

Breve histórico do MEF

Prof. Alfredo Gay Neto



PEFUSP

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
DE ESTRUTURAS E GEOTÉCNICA

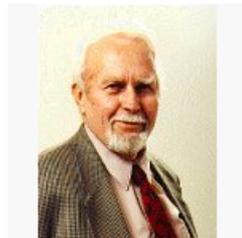
PEF 5716

2017

- ▶ Estabelecimento das bases da teoria da elasticidade linear:
 - Mohr
 - Coulomb
 - Cauchy
 - Saint Venant
 - Outros...
- ▶ Representa a base conceitual das primeiras aplicações do Método dos Elementos Finitos (MEF)
- ▶ Teoria da elasticidade 3D
 - Problema matemático com 15 incógnitas associadas a cada ponto
 - $u(x,y,z)$: deslocamentos (3)
 - $T(x,y,z)$: tensor das tensões (6)
 - $E(x,y,z)$: tensor das deformações (6)
- ▶ Equações
 - Equilíbrio
 - Compatibilidade
 - Constitutiva

- ▶ **1870** – Rayleigh & **1909** – Ritz (Método de Rayleigh–Ritz)
- ▶ **1915** – Método de Galerkin (projeções)
- ▶ **1915** – Maney: bases da Análise Matricial de Estruturas
- ▶ **1930** – Collar & Duncan formularam o problema de aeroelasticidade na forma matricial
- ▶ **1943** – Courant: primeiro trabalho de MEF (interpolação de funções em regiões discretas para solução de um problema de torção)
- ▶ **1954 e 1955** – Argyris apresentou uma formalização do método das forças e dos deslocamentos usando os teoremas duais de energia
- ▶ **1956** – Primeiro paper de aplicação em elementos finitos: Turner, Clough, Martin (Grupo da Boeing)
- ▶ **1959** – Turner propôs o Método da Rigidez Direta: uma forma genérica e de fácil implementação computacional para estruturas mais complexas

- ▶ 1961 – Clough (Berkeley) utiliza o nome “Método dos Elementos Finitos” pela primeira vez
- ▶ 1965 – Primeiro código de MEF – NASA / MacNeal
- ▶ 1967 – Primeiro livro sobre o MEF: Zienkiewicz (Swansea University) “The Finite Element Method”



Olgierd Zienkiewicz

Professor of Civil Engineering, Swansea University

[Finite element analysis](#), [Finite element method](#), [Computational mechanics](#), [Numerical analysis](#)

Nenhum e-mail foi confirmado - [Página inicial](#)

 Seguir

Fonte: Google scholar
Acessado em maio/2017

Título 1–20

Citado por

Ano

[The finite element method](#)

OC Zienkiewicz, RL Taylor, RL Taylor
McGraw-hill

38048 * 1977

- ▶ 1969 – John Swanson cria a Swanson Analysis Systems trabalhando na Westinghouse (setor nuclear)
- ▶ 1976 – John Hallquist desenvolve o DYNA (explícito)

- ▶ As bases matemáticas já desenvolvidas para o MEF encontraram, de fato, espaço para desenvolvimento pleno a partir da década de 1950, com o início da computação digital
- ▶ Univac 1: o primeiro computador comercial produzido nos EUA



Extraído de < <http://www.computermuseum.li/Testpage/UNIVAC-1-FullView-B.htm>>

- ▶ 2005 – Análise isogeométrica (Hugues)
 - “Isogeometric analysis: CAD, finite elements, NURBS, exact geometry and mesh refinement”
- ▶ Novos algoritmos: computação paralela
 - Novas arquiteturas de hardware motivaram novos paradigmas de programação de software (multi-cores)
 - Graphics Processing Units (GPU’s)
- ▶ Simulações multi-física
 - Interação termo-mecânica
 - Interação fluido-estrutura
 - Interação eletro-mecânica
 - ...

- ▶ Há uma tendência de simplificar aplicações de MEF, exigindo menor qualificação do analista
- ▶ **Ponto positivo:** popularização do método, maior utilização, melhoria de projetos assistidos por computador
- ▶ **Ponto negativo:** a má utilização do MEF, sem bases conceituais, pode levar a resultados sem nenhum sentido físico
 - Sem o julgamento adequado, o analista pode se tornar refém de seu próprio cálculo, produzindo resultados incoerentes
 - Programas “user-friendly” são bons somente para usuários que sabem o que estão fazendo, com bases conceituais adequadas para a análise requerida
 - O ideal é que o usuário somente utilize o programa quando tiver domínio sobre a teoria utilizada/resultados esperados