

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto - Portugal

Doutoramento em Engenharia Civil

Álvaro Ferreira Marques Azevedo

Transparências apresentadas na sessão pública de defesa da dissertação

"Optimização de Estruturas com Comportamento Linear e Não Linear"

realizada em

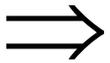
6 de Fevereiro de 1995

OPTIMIZAÇÃO DE ESTRUTURAS COM COMPORTAMENTO LINEAR E NÃO LINEAR

PROGRAMAÇÃO MATEMÁTICA

Programação linear, quadrática e geométrica

- campo de aplicação restrito



Programação não linear com base em polinómios generalizados

(Ex : $5.2 x_1 x_3^2 + 7.4 x_2^{-3}$)

- compromisso entre o caso geral e os casos mais restritos

Programação não linear com base em funções quaisquer

- recurso em alternativa a uma das seguintes técnicas
 - manipulação simbólica de qualquer função
 - código limitado à resolução de problemas com características fixas
 - recompilação do código sempre que se alteram as características do problema
- dificuldades na utilização de segundas derivadas

MÉTODO ADOPTADO

Problema: Minimizar $f(\tilde{x})$

sujeito a

$$g(\tilde{x}) \leq 0 \longrightarrow g_j(\tilde{x}) + s_j^2 = 0$$

$$h(\tilde{x}) = 0$$

Solução: ponto estacionário do Lagrangeano

- ponto de sela
- deve respeitar as condições de Karush-Kuhn-Tucker
- pode ser um mínimo local

Anulamento do gradiente do Lagrangeano

⇒ resolução de um sistema de equações não lineares

Resolução pelo método de Newton

Método de Lagrange-Newton

ALGORITMO

- Resolução do sistema de equações lineares tendo em consideração a elevada esparsidade da matriz Hessiana:

$$\underset{\sim}{H} \Delta \underset{\sim}{X} + \nabla L = \underset{\sim}{0}$$

- método de eliminação de Gauss
- método dos gradientes conjugados

- Scaling
 - transformação das variáveis
 - normalização das restrições

- Pesquisa unidimensional (line search)

CÓDIGO COMPUTACIONAL

- Interpretação de todas as funções
- Cálculo de primeiras e segundas derivadas de um modo eficiente, automático, exacto e com grande economia de memória
- Cálculo do valor inicial das variáveis dependentes
- Visualização gráfica do comportamento do processo iterativo
- Interacção com o processo iterativo

OPTIMIZAÇÃO DE ESTRUTURAS COM COMPORTAMENTO LINEAR

- Minimização do custo de treliças 3D

Variáveis
(até 7 000)

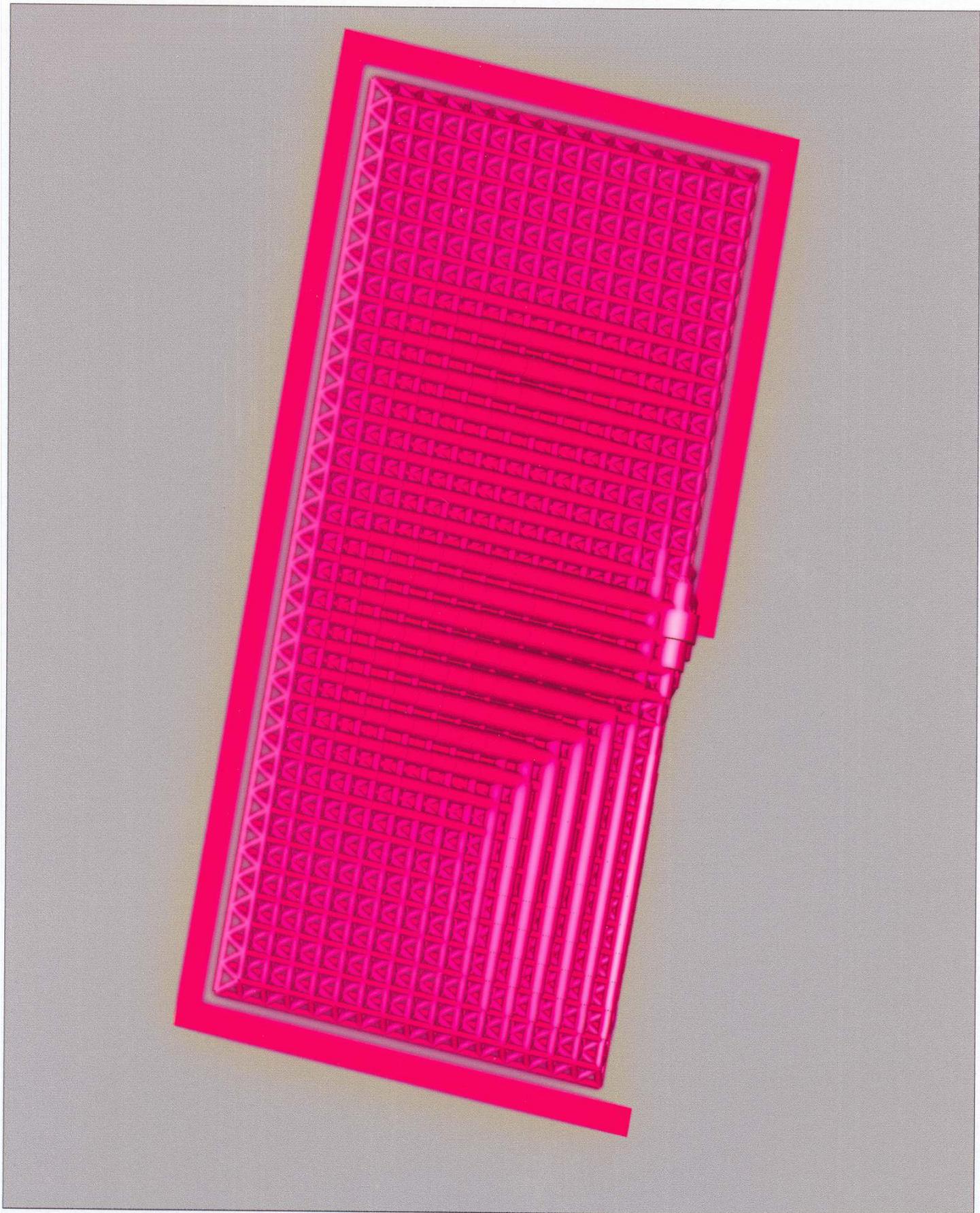
secções transversais
deslocamentos dos nós

Restrições
(até 20 000)

equações de equilíbrio
tensão
deslocamento
secções transversais (min./max.)
instabilidade local

- Possibilidade de extensão a outros tipos de problemas

- estruturas reticuladas com continuidade
- otimização de forma
- elementos finitos, etc.



OPTIMIZAÇÃO DE ESTRUTURAS COM COMPORTAMENTO NÃO LINEAR

- Vigas contínuas com comportamento elasto-plástico

Tipo de problema	Variáveis
Análise	Comportamento ; posição das rótulas
Cálculo à rotura	Comportamento ; posição das rótulas ; factor de carga
Minimização do custo	Comportamento ; posição das rótulas ; variáveis de decisão

Restrições

Equações de equilíbrio

Equações de compatibilidade

Equações de complementaridade

Momentos flectores

Rotações plásticas

CONCLUSÕES

1- Versatilidade

2- Precisão

3- Fiabilidade na obtenção do "mínimo global"

4- Capacidade

5- Eficiência

6- Facilidade de utilização