



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE SISTEMAS

## Teoria da Decisão

### Trabalho Computacional

Professor:  
Lucas de Souza Batista

#### TEMAS: MODELAGEM, OTIMIZAÇÃO MONO E MULTIOBJETIVO, DECISÃO

Este trabalho tem por intuito abordar, de forma conjunta, grande parte dos conceitos vistos na disciplina “ELE088 - Teoria da Decisão”. Para tal, propõe-se a seguir um problema de escalonamento de tarefas envolvendo máquinas paralelas não relacionadas. De forma geral, o aluno deverá compreender e formular variantes mono e multiobjetivo do problema, além de discutir e apresentar algoritmos para a solução dos mesmos. No caso específico das abordagens multiobjetivo, o aluno deverá escolher a ação (solução) a ser implementada usando uma abordagem de auxílio a tomada de decisão multicritério.

#### Especificação do problema

Uma empresa possui um conjunto de  $M$  máquinas que devem ser utilizadas para processar  $N$  tarefas indivisíveis. Cada máquina  $i$  leva um tempo  $t_{i,j}$  para processar uma tarefa  $j$  e pode processar uma única tarefa por vez. Todas as tarefas possuem uma mesma data ideal de entrega  $d$ , sendo que cada tarefa  $j$  sofre uma penalidade  $w_j$  proporcional a cada dia que ela é entregue atrasada em relação a  $d$ .

Com base nessa especificação, pede-se:

#### ENTREGA #1: MODELAGEM MATEMÁTICA DO PROBLEMA DE OTIMIZAÇÃO

##### i. Formulação

- Construa uma função objetivo  $f_1(\cdot)$  para minimização do tempo total de entrega de todas as tarefas (makespan).
- Construa uma função objetivo  $f_2(\cdot)$  para minimização da soma ponderada dos atrasos.
- Modele as restrições do problema.

**ENTREGA #2: OTIMIZAÇÃO MONO-OBJETIVO**

## ii. Algoritmo de solução

- (a) Proponha uma variação da meta-heurística vista no curso que seja adequada para resolver as versões mono-objetivo do problema. Considere pelo menos quatro (04) estruturas de vizinhança.

## iii. Otimização mono-objetivo

- (a) Utilize o algoritmo proposto acima para resolver as versões mono-objetivo do problema (i.e., para minimizar tanto  $f_1(\cdot)$  quanto  $f_2(\cdot)$  de forma independente, considerando as devidas restrições). Como o método é estocástico, o mesmo deve ser executado 05 vezes e os cinco resultados obtidos para cada função devem ser apresentados. Para cada função, mostre os valores *min*, *std* e *max* considerando-se as 05 execuções do método; mostre também as 05 curvas de convergência do algoritmo sobrepostas em uma mesma figura, i.e., evolução do valor de  $f(\cdot)$  em função do número de avaliações de soluções candidatas.

**ENTREGA #3: OTIMIZAÇÃO MULTIOBJETIVO**

## iv. Otimização multiobjetivo

- (a) Utilize o algoritmo proposto acima para resolver o problema biobjetivo definido. Empregue as abordagens escalares Soma Ponderada ( $P_w$ ) e  $\epsilon$ -restrito ( $P_\epsilon$ ). Como o método é estocástico, o mesmo deve ser executado cinco vezes para cada uma das abordagens e as cinco fronteiras obtidas (para cada uma das abordagens) devem ser apresentadas em uma mesma figura. Cada fronteira estimada deve conter no máximo 20 soluções não-dominadas.

**ENTREGA #4: TOMADA DE DECISÃO MULTICRITÉRIO**

## v. Tomada de decisão

- (a) Empregue 02 métodos de auxílio à tomada de decisão para escolher a ação final a ser implementada (as opções são Abordagem Clássica, AHP, ELECTRE, PROMETHEE e TOPSIS). Compare os métodos escolhidos. Como executou o otimizador mais de uma vez, considere a fronteira não-dominada obtida a partir da união de todas as fronteiras estimadas (máximo 20 soluções não-dominadas). Assuma como critérios de decisão pelo menos quatro funções de interesse prático, i.e., as duas funções objetivo definidas no problema e pelo menos mais duas funções adicionais que considerar relevantes (e.g., soma ponderada dos adiantamentos, soma ponderada dos atrasos e adiantamentos, risco de falha do planejamento etc.).
- (b) Os métodos de decisão utilizados devem ser apropriadamente definidos e apresentados.
- (c) No caso de incomparabilidade entre alternativas no final do processo, estabeleça um critério adicional e tome sua decisão. É importante notar que neste trabalho você representa a unidade de decisão e, portanto, é responsável pela definição dos pesos dos critérios e demais parâmetros que forem necessários.

**Apresentação da Instância do Problema:**

Neste trabalho é considerada uma instância de 5 máquinas e 25 tarefas, conforme Figura 1. Alternativamente esses dados podem ser obtidos por meio do arquivo **i5x25.mat** em anexo, disponibilizado no formato Matlab R2010b. Neste arquivo:

*DD*: escalar que contém o *Due Date* (data de entrega) comum a todas as tarefas.

*PT*: matriz onde a posição  $PT(i, j)$  contém o tempo requerido pela máquina  $i$  para processar a tarefa  $j$ .

*WE*: vetor onde a posição  $WE(j)$  contém a penalidade por unidade de tempo (peso) para atraso da tarefa  $j$ .

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

Figura 1: Instância de 5 máquinas e 25 tarefas a ser considerada nos experimentos.

**NOTA**

O atendimento a todos os itens estabelecidos, bem como a apresentação e organização formal deste TC, são fundamentais para uma boa avaliação do mesmo. Para o texto final, o aluno deve empregar um dos “templates” disponibilizados na página da disciplina. O texto final e código usado no desenvolvimento deverão ser enviados somente via plataforma Moodle.

Serão aceitos no máximo 10 grupos.

Bom trabalho!