipação	0	14,8	0	0	0	8,8	0	0	29,5	0	1,18	0	2,4	0	0
Custo deterioração máquina	1,2	3,2	2,4	1,1	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,1	1,3	7,9

Custo antecipação	F1	56,68
Custo Atraso	F2	178,5885
Tempo de processamento opt	F3	1181,37475
Custo deterioração das máqui	F4	54,7
		F
		0,29716799
		Tempo Solução
		291,450012

4

Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Máquina	m	4	4	1	3	5	5	3	4	4	3	1	1	2	5	2
Posição	F	4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2

Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
Instante início tarefa	139,82	70	20	15	125,085	90,75	69,3	0	116,2	160,345	144,68	94	28	35	107,8
Tempo processamento	105,892	46,2	61	54,3	75,27805	34,335	91,045	44	23,62	58,02175	111,574	50,08	58,8	55,75	90,354
Entrega	245,712	116,2	81	69,3	200,3631	125,085	160,345	44	139,82	218,3998	216,254	144,68	66,8	90,75	198,154
Penalização atraso	3,424	0	3	7,3	16,36305	0	1,035	6	0	48,793	36,234	0	0	17,5	0,462
Penalização antecipação	0	15,8	0	0	0	7,915	0	0	6,18	0	0	0,96	2,4	0	0
Custo deterioração máquina	1,2	3,4	2,4	1,1	7,9	4,4	1	6,1	8,7	3,1	2,2	3,4	2,1	1,1	8,2

Custo antecipação	F1	33,255
Custo Atraso	F2	140,13159
Tempo de processamento opt	F3	1211,85998
Custo deterioração das máqui	F4	58,3
		F
		0,31531459
		Tempo Solução
		310,470001

5

Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Máquina	m	1	3	5	1	5	5	3	4	1	2	3	2	2	4	4
Posição	F	4	2	1	1	3	2	1	1	3	3	2	2	1	2	3

Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
Instante início tarefa	139,82	70	20	15	124,2	90	69	0	116,2	144,655	159,85	94,8	28	44	105,8
Tempo processamento	105,892	46,2	67	54,3	74,986	34,2	90,85	44	23,62	55,6984	117,9175	49,856	58,8	57,8	91,494
Entrega	245,712	116,2	87	69,3	199,186	124,2	159,85	44	139,82	200,3544	227,7675	144,656	66,8	101,8	197,294

	Penalização atraso	3,424	0	0	7,3	15,186	0	0	6	0	12,7088	57,7675	0	0	39,6	0		
	Penalização antecipação	0	15,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,18	0	0	1,032	2,4	0	2,118		
	Custo deterioração máquina	1,2	5,4	2,2	0,8	7,9	4,4	1	6,1	8,7	3,1	1,7	4,3	2,1	1,3	7,9		
	Custo antecipação	F1	36,78															
	Custo Atraso	F2	150,5803															
	Tempo de processamento opt	F3	1228,9390															
	Custo deterioração das máqui	F4	58,1															
	F	0,33336608																
	Tempo Solução	324,040009																
6	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	4	3	1	4	2	2	5	5	1	5	3	4	2	3	1	
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	2	3	3	2	1	1	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	25	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		146,046	88,72	20	25	124,2	90	69	0	95	159,85	140,825	94,3	28	35	116,5	
	Tempo processamento		109,0276	52,075	61	54,3	74,896	34,2	90,85	46	21,5	57,9775	107,4638	50,746	58,8	53,75	96,056	
	Entrega		254,0736	140,825	81	69,3	199,186	124,2	159,85	46	116,3	217,8275	248,2788	145,046	86,8	88,75	212,556	
	Penalização atraso		20,1472	26,475	3	7,3	15,186	0	0	10	0	47,655	28,27875	0,046	0	13,5	43,785	
	Penalização antecipação		0	0	0	0	0	8,8	0,45	0	29,5	0	0	0	2,4	0	0	
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,4	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,1	0,8	7,9	
	Custo antecipação	F1	41,15															
	Custo Atraso	F2	215,37295															
	Tempo de processamento opt	F3	1225,23185															
	Custo deterioração das máqui	F4	53,2															
	F	0,303997346																
	Tempo Solução	352,379987																
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	1	3	5	3	2	5	2	2	4	5	3	1	1	4	4	
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	2	3	3	2	1	1	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	25	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		141,924	70	20	25	159,85	90	69	0	95	139,2	122,2	94,2	32	35	116,5	
	Tempo processamento		108,9544	47,2	67	54,3	85,7505	34,2	90,85	46	21,5	54,88	97,21	50,724	55,2	53,75	96,056	
	Entrega		253,8784	112,2	87	69,3	246,605	124,2	159,85	46	116,5	194,08	219,41	144,924	87,2	88,75	212,556	
	Penalização atraso		19,7568	0	0	7,3	62,605	0	0	10	0	61,6	0	0	0	13,5	43,785	
	Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	8,8	0,45	0	29,5	0	11,8	0,228	1,6	0	0	
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,2	1,1	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,6	1,3	7,9	
	Custo antecipação	F1	50,548															
	Custo Atraso	F2	166,2023															
	Tempo de processamento opt	F3	1202,4879															
	Custo deterioração das máqui	F4	54,3															
	F	0,30322823																
	Tempo Solução	365,589996																
8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	1	1	5	1	5	2	3	3	1	3	2	3	2	4	4	
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	25	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		139,82	70	20	25	144,9	90	69	0	116,2	139,85	124,2	95	28	35	105,75	
	Tempo processamento		105,803	46,2	67	54,3	81,917	34,2	90,85	43	23,63	57,9775	98,31	49,9	58,8	53,75	91,975	
	Entrega		245,712	116,2	87	69,3	236,217	124,2	159,85	43	139,82	217,8275	270,51	144,9	86,8	88,75	197,2225	
	Penalização atraso		3,424	0	0	7,3	42,717	0	0	4	0	47,655	0,51	0	0	13,5	0	
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,18	0	0	0,3	2,4	0	2,3325	
	Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,2	0,8	7,9	4,4	1	4,8	8,7	3,1	2,7	4,3	2,1	1,3	7,9	
	Custo antecipação	F1	36,2625															
	Custo Atraso	F2	128,106															
	Tempo de processamento opt	F3	1202,809															
	Custo deterioração das máqui	F4	57,8															
	F	0,30261598																
	Tempo Solução	471,190002																
9	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	2	2	1	3	5	5	3	2	2	3	1	1	4	5	4	
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	25	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		136,62	70	20	25	125,085	90,75	69,3	0	114,2	160,345	144,68	94	32	35	106,2	
	Tempo processamento		99,972	44,2	61	54,3	75,27805	34,335	91,045	46	22,42	58,05175	111,574	50,68	55,2	55,75	97,866	
	Entrega		236,592	114,2	81	69,3	200,3631	125,085	160,345	46	136,62	218,3998	256,254	144,68	87,2	90,75	197,866	
	Penalização atraso		0	0	0	7,3	16,38305	0	1,035	10	0	48,7935	36,254	0	0	17,5	0	
	Penalização antecipação		7,408	17,8	0	0	0	7,915	0	0	9,38	0	0	0,96	1,6	0	0,402	
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	1,1	7,9	4,4	1	4,8	9,8	3,1	2,2	3,4	2,6	1,1	7,9	
	Custo antecipação	F1	45,465															
	Custo Atraso	F2	140,24555															
	Tempo de processamento opt	F3	1199,6518															
	Custo deterioração das máqui	F4	57,8															
	F	0,31792568																
	Tempo Solução	1890,71997																
10	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	1	5	4	5	5	1	2	3	1	3	4	4	2	1	2	
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	25	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		148,62	71,3	20	25	115,838	90	69	0	124,2	159,85	144,68	94	28	35	107,8	
	Tempo processamento		111,272	44,538	61	56,3	72,22554	34,2	90,85	43	24,42	57,9775	111,574	50,68	58,8	53,75	90,354	
	Entrega		259,792	119,838	81	71,3	188,064	124,2	159,85	43	148,62	217,8275	254,254	144,68	86,8	88,75	189,154	
	Penalização atraso		31,584	0	0	9,3	4,06454	0	0	4	0,24	47,655	36,254	0	0	13,5	0,402	
	Penalização antecipação		0	16,162	0	0	0	8,8	0,45	0	0	0	0	0	0,96	2,4	0	
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	1,3	7,9	6	1	4,8	8,7	3,1	2,2	3,4	2,1	1,3	8,2	

		F1	F2	F3	F4	F	Tempo Solução														
Custo antecipação		28,772																			
Custo Atraso		155,05954																			
Tempo de processamento opt		1219,13004																			
Custo deterioração das máqui		57,9																			
						0,31694883															
Tempo Solução						291,250000															
Método das distâncias relativas ponderadas com p=2, W1=W2=W3=W4=0,25																					
Solução inicial		Tarefa	i																		
		Máquina	m																		
		Posição	F																		
1		Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
		Máquina	m	1	5	2	4	3	2	4	5	5	3	5	1	1	3	2			
		Posição	F	3	2	1	1	2	2	2	1	3	3	4	2	1	1	3			
		Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80			
		Instante início tarefa		135,896	70	20	15	106	90	59,3	0	114,2	175,38	136,62	85,8	23	35	124,2			
		Tempo processamento		103,5376	44,2	67	54,3	69,98	34,2	91,045	46	22,42	60,397	103,141	49,096	49,8	53,75	97,406			
		Entrega		239,4336	114,2	87	69,3	175,98	124,2	160,345	46	136,62	236,377	239,761	135,896	72,8	88,75	221,606			
		Penalização atraso		0	0	9	7,3	0	0	1,035	10	0	84,734	19,701	0	0	13,5	70,818			
		Penalização antecipação		4,5664	17,8	0	0	24,06	8,8	0	0	9,38	0	0	27,312	30,4	0	0			
		Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,2	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	9,5	3,1	2,7	3,4	2,6	0,8	8,2			
		Custo antecipação	F1	122,3384																	
		Custo Atraso	F2	215,168																	
		Tempo de processamento opt	F3	1193,2686																	
		Custo deterioração das máqui	F4	57,6																	
			F	0,23696008																	
		Tempo Solução		275,179993																	
2		Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
		Máquina	m	1	5	3	4	4	3	4	1	1	2	3	2	1	2	5			
		Posição	F	4	1	1	1	3	2	2	1	3	3	3	2	2	1	2			
		Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80			
		Instante início tarefa		179,04	70	20	15	160,345	90	59,3	0	106,4	139,715	124,2	90,75	44	35	114,2			
		Tempo processamento		99,424	44,2	65	54,3	69,91385	34,2	91,045	44	22,64	54,95725	98,31	48,985	62,4	55,75	91,106			
		Entrega		228,464	114,2	85	69,3	249,2589	124,2	160,345	44	129,04	194,6723	222,51	139,715	106,4	90,75	207,306			
		Penalização atraso		0	0	7	7,3	65,25885	0	1,035	6	0	1,3445	2,51	0	36,8	17,5	27,918			
		Penalização antecipação		15,536	17,8	0	0	0	8,8	0	0	16,95	0	0	15,855	0	0	0			
		Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	0,8	9,5	7,1	0,8	6,1	8,7	3,1	1,7	4,3	2,6	1,1	8,2			
		Custo antecipação	F1	74,951																	
		Custo Atraso	F2	172,56635																	
		Tempo de processamento opt	F3	1200,2611																	
		Custo deterioração das máqui	F4	61,9																	
			F	0,21880109																	
		Tempo Solução		278,769989																	
3		Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
		Máquina	m	4	3	5	1	2	2	1	3	3	3	1	4	2	4	5			
		Posição	F	3	2	1	1	3	2	2	1	3	4	3	2	1	1	2			
		Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80			
		Instante início tarefa		138,275	70	20	15	124,2	90	59,3	0	117,2	139,92	160,345	88,75	19	35	99			
		Tempo processamento		104,966	47,2	67	54,3	74,986	34,2	91,045	43	22,72	54,988	120,1898	49,525	53,4	53,75	86,57			
		Entrega		243,24	117,2	87	69,3	199,186	124,2	160,345	43	139,92	194,928	280,5348	138,275	72,4	88,75	185,57			
		Penalização atraso		0	0	9	7,3	15,186	0	1,035	4	0	1,818	60,53475	0	0	13,5	0			
		Penalização antecipação		0,76	14,8	0	0	0	8,8	0	0	6,08	0	0	20,175	31,2	0	37,89			
		Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	12,2	3,1	2,2	3,4	2,1	1,3	8,2			
		Custo antecipação	F1	119,105																	
		Custo Atraso	F2	112,37175																	
		Tempo de processamento opt	F3	1178,82875																	
		Custo deterioração das máqui	F4	57,8																	
			F	0,21369744																	
		Tempo Solução		280,589996																	
4		Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
		Máquina	m	3	1	1	1	3	5	3	2	1	1	3	3	4	5	4			
		Posição	F	3	2	1	1	3	2	2	1	3	4	3	2	1	1	2			
		Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80			
		Instante início tarefa		136,36	81	20	15	125,085	90,75	59,3	0	130,05	255,055	160,345	88	23	35	98			
		Tempo processamento		99,816	49,06	61	54,3	75,27805	34,325	91,045	46	25,005	60,2599	118,1898	48,36	49,8	55,75	88,14			
		Entrega		236,176	130,06	81	69,3	200,3621	125,085	160,345	46	255,055	225,3299	278,5348	136,36	72,8	90,75	186,14			
		Penalização atraso		0	0	3	7,3	16,36305	0	1,035	10	18,132	42,6218	58,53475	0	0	17,5	0			
		Penalização antecipação		7,824	1,94	0	0	0	7,915	0	0	0	0	0	25,92	30,4	0	35,58			
		Custo deterioração máquina		2	5,4	2,4	1,1	7,9	4,4	1	4,8	8,7	3,7	1,7	4,3	2,6	1,1	7,9			
		Custo antecipação	F1	109,579																	
		Custo Atraso	F2	174,5164																	
		Tempo de processamento opt	F3	1218,3057																	
		Custo deterioração das máqui	F4	59																	
			F	0,23372486																	
		Tempo Solução		270,105985																	
5		Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
		Máquina	m	1	1	2	4	5	5	4	3	1	2	4	2	1	5	3			
		Posição	F	4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2			
		Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80			

Instante início tarefa		143,7008	72,6	70	15	125,085	90,75	69,3	0	129,278	136,36	160,345	88	23	35	99		
Tempo processamento		108,22048	46,928	67	54,3	75,27805	34,335	91,045	43	21,9728	54,454	120,1698	48,36	49,8	55,75	87,57		
Entrega		251,92128	119,728	87	69,3	200,3631	125,085	160,345	43	143,7008	190,814	280,5348	136,36	72,8	90,75	186,57		
Penalização atraso		15,84256	0	9	7,3	15,36305	0	1,035	4	0	0	60,53475	0	0	17,5	0		
Penalização antecipação		0	12,272	0	0	0	7,915	0	0	2,2992	9,558	0	25,92	30,4	0	34,29		
Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,2	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	2,2	4,3	2,6	1,1	9,5		
Custo antecipação		F1	122,6542															
Custo Atraso		F2	131,57536															
Tempo de processamento opt		F3	1193,27388															
Custo deterioração das máqui		F4	50															
F		0,22829121																
Tempo Solução		281,660004																
6	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	4	5	1	3	5	2	3	2	1	3	2	4	5	4	1	
	Posição	m	3	2	1	1	3	2	2	1	2	3	3	2	1	1	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		138,275	72,4	20	15	117,224	90	69,3	0	99	160,345	124,2	88,75	19	35	120,9	
	Tempo processamento		104,966	44,824	61	54,3	72,68392	34,2	91,045	46	21,9	58,05175	96,31	49,525	53,4	53,75	97,987	
	Entrega		243,14	117,234	81	69,3	189,9079	124,2	160,345	46	120,9	218,3968	230,51	138,275	72,4	88,75	218,887	
	Penalização atraso		0	0	3	7,3	5,90792	0	1,035	10	0	48,7935	0,51	0	0	13,5	62,661	
	Penalização antecipação		0,76	14,776	0	0	0	8,8	0	0	25,1	0	0	20,175	31,2	0	0	
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	1,1	7,9	4,4	1	4,8	8,7	3,1	2,7	3,4	2,1	1,3	7,9	
	Custo antecipação		F1	105,811														
	Custo Atraso		F2	152,70742														
	Tempo de processamento opt		F3	1144,31567														
	Custo deterioração das máqui		F4	56,3														
	F		0,18622247															
	Tempo Solução		285,320007															
	7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Máquina		m	2	3	4	1	5	5	1	3	4	1	3	2	5	2	4	
Posição		m	3	2	1	1	3	2	2	1	2	3	3	2	1	1	3	
Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80		
Instante início tarefa		139,715	70	20	15	124,2	90	69,3	0	99	160,345	117,2	90,75	19	35	120,9		
Tempo processamento		101,829	47,2	61	54,3	74,986	34,2	91,045	43	21,9	61,02175	94,66	48,566	53,4	53,75	97,987		
Entrega		241,544	117,2	81	69,3	199,186	124,2	160,345	43	120,9	221,3968	211,66	139,715	72,4	90,75	218,887		
Penalização atraso		0	0	3	7,3	15,186	0	1,035	4	0	54,7935	0	0	0	17,5	62,661		
Penalização antecipação		2,456	14,8	0	0	0	8,8	0	0	25,1	0	16,68	15,835	31,2	0	0		
Custo deterioração máquina		2	3,2	2,4	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	2,7	3,4	2,1	1,1	7,9		
Custo antecipação		F1	114,891															
Custo Atraso		F2	165,4756															
Tempo de processamento opt		F3	1146,48375															
Custo deterioração das máqui		F4	55,8															
F		0,20186616																
Tempo Solução		292,019989																
8		Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	4	3	3	5	5	4	2	2	2	3	3	1	2	1	1	
	Posição	m	2	2	1	1	3	2	1	1	3	4	3	2	2	1	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		148,3	85	20	15	124,2	90	62	0	115,6	138,15	136,1	88,75	46	35	138,275	
	Tempo processamento		110,98	51,1	65	56,3	74,986	34,2	86,3	46	22,55	54,724	104,855	49,525	69,6	53,75	105,453	
	Entrega		259,28	136,1	85	71,3	199,186	124,2	148,3	46	138,15	192,884	240,955	138,275	125,6	88,75	243,733	
	Penalização atraso		30,56	12,3	7	9,3	15,186	0	0	10	0	0	20,955	0	55,2	13,5	137,1998	
	Penalização antecipação		0	0	0	0	0	8,8	35,1	0	7,8	3,948	0	20,275	0	0	0	
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,4	1,3	7,9	4,4	0,8	4,8	9,5	3,1	1,7	3,4	2,1	1,3	7,9	
	Custo antecipação		F1	75,263														
	Custo Atraso		F2	311,20075														
	Tempo de processamento opt		F3	1282,72225														
	Custo deterioração das máqui		F4	55,1														
	F		0,25507937															
	Tempo Solução		298,709991															
	9	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Máquina		m	4	3	2	4	5	4	3	2	1	3	2	1	5	1	3	
Posição		m	3	2	1	1	3	2	2	1	2	3	3	2	1	1	3	
Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80		
Instante início tarefa		160,345	70	20	15	121	90	69,3	0	100	138,275	124,2	88,75	19	35	117,2		
Tempo processamento		118,207	47,2	67	54,3	71,93	34,2	91,045	43	21	57,74125	96,31	49,525	53,4	53,75	95,396		
Entrega		278,552	117,2	87	69,3	194,93	124,2	160,345	43	121	196,0163	230,51	138,275	72,4	88,75	212,596		
Penalização atraso		69,104	0	9	7,3	10,93	0	1,035	4	0	4,0325	0,51	0	0	13,5	43,788		
Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	8,8	0	0	25	0	0	20,175	31,2	0	0		
Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,2	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	9,5	3,7	2,7	3,4	2,1	1,3	9,5		
Custo antecipação		F1	90,975															
Custo Atraso		F2	163,1995															
Tempo de processamento opt		F3	1159,07425															
Custo deterioração das máqui		F4	57,6															
F		0,1971128																
Tempo Solução		310,899994																
10		Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	1	5	1	3	5	2	3	2	4	3	2	1	5	4	4	
	Posição	m	3	2	1	1	3	2	2	1	2	3	3	2	1	1	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		136,14	72,4	20	15	117,224	90	69,3	0	99	160,345	124,2	87	19	35	120,9	
	Tempo processamento		103,684	44,824	61	54,3	72,68392	34,2	91,045	46	21,9	58,05175	96,31	49,525	53,4	53,75	97,987	
	Entrega		239,824	117,234	81	69,3	189,9079	124,2	160,345	46	120,9	218,3968	220,51	136,14	72,4	88,75	218,887	

Penalização atraso	0	0	3	7,3	5,00792	0	1,035	10	0	48,7935	0,51	0	0	13,5	62,661	
Penalização antecipação	4,176	14,776	0	0	0	8,8	0	0	25,1	0	0	26,58	31,2	0	0	
Custo deterioração máquina	1,2	4,3	2,4	1,1	7,9	4,4	1	4,8	8,7	3,1	2,7	3,4	2,1	1,3	7,9	
Custo antecipação	F1	119,632														
Custo Atraso	F2	152,70742														
Tempo de processamento op-	F3	1138,78467														
Custo deterioração das máqui	F4	56,3														
	F	0,1940694														
Tempo Solução		325,089996														

APÊNDICE L

Método Ponderado, W1=W2=W3=W4=0,25

Solução inicial																						
Tarefa	1																					
Máquina	m																					
Posição	p																					
1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Instante chegada Previsto	135	70	30	15	105	90	50	0	95	110	300	0	10	35	80	05	45	5	135	130		
Instante início tarefa	125	70	30	15	115	90	50	0	95	130,2	222,2	05	28	38	302,75	05	45	5	137	130,20		
Tempo processamento	97	48,2	61	54,3	71,29	34,2	90,85	41	116,5	54,88	95,66	40,9	50,8	53,75	94,725	31,6	39,6	91,81	29,22	41,4654		
Entrega	222	116,2	81	59,3	384,29	242	139,85	41	116,5	204,68	219,86	144,9	88,8	88,75	197,225	116,6	123,6	54,33	137,12	211,774		
Penalização atraso	0	0	0	7,3	0,25	0	0	0	0	0,16	0	0	0	135	0	3,2	0	0	0	0		
Penalização antepaço	22	16,8	0	0	0	0,8	0,45	0	29,5	0	0,28	0,3	2,4	0	2,3325	0	36,4	2,61	1,56	2,2335		
Custo deterioração máquina	1,2	3,2	2,4	0,8	7,9	4,4	1	6,1	8,7	3,1	1,7	3,4	2,1	1,3	7,9	4,4	8,7	3,1	1,7	4,8		
Custo antepaço	F1	124,8361																				
Custo Atraso	F2	32,36																				
Tempo de processamento	F3	1345,4730																				
Custo deterioração do ma	F4	81,8																				
	F	276,3926																				
	Tempo Solução	622,91598																				
2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Instante chegada Previsto	135	70	30	15	105	90	50	0	95	110	300	0	10	35	80	05	45	5	135	130		
Instante início tarefa	135	70	30	15	115	90	50	0	95	135,2	227,2	04	28	37	305,2	05	45	5	137	130,20		
Tempo processamento	97	47,2	61	54,3	71,29	34,2	90,85	41	116,5	54,88	92,21	36,36	50,8	53,75	91,38	31,6	39,6	91,21	29,22	41,4654		
Entrega	222	117,2	81	59,3	384,29	242	139,85	41	116,5	204,68	219,41	145,046	88,8	88,75	197,58	116,6	123,6	54,29	137,12	211,774		
Penalização atraso	0	0	0	7,3	0,25	0	0	0	0	0,16	0	0,046	0	0	135	0	3,2	0	0,01	0	0	
Penalização antepaço	22	16,8	0	0	0	0,8	0,45	0	29,5	0	0,28	0	2,4	0	2,25	0	36,4	0	1,56	2,2335		
Custo deterioração máquina	1,2	3,2	2,4	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,1	1,3	7,9	4,4	8,7	3,1	1,7	4,8		
Custo antepaço	F1	138,5736																				
Custo Atraso	F2	32,306																				
Tempo de processamento	F3	1346,4134																				
Custo deterioração do ma	F4	79,5																				
	F	391,643																				
	Tempo Solução	581,88																				
3	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Instante chegada Previsto	135	70	30	15	105	90	50	0	95	110	300	0	10	35	80	05	45	5	135	130		
Instante início tarefa	135	70	30	15	115	90	50	0	95	135,2	227,6	04	28	37	305,2	05	45	5	137	130,20		
Tempo processamento	97	47,2	61	54,3	71,90	34,2	90,85	41	116,5	54,88	92,41	36,36	50,8	53,75	91,38	31,6	39,6	91,21	29,22	41,4654		
Entrega	222	116,2	81	59,3	383,96	242	139,85	41	116,5	204,68	220,03	144,88	87,2	88,75	197,865	116,6	123,6	54,31	137,16	208		
Penalização atraso	0	0	0	7,3	0	0	0	0	0	0,16	0,01	0	0	0	135	0	3,2	0	0	0,48	0	
Penalização antepaço	22	17,8	0	0	0,12	0,8	0,45	0	29,5	0	0,28	0	2,4	0	0,002	0	36,4	2,01	0	1,6		
Custo deterioração máquina	1,2	4,8	2,4	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,6	1,3	7,9	4,4	8,7	3,1	2,2	4,8		
Custo antepaço	F1	140,042																				
Custo Atraso	F2	31,87																				
Tempo de processamento	F3	1332,896																				
Custo deterioração do ma	F4	79,6																				
	F	394,807																				
	Tempo Solução	604,3958																				
4	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Instante chegada Previsto	135	70	30	15	105	90	50	0	95	110	300	0	10	35	80	05	45	5	135	130		
Instante início tarefa	135	70	30	15	115	90	50	0	95	135,2	227,6	04,3	28	37	305,2	05	45	5	137	130,20		
Tempo processamento	97	47,2	61	54,3	71,90	34,2	90,85	41	116,5	54,88	92,41	36,36	50,8	53,75	91,38	31,6	39,6	91,21	29,22	41,4654		
Entrega	222	117,2	81	59,3	384,29	242	139,85	41	116,5	204,68	220,03	145,046	87,2	88,75	197,865	116,6	123,6	54,31	137,16	208		
Penalização atraso	0	0	0	7,3	0,25	0	0	0	0	0,16	0,03	0,046	0	0	135	0	3,2	0	0	0,48		
Penalização antepaço	22	16,8	0	0	0	0,8	0,45	0	29,5	0	0,28	0	2,4	0	0	0,002	0	36,4	2,01	0,56	1,648	
Custo deterioração máquina	1,2	3,2	2,4	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,6	1,3	7,9	4,4	8,7	3,1	1,7	4,8		
Custo antepaço	F1	105,8948																				
Custo Atraso	F2	31,3,26																				
Tempo de processamento	F3	1362,6772																				
Custo deterioração do ma	F4	79,4																				
	F	391,677																				
	Tempo Solução	615,7091																				
5	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Instante chegada Previsto	135	70	30	15	105	90	50	0	95	110	300	0	10	35	80	05	45	5	135	130		
Instante início tarefa	135	70	30	15	115	90	50	0	95	135,2	227,6	04,3	28	37	305,2	05	45	5	137	130,20		
Tempo processamento	97	47,2	61	54,3	71,29	34,2	90,85	41	116,5	54,88	92,41	36,36	50,8	53,75	91,38	31,6	39,6	91,21	29,22	41,4654		
Entrega	222	117,2	81	59,3	384,29	242	139,85	41	116,5	204,68	220,03	145,046	87,2	88,75	197,865	116,6	123,6	54,31	137,16	208		
Penalização atraso	0	0	0	7,3	0,25	0	0	0	0	0,16	0,03	0,046	0	0	135	0	3,2	0	0	0		
Penalização antepaço	22	16,8	0	0	0	0,8	0,45	0	29,5	0	0,28	0	2,4	0	0	0	36,4	2,01	0,56	1,648		
Custo deterioração máquina	1,2	3,2	2,4	0,8	7,9	4,4	1	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,1	1,3	7,9	4,4	8,7	3,1	1,7	4,8		
Custo antepaço	F1	101,134																				
Custo Atraso	F2	31,088																				
Tempo de processamento	F3	1361,636																				
Custo deterioração do ma	F4	79,5																				
	F	393,0195																				
	Tempo Solução	659,0998																				
6	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Instante chegada Previsto	135	70	30	15	105	90	50	0	95	110	300	0	10	35	80	05	45	5	135	130		
Instante início tarefa	135	70	30	15	115	90	50	0	95	135,2	227,6	04,3	28	37	305,2	05	45	5	137	130,20		
Tempo processamento	97	47,2	61	54,3	71,29	34,2	90,85	41	116,5	54,88	92,41	36,36	50,8	53,75	91,38	31,6	39,6	91,21	29,22	41,4654		
Entrega	222	117,2	81	59,3	384,29	242	139,85	41	116,5	204,68	220,03	145,046	87,2	88,75	197,865	116,6	123,6	54,31	137,16	208		
Penalização atraso	0	0	0	7,3	0,25	0	0	0	0	0,16	0,03	0,046	0	0	135	0	3,2	0	0	0,48		
Penalização antepaço	22	16,8	0	0	0	0,8	0,45	0	29,5	0	0,28	0	2,4	0	0	0,002	0	36,4	2,01	0,56	1,648	
Custo deterioração máquina	1,2	3,2	2,4	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,6	1,3	7,9	4,4	8,7	3,1	2,2	4,8		
Custo antepaço	F1	102,047																				
Custo Atraso	F2	31,088																				
Tempo de processamento	F3	1361,636																				
Custo deterioração do ma	F4	79,5																				
	F	393,7175																				
	Tempo Solução	702,75																				

7	Target	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	Máquina	1	6	10	7	8	1	2	3	4	6	3	7	5	1	10	3	4	8	9	2		
	Posição	3	1	1	1	2	2	1	1	2	2	3	2	1	1	2	2	1	1	1	2		
	Instante chegado Previsto	125	70	30	35	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	85	45	5	135	130		
	Instante início tarefa	125	70	30	35	113	90	69	0	121,6	135,2	122,6	54,3	28	35	105	85	45	11	137	109,85		
	Tempo processamento	87	47,2	61	54,3	71,29	34,2	90,85	43	24,16	54,88	97,43	50,58	33,75	90,364	31,6	79,6	43,31	20,27	45,664			
	Entraga	222	117,7	81	104,3	164,29	124,2	110,85	41	145,76	194,08	270,81	145,666	80,8	88,75	197,86	116,6	120,6	54,31	151,77	201,01		
	Penalização atraso	0	0	0	7,3	0,29	0	0	4	0	0,16	0,81	0,646	0	13,5	0	3,2	0	0	0	0		
	Penalização antecipeção	22	14,8	6	0	0	8,8	0,45	0	0,24	0	0	0	0	2,4	0	2,95	0	38,8	2,81	1,96		
	Costo distorção máquina	12	3,2	2,4	0,8	7,9	0	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,1	1,9	7,9	4,4	8,7	3,1	1,7	4,8		
	Costo antecipeção	F1	120,494																				
	Costo Atraso	F2	211,26																				
	Tempo de processamento	F3	13471067																				
	Costo distorção das má	F4	78																				
	F	394,2705																					
	Tempo Solução	2647,05																					

8	Target	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	Máquina	1	9	2	6	2	8	5	9	10	0	3	4	7	10	7	1	3	5	6	1		
	Posição	3	2	2	1	1	1	2	1	2	3	2	1	1	1	2	2	1	1	2	2		
	Instante chegado Previsto	125	70	20	35	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	85	45	5	135	130		
	Instante início tarefa	125	70	20	35	113	90	69	0	95	135,2	122,6	54,3	28	35	105	85	45	11	137	109,85		
	Tempo processamento	87	47,2	61	54,3	71,29	34,2	90,85	43	24,16	54,88	97,43	50,58	33,75	91,665	31,6	79,6	43,31	20,27	45,664			
	Entraga	222	117,7	81	104,3	164,29	124,2	110,845	41	145,76	194,08	270,81	144,68	80,7	88,75	197,86	116,6	120,6	54,31	151,77	211,754		
	Penalização atraso	0	0	0	7,3	0,29	0	1,1015	4	0	0,16	0,81	0	0	13,5	0	3,2	0	0	0	0		
	Penalização antecipeção	22	14,8	6	0	0	8,8	0,45	0	0,24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Costo distorção máquina	12	3,2	2,4	1,1	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,6	1,9	7,9	7,1	12,2	3,1	1,7	4,8		
	Costo antecipeção	F1	121,2196																				
	Costo Atraso	F2	37,9275																				
	Tempo de processamento	F3	114621189																				
	Costo distorção das má	F4	83,4																				
	F	393,834																					
	Tempo Solução	64130597																					

9	Target	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	Máquina	5	6	2	7	1	5	4	6	8	9	7	2	9	12	4	8	3	1	1	1		
	Posição	2	2	2	1	2	1	1	1	2	3	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2		
	Instante chegado Previsto	125	70	20	35	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	85	45	5	135	130		
	Instante início tarefa	125	70	20	35	113	90	69	0	115,6	135,2	122,6	54,3	28	35	105	85	45	11	136	130		
	Tempo processamento	87	47,2	61	54,3	71,29	34,2	90,85	43	24,16	54,88	97,43	50,58	33,75	91,665	31,6	79,6	43,31	20,27	45,664			
	Entraga	222	117,7	81	104,3	164,29	124,2	110,85	41	145,76	194,08	270,81	144,08	80,7	88,75	197,86	116,6	119,6	54,31	151,77	211,754		
	Penalização atraso	0	0	0	7,3	0,29	0	0	4	0	0,16	0,81	0	0	13,5	0	3,2	0	0	0	0		
	Penalização antecipeção	26	14,8	6	0	0	8,8	0,45	0	0,24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Costo distorção máquina	2	3,2	2,4	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,1	1,9	7,9	4,4	8,7	3,1	1,7	4,8		
	Costo antecipeção	F1	131,75																				
	Costo Atraso	F2	31,946																				
	Tempo de processamento	F3	1201096																				
	Costo distorção das má	F4	79																				
	F	394,8985																					
	Tempo Solução	613,9998																					

10	Target	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	Máquina	7	9	2	6	2	1	8	9	10	0	6	4	1	1	5	6	10	2	1	1		
	Posição	2	2	2	1	2	2	1	1	2	3	3	1	1	1	2	2	1	1	2	3		
	Instante chegado Previsto	125	70	20	35	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	85	45	5	135	130		
	Instante início tarefa	125	70	20	35	113	90	69	0	115,6	135,2	122,6	54,3	28	35	105	85	45	11	136	130		
	Tempo processamento	87	47,2	61	54,3	71,29	34,2	90,85	43	24,16	54,88	97,43	50,58	33,75	90,364	31,6	79,6	43,31	20,27	45,664			
	Entraga	222	117,7	81	104,3	164,29	124,2	110,85	41	145,76	194,08	270,81	144,08	80,7	88,75	197,86	116,6	119,6	54,31	151,77	211,754		
	Penalização atraso	0	0	0	7,3	0,29	0	0	4	0	0,16	0,81	0	0	13,5	0	3,2	0	0	0	0		
	Penalização antecipeção	26	14,8	6	0	0	8,8	0,45	0	0,24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Costo distorção máquina	12	3,2	2,4	1,1	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	7,1	1,9	7,9	4,4	8,7	3,1	1,7	4,8		
	Costo antecipeção	F1	115,88																				
	Costo Atraso	F2	31,422																				
	Tempo de processamento	F3	13017994																				
	Costo distorção das má	F4	79,1																				
	F	394,8815																					
	Tempo Solução	61033883																					

Método variante das métricas ponderadas, W1=W2=W3=W4=0,25

Solução inicial		Target	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina		5	6	2	7	1	5	4	6	8	9	7	2	9	12	4	8	3	1	1	1	
	Posição		2	2	2	1	2	2	1	1	2	3	3	1	1	2	2	1	1	2	3	3	
	F		394,9479																				

1	Target	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	Máquina	9	5	4	7	6	1	8	9	10	1	2	4	1	6	10	9	2	4	9	5		
	Posição	2	1	1	1	1	2	1	1	3	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	3		
	Instante chegado Previsto	125	70	20	35	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	85	45	5	135	130		
	Instante início tarefa	125	70	20	35	105	90	67,18	0	94	125,2	109	87	10	35	98	85	45	5	135	130		
	Tempo processamento	87	46,7	61	54,3	69,98	34,2	86,5	43	23,9	56,28	87,4	46,14	34,4	33,75	89,14	31,6	79,6	43,31	20,1	43		
	Entraga	218	114,2	81	104,3	179,96	124,2	104,5	43	139,9	189,28	269,4	148,34	77,4	88,75	188,14	116,6	119,6	54,31	150,1	197		
	Penalização atraso	0	0	0	7,3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	13,5	0	3,2	0	0	0	0		
	Penalização antecipeção	26	17,8	6	0	24,05	8,8	34,209	0	25,1	25,26	49,2	26,18	31,2	0	33,88	0	42,4	14,46	5,8	41		
	Costo distorção máquina	2	4,3	2,4	0,8	8,7	6	1	4,8	8,7	3,7	2,7	3,4	2,1	1,9	7,9	4,4	8,7	3,1	1,7	4,8		
	Costo antecipeção	F1	405,479																				
	Costo Atraso	F2	31																				
	Tempo de processamento	F3	1204067																				
	Costo distorção das má	F4	83,4																				
	F	318,8478																					
	Tempo Solução	598,7107																					

2	Target	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	Máquina	2	5	20	1	6	4	8	9	7	4	8	1	8	6	10	9	2	4	9	5		
	Posição	2	1	1	1	2	2	1	1	1	3	2	2	1	1	2	2	1	1	1	3		
	Instante chegado Previsto	125	70	20	35	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	85	45	5	135	130		
	Instante início tarefa	125	70	20	35	105	90	62	0	99	125,2	109	87,3	10	35	98	85	45	5	135	130		
	Tempo processamento	87	46,7	61	54,3	69,98	34,2	86,5	43	23,9	56,28	87,4	46,14	34,4	33,75	89,14	31,6	79,6	43,31	20,1	43		
	Entraga	218	114,2	81	104,3	179,96	124,2	104,5	43	139,9	189,28	269,4	148,34	77,4	88,75	188,14	116,6	119,6	54,31	150,1	197		
	Penalização atraso	0	0	0	7,3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	13,5	0	3,2	0	0	0	0		
	Penalização antecipeção	26	17,8	6	0	24,05	8,8	34,1	0	25,1	25,26	49,2	25,482	31,2	0	33,88	0	42,4	11,89	5,8	41		
	Costo distorção máquina	2	4,3	2,4	0,8	8,7	6	1	4,8	8,7	3,7	2,7	3,4	2,1	1,9	7,9	4,4	8,7	3,1	1,7	4,8		
	Costo antecipeção	F1	405,137																				
	Costo Atraso	F2	31																				
	Tempo de processamento	F3	1203106																				
	Costo distorção das má	F4	83,4																				
	F	318,8475																					
	Tempo Solução	598,9083																					

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
3	Tarefa	i																				
	Máquina	m																				
Posição		2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	3	2	2	1	1	1	1	1	1	3	2
Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	85	45	5	135	110	
Instante início tarefa		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	85	45	5	135	110	
Tempo processamento		93	46,2	61	54,3	35,65	34,2	86,3	41	21,9	54,64	88,85	38,56	58,4	13,75	88,14	73,6	70,6	62,21	26,1	41	
Entrega		218	114,2	81	68,3	175,98	124,2	148,3	41	110,9	213,04	255,85	136,16	22,4	88,75	180,14	116,6	115,6	98,21	156,1	111	
Peneiração atraso		0	0	0	7,3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	115,5	0	12,7	0	0	0	0	
Peneiração antecipejo		26	17,8	6	0	25,05	8,8	35,1	0	25,1	8,868	48,3	25,32	31,2	0	35,98	0	42,4	14,37	5,8	41	
Custo distorção máquina		2	4,3	2,4	0,8	5,5	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,4	0,8	7,9	4,4	9,6	3,1	1,7	4,8	
Custo antecipejo		F1	393,088																			
Custo Atraso		F2	31																			
Tempo de processamento		F3	1200,804																			
Custo distorção dos mo		F4	82,5																			
Tempo Solução		F	318,37033																			
Tempo Solução		F	576,88																			
4	Tarefa	i																				
	Máquina	m																				
Posição		2	2	2	1	2	2	1	1	2	3	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	3
Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	85	45	5	135	110	
Instante início tarefa		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	85	45	5	135	110	
Tempo processamento		93	46,2	61	54,3	35,65	34,2	86,3	41	21,9	54,64	88,85	38,56	58,4	13,75	88,14	73,6	70,6	62,21	26,1	41	
Entrega		218	114,2	81	68,3	175,98	124,2	148,3	41	110,9	213,04	255,85	136,16	22,4	88,75	180,14	116,6	115,6	98,21	156,1	111	
Peneiração atraso		0	0	0	7,3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	115,5	0	12,7	0	0	0	0	
Peneiração antecipejo		26	17,8	6	0	24,05	8,8	35,1	0	25,1	29,51	49,2	20,175	31,2	0	35,98	0	42,4	14,37	5,8	41	
Custo distorção máquina		2	4,3	2,4	0,8	5,7	7,1	0,8	4,8	8,7	3,1	2,7	3,4	2,4	1,3	7,9	4,4	9,6	3,1	1,7	4,8	
Custo antecipejo		F1	403,495																			
Custo Atraso		F2	31																			
Tempo de processamento		F3	1200,185																			
Custo distorção dos mo		F4	84																			
Tempo Solução		F	318,54713																			
Tempo Solução		F	575,25																			
5	Tarefa	i																				
	Máquina	m																				
Posição		2	2	2	1	2	2	1	1	2	3	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	3
Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	85	45	5	135	110	
Instante início tarefa		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	85	45	5	135	110	
Tempo processamento		93	46,2	61	54,3	35,65	34,2	86,3	41	21,9	54,64	88,85	38,56	58,4	13,75	88,14	73,6	70,6	62,21	26,1	41	
Entrega		218	114,2	81	68,3	175,98	124,2	148,3	41	110,9	213,04	255,85	136,16	22,4	88,75	180,14	116,6	115,6	98,21	156,1	111	
Peneiração atraso		0	0	0	7,3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	115,5	0	12,7	0	0	0	0	
Peneiração antecipejo		26	17,8	6	0	24,05	8,8	35,1	0	25,1	29,51	49,2	20,175	31,2	0	35,98	0	42,4	14,37	5,8	41	
Custo distorção máquina		2	4,3	2,4	0,8	5,7	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,4	1,3	7,9	4,4	9,6	3,1	1,7	4,8	
Custo antecipejo		F1	377,025																			
Custo Atraso		F2	31,075																			
Tempo de processamento		F3	1214,679																			
Custo distorção dos mo		F4	81,3																			
Tempo Solução		F	318,72386																			
Tempo Solução		F	577,04299																			
6	Tarefa	i																				
	Máquina	m																				
Posição		2	1	2	1	2	2	1	1	3	2	2	1	1	1	2	2	1	1	2	3	
Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	85	45	5	135	110	
Instante início tarefa		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	85	45	5	135	110	
Tempo processamento		93	46,2	61	54,3	35,65	34,2	86,3	41	21,9	54,64	88,85	38,56	58,4	13,75	88,14	73,6	70,6	62,21	26,1	41	
Entrega		218	114,2	81	68,3	175,98	124,2	148,3	41	110,9	213,04	255,85	136,16	22,4	88,75	180,14	116,6	115,6	98,21	156,1	111	
Peneiração atraso		0	0	0	7,3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	115,5	0	12,7	0	0	0	0	
Peneiração antecipejo		26	17,8	6	0	24,05	8,8	35,1	0	25,1	29,51	49,2	20,175	31,2	0	35,98	0	42,4	14,37	5,8	41	
Custo distorção máquina		2	4,3	2,4	0,8	5,7	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,1	0,8	7,9	4,4	9,6	3,1	1,7	4,8	
Custo antecipejo		F1	405,042																			
Custo Atraso		F2	31																			
Tempo de processamento		F3	1203,136																			
Custo distorção dos mo		F4	80,5																			
Tempo Solução		F	318,54721																			
Tempo Solução		F	587,65682																			
7	Tarefa	i																				
	Máquina	m																				
Posição		2	1	2	1	2	2	1	1	2	3	2	2	1	1	1	1	1	1	2	3	
Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	85	45	5	135	110	
Instante início tarefa		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	85	45	5	135	110	
Tempo processamento		93	46,2	61	54,3	35,65	34,2	86,3	41	21,9	54,64	88,85	38,56	58,4	13,75	88,14	73,6	70,6	62,21	26,1	41	
Entrega		218	114,2	81	68,3	175,98	124,2	148,3	41	110,9	213,04	255,85	136,16	22,4	88,75	180,14	116,6	115,6	98,21	156,1	111	
Peneiração atraso		0	0	0	7,3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	115,5	0	12,7	0	0	0	0	
Peneiração antecipejo		26	17,8	6	0	25,05	8,8	34,065	0	25,1	29,51	49,2	20,175	31,2	0	35,98	0	42,4	14,37	5,8	41	
Custo distorção máquina		2	4,3	2,4	0,8	5,7	7,1	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,1	0,8	7,9	4,4	9,6	3,1	1,7	4,8	
Custo antecipejo		F1	407,176																			
Custo Atraso		F2	31																			
Tempo de processamento		F3	1200,363																			
Custo distorção dos mo		F4	81,8																			
Tempo Solução		F	318,62477																			
Tempo Solução		F	573,57099																			
8	Tarefa	i																				
	Máquina	m																				
Posição		2	1	2	1	2	2	1	1	2	3	2	1	1	1	2	1	1	1	3	2	
Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	85	45	5	135	110	
Instante início tarefa		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	85	45	5	135	110	
Tempo processamento		93	46,2	61	54,3	35,65	34,2	86,3	41	21,9	54,64	88,85	38,56	58,4	13,75	88,14	73,6	70,6	62,21	26,1	41	
Entrega		218	114,2	81	68,3	175,98	124,2	148,3	41	110,9	213,04	255,85	136,16	22,4	88,75	180,14	116,6	115,6	98,21	156,1	111	
Peneiração atraso		0	0	0	7,3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	115,5	0	12,7	0	0	0	0	
Peneiração antecipejo		26	17,8	6	0	24,05	8,8	35,1	0	25,1	29,51	49,2	20,175	31,2	0	35,98	0	42,4	14,37	5,8	41	
Custo distorção máquina		2	4,3	2,4	0,8	5,7	7,1	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,1	0,8	7,9	4,4	9,6	3,1	1,7	4,8	
Custo antecipejo		F1	410,15																			
Custo Atraso		F2	31																			
Tempo de processamento		F3	1200,675																			
Custo distorção dos mo		F4	82																			
Tempo Solução		F	318,65747																			
Tempo Solução		F	594,33998																			
9	Tarefa	i																				
	Máquina	m																				
Posição		2	2	2	1	2	2	1	1	2	3	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	
Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	85	45	5	135	110	
Instante início tarefa		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	85	45	5	135	110	
Tempo processamento		93	46,2	61	54,3	35,65	34,2	86,3	41	21,9	54,64	88,85	38,56	58,4	13,75	88,14	73,6	70,6	62,21	26,1	41	
Entrega		218	114,2	81	68,3	175,98	124,2	148,3	41	110,9	213,04	255,85	136,16	22,4	88,75	180,14	116,6	115,6	98,21	156,1	111	
Peneiração atraso		0	0	0	7,3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	115,5	0	12,7	0	0	0	0	
Peneiração antecipejo		26	17,8	6	0	24,05	8,8	35,1	0	25,1	29,51	49,2	20,175	31,2	0	35,98	0	42,4	14,37	5,8	41	
Custo distorção máquina		2	4,3	2,4	0,8	5,7	7,1	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,1	0,8	7,9	4,4	9,6	3,1	1,7	4,8	

Método das distâncias relativas ponderadas com $p=1$, $W1=W2=W3=W4=0,25$																						
Solução inicial		Tempo Solução																				
10	Tarefa	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Máquina	m	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Posição	F																				
Instante chegou Previsto		175	70	30	35	101	98	50	0	95	119	100	88	80	35	89	85	45	5	125	130	
Instante inicio tarefa		125	70	30	35	101	98	50	0	95	119	100	88	80	35	89	85	45	5	125	130	
Tempo processamento		93	44,2	61	54,3	70,85	34,2	86,3	43	11,9	16,331	88,86	49,306	38,4	15,75	89,37	31,6	79,6	43,21	20,1	41	
Entrada		218	114,2	81	181,1	179,65	124,2	346,3	41	1218	383,25	295,86	136,906	27,4	88,75	385,57	110,6	119,6	56,21	156,1	161	
Penalização atraso		0	0	3	7,3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	13,5	0	0	0	0	0	
Penalização antespasso		26	17,8	0	0	20,01	8,8	15,1	0	25,1	26,295	48,3	25,482	31,2	0	37,29	0	42,4	14,87	5,8	41	
Custo detenção máquina		2	4,3	2,4	0,8	5,5	6	1	4,8	8,7	5,7	3,4	2,4	1,3	8,2	4,4	9,6	5,1	1,7	4,8		
Custo antespasso F1		4811,044																				
Custo atraso F2		31																				
Tempo de processamento F3		1206,202																				
Custo detenção dos má F4		81,7																				
Tempo Solução F		318,54756																				
Tempo Solução		572,60982																				
Custo antespasso F1		4015987																				
Custo atraso F2		31																				
Tempo de processamento F3		1203,171																				
Custo detenção dos má F4		81,8																				
Tempo Solução F		318,58838																				
Tempo Solução		584,08482																				
20	Tarefa	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Máquina	m	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Posição	F																				
Instante chegou Previsto		175	70	30	35	101	98	50	0	95	119	100	88	80	35	89	85	45	5	125	130	
Instante inicio tarefa		125	70	30	35	111	90	60	0	114,8	139	122,6	94,2	32	36	109	89	45	11	136	184,20	
Tempo processamento		97	47,2	61	54,3	71,29	34,2	90,85	43	24,16	54,85	97,41	56,724	36,2	15,75	90,44	31,6	79,6	43,21	22,16	47,4884	
Entrada		222	117,2	81	181,1	184,29	134,2	359,85	43	145,76	399,85	220,03	144,524	87,2	88,75	395,44	116,6	119,6	56,21	157,12	211,7764	
Penalização atraso		0	0	3	7,3	0,25	0	0	4	0	0	0,69	0	0	13,5	1,81	3,2	0	0	0	0	
Penalização antespasso		27	16,8	0	0	0	8,8	0,45	0	0,24	0,45	0	0,798	1,5	0	0	0	36,0	7,93	0	2,2236	
Custo detenção máquina		1,2	3,2	2,4	1,1	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	5,7	3,4	2,6	1,3	8,2	4,4	9,7	5,1	1,7	4,8		
Custo antespasso F1		89,20146																				
Custo atraso F2		38,12																				
Tempo de processamento F3		1377,2104																				
Custo detenção dos má F4		79,6																				
Tempo Solução F		0,246,018																				
Tempo Solução		1031,148																				
3	Tarefa	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Máquina	m	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Posição	F																				
Instante chegou Previsto		125	70	30	35	101	98	50	0	95	119	100	88	80	35	89	85	45	5	125	130	
Instante inicio tarefa		138,0136	30	30	35	111	90	60	0	95	139,2	122,2	94	28	35	109	89	45	11	137	184,20	
Tempo processamento		255,31246	47,2	61	54,3	71,29	34,2	90,85	43	24,16	54,85	97,41	50,85	38,8	15,75	91,58	31,6	83,8386	46,27	20,12	47,4884	
Entrada		244,02136	117,2	81	181,1	184,29	134,2	359,85	43	145,76	399,85	220,03	144,524	87,2	88,75	395,44	116,6	119,6	56,21	157,12	211,7764	
Penalização atraso		0	0	3	7,3	0,25	0	0	4	0	0	0,55	0	0	13,5	0	3,2	0	0,81	0	0	
Penalização antespasso		0	16,8	0	0	0	0	8,8	0,45	0	0,24	0	0	0,56	2,4	0	0	36,0	0	1,56	2,2236	
Custo detenção máquina		1,2	3,2	2,4	1,1	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	5,7	3,4	2,1	1,1	8,2	4,4	8,7	5,1	1,7	4,8		
Custo antespasso F1		89,20146																				
Custo atraso F2		36,59152																				
Tempo de processamento F3		1287,2338																				
Custo detenção dos má F4		79,8																				
Tempo Solução F		0,2452,456																				
Tempo Solução		518,49582																				
4	Tarefa	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Máquina	m	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Posição	F																				
Instante chegou Previsto		125	70	30	35	101	98	50	0	95	119	100	88	80	35	89	85	45	5	125	130	
Instante inicio tarefa		130,036	30	30	35	111	90	60	0	114,8	139,2	122,2	94	28	35	109	89	45	11	137	184,20	
Tempo processamento		100,036	45,05	61	54,3	71,29	34,2	90,85	43	24,16	54,85	97,41	56,724	36,2	15,75	91,58	31,6	79,6	43,21	22,12	47,4884	
Entrada		220,036	130,05	81	181,1	184,29	134,2	359,85	43	145,76	399,85	220,03	144,524	87,2	88,75	395,44	116,6	119,6	56,21	157,12	211,7764	
Penalização atraso		0	0	3	7,3	0,25	0	0	4	0	0	0,56	0,69	0	0	13,5	0	3,2	0	0	0	
Penalização antespasso		15,04	1,94	0	0	0	0	8,8	0,45	0	0,24	0	0	0	2,4	0	0	36,0	2,02	1,56	2,2236	
Custo detenção máquina		1,2	3,4	2,4	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	5,7	3,4	2,1	1,1	8,2	4,4	8,7	5,1	1,7	4,8		
Custo antespasso F1		89,20146																				
Custo atraso F2		38,12																				
Tempo de processamento F3		1378,5489																				
Custo detenção dos má F4		79,8																				
Tempo Solução F		0,245,3248																				
Tempo Solução		515,17998																				
5	Tarefa	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Máquina	m	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Posição	F																				
Instante chegou Previsto		125	70	30	35	101	98	50	0	95	119	100	88	80	35	89	85	45	5	125	130	
Instante inicio tarefa		125	70	30	35	111	90	60	0	95	139,2	122,2	94,1	28	35	109	89	45	11	137	184,20	
Tempo processamento		100,036	45,05	61	54,3	71,29	34,2	90,85	43	24,16	54,85	97,41	56,724	36,2	15,75	91,58	31,6	79,6	43,21	22,12	47,4884	
Entrada		220,036	130,05	81	181,1	184,29	134,2	359,85	43	145,76	399,85	220,03	144,524	87,2	88,75	395,44	116,6	119,6	56,21	157,12	211,7764	
Penalização atraso		0	0	3	7,3	0,25	0	0	4	0	0	0,56	0,69	0	0	13,5	0	3,2	0	0	0	
Penalização antespasso		15,04	1,94	0	0	0	0	8,8	0,45	0	0,24	0	0	0	2,4	0	0	36,0	2,02	1,56	2,2236	
Custo detenção máquina		1,2	3,4	2,4	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	5,7	3,4	2,1	1,1	8,2	4,4	8,7	5,1	1,7	4,8		
Custo antespasso F1		71,1836																				
Custo atraso F2		38,12																				
Tempo de processamento F3		1396,3684																				
Custo detenção dos má F4		78,1																				
Tempo Solução F		0,2102748																				
Tempo Solução		578,18198																				

Tempo processamento	97	47,2	61	54,3	72,29	34,2	90,85	46	11,9	54,88	97,21	50,746	88,8	93,75	91,58	91,6	76,6	43,81	29,22	59,5512	
Entrega	222	117,2	81	59,3	184,20	24,2	193,85	46	116,5	294,68	219,41	145,646	86,8	88,75	192,58	116,6	118,6	54,31	19,12	216,5712	
Penalização atraso	0	0	3	7,3	0,25	0	0	10	0	0,16	0	0,046	0	13,5	0	3,2	0	0	0	0	
Penalização antecipego	22	14,8	0	0	0	8,8	0,45	0	29,9	1,18	0	2,4	0	1,26	0	36,4	2,61	1,56	2,2235		
Custo deterioração máquina	1,2	3,2	2,4	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,1	1,9	7,9	4,4	8,7	3,1	1,7	4,8	
Custo antecipego F1	137,0848																				
Custo Atraso F2	37,496																				
Tempo de processamento F3	133,2332																				
Custo deterioração máq. F4	79,4																				
F	0,29477																				
Tempo Solução	578,198311																				
6																					
Tarefa I	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Máquina m	1	1	9	4	10	2	5	6	7	9	3	4	5	1	10	1	4	8	6	3	
Posição	2	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2
Instante chegada Previsto	125	70	30	35	105	90	50	0	95	119	100	90	10	35	80	85	45	5	126	130	
Instante início tarefa	125	70	30	35	113	90	50,33	0	118,6	129,2	122,6	94	28	35	80	85	45	5	137	134,20	
Tempo processamento	97	47,2	61	54,3	72,29	34,2	90,85	46	24,16	54,88	97,21	50,746	88,8	93,75	91,58	91,6	76,6	43,81	29,22	47,4884	
Entrega	222	117,2	81	59,3	184,20	24,2	193,85	46	145,76	294,68	219,41	145,646	86,8	88,75	192,58	116,6	118,6	54,31	19,12	211,7564	
Penalização atraso	0	0	3	7,3	0,25	0	1,8355	4	0	0,16	0,03	0	0	13,5	0	3,2	0	0	0	0	
Penalização antecipego	22	14,8	0	0	0	8,8	0,45	0	0,24	0	0,06	2,4	0	1,26	0	36,4	2,61	1,56	2,2235		
Custo deterioração máquina	1,2	3,2	2,4	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,1	1,9	7,9	4,4	8,7	3,1	1,7	4,8	
Custo antecipego F1	52,6336																				
Custo Atraso F2	32,6936																				
Tempo de processamento F3	175,29169																				
Custo deterioração máq. F4	79,4																				
F	0,232896																				
Tempo Solução	510,79																				
7																					
Tarefa I	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Máquina m	1	1	9	7	1	8	5	2	6	4	9	3	7	1	3	10	1	4	8	6	3
Posição	3	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	2	1
Instante chegada Previsto	125	70	30	35	105	90	50	0	95	119	100	90	10	35	80	85	45	5	126	130	
Instante início tarefa	125	70	30	35	113	90	50	0	118,6	129,2	122,6	94	28	35	80	85	45	5	137	134,20	
Tempo processamento	97	47,2	61	54,3	72,29	34,2	90,85	46	24,16	54,88	97,21	50,746	88,8	93,75	91,58	91,6	76,6	43,81	29,22	47,4884	
Entrega	222	117,2	81	59,3	184,20	24,2	193,85	46	145,76	294,68	219,41	145,646	86,8	88,75	192,58	116,6	118,6	54,31	19,12	211,7564	
Penalização atraso	0	0	3	7,3	0,25	0	1,8355	4	0	0,16	0,03	0	0	13,5	0	3,2	0	0	0	0	
Penalização antecipego	22	14,8	0	0	0	8,8	0,45	0	0,24	0	0,06	2,4	0	1,26	0	36,4	2,61	1,56	2,2235		
Custo deterioração máquina	1,2	3,2	2,4	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,1	1,9	7,9	4,4	8,7	3,1	1,7	4,8	
Custo antecipego F1	54,9236																				
Custo Atraso F2	31,46																				
Tempo de processamento F3	174,1194																				
Custo deterioração máq. F4	78,6																				
F	0,2178198																				
Tempo Solução	610,04998																				
8																					
Tarefa I	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Máquina m	1	1	9	4	7	1	8	5	2	6	4	9	3	7	1	3	10	1	4	8	6
Posição	3	2	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	2	1
Instante chegada Previsto	125	70	30	35	105	90	50	0	95	119	100	90	10	35	80	85	45	5	126	130	
Instante início tarefa	125	70	30	35	113	90	50	0	118,6	129,2	122,6	94	28	35	80	85	45	5	137	134,20	
Tempo processamento	97	47,2	61	54,3	72,29	34,2	90,85	46	24,16	54,88	97,21	50,746	88,8	93,75	91,58	91,6	76,6	43,81	29,22	47,4884	
Entrega	222	117,2	81	59,3	184,20	24,2	193,85	46	145,76	294,68	219,41	145,646	86,8	88,75	192,58	116,6	118,6	54,31	19,12	211,7564	
Penalização atraso	0	0	3	7,3	0,25	0	1,8355	4	0	0,16	0,03	0	0	13,5	0	3,2	0	0	0	0	
Penalização antecipego	22	14,8	0	0	0	8,8	0,45	0	0,24	0	0,06	2,4	0	1,26	0	36,4	2,61	1,56	2,2235		
Custo deterioração máquina	1,2	3,2	2,4	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,1	1,9	7,9	4,4	8,7	3,1	1,7	4,8	
Custo antecipego F1	54,9236																				
Custo Atraso F2	31,46																				
Tempo de processamento F3	174,1194																				
Custo deterioração máq. F4	78,6																				
F	0,2178198																				
Tempo Solução	610,04998																				
9																					
Tarefa I	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Máquina m	1	1	5	2	7	2	8	3	1	5	9	10	5	6	7	9	4	5	6	5	
Posição	3	2	1	1	1	2	2	1	2	2	3	2	1	1	1	2	1	1	1	2	
Instante chegada Previsto	125	70	30	35	105	90	50	0	95	119	100	90	10	35	80	85	45	5	126	130	
Instante início tarefa	125	70	30	35	113	90	50	0	118,6	129,2	122,6	94	28	35	80	85	45	5	137	134,20	
Tempo processamento	97	44,2	61	54,3	72,29	34,2	90,85	46	21,5	54,88	97,21	50,746	88,8	93,75	91,58	91,6	76,6	43,81	29,22	47,4884	
Entrega	222	117,2	81	59,3	184,20	24,2	193,85	46	116,5	294,68	219,41	145,646	86,8	88,75	192,58	116,6	118,6	54,31	19,12	211,7564	
Penalização atraso	0	0	3	7,3	0,25	0	1,8355	4	0	0,16	0,03	0	0	13,5	0	3,2	0	0	0	0	
Penalização antecipego	22	14,8	0	0	0	8,8	0,45	0	0,24	0	0,06	2,4	0	1,26	0	36,4	2,61	1,56	2,2235		
Custo deterioração máquina	1,2	3,2	2,4	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7										

Instante início tarefa		1310,92	70	20	35	126,6	90	89,8	0	99	182,2	120,9	99,76	19	35	98	85	54,15	5	195	186,68	
Tempo processamento		101,1992	47,2	81	54,3	75,478	34,2	58,945	43	21,9	53,83	98,405	48,955	53,4	15,75	88,14	31,6	80,782	46,15	201,1	47,748	
Entrega		239,6912	117,2	81	69,3	150,978	124,2	160,345	43	110,9	186,63	219,595	139,715	72,4	50,75	185,14	116,6	181,932	53,15	155,1	239,794	
Penalização atraso		0	0	0	7,3	6,078	0	1,635	4	0	0	0	0	0	17,5	0	3,2	0	0	0	0	
Penalização antecedência		16,908	16,8	0	0	0	0	8,8	0	0	25,1	21,81	1,21	15,855	31,2	0	35,56	0	26,808	11,95	5,8	0,2012
Custo detenção máquina		1,2	3,2	2,4	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	2,2	0,3	2,1	1,1	7,9	4,4	8,7	3,7	1,7	4,8	
Custo antecedência F1		210,587																				
Custo atraso F2		421,113																				
Tempo de processamento F3		1387,121																				
Custo detenção das m. F4		79																				
F 0,210468																						
Tempo Solução 675,18011																						
7																						
Tarefa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Máquina	m	4	5	4	10	9	6	10	6	7	8	6	2	3	2	5	9	1	7	1	8	
Posição	p	2	1	1	1	2	2	1	2	1	3	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	
Instante chegada Previsto		125	70	30	35	105	50	50	0	95	119	180	50	30	35	80	85	45	5	125	150	
Instante início tarefa		125	70	30	35	116,5	50	50	0	99	137	224,2	90,75	14	35	134,2	85	45	5	125	150,8	
Tempo processamento		97	46,2	61	54,3	75,478	34,2	57,945	43	21,9	53,83	98,31	48,955	58,4	15,75	93,605	31,6	78,6	46,15	221,1	47,748	
Entrega		222	114,2	81	69,3	150,978	124,2	160,345	43	110,9	185,8	222,55	139,715	72,4	50,75	207,805	116,6	173,6	53,15	157,1	233,545	
Penalização atraso		0	0	0	7,3	6,078	0	1,635	4	0	0	2,51	0	0	17,5	27,815	3,2	0	0	0	0	
Penalização antecedência		22	17,8	0	0	0	8,8	0	0	25,1	24,6	0	15,855	31,2	0	0	0	36,4	11,95	1,8	0,472	
Custo detenção máquina		1,7	6,1	2,4	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	2,2	0,3	2,4	1,1	8,3	4,4	8,7	3,7	2,7	4,8	
Custo antecedência F1		189,577																				
Custo atraso F2		72,546																				
Tempo de processamento F3		1335,492																				
Custo detenção das m. F4		83,4																				
F 0,213948																						
Tempo Solução 757,23887																						
8																						
Tarefa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Máquina	m	4	3	1	2	1	8	2	6	4	1	7	1	8	9	10	4	7	10	9	9	
Posição	p	2	1	3	1	2	2	1	1	3	2	2	1	1	2	2	1	1	2	3	2	
Instante chegada Previsto		125	70	30	35	105	50	50	0	95	119	180	50	30	35	80	85	45	5	125	150	
Instante início tarefa		125	70	30	35	117,1	50	71,5	0	99	136,24	121,6	57	10	35	98	85	45	7	125	151,1	
Tempo processamento		97	47,2	61	54,3	75,678	34,2	58,845	43	21,9	57,421	99,88	49,14	31,4	15,75	98,14	31,6	79,6	46,15	201,1	47,748	
Entrega		222	117,2	81	71,3	150,978	124,2	163,645	43	110,9	203,61	220,48	136,14	72,4	50,75	185,14	116,6	173,6	53,15	155,1	233,545	
Penalização atraso		0	0	0	7,3	6,078	0	1,635	4	0	0	0,48	0	0	13,5	0	3,2	0	0	0	0	
Penalização antecedência		22	14,8	0	0	0	8,8	0	0	25,1	1,917	0	25,58	31,2	0	33,58	0	36,4	11,95	5,8	20,944	
Custo detenção máquina		1,2	3,2	2,4	1,3	8,7	4,4	0,8	4,8	8,7	3,7	2,2	3,4	2,1	0,8	7,9	4,4	8,7	3,7	1,7	4,8	
Custo antecedência F1		220,211																				
Custo atraso F2		54,291																				
Tempo de processamento F3		1364,588																				
Custo detenção das m. F4		78,9																				
F 0,212859																						
Tempo Solução 770,671																						
9																						
Tarefa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Máquina	m	1	6	10	3	9	2	3	5	4	8	7	1	8	9	10	4	7	10	9	9	
Posição	p	3	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	2	1	2	
Instante chegada Previsto		125	70	30	35	105	50	50	0	95	119	180	50	30	35	80	85	45	5	125	150	
Instante início tarefa		124,75	70	30	35	110,5	90	50	0	99	136,24	121,6	57	10	35	98	85	45	7	125	151,1	
Tempo processamento		104,065	47,2	81	54,3	75,678	34,2	58,845	43	21,9	53,83	98,88	49,14	31,4	15,75	98,57	31,6	79,6	46,15	221,1	47,748	
Entrega		243,24	117,2	81	69,3	150,978	124,2	163,645	43	110,9	203,61	220,48	136,14	72,4	50,75	185,14	116,6	173,6	53,15	155,1	233,545	
Penalização atraso		0	0	0	7,3	6,078	0	1,635	4	0	0	0,48	0	0	13,5	0	3,2	0	0	0	0	
Penalização antecedência		0,78	24,8	0	0	0	8,8	0	0	25,1	1,917	0	25,58	31,2	0	33,58	0	36,4	14,27	1,8	0,412	
Custo detenção máquina		1,2	3,2	2,4	1,3	8,7	4,4	1	4,8	8,7	3,1	2,2	3,4	2,1	1,3	8,3	4,4	8,7	3,1	2,2	4,8	
Custo antecedência F1		215,767																				
Custo atraso F2		44,593																				
Tempo de processamento F3		1383,786																				
Custo detenção das m. F4		79																				
F 0,211385																						
Tempo Solução 814,42498																						
10																						
Tarefa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Máquina	m	2	3	0	7	1	8	7	3	1	4	10	4	2	5	5	6	10	5	1	1	
Posição	p	2	2	3	1	3	1	2	1	1	3	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2	
Instante chegada Previsto		125	70	30	35	105	50	50	0	95	119	180	50	30	35	80	85	45	5	125	150	
Instante início tarefa		125	70	30	35	117,1	50	59,3	0	99	136,275	121,6	88,75	10	35	99	85	45	7	125	151,1	
Tempo processamento		97	47,2	61	54,3	75,678	34,2	57,945	43	21,9	57,421	98,88	49,175	31,4	15,75	98,27	31,6	79,6	46,15	221,1	47,748	
Entrega		243,24	117,2	81	69,3	150,978	124,2	163,645	43	110,9	203,61	220,48	136,175	72,4	50,75	185,17	116,6	173,6	53,15	155,1	233,545	
Penalização atraso		0	0	0	7,3	6,078	0	1,635	4	0	0	0,48	0	0	13,5	0	3,2	0	0	0	0	
Penalização antecedência		26	14,8	0	0	0	8,8	0	0	25,1	0	0	26,175	31,2	0	37,225	0	36,4	14,37	1,8	0,7388	
Custo detenção máquina		2	3,2	2,4	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	8,7	3,7	2,2	3,4	2,1	1,3	8,3	4,4	8,7	3,1	2,2	4,8	
Custo antecedência F1		186,638																				
Custo atraso F2		47,4235																				
Tempo de processamento F3		1324,659																				
Custo detenção das m. F4		79,9																				
F 0,209081																						
Tempo Solução 850,81																						
11																						
Tarefa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Máquina	m	1	9	1	7	6	8	7	6	5	20	4	10	8	3	2	6	4	10	3	1	
Posição	p	2	1	1	1	3	2	2	1	1	3	2	2	1	1	2	1	1	2	1	2	
Instante chegada Previsto		125	70	30	35	105	50	50	0	95	119	180	50	30	35	80	85	45	5	125	150	
Instante início tarefa		125	70	30	35	116,5	50	59,3	0	99	136,275	121,6	88,75	10	35	99	85	45	7	125	151,1	
Tempo processamento		97	47,2	61	54,3	75,678	34,2	57,945	43	21,9	57,421	98,88	49,175	31,4	15,75	98,27	31,6	79,6	46,15	221,1	47,748	
Entrega		222	117,2	81	69,3	150,978	124,2	163,645	43	110,9	203,61	220,48	136,175	72,4	50,75	185,17	116,6	173,6	53,15	155,1	233,545	
Penalização atraso		0	0	0	7,3	6,078	0	1,635	4	0	0	0,48	0	0	13,5	0	3,2	0	0	0	0	
Penalização antecedência		22	14,8	0	0	0	8,8	0	0	25,1	0	0	26,175	31,2	0	37,225	0	36,4	14,37	1,8	0,7388	
Custo detenção máquina		1,2	3,2	2,4	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	8,7	3,7	2,2	3,4	2,1	1,3	8,3	4,4	8,7	3,1	2,2	4,8	
Custo antecedência F1		186,638																				
Custo atraso F2																						

Custo entrecapão		F1	188,9034																					
Custo Atrazo		F2	63,761																					
Tempo de processamento		F3	1362,6472																					
Custo de detenção em m/h		F4	37																					
		F	0,207438																					
		Tempo Solução	578,9381																					
8	Tarefa	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	Máquina	m	6	3	7	1	8	5	1	3	4	10	4	10	4	2	7	9	8	6	2	8		
	Posição		2	2	1	1	3	1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1		
	Instante chegada Previsto		125	201	301	35	385	381	50	0	95	119	380	0	0	35	383	35	45	5	125	130		
	Instante início tarefa		125	201	301	35	385	381	50	0	95	119	380	0	0	35	383	35	45	5	125	130		
	Tempo processamento		95	47,2	61	54,3	71,848	34,2	91,845	43	21,9	57,421	98,495	40,14	40,8	35,75	88,14	31,6	79,6	44,18	89,1	48,8368		
	Entrega		228	112,2	81	101,3	159,348	124,2	280,285	43	110,9	253,961	219,095	130,14	71,8	50,75	282,14	116,6	119,6	50,18	154,1	210,7637		
	Penalização atraso		0	0	3	7,3	3,748	0	-1,035	4	0	0	0	0	0	17,5	0	3,2	0	0	0	15,7536		
	Penalização entrecapão		24	14,8	0	0	0	0	8,8	0	0	25,1	1,317	1,21	26,18	30,4	0	39,59	0	42,4	14,46	7,8	0	
	Custo de detenção máquina		1,7	3,2	2,4	0,8	7,9	4,4	-0,8	4,8	8,7	3,7	1,2	3,4	2,6	1,1	7,9	4,4	9,6	3,1	7,7	4,8	0	
			F1	221,447																				
			F2	43,8936																				
			F3	109,2467																				
			F4	80,2																				
		F	0,213825																					
		Tempo Solução	6140,5498																					
9	Tarefa	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	Máquina	m	1	2	3	9	2	1	4	6	7	8	10	8	4	8	5	3	10	5	6	3		
	Posição		3	1	1	1	2	2	2	1	1	3	2	2	1	1	2	1	1	1	2	3		
	Instante chegada Previsto		125	201	301	35	385	381	50	0	95	119	380	0	0	35	383	35	45	5	125	130		
	Instante início tarefa		125	201	301	35	385	381	50	0	95	119	380	0	0	35	383	35	45	5	125	130		
	Tempo processamento		97	46,2	61	54,3	71,880	34,2	91,32	43	21,9	54,9175	97,88	48,055	46,8	35,75	80,57	31,6	79,6	43,21	81,1	47,7435		
	Entrega		222	114,2	81	101,3	158,880	124,2	276,12	43	110,9	254,5725	220,48	139,719	72,8	50,75	283,57	116,6	119,6	50,21	154,1	210,6278		
	Penalização atraso		0	0	3	7,3	1,880	0	-2,36	4	0	0	0	0	0	17,5	0	3,2	0	0	0	0		
	Penalização entrecapão		22	17,8	0	0	0	0	8,8	0	0	25,1	0	0	15,815	30,4	0	37,29	0	36,4	14,37	5,8	0,37224	
	Custo de detenção máquina		1,2	4,8	2,4	1,1	7,9	9	0,8	4,8	8,7	3,1	2,2	4,8	2,6	1,1	8,1	4,4	8,7	3,1	1,7	4,8	0	
			F1	214,38724																				
			F2	50,0295																				
			F3	1322,731																				
			F4	87,4																				
		F	0,210555																					
		Tempo Solução	510,89																					
10	Tarefa	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	Máquina	m	10	3	10	4	9	8	4	9	1	2	1	10	2	7	5	9	5	3	3	2		
	Posição		3	2	3	1	1	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	2	1	1	3	1		
	Instante chegada Previsto		125	201	301	35	385	381	50	0	95	119	380	0	0	35	383	35	45	5	125	130		
	Instante início tarefa		130,14	201	301	35	385	381	50	0	98	119	379,8	0	0	35	383	35	45	5	125	130,8		
	Tempo processamento		101,684	47,2	61	54,3	75,478	34,2	91,845	43	21,9	54,8	98,495	40,14	41,4	35,75	90,268	31,6	79,6	44,18	89,1	47,728		
	Entrega		229,024	117,2	81	101,3	159,078	124,2	280,285	43	110,9	253,878	219,095	130,14	72,4	50,75	280,268	116,6	119,6	50,18	154,1	210,728		
	Penalização atraso		0	0	3	7,3	4,072	0	-1,035	4	0	0	0	0	0	17,5	0	3,2	0	0	0	0		
	Penalização entrecapão		4,176	34,8	0	0	0	0	8,8	0	0	25,1	24,8	1,21	26,18	31,2	0	0	0	0	42,4	14,46	5,8	0,472
	Custo de detenção máquina		1,2	3,2	2,4	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	2,2	3,4	2,1	1,3	8,2	4,4	9,6	3,1	1,7	4,8	0	
			F1	199,978																				
			F2	71,2127																				
			F3	1341,48																				
			F4	78,9																				
		F	0,211381																					
		Tempo Solução	510,19381																					

Inicialização Tempo processamento Ingresso Saída Tempo de espera Tempo de fila Tempo de ciclo		25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750 755 760 765 770 775 780 785 790 795 800 805 810 815 820 825 830 835 840 845 850 855 860 865 870 875 880 885 890 895 900 905 910 915 920 925 930 935 940 945 950 955 960 965 970 975 980 985 990 995 1000
Capacidade Custo Aluguel Tempo de processamento Custo de distribuição de materiais		148,5266 24,000 202,5126 100,0
Tempo Máximo		374,9797
Tabela Inicialização Ingresso Saída		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100
Capacidade Custo Aluguel Tempo de processamento Custo de distribuição de materiais		148,5266 24,000 202,5126 100,0
Tempo Máximo		374,9797
Tabela Inicialização Ingresso Saída		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100
Capacidade Custo Aluguel Tempo de processamento Custo de distribuição de materiais		148,5266 24,000 202,5126 100,0
Tempo Máximo		374,9797

Método variante de métodos ponderados, W1-W2-W3-W4=0-25

Solução Inicial Tabela Inicialização Ingresso Saída		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100
Capacidade Custo Aluguel Tempo de processamento Custo de distribuição de materiais		148,5266 24,000 202,5126 100,0
Tempo Máximo		374,9797
Tabela Inicialização Ingresso Saída		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100
Capacidade Custo Aluguel Tempo de processamento Custo de distribuição de materiais		148,5266 24,000 202,5126 100,0
Tempo Máximo		374,9797
Tabela Inicialização Ingresso Saída		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100
Capacidade Custo Aluguel Tempo de processamento Custo de distribuição de materiais		148,5266 24,000 202,5126 100,0
Tempo Máximo		374,9797
Tabela Inicialização Ingresso Saída		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100
Capacidade Custo Aluguel Tempo de processamento Custo de distribuição de materiais		148,5266 24,000 202,5126 100,0
Tempo Máximo		374,9797

Resultado		Máquina		Tempo		Objetivo		Máquina		Tempo		Objetivo		Máquina		Tempo		Objetivo	
1	Resultado																		
	Máquina	...																	
		...																	
	Tempo	...																	
		...																	
	Objetivo	...																	
		...																	
	Resultado																		
	...																		
	Resultado																		
...																			
2	Resultado																		
	Máquina	...																	
		...																	
	Tempo	...																	
		...																	
	Objetivo	...																	
		...																	
	Resultado																		
	...																		
	Resultado																		
...																			
3	Resultado																		
	Máquina	...																	
		...																	
	Tempo	...																	
		...																	
	Objetivo	...																	
		...																	
	Resultado																		
	...																		
	Resultado																		
...																			
4	Resultado																		
	Máquina	...																	
		...																	
	Tempo	...																	
		...																	
	Objetivo	...																	
		...																	
	Resultado																		
	...																		
	Resultado																		
...																			
5	Resultado																		
	Máquina	...																	
		...																	
	Tempo	...																	
		...																	
	Objetivo	...																	
		...																	
	Resultado																		
	...																		
	Resultado																		
...																			

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			
Resolução simples		0	0	9	1,3	1,891	0	1,315	1	0	0	0	2,51	0	36,8	11,1	1,842	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0			
Prestação antecipada		1,382	32,8	3	0	0	8,6	0	0	2,36	1,81	0	25,58	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Custo distribuição máxima		1,3	1,8	2,7	1,1	1,8	7,1	1	1,8	9,6	1,7	1,7	1,3	1,3	2,6	0,8	7,8	1,4	1,3	1,7	1,2	1,8	1,7	1,6	1,1	1,1			
Custo atualizado		F1	160,33914																										
Custo fixo		F2	749,87																										
Tempo de processamento		F3	3063,13566																										
Custo distribuição máxima		F4	10,93																										
Tempo de configuração		F5	1,31070886																										
Tempo de busca		F6	793,910766																										
0	Tarefa	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
	Máquina	m	1	4	8	7	8	7	6	8	7	5	6	7	3	1	3	1	1	3	1	1	1	1	1	2	1	1	
	Período		3	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Instância atualizada	P	25	70	22	25	22	90	30	0	35	110	100	20	10	15	80	05	41	5	120	100	20	5	10	0	100	0	
	Instância atualizada	P	184,118	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	
	Tempo de processamento	P	184,236	47,2	47	54,3	75,678	31,3	10,66	42	22,0133	27,01	96,054	40,14	22,1	52,73	82,27	21,6	10,118	42,13	20,1	47,013	10,6	40,6	10,6	46	32,73	46	
	Tempo	P	147,443	117,7	0	6,4	189,03	17,0	19,9	48	150,246	114,49	173,04	114,1	27,6	10,19	191,17	119,1	145,219	11,7	190,1	114,49	119,016	19,6	117,43	19	149,8	19	
	Resolução simples	P	0	0	3	1,3	1,819	0	1,313	1	0	0	0,659	0	0	0,12	0	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Prestação antecipada	P	1,382	32,8	3	0	0	8,6	0	0	2,36	1,81	0	25,58	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Custo distribuição máxima	P	1,3	1,8	2,7	1,1	1,8	7,1	1	1,8	9,6	1,7	1,7	1,3	1,3	2,6	0,8	7,8	1,4	1,3	1,7	1,2	1,8	1,7	1,6	1,1	1,1	1,1	
	Custo atualizado		F1	100,9102																									
Custo fixo		F2	413,84																										
Tempo de processamento		F3	1671,2108																										
Custo distribuição máxima		F4	9,6																										
Tempo de configuração		F5	1,19444413																										
Tempo de busca		F6	711,500114																										
9	Tarefa	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
	Máquina	m	0	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Período		4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Instância atualizada	P	25	70	22	25	22	90	30	0	35	110	100	20	10	15	80	05	41	5	120	100	20	5	10	0	100	0	
	Instância atualizada	P	184,118	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	
	Tempo de processamento	P	184,236	47,2	47	54,3	75,678	31,3	10,66	42	22,0133	27,01	96,054	40,14	22,1	52,73	82,27	21,6	10,118	42,13	20,1	47,013	10,6	40,6	10,6	46	32,73	46	
	Tempo	P	147,443	117,7	0	6,4	189,03	17,0	19,9	48	150,246	114,49	173,04	114,1	27,6	10,19	191,17	119,1	145,219	11,7	190,1	114,49	119,016	19,6	117,43	19	149,8	19	
	Resolução simples	P	0	0	3	1,3	1,819	0	1,313	1	0	0	0,659	0	0	0,12	0	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Prestação antecipada	P	1,382	32,8	3	0	0	8,6	0	0	2,36	1,81	0	25,58	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Custo distribuição máxima	P	1,3	1,8	2,7	1,1	1,8	7,1	1	1,8	9,6	1,7	1,7	1,3	1,3	2,6	0,8	7,8	1,4	1,3	1,7	1,2	1,8	1,7	1,6	1,1	1,1	1,1	
	Custo atualizado		F1	211,444236																									
Custo fixo		F2	166,8404																										
Tempo de processamento		F3	1720,18186																										
Custo distribuição máxima		F4	107,1																										
Tempo de configuração		F5	1,19444413																										
Tempo de busca		F6	711,500114																										
39	Tarefa	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
	Máquina	m	7	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Período		9	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Instância atualizada	P	25	70	22	25	22	90	30	0	35	110	100	20	10	15	80	05	41	5	120	100	20	5	10	0	100	0	
	Instância atualizada	P	184,118	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191
	Tempo de processamento	P	184,236	47,2	47	54,3	75,678	31,3	10,66	42	22,0133	27,01	96,054	40,14	22,1	52,73	82,27	21,6	10,118	42,13	20,1	47,013	10,6	40,6	10,6	46	32,73	46	
	Tempo	P	147,443	117,7	0	6,4	189,03	17,0	19,9	48	150,246	114,49	173,04	114,1	27,6	10,19	191,17	119,1	145,219	11,7	190,1	114,49	119,016	19,6	117,43	19	149,8	19	
	Resolução simples	P	0	0	3	1,3	1,819	0	1,313	1	0	0	0,659	0	0	0,12	0	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Prestação antecipada	P	1,382	32,8	3	0	0	8,6	0	0	2,36	1,81	0	25,58	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Custo distribuição máxima	P	1,3	1,8	2,7	1,1	1,8	7,1	1	1,8	9,6	1,7	1,7	1,3	1,3	2,6	0,8	7,8	1,4	1,3	1,7	1,2	1,8	1,7	1,6	1,1	1,1	1,1	
	Custo atualizado		F1	274,077																									
Custo fixo		F2	100,12704																										
Tempo de processamento		F3	2472,2814																										
Custo distribuição máxima		F4	300																										
Tempo de configuração		F5	1,19444413																										
Tempo de busca		F6	711,500114																										

APÊNDICE N

Método Ponderado, W1=W2=W3=W4=0,25

Solução inicial		Tarefa	i										
		Máquina	m										
		Posição											
			F										
1	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina	m	3	3	1	3	1	1	2	2	3	2	
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
	Instante início tarefa		139,92	70	20	15	124,2	90	69	0	117,2	159,85	
	Tempo processamento		103,952	47,2	61	54,3	76,986	34,2	90,85	46	22,72	57,9775	
	Entrega		243,872	117,2	81	69,3	201,186	124,2	159,85	46	139,92	217,8275	
	Penalização atraso		0	0	3	7,3	17,186	0	0	10	0	47,655	
	Penalização antecipação		0,128	14,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,08	0	
	Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,4	1,1	9,5	6	0,8	4,8	12,2	3,1	
	Custo antecipação	F1	30,258										
	Custo Atraso	F2	85,141										
	Tempo de processamento o _j	F3	720,3555										
Custo deterioração das máq	F4	44,8											
	F	220,1386											
	Tempo Solução	152,41											
2	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina	m	1	1	3	1	3	3	2	2	1	2	
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
	Instante início tarefa		139,82	70	20	15	124,2	90	69	0	116,2	159,85	
	Tempo processamento		105,892	46,2	65	54,3	75,986	34,2	90,85	46	23,62	57,9775	
	Entrega		245,712	116,2	85	69,3	200,186	124,2	159,85	46	139,82	217,8275	
	Penalização atraso		3,424	0	7	7,3	16,186	0	0	10	0	47,655	
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,18	0	
	Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,4	0,8	8,7	7,1	0,8	4,8	8,7	3,1	
	Custo antecipação	F1	31,23										
	Custo Atraso	F2	91,565										
	Tempo de processamento o _j	F3	724,0955										
Custo deterioração das máq	F4	43											
	F	222,4726											
	Tempo Solução	169,43											
3	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina	m	2	2	1	2	1	1	3	3	2	3	
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
	Instante início tarefa		138,4218	71,3	20	15	124,2	90	69	0	115,838	159,85	
	Tempo processamento		101,0531	44,538	61	56,3	76,986	34,2	90,85	43	22,5838	57,9775	
	Entrega		239,4749	115,838	81	71,3	201,186	124,2	159,85	43	138,4218	217,8275	
	Penalização atraso		0	0	3	9,3	17,186	0	0	4	0	47,655	
	Penalização antecipação		4,52512	16,162	0	0	0	8,8	0,45	0	7,5782	0	
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	1,3	9,5	6	1	4,8	9,6	3,1	
	Custo antecipação	F1	37,51532										
	Custo Atraso	F2	81,141										
	Tempo de processamento o _j	F3	712,0982										
Custo deterioração das máq	F4	44											
	F	218,6886											
	Tempo Solução	180,19											
4	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina	m	1	1	2	1	2	2	3	3	1	3	
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
	Instante início tarefa		139,82	70	20	15	124,2	90	69	0	116,2	159,85	
	Tempo processamento		105,892	46,2	67	54,3	74,986	34,2	90,85	43	23,62	57,9775	
	Entrega		245,712	116,2	87	69,3	199,186	124,2	159,85	43	138,82	217,8275	
	Penalização atraso		3,424	0	9	7,3	15,186	0	0	4	0	47,655	

	Penalização antecipação	0	15,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,18	0
	Custo deterioração máquina	1,2	5,4	2,2	0,8	7,9	4,4	1	4,8	8,7	3,1
	Custo antecipação F1	31,23									
	Custo Atraso F2	86,565									
	Tempo de processamento o_j F3	722,0955									
	Custo deterioração das máq F4	39,5									
	F	219,8476									
	Tempo Solução	176,66									
5	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina m	2	2	3	2	3	3	1	1	2	1
	Posição	4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa	138,4218	71,3	20	15	124,2	90	69	0	115,838	159,85
	Tempo processamento	101,0531	44,538	65	56,3	75,986	34,2	90,85	44	22,5838	60,9775
	Entrega	239,4749	115,838	85	71,3	200,186	124,2	159,85	44	138,4218	220,8275
	Penalização atraso	0	0	7	9,3	16,186	0	0	6	0	53,655
	Penalização antecipação	4,52512	16,162	0	0	0	8,8	0,45	0	7,5782	0
	Custo deterioração máquina	2	4,3	2,4	1,3	8,7	7,1	0,8	6,1	9,6	3,7
	Custo antecipação F1	37,51532									
	Custo Atraso F2	92,141									
	Tempo de processamento o_j F3	719,0982									
	Custo deterioração das máq F4	46									
	F	223,6886									
	Tempo Solução	165,67									
6	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina m	1	1	2	1	2	2	3	3	1	3
	Posição	4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa	139,82	70	20	15	124,2	90	69	0	116,2	159,85
	Tempo processamento	105,892	46,2	67	54,3	74,986	34,2	90,85	43	23,62	57,9775
	Entrega	245,712	116,2	87	69,3	199,186	124,2	159,85	43	139,82	217,8275
	Penalização atraso	3,424	0	9	7,3	15,186	0	0	4	0	47,655
	Penalização antecipação	0	15,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,18	0
	Custo deterioração máquina	1,2	5,4	2,2	0,8	7,9	4,4	1	4,8	8,7	3,1
	Custo antecipação F1	31,23									
	Custo Atraso F2	86,565									
	Tempo de processamento o_j F3	722,0955									
	Custo deterioração das máq F4	39,5									
	F	219,8476									
	Tempo Solução	166,22									
7	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina m	3	3	1	3	1	1	2	2	3	2
	Posição	4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa	139,92	70	20	15	124,2	90	69	0	117,2	159,85
	Tempo processamento	103,952	47,2	61	54,3	76,986	34,2	90,85	46	22,72	57,9775
	Entrega	243,872	117,2	81	69,3	201,186	124,2	159,85	46	139,92	217,8275
	Penalização atraso	0	0	3	7,3	17,186	0	0	10	0	47,655
	Penalização antecipação	0,128	14,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,08	0
	Custo deterioração máquina	1,7	3,2	2,4	1,1	9,5	6	0,8	4,8	12,2	3,1
	Custo antecipação F1	30,258									
	Custo Atraso F2	85,141									
	Tempo de processamento o_j F3	720,3555									
	Custo deterioração das máq F4	44,8									
	F	220,1386									
	Tempo Solução	166,62									
8	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina m	2	1	2	1	1	2	3	3	2	3
	Posição	4	2	1	1	3	2	2	1	3	3

Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
Instante início tarefa		147,62	70	20	15	116,2	90	69	0	124,2	159,85	
Tempo processamento		106,572	46,2	67	54,3	74,346	34,2	90,85	43	23,42	57,9775	
Entrega		254,192	116,2	87	69,3	190,546	124,2	159,85	43	147,62	217,8275	
Penalização atraso		20,384	0	9	7,3	6,546	0	0	4	3,24	47,655	
Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,8	0,45	0	0	0	
Custo deterioração máquina		2	5,4	2,2	0,8	9,5	4,4	1	4,8	9,6	3,1	
Custo antecipação F1		25,05										
Custo Atraso F2		98,125										
Tempo de processamento o _j F3		729,7355										
Custo deterioração das máq F4		42,8										
F		223,9276										
Tempo Solução		164,12										
9	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina m	2	2	3	2	3	3	1	1	2	1	
	Posição	4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		138,4218	71,3	20	15	124,2	90	69	0	115,838	159,85
	Tempo processamento		101,0531	44,538	65	56,3	75,986	34,2	90,85	44	22,5838	60,9775
	Entrega		239,4749	115,838	85	71,3	200,186	124,2	159,85	44	138,4218	220,8275
	Penalização atraso		0	0	7	9,3	16,186	0	0	6	0	53,655
	Penalização antecipação		4,52512	16,162	0	0	0	8,8	0,45	0	7,5782	0
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	1,3	8,7	7,1	0,8	6,1	9,6	3,7
	Custo antecipação F1		37,51532									
	Custo Atraso F2		92,141									
	Tempo de processamento o _j F3		719,0382									
Custo deterioração das máq F4		46										
F		223,6886										
Tempo Solução		161,73										
10	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina m	3	3	2	1	2	2	1	3	3	1	
	Posição	4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		139,92	70	20	15	124,2	90	69,3	0	117,2	160,345
	Tempo processamento		103,952	47,2	67	54,3	74,986	34,2	91,045	43	22,72	61,05175
	Entrega		243,872	117,2	87	69,3	199,186	124,2	160,345	43	139,92	221,3968
	Penalização atraso		0	0	9	7,3	15,186	0	1,035	4	0	54,7935
	Penalização antecipação		0,128	14,8	0	0	0	8,8	0	0	6,08	0
	Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,2	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	12,2	3,7
	Custo antecipação F1		29,808									
	Custo Atraso F2		91,3145									
	Tempo de processamento o _j F3		725,4198									
Custo deterioração das máq F4		41,7										
F		222,0606										
Tempo Solução		169,25										

Método variante das métricas ponderadas, $W_1=W_2=W_3=W_4=0,25$

Solução inicial	Tarefa i											
	Máquina m											
	Posição											
F												
1	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina m	2	2	3	2	3	3	1	1	2	1	
	Posição	4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		138,4218	71,3	20	15	124,2	90	62	0	115,838	148,3
	Tempo processamento		101,0531	44,538	65	56,3	75,986	34,2	86,3	44	22,5838	59,245
	Entrega		239,4749	115,838	85	71,3	200,186	124,2	148,3	44	138,4218	207,545
	Penalização atraso		0	0	7	9,3	16,186	0	0	6	0	27,09
	Penalização antecipação		4,52512	16,162	0	0	0	8,8	35,1	0	7,5782	0
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	1,3	8,7	7,1	0,8	6,1	9,6	3,7

Custo antecipação		F1	72,16532									
Custo Atraso		F2	65,576									
Tempo de processamento o _j		F3	694,2657									
Custo deterioração das máq		F4	46									
		F	175,6468									
Tempo Solução			158,48									
2	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	3	3	1	3	1	1	2	2	3	2
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		139,92	70	20	15	124,2	90	62	0	117,2	148,3
	Tempo processamento		103,952	47,2	61	54,3	75,986	34,2	86,3	46	22,72	56,245
	Entrega		243,872	117,2	81	69,3	201,186	124,2	148,3	46	139,92	204,545
	Penalização atraso		0	0	3	7,3	17,186	0	0	10	0	21,09
	Penalização antecipação		0,128	14,8	0	0	0	8,8	35,1	0	6,08	0
	Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,4	1,1	9,5	6	0,8	4,8	12,2	3,1
	Custo antecipação		F1	64,908								
Custo Atraso		F2	58,576									
Tempo de processamento o _j		F3	695,523									
Custo deterioração das máq		F4	44,8									
		F	175,6067									
Tempo Solução			157,05									
3	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	1	3	1	3	3	2	2	1	2
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		139,82	70	20	15	124,2	90	62	0	116,2	148,3
	Tempo processamento		105,892	46,2	65	54,3	75,986	34,2	86,3	46	23,62	56,245
	Entrega		245,712	116,2	85	69,3	200,186	124,2	148,3	46	139,82	204,545
	Penalização atraso		3,424	0	7	7,3	16,186	0	0	10	0	21,09
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,8	35,1	0	6,18	0
	Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,4	0,8	8,7	7,1	0,8	4,8	8,7	3,1
	Custo antecipação		F1	65,88								
Custo Atraso		F2	65									
Tempo de processamento o _j		F3	699,263									
Custo deterioração das máq		F4	43									
		F	176,6676									
Tempo Solução			161,29									
4	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	2	2	3	2	3	3	1	1	2	1
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		138,4218	71,3	20	15	124,2	90	62	0	115,838	148,3
	Tempo processamento		101,0531	44,538	65	56,3	75,986	34,2	86,3	44	22,5838	59,245
	Entrega		239,4749	115,838	85	71,3	200,186	124,2	148,3	44	138,4218	207,545
	Penalização atraso		0	0	7	9,3	16,186	0	0	6	0	27,09
	Penalização antecipação		4,52512	16,162	0	0	0	8,8	35,1	0	7,5782	0
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	1,3	8,7	7,1	0,8	6,1	9,6	3,7
	Custo antecipação		F1	72,16532								
Custo Atraso		F2	65,576									
Tempo de processamento o _j		F3	694,2657									
Custo deterioração das máq		F4	46									
		F	175,6468									
Tempo Solução			163,67									
5	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	3	2	3	2	2	3	1	1	2	1
	Posição		3	2	1	1	4	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Tempo processamento		125	71,3	20	15	138,4218	90	62	0	115,838	148,3

	Entrega	220	115,838	85	71,3	218,101	124,2	148,3	44	138,4218	207,545	
	Penalização atraso	0	0	7	9,3	34,10099	0	0	6	0	27,09	
	Penalização antecipação	24	16,162	0	0	0	8,8	35,1	0	7,5782	0	
	Custo deterioração máquina	1,7	4,3	2,4	1,3	7,9	7,1	0,8	6,1	9,6	3,7	
	Custo antecipação	F1	91,6402									
	Custo Atraso	F2	83,49099									
	Tempo de processamento o _j	F3	692,7058									
	Custo deterioração das máq	F4	44,9									
	F		176,2856									
	Tempo Solução		161,23									
6	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	1	2	1	2	2	3	3	1	3
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		139,82	70	20	15	124,2	90	62	0	116,2	148,3
	Tempo processamento		105,892	46,2	67	54,3	74,986	34,2	86,3	43	23,62	56,245
	Entrega		245,712	116,2	87	69,3	199,186	124,2	148,3	43	138,82	204,545
	Penalização atraso		3,424	0	9	7,3	15,186	0	4	0	21,09	0
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,8	35,1	0	6,18	0
	Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,2	0,8	7,9	4,4	1	4,8	8,7	3,1
	Custo antecipação	F1	65,88									
	Custo Atraso	F2	60									
	Tempo de processamento o _j	F3	697,263									
	Custo deterioração das máq	F4	39,5									
	F		176,0107									
	Tempo Solução		165									
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	3	3	2	3	2	2	1	1	3	1
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		139,92	70	20	15	124,2	90	62	0	117,2	148,3
	Tempo processamento		103,952	47,2	67	54,3	74,986	34,2	86,3	44	22,72	59,245
	Entrega		243,872	117,2	87	69,3	199,186	124,2	148,3	44	138,92	207,545
	Penalização atraso		0	0	9	7,3	15,186	0	0	6	0	27,09
	Penalização antecipação		0,128	14,8	0	0	0	8,8	35,1	0	6,08	0
	Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,2	1,1	7,9	4,4	0,8	6,1	12,2	3,7
	Custo antecipação	F1	64,908									
	Custo Atraso	F2	64,576									
	Tempo de processamento o _j	F3	700,523									
	Custo deterioração das máq	F4	43,3									
	F		176,9517									
	Tempo Solução		160,12									
8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	1	2	1	2	2	3	3	1	3
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		139,82	70	20	15	124,2	90	62	0	116,2	148,3
	Tempo processamento		105,892	46,2	67	54,3	74,986	34,2	86,3	43	23,62	56,245
	Entrega		245,712	116,2	87	69,3	199,186	124,2	148,3	43	138,82	204,545
	Penalização atraso		3,424	0	9	7,3	15,186	0	0	4	0	21,09
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,8	35,1	0	6,18	0
	Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,2	0,8	7,9	4,4	1	4,8	8,7	3,1
	Custo antecipação	F1	65,88									
	Custo Atraso	F2	60									
	Tempo de processamento o _j	F3	697,263									
	Custo deterioração das máq	F4	39,5									
	F		176,0107									
	Tempo Solução		170,54									
9	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	2	2	1	2	1	1	3	3	2	3

Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	
Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
Instante início tarefa		138,4218	71,3	20	15	124,2	90	62	0	115,838	148,3	
Tempo processamento		101,0531	44,538	61	56,3	76,986	34,2	86,3	43	22,5838	56,245	
Entrega		239,4749	115,838	81	71,3	201,186	124,2	148,3	43	138,4218	204,545	
Penalização atraso		0	0	3	9,3	17,186	0	0	4	0	21,09	
Penalização antecipação		4,52512	16,162	0	0	0	8,8	35,1	0	7,5782	0	
Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	1,3	9,5	6	1	4,8	9,6	3,1	
Custo antecipação F1		72,16532										
Custo Atraso F2		54,576										
Tempo de processamento αj F3		687,2657										
Custo deterioração das máq F4		44										
F		173,6477										
Tempo Solução		163,43										
10	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina m	2	2	3	2	3	3	1	1	2	1	
	Posição	4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		138,4218	71,3	20	15	124,2	90	62	0	115,838	148,3
	Tempo processamento		101,0531	44,538	65	56,3	75,986	34,2	86,3	44	22,5838	59,245
	Entrega		239,4749	115,838	85	71,3	200,186	124,2	148,3	44	138,4218	207,545
	Penalização atraso		0	0	7	9,3	16,186	0	0	6	0	27,09
	Penalização antecipação		4,52512	16,162	0	0	0	8,8	35,1	0	7,5782	0
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	1,3	8,7	7,1	0,8	6,1	9,6	3,7
	Custo antecipação F1		72,16532									
	Custo Atraso F2		65,576									
	Tempo de processamento αj F3		694,2657									
Custo deterioração das máq F4		46										
F		175,6468										
Tempo Solução		135,63										

Método das distâncias relativas ponderadas com p=1, W1=W2=W3=W4=0,25

Solução inicial		Tarefa i	Máquina m	Posição									
						F							
1	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	Máquina m	2	2	1	2	1	1	3	3	2	3		
	Posição	4	2	1	1	3	2	2	1	3	3		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
	Instante início tarefa		138,4218	71,3	20	15	124,2	90	69	0	115,838	159,85	
	Tempo processamento		101,0531	44,538	61	56,3	76,986	34,2	90,85	43	22,5838	57,9775	
	Entrega		239,4749	115,838	81	71,3	201,186	124,2	159,85	43	138,4218	217,8275	
	Penalização atraso		0	0	3	9,3	17,186	0	0	4	0	47,655	
	Penalização antecipação		4,52512	16,162	0	0	0	8,8	0,45	0	7,5782	0	
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	1,3	9,5	6	1	4,8	9,6	3,1	
	Custo antecipação F1		37,51532										
	Custo Atraso F2		81,141										
	Tempo de processamento αj F3		712,0982										
Custo deterioração das máq F4		44											
F		0,310071											
Tempo Solução		146,25											
2	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	Máquina m	1	3	2	1	3	2	1	3	2	2		
	Posição	3	2	1	1	3	2	2	1	3	4		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	
	Instante início tarefa		160,345	70	20	15	117,2	90	69,3	0	124,2	147,62	
	Tempo processamento		118,207	47,2	67	54,3	73,676	34,2	91,045	43	23,42	56,143	
	Entrega		278,552	117,2	87	69,3	190,876	124,2	160,345	43	147,62	203,763	
	Penalização atraso		69,104	0	9	7,3	6,876	0	1,035	4	3,24	19,526	
	Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	8,8	0	0	0	0	

	Custo deterioração máquina	1,2	3,2	2,2	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	9,6	3,1
	Custo antecipação F1	23,6									
	Custo Atraso F2	120,081									
	Tempo de processamento o _j F3	741,856									
	Custo deterioração das máq F4	38,8									
	F	0,262107									
	Tempo Solução	139,57									
3	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina m	1	1	2	1	2	2	3	3	1	3
	Posição	4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa	139,82	70	20	15	124,2	90	69	0	116,2	159,85
	Tempo processamento	105,892	46,2	67	54,3	74,986	34,2	90,85	43	23,62	57,9775
	Entrega	245,712	116,2	87	69,3	199,186	124,2	159,85	43	138,82	217,8275
	Penalização atraso	3,424	0	9	7,3	15,186	0	0	4	0	47,655
	Penalização antecipação	0	15,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,18	0
	Custo deterioração máquina	1,2	5,4	2,2	0,8	7,9	4,4	1	4,8	8,7	3,1
	Custo antecipação F1	31,23									
	Custo Atraso F2	86,565									
	Tempo de processamento o _j F3	722,0955									
	Custo deterioração das máq F4	39,5									
	F	0,228066									
	Tempo Solução	151,5									
4	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina m	1	3	2	1	3	2	1	3	2	2
	Posição	3	2	1	1	3	2	2	1	3	4
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa	160,345	70	20	15	117,2	90	69,3	0	124,2	147,62
	Tempo processamento	118,207	47,2	67	54,3	73,676	34,2	91,045	43	23,42	56,143
	Entrega	278,552	117,2	87	69,3	190,876	124,2	160,345	43	147,62	203,763
	Penalização atraso	69,104	0	9	7,3	6,876	0	1,035	4	3,24	19,526
	Penalização antecipação	0	14,8	0	0	0	8,8	0	0	0	0
	Custo deterioração máquina	1,2	3,2	2,2	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	9,6	3,1
	Custo antecipação F1	23,6									
	Custo Atraso F2	120,081									
	Tempo de processamento o _j F3	741,856									
	Custo deterioração das máq F4	38,8									
	F	0,262107									
	Tempo Solução	149,98									
5	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina m	1	3	2	1	3	2	1	3	2	2
	Posição	3	2	1	1	3	2	2	1	3	4
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa	160,345	70	20	15	117,2	90	69,3	0	124,2	147,62
	Tempo processamento	118,207	47,2	67	54,3	73,676	34,2	91,045	43	23,42	56,143
	Entrega	278,552	117,2	87	69,3	190,876	124,2	160,345	43	147,62	203,763
	Penalização atraso	69,104	0	9	7,3	6,876	0	1,035	4	3,24	19,526
	Penalização antecipação	0	14,8	0	0	0	8,8	0	0	0	0
	Custo deterioração máquina	1,2	3,2	2,2	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	9,6	3,1
	Custo antecipação F1	23,6									
	Custo Atraso F2	120,081									
	Tempo de processamento o _j F3	741,856									
	Custo deterioração das máq F4	38,8									
	F	0,262107									
	Tempo Solução	150,12									
6	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina m	3	3	2	1	2	2	1	3	3	1
	Posição	4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110

Instante início tarefa		139,92	70	20	15	124,2	90	69,3	0	117,2	160,345	
Tempo processamento		103,952	47,2	67	54,3	74,986	34,2	91,045	43	22,72	61,05175	
Entrega		243,872	117,2	87	69,3	199,186	124,2	160,345	43	139,92	221,3968	
Penalização atraso		0	0	9	7,3	15,186	0	1,035	4	0	54,7935	
Penalização antecipação		0,128	14,8	0	0	0	8,8	0	0	6,08	0	
Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,2	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	12,2	3,7	
Custo antecipação F1		29,808										
Custo Atraso F2		91,3145										
Tempo de processamento o _j F3		725,4198										
Custo deterioração das máq F4		41,7										
F		0,277776										
Tempo Solução		149,06										
7	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina m	1	2	3	1	3	3	1	2	2	2	
	Posição	3	2	1	1	3	2	2	1	3	4	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		160,345	70	20	15	124,2	90	69,3	0	114,2	138,62
	Tempo processamento		118,207	44,2	65	54,3	75,986	34,2	91,045	46	22,42	54,793
	Entrega		278,552	114,2	85	69,3	200,186	124,2	160,345	46	136,62	193,413
	Penalização atraso		69,104	0	7	7,3	16,186	0	1,035	10	0	0
	Penalização antecipação		0	17,8	0	0	0	8,8	0	0	9,38	1,761
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	0,8	8,7	7,1	0,8	4,8	9,6	3,1
Custo antecipação F1		37,741										
Custo Atraso F2		110,625										
Tempo de processamento o _j F3		727,816										
Custo deterioração das máq F4		42,8										
F		0,343307										
Tempo Solução		152,04										
8	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina m	2	2	1	2	1	1	3	3	2	3	
	Posição	4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		138,4218	71,3	20	15	124,2	90	69	0	115,838	159,85
	Tempo processamento		101,0531	44,538	61	56,3	76,986	34,2	90,85	43	22,5838	57,9775
	Entrega		239,4749	115,838	81	71,3	201,186	124,2	159,85	43	138,4218	217,8275
	Penalização atraso		0	0	3	9,3	17,186	0	0	4	0	47,655
	Penalização antecipação		4,52512	16,162	0	0	0	8,8	0,45	0	7,5782	0
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	1,3	9,5	6	1	4,8	9,6	3,1
Custo antecipação F1		37,51532										
Custo Atraso F2		81,141										
Tempo de processamento o _j F3		712,0982										
Custo deterioração das máq F4		44										
F		0,310071										
Tempo Solução		142,47										
9	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Máquina m	1	3	2	3	2	2	1	1	3	3	
	Posição	3	2	1	1	3	2	2	1	3	4	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		159,85	70	20	15	124,2	90	69	0	117,2	139,92
	Tempo processamento		117,91	47,2	67	54,3	74,986	34,2	90,85	44	22,72	54,988
	Entrega		277,76	117,2	87	69,3	199,186	124,2	159,85	44	139,92	194,908
	Penalização atraso		67,52	0	9	7,3	15,186	0	0	6	0	1,816
	Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,08	0
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,2	1,1	7,9	4,4	0,8	6,1	12,2	3,1
Custo antecipação F1		30,13										
Custo Atraso F2		106,822										
Tempo de processamento o _j F3		733,324										
Custo deterioração das máq F4		42,2										
F		0,317283										
Tempo Solução		152,8										

10	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	3	2	1	3	2	1	3	2	2
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	4
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		160,345	70	20	15	117,2	90	69,3	0	124,2	147,62
	Tempo processamento		118,207	47,2	67	54,3	73,676	34,2	91,045	43	23,42	56,143
	Entrega		278,552	117,2	87	69,3	190,876	124,2	160,345	43	147,62	203,763
	Penalização atraso		69,104	0	9	7,3	6,876	0	1,035	4	3,24	19,526
	Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	8,8	0	0	0	0
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,2	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	9,6	3,1
Custo antecipação		F1	23,6									
Custo Atraso		F2	120,081									
Tempo de processamento o _j		F3	741,856									
Custo deterioração das máq		F4	38,8									
		F	0,262107									
Tempo Solução			142,64									

Método das distâncias relativas ponderadas com $p=2, W1=W2=W3=W4=0,25$

Solução inicial	Tarefa	i										
	Máquina	m										
	Posição											
		F										
1	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	2	3	2	1	3	2	1	3	2	1
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		147,62	70	20	15	117,2	90	69,3	0	124,2	160,345
	Tempo processamento		106,572	47,2	67	54,3	73,676	34,2	91,045	43	23,42	61,05175
	Entrega		254,192	117,2	87	69,3	190,876	124,2	160,345	43	147,62	221,3968
	Penalização atraso		20,384	0	9	7,3	6,876	0	1,035	4	3,24	54,7935
	Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	8,8	0	0	0	0
	Custo deterioração máquina		2	3,2	2,2	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	9,6	3,7
Custo antecipação		F1	23,6									
Custo Atraso		F2	106,6285									
Tempo de processamento o _j		F3	735,1298									
Custo deterioração das máq		F4	40,2									
		F	0,133068									
Tempo Solução			136,43									

2	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	2	3	2	1	3	2	1	3	2	1
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		147,62	70	20	15	117,2	90	69,3	0	124,2	160,345
	Tempo processamento		106,572	47,2	67	54,3	73,676	34,2	91,045	43	23,42	61,05175
	Entrega		254,192	117,2	87	69,3	190,876	124,2	160,345	43	147,62	221,3968
	Penalização atraso		20,384	0	9	7,3	6,876	0	1,035	4	3,24	54,7935
	Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	8,8	0	0	0	0
	Custo deterioração máquina		2	3,2	2,2	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	9,6	3,7
Custo antecipação		F1	23,6									
Custo Atraso		F2	106,6285									
Tempo de processamento o _j		F3	735,1298									
Custo deterioração das máq		F4	40,2									
		F	0,133068									
Tempo Solução			135,33									

3	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	1	1	3	2	2	3	2	2	3
	Posição		3	2	1	1	4	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		130,06	81	20	15	147,62	90	69,3	0	124,2	160,345
	Tempo processamento		100,036	49,06	61	54,3	82,7146	34,2	91,045	46	23,42	58,05175
	Entrega		230,096	130,06	81	69,3	230,3346	124,2	160,345	46	147,62	218,3968

	Penalização atraso	0	0	3	7,3	46,3346	0	1,035	10	3,24	48,7935	
	Penalização antecipação	13,904	1,94	0	0	0	8,8	0	0	0	0	
	Custo deterioração máquina	1,2	5,4	2,4	1,1	7,9	4,4	1	4,8	9,6	3,1	
	Custo antecipação	F1	24,644									
	Custo Atraso	F2	119,7031									
	Tempo de processamento o _j	F3	757,3524									
	Custo deterioração das máq	F4	40,9									
		F	0,167962									
	Tempo Solução		135,62									
4	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	3	3	2	1	2	2	1	3	3	1
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		139,92	70	20	15	124,2	90	69,3	0	117,2	160,345
	Tempo processamento		103,952	47,2	67	54,3	74,986	34,2	91,045	43	22,72	61,05175
	Entrega		243,872	117,2	87	69,3	199,186	124,2	160,345	43	139,92	221,3968
	Penalização atraso		0	0	9	7,3	15,186	0	1,035	4	0	54,7935
	Penalização antecipação		0,128	14,8	0	0	0	8,8	0	0	6,08	0
	Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,2	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	12,2	3,7
	Custo antecipação	F1	29,808									
	Custo Atraso	F2	91,3145									
	Tempo de processamento o _j	F3	725,4198									
	Custo deterioração das máq	F4	41,7									
		F	0,141758									
	Tempo Solução		135,06									
5	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	2	3	2	1	3	2	1	3	2	1
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		147,62	70	20	15	117,2	90	69,3	0	124,2	160,345
	Tempo processamento		106,572	47,2	67	54,3	73,676	34,2	91,045	43	23,42	61,05175
	Entrega		254,192	117,2	87	69,3	190,876	124,2	160,345	43	147,62	221,3968
	Penalização atraso		20,384	0	9	7,3	6,876	0	1,035	4	3,24	54,7935
	Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	8,8	0	0	0	0
	Custo deterioração máquina		2	3,2	2,2	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	9,6	3,7
	Custo antecipação	F1	23,6									
	Custo Atraso	F2	106,6285									
	Tempo de processamento o _j	F3	735,1298									
	Custo deterioração das máq	F4	40,2									
		F	0,133068									
	Tempo Solução		135,67									
6	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	1	3	1	2	3	1	2	3	1	2
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110
	Instante início tarefa		148,62	70	20	15	117,2	90	71,3	0	124,2	163,645
	Tempo processamento		111,172	47,2	61	56,3	73,676	34,2	92,345	43	24,42	58,54675
	Entrega		259,792	117,2	81	71,3	190,876	124,2	163,645	43	148,62	222,1918
	Penalização atraso		31,584	0	3	9,3	6,876	0	10,935	4	5,24	56,3835
	Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	8,8	0	0	0	0
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,4	1,3	8,7	6	0,8	4,8	8,7	3,1
	Custo antecipação	F1	23,6									
	Custo Atraso	F2	127,3185									
	Tempo de processamento o _j	F3	741,8248									
	Custo deterioração das máq	F4	40,2									
		F	0,152047									
	Tempo Solução		138,05									
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Máquina	m	2	3	2	1	3	2	1	3	2	1
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3

<table border="1"> <tr><td>Instante chegada Previsto</td><td>125</td><td>70</td><td>20</td><td>15</td><td>105</td><td>90</td><td>50</td><td>0</td><td>95</td><td>110</td></tr> <tr><td>Instante início tarefa</td><td>147,62</td><td>70</td><td>20</td><td>15</td><td>117,2</td><td>90</td><td>69,3</td><td>0</td><td>124,2</td><td>160,345</td></tr> <tr><td>Tempo processamento</td><td>106,572</td><td>47,2</td><td>67</td><td>54,3</td><td>73,676</td><td>34,2</td><td>91,045</td><td>43</td><td>23,42</td><td>61,05175</td></tr> <tr><td>Entrega</td><td>254,192</td><td>117,2</td><td>87</td><td>69,3</td><td>190,876</td><td>124,2</td><td>160,345</td><td>43</td><td>147,62</td><td>221,3968</td></tr> <tr><td>Penalização atraso</td><td>20,384</td><td>0</td><td>9</td><td>7,3</td><td>6,876</td><td>0</td><td>1,035</td><td>4</td><td>3,24</td><td>54,7935</td></tr> <tr><td>Penalização antecipação</td><td>0</td><td>14,8</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>8,8</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Custo deterioração máquina</td><td>2</td><td>3,2</td><td>2,2</td><td>0,8</td><td>8,7</td><td>4,4</td><td>0,8</td><td>4,8</td><td>9,6</td><td>3,7</td></tr> </table>											Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	Instante início tarefa	147,62	70	20	15	117,2	90	69,3	0	124,2	160,345	Tempo processamento	106,572	47,2	67	54,3	73,676	34,2	91,045	43	23,42	61,05175	Entrega	254,192	117,2	87	69,3	190,876	124,2	160,345	43	147,62	221,3968	Penalização atraso	20,384	0	9	7,3	6,876	0	1,035	4	3,24	54,7935	Penalização antecipação	0	14,8	0	0	0	8,8	0	0	0	0	Custo deterioração máquina	2	3,2	2,2	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	9,6	3,7
Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110																																																																													
Instante início tarefa	147,62	70	20	15	117,2	90	69,3	0	124,2	160,345																																																																													
Tempo processamento	106,572	47,2	67	54,3	73,676	34,2	91,045	43	23,42	61,05175																																																																													
Entrega	254,192	117,2	87	69,3	190,876	124,2	160,345	43	147,62	221,3968																																																																													
Penalização atraso	20,384	0	9	7,3	6,876	0	1,035	4	3,24	54,7935																																																																													
Penalização antecipação	0	14,8	0	0	0	8,8	0	0	0	0																																																																													
Custo deterioração máquina	2	3,2	2,2	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	9,6	3,7																																																																													
<table border="1"> <tr><td>Custo antecipação</td><td>F1</td><td>23,6</td><td colspan="8"></td></tr> <tr><td>Custo Atraso</td><td>F2</td><td>106,6285</td><td colspan="8"></td></tr> <tr><td>Tempo de processamento</td><td>o_j</td><td>F3</td><td>735,1298</td><td colspan="7"></td></tr> <tr><td>Custo deterioração das máq</td><td>F4</td><td>40,2</td><td colspan="8"></td></tr> </table>											Custo antecipação	F1	23,6									Custo Atraso	F2	106,6285									Tempo de processamento	o _j	F3	735,1298								Custo deterioração das máq	F4	40,2																																									
Custo antecipação	F1	23,6																																																																																					
Custo Atraso	F2	106,6285																																																																																					
Tempo de processamento	o _j	F3	735,1298																																																																																				
Custo deterioração das máq	F4	40,2																																																																																					
<table border="1"> <tr><td>F</td><td>0,133068</td><td colspan="9"></td></tr> <tr><td>Tempo Solução</td><td>136,5</td><td colspan="9"></td></tr> </table>											F	0,133068										Tempo Solução	136,5																																																																
F	0,133068																																																																																						
Tempo Solução	136,5																																																																																						
8	<table border="1"> <tr><td>Tarefa</td><td>i</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td>Máquina</td><td>m</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td></tr> <tr><td>Posição</td><td></td><td>4</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td></tr> </table>										Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Máquina	m	1	2	1	3	2	1	3	2	1	3	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3																																									
Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																												
Máquina	m	1	2	1	3	2	1	3	2	1	3																																																																												
Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3																																																																												
<table border="1"> <tr><td>Instante chegada Previsto</td><td>125</td><td>70</td><td>20</td><td>15</td><td>105</td><td>90</td><td>50</td><td>0</td><td>95</td><td>110</td></tr> <tr><td>Instante início tarefa</td><td>148,62</td><td>70</td><td>20</td><td>15</td><td>114,2</td><td>90</td><td>69,3</td><td>0</td><td>124,2</td><td>160,345</td></tr> <tr><td>Tempo processamento</td><td>111,172</td><td>44,2</td><td>61</td><td>54,3</td><td>71,686</td><td>34,2</td><td>91,045</td><td>46</td><td>24,42</td><td>58,05175</td></tr> <tr><td>Entrega</td><td>259,792</td><td>114,2</td><td>81</td><td>69,3</td><td>185,886</td><td>124,2</td><td>160,345</td><td>46</td><td>148,62</td><td>218,3968</td></tr> <tr><td>Penalização atraso</td><td>31,584</td><td>0</td><td>3</td><td>7,3</td><td>1,886</td><td>0</td><td>1,035</td><td>10</td><td>5,24</td><td>48,7935</td></tr> <tr><td>Penalização antecipação</td><td>0</td><td>17,8</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>8,8</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Custo deterioração máquina</td><td>1,2</td><td>4,3</td><td>2,4</td><td>1,1</td><td>7,9</td><td>6</td><td>1</td><td>4,8</td><td>8,7</td><td>3,1</td></tr> </table>											Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	Instante início tarefa	148,62	70	20	15	114,2	90	69,3	0	124,2	160,345	Tempo processamento	111,172	44,2	61	54,3	71,686	34,2	91,045	46	24,42	58,05175	Entrega	259,792	114,2	81	69,3	185,886	124,2	160,345	46	148,62	218,3968	Penalização atraso	31,584	0	3	7,3	1,886	0	1,035	10	5,24	48,7935	Penalização antecipação	0	17,8	0	0	0	8,8	0	0	0	0	Custo deterioração máquina	1,2	4,3	2,4	1,1	7,9	6	1	4,8	8,7	3,1
Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110																																																																													
Instante início tarefa	148,62	70	20	15	114,2	90	69,3	0	124,2	160,345																																																																													
Tempo processamento	111,172	44,2	61	54,3	71,686	34,2	91,045	46	24,42	58,05175																																																																													
Entrega	259,792	114,2	81	69,3	185,886	124,2	160,345	46	148,62	218,3968																																																																													
Penalização atraso	31,584	0	3	7,3	1,886	0	1,035	10	5,24	48,7935																																																																													
Penalização antecipação	0	17,8	0	0	0	8,8	0	0	0	0																																																																													
Custo deterioração máquina	1,2	4,3	2,4	1,1	7,9	6	1	4,8	8,7	3,1																																																																													
<table border="1"> <tr><td>Custo antecipação</td><td>F1</td><td>26,6</td><td colspan="8"></td></tr> <tr><td>Custo Atraso</td><td>F2</td><td>108,8385</td><td colspan="8"></td></tr> <tr><td>Tempo de processamento</td><td>o_j</td><td>F3</td><td>727,7398</td><td colspan="7"></td></tr> <tr><td>Custo deterioração das máq</td><td>F4</td><td>40,5</td><td colspan="8"></td></tr> </table>											Custo antecipação	F1	26,6									Custo Atraso	F2	108,8385									Tempo de processamento	o _j	F3	727,7398								Custo deterioração das máq	F4	40,5																																									
Custo antecipação	F1	26,6																																																																																					
Custo Atraso	F2	108,8385																																																																																					
Tempo de processamento	o _j	F3	727,7398																																																																																				
Custo deterioração das máq	F4	40,5																																																																																					
<table border="1"> <tr><td>F</td><td>0,135309</td><td colspan="9"></td></tr> <tr><td>Tempo Solução</td><td>136,33</td><td colspan="9"></td></tr> </table>											F	0,135309										Tempo Solução	136,33																																																																
F	0,135309																																																																																						
Tempo Solução	136,33																																																																																						
9	<table border="1"> <tr><td>Tarefa</td><td>i</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td>Máquina</td><td>m</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td>Posição</td><td></td><td>4</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td></tr> </table>										Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Máquina	m	2	3	2	1	3	2	1	3	2	1	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3																																									
Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																												
Máquina	m	2	3	2	1	3	2	1	3	2	1																																																																												
Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3																																																																												
<table border="1"> <tr><td>Instante chegada Previsto</td><td>125</td><td>70</td><td>20</td><td>15</td><td>105</td><td>90</td><td>50</td><td>0</td><td>95</td><td>110</td></tr> <tr><td>Instante início tarefa</td><td>147,62</td><td>70</td><td>20</td><td>15</td><td>117,2</td><td>90</td><td>69,3</td><td>0</td><td>124,2</td><td>160,345</td></tr> <tr><td>Tempo processamento</td><td>106,572</td><td>47,2</td><td>67</td><td>54,3</td><td>73,676</td><td>34,2</td><td>91,045</td><td>43</td><td>23,42</td><td>61,05175</td></tr> <tr><td>Entrega</td><td>254,192</td><td>117,2</td><td>87</td><td>69,3</td><td>190,876</td><td>124,2</td><td>160,345</td><td>43</td><td>147,62</td><td>221,3968</td></tr> <tr><td>Penalização atraso</td><td>20,384</td><td>0</td><td>9</td><td>7,3</td><td>6,876</td><td>0</td><td>1,035</td><td>4</td><td>3,24</td><td>54,7935</td></tr> <tr><td>Penalização antecipação</td><td>0</td><td>14,8</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>8,8</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Custo deterioração máquina</td><td>2</td><td>3,2</td><td>2,2</td><td>0,8</td><td>8,7</td><td>4,4</td><td>0,8</td><td>4,8</td><td>9,6</td><td>3,7</td></tr> </table>											Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	Instante início tarefa	147,62	70	20	15	117,2	90	69,3	0	124,2	160,345	Tempo processamento	106,572	47,2	67	54,3	73,676	34,2	91,045	43	23,42	61,05175	Entrega	254,192	117,2	87	69,3	190,876	124,2	160,345	43	147,62	221,3968	Penalização atraso	20,384	0	9	7,3	6,876	0	1,035	4	3,24	54,7935	Penalização antecipação	0	14,8	0	0	0	8,8	0	0	0	0	Custo deterioração máquina	2	3,2	2,2	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	9,6	3,7
Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110																																																																													
Instante início tarefa	147,62	70	20	15	117,2	90	69,3	0	124,2	160,345																																																																													
Tempo processamento	106,572	47,2	67	54,3	73,676	34,2	91,045	43	23,42	61,05175																																																																													
Entrega	254,192	117,2	87	69,3	190,876	124,2	160,345	43	147,62	221,3968																																																																													
Penalização atraso	20,384	0	9	7,3	6,876	0	1,035	4	3,24	54,7935																																																																													
Penalização antecipação	0	14,8	0	0	0	8,8	0	0	0	0																																																																													
Custo deterioração máquina	2	3,2	2,2	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	9,6	3,7																																																																													
<table border="1"> <tr><td>Custo antecipação</td><td>F1</td><td>23,6</td><td colspan="8"></td></tr> <tr><td>Custo Atraso</td><td>F2</td><td>106,6285</td><td colspan="8"></td></tr> <tr><td>Tempo de processamento</td><td>o_j</td><td>F3</td><td>735,1298</td><td colspan="7"></td></tr> <tr><td>Custo deterioração das máq</td><td>F4</td><td>40,2</td><td colspan="8"></td></tr> </table>											Custo antecipação	F1	23,6									Custo Atraso	F2	106,6285									Tempo de processamento	o _j	F3	735,1298								Custo deterioração das máq	F4	40,2																																									
Custo antecipação	F1	23,6																																																																																					
Custo Atraso	F2	106,6285																																																																																					
Tempo de processamento	o _j	F3	735,1298																																																																																				
Custo deterioração das máq	F4	40,2																																																																																					
<table border="1"> <tr><td>F</td><td>0,133068</td><td colspan="9"></td></tr> <tr><td>Tempo Solução</td><td>134,5</td><td colspan="9"></td></tr> </table>											F	0,133068										Tempo Solução	134,5																																																																
F	0,133068																																																																																						
Tempo Solução	134,5																																																																																						
10	<table border="1"> <tr><td>Tarefa</td><td>i</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td>Máquina</td><td>m</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td>Posição</td><td></td><td>4</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td></tr> </table>										Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Máquina	m	2	3	3	2	3	2	1	1	2	1	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3																																									
Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																												
Máquina	m	2	3	3	2	3	2	1	1	2	1																																																																												
Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3																																																																												
<table border="1"> <tr><td>Instante chegada Previsto</td><td>125</td><td>70</td><td>20</td><td>15</td><td>105</td><td>90</td><td>50</td><td>0</td><td>95</td><td>110</td></tr> <tr><td>Instante início tarefa</td><td>147,62</td><td>85</td><td>20</td><td>15</td><td>136,1</td><td>90</td><td>62</td><td>0</td><td>124,2</td><td>148,3</td></tr> <tr><td>Tempo processamento</td><td>106,572</td><td>51,1</td><td>65</td><td>56,3</td><td>79,913</td><td>34,2</td><td>86,3</td><td>44</td><td>23,42</td><td>59,245</td></tr> <tr><td>Entrega</td><td>254,192</td><td>136,1</td><td>85</td><td>71,3</td><td>216,013</td><td>124,2</td><td>148,3</td><td>44</td><td>147,62</td><td>207,545</td></tr> <tr><td>Penalização atraso</td><td>20,384</td><td>12,3</td><td>7</td><td>9,3</td><td>32,013</td><td>0</td><td>0</td><td>6</td><td>3,24</td><td>27,09</td></tr> <tr><td>Penalização antecipação</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>8,8</td><td>35,1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Custo deterioração máquina</td><td>2</td><td>3,2</td><td>2,4</td><td>1,3</td><td>8,7</td><td>4,4</td><td>0,8</td><td>6,1</td><td>9,6</td><td>3,7</td></tr> </table>											Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	Instante início tarefa	147,62	85	20	15	136,1	90	62	0	124,2	148,3	Tempo processamento	106,572	51,1	65	56,3	79,913	34,2	86,3	44	23,42	59,245	Entrega	254,192	136,1	85	71,3	216,013	124,2	148,3	44	147,62	207,545	Penalização atraso	20,384	12,3	7	9,3	32,013	0	0	6	3,24	27,09	Penalização antecipação	0	0	0	0	0	8,8	35,1	0	0	0	Custo deterioração máquina	2	3,2	2,4	1,3	8,7	4,4	0,8	6,1	9,6	3,7
Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	95	110																																																																													
Instante início tarefa	147,62	85	20	15	136,1	90	62	0	124,2	148,3																																																																													
Tempo processamento	106,572	51,1	65	56,3	79,913	34,2	86,3	44	23,42	59,245																																																																													
Entrega	254,192	136,1	85	71,3	216,013	124,2	148,3	44	147,62	207,545																																																																													
Penalização atraso	20,384	12,3	7	9,3	32,013	0	0	6	3,24	27,09																																																																													
Penalização antecipação	0	0	0	0	0	8,8	35,1	0	0	0																																																																													
Custo deterioração máquina	2	3,2	2,4	1,3	8,7	4,4	0,8	6,1	9,6	3,7																																																																													
<table border="1"> <tr><td>Custo antecipação</td><td>F1</td><td>43,9</td><td colspan="8"></td></tr> <tr><td>Custo Atraso</td><td>F2</td><td>117,327</td><td colspan="8"></td></tr> <tr><td>Tempo de processamento</td><td>o_j</td><td>F3</td><td>754,27</td><td colspan="7"></td></tr> <tr><td>Custo deterioração das máq</td><td>F4</td><td>42,2</td><td colspan="8"></td></tr> </table>											Custo antecipação	F1	43,9									Custo Atraso	F2	117,327									Tempo de processamento	o _j	F3	754,27								Custo deterioração das máq	F4	42,2																																									
Custo antecipação	F1	43,9																																																																																					
Custo Atraso	F2	117,327																																																																																					
Tempo de processamento	o _j	F3	754,27																																																																																				
Custo deterioração das máq	F4	42,2																																																																																					
<table border="1"> <tr><td>F</td><td>0,198593</td><td colspan="9"></td></tr> </table>											F	0,198593																																																																											
F	0,198593																																																																																						

Tempo Solução	135,62
---------------	--------

APÊNDICE O

Método Ponderado, W1=W2=W3=W4=0,25

Solução inicial	Tarefa	i
	Máquina	m
	Posição	F

1	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	5	2	1	4	4	3	4	2	2	3	2	5	5	3	1
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	3	4	2	1	1	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		144,656	70	20	15	160,345	90	69,3	0	114,2	139,2	136,62	94,8	28	35	106
	Tempo processamento		104,7936	44,2	61	54,3	88,91385	34,2	91,045	46	22,42	54,88	103,141	49,856	58,8	53,75	91,58
	Entrega		249,4496	114,2	81	69,3	249,2589	124,2	160,345	46	136,62	194,08	239,761	144,656	86,8	88,75	197,58
	Penalização atraso		10,8992	0	3	7,3	65,75885	0	1,035	10	0	0,18	19,761	0	0	13,5	0
	Penalização antecipação		0	17,6	0	0	0	8,8	0	0	9,38	0	0	1,032	2,4	0	1,26
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	0,8	9,5	7,1	0,8	4,8	9,8	3,1	2,7	4,3	2,1	0,8	7,9

Custo antecipação	F1	40,672
Custo Atraso	F2	130,9141
Tempo de processamento oq	F3	121,7
Custo deterioração das máq	F4	67,2

F	362,6966
Tempo Solução	250,58

2	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	3	2	1	2	1	4	5	3	1	5	4	3	4	3	2	
	Posição		4	2	1	1	3	2	1	1	2	2	3	3	1	2	3	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80	
	Instante início tarefa		145,527	71,3	20	15	115,5	90	69	0	95	159,85	124,2	105,35	32	43	115,838	
	Tempo processamento		107,3162	44,538	61	56,3	74,445	34,2	90,85	43	21,5	57,9775	100,31	40,177	55,2	57,35	93,81034	
	Entrega		252,8432	115,838	81	71,3	190,945	124,2	159,85	43	116,5	217,8275	224,51	145,527	87,2	100,35	209,6483	
	Penalização atraso		17,6884	0	3	9,3	6,945	0	0	4	0	47,655	4,51	0,527	0	0	1,6	0
	Penalização antecipação		0	16,162	0	0	0	8,8	0,45	0	29,5	0	0	0	2,4	0	0	
	Custo deterioração máquina		1,7	4,3	2,4	1,3	9,5	6	0,8	4,8	8,7	3,1	2,2	5,3	2,6	0,8	8,2	

Custo antecipação	F1	56,512
Custo Atraso	F2	165,2684
Tempo de processamento oq	F3	1175,539
Custo deterioração das máq	F4	61,7

F	364,7549
Tempo Solução	262,08

3	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	3	1	3	4	1	2	4	1	3	4	2	3	2	5	5
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	2	3	3	3	1	1	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		157,81	70	20	15	116,2	90	69,3	0	95	160,345	124,2	115,5	28	35	107,75
	Tempo processamento		114,746	46,2	65	54,3	74,346	34,2	91,045	44	20,5	61,05175	96,31	42,41	58,8	55,75	90,3325
	Entrega		272,656	116,2	85	69,3	190,546	124,2	160,345	44	115,5	221,3968	220,51	157,91	86,8	90,75	198,0825
	Penalização atraso		57,312	0	7	7,3	6,946	0	1,035	6	0	54,7935	0,51	12,91	0	0	17,5
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,8	0	0	30,5	0	0	0	2,4	0	0
	Custo deterioração máquina		1,7	5,4	2,4	0,8	9,5	4,4	0,8	6,1	12,2	3,7	2,7	5,3	2,1	1,1	8,2

Custo antecipação	F1	57,5
Custo Atraso	F2	171,154
Tempo de processamento oq	F3	1188,196
Custo deterioração das máq	F4	68,4

F	370,8126
Tempo Solução	247,3

4	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	4	4	2	4	1	3	1	1	4	2	3	2	5	3	5
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		139,82	70	20	15	159,85	90	69	0	116,2	144,3	124,2	95	28	35	107,8
	Tempo processamento		105,892	46,2	67	54,3	88,7925	34,2	90,85	44	23,62	55,735	96,31	49,9	58,8	53,75	90,354
	Entrega		245,712	116,2	87	69,3	248,6005	124,2	159,85	44	139,82	200,635	222,51	144,6	86,8	88,75	198,154
	Penalização atraso		3,424	0	9	7,3	64,8005	0	0	6	0	13,77	2,51	0	0	0	13,5
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,18	0	0	0,3	2,4	0	0
	Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,2	0,8	9,5	7,1	0,8	6,1	8,7	3,1	1,7	4,3	2,1	0,8	8,2

Custo antecipação	F1	33,93
Custo Atraso	F2	120,0655
Tempo de processamento oq	F3	1211,482
Custo deterioração das máq	F4	62

F	356,857
Tempo Solução	285,3

5	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	3	3	1	3	2	4	2	2	3	5	4	5	5	4	1
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		139,82	70	20	15	159,85	90	69	0	117,2	144,656	124,2	94,8	28	35	106
	Tempo processamento		105,992	47,2	61	54,3	85,7625	34,2	90,85	46	22,77	55,8968	100,31	49,856	58,8	53,75	91,58
	Entrega		243,872	117,2	81	69,3	245,6005	124,2	159,85	46	139,92	200,3544	224,51	144,656	86,8	88,75	197,58
	Penalização atraso		0	0	3	7,3	62,8005	0	0	10	0	12,7088	4,51	0	0	13,5	0
	Penalização antecipação		0,128	14,8	0	0	0	8,8	0,45	0	6,08	0	0	1,032	2,4	0	1,26
	Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,4	1,1	7,9	6	0,8	4,8	12,2	3,1	2,2	4,3	2,1	1,3	7,9

		Custo antecipação F1		34,55														
		Custo Atraso F2		113,6193														
		Tempo de processamento ou F3		1205,593														
		Custo deterioração das máq. F4		61														
				F		353,7906												
				Tempo Solução		299,09												
6	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Máquina m	5	5	4	5	3	1	3	5	2	1	2	1	2	4	4		
	Posição	4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2		
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	55	110	100	60	10	35	80		
	Instante inicio tarefa	138,4218	71,3	20	15	159,85	90	69	0	113,838	144,595	134,2	84,75	32	35	106		
	Tempo processamento	101,0521	44,538	61	56,3	87,7505	34,2	90,85	43	22,5838	55,6825	100,31	49,845	55,2	55,75	91,58		
	Entrega	238,4749	115,838	81	71,3	247,6005	124,2	159,85	43	138,4218	200,2843	224,51	144,595	87,2	90,75	197,58		
	Penalização atraso	0	0	3	9,3	63,6005	0	0	4	0	12,5685	4,51	0	0	17,5	0		
	Penalização antecipação	4,52512	16,162	0	0	0	8,8	0,45	0	7,5782	0	0	1,215	1,6	0	1,26		
	Custo deterioração máquina	2	4,3	2,4	1,3	8,7	6	1	4,8	9,6	3,1	2,2	4,3	2,6	1,1	7,9		
					F1		41,59032											
					F2		114,479											
					F3		1200,604											
					F4		61,3											
				F		354,4934												
				Tempo Solução		294,43												
7	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Máquina m	4	5	1	5	2	4	2	4	5	3	5	3	3	4	1		
	Posição	4	2	1	1	2	3	1	1	3	3	4	2	1	2	2		
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	55	110	100	60	10	35	80		
	Instante inicio tarefa	138,124	71,3	20	15	159,85	101,8	69	0	113,838	144,856	138,4218	104,8	24	44	106		
	Tempo processamento	104,8744	44,538	61	56,3	86,7505	36,324	90,85	44	22,5838	55,7284	104,132	40,056	63,8	57,8	91,58		
	Entrega	242,9984	115,838	81	71,3	245,005	138,124	159,85	44	138,4218	200,3644	242,538	144,856	86,8	101,8	197,58		
	Penalização atraso	0	0	3	9,3	62,6005	5,124	0	6	0	13,1688	22,55379	0	0	31,6	0		
	Penalização antecipação	1,0016	16,162	0	0	0	0	0,45	0	7,5782	0	0	0,432	2,4	0	1,26		
	Custo deterioração máquina	1,2	4,3	2,4	1,3	7,9	6	0,8	6,1	9,6	3,1	2,7	5,3	2,4	1,3	7,9		
					F1		23,2838											
					F2		161,3471											
					F3		1247,307											
					F4		62,3											
				F		375,0594												
				Tempo Solução		287,89												
8	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Máquina m	1	5	1	3	4	2	3	5	4	3	7	1	4	2	5		
	Posição	3	2	1	1	3	2	2	1	2	3	3	2	1	1	3		
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	55	110	100	60	10	35	80		
	Instante inicio tarefa	144,68	70	20	15	116,5	90,75	69,3	0	95	160,345	125,085	94	32	35	114,2		
	Tempo processamento	108,808	46,2	61	54,3	74,445	34,335	91,045	46	21,5	58,05175	96,79675	50,88	55,2	55,75	93,106		
	Entrega	253,488	114,2	81	69,3	190,945	125,085	160,345	46	116,5	218,3968	221,8818	144,68	87,2	90,75	207,306		
	Penalização atraso	18,976	0	3	7,3	6,945	0	1,076	10	0	48,7935	1,88175	0	0	17,5	27,918		
	Penalização antecipação	0	17,6	0	0	0	7,915	0	0	29,5	0	0	0,96	1,6	0	0		
	Custo deterioração máquina	1,2	4,3	2,4	1,1	9,5	4,4	1	4,8	8,7	3,1	2,7	3,4	2,6	1,1	8,2		
					F1		57,775											
					F2		143,3493											
					F3		1182,078											
					F4		58,5											
				F		355,4254												
				Tempo Solução		273,23												
9	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Máquina m	4	4	1	4	3	2	3	3	4	5	2	5	5	2	1		
	Posição	4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2		
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	55	110	100	60	10	35	80		
	Instante inicio tarefa	138,82	70	20	15	159,85	90,75	69	0	116,2	144,656	125,085	94,8	28	35	106,2		
	Tempo processamento	105,892	46,2	61	54,3	87,7505	34,335	90,85	43	23,62	55,8984	96,79675	49,856	58,8	55,75	91,58		
	Entrega	245,712	116,2	81	69,3	247,6005	125,085	159,85	43	139,82	200,3544	221,8818	144,656	86,8	90,75	197,58		
	Penalização atraso	3,424	0	3	7,3	63,6005	0	0	4	0	12,7088	1,88175	0	0	17,5	0		
	Penalização antecipação	0	15,8	0	0	0	7,915	0,45	0	6,18	0	0	1,032	2,4	0	1,26		
	Custo deterioração máquina	1,2	5,4	2,4	0,8	8,7	4,4	1	4,8	8,7	3,1	2,7	4,3	2,1	1,1	7,9		
					F1		35,037											
					F2		113,4151											
					F3		1204,59											
					F4		58,6											
				F		352,9104												
				Tempo Solução		309,23												
10	Tarefa i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Máquina m	2	3	1	3	1	2	5	5	2	3	5	3	4	2	4		
	Posição	4	2	1	1	2	2	2	1	3	4	3	3	1	1	2		
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	50	0	55	110	100	60	10	35	80		
	Instante inicio tarefa	148,5935	70	20	15	111	90,75	69	0	125,085	159,884	159,884	117,2	32	35	106,2		
	Tempo processamento	107,1561	47,2	61	54,3	72,63	34,335	90,85	46	23,5085	57,9978	115,9175	42,784	55,2	55,75	91,666		
	Entrega	255,7496	117,2	81	69,3	183,63	125,085	159,85	46	148,5935	217,9816	275,7675	159,884	87,2	90,75	197,866		
	Penalização atraso	23,4992	0	3	7,3	0	0	0	10	5,187	47,9632	55,7675	14,984	0	17,5	0		
	Penalização antecipação	0	14,8	0	0	1,11	7,915	0,45	0	0	0	0	0	1,6	0	0,402		
	Custo deterioração máquina	2	3,2	2,4	1,1	9,5	4,4	0,8	4,8	9,6	3,1	2,7	5,3	2,6	1,1	7,9		

Custo antecipação	F1	26,277
Custo Atraso	F2	185,2009
Tempo de processamento o/s	F3	1250,957
Custo deterioração das máq.	F4	60,5
F		380,7336
Tempo Solução		287,4

Método variante das métricas ponderadas, W1=W2=W3=W4=0,25

Solução inicial	Tarefa	i
	Máquina	m
	Posição	F

1	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	1	1	2	5	2	4	3	3	1	3	4	2	1	4	5
	Posição	F	4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		143,7008	72,8	20	15	136,36	90	62	0	119,728	148,3	124,2	88	28	35	99
	Tempo processamento		108,2205	46,928	67	56,3	78,9988	34,2	86,3	43	23,9728	56,245	100,31	48,36	49,8	53,75	86,57
	Entrega		751,9213	119,728	87	71,3	215,3588	124,2	148,3	48	143,7008	204,545	224,51	136,36	72,8	88,75	185,57
	Penalização atraso		55,84256	0	9	9,3	31,3588	0	0	4	0	21,09	4,51	0	0	13,5	0
	Penalização antecipação		0	12,272	0	0	0	8,8	35,1	0	2,9997	0	0	25,92	30,4	0	37,29
	Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,2	1,3	7,9	6	1	4,8	8,7	3,1	2,2	4,3	2,6	1,3	8,2

Custo antecipação	F1	152,0812
Custo Atraso	F2	108,6014
Tempo de processamento o/s	F3	1152,044
Custo deterioração das máq.	F4	60,2
F		292,1635
Tempo Solução		244,09

2	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	2	1	3	1	1	5	2	2	3	4	5	4	5	4	3
	Posição	F	3	2	1	1	3	2	2	1	2	3	3	2	1	1	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		148,3	70	20	15	116,2	90	62	0	100	138,275	124,2	88,75	19	35	121
	Tempo processamento		106,38	46,2	65	54,3	74,346	34,2	86,3	46	21	57,74125	96,31	49,525	53,4	53,75	97,03
	Entrega		756,28	116,2	89	89,3	180,546	124,2	148,3	46	121	196,0168	220,51	138,275	72,4	88,75	218,03
	Penalização atraso		22,56	0	7	7,3	6,546	0	0	10	0	4,0325	0,51	0	0	13,5	60,08
	Penalização antecipação		0	15,36	0	0	0	8,8	35,1	0	25	0	0	20,175	31,2	0	0
	Custo deterioração máquina		2	5,4	2,4	0,8	9,5	4,4	0,8	4,8	12,2	3,7	2,7	3,4	2,1	1,3	9,5

Custo antecipação	F1	136,075
Custo Atraso	F2	131,5385
Tempo de processamento o/s	F3	1124,807
Custo deterioração das máq.	F4	66
F		285,6172
Tempo Solução		235,8

3	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	2	2	4	2	1	3	1	1	3	3	5	5	5	3	4
	Posição	F	3	2	1	1	3	2	2	1	3	4	3	2	1	1	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		125	71,3	20	15	148,3	90	62	0	124,2	147,62	136,848	88,4	19	35	98
	Tempo processamento		93	44,538	61	56,3	84,939	34,2	86,3	44	23,42	56,143	103,2664	48,448	53,4	53,75	88,14
	Entrega		718	115,838	81	71,3	233,239	124,2	148,3	44	147,62	203,763	240,1144	136,848	72,4	88,75	186,14
	Penalização atraso		0	0	3	9,3	49,239	0	0	6	3,24	19,525	20,1144	0	0	13,5	0
	Penalização antecipação		26	16,162	0	0	0	8,8	35,1	0	0	0	0	24,456	31,2	0	35,38
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	1,3	9,5	7,1	0,8	6,1	12,2	3,1	2,7	4,3	2,1	0,8	7,9

Custo antecipação	F1	177,288
Custo Atraso	F2	129,9194
Tempo de processamento o/s	F3	1146,512
Custo deterioração das máq.	F4	66,6
F		292,1597
Tempo Solução		234,12

4	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	5	5	3	5	4	2	4	4	5	1	2	1	2	1	3
	Posição	F	4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		138,4218	71,3	20	15	148,3	90	62	0	115,838	138,275	124,2	88,75	19	35	99
	Tempo processamento		101,0511	44,538	65	56,3	84,939	34,2	86,3	44	22,5838	57,74125	96,31	49,525	53,4	53,75	87,57
	Entrega		239,4749	115,838	89	71,3	233,239	124,2	148,3	44	138,4218	196,0168	220,51	138,275	72,4	88,75	186,57
	Penalização atraso		0	0	7	9,3	49,239	0	0	6	0	4,0325	0,51	0	0	13,5	0
	Penalização antecipação		4,52512	16,162	0	0	0	8,8	35,1	0	7,5782	0	0	20,175	31,2	0	34,29
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	1,3	9,5	4,4	0,8	6,1	9,5	3,7	2,7	3,4	2,1	1,3	9,5

Custo antecipação	F1	157,6303
Custo Atraso	F2	89,5815
Tempo de processamento o/s	F3	1137,295
Custo deterioração das máq.	F4	63,1
F		288,3527
Tempo Solução		242,36

5	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
---	--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Máquina	m	2	3	4	3	4	4	2	2	5	3	5	3	5	1	1
Posição	m	3	2	1	1	3	2	2	1	2	4	3	3	1	1	2
Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
Instante início tarefa		148,3	70	20	15	124,2	90	62	0	100	159,984	121	117,2	19	35	97,75
Tempo processamento		106,98	47,2	61	54,3	76,986	34,2	86,3	46	21	57,9976	94,55	42,784	53,4	53,75	88,0325
Entrega		255,28	117,2	81	69,3	201,186	124,2	148,3	46	121	217,9818	215,55	159,984	72,4	88,75	185,7825
Penalização atraso		22,56	0	3	7,3	17,186	0	0	10	0	47,8632	0	14,984	0	13,5	0
Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	8,8	35,1	0	25	0	8,9	0	31,2	0	36,6525
Custo deterioração máquina		2	3,2	2,4	1,1	9,5	6	0,8	4,8	9,6	3,1	2,7	5,3	2,1	1,3	7,9
Custo antecipação	F1	160,4525														
Custo Atraso	F2	138,4932														
Tempo de processamento o_f	F3	1138,914														
Custo deterioração das máq_i	F4	61,8														
	F	289,5698														
Tempo Solução		248,03														
6																
Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Máquina	m	5	4	1	5	1	5	2	2	3	2	3	1	4	3	4
Posição	m	3	2	1	1	3	2	2	1	2	3	3	2	1	1	3
Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
Instante início tarefa		125	72,8	20	15	136,14	90	62	0	100	148,3	121	87	23	35	119,728
Tempo processamento		93	46,928	61	56,3	80,8262	34,2	86,3	46	21	56,245	96,55	48,14	49,8	53,75	97,48304
Entrega		218	119,728	81	71,3	217,0662	124,2	148,3	46	121	204,545	217,55	136,14	72,8	88,75	217,211
Penalização atraso		0	0	3	9,3	33,0662	0	0	10	0	21,09	0	0	0	13,5	57,6312
Penalização antecipação		26	12,272	0	0	0	8,8	35,1	0	25	0	4,9	26,58	30,4	0	0
Custo deterioração máquina		2	5,4	2,4	1,3	9,5	4,4	0,8	4,8	12,2	3,1	1,7	3,4	2,6	0,8	7,9
Custo antecipação	F1	169,052														
Custo Atraso	F2	147,5893														
Tempo de processamento o_f	F3	1118,59														
Custo deterioração das máq_i	F4	62,3														
	F	285,6447														
Tempo Solução		261,85														
7																
Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Máquina	m	5	2	4	2	1	4	5	1	1	3	4	3	3	1	2
Posição	m	2	2	1	1	4	2	1	1	3	3	3	2	1	2	3
Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
Instante início tarefa		148,3	71,3	20	15	123,38	90	62	0	101,8	137,048	124,2	98,4	14	44	115,838
Tempo processamento		106,98	44,538	61	56,3	76,9134	34,2	86,3	44	22,18	54,5572	100,31	38,648	58,4	57,8	93,81034
Entrega		255,28	115,838	81	71,3	200,8934	124,2	148,3	44	123,98	191,8052	224,51	137,048	72,4	101,8	209,6483
Penalização atraso		22,56	0	3	9,3	16,8934	0	0	6	0	0	4,51	0	0	39,6	34,94502
Penalização antecipação		0	15,182	0	0	0	8,8	35,1	0	27,02	7,1844	0	23,896	31,2	0	0
Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	1,3	9,5	6	0,8	6,1	8,7	3,1	2,2	5,3	2,4	1,3	8,2
Custo antecipação	F1	144,3224														
Custo Atraso	F2	138,8084														
Tempo de processamento o_f	F3	1136,803														
Custo deterioração das máq_i	F4	63,6														
	F	288,9541														
Tempo Solução		273,22														
8																
Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Máquina	m	1	1	5	1	5	3	2	2	1	2	3	5	3	4	4
Posição	m	4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2
Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
Instante início tarefa		139,82	70	20	15	136,36	90	62	0	116,2	148,3	124,2	88	14	35	97,75
Tempo processamento		105,892	46,2	67	54,3	78,9988	34,2	86,3	46	23,62	56,245	98,21	48,36	58,4	53,75	88,0325
Entrega		245,712	116,2	87	69,3	215,3988	124,2	148,3	46	139,82	204,545	222,51	136,36	72,4	88,75	185,7825
Penalização atraso		3,424	0	9	7,3	31,3588	0	0	10	0	21,09	2,51	0	0	13,5	0
Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	8,8	35,1	0	6,18	0	0	25,92	31,2	0	36,6525
Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,2	0,8	7,9	7,1	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	4,3	2,4	1,3	7,9
Custo antecipação	F1	158,6525														
Custo Atraso	F2	98,3828														
Tempo de processamento o_f	F3	1137,238														
Custo deterioração das máq_i	F4	58,6														
	F	288,5299														
Tempo Solução		267,86														
9																
Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Máquina	m	1	2	1	2	4	4	5	3	3	5	3	1	4	3	2
Posição	m	3	2	1	1	3	2	1	1	3	2	4	2	1	2	3
Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
Instante início tarefa		136,14	71,3	20	15	124,2	90	62	0	100,35	148,3	121,385	87	23	45	115,838
Tempo processamento		103,684	44,538	61	56,3	76,986	34,2	86,3	43	21,025	56,245	96,70175	48,14	49,8	57,25	93,81034
Entrega		239,824	115,838	81	71,3	201,186	124,2	148,3	45	121,385	204,545	218,1486	136,14	72,8	100,35	209,6483
Penalização atraso		0	0	3	9,3	17,186	0	0	4	0	21,09	0	0	0	36,7	34,94502
Penalização antecipação		4,176	15,182	0	0	0	8,8	35,1	0	24,615	0	3,7065	26,58	30,4	0	0
Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	1,3	9,5	6	0,8	4,8	12,2	3,1	1,7	3,4	2,6	0,8	8,2
Custo antecipação	F1	149,5395														
Custo Atraso	F2	126,221														
Tempo de processamento o_f	F3	1122,663														
Custo deterioração das máq_i	F4	62,3														
	F	285,323														
Tempo Solução		307,83														

10	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	5	4	1	4	2	5	3	3	1	3	1	2	2	5	4
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	2	3	3	2	1	1	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		125,085	70	20	15	136,848	90,75	62	0	99	148,3	120,9	88,4	19	35	116,2
	Tempo processamento		93,051	46,2	81	54,3	79,15984	34,335	86,3	43	21,9	56,245	38,495	48,448	53,4	55,75	95,966
	Entrega		218,136	116,2	81	69,3	215,0078	125,085	148,3	43	120,9	204,545	219,395	136,848	72,4	90,75	212,166
	Penalização atraso		0	0	0	3	7,3	32,00784	0	0	4	0	21,09	0	0	17,5	42,498
	Penalização antecipação		25,864	15,8	0	0	0	7,915	35,1	0	25,1	0	1,21	24,556	31,2	0	0
	Custo deterioração máquina		2	5,4	2,4	0,8	7,9	4,4	1	4,8	8,7	3,1	2,2	4,3	2,1	1,1	7,9
	Custo antecipação	F1	186,645														
	Custo Atraso	F2	127,3958														
	Tempo de processamento o	F3	1109,933														
	Custo deterioração das máq	F4	58,1														
		F	282,5475														
	Tempo Solução		344,11														

Método das distâncias relativas ponderadas com $p=1$, $W1=W2=W3=W4=0,25$

Solução inicial		Tarefa	i																
	Máquina	m																	
	Posição																		
		F																	
1	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Máquina	m	4	3	3	4	3	5	4	2	2	1	2	1	5	2	5		
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	2	4	1	1	2	3		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80		
	Instante início tarefa		180,945	85	20	15	136,1	90	89,3	0	106,2	144,68	128,37	94	28	46	124,2		
	Tempo processamento		118,207	51,1	65	54,3	79,913	34,2	91,045	46	21,67	58,702	99,6035	50,68	58,8	60,7	97,406		
	Entrega		278,952	136,1	85	89,3	216,013	124,2	160,345	46	128,37	203,382	228,9735	144,88	86,8	108,7	221,606		
	Penalização atraso		69,104	12,3	7	7,3	32,013	0	1,035	10	0	18,764	6,9735	0	0	49,4	70,818		
	Penalização antecipação		0	0	0	0	0	8,8	0	0	17,68	0	0	0,96	2,4	0	0		
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,4	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	9,6	3,7	2,7	3,4	2,1	1,1	8,2		
	Custo antecipação	F1	29,79																
	Custo Atraso	F2	784,7075																
	Tempo de processamento o	F3	1269,022																
	Custo deterioração das máq	F4	57,1																
		F	0,413099																
	Tempo Solução		394,53																

2	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	5	3	1	3	4	1	2	5	5	2	3	4	5	4	1
	Posição		4	2	1	1	3	2	1	1	3	2	3	2	2	1	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		138,16	70	20	15	145,978	90	69	0	115,8	159,88	122,2	94,75	48	35	124,2
	Tempo processamento		100,856	47,2	61	54,3	84,0435	34,2	90,85	46	22,56	57,9775	97,21	50,845	69,6	53,75	95,406
	Entrega		239,056	117,2	81	89,3	229,6414	124,2	159,88	46	138,18	217,8275	219,41	145,978	115,6	88,75	223,606
	Penalização atraso		0	0	3	7,3	45,64135	0	0	10	0	47,655	0	0,595	55,2	13,5	76,818
	Penalização antecipação		4,944	14,8	0	0	0	8,8	0,46	0	7,84	0	1,18	0	0	0	0
	Custo deterioração máquina		2	3,2	2,4	1,1	9,5	6	0,8	4,8	9,6	3,1	1,7	3,4	2,1	1,3	7,9
	Custo antecipação	F1	38,014														
	Custo Atraso	F2	759,7094														
	Tempo de processamento o	F3	1250,196														
	Custo deterioração das máq	F4	58,9														
		F	0,420298														
	Tempo Solução		2478,25														

3	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	3	2	4	2	1	4	1	1	2	4	2	3	5	3	5
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	3	4	2	1	1	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		144,795	71,3	20	15	159,89	90	69	0	115,838	156,2	138,4718	104,75	28	35	107,8
	Tempo processamento		106,877	44,538	61	55,3	89,205	34,2	90,85	44	22,538	57,43	104,122	40,045	58,8	53,75	90,354
	Entrega		251,672	115,838	81	71,3	248,6005	124,2	159,88	44	138,4718	193,618	242,55378	144,795	86,8	88,75	198,154
	Penalização atraso		15,344	0	3	9,3	64,6005	0	0	6	0	0	22,55379	0	0	13,5	0,462
	Penalização antecipação		0	16,162	0	0	0	8,8	0,46	0	7,5782	1,11	0	0,615	2,4	0	0
	Custo deterioração máquina		1,7	4,3	2,4	1,3	9,5	6	0,8	6,1	9,6	3,7	2,7	5,3	2,1	0,8	8,2
	Custo antecipação	F1	37,4152														
	Custo Atraso	F2	134,7623														
	Tempo de processamento o	F3	1224,565														
	Custo deterioração das máq	F4	64,5														
		F	0,40572														
	Tempo Solução		290,17														

4	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	4	3	3	4	3	4	1	5	4	5	1	1	1	2	2
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		148,62	85	20	15	136,1	90	69	0	124,2	159,88	144,924	94,2	82	35	107,75
	Tempo processamento		111,172	51,1	65	54,3	79,913	34,2	90,85	46	24,42	57,9775	111,7082	50,724	55,2	55,75	90,1325
	Entrega		259,792	136,1	85	89,3	216,013	124,2	159,88	46	148,62	217,8275	255,6322	144,924	87,2	90,75	198,0275
	Penalização atraso		31,584	12,3	7	7,3	32,013	0	0	10	5,24	47,655	36,6322	0	0	17,5	0,2475
	Penalização antecipação		0	0	0	0	0	8,8	0,46	0	0	0	0	0,228	1,6	0	0
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,4	0,8	8,7	6	0,8	4,8	8,7	3,1	2,2	3,4	2,6	1,1	8,2

Custo antecipação		F1	11,078																
Custo Atraso		F2	207,4717																
Tempo de processamento o		F3	1275,291																
Custo deterioração das máq		F4	57,2																
F		F	0,346813																
Tempo Solução			290,23																
5	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Máquina	m	1	5	4	2	2	5	2	5	4	5	3	1	1	3	4		
	Posição		3	2	1	1	3	3	2	1	2	4	2	2	1	1	3		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80		
	Instante início tarefa		144,924	70	20	15	153,645	114,2	71,3	0	95	152,756	122	94,2	32	35	116,5		
	Tempo processamento		108,9544	44,2	61	58,8	88,00285	88,558	92,345	46	21,5	56,9134	97,1	80,724	55,2	53,75	96,095		
	Entrega		253,8784	114,2	81	71,3	251,6475	152,756	163,645	46	116,5	209,6694	219,1	144,924	87,2	88,75	212,595		
	Penalização atraso		19,7588	0	3	9,3	67,64785	19,758	10,935	10	0	31,3388	0	0	0	13,5	43,785		
	Penalização antecipação		0	17,8	0	0	0	0	0	0	29,5	0	1,8	0,228	1,6	0	0		
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	1,3	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	3,4	2,6	0,8	7,9		
	Custo antecipação		F1	50,928															
	Custo Atraso		F2	229,0195															
Tempo de processamento o		F3	1748,166																
Custo deterioração das máq		F4	55,3																
F		F	0,371317																
Tempo Solução			287,78																
6	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Máquina	m	4	3	1	4	2	2	4	3	2	5	3	5	5	2	1		
	Posição		3	2	1	1	4	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80		
	Instante início tarefa		160,345	70	20	15	148,5935	90,75	69,3	0	125,085	144,656	122,2	94,8	28	35	106		
	Tempo processamento		116,207	47,2	61	54,3	83,93396	34,335	91,045	43	23,5085	55,9984	97,21	40,856	58,8	55,75	91,58		
	Entrega		278,552	117,2	81	69,3	231,6294	125,085	160,345	43	148,5935	200,3544	219,41	144,656	86,8	90,75	197,58		
	Penalização atraso		89,104	0	3	7,3	47,62996	0	1,035	4	5,187	17,7088	0	0	0	17,5	0		
	Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	7,915	0	0	0	0	1,18	1,032	2,4	0	1,26		
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,4	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	9,6	3,1	1,7	4,3	2,1	1,1	7,9		
	Custo antecipação		F1	28,587															
	Custo Atraso		F2	167,4642															
Tempo de processamento o		F3	1229,255																
Custo deterioração das máq		F4	55,3																
F		F	0,285616																
Tempo Solução			295,36																
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Máquina	m	2	3	1	3	5	2	5	2	4	1	3	1	4	2	4		
	Posição		4	2	1	1	2	3	1	1	2	3	3	2	1	2	3		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80		
	Instante início tarefa		143,906	70	20	15	159,85	106,7	69	0	95	144,68	122,2	94	32	46	116,5		
	Tempo processamento		104,3436	47,2	61	54,3	86,7605	37,208	90,885	46	21,5	58,702	97,21	50,88	55,2	60,7	96,095		
	Entrega		248,2496	117,2	81	69,3	245,6005	143,906	159,85	46	116,5	203,382	219,41	144,68	87,2	105,7	212,595		
	Penalização atraso		8,4991	0	3	7,3	62,8025	0	10,935	10	0	38,764	0	0	0	41,4	43,785		
	Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	0	0,45	0	29,5	0	1,18	0,96	1,6	0	0		
	Custo deterioração máquina		2	3,2	2,4	1,1	7,9	4,4	0,8	4,8	8,7	3,7	1,7	3,4	2,6	1,1	7,9		
	Custo antecipação		F1	48,49															
	Custo Atraso		F2	214,2547															
Tempo de processamento o		F3	1737,573																
Custo deterioração das máq		F4	55,7																
F		F	0,358722																
Tempo Solução			291,11																
8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Máquina	m	1	3	2	4	5	5	4	3	3	3	3	1	5	1	2		
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	4	5	2	1	1	2		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80		
	Instante início tarefa		145,595	70	20	15	124,2	90	69,3	0	117,2	139,92	194,908	94,75	28	35	108		
	Tempo processamento		109,357	47,2	67	54,3	74,986	34,2	91,045	43	27,72	54,988	137,1994	50,845	58,8	53,75	90,44		
	Entrega		254,952	117,2	87	69,3	195,186	124,2	160,345	43	139,92	194,908	332,1074	145,595	86,8	88,75	198,44		
	Penalização atraso		21,964	0	9	7,3	15,186	0	1,035	4	0	1,816	112,1074	0,996	0	13,5	1,87		
	Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	8,8	0	0	6,08	0	0	0	2,4	0	0		
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,2	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	12,2	3,1	1,7	3,4	2,1	1,3	8,2		
	Custo antecipação		F1	32,08															
	Custo Atraso		F2	187,7634															
Tempo de processamento o		F3	1776,703																
Custo deterioração das máq		F4	57,3																
F		F	0,365243																
Tempo Solução			290,92																
9	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Máquina	m	2	3	4	2	4	1	2	5	1	1	3	4	1	3	5		
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	3	4	3	2	1	1	2		
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80		
	Instante início tarefa		163,645	88,75	20	15	144,68	90	71,3	0	124,2	148,62	140,825	94	32	35	108		
	Tempo processamento		116,187	52,075	61	58,3	83,7444	34,2	92,345	46	24,42	59,293	107,4538	50,88	55,2	53,75	90,44		
	Entrega		279,832	140,825	81	71,3	228,4244	124,2	163,645	46	148,62	207,513	248,2788	144,68	87,2	88,75	198,44		
	Penalização atraso		71,664	26,475	3	9,3	44,4744	0	10,935	10	5,24	27,878	27,7875	0	0	13,5	1,87		
	Penalização antecipação		0	0	0	0	0	8,8	0	0	0	0	0	0,96	1,6	0	0		
	Custo antecipação		F1	37,08															
	Custo Atraso		F2	187,7634															
	Tempo de processamento o		F3	1776,703															
Custo deterioração das máq		F4	57,3																
F		F	0,365243																
Tempo Solução			290,92																

Custo deterioração máquina		2	3,2	2,4	1,3	9,5	6	0,8	4,8	8,7	3,7	1,7	3,4	2,6	0,8	8,2	
Custo antecipação		F1	11,36														
Custo Atraso		F2	251,9632														
Tempo de processamento		F3	1294,108														
Custo deterioração das máq.		F4	59,1														
		F	0,408508														
Tempo Solução		F	291,48														
10	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	4	3	4	1	3	2	1	3	5	3	2	4	2	5	5
	Posição	m	3	2	1	1	3	2	2	1	2	4	3	2	1	1	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		144,68	70	20	15	117,2	90	89,8	0	95	190,876	124,2	94	28	35	115,5
	Tempo processamento		108,808	47,2	61	54,3	73,676	34,2	91,045	43	20,5	62,6314	96,31	50,68	58,8	55,75	93,665
	Entrega		253,488	117,2	81	89,3	190,876	124,2	160,345	43	115,5	253,5074	220,51	144,88	86,8	90,75	209,165
	Penalização atraso		18,976	0	3	7,3	6,876	0	1,035	4	0	119,0148	0,51	0	0	17,5	33,495
	Penalização antecipação		0	14,8	0	0	0	8,8	0	0	30,5	0	0	0,96	2,4	0	0
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,4	0,8	8,7	4,4	0,8	4,8	9,6	3,1	2,7	3,4	2,1	1,1	8,2
	Custo antecipação		F1	57,46													
	Custo Atraso		F2	211,7088													
	Tempo de processamento		F3	1195,321													
	Custo deterioração das máq.		F4	56,5													
			F	0,355399													
	Tempo Solução		F	284,58													

Método das distâncias relativas ponderadas com p=2, W1=W2=W3=W4=0,25

Solução inicial		Tarefa	i														
		Máquina	m														
		Posição	m														
			F														
1	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Máquina	m	4	3	3	2	2	5	1	1	2	1	1	4	5	4	3
	Posição	m	3	2	1	1	3	2	2	1	2	3	4	2	1	1	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		138,275	85	20	15	121	90	62	0	100	148,3	207,545	88,75	19	35	136,1
	Tempo processamento		104,985	51,1	65	58,3	73,93	34,2	86,3	44	21	59,245	146,1498	49,525	53,4	53,75	103,523
	Entrega		243,24	136,1	85	71,3	194,93	124,2	148,3	44	121	207,545	353,6948	138,275	72,4	88,75	239,623
	Penalização atraso		0	12,3	7	9,3	10,93	0	0	6	0	27,09	124,6948	0	0	13,5	124,869
	Penalização antecipação		0,76	0	0	0	0	8,8	35,1	0	25	0	0	20,175	31,2	0	0
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,4	1,3	7,9	4,4	0,8	6,1	9,6	3,7	2,2	3,4	2,1	1,3	9,5
	Custo antecipação		F1	121,035													
	Custo Atraso		F2	344,6838													
	Tempo de processamento		F3	1303,306													
	Custo deterioração das máq.		F4	59,1													
			F	0,318188													
	Tempo Solução		F	277,42													
	2	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Máquina		m	4	4	5	3	5	2	3	2	5	3	1	1	4	1	2
Posição		m	3	2	1	1	3	2	2	1	2	3	3	2	1	1	3
Instante chegada Previsto			125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
Instante início tarefa			125	72,8	20	15	121	90	69,3	0	100	160,345	138,275	88,75	23	35	124,2
Tempo processamento			97	46,928	67	54,3	73,93	34,2	91,045	46	21	58,05175	108,0513	49,525	49,8	53,75	97,406
Entrega			222	119,728	87	69,3	194,93	124,2	160,345	46	121	218,3968	246,3263	138,275	72,8	88,75	221,606
Penalização atraso			0	0	9	7,3	10,93	0	1,035	10	0	48,7835	26,82625	0	0	13,5	70,818
Penalização antecipação			22	12,272	0	0	0	8,8	0	0	25	0	0	20,175	30,8	0	0
Custo deterioração máquina			1,2	3,2	2,4	1,1	7,9	4,4	1	4,8	9,6	3,1	2,2	3,4	2,6	1,3	8,2
Custo antecipação		F1	118,647														
Custo Atraso		F2	197,7028														
Tempo de processamento		F3	1185,657														
Custo deterioração das máq.		F4	58,4														
		F	0,226838														
Tempo Solução		F	272,64														
3		Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Máquina	m	4	5	4	3	5	1	3	1	5	1	2	4	2	1	2
	Posição	m	3	1	1	1	3	3	2	1	2	4	3	2	1	2	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		136,14	70	20	15	136,62	101,8	69,3	0	114,2	138,124	185,57	87	19	44	99
	Tempo processamento		103,684	44,2	61	54,3	79,0846	36,324	91,045	44	22,42	57,7188	130,0635	49,14	53,4	57,8	86,57
	Entrega		239,824	114,2	81	69,3	215,7046	138,124	160,345	44	136,62	195,8425	315,6335	136,14	72,4	101,8	185,57
	Penalização atraso		0	0	3	7,3	31,7046	5,124	1,035	6	0	3,6852	95,6335	0	0	89,6	0
	Penalização antecipação		4,176	17,8	0	0	0	0	0	0	9,38	0	0	26,58	31,2	0	37,29
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	1,1	7,9	6	1	6,1	9,6	3,7	2,7	3,4	2,1	1,3	8,2
	Custo antecipação		F1	126,426													
	Custo Atraso		F2	193,0823													
	Tempo de processamento		F3	1241,504													
	Custo deterioração das máq.		F4	61													
			F	0,268665													
	Tempo Solução		F	274													

4	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	4	5	4	3	2	2	3	2	2	2	5	4	5	1	1	
	Posição		3	2	1	1	5	2	2	1	3	4	3	2	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	55	110	100	60	10	35	80	
	Instante inicio tarefa		136,14	72,4	20	15	203,763	90	59,3	0	124,2	147,62	117,224	87	19	35	97,75	
	Tempo processamento		105,894	44,824	61	54,3	101,2418	34,2	91,045	46	23,42	56,145	32,4732	49,14	53,4	53,75	88,025	
	Entrega		239,824	117,224	81	69,3	305,0048	124,2	160,345	46	147,62	203,763	209,0972	136,14	72,4	88,75	185,925	
	Penalização atraso		0	0	3	7,5	121,0048	0	1,035	10	3,74	19,576	0	0	0	13,5	0	
	Penalização antecipação		4,176	14,776	0	0	0	8,8	0	0	0	0	20,6056	26,58	31,2	0	36,625	
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	1,1	7,9	4,4	1	4,8	9,6	3,1	2,7	3,4	2,1	1,3	7,9	
	Custo antecipação	F1																
	Custo Atraso	F2																
	Tempo de processamento og	F3																
	Custo deterioração das máq.	F4																
		F																
Tempo Solução																		
5	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	2	1	1	2	1	5	3	2	2	3	3	5	3	5	4	
	Posição		4	2	1	2	3	2	2	1	3	3	4	3	1	1	1	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	55	110	100	60	10	35	80	
	Instante inicio tarefa		137,852	81	20	46	130,06	90,75	72,4	0	115,32	165,46	181,6037	125,085	14	35	98	
	Tempo processamento		100,7112	49,06	61	69,32	78,9198	34,335	99,06	46	22,532	58,813	127,882	56,5187	58,4	53,75	88,14	
	Entrega		238,5632	130,06	81	115,32	208,9798	125,085	165,46	46	137,852	224,279	309,4857	181,6037	72,4	90,75	186,14	
	Penalização atraso		0	0	3	53,32	24,9798	0	18,36	10	0	60,558	89,4874	36,6037	0	17,5	0	
	Penalização antecipação		5,4368	1,34	0	0	0	7,915	0	0	8,148	0	0	0	31,2	0	35,58	
	Custo deterioração máquina		2	5,4	2,4	1,3	9,5	4,4	1	4,8	9,6	3,1	2,7	4,3	2,4	1,1	7,9	
	Custo antecipação	F1																
	Custo Atraso	F2																
	Tempo de processamento og	F3																
	Custo deterioração das máq.	F4																
		F																
Tempo Solução																		
6	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	1	4	5	4	3	1	3	2	2	2	3	3	2	1	3	5
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	2	3	3	4	1	1	2	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	55	110	100	60	10	35	80	
	Instante inicio tarefa		166,12	70	20	15	116,2	100,35	72,8	0	136,36	160,996	136,413	88	23	43	99	
	Tempo processamento		121,672	46,2	67	54,3	74,346	36,063	93,32	43	24,638	58,1494	105,0272	48,36	49,8	57,35	86,57	
	Entrega		287,792	116,2	87	69,3	190,546	136,413	166,12	43	160,996	219,1454	241,4402	136,36	72,8	100,35	185,57	
	Penalização atraso		87,584	0	9	7,3	6,546	3,413	18,36	4	29,992	50,2908	21,44015	0	0	36,7	0	
	Penalização antecipação		0	15,8	0	0	0	0	0	10	0	0	0	25,92	30,4	0	37,25	
	Custo deterioração máquina		1,2	5,4	2,4	0,8	9,5	7,1	0,8	4,8	9,6	3,1	1,7	4,3	2,4	0,8	8,2	
	Custo antecipação	F1																
	Custo Atraso	F2																
	Tempo de processamento og	F3																
	Custo deterioração das máq.	F4																
		F																
Tempo Solução																		
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	3	5	4	1	5	2	1	2	3	1	2	3	5	3	4	
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	2	3	3	3	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	55	110	100	60	10	35	80	
	Instante inicio tarefa		164,62	72,4	20	15	117,224	90	59,3	0	100,35	136,14	166,12	121	19	35	98	
	Tempo processamento		118,772	44,824	61	54,3	72,8832	34,2	91,045	46	21	61,05175	96,31	43,62	53,4	53,75	88,14	
	Entrega		283,392	117,224	81	69,3	189,9079	124,2	160,345	46	121	221,3968	220,51	164,62	72,4	88,75	186,14	
	Penalização atraso		78,784	0	3	7,5	5,90792	0	1,035	10	0	64,7938	0,51	19,82	0	13,5	0	
	Penalização antecipação		0	14,776	0	0	0	8,8	0	0	25	0	0	0	31,2	0	35,58	
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	0,8	7,9	4,4	0,8	4,8	12,7	3,7	2,7	5,3	2,1	0,8	7,9	
	Custo antecipação	F1																
	Custo Atraso	F2																
	Tempo de processamento og	F3																
	Custo deterioração das máq.	F4																
		F																
Tempo Solução																		
8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Máquina	m	3	5	1	5	5	2	4	3	3	1	4	1	4	3	2	
	Posição		4	2	1	1	3	1	2	1	3	3	3	2	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	55	110	100	60	10	35	80	
	Instante inicio tarefa		125	71,3	20	15	115,838	90	72,8	0	100,35	136,14	166,12	87	23	43	124,2	
	Tempo processamento		96	44,538	61	58,3	72,22654	34,2	93,32	43	21,055	57,421	123,866	49,14	49,8	57,35	97,406	
	Entrega		220	115,838	81	71,3	188,0645	124,2	166,12	43	121,385	193,561	289,486	136,14	72,8	100,35	221,606	
	Penalização atraso		0	0	3	9,3	4,06454	0	18,36	4	0	0	89,486	0	0	36,7	70,818	
	Penalização antecipação		24	15,162	0	0	0	8,8	0	0	24,615	1,317	0	26,58	30,4	0	0	
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	1,3	7,9	4,4	0,8	4,8	12,7	3,7	2,7	3,4	2,4	0,8	8,2	
	Custo antecipação	F1																
	Custo Atraso	F2																
	Tempo de processamento og	F3																
	Custo deterioração das máq.	F4																
		F																
Tempo Solução																		

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
9	Tarefa	i															
	Máquina	m	4	5	5	2	5	4	3	3	4	3	2	2	1	4	1
	Posição		4	2	1	1	3	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		148,52	87	20	15	135,52	90	62	0	124,2	148,3	136,726	86,5	23	35	98
	Tempo processamento		111,172	48,52	67	56,3	78,7546	34,2	86,3	43	24,42	56,245	50,1993	48,426	49,8	53,75	88,14
	Entrega		259,792	135,52	87	71,3	214,3746	124,2	148,5	43	148,62	204,545	230,9253	136,726	72,8	88,75	186,14
	Penalização atraso		31,584	10,86	9	9,3	30,3746	0	0	4	5,24	21,09	19,5253	0	0	13,5	0
	Penalização antecipação		0	0	0	0	0	8,8	35,1	0	0	0	0	24,822	30,4	0	35,58
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,2	1,3	7,9	6	1	4,8	8,7	3,1	2,7	4,3	2,6	1,3	7,9
	Custo antecipação	F1	134,702														
	Custo Atraso	F2	154,8739														
	Tempo de processamento or	F3	1186,093														
	Custo deterioração das máq	F4	59,3														
		F	0,246288														
Tempo Solução		277,25															
10	Tarefa	i															
	Máquina	m	4	5	2	5	3	2	1	3	4	1	2	3	1	4	5
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	2	3	3	2	1	1	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	50	0	95	110	100	60	10	35	80
	Instante início tarefa		125	71,3	20	15	136,56	90	72,8	0	93	166,12	124,2	98	23	35	115,838
	Tempo processamento		97	44,538	67	56,3	90,0648	34,2	93,32	43	21,9	61,918	96,31	38,56	49,8	53,75	93,81034
	Entrega		222	115,838	87	71,3	216,6248	124,2	166,12	43	120,9	228,038	220,51	136,56	72,8	88,75	209,6483
	Penalização atraso		0	0	0	9,3	32,6248	0	18,36	4	0	68,076	0,51	0	0	13,5	34,9402
	Penalização antecipação		22	15,162	0	0	0	8,8	0	0	25,1	0	0	25,82	30,4	0	0
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,2	1,3	8,7	4,4	0,8	4,8	8,7	3,7	2,7	5,3	2,6	1,3	8,2
	Custo antecipação	F1	127,782														
	Custo Atraso	F2	190,3156														
	Tempo de processamento or	F3	1158,289														
	Custo deterioração das máq	F4	60,2														
		F	0,239802														
Tempo Solução		276,12															

APÊNDICE P

Método Ponderado, W1=W2=W3=W4=0,25

Solução Inicial		Tarefa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Máquina	m																						
Posição	p																						
Tempo Solução		F	463,39989																				
Máquina	m																						
Posição	p																						
Tempo Solução		F	487,33061																				
Máquina	m																						
Posição	p																						
Tempo Solução		F	492,04																				
Máquina	m																						
Posição	p																						
Tempo Solução		F	395,07																				
Máquina	m																						
Posição	p																						
Tempo Solução		F	398,81																				
Máquina	m																						
Posição	p																						
Tempo Solução		F	398,81																				

		Tempo Solução																					
		F																					
		117,94801																					
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	8	6	4	6	3	4	2	3	1	5	9	7	9	10	20	5	8	7	5	1	
	Pesquisa		2	2	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		125	20	20	15	105	90	50	0	95	110	500	60	30	30	80	85	45	5	105	150	
	Instante início tarefa		125	20	20	15	112	96	60	0	95	118,5	122	94	75	30	105,75	85	45	5	112	150	
	Tempo processamento		99	47,2	61	54,3	71,85	34,2	90,85	43	21,5	54,75	97,1	95,68	61,8	51,75	91,975	11,6	76,6	46,27	20,27	58	
	Entrega		218	117,2	81	69,3	103,96	124,2	159,85	43	116,5	191,39	219,1	164,68	85,8	88,75	197,225	115,6	115,6	55,27	157,12	268	
	Penalização atraso		0	0	0	3	7,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,5	0	3,2	0	0,81	0	0
	Penalização antecipação		26	16,8	0	0	34,2	8,8	0,45	0	29,5	1,85	1,8	0,86	2,4	0	2,925	0	42,4	0	1,65	26	
	Custo deterioração máquina		2	1,2	2,4	1,2	8,7	0	0,8	4,8	8,7	3,1	1,7	1,4	2,4	1,3	7,5	0	9,6	3,7	1,7	6,1	
Custo antecipação		F1	158,9525																				
Custo Atraso		F2	31,84																				
Tempo de processamento c		F3	1330,6425																				
Custo deterioração das máq.		F4	89,4																				
		Tempo Solução																					
		F																					
		199,50825																					
		428,71999																					
8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	7	2	7	4	1	8	5	10	7	8	3	4	8	1	8	3	10	7	10	9	
	Pesquisa		2	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		125	20	20	15	105	90	50	0	95	110	500	60	30	30	80	85	45	5	105	150	
	Instante início tarefa		125	20	20	15	111	90	60	0	110,2	139	122,6	94	25	35	107	85	45	11	136	150	
	Tempo processamento		97	44,2	61	54,3	72,63	34,2	90,85	44	22,42	54,85	97,43	95,745	58,8	53,75	91,01	11,6	76,6	43,33	21,16	58	
	Entrega		212	114,2	81	69,3	103,69	124,2	159,85	44	116,62	192,85	220,03	145,046	85,8	88,75	198,04	115,6	112,6	54,39	158,16	268	
	Penalização atraso		0	0	0	3	7,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,5	0	3,2	0	0,81	0	0
	Penalização antecipação		22	17,8	0	0	4,11	8,8	0,45	0	5,38	0,45	0	0	2,4	0	0	0	36,4	2,04	0	20	
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	0,8	9,5	7,1	0,8	6,1	9,6	5,1	1,7	1,4	2,1	1,3	9,5	4,4	8,7	3,1	2,2	4,8	
Custo antecipação		F1	126,8																				
Custo Atraso		F2	21,548																				
Tempo de processamento c		F3	1340,916																				
Custo deterioração das máq.		F4	80,1																				
		Tempo Solução																					
		F																					
		306,8405																					
		448,09																					
9	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	1	4	10	1	8	10	3	3	4	2	6	9	5	4	5	7	7	7	10	8	
	Pesquisa		2	3	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2	1	3	2	
	Instante chegada Previsto		125	20	20	15	105	90	50	0	95	110	500	60	30	30	80	85	45	5	105	150	
	Instante início tarefa		125	20	20	15	113	90	60	0	116,2	158,6	122	104,75	28	35	107,8	85	55,27	9	136	184,29	
	Tempo processamento		97	48,2	61	54,3	72,22	34,2	90,85	43	23,62	54,75	97,1	92,045	58,8	53,75	90,354	11,6	81,856	46,27	21,16	47,486	
	Entrega		222	116,2	81	69,3	104,29	124,2	159,85	43	120,82	193,39	219,1	144,795	85,8	88,75	198,134	115,6	138,858	55,27	158,15	231,764	
	Penalização atraso		0	0	0	3	7,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,5	0	3,2	0	0,81	0,48	0
	Penalização antecipação		22	23,8	0	0	8,8	0,45	0	6,14	1,84	1,8	0,814	2,4	0	0	10,184	0	0	10,184	0	0	2,226
	Custo deterioração máquina		1,2	3,4	2,4	0,8	7,0	6	1	4,8	8,7	4,3	1,7	1,3	2,1	6,8	8,7	0	8,7	3,7	2,2	4,8	
Custo antecipação		F1	81,285																				
Custo Atraso		F2	31,642																				
Tempo de processamento c		F3	1108,929																				
Custo deterioração das máq.		F4	85,4																				
		Tempo Solução																					
		F																					
		199,509																					
		859,12,09																					
10	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	10	9	5	6	3	8	6	4	4	5	1	2	7	3	7	4	10	8	8	2	
	Pesquisa		2	3	1	1	2	2	2	1	3	2	1	1	1	1	2	2	1	1	3	2	
	Instante chegada Previsto		125	20	20	15	105	90	50	0	95	110	500	60	30	30	80	85	45	5	105	150	
	Instante início tarefa		125	20	20	15	112	90	60	0	116,6	139	121	95	32	35	106,2	85	45	11	138	150	
	Tempo processamento		97	47,2	61	54,3	71,95	34,2	91,045	44	23,66	54,85	98,35	49,0	55,2	91,865	11,6	76,6	43,33	15,28	42		
	Entrega		212	117,2	81	69,3	103,96	124,2	159,85	44	120,16	193,95	219,13	144,795	85,8	88,75	197,868	115,6	112,6	54,33	157,8	268	
	Penalização atraso		0	0	0	3	7,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,5	0	3,2	0	0,81	0	0
	Penalização antecipação		22	15,8	0	0	0	0	0	0	5,74	0,45	0,9	0,1	1,5	0	0,602	0	36,4	2,04	1,44	42	
	Custo deterioração máquina		1,2	1,7	2,2	1,1	8,7	4,4	1	6,1	8,7	5,1	2,2	4,1	2,6	6,8	7,9	7,1	8,7	3,1	2,7	5,8	
Custo antecipação		F1	136,940																				
Custo Atraso		F2	40,635																				
Tempo de processamento c		F3	1337,151																				
Custo deterioração das máq.		F4	83,9																				
		Tempo Solução																					
		F																					
		199,512																					
		7546,1201																					
Método variante das métricas ponderadas, W1=W2=W3=W4=0,25																							
Solução Inicial		F																					
1	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	2	5	7	10	8	7	8	3	4	1	5	1	5	8	10	9	2	1	4	5	
	Pesquisa		2	2	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		125	20	20	15	105	90	50	0	95	110	500	60	30	30	80	85	45	5	105	150	
	Instante início tarefa		125	20	20	15	112	90	60	0	98	129,2	107	87	23	35	99	85	45	5	136	150	
	Tempo processamento		99	44,824	61	54,3	71,85	34,2	86,3	43	21,9	52,421	94,13	48,14	53,4	95,75	86,14	11,6	76,6	46,35	22,1	42	
	Entrega		218	117,224	81	69,3	103,96	124,2	158,3	43	120,8	193,161	219,13	136,14	72,4	90,75	186,14	115,6	115,6	53,35	157,1	182	
	Penalização atraso		0	0	0	3	7,3	0	0	0	0	0	0	0	0	17,5	0	3,2	0	0	0	0	
	Penalização antecipação		26	14,776	0	0	23,07	8,8	35,1	0	25,1	13,17	18,54	25,95	31,2	0	35,95	0	42,4	11,55	1,8	42	
	Custo deterioração máquina		2	4,3	2,4	0,8	7,0	6	1	4,8	8,7	3,7	1,7	1,4	2,1	1,1	7,9	4,4	9,6	3,7	2,2	4,8	
Custo antecipação		F1	343,813																				
Custo Atraso		F2	38																				
Tempo de processamento c		F3	1225,465																				
Custo deterioração das máq.		F4	82,3																				
		Tempo Solução																					
		F																					
		271,8,012																					
		186,73999																					
2	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	7	2	4	6	5	4	1	5	7	6	6	10	7	2	3	9	6	10	9	2	
	Pesquisa		3	2	1	1	3	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		125	20	20	15	105	90	50	0	95	110	500	60	30	30	80	85	45	5	105	150	
	Instante início tarefa		125	20	20	15	114,2	90	62	0	98	129,2	107	87	23	35	99	85	45	5	136	150	
	Tempo processamento		97	44,2	61	54,3	71,885	34,2	86,3	46	21,9	54,35	88,85	48,14	49,8	95,75	87,97	11,6	76,6	46,35	20,1	42	
	Entrega		212	114,2	81	69,3	103,885	124,2	148,3	46	120,9	193,161	193,14	136,14	72,4	90,75	186,97	115,6	115,6	53,35	157,1	182	
	Penalização atraso		0	0	0	3	7,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,5	0	3,2	0	0	0	
	Penalização antecipação		22	17,8	0	0	0	0	0	0	25,1	25,26	48,3	26,58	30,4	0	34,29	0	42,4	11,55	5,8	42	
	Custo deterioração máquina		1,2	4,3	2,4	1,1	7,0	6	0,8	4,8	8,7	3,7	1,7	1,4	2,6	1,1	7,9	4,4	9,6	3,7	1,7	4,8	
Custo antecipação		F1	270,318																				

Custo Atraso		F2	42,886	
Tempo de processamento c		F3	1224,926	
Custo deterioração das máq.		F4	83,4	
F		321,14628		
Tempo Solução			385,72	
3	Tarefa	i	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	
	Máquina	m	4 4 10 1 30 3 8 9 7 5 2 6 3 7 1 9 5 2 9 8	
	Posição		2 1 1 1 2 2 1 1 2 2 2 1 1 1 2 1 1 1 1	
	Instante chegada Previsto		125 20 20 15 101 90 90 0 95 110 100 60 10 35 80 85 45 5 135 150	
	Instante início tarefa		125 20 20 15 101 90 62 0 98 131,6 108 98 14 35 98 85 46 7 135 150	
	Tempo processamento		97 46,2 61 54,3 70,65 34,2 86,3 43 21,9 23,74 87,4 31,55 56,4 51,75 83,16 31,6 70,6 43,21 20,1 42	
	Entrega		222 116,2 81 69,3 175,65 124,2 148,3 43 120,9 181,34 195,4 136,56 72,4 88,75 186,14 116,6 115,6 50,21 115,1 192	
	Penalização atraso		0 0 0 3 7,3 0 0 0 4 0 0 0 0 13,5 0 3,2 0 0 0 0	
	Penalização antecipação		22 15,8 0 0 25,05 8,8 35,1 0 25,1 25,98 49,2 23,32 31,2 0 35,58 0 42,4 14,17 5,8 42	
	Custo deterioração máquina		1,2 5,4 2,4 0,8 9,5 7,1 0,8 4,8 8,7 3,1 2,7 5,3 2,4 1,3 7,9 4,4 9,6 3,1 1,7 4,8	
	Custo antecipação		F1	463,7
	Custo Atraso		F2	31
	Tempo de processamento c		F3	1206,65
	Custo deterioração das máq.		F4	67
F		315,64462		
Tempo Solução			397,53	
4	Tarefa	i	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	
	Máquina	m	10 10 7 6 9 5 4 7 8 1 3 3 5 9 8 7 1 2 5 1 6	
	Posição		2 1 1 1 2 2 1 1 2 2 1 2 1 1 2 1 1 1 1 1	
	Instante chegada Previsto		125 20 20 15 101 90 90 0 95 110 100 60 10 35 80 85 45 5 135 150	
	Instante início tarefa		125 20 20 15 106 90 62 0 206 129,6 107 98,3 14 35 98 85 46 7 135 150	
	Tempo processamento		97 46,2 61 54,3 69,98 34,2 86,3 46 21 26,44 88,85 38,629 53,4 55,75 88,14 31,6 71,28 43,21 19,1 42	
	Entrega		222 116,2 81 69,3 175,98 124,2 148,3 46 111 185,64 195,15 136,226 72,4 90,75 186,14 116,6 117,28 50,21 154,1 192	
	Penalização atraso		0 0 0 3 7,3 0 0 0 20 0 0 0 0 17,5 0 3,2 0 0 0 0	
	Penalização antecipação		22 15,8 0 0 24,06 8,8 35,1 0 25 23,86 48,3 24,222 31,2 0 35,58 0 40,72 14,17 7,8 42	
	Custo deterioração máquina		1,2 5,4 2,4 1,1 8,7 4,4 0,8 4,8 9,6 3,7 1,7 5,3 2,4 1,1 7,9 4,4 9,6 3,1 1,7 4,8	
	Custo antecipação		F1	398,632
	Custo Atraso		F2	41
	Tempo de processamento c		F3	1217,276
	Custo deterioração das máq.		F4	87,8
F		321,312		
Tempo Solução			387,73001	
5	Tarefa	i	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	
	Máquina	m	2 5 1 3 6 4 8 6 3 3 1 7 10 9 10 5 2 5 9 8	
	Posição		2 2 1 1 2 1 1 1 1 2 3 2 1 1 2 2 1 1 1 2	
	Instante chegada Previsto		125 20 20 15 101 90 90 0 95 110 100 60 10 35 80 85 45 5 135 150	
	Instante início tarefa		125 20 20 15 117,2 90 62 0 206 122 106 97 23 35 98 85 46 7 135 150	
	Tempo processamento		97 47,2 61 54,3 73,676 34,2 86,3 43 21 33,8 93,3 41,14 40,8 53,75 88,14 31,6 70,6 43,21 20,1 42	
	Entrega		218 117,2 81 69,3 190,976 124,2 148,3 43 111 185,6 195,3 136,14 72,8 88,75 186,14 116,6 116,28 50,21 115,1 192	
	Penalização atraso		0 0 0 3 7,3 0 0 0 0 0 0 0 0 13,5 0 3,2 0 0 0 0	
	Penalização antecipação		26 16,8 0 0 0 8,8 35,1 0 25 24,5 47,4 25,37 31,2 0 35,58 0 42,4 14,17 5,8 42	
	Custo deterioração máquina		7 1,7 2,4 1,1 8,7 6 0,8 4,8 12,7 1,1 2,2 3,4 2,5 6,8 2,8 6 4,6 1,1 1,7 4,8	
	Custo antecipação		F1	378,81
	Custo Atraso		F2	37,876
	Tempo de processamento c		F3	1223,516
	Custo deterioração das máq.		F4	86,4
F		321,02509		
Tempo Solução			392,02001	
6	Tarefa	i	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	
	Máquina	m	3 3 1 1 9 2 9 10 4 1 5 1 6 8 5 7 4 2 3 5 6	
	Posição		3 2 1 1 2 2 2 1 1 2 3 2 1 1 2 1 1 1 1 2	
	Instante chegada Previsto		125 20 20 15 101 90 90 0 95 110 100 60 10 35 80 85 46 5 135 150	
	Instante início tarefa		125 20 20 15 113,6 90 62 0 308 122 106 98 19 30 98 85 46 1 135 150	
	Tempo processamento		96 47,2 61 54,1 72,108 34,2 86,3 46 21 33,6 93,3 39,56 53,4 56,75 88,14 31,6 70,6 46,18 19,1 42	
	Entrega		220 117,2 81 69,3 182,748 124,2 148,3 46 111 185,6 195,3 136,55 72,4 90,75 186,14 116,6 116,6 50,21 115,1 192	
	Penalização atraso		0 0 0 3 7,3 0 0 0 0 0 0 0 0 17,5 0 3,2 0 0 0 0	
	Penalização antecipação		26 16,8 0 0 0 8,8 35,1 0 25 24,5 47,4 25,37 31,2 0 35,58 0 42,4 14,17 5,8 42	
	Custo deterioração máquina		1,7 3,2 2,4 1,1 7,9 7,1 0,8 6,1 9,6 3,1 2,2 5,3 2,1 1,1 7,9 7,1 9,6 3,1 2,7 4,8	
	Custo antecipação		F1	352,46
	Custo Atraso		F2	40,748
	Tempo de processamento c		F3	1240,178
	Custo deterioração das máq.		F4	85,9
F		323,93888		
Tempo Solução			391,12001	
7	Tarefa	i	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	
	Máquina	m	1 10 7 3 5 1 3 9 8 10 6 7 2 8 9 4 5 1 2 8	
	Posição		3 1 1 1 1 1 2 2 1 2 2 2 2 1 1 2 1 1 1 2	
	Instante chegada Previsto		125 20 20 15 101 90 90 0 95 110 100 60 10 35 80 85 46 5 135 150	
	Instante início tarefa		125 20 20 15 107 90 62 0 308 122,7 106 97 19 30 98 85 46 5 135 150	
	Tempo processamento		97 46,2 61 54,1 69,91 34,2 86,3 43 21 36,36 96,33 46,14 51,4 55,75 87,57 31,6 70,6 46,18 19,1 42	
	Entrega		222 116,2 81 69,3 176,31 124,2 148,345 43 111 185,58 195,83 136,14 72,4 90,75 186,57 116,6 120,6 51,35 154,1 192	
	Penalização atraso		0 0 0 3 7,3 0 0 0 0 0 0 0 0 17,5 0 3,2 0 0 0 0	
	Penalização antecipação		22 15,8 0 0 23,07 8,8 0 0 0 25 25,26 6,14 25,58 31,2 0 34,29 0 37,4 11,55 7,8 42	
	Custo deterioração máquina		1,2 5,4 2,4 1,1 7,9 6 1 4,8 9,6 3,7 1,7 3,4 2,1 1,1 9,3 7,1 12,2 3,7 2,7 4,8	
	Custo antecipação		F1	316,89
	Custo Atraso		F2	36,635
	Tempo de processamento c		F3	1221,115
	Custo deterioração das máq.		F4	91,4
F		323,60619		
Tempo Solução			381,07999	
8	Tarefa	i	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	
	Máquina	m	9 4 7 10 3 10 8 6 7 1 6 2 3 1 5 1 9 4 7 2	
	Posição		2 2 1 1 2 2 1 1 2 3 2 1 1 1 1 2 1 1 1 2	
	Instante chegada Previsto		125 20 20 15 101 90 90 0 95 110 100 60 10 35 80 85 46 5 135 150	
	Instante início tarefa		125 20 20 15 105 90 62 0 98 128,95 107 88 14 35 98 85 46 5 135 150	
	Tempo processamento		95 46,2 61 54,3 69,98 34,2 86,3 43 21,9 26,3425 88,85 46,36 58,4 51,75 86,97 31,2 75,6 46,15 22,1 42	
	Entrega		220 116,2 81 69,3 175,98 124,2 148,3 43 120,9 181,3425 195,15 136,36 72,4 88,75 185,57 116,6 116,6 51,35 117,1 192	
	Penalização atraso		0 0 0 3 7,3 0 0 0 0 0 0 0 0 13,5 0 3,2 0 0 0 0	
	Penalização antecipação		24 15,8 0 0 24,06 8,8 35,1 0 25,1 25,1225 48,3 25,92 31,2 0 37,89 0 37,4 11,55 1,8 42	
	Custo deterioração máquina		1,7 3,4 2,4 0,8 8,7 6 0,8 4,8 8,7 3,7 1,7 4,3 2,4 1,3 8,2 7,1 12,2 3,7 2,2 4,8	
	Custo antecipação		F1	304,4425
	Custo Atraso		F2	39,7
	Tempo de processamento c		F3	1219,9375
	Custo deterioração das máq.		F4	93,9
F		321,49938		

		Tempo Solução																									
		391,57001																									
9	Tarefa	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
	Máquina	m	4	5	7	3	6	2	1	20	1	5	10	8	8	6	9	7	4	9	1	1					
		Posição	2	3	1	1	2	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2					
		Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	90	0	95	110	500	60	10	35	80	85	45	5	135	150					
		Instante início tarefa	125	70	20	15	105	90	90	0	200	132,2	556	88,4	19	35	99	85	45	6	135	150					
		Tempo processamento	97	44,2	81	56,3	69,58	34,2	86,3	44	21	13,83	90,3	48,448	53,4	53,75	87,57	31,6	76,6	44,18	19,1	58					
		Entraga	222	116,2	81	80,3	119,98	124,2	148,1	44	111	185,63	196,5	116,848	71,4	90,75	185,57	115,6	121,6	101,28	154,1	108					
		Penalização atraso	0	0	0	3	2,8	0	0	0	0	0	0	0	0	11,3	0	12	0	0	0	0					
		Penalização antecipação	22	17,8	0	0	26,05	8,8	19,1	0	25	13,91	47,4	26,856	31,2	0	14,20	0	16,4	16,46	7,8	25					
		Custo deterioração máquina	1,2	4,8	2,4	1,1	8,7	4,4	6,8	6,1	17,3	5,1	2,2	4,3	3,1	6,8	9,1	7,1	8,7	5,4	2,7	5,1					
		Custo antecipação	F1	176,676																							
		Custo Atraso	F2	33																							
		Tempo de processamento c	F3	1232,358																							
		Custo deterioração das máq	F4	90,9																							
		F	323,21177																								
		Tempo Solução	390,14959																								
10	Tarefa	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
	Máquina	m	4	9	5	8	5	3	1	20	10	9	7	2	4	3	8	5	6	7	5	1					
		Posição	2	1	1	1	3	2	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2					
		Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	90	0	95	110	500	60	10	35	80	85	45	5	135	150					
		Instante início tarefa	125	70	20	15	113,93	90	90	0	99	132,2	556	88	15	35	97	87	46	5	135	150					
		Tempo processamento	97	47,2	87	58,1	71,945	34,2	86,3	44	21,9	13,83	93,3	48,35	49,8	53,75	88,57	31,62	76,6	44,18	19,1	58					
		Entraga	222	117,3	87	71,3	192,165	124,2	148,1	44	118,9	185,63	195,3	116,35	73,8	98,75	185,57	118,6	121,6	101,28	154,1	108					
		Penalização atraso	0	0	0	8	8,1	8,1695	0	0	0	0	0	0	0	11,3	0	12	0	0	0	0					
		Penalização antecipação	22	16,8	0	0	0	8,8	19,1	0	25,1	13,91	47,4	26,92	30,4	0	14,2	0	16,4	16,46	7,8	25					
		Custo deterioração máquina	1,2	3,2	2,2	1,3	7,9	7,1	6,8	6,1	8,7	5,1	2,2	4,3	2,6	6,8	8,2	6	12,2	5,7	1,7	6,1					
		Custo antecipação	F1	351,47																							
		Custo Atraso	F2	19,8936																							
		Tempo de processamento c	F3	1252,6426																							
		Custo deterioração das máq	F4	89,4																							
		F	328,4588																								
		Tempo Solução	391,45969																								

Método das distâncias relativas ponderadas com p=1, W1=W2=W3=W4=0,25

		Tempo Solução																									
		0,1362947																									
1	Tarefa	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
	Máquina	m	1	3	4	1	8	7	9	6	5	5	4	10	10	7	3	1	2	5	7	3					
		Posição	3	2	1	1	1	2	1	1	1	4	2	3	1	1	1	2	2	1	1	3					
		Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	90	0	95	110	500	60	10	35	80	85	45	5	135	150					
		Instante início tarefa	125	70	20	15	111	90	69	0	112,2	138,62	121	94,2	32	35	107	85	45	11	138	181,29					
		Tempo processamento	97	44,2	81	56,3	71,29	34,2	85,89	43	22,42	54,795	96,55	53,724	53,2	53,75	81,01	11,6	76,6	43,19	18,28	47,894					
		Entraga	222	114,2	81	69,3	184,29	124,2	159,85	43	136,62	213,415	219,55	144,924	87,2	82,75	193,02	115,6	115,6	101,28	157,33	231,794					
		Penalização atraso	0	0	0	3	2,3	0,29	0	0	0	0	0	0	0	13,3	0,03	3,2	0	0	0	0					
		Penalização antecipação	22	17,8	0	0	0	8,8	0,45	0	9,8	1,761	9,9	6,228	1,6	0	0	0	42,4	2,01	1,44	2,218					
		Custo deterioração máquina	1,2	4,8	2,4	0,8	7,9	8	1	4,8	9,8	5,1	2,2	3,4	2,6	1,3	5,1	7,1	9,6	5,4	2,7	4,8					
		Custo antecipação	F1	110,9426																							
		Custo Atraso	F2	51,52																							
		Tempo de processamento c	F3	1336,9314																							
		Custo deterioração das máq	F4	87,4																							
		F	0,1362947																								
		Tempo Solução	422,01901																								
2	Tarefa	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
	Máquina	m	8	3	3	10	7	8	7	6	1	3	6	9	9	5	5	10	4	0	10	9					
		Posição	7	2	1	1	1	1	1	1	1	3	7	2	1	1	2	2	2	1	1	3					
		Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	90	0	95	110	500	60	10	35	80	85	45	5	135	150					
		Instante início tarefa	125	85	20	15	115	90	69	0	95	139,1	122	104,8	25	35	107,95	85	55,37	6	136	150					
		Tempo processamento	99	51,1	85	54,3	71,29	34,2	90,85	43	21,3	54,965	97,1	40,056	63,8	55,75	90,312	11,6	81,836	46,27	22,46	58					
		Entraga	218	116,1	85	69,3	184,29	124,2	159,85	43	116,5	213,965	219,1	144,856	85,8	90,75	193,02	115,6	115,6	101,28	157,33	231,794					
		Penalização atraso	0	0	0	3	2,3	0,29	0	0	0	0	0	0	0	12,5	0,025	3,2	0	0	0	0					
		Penalização antecipação	26	0	0	0	0	8,8	0,45	0	29,3	0,165	1,6	6,432	2,4	0	0	0	10,1484	0	0	26					
		Custo deterioração máquina	2	3,2	2,4	0,8	7,9	4,4	6,8	4,8	8,7	5,1	1,7	3,3	2,4	1,1	8,7	7,1	9,6	5,4	2,7	4,8					
		Custo antecipação	F1	114,6116																							
		Custo Atraso	F2	131,1275																							
		Tempo de processamento c	F3	1361,6771																							
		Custo deterioração das máq	F4	81,1																							
		F	0,1377505																								
		Tempo Solução	416,01999																								
3	Tarefa	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
	Máquina	m	8	5	10	1	10	8	3	7	9	9	4	1	5	5	2	5	4	2	5	7					
		Posição	2	3	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	3					
		Instante chegada Previsto	125	70	20	15	105	90	90	0	95	110	500	60	10	35	80	85	45	5	135	150					
		Instante início tarefa	125	85	20	15	115	90	69	0	95	139,1	122	104,8	25	35	107,95	85	55,37	6	136	150					
		Tempo processamento	99	51,1	85	54,3	71,29	34,2	90,85	43	21,3	54,965	97,1	40,056	63,8	55,75	90,312	11,6	81,836	46,27	22,46	58					
		Entraga	218	117,3	81	69,3	183,83	124,2	159,85	44	115,5	214,425	219,55	145,048	85,8	90,75	193,02	115,6	115,6	101,28	157,33	231,794					
		Penalização atraso	0	0	0	3	2,3	0,29	0	0	0	0	0	0	0	11,5	1,32	3,396	0	0	0	0					
		Penalização antecipação	0	12,3	7	7,8	9,29	0	0	0	0	0	0	0	0	12,5	0,025	3,2	0	0	0	0					
		Custo deterioração máquina	2	3,2	2,4	0,8	7,9	4,4	6,8	4,8	8,7	5,1	1,7	3,3	2,4	1,1	8,7	7,1	9,6	5,4	2,7	4,8					
		Custo antecipação	F1	108,81																							
		Custo Atraso	F2	39,872																							
		Tempo de processamento c	F3	1321,519																							
		Custo deterioração das máq	F4	88																							

		F 1348,9516																					
		Custo deterioração das máq. F4																					
		84																					
		F 0,3355436																					
		Tempo Solução																					
		414,04																					
5	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	10	0	5	30	2	7	5	4	4	7	0	8	7	3	5	2	1	6	3	1	
	Penção	j	2	1	1	1	2	2	2	1	1	3	5	2	1	1	1	2	1	1	1	2	
	Instante chegada Previsto		175	70	20	15	105	90	90	0	95	110	100	60	30	30	80	85	45	5	105	150	
	Instante início tarefa		175	70	20	15	105	90	90	0	95	110	100	60	30	30	108	85	45	11	117	150	
	Tempo processamento		97	47,2	67	61,3	77,478	34,2	91,8645	46	111,5	17,45	97,23	49,9	55,2	53,75	93,44	11,6	76,6	43,33	20,22	58	
	Entrega		232	117,2	87	69,3	189,078	124,2	300,3565	44	118,5	189,63	218,41	146,9	87,2	88,75	198,64	116,6	121,6	55,33	137,12	368	
	Penalização atraso		0	0	0	9	7,3	5,078	0	1,1855	6	0	0	0	0	0	13,3	1,32	3,2	0	0,59	0	
	Penalização antecipação		22	14,8	0	0	0	8,8	0	0	29,3	1,14	1,18	0,3	1,6	0	0	36,4	0	0	1,66	26	
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,2	0,8	7,9	6	1	6,1	8,7	3,7	1,7	4,3	2,6	6,8	8,1	4	8,7	3,1	1,7	6,1	
	Custo antecipação	F1	143,25																				
	Custo Atraso	F2	47,5725																				
	Tempo de processamento	F3	1325,7525																				
	Custo deterioração das máq.	F4	86																				
			F 0,1320264																				
		Tempo Solução																					
		412,5																					
6	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	6	6	9	5	9	10	5	6	7	5	5	7	8	2	8	3	1	3	7	4	
	Penção	j	1	2	1	1	2	1	2	1	1	3	3	2	1	1	1	2	1	1	1	1	
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	90	0	95	110	100	60	30	30	80	85	45	5	105	150	
	Instante início tarefa		125	70	20	15	112	90	71,5	0	95	108,6	111,6	95	28	35	107,8	85	45	11	106	150	
	Tempo processamento		95	47,2	65	56,3	71,96	34,2	92,345	43	113	14,79	98,38	49,9	58,8	53,75	90,364	11,6	76,6	43,33	22,16	58	
	Entrega		220	117,2	85	71,3	183,96	124,2	183,649	43	118,5	193,39	226,48	144,9	85,8	88,75	198,194	116,6	121,6	55,33	158,16	368	
	Penalização atraso		0	0	0	7	9,8	0	0	16,295	4	0	0	6,48	0	0	12,5	0,4621	3,2	0	0,59	0,48	0
	Penalização antecipação		24	14,8	0	0	0,12	8,8	0	0	29,3	1,83	0	0	0	0	0	36,4	0	0	0	26	
	Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,4	1,3	8,7	6	6,8	4,8	8,7	3,1	2,2	4,3	2,1	3,3	8,2	4,4	8,7	3,1	2,2	6,1	
	Custo antecipação	F1	144,15																				
	Custo Atraso	F2	50,317																				
	Tempo de processamento	F3	1133,509																				
	Custo deterioração das máq.	F4	81,1																				
			F 0,1326273																				
		Tempo Solução																					
		412,22																					
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	4	9	7	8	5	8	2	3	4	6	3	10	4	9	7	1	6	1	8	2	
	Penção	j	3	2	1	1	1	2	1	1	2	2	2	3	1	1	1	2	2	1	1	3	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	90	0	95	110	100	60	30	30	80	85	45	5	105	150	
	Instante início tarefa		125	81,73	20	15	113	90	69	0	95	108,6	122	94	31	33	109	85	45	9	108	150,85	
	Tempo processamento		97	52,073	61	56,3	71,29	34,2	90,85	43	111,5	14,79	97,1	50,65	55,2	53,75	91,28	11,6	75,6	46,27	19,28	43,576	
	Entrega		222	149,223	81	71,3	184,29	124,2	195,85	44	118,5	193,39	219,1	144,88	87,2	88,75	197,58	116,6	120,6	55,27	157,18	203,426	
	Penalização atraso		0	28,473	0	0	3,3	9,29	0	0	4	0	0	0	0	0	13,3	0	3,2	0	0,81	0	0
	Penalização antecipação		22	0	0	0	0	8,8	0,65	0	29,3	1,84	1,8	0,95	1,5	0	1,96	0	36,4	0	1,64	26,174	
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,4	1,3	7,9	6,4	6,8	4,8	8,7	3,1	1,7	4,3	2,6	6,8	7,9	2,1	12,7	3,7	2,7	6,6	
	Custo antecipação	F1	137,530																				
	Custo Atraso	F2	60,525																				
	Tempo de processamento	F3	1141,611																				
	Custo deterioração das máq.	F4	84,7																				
			F 0,1508506																				
		Tempo Solução																					
		418,10999																					
8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	8	3	5	4	1	1	6	20	5	5	3	7	7	1	4	9	10	8	10	6	
	Penção	j	2	1	1	2	1	1	1	1	2	3	2	1	1	1	2	2	1	2	1	3	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	105	90	90	0	95	110	100	60	30	30	80	85	45	5	105	150	
	Instante início tarefa		125	70	20	15	111	90	69	0	96	109,5	122,2	94,2	32	30	109	85	46	11	106	150,85	
	Tempo processamento		98	47,2	67	56,3	72,63	34,2	90,86	44	113,5	14,025	97,21	50,224	55,2	53,75	91,38	11,6	76,6	43,33	21,16	58,176	
	Entrega		218	117,2	87	59,3	183,83	124,2	195,85	44	118,5	194,675	219,1	144,024	87,2	88,75	197,58	116,6	121,6	56,13	158,16	219,476	
	Penalização atraso		0	0	0	8	7,8	0	0	8	0	0	0	0	0	0	13,3	0	3,2	0	0	0,14	0
	Penalização antecipação		26	15,8	0	0	1,11	8,8	0,45	0	30,5	0	1,18	0,298	1,5	0	1,76	0	36,4	0	1,64	26,174	
	Custo deterioração máquina		7	3,2	2,2	0,8	9,5	6,4	1	6,1	9,6	3,1	1,7	3,4	2,6	1,3	7,9	4,4	8,7	3,1	2,7	4,8	
	Custo antecipação	F1	138,932																				
	Custo Atraso	F2	40,53																				
	Tempo de processamento	F3	1136,085																				
	Custo deterioração das máq.	F4	82																				
			F 0,304906																				
		Tempo Solução																					
		411,61041																					
9	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	6	9	7	9	20	8	5	5	2	8	9	1	3	10	3	6	4	2	7	5	
	Penção	j	2	2	1	1	2	1	2	1	2	2	2	3	1	1	1	2	1	1	1	2	3
	Instante chegada Previsto		175	70	20	15	105	90	90	0	96	110	100	60	30	30	80	85	46	5	105	150	
	Instante início tarefa		175	70	20	15	111	90	69	0	96	109,5	122,2	94,2	32	30	109	85	46	11	106	150,85	
	Tempo processamento		96	47,2	61	56,3	71,29	34,2	90,85	46	113,5	14,086	97,21	50,68	53,8	53,75	90,504	11,6	76,6	43,13	21,16	51,576	
	Entrega		233	117,2	81	59,3	183,63	124,2	198,85	46	118,5	194,675	219,1	144,068	87,8	88,75	197,734	116,6	121,6	56,13	158,16	201,676	
	Penalização atraso		0	0	0	3	7,3	0	0	0	10	0	0,16	0	0	0	13,3	0	3,2	0	0	0,48	0
	Penalização antecipação		24	14,8	0	0	1,11	8,8	0,45	0	30,5	0	1,18	0,305	1,4	0	0,235	0	36,4	2,01	0	36,274	
	Custo deterioração máquina		1,7	3,2	2,4	1,1	9,3	4,4	0,8	4,8	9,6	3,1	1,7	3,4	2,4	1,3	9,3	4,4	8,7	3,1	2,7	4,8	
	Custo antecipação	F1	154,932																				
	Custo Atraso	F2	37,64																				
	Tempo de processamento	F3	1137,24																				
	Custo deterioração das máq.	F4	82,1																				
			F 0,3011216																				
		Tempo Solução																					
		414,07881																					
10	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	m	4	6	1	3	2	9	10	8	3	6	9	8	7	9	7	3	4	2	5	5	
	Penção	j	2	3	1	1	2	2	1	1	1	2	2	3	2	1	1	2	2	1	1	1	2
	Instante chegada Previsto		175	70	20	15	105	90	90	0	96	110	100	60	30	30	80	85	46	5	105	150	
	Instante início tarefa		175	70	20	15	111	90	69	0	96	109,5	122,2	94,2	32	30	108,7	85	46	11	107	150,85	
	Tempo processamento		97	47,2	61	56,3	71,29	34,2	90,85	46	113,5	14,086	98,31	49,9	55,2	53,75	91,665	11,6	76,6	43,33	19,28	41,168	
	Entrega		232	117,2	81	69,3	184,29	124,2	198,85	46	118,5	194,675	223,1	144,9	87,2	88,75	197,886	116,6	121,6	56,33	157,18	200,448	
	Penalização atraso		0	0	0	3	7,3	0	0	20	0	0,16	2,51	0	0	13,3	0	3,2	0	0	0	0	0
	Penalização antecipação		22	14,8	0	0	0	8,8	0,45	0	30,5	0	0,74	0	0	0,3	1,6	0	0,402	0	1,44	33,552	
	Custo deterioração máquina		1,2	3,2	2,4	1,1	7,9	7,1	6,8	4,8	12,2	3,1	1,7	4,3	2,6	6,8	7,9	4,4	8,7	3,1	2,7	4,8	
	Custo antecipação	F1	128,4972																				
	Custo Atraso	F2	36,36																				
	Tempo de processamento	F3	1343,6508																				
	Custo deterioração das máq.	F4	84,8																				

Método das distâncias relativas ponderadas com p2, W1=W2=W3=W4=0,25

Solução Inicial																						
Tarefa	1																					
Máquina	m																					
Pesquisa	F																					
1	Tarefa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	8	7	5	1	9	5	2	8	1	10	1	10	1	9	7	8	4	2	5	5	
	Pesquisa	1	1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	185	90	90	0	95	110	500	60	30	30	85	45	5	135	150		
	Instante início tarefa	125	70	20	15	185	90	62,21	0	99	136,14	120,9	87	23	33	118,2	85	45	7	135	150	
	Tempo processamento	55	46,2	57	54,3	69,81	34,2	85,4365	46	21,9	57,421	95,895	45,14	45,8	53,75	95,965	31,6	76,6	43,21	20,1	55	
	Entrega	218	116,2	87	69,3	175,99	124,2	148,6465	46	120,9	193,561	213,995	136,14	72,8	88,75	212,165	116,6	121,6	50,21	155,1	208	
	Penalização atraso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18,5	42,085	3,2	0	0	0	0	
	Penalização antecipação	26	15,8	6	0	24,05	8,8	34,0635	0	25,1	1,817	1,21	25,58	30,4	0	0	0	36,4	34,37	5,8	26	
	Custo deterioração máquina	2	5,4	2,2	1,1	8,7	4,4	6,8	4,8	8,7	5,7	2,2	1,4	2,6	6,8	7,0	6	8,7	5,1	1,7	4,8	
	Custo antecipação F1	275,2975																				
	Custo Atraso F2	30,488																				
	Tempo de processamento c F3	1205,5485																				
	Custo deterioração das máq. F4	81																				
	F	0,411345																				
	Tempo Solução	390,32001																				
2	Tarefa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	10	6	10	1	8	8	3	2	8	8	1	2	4	5	5	7	7	7	2	2	
	Pesquisa	2	3	1	1	3	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	1	2	1	3	2	
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	185	90	90	0	95	110	500	60	30	30	85	45	5	135	150		
	Instante início tarefa	125	70	20	15	186,505	90	62	0	200	248,2	124,2	87,3	20	38	146,9	85	51,15	5	135	150	
	Tempo processamento	57	47,2	61	54,3	51,04085	34,2	86,8	49	21	56,245	96,31	49,105	52,4	53,75	94,135	31,6	80,92	46,15	19,1	58	
	Entrega	222	117,2	81	69,3	217,535	124,2	148,1	49	121	204,545	222,51	136,505	72,4	88,75	210,335	116,6	131,932	51,15	154,1	208	
	Penalização atraso	0	0	0	0	7,3	33,56398	0	0	4	0	23,609	2,51	0	33,3	38,214	3,2	0	0	0	0	
	Penalização antecipação	22	15,8	6	0	0	8,8	25,1	0	25	0	0	25,681	31,2	0	0	0	36,684	11,25	18	25	
	Custo deterioração máquina	1,7	4,3	2,4	1,8	4,5	2,1	4,8	4,8	9,6	5,1	1,7	1,4	2,1	1,3	8,7	6	8,7	5,7	2,7	4,8	
	Custo antecipação F1	231,8																				
	Custo Atraso F2	176,56288																				
	Tempo de processamento c F3	1355,781																				
	Custo deterioração das máq. F4	65,1																				
	F	0,258492																				
	Tempo Solução	482,02999																				
3	Tarefa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	10	5	1	10	8	8	6	2	4	2	3	10	6	7	1	3	2	9	5	7	
	Pesquisa	3	2	1	1	2	1	2	1	1	3	2	2	1	1	2	1	2	1	2	1	
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	185	90	90	0	95	110	500	60	30	30	85	45	5	135	150		
	Instante início tarefa	135,506	70	20	15	185	90	72,4	0	99	132,28	118,6	87,3	14	30	88	45	46	6	135	150	
	Tempo processamento	103,8318	44,2	61	54,3	69,98	34,2	91,08	46	21,9	52,642	94,13	49,208	54,4	53,75	86,14	31,6	73,28	46,18	19,1	54	
	Entrega	240,4206	116,7	81	69,3	175,99	124,2	145,65	46	120,9	196,127	216,51	136,108	72,4	88,75	208,14	116,6	117,28	50,18	154,1	208	
	Penalização atraso	0	0	0	0	0	0	15,34	0	0	0	0	0	0	31,1	0	3,2	0	0	0	0	
	Penalização antecipação	3,9503	17,8	6	0	24,05	8,8	0	0	25,1	23,014	18,76	25,487	31,7	0	31,58	0	40,77	14,46	7,8	25	
	Custo deterioração máquina	1,2	4,9	2,4	1,8	8,7	4,4	1	4,8	8,7	5,1	1,7	1,4	2,4	1,3	7,9	6,4	8,7	5,7	2,7	4,1	
	Custo antecipação F1	302,7466																				
	Custo Atraso F2	13,38																				
	Tempo de processamento c F3	1279,2576																				
	Custo deterioração das máq. F4	52																				
	F	0,4449201																				
	Tempo Solução	387,50401																				
4	Tarefa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	4	4	6	10	7	6	10	4	7	2	6	1	5	9	9	2	7	3	8	8	
	Pesquisa	3	2	1	1	3	2	2	1	2	2	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	185	90	90	0	95	110	500	60	30	30	85	45	5	135	150		
	Instante início tarefa	125	70	20	15	145,24	90	58,5	0	121,6	131,2	124,2	87	19	30	96,25	45	46	6	135	154,1	
	Tempo processamento	57	46,2	65	54,3	91,5084	31,7	91,051	46	24,96	53,29	98,31	49,14	54,9	53,75	87,8925	31,6	76,6	46,18	19,1	62,056	
	Entrega	222	116,2	85	69,3	279,5628	124,2	148,181	46	145,76	185,34	222,51	136,14	72,4	88,75	186,2121	116,6	117,28	50,18	154,1	196,705	
	Penalização atraso	0	0	0	0	7,3	45,8668	0	1,639	6	0	0	7,51	0	33,3	0	3,2	0	0	0	0	
	Penalização antecipação	22	15,8	6	0	0	8,8	0	0	0,24	25,95	0	25,58	31,2	0	35,925	0	56,4	16,46	7,8	27,244	
	Custo deterioração máquina	1,2	5,4	2,4	1,8	9,5	7,1	6,8	6,1	8,7	5,1	1,7	1,4	2,1	1,3	6,8	9,5	6	8,7	5,1	2,7	4,8
	Custo antecipação F1	251,2665																				
	Custo Atraso F2	36,4058																				
	Tempo de processamento c F3	1242,2242																				
	Custo deterioração das máq. F4	87,9																				
	F	0,343394																				
	Tempo Solução	485,70901																				
5	Tarefa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	0	0	1	2	8	1	5	3	1	5	6	4	6	3	2	8	10	5	7	2	
	Pesquisa	2	3	1	1	1	2	2	1	3	3	3	1	1	2	2	2	1	1	1	1	
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	185	90	90	0	95	110	500	60	30	30	85	45	5	135	150		
	Instante início tarefa	125	70	20	15	187	90	62,21	0	120,2	158,6665	118,6	87	16	43	99	45	41	7	135	185,57	
	Tempo processamento	95	47,2	61	56,3	69,31	34,2	85,4365	43	24,02	56,29085	94,13	49,14	58,4	53,75	86,17	31,6	76,6	43,21	22,1	47,612	
	Entrega	220	117,2	81	71,3	176,31	124,2	148,6465	43	148,12	184,935	216,51	136,14	72,4	90,35	185,57	116,6	121,6	50,21	172,1	235,2612	
	Penalização atraso	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5,14	11,8995	0	0	36,7	0	3,2	0	0	0	0	
	Penalização antecipação	26	14,8	6	0	23,07	8,8	34,0635	0	0	0	18,54	25,58	31,2	0	37,29	0	36,4	34,37	1,8	0,7883	
	Custo deterioração máquina	1,7	3,2	2,4	1,3	7,9	6	6,8	4,8	8,7	5,1	1,7	1,4	2,4	6,8	8,2	4,4	8,7	5,1	2,2	4,8	
	Custo antecipação F1	271,8483																				
	Custo Atraso F2	81,28955																				
	Tempo de processamento c F3	1334,1812																				
	Custo deterioração das máq. F4	79,6																				
	F	0,4401803																				
	Tempo Solução	383,07999																				
6	Tarefa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Máquina	3	5	7	4	2	3	8	1	5	8	2	4	10	8	5	9	10	3	1	9	
	Pesquisa	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	3	3	1	1	2	1	2	1	3	2	
	Instante chegada Previsto	125	70	20	15	185	90	90	0	95	110	500	60	30	30	85	45	5	135	150		
	Instante início tarefa	125	70	20	15	187	90	62	0	148,3	132	124,2	87,3	25	35	114,2	85	72,8	6	135	150	
	Tempo processamento	55	44,2	61	54,3	69,31	34,2	86,3	44	25,93	53,5	93,3	49,105	45,8	55,75	93,105	31,6	95,934	44,18	22,1	55	
	Entrega	220	114,2	81	69,3	176,31	124,2	148,1	44	174,13	185,8	19										

		Custo de deflexão das máq. F4	87,3																			
		F	0,287484																			
		Tempo Solução	303																			
7	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Máquina	m	5	9	5	1	8	6	1	10	4	3	4	2	7	6	9	10	8	4	2	5
	Posição		2	3	1	1	2	2	2	1	2	1	3	1	1	1	2	2	1	1	2	3
	Instante chegada Previsto		125	70	20	35	185	90	50	0	95	110	500	60	30	30	80	80	40	5	130	150
	Instante início tarefa		125	70	20	35	185	90	50	0	95	132	120	60	30	30	117,7	80	40	5	130	150
	Tempo processamento		93	47,3	57	54,3	77,168	34,7	91,265	44	21,9	53,8	98,845	48,36	49,8	53,75	95,985	31,6	76,5	48,75	18,186	58
	Entrega		218	117,2	87	89,3	182,748	124,2	166,845	44	120,8	185,6	219,595	196,36	72,8	88,75	212,985	115,6	176,5	115,15	151,646	208
	Penalização atraso		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,5	43,785	3,2	0	0	0	0
	Penalização antecipação		26	16,8	6	0	0	8,8	0	0	25,1	24,6	1,21	23,92	30,4	0	0	0	42,4	11,95	4,938	26
	Custo de deflexão máquina		2	3,2	2,2	0,8	7,9	7,1	0,8	6,1	8,7	5,1	2,2	4,3	2,6	0,8	9,3	7,1	9,6	3,7	2,7	4,8
			F1	241,6958																		
			F2	87,314																		
			F3	130,62856																		
			F4	89,2																		
			F	0,2478801																		
		Tempo Solução	181,54989																			
8	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Máquina	m	6	4	10	6	5	7	1	2	8	3	4	10	4	3	9	9	2	7	1	8
	Posição		2	2	1	1	2	2	1	1	1	2	3	3	1	1	2	1	2	1	1	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	35	185	90	50	0	95	110	500	60	30	30	80	80	40	5	130	150
	Instante início tarefa		125	72,8	20	35	187	90	47	0	100	155,1	119,738	87	25	30	116,9	85	46	5	135	150
	Tempo processamento		95	48,928	61	54,9	83,31	34,2	96,5	46	21	57,265	97,854	49,14	49,8	55,75	99,138	31,6	71,38	46,75	18,1	42
	Entrega		220	119,728	81	89,3	176,31	124,2	148,3	46	111	212,365	217,574	196,14	72,8	90,75	211,738	116,6	177,38	115,15	159,1	192
	Penalização atraso		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,3	41,214	3,2	0	0	0	0
	Penalização antecipação		24	12,372	6	0	23,07	8,8	35,1	0	25	0	4,842	26,54	30,4	0	0	0	40,71	11,95	5,8	42
	Custo de deflexão máquina		1,7	5,4	2,4	1,1	7,9	6	0,8	4,8	9,6	5,1	2,2	3,4	2,6	1,1	9,3	4,4	9,6	3,7	1,7	4,8
			F1	206,132																		
			F2	118,946																		
			F3	170,1104																		
			F4	90,8																		
			F	0,1965778																		
		Tempo Solução	175,42899																			
9	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Máquina	m	5	1	4	1	7	1	8	7	7	5	7	1	8	4	5	10	5	10	9	9
	Posição		3	2	1	1	3	2	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	185	90	50	0	95	110	500	60	30	30	80	85	45	5	135	150
	Instante início tarefa		125	70	20	15	185,9	90	72,4	0	99	132	508	117,2	29	35	98	85	45	7	135	150
	Tempo processamento		93	47,3	61	54,3	79,897	34,2	91,06	44	21,9	53,5	87,4	42,784	53,4	53,75	88,24	31,6	76,6	48,21	22,1	58
	Entrega		218	117,2	81	89,3	190,257	124,2	161,46	44	120,8	185,6	195,4	179,584	72,4	88,75	188,14	116,6	172,6	124,1	171,1	208
	Penalização atraso		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,5	0	3,2	0	0	0	0
	Penalização antecipação		26	16,8	6	0	0	8,8	0	0	25,1	24,6	49,2	0	31,2	0	35,38	0	36,4	16,17	1,8	26
	Custo de deflexão máquina		2	3,7	2,4	1,1	9,5	4,4	0,8	5,1	8,7	5,1	2,7	3,3	2,1	6,8	7,9	5,1	8,7	3,1	2,2	4,8
			F1	203,876																		
			F2	77,513																		
			F3	124,1641																		
			F4	86																		
			F	0,1570247																		
		Tempo Solução	187,51001																			
10	Tarefa	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Máquina	m	4	9	7	6	9	5	3	10	7	3	7	5	8	10	8	2	1	2	10	1
	Posição		1	3	1	1	2	1	1	1	2	2	3	2	1	2	2	2	1	1	3	2
	Instante chegada Previsto		125	70	20	15	185	90	50	0	95	110	500	60	30	35	80	85	45	5	135	150
	Instante início tarefa		125	70	20	15	117,2	90	42	0	99	148,2	120,9	58,3	29	44	99	85	46	7	135	150
	Tempo processamento		97	47,3	61	54,3	73,806	34,2	86,2	44	21,9	56,245	96,455	36,226	53,4	57,8	83,17	31,6	76,6	48,21	22,1	58
	Entrega		222	117,2	81	89,3	190,876	124,2	148,1	44	120,8	204,245	219,896	186,026	72,4	101,9	189,57	116,6	171,6	124,1	171,1	208
	Penalização atraso		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39,6	0	3,2	0	0	0	0
	Penalização antecipação		22	16,8	6	0	0	8,8	0,1	0	25,1	0	1,7	24,223	31,2	0	37,86	0	36,4	16,17	1,8	26
	Custo de deflexão máquina		1,2	3,7	2,4	1,1	8,7	4,4	1	5,1	8,7	3,3	2,2	3,1	2,1	1,1	8,3	6	8,7	3,1	2,2	4,8
			F1	278,290																		
			F2	87,656																		
			F3	139,5922																		
			F4	85,1																		
			F	0,118918																		
		Tempo Solução	284,013																			

APÊNDICE Q

Método Ponderado. W1-W2-W3-W4=0.25

Solução Inicial		Tempo (s)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Tempo	r	437.179	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Máquina	m		0	2	6	8	2	5	10	1	4	5	8	3	9	3	5	6	4	3	1	4	7	10	9	4	7
Processo	p		5	2	3	1	3	1	2	1	3	1	1	3	1	1	3	2	2	2	3	2	4	1	3	1	1
Instância-chegada	P	135 1540	70	20	15	305	90	35	0	95	132	200	60	10	35	00	85	45	5	135	130	50	5	80	0	102	
Instância-tipo	T	14488	70	20	15	151.2	90	30.34	0	131.2	139.2	121.2	104.92	23	35	107	85	45	21	135	130	70	7	80	2	102	
Tempo-processamento	ET	47.6203	44.7	81	44.3	71.846	44.7	40.206	45	36.4	44.838	46.745	41.84	46.8	44.1	40.018	41.8	46.3	44.14	42.316	45	40.1	41.34	41.408	41	44.742	
Instância	I	3743400	115.7	81	71.3	106.888	131.7	146.186	45	156.76	144.839	119.66	141.94	166.8	82.1	146.019	136.6	137.16	42.41	145.16	130	130.7	127.1	134.006	81	116.633	
Parâmetro-área	PA	0	0	7	5.3	1.885	0	0.739	6	0	2.36	0	0	0	1.15	6.03	3.2	0	0	2.493	2	0.6	2	0	0	2.2484	
Parâmetro-aflexão	PAF	27.0210	17.8	0	0	2	8.0	0	0	0.24	0	0.184	0.43	2.4	0	0	0	0	0	26.6	22.3	0	21	0	1.82	25.003	
Tempo-distribuição	TD	1.5	4.4	2.4	1.4	2.4	4.4	0.4	0.1	0.5	1.1	2.2	1.5	2.4	1.6	4.4	6	0.7	0.1	2.2	4.1	3.2	0.4	1.1	1.1	4.1	
Quantidade	Q	135 1540																									
Tempo de processamento	TP	144.1444																									
Quantidade	Q	201.4																									
Tempo	T	497.488																									
Tempo	Tempo	437.179																									
Tempo	r	415.179	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Máquina	m		1	8	6	7	2	10	1	10	2	2	4	1	1	10	7	2	4	5	6	2	2	1	2	6	8
Processo	p		3	2	3	1	3	3	2	1	2	2	1	1	2	2	1	2	3	2	3	2	1	2	2	1	3
Instância-chegada	P	135 1540	70	20	15	305	90	35	0	95	132	200	60	10	35	00	85	45	5	135	130	50	5	80	0	102	
Instância-tipo	T	14488	70	20	15	151.2	90	30.34	0	131.2	139.2	121.2	104.92	23	35	107	85	45	21	135	130	70	7	80	2	102	
Tempo-processamento	ET	33.8108	44.2	81	54.3	73.13	56.24	47.5046	44	33.1	44.844	46.65	33.88	43.8	47.8	53.36	51.8	46.8	43.5	32.22	41.6352	33.8	30.4	43.8	40	32.782	
Instância	I	18.975	0	7	7.3	4.051	5.234	1.1855	6	2	0	0.48	0	0	1.15	6.03	3.2	0	0	2	0	2	0	2	0	2	0
Parâmetro-área	PA	0	0	7	5.3	1.885	0	0.739	6	0	2.36	0	0	0	1.15	6.03	3.2	0	0	2.493	2	0.6	2	0	0	2.2484	
Parâmetro-aflexão	PAF	27.0210	17.8	0	0	2	8.0	0	0	0.24	0	0.184	0.43	2.4	0	0	0	0	0	26.6	22.3	0	21	0	1.82	25.003	
Tempo-distribuição	TD	1.5	4.4	2.4	1.4	2.4	4.4	0.4	0.1	0.5	1.1	2.2	1.5	2.4	1.6	4.4	6	0.7	0.1	2.2	4.1	3.2	0.4	1.1	1.1	4.1	
Quantidade	Q	135 1540																									
Tempo de processamento	TP	144.1444																									
Quantidade	Q	201.4																									
Tempo	T	497.488																									
Tempo	Tempo	415.179																									
Tempo	r	415.179	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Máquina	m		5	10	7	10	3	2	8	5	2	1	4	10	9	3	9	7	5	2	7	1	6	4	4	8	1
Processo	p		5	2	3	1	3	3	2	1	2	2	1	1	3	2	2	1	3	2	3	2	1	2	2	1	3
Instância-chegada	P	135 1540	70	20	15	305	90	35	0	95	132	200	60	10	35	00	85	45	5	135	130	50	5	80	0	102	
Instância-tipo	T	14488	70	20	15	151.2	90	30.34	0	131.2	139.2	121.2	104.92	23	35	107	85	45	21	135	130	70	7	80	2	102	
Tempo-processamento	ET	33.8108	44.2	81	54.3	73.13	56.24	47.5046	44	33.1	44.844	46.65	33.88	43.8	47.8	53.36	51.8	46.8	43.5	32.22	41.6352	33.8	30.4	43.8	40	32.782	
Instância	I	18.975	0	7	7.3	4.051	5.234	1.1855	6	2	0	0.48	0	0	1.15	6.03	3.2	0	0	2	0	2	0	2	0	2	0
Parâmetro-área	PA	0	0	7	5.3	1.885	0	0.739	6	0	2.36	0	0	0	1.15	6.03	3.2	0	0	2.493	2	0.6	2	0	0	2.2484	
Parâmetro-aflexão	PAF	27.0210	17.8	0	0	2	8.0	0	0	0.24	0	0.184	0.43	2.4	0	0	0	0	0	26.6	22.3	0	21	0	1.82	25.003	
Tempo-distribuição	TD	1.5	4.4	2.4	1.4	2.4	4.4	0.4	0.1	0.5	1.1	2.2	1.5	2.4	1.6	4.4	6	0.7	0.1	2.2	4.1	3.2	0.4	1.1	1.1	4.1	
Quantidade	Q	135 1540																									
Tempo de processamento	TP	144.1444																									
Quantidade	Q	201.4																									
Tempo	T	497.488																									
Tempo	Tempo	415.179																									
Tempo	r	415.179	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Máquina	m		3	2	3	1	3	3	2	1	2	2	1	1	3	2	2	1	3	2	3	2	1	2	2	1	3
Processo	p		3	2	3	1	3	3	2	1	2	2	1	1	3	2	2	1	3	2	3	2	1	2	2	1	3
Instância-chegada	P	135 1540	70	20	15	305	90	35	0	95	132	200	60	10	35	00	85	45	5	135	130	50	5	80	0	102	
Instância-tipo	T	14488	70	20	15	151.2	90	30.34	0	131.2	139.2	121.2	104.92	23	35	107	85	45	21	135	130	70	7	80	2	102	
Tempo-processamento	ET	33.8108	44.2	81	54.3	73.13	56.24	47.5046	44	33.1	44.844	46.65	33.88	43.8	47.8	53.36	51.8	46.8	43.5	32.22	41.6352	33.8	30.4	43.8	40	32.782	
Instância	I	18.975	0	7	7.3	4.051	5.234	1.1855	6	2	0	0.48	0	0	1.15	6.03	3.2	0	0	2	0	2	0	2	0	2	0
Parâmetro-área	PA	0	0	7	5.3	1.885	0	0.739	6	0	2.36	0	0	0	1.15	6.03	3.2	0	0	2.493	2	0.6	2	0	0	2.2484	
Parâmetro-aflexão	PAF	27.0210	17.8	0	0	2	8.0	0	0	0.24	0	0.184	0.43	2.4	0	0	0	0	0	26.6	22.3	0	21	0	1.82	25.003	
Tempo-distribuição	TD	1.5	4.4	2.4	1.4	2.4	4.4	0.4	0.1	0.5	1.1	2.2	1.5	2.4	1.6	4.4	6	0.7	0.1	2.2	4.1	3.2	0.4	1.1	1.1	4.1	
Quantidade	Q	135 1540																									
Tempo de processamento	TP	144.1444																									
Quantidade	Q	201.4																									
Tempo	T	497.488																									
Tempo	Tempo	415.179																									
Tempo	r	415.179	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Máquina	m		8	9	5	1	3	10	1	10	2	2	4	1	1	10	7	2	4	5	6	2	2	1	2	6	8
Processo	p		5	2	3	1	3	3	2	1	2	2	1	1	3	2	2	1	3	2	3	2	1	2	2	1	3
Instância-chegada	P	135 1540	70	20	15	305	90	35	0	95	132	200	60	10	35	00	85	45	5	135	130	50					

Tempo Solução 0015010008

Table with 26 columns (1-26) and 10 rows (1-10) for instance 1. Rows 1-3 are header information. Rows 4-10 contain performance metrics for various algorithms and methods.

Tempo Solução 0015010007

Table with 26 columns (1-26) and 10 rows (1-10) for instance 2. Rows 1-3 are header information. Rows 4-10 contain performance metrics for various algorithms and methods.

Tempo Solução 0015010006

Table with 26 columns (1-26) and 10 rows (1-10) for instance 3. Rows 1-3 are header information. Rows 4-10 contain performance metrics for various algorithms and methods.

Tempo Solução 0015010005

Table with 26 columns (1-26) and 10 rows (1-10) for instance 4. Rows 1-3 are header information. Rows 4-10 contain performance metrics for various algorithms and methods.

Tempo Solução 0015010004

Table with 26 columns (1-26) and 10 rows (1-10) for instance 5. Rows 1-3 are header information. Rows 4-10 contain performance metrics for various algorithms and methods.

Tempo Solução 0015010003

Table with 26 columns (1-26) and 10 rows (1-10) for instance 6. Rows 1-3 are header information. Rows 4-10 contain performance metrics for various algorithms and methods.

Tempo Solução 0015010002

Table with 26 columns (1-26) and 10 rows (1-10) for instance 7. Rows 1-3 are header information. Rows 4-10 contain performance metrics for various algorithms and methods.

Tempo Solução 0015010001

Table with 26 columns (1-26) and 10 rows (1-10) for instance 8. Rows 1-3 are header information. Rows 4-10 contain performance metrics for various algorithms and methods.

Tempo processamento		97	11.1	05	14.3	71.70	14.7	91.245	41.313	26.1	52.49	104.832	54.4	16.8	13.75	91.4375	31.6	76.6	49.31	81.30	01.1571	10.0	11.92	10.648	43	52.72	
Entrada		132	130.1	85	10.5	146.29	144.2	108.340	105.542	111.3	134.10	281.330	183.15	186.8	88.175	139.2210	138.8	121.8	10.15	351.38	2381.732	348.2	30.72	307.284	41	183.72	
Período de acesso		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Parâmetro de acesso		23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Custo distribuição máquina		1.2	5.2	2.4	0.0	7.0	6.1	4.8	6.0	9.0	1.7	6.5	1.1	1.0	7.9	4.4	8.7	8.3	1.7	4.8	5.2	1.3	7.1	1.8	1.1	1.1	
Custo instalação		F1	102.6474																								
Custo Aéreo		F2	273.0144																								
Tempo de processamento		F3	2294.1202																								
Custo distribuição de má. má.		F4	94.1																								
Tempo Solução		F5	01.0220588																								
Tempo		I	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25																								
Máquina		M	10 1																								
Podão		P	1 1																								
Instante-chegada: Prontidão			134 .00 20 20 33																								
Instante-chegada: Tempo			134 .00 20 20 33																								
Tempo processamento			172 172																								
Entrada			27 46.2 22 65.9 71.227 142 88.51 46 101.5 54.88 88.38 42.252 16.8 15.75 90.352 21.6 76.6 49.31 21.56 20.255 50.055 28.24 25.648 43 22.8																								
Período de acesso			0 0																								
Parâmetro de acesso			22 16.8 0																								
Custo distribuição máquina			1.2 5.2 2.4 0.0 7.0 6.1 4.8 6.0 9.0 1.7 6.5 1.1 1.0 7.9 4.4 8.7 8.3 1.7 4.8 5.2 1.3 7.1 1.8 1.1 1.1 1.1																								
Custo instalação		F1	140.5140																								
Custo Aéreo		F2	122.0225																								
Tempo de processamento		F3	2292.4812																								
Custo distribuição de má. má.		F4	106																								
Tempo Solução		F5	0.24838548																								
Tempo Solução		F6	011.9510915																								
Método das distâncias relativas ponderadas com p=2, W1=W2=W3=W4=0.25																											
Solução inicial																											
Tempo		I	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25																								
Máquina		M	1 1																								
Podão		P	1 1																								
Instante-chegada: Prontidão			134 .00 20 20 33																								
Instante-chegada: Tempo			134 .00 20 20 33																								
Tempo processamento			203.084 203.08 21 60.32 70.752 141.2 166.3 46 252.09 52.36 96.33 48.14 49.8 51.75 88.07 31.6 76.6 49.31 201.182055 43.84 51.6 100.68 44 252.082																								
Entrada			199.984 199.98 81 135.32 154.012 134.2 158.4 46 124.396 124.39 134.38 124.38 115.8 121.210 124.396 21.6 76.6 49.31 194.14 158.4 192.84 44 252.082																								
Período de acesso			0 0																								
Parâmetro de acesso			4.172 1.84 2 0 2 0																								
Custo distribuição máquina			1.2 5.2 2.4 1.3 8.7 6 1 4.8 6.7 3.7 1.7 1.4 1.0 1.1 8.2 7.3 12.2 3.7 2.7 0.1 4.3 1.3 6 6.1 1.1																								
Custo instalação		F1	381.27164																								
Custo Aéreo		F2	118.0122																								
Tempo de processamento		F3	189.53520																								
Custo distribuição de má. má.		F4	122.6																								
Tempo Solução		F5	0.24838548																								
Tempo Solução		F6	072.981007																								
Tempo		I	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25																								
Máquina		M	1 1																								
Podão		P	1 1																								
Instante-chegada: Prontidão			134 .00 20 20 33																								
Instante-chegada: Tempo			134 .00 20 20 33																								
Tempo processamento			25 46.2 22 65.9 71.227 142 88.51 46 101.5 54.88 88.38 42.252 16.8 15.75 90.352 21.6 76.6 49.31 201.182055 43.84 51.6 100.68 44 252.082																								
Entrada			127 121.2 85 101.9 104.540 124.6 148.27 43 148.440 122.625 124.55 124.55 115.8 121.210 124.550 21.6 76.6 49.31 194.14 158.4 192.84 44 252.082																								
Período de acesso			0 0																								
Parâmetro de acesso			1.7 16.8 2 0 2 0																								
Custo distribuição máquina			1.2 5.2 2.4 0.0 7.0 6.1 4.8 6.0 9.0 1.7 6.5 1.1 1.0 7.9 4.4 8.7 8.3 1.7 4.8 5.2 1.3 7.1 1.8 1.1 1.1 1.1																								
Custo instalação		F1	312.58617																								
Custo Aéreo		F2	122.0122																								
Tempo de processamento		F3	1045.05488																								
Custo distribuição de má. má.		F4	99.4																								
Tempo Solução		F5	0.24838548																								
Tempo Solução		F6	074.0401878																								
Tempo		I	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25																								
Máquina		M	1 1																								
Podão		P	1 1																								
Instante-chegada: Prontidão			134 .00 20 20 33																								
Instante-chegada: Tempo			134 .00 20 20 33																								
Tempo processamento			101.18 51.075 05 14.3 71.70 14.7 91.245 41.313 26.1 52.49 104.832 54.4 16.8 13.75 91.4375 31.6 76.6 49.31 101.18 51.075 05 14.3 71.70 14.7 91.245 41.313 26.1 52.49																								
Entrada			224.02 104.625 05 14.3 71.70 14.7 91.245 41.313 26.1 52.49 104.832 54.4 16.8 13.75 91.4375 31.6 76.6 49.31 101.18 51.075 05 14.3 71.70 14.7 91.245 41.313 26.1 52.49																								
Período de acesso			0 0																								
Parâmetro de acesso			0 0																								
Custo distribuição máquina			1.2 5.2 2.4 1.1 7.5 7.1 0.8 4.8 6.0 1.7 6.5 1.1 1.0 7.9 4.4 8.7 8.3 1.7 4.8 5.2 1.3 7.1 1.8 1.1 1.1 1.1																								
Custo instalação		F1	333.051																								
Custo Aéreo		F2	233.0784																								
Tempo de processamento		F3	1077.9784																								
Custo distribuição de má. má.		F4	130																								
Tempo Solução		F5	0.24838548																								
Tempo Solução		F6	079.8202880																								
Tempo		I	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25																								
Máquina		M	1 1																								
Podão		P	1 1																								
Instante-chegada: Prontidão			134 .00 20 20 33																								
Instante-chegada: Tempo			134 .00 20 20 33																								
Tempo processamento			134.4244 20 20 33																								
Entrada			240.77016 134.2 85 13.3 176.38 134.2 164.44 43 136.738 134.2 164.44 43 136.738 134.2 164.44 43 136.738 134.2 164.44 43 136.738 134.2 164.44 43 136.738 134.2 164.44 43 136.738																								
Período de acesso			0 0																								
Parâmetro de acesso			1.23254 17.8 0																								
Custo distribuição máquina			1.2 4.3 2.4 1.3 8.7 6.1 0.8 4.8 6.0 1.7 6.5 1.1 1.0 7.9 4.4 8.7 8.3 1.7 4.8 5.2 1.3 7.1 1.8 1.1 1.1 1.1																								
Custo instalação		F1	347.14484																								
Custo Aéreo		F2	181.10																								
Tempo de processamento		F3	1092.2342																								
Custo distribuição de má. má.		F4	99.6																								
Tempo Solução		F5	0.24838548																								
Tempo Solução		F6	074.1010505																								
Tempo		I	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25																								
Máquina		M	1 1																								
Podão		P	1 1																								
Instante-chegada: Prontidão			134 .00 20 20 33																								
Instante-chegada: Tempo			134 .00 20 20 33																								
Tempo processamento			30.2538 41.2 11 14.3 74.805 14.7 91.245 41.313 26.1 52.49 104.832 54.4 16.8 13.75 91.4375 31.6 76.6 49.31 101.18 51.075 05 14.3 74.805 14.7 91.245 41.313 26.1 52.49																								
Entrada			248.1418 31.2 83 16.4 108.386 134.2 164.44 43 136.738 134.2 164.44 43 136.738 134.2 164.44 43 136.738 134.2 164.44 43 136.738 134.2 164.44 43 136.738 134.2 164.44 43 136.738																								
Período de acesso			0 0																								
Parâmetro de acesso			9.8552 14.8 0																								
Custo distribuição máquina			1.2 4.3 2.4 0.0 7.0 6.1 0.8 4.8 6.0 1.7 6.5 1.1 1.0 7.9 4.4 8.7 8.3 1.7 4.8 5.2 1.3 7.1 1.8 1.1 1.1 1.1																								
Custo instalação		F1	340.068																								
Custo Aéreo		F2	131.0342																								
Tempo de processamento		F3	966.0174																								
Custo distribuição de má. má.		F4	276.0																								
Tempo Solução		F5	0.24838548																								
Tempo Solução		F6	079.2010884																								
Tempo		I	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25																								
Máquina		M	1 1																								
Podão		P	1 1																								
Instante-chegada: Prontidão			134 .00 20 20 33																								

APÊNDICE R

Cenário	Método multiobjetivo	Teste	F	F1- Custo Antecipação	F2- Custo Atraso	F3- Tempo Processamento	F4 - Custo Deterioração máquinas	Tempo Solução (segundos)
1	Método Ponderado	1	220,1386	30,258	85,141	720,3555	44,8	152,41
		2	222,4726	31,23	91,565	724,0955	43	169,43
		3	218,6886	37,51532	81,141	712,0982	44	180,19
		4	219,8476	31,23	86,565	722,0955	39,5	176,66
		5	223,6886	37,51532	92,141	719,0982	46	165,67
		6	219,8476	31,23	86,565	722,0955	39,5	166,22
		7	220,1386	30,258	85,141	720,3555	44,8	166,62
		8	223,9276	25,05	98,125	729,7355	42,8	164,12
		9	223,6886	37,51532	92,141	719,0982	46	161,73
		10	222,0606	29,808	91,3145	725,4198	41,7	169,25
	Método variante das métricas ponderadas	1	175,6468	72,16532	65,576	694,2657	46	158,48
		2	175,6067	64,908	58,576	695,523	44,8	157,05
		3	176,6676	65,88	65	699,263	43	161,29
		4	175,6468	72,16532	65,576	694,2657	46	163,67
		5	176,2856	91,6402	83,49099	692,7058	44,9	161,23
		6	176,0107	65,88	60	697,263	39,5	165
		7	176,9517	64,908	64,576	700,523	43,3	160,12
		8	176,0107	65,88	60	697,263	39,5	170,54
		9	173,6477	72,16532	54,576	687,2657	44	163,43
		10	175,6468	72,16532	65,576	694,2657	46	135,63
	Método das distâncias relativas, p=1	1	0,310071	37,51532	81,141	712,0982	44	146,25
		2	0,262107	23,6	120,081	741,856	38,8	139,57
		3	0,228066	31,23	86,565	722,0955	39,5	151,5
		4	0,262107	23,6	120,081	741,856	38,8	149,98
		5	0,262107	23,6	120,081	741,856	38,8	150,12
		6	0,277776	29,808	91,3145	725,4198	41,7	149,06
		7	0,343307	37,741	110,625	727,816	42,8	152,04
		8	0,310071	37,51532	81,141	712,0982	44	142,47
		9	0,317283	30,13	106,822	733,324	42,2	152,8
		10	0,262107	23,6	120,081	741,856	38,8	142,64
Método das distâncias relativas, p=2	1	0,133068	23,6	106,6285	735,1298	40,2	136,43	
	2	0,133068	23,6	106,6285	735,1298	40,2	135,33	
	3	0,167962	24,644	119,7031	757,3524	40,9	135,62	
	4	0,141758	29,808	91,3145	725,4198	41,7	135,06	
	5	0,133068	23,6	106,6285	735,1298	40,2	135,67	
	6	0,152047	23,6	127,3185	741,8248	40,2	138,05	
	7	0,133068	23,6	106,6285	735,1298	40,2	136,5	
	8	0,135309	26,6	108,8385	727,7398	40,5	136,33	
	9	0,133068	23,6	106,6285	735,1298	40,2	134,5	
	10	0,198593	43,9	117,327	754,27	42,2	135,62	
Método Ponderado	1	362,6966	40,672	130,9141	1217	62,2	250,58	
	2	364,7549	56,512	165,2684	1175,539	61,7	262,08	
	3	370,8126	57,5	171,154	1188,196	66,4	247,3	
	4	356,857	33,93	120,0665	1211,432	62	285,3	
	5	353,7906	34,95	113,6193	1205,593	61	299,09	
	6	354,4934	41,59032	114,479	1200,604	61,3	294,43	
	7	375,0594	29,2838	161,3471	1247,307	62,3	287,89	
	8	355,4254	57,775	143,3493	1162,078	58,5	273,23	
	9	352,9104	35,037	113,4151	1204,59	58,6	309,23	
	10	380,7338	26,277	185,2009	1250,957	60,5	287,4	
		1	292,1635	152,0812	108,6014	1152,044	60,2	244,09

2	Método variante das métricas ponderadas	2	285,6172	136,075	131,5385	1124,807	65	235,8
		3	292,1597	177,298	123,9194	1146,512	66,6	234,12
		4	288,3527	157,8303	89,5815	1137,295	63,1	242,38
		5	289,9698	160,4525	136,4932	1138,914	61,8	248,03
		6	285,6447	169,052	147,5893	1118,59	62,3	261,85
		7	288,9541	144,3224	136,8084	1136,803	63,6	273,22
		8	288,5299	159,6525	98,1828	1137,238	59,6	287,88
		9	285,323	149,5395	126,221	1122,663	62,3	307,83
		10	282,5475	166,645	127,3958	1109,033	58,1	344,11
		Método das distancias relativas, p=1	1	0,411099	29,79	284,7075	1269,022	57,1
	2		0,420298	38,014	259,7094	1250,196	58,9	2476,25
	3		0,40572	37,1152	134,7603	1224,565	64,5	290,17
	4		0,346853	11,078	207,4717	1275,291	57,2	290,23
	5		0,371317	50,928	229,0195	1248,166	55,3	287,78
	6		0,295616	28,587	167,4642	1229,255	55,3	295,36
	7		0,358772	48,49	214,2547	1237,573	55,7	291,11
	8		0,365243	32,08	187,7634	1276,703	57,3	290,92
	9		0,408508	11,36	251,9632	1294,108	59,1	291,48
	10		0,355399	57,46	211,7068	1195,321	56,5	284,38
	Método das distancias relativas, p=2	1	0,318188	121,035	344,6838	1303,358	59,1	277,42
		2	0,226838	118,647	197,7028	1165,657	58,4	272,64
		3	0,268665	126,426	193,0823	1241,504	61	274
		4	0,258852	142,7901	178,6058	1222,05	57,2	271,59
		5	0,318416	90,2198	311,8272	1347,978	61,9	278,11
		6	0,283488	109,41	274,626	1248,033	62,1	275,92
		7	0,245331	115,356	194,4504	1181,186	61,8	274,88
		8	0,257574	131,874	215,7285	1179,851	60,7	272,9
		9	0,246288	134,702	154,8739	1196,093	59,3	277,25
		10	0,239802	127,782	190,3158	1158,289	60,2	276,12
	3	Método Ponderado	1	397,9693	149,0625	38,676	1321,239	82,9
2			395,817	175,312	31,325	1293,031	83,6	487,35
3			397,589	136,28	38,697	1334,379	81	437,94
4			395,07	135,9	32,29	1330,69	81,4	392,41
5			397,5101	146,7008	35,2475	1323,292	84,8	398,81
6			397,429	141,6448	36,328	1329,043	82,7	412,98
7			396,5013	158,9525	31,81	1310,643	84,6	428,77
8			396,8655	126,8	33,586	1340,976	86,1	448,09
9			396,349	81,245	33,042	1386,309	84,8	-85912,2
10			399,522	136,962	40,035	1337,191	83,9	2586,32
Método variante das métricas ponderadas		1	321,3705	343,813	35	1235,405	82,5	386,74
		2	321,1453	375,38	42,886	1224,926	83,4	385,22
		3	319,644	403,7	31	1209,65	87	387,53
		4	321,152	398,832	41	1217,276	87,8	387,73
		5	321,0251	378,83	37,876	1223,316	86,4	395,92
		6	323,9389	362,46	40,748	1240,178	88,9	393,26
		7	323,6038	316,89	36,035	1251,175	91,4	385,08
		8	321,4796	394,4425	39,7	1219,903	90,9	391,57
		9	323,2118	378,676	33	1232,358	90,9	389,15
		10	328,4588	351,47	53,8036	1261,644	89,4	383,9
Método das distancias relativas, p=1		1	0,338095	110,9926	31,32	1356,893	87,4	422,01
		2	0,32723	114,6334	53,1275	1361,677	83,3	416,02
		3	0,356913	149,91	39,872	1321,519	88	415,13
		4	0,335514	131,8444	50,866	1348,982	84	414,09
		5	0,33205	143,25	47,5715	1335,753	84	414,5
		6	0,326621	144,15	50,347	1331,969	83,3	412,22
		7	0,350851	137,614	60,575	1341,841	84,7	418,77
		8	0,304006	138,912	40,33	1336,085	82	413,85
		9	0,301122	154,012	37,64	1317,24	82,1	414,67

	Método das distancias relativas, p=2	10	0,326662	128,4972	39,96	1343,661	84,8	412,58
		1	0,241194	275,8975	85,498	1295,549	83	390,32
		2	0,258406	233,8	126,367	1355,784	85,1	382,93
		3	0,24492	302,7664	53,38	1279,258	82	382,79
		4	0,264399	261,8665	86,4058	1342,254	87,9	388,2
		5	0,246165	271,6493	83,32695	1334,181	79,6	383,08
		6	0,287184	278,912	131,482	1356,086	87,3	390
		7	0,247886	241,6968	87,571	1306,286	89,2	381,65
		8	0,264573	290,1352	118,944	1294,339	85,8	379,43
		9	0,257025	293,85	77,161	1293,841	86	387,51
10	0,251801	278,292	87,066	1306,922	85,1	383,03		
	Método Ponderado	1	489,488	139,9546	55,758	1653,839	108,4	471,75
		2	505,0055	153,2754	94,4785	1665,568	106,7	481,39
		3	497,3082	168,4292	80,07474	1632,929	107,8	489,32
		4	497,0925	191,028	69,854	1621,688	105,8	485,03
		5	490,9507	99,5014	58,7742	1693,927	111,6	483,86
		6	484,3767	145,853	44,90412	1644,25	102,5	494,12
		7	491,829	141,28	62,334	1657,002	106,7	513,98
		8	524,5192	165,2836	147,4646	1676,529	108,8	532,06
		9	482,6295	150,5148	39,328	1634,475	106,2	552,6
		10	482,479	127,504	39,452	1653,36	109,6	491,7
	Método variante das métricas ponderadas	1	401,9831	377,8425	74,5622	1557,519	106,1	479,62
		2	399,8496	402,3872	60,04583	1542,633	113,3	481,31
		3	397,0255	377,7457	51,624	1537,92	107,3	476,81
		4	399,6774	395,76	100,168	1541,923	108,1	480,04
		5	401,6695	349,8771	80,13096	1562,239	109,5	479,95
		6	394,9029	350,7805	42,911	1535,968	105,3	478,23
		7	394,7741	394,2181	51,236	1524,231	110,6	482,11
		8	400,6525	322,3334	83,81188	1563,65	111,5	478,06
		9	393,1716	392,425	48,93	1518,465	105,9	475,59
		10	402,9973	375,0008	68,24316	1562,754	105	486,31
	Método das distancias relativas, p=1	1	0,278644	124,2392	60,90688	1681,481	103,9	506,51
		2	0,347441	173,3276	116,4857	1668,232	101,7	506,41
		3	0,330615	167,8624	92,0135	1658,202	103,9	500,77
		4	0,333696	87,713	153,765	1749,485	98	501,93
		5	0,335861	88,3498	89,10364	1717,598	109,3	507,1
		6	0,330517	56,608	105,5084	1780,094	105,9	502,75
		7	0,318455	154,7556	87,37285	1677,209	103,1	510,01
		8	0,242528	152,4482	57,3748	1646,684	98,5	504,21
		9	0,444268	107,9973	223,5944	1794,779	99,3	501,03
		10	0,368288	138,1148	102,6255	1705,489	108	502,96
	Método das distancias relativas, p=2	1	0,268041	285,2258	118,6102	1695,636	112,8	477,91
		2	0,249011	277,8365	132,0298	1640,05	109,4	479,05
		3	0,350085	323,505	253,0784	1777,103	110	479,83
		4	0,241285	242,7358	181,66	1690,154	100,9	478,12
		5	0,217439	242,908	116,6342	1658,075	105,6	479,36
		6	0,248515	237,675	179,2336	1735,991	102,5	478,32
		7	0,255023	279,3812	161,0091	1647,874	107	474,99
		8	0,337423	351,937	253,5317	1700,643	103	481,69
		9	0,307134	335,6141	215,7281	1681,001	104,4	488,34
		10	0,295113	275,7962	205,0181	1728,233	109,6	483,45

APÊNDICE S

Cenário	Método multiobjetivo	Teste	F	F1- Custo Antecipação	F2- Custo Atraso	F3- Tempo Processamento	F4 - Custo Deterioração máquinas	Tempo Solução (segundos)
1	Método Ponderado	1	220,1386	30,258	85,141	720,3555	44,8	105,139999
		2	219,8476	31,23	86,565	722,0955	39,5	100,550003
		3	219,8476	31,23	86,565	722,0955	39,5	99,75
		4	220,1386	30,258	85,141	720,3555	44,8	101,050003
		5	220,1386	30,258	85,141	720,3555	44,8	102,889999
		6	218,6886	37,51532	81,141	712,09818	44	125,160004
		7	223,8766	54,9902	80,57064	717,54537	42,4	104,550003
		8	222,5136	30,258	91,141	725,3555	43,3	112,129997
		9	219,8476	31,23	86,565	722,0955	39,5	125,300003
		10	220,1386	30,258	85,141	720,3555	44,8	118,599998
	Método variante das métricas ponderadas	1	173,6477	72,16532	54,576	687,26568	44	96,9400024
		2	173,6477	72,16532	54,576	687,26568	44	98,4100037
		3	176,798	90,78	73,355	696,067	44,6	101,519997
		4	173,6477	72,16532	54,576	687,26568	44	101,540001
		5	176,0342	91,88	79,3506	692,3256	41,9	102,269997
		6	176,0107	65,88	60	697,263	39,5	101,459999
		7	176,0342	91,88	79,3506	692,3256	41,9	103,389999
		8	180,2271	86,062	92,2946	708,4676	43,1	103,660004
		9	174,3634	89,6402	71,49099	686,70579	41,6	106,589996
		10	176,798	90,78	73,355	696,067	44,6	107,389999
	Método das distancias relativas, p=1	1	0,262107	23,6	120,081	741,856	38,8	99,3600006
		2	0,228066	31,23	86,565	722,0955	39,5	106,550003
		3	0,266351	24,05	111,655	734,6655	40	111,639999
		4	0,286017	29,68	107,441	733,611	40,6	104,449997
		5	0,277776	29,808	91,3145	725,41975	41,7	113,790001
		6	0,324885	30,258	85,141	720,3555	44,8	111,080002
		7	0,262107	23,6	120,081	741,856	38,8	109,540001
		8	0,293372	24,05	119,462	741,569	40,4	111,050003
		9	0,228066	31,23	86,565	722,0955	39,5	110,629997
		10	0,268018	25,412	104,8435	729,49204	40,7	98,5899963
	Método das distancias relativas, p=2	1	0,135309	26,6	108,8385	727,73975	40,5	97,9199982
		2	0,134966	30,78	90,7385	724,15975	41,1	98,25
		3	0,134966	30,78	90,7385	724,15975	41,1	98,9800034
		4	0,152047	23,6	127,3185	741,82475	40,2	101,050003
		5	0,135309	26,6	108,8385	727,73975	40,5	101,099998
		6	0,135309	26,6	108,8385	727,73975	40,5	105,599998
		7	0,167962	24,644	119,7031	757,35235	40,9	102,760002
		8	0,134966	30,78	90,7385	724,15975	41,1	106,730003
		9	0,173511	60,062	78,27854	704,65954	40,7	108,160004
		10	0,141758	29,808	91,3145	725,41975	41,7	109,360001
Método Ponderado	1	357,4346	33,327	122,1384	1212,173	62,1	326,790009	
	2	361,4011	34,662	129,2063	1220,0359	61,7	295,799988	
	3	356,9205	35,7045	119,3957	1209,5816	63	282,660004	
	4	357,6253	58,382	145,5452	1163,2741	63,3	284,720001	
	5	359,4896	59,09	151,112	1169,3565	58,4	274,329987	
	6	365,2735	29,493	143,8835	1223,6175	64,1	303,619995	
	7	365,2154	28,772	155,0595	1219,13	57,9	280,440002	
	8	372,1538	28,69	166,9061	1227,8191	65,2	291,890015	
	9	359,8162	33,18	136,2609	1209,4241	60,4	305,820007	
	10	357,9817	34,662	123,4257	1211,9391	61,9	272,23999	
Método variante das métricas ponderadas	1	281,9757	146,656	109,828	1111,265	60,7	236,910004	
	2	286,6534	158,895	91,04315	1130,3512	59,1	250,100006	
	3	284,7698	172,7634	149,505	1113,9897	65,8	277,26001	
	4	282,9802	147,7092	115,864	1114,5768	61	277,859985	
	5	288,4877	166,597	93,135	1136,345	62,4	262,429993	
	6	287,9714	161,5517	89,365	1135,1743	64,3	268,799988	
	7	283,4993	145,6142	119,3568	1116,5596	61,6	249,490005	
	8	286,7676	164,5078	94,4662	1129,5584	62,3	-86160,203	
	9	288,7201	146,664	144,843	1134,782	59,4	247,410004	

2	Método das distancias relativas, p=1	10	287,7167	164,5378	98,0248	1133,107	62,3	259,230011
		1	0,354002	55,795	227,7931	1228,5386	54,4	276,549988
		2	0,304906	41,255	177,1887	1220,2901	54,7	288,230011
		3	0,297167	56,68	178,5885	1181,3248	54,2	291,450012
		4	0,315315	33,255	140,1316	1211,8598	58,3	310,470001
		5	0,333366	36,78	150,9863	1228,9399	58,1	324,040009
		6	0,309974	41,15	215,373	1225,2319	53,2	358,329987
		7	0,303228	56,558	166,1023	1202,4879	54,3	365,589996
		8	0,300616	36,2625	128,106	1202,809	57,8	471,190002
		9	0,317916	45,465	140,2456	1199,6518	57,8	1890,71997
	10	0,316946	28,772	155,0595	1219,13	57,9	291,290009	
	Método das distancias relativas, p=2	1	0,236956	122,3184	216,168	1183,2686	57,6	275,179993
		2	0,218801	74,951	172,6664	1200,1611	61,9	278,769989
		3	0,213697	119,105	112,3718	1178,8288	57,8	286,589996
		4	0,233725	109,579	174,5166	1218,3057	59	270,109985
		5	0,229291	122,6542	131,5754	1193,2719	59	281,660004
		6	0,186322	100,811	152,7074	1144,3357	56,3	286,320007
		7	0,201866	114,891	165,4755	1146,4838	55,8	292,019989
		8	0,255079	75,263	311,2008	1262,7233	55,1	298,709991
		9	0,197113	99,975	163,1995	1159,0743	57,6	310,899994
10		0,194068	110,632	152,7074	1138,7847	56,3	326,089996	
3	Método Ponderado	1	396,1963	124,0561	33,45	1345,4789	81,8	622,919983
		2	393,963	120,5736	32,306	1346,4724	76,5	581,190002
		3	394,4045	146,042	31,67	1320,306	79,6	604,539978
		4	393,6275	105,8868	31,526	1360,6972	76,4	615,570007
		5	393,9395	103,234	31,988	1363,636	76,9	655,099976
		6	393,7175	157,962	32,006	1308,002	76,9	792,75
		7	394,2705	120,494	31,526	1347,062	78	2647,55005
		8	395,834	121,2556	32,6635	1346,0169	83,4	641,909973
		9	394,6905	131,75	32,966	1335,046	79	633,099976
		10	394,5915	114,06	32,422	1352,784	79,1	630,530029
	Método variante das métricas ponderadas	1	318,6421	408,449	31	1204,067	83,4	569,710022
		2	318,6404	405,332	31	1205,106	83,5	580,590027
		3	318,6703	391,688	31	1209,804	82,5	576,880005
		4	318,6475	401,495	31	1206,385	84	575,25
		5	318,7169	377,0425	32,035	1214,6975	81,3	577,049988
		6	318,5547	410,062	31	1203,346	80,5	587,650024
		7	318,6797	402,6155	31	1206,1615	83,8	573,679993
		8	318,6575	410,15	31	1203,65	82	594,539978
		9	318,6426	402,044	31	1206,202	83,7	572,460022
		10	318,6883	410,987	31	1203,371	83,8	584,080017
	Método das distancias relativas, p=1	1	0,266162	89,2016	33,12	1377,2604	79,6	16347,6797
		2	0,245524	82,28	36,59152	1387,5258	76,8	558,400024
		3	0,245325	89,8336	36,7175	1378,5489	76,8	581,539978
		4	0,250277	71,1876	31,526	1396,3684	78,1	578,289978
		5	0,2477	137,9848	37,496	1333,1312	76,4	578,280029
		6	0,237886	92,6536	32,6635	1375,5909	76,4	569,75
		7	0,257436	94,9036	31,45	1374,1164	78,6	606,049988
		8	0,27801	57,01	33,51852	1409,7248	81,1	605,669983
		9	0,246415	125,3636	31,48	1342,7864	77,2	620,549988
		10	0,266225	108,1248	38,28	1365,7952	78,4	656,460022
Método das distancias relativas, p=2	1	0,210481	210,987	42,113	1337,121	79	635,280029	
	2	0,215567	195,577	72,541	1338,482	83,4	707,27002	
	3	0,212396	239,211	51,291	1304,958	78,9	2269,72998	
	4	0,213137	215,767	44,593	1337,576	79	561,429993	
	5	0,209068	216,6738	47,4235	1324,0835	79,9	555,809998	
	6	0,208015	221,4758	38,593	1317,7352	79,6	559,25	
	7	0,207144	218,9004	63,701	1302,6472	82	579,530029	
	8	0,211584	232,447	43,35836	1309,7467	80,2	6140,5498	
	9	0,210655	214,1872	57,0705	1322,731	81,4	510,089996	
	10	0,211383	199,598	72,037	1343,648	78,9	510,140015	
Método Ponderado	1	478,5375	153,3948	32,462	1629,3932	98,9	876,47998	
	2	494,1655	150,1883	66,3736	1653,4001	106,7	844,809998	
	3	480,6272	146,3072	36,7149	1637,1865	102,3	882,48999	
	4	487,8695	125,8318	48,49904	1672,2472	104,9	851,26001	
	5	491,2557	128,0162	66,648	1672,4586	97,9	836,549988	
	6	482,4758	161,876	40,901	1622,526	104,6	830,690002	

4		7	477,858	164,46	32,9549	1613,2169	100,8	976,090027
		8	478,4575	148,3254	34,392	1629,5126	101,6	1076,79004
		9	480,166	134,0334	37,3069	1649,0235	100,3	1002,44
		10	478,053	138,8856	31,2029	1641,2234	100,9	951,929993
	Método variante das métricas ponderadas	1	391,6594	401,8396	38,584	1509,5621	112,3	944,599976
		2	394,926	413,086	40,332	1520,814	101,6	848,169983
		3	390,6138	436,1101	32,8112	1496,3269	104,9	794,01001
		4	392,3074	398,565	35,0325	1513,7703	104,4	774,26001
		5	406,8896	402,4345	83,10788	1570,7624	113,1	775,409973
		6	394,0399	418,4725	38,886	1515,5645	103,5	-85624,313
		7	389,2811	426,3705	34,748	1493,5935	104	780,210022
		8	390,0358	408,3755	33,2102	1501,7917	103,9	785,23999
		9	389,2543	426,2665	32,2102	1493,9147	98,9	793,539978
		10	393,1811	420,067	57,948	1510,863	104,6	801,590027
	Método das distancias relativas, p=1	1	0,261879	78,9776	62,25624	1724,2165	103,3	860,210022
		2	0,233273	95,2738	63,48184	1704,3021	98,6	863,440002
		3	0,284132	84,02004	81,75184	1724,8812	103,1	860,950012
		4	0,22273	97,90696	36,121	1685,7892	101,8	878,98999
		5	0,216764	146,774	45,2816	1647,5888	97,1	856,559998
		6	0,221277	161,575	34,878	1621,929	99,2	856,26001
		7	0,221655	124,0091	53,5008	1668,6063	97,6	857,880005
		8	0,214432	133,3796	40,132	1652,3316	98,5	821,02002
		9	0,201246	128,6074	37,062	1652,7166	97,5	876,340027
		10	0,202072	128,9354	33,444	1651,0386	98,2	867,01001
	Método das distancias relativas, p=2	1	0,186529	211,5012	75,1456	1674,3656	102,7	19243,1094
		2	0,184291	170,3502	100,4289	1695,4135	104,4	772,02002
		3	0,169879	152,0319	88,2557	1689,9936	103,5	774,059998
		4	0,178595	196,6578	71,163	1694,6752	101	770,52002
		5	0,189925	220,9293	101,9644	1688,2039	98,4	778,359985
		6	0,1803	207,5736	83,9496	1672,1046	100,6	797,969971
7		0,16271	160,3984	79,687	1690,3506	100,7	772,349976	
8		0,165489	205,0432	61,062	1659,2668	96,6	788,390015	
9		0,216074	215,4442	99,45904	1720,2888	107,1	784,619995	
10		0,19229	225,077	103,107	1672,282	100	792,75	