

DIFERENTES ABORDAGENS DO MÉTODO DE OTIMIZAÇÃO POR COLÔNIA DE FORMIGAS APLICADAS A UM PROBLEMA INVERSO EM VIBRAÇÕES

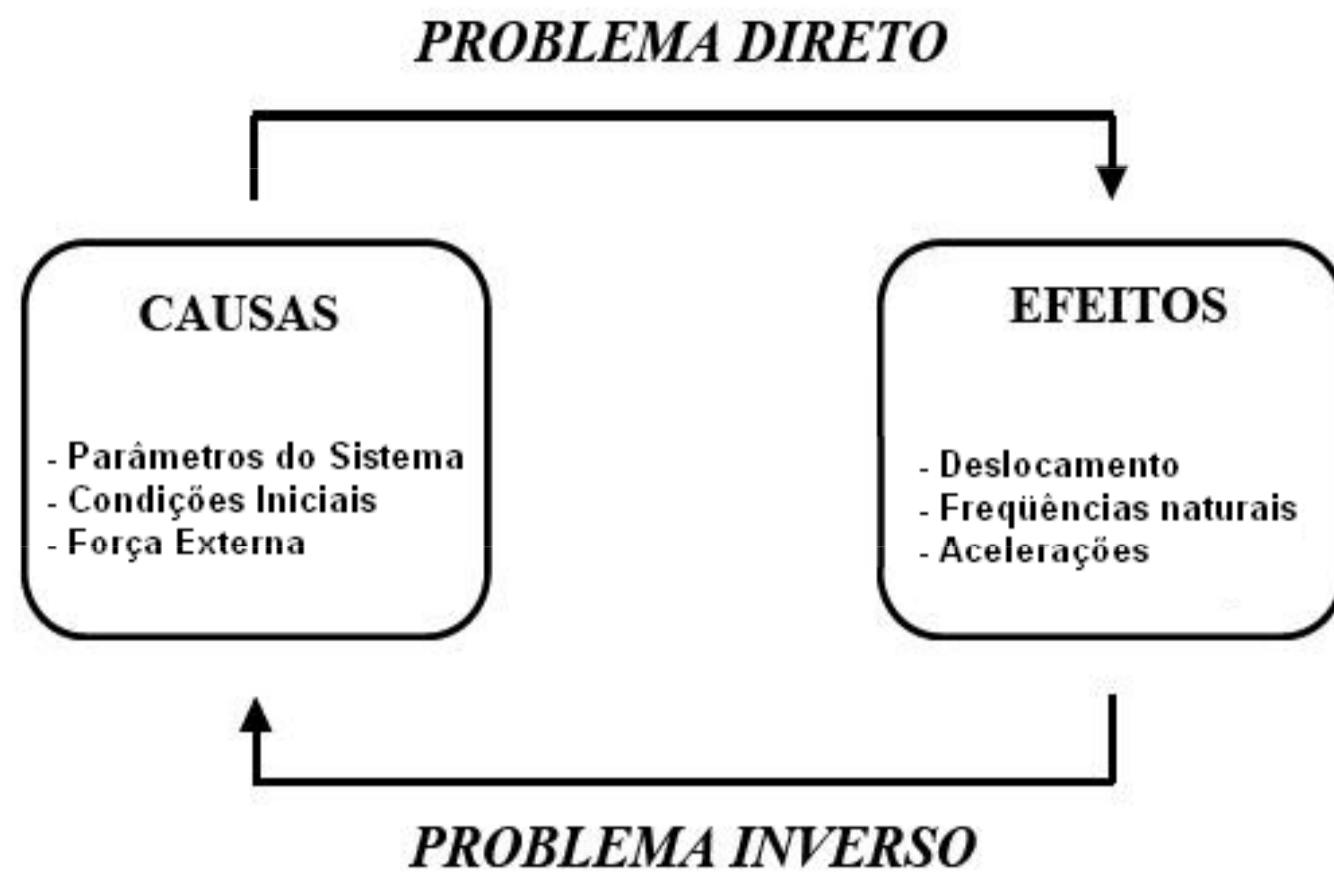


Bolsista: Carlos Eduardo Braun – Eng. Civil
Orientador: Leonardo Dagnino Chiwiacowsky - PIPCA



Introdução:

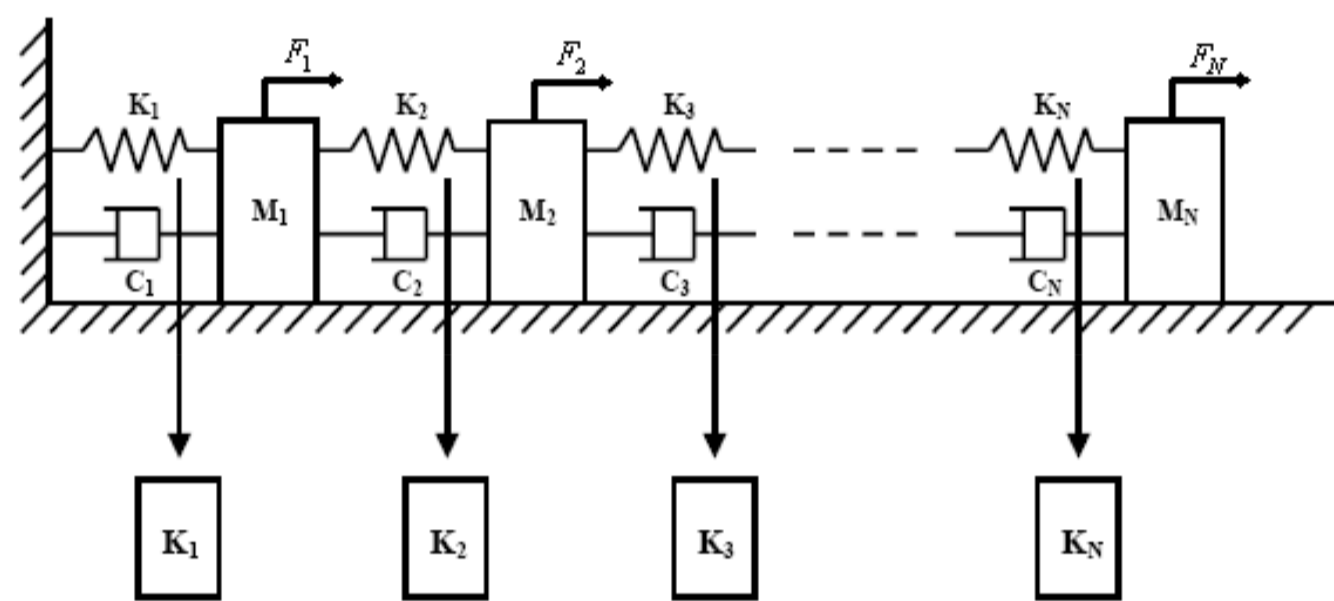
No caso de identificação de danos, assume-se a ocorrência de mudanças nas propriedades de rigidez, decorrentes de falhas na estrutura, as quais geram mudanças detectáveis na resposta vibratória do sistema avaliado.



Objetivos:

Este trabalho tem como objetivo estimar os coeficientes de rigidez de um sistema vibratório, a partir de dados da sua resposta vibratória, a qual foi simulada através da solução da equação:

$$M\ddot{x}(t) + C\dot{x}(t) + Kx(t) = f(t)$$



M = Massa;
C = Coef. de amortecimento;
K = Coef. de rigidez;
F = Força aplicada;
N = Graus de liberdade.

Metodologia:

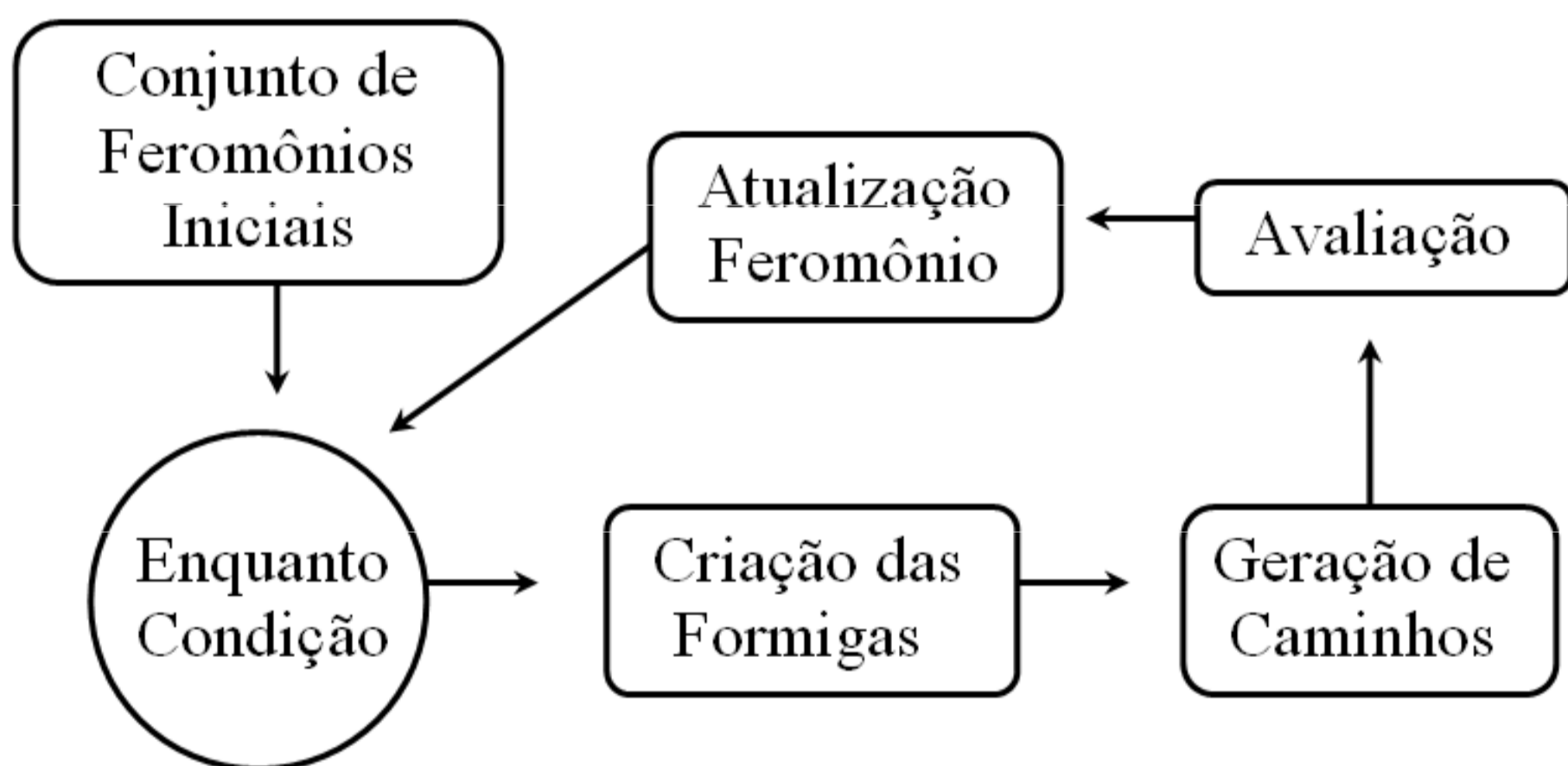
A solução do problema foi obtida através da otimização de uma forma funcional bem posta, assumindo-se conhecidas a massa e as taxas de amortecimento do sistema, bem como a força externa aplicada e a história temporal dos deslocamentos.

Função Objetivo:
$$FO = \sum_{k=1}^{N_t} \sum_{i=1}^N [X_i^{Mod}(t_k) - X_i^{Exp}(t_k)]^2$$

A minimização da FO é obtida através do uso da metaheurística Otimização por Colônia de Formigas (ACO), sendo empregados dados experimentais de deslocamento da estrutura, contaminados ou não por ruídos de medida, e gerados artificialmente:

$$x^{Exp}(t) = x^{Mod}(t)[1 + \sigma N]$$

Ant Colony Optimization (ACO):



Resultados ACO:

Foram testadas variações do método ACO encontradas na literatura, apresentando como principal característica diferenças na forma de atualização do feromônio.

Modelo ACO	Geração	FO	Erro
EAS	153,667	7081,167	29,072
ACS	129,200	14776,000	59,911
AS	107,100	12684,000	41,396
AS - Feromônio Normalizado	190,400	2998,000	19,665
AS - F. Norm. - Ferom. Acum.	151,400	354,100	2,837
AS - Ferom. Norm. - Eta	136,400	1602,600	6,998

Referências Bibliográficas:

1. E. Kreyszig, *Advanced Engineering Mathematics*, John Wiley & Sons, New York, 1962.
2. L. Meirovitch, *Principles and Techniques of Vibrations*, Prentice-Hall, New Jersey, 1997.
3. D. J. Inman, *Engineering Vibration*, New Jersey: Prentice-Hall, 1994.
4. M. Dorigo, Ant Algorithms Solve Difficult Optimization Problems, *Proc. of 6th European Conference on Advances in Artificial Life*, 11-22, 2001.

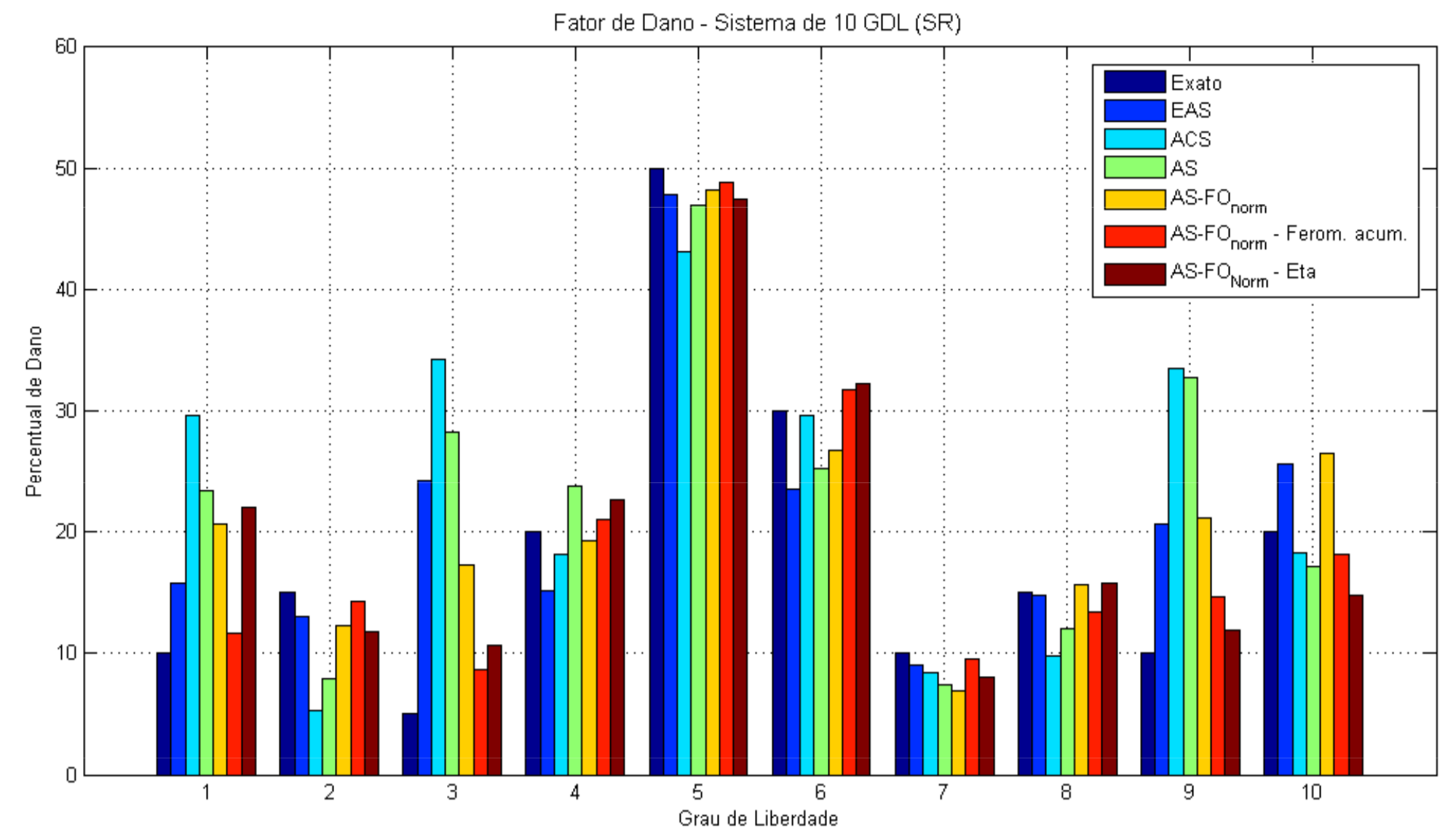


Gráfico comparativo com valores de danos encontrados pelos métodos.

ACO + HJ:

Foi utilizado também um método híbrido na solução do problema, mesclando a heurística ACO com o método de busca local Hooke-Jeeves (HJ). A variação do método ACO utilizada foi o AS (Ant System), com suas variações de Feromônio Acumulado e Feromônio Normalizado, por ter apresentado melhores resultados.

Se:

$$f(x_s + s_i v_j) < f(x_s)$$

Então:

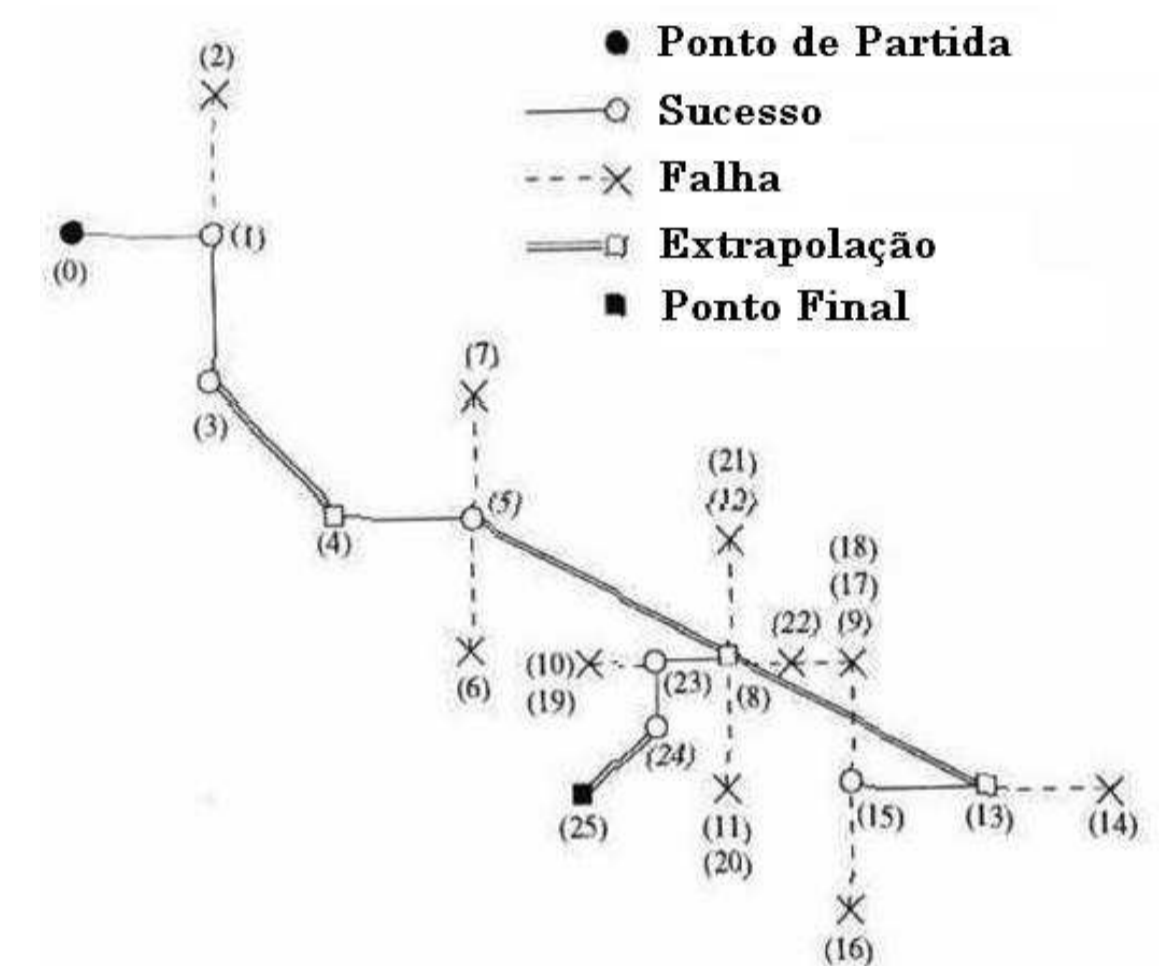
$$x_s = x_s + s_i v_j$$

Ou, se:

$$f(x_s - s_i v_j) < f(x_s)$$

Então:

$$x_s = x_s - s_i v_j$$



Precisão das Estimativas:

Erro	Sem Ruído	Ruído 1%	Ruído 5%
ACO	2,8373	4,0424	6,5992
ACO + HJ	1,6062	2,7134	1,8253

FO	Sem Ruído	Ruído 1%	Ruído 5%
ACO	354,1	1240	21950
ACO + HJ	133,55	996	21190

Função Erro:

$$E(\hat{K}) = \sum_{i=1}^N \left[\frac{K_i - \hat{K}_i}{K_i} \right]^2$$

Resultados:

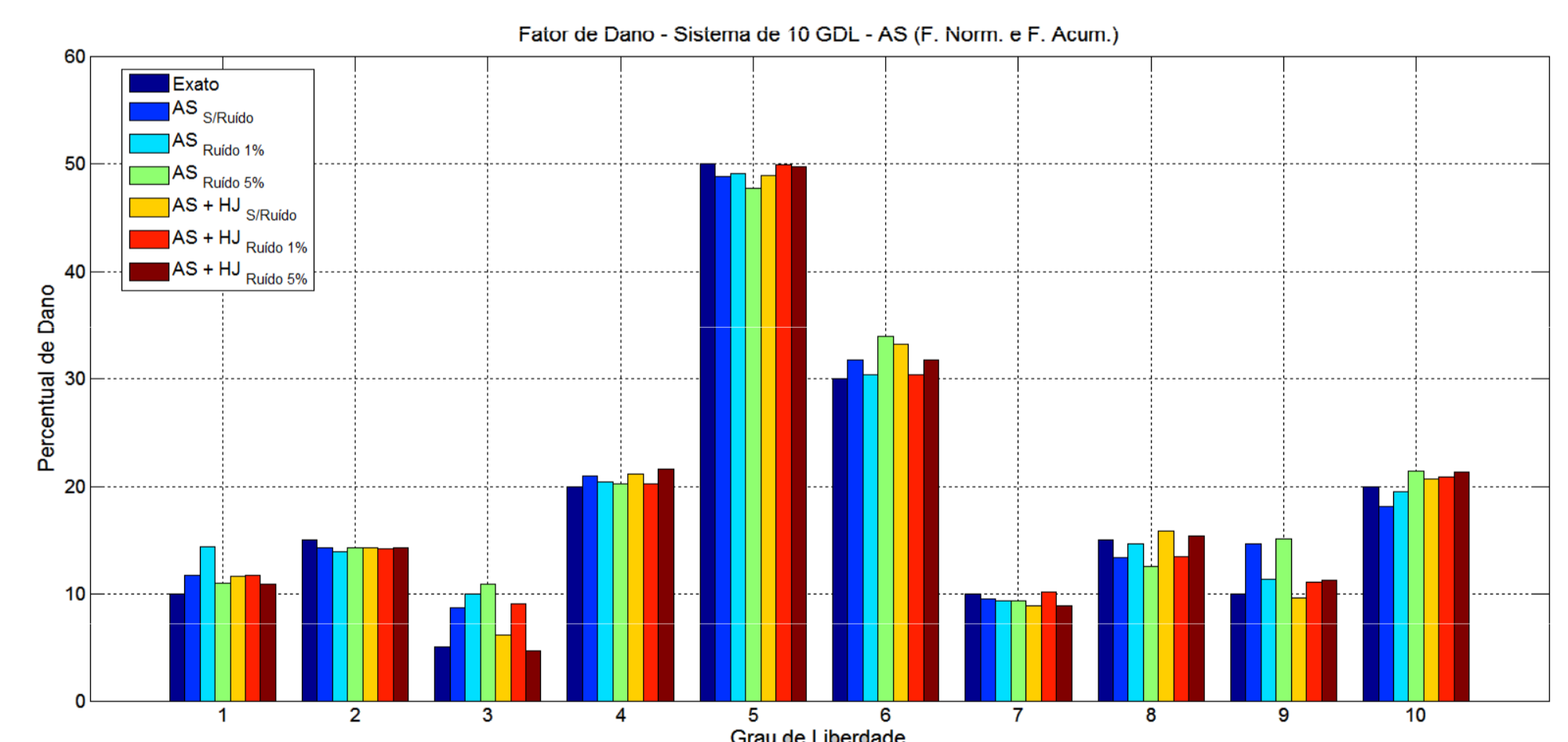


Gráfico com estimativas dos danos obtidos pelos métodos AS (com suas variações – FN e FA) para um sistema com 10 GDL, com dados experimentais contaminados ou não por ruído experimental.

Conclusões:

Pode-se observar que existem variações do método ACO que se adaptam melhor ao problema, sendo o método Ant System (AS) aquele que apresentou melhores resultados. Os resultados obtidos pelo método híbrido (ACO + HJ) foram consideravelmente melhores que os obtidos pelo ACO puro. Ajustes nos parâmetros do método ACO influenciaram fortemente os resultados obtidos para as estimativas de dano estrutural.