



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE SISTEMAS

## Teoria da Decisão

### Trabalho Final

Professor:  
Lucas de Souza Batista

#### **PROJETO PRÁTICO ASSISTIDO POR OTIMIZAÇÃO MULTIOBJETIVO E MÉTODOS DE AUXÍLIO À TOMADA DE DECISÃO**

Neste trabalho, o aluno deverá obter soluções para um problema real de otimização multiobjetivo e investigar o comportamento de diferentes métodos de auxílio à tomada de decisão com relação à seleção da melhor alternativa de projeto.

#### **Problema Abordado: projeto ótimo das tubulações de uma rede de gás natural**

Para uma compreensão adequada sobre o problema, sugiro fortemente a leitura do artigo de referência (em anexo). Além de contextualizar o problema, os autores apresentam também o estudo de caso a ser abordado neste TC.

Enquanto o artigo de referência trata o problema como mono-objetivo (apenas uma função objetivo é considerada), neste TC deverão ser consideradas duas funções objetivo (ambas de minimização):  $f_1$  determina o custo de instalação de uma solução; e  $f_2$  determina o negativo da mínima pressão observada nos nós da rede (a maximização dessa pressão mínima aumenta a segurança da rede, i.e., deseja-se minimizar o negativo dessa pressão mínima).

O processo de decisão envolverá cinco (05) funções, i.e., as duas mencionadas anteriormente e outras três funções ( $f_3$ ,  $f_4$  e  $f_5$ ) apresentadas a seguir.

Tanto o estudo de caso quanto as funções citadas já estão implementadas (Matlab). Algumas funções são protegidas e não poderão ser acessadas pelos alunos. Dentre as funções acessíveis, *main.m* representa a principal função, na qual os alunos deverão incorporar a ferramenta de otimização; as demais são apenas para mostrar como as funções objetivo foram implementadas (nenhuma alteração é necessária nessas funções).

Neste TC o aluno deverá especificamente i) propor e implementar uma ferramenta de otimização multiobjetivo para a solução do problema; ii) obter um conjunto de soluções não-dominadas; iii) aplicar as metodologias de auxílio à tomada de decisões indicadas a seguir.

### Breve Descrição das Funções Objetivo

- i. Installation cost of network ( $f_1$ ): this criterion represents the installation cost of the network.
- ii. Minimum node pressure of network ( $f_2$ ): this criterion represents the minimum node pressure of the network.
- iii. Infeasibility rate of network ( $f_3$ ): this criterion analyzes the number of times that the network becomes infeasible in the scenarios that have been analyzed, being correlated with a “probability of infeasibility” of the network within the considered time horizon.
- iv. Mean fault cost of network ( $f_4$ ): this criterion analyzes the costs incurred due to expected network failures, under a given load condition. This function is evaluated for each scenario in which the network is feasible, and the mean cost for all scenarios is attributed to  $f_4$ .
- v. Network sensibility ( $f_5$ ): this criterion analyzes the average violation value w.r.t. the minimum pressure bound regarding the removal of each pipe  $j$ , one at a time. The load condition of the most likely scenario after 10 years is used.

These criteria are expressed as follows:

$$f_1 = CN_{nm}^N \quad (1)$$

$$f_2 = -PN_{min}^N \quad (2)$$

$$f_3 = \frac{1}{N_s} \sum_{i=1}^{N_s} FE_i^N \quad (3)$$

$$f_3 = \frac{1}{N_{fs}^N} \sum_{i=1}^{N_{fs}^N} FN_i^N \quad (4)$$

$$f_4 = \frac{1}{N_v^N} \sum_{j=1}^{nb} E_j^N \quad (5)$$

in which

$CN_{nm}^N$	cost of network $N$ ;
$PN_{min}^N$	minimum node pressure of network $N$ ;
$N_s$	number of scenarios analyzed;
$FE_i^N$	1 if the network $N$ is unfeasible for the load conditions of scenario $i$ or 0 otherwise;
$N_{fs}^N$	number of scenarios where the network $N$ is feasible;
$E_j^N$	error value (w.r.t. the pressure bounds) of network $N$ considering the removal of branch $j$ ;
$FN_i^N$	fault cost of network $N$ for the scenario $i$ (this cost is calculated using (6));
$N_v^N$	number of times the network $N$ violates the pressure constraints regarding the removal of branch $j$ ;
$nb$	number of branches (pipes);

$$FN^N = \sum_{j=1}^{nb} \lambda(N_j)r(N_j)l(N_j)Q(N_j)gas_{tx} \quad (6)$$

where

$\lambda(N_j)$	failure rate of branch $j$ in network $N$ ;
$r(N_j)$	mean fault duration of branch $j$ in network $N$ ;
$l(N_j)$	length of branch $j$ in network $N$ ;
$Q(N_j)$	gas flow of branch $j$ in network $N$ ;
$gas_{tx}$	gas tax.

## Conteúdo do Trabalho Final

Com o intuito de uniformizar este TC, sugere-se que pelo menos os seguintes tópicos sejam abordados ao longo do texto final.

- **Introdução**  
Apresentar o tema do trabalho e motivação; enunciar claramente o problema multiobjetivo<sup>1</sup> e relevância prática; apresentar quais métodos serão investigados para definição da solução final (ELECTRE I, PROMETHEE II e AHP (apenas para definição dos pesos dos critérios)), e qual problema de decisão será abordado (apresente quais critérios serão considerados).
- **Problema de Otimização Multiobjetivo**  
Detalhar formalmente o problema de otimização multiobjetivo, descrevendo as variáveis de decisão, os objetivos de otimização, as funções de restrição, e demais informações pertinentes.
- **Métodos de Auxílio à Tomada de Decisão**  
Definir cada um dos métodos de auxílio à tomada de decisão indicados na introdução. Apresentar a fundamentação teórica dos mesmos e demais informações que considerar pertinente, e.g., interpretação gráfica, premissas básicas de funcionamento, discussão sobre suas limitações e, principalmente, as particularidades consideradas para o desenvolvimento desse trabalho.
- **Resultados e Discussão**  
Esta seção deverá enunciar o experimento realizado (será baseado em um estudo de caso real discutido na literatura). Apresente passo a passo as etapas para obtenção dos resultados (utilize tabelas e/ou recurso gráfico). Analise, discuta e contraste os resultados e os métodos investigados. Compare criticamente a solução final escolhida com as soluções apresentadas no artigo de referência. Esse artigo apresenta 04 soluções pertinentes, sendo três propostas por engenheiros atuantes nessa área e uma pelos autores do artigo. Pontue outras observações relevantes.
- **Conclusão**  
Conclusão do trabalho enfatizando os principais resultados e observações.

---

<sup>1</sup>A abordagem para otimização multiobjetivo fica a escolha dos autores.

- Referências

Bibliografia pesquisada (notas de aula, livros, artigos).

**Notas relevantes**

- i. O texto final com a discussão dos experimentos e conclusões (e código fonte Matlab e, ou, arquivo excel empregado), deverão ser enviados ao professor via Moodle até a data indicada (trabalhos enviados por email não serão considerados).
- ii. Templates (.doc e .tex) a serem empregados estão disponíveis na página da disciplina.
- iii. O texto final (fonte Times New Roman, tamanho 12) não deverá ultrapassar 15 páginas (exceto para apresentação de tabelas e figuras).
- iv. Serão considerados no máximo 10 grupos de trabalho.

Bom trabalho!