



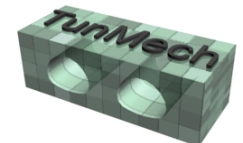
MODELAGEM DE MÁQUINAS TUNELADORAS USANDO MECÂNICA DO CONTATO COM O MÉTODO DOS ELEMENTOS DE CONTORNO

*MODELLING TUNNEL BORING MACHINES USING CONTACT
MECHANICS AND BOUNDARY ELEMENTS*

Marco Antônio Brasiel Sampaio
Társis Rafael Silva Travassos Oliveira
Prof. Dr. Marcos Aurélio Marques Noronha



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Departamento de Engenharia de Estruturas e Fundações

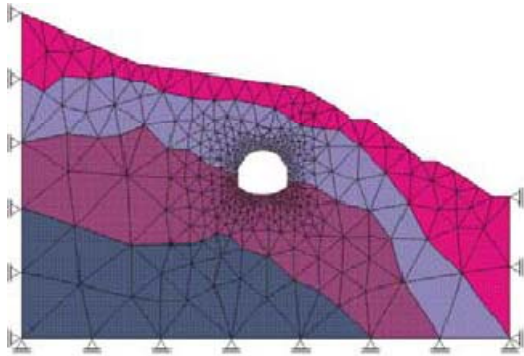


Estrutura da apresentação

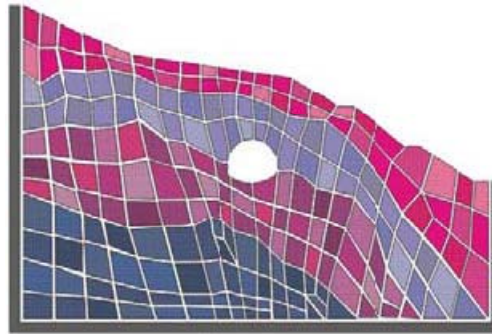
1. **Conceitos e motivação**
2. **Interação TBM/Rocha**
3. **Mecânica do Contato e MEC**
4. **Visualização com MEC puro**
5. **Resultados**
6. **Conclusão**

- Necessidade/Risco de uma escavação
- Problemas durante a escavação com TBM

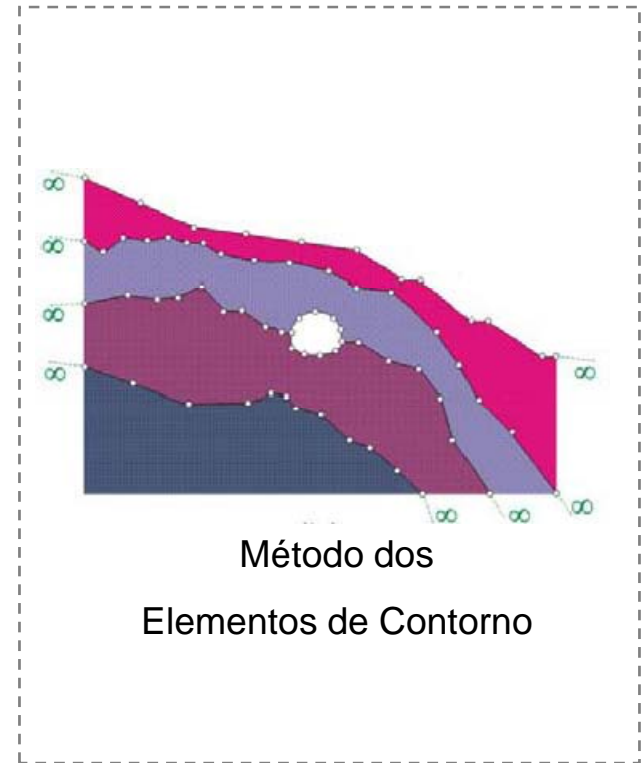
- Modelagem do problema



Método dos Elementos Finitos

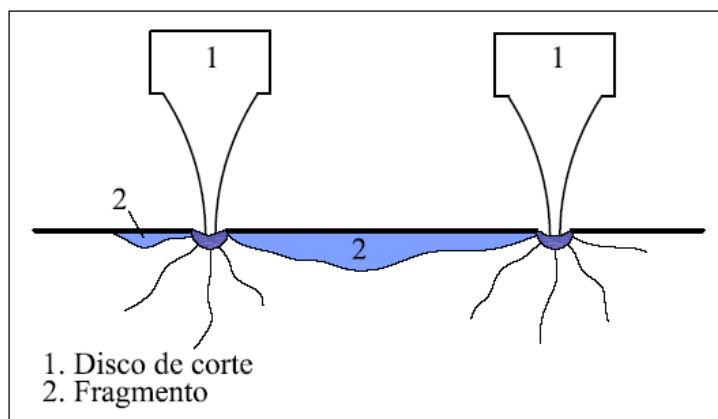


Método dos Elementos Discretos

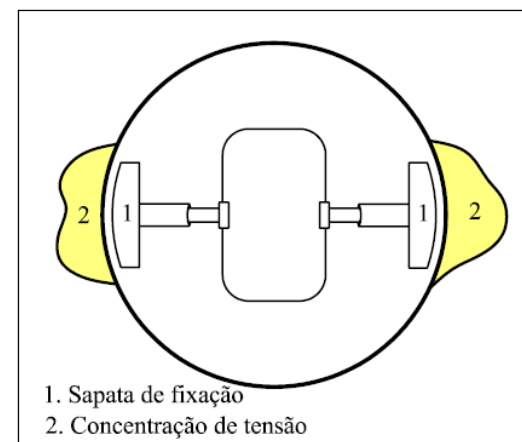


Método dos Elementos de Contorno

- **Interação TBM/Macijo**
(Discos de corte e Sapatas de fixação)

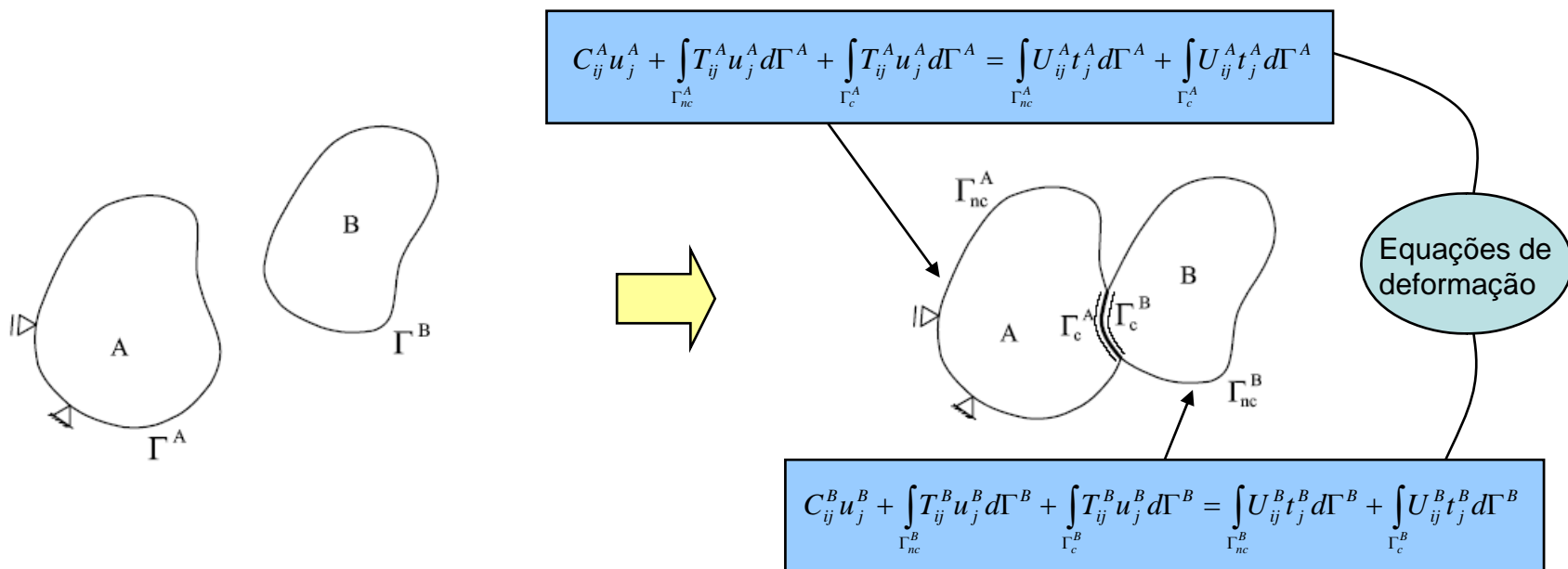


Formação dos fragmentos pelos discos de corte

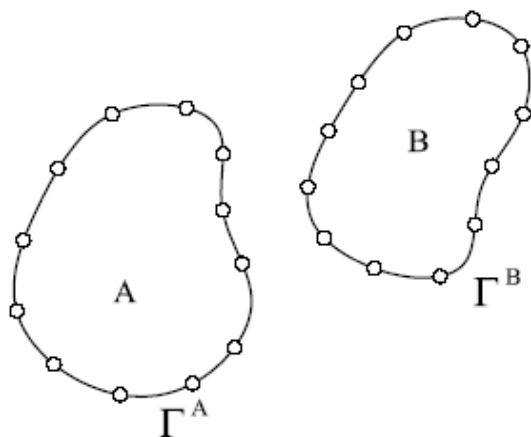


Ação das Sapatas de fixação contra as paredes do túnel

• Aspectos da Mecânica do Contato



- Discretização pelo MEC



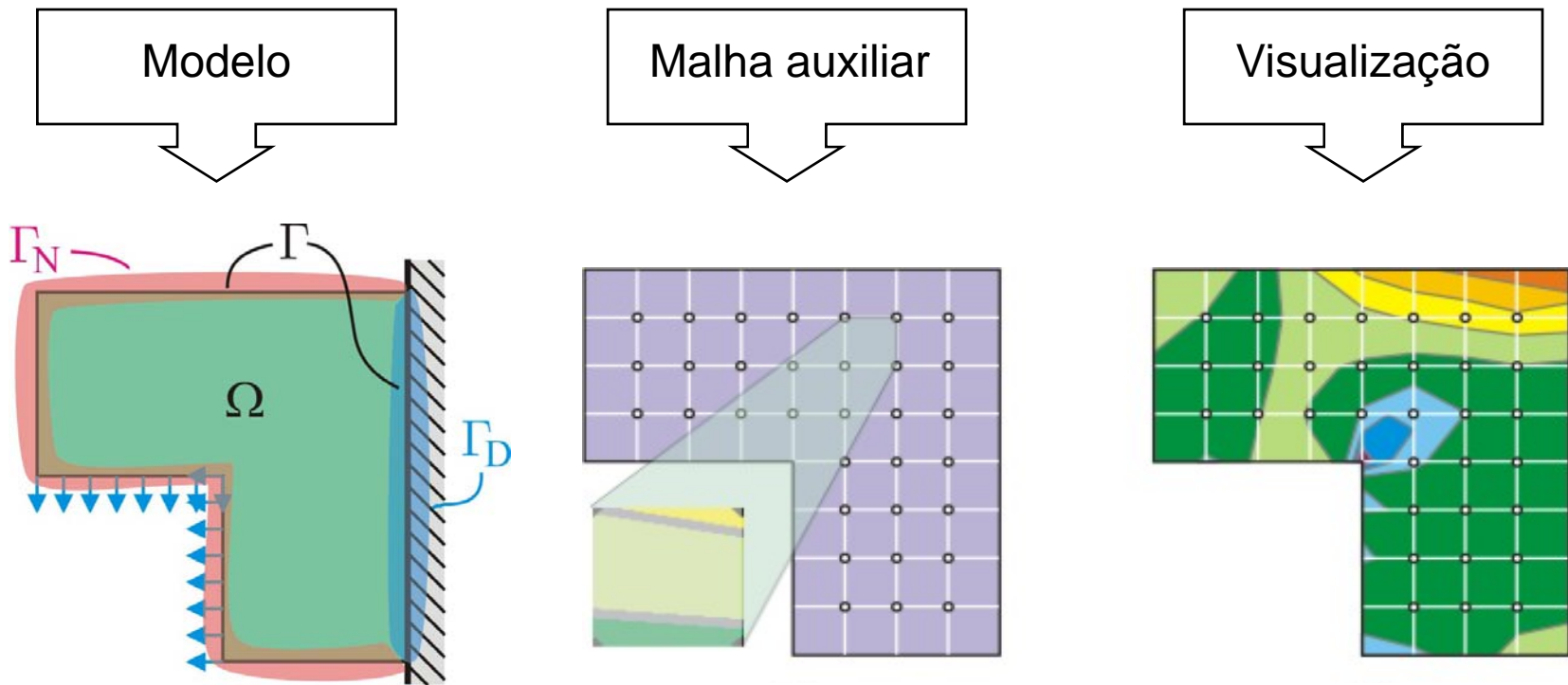
Mesmas condições de contorno na região de contato.

$$c_{ij}^A u_j^A + \sum_{n=1}^N H_{ij}^{nA} u_j^{nA} = \sum_{n=1}^N G_{ij}^{nA} t_j^{nA}$$

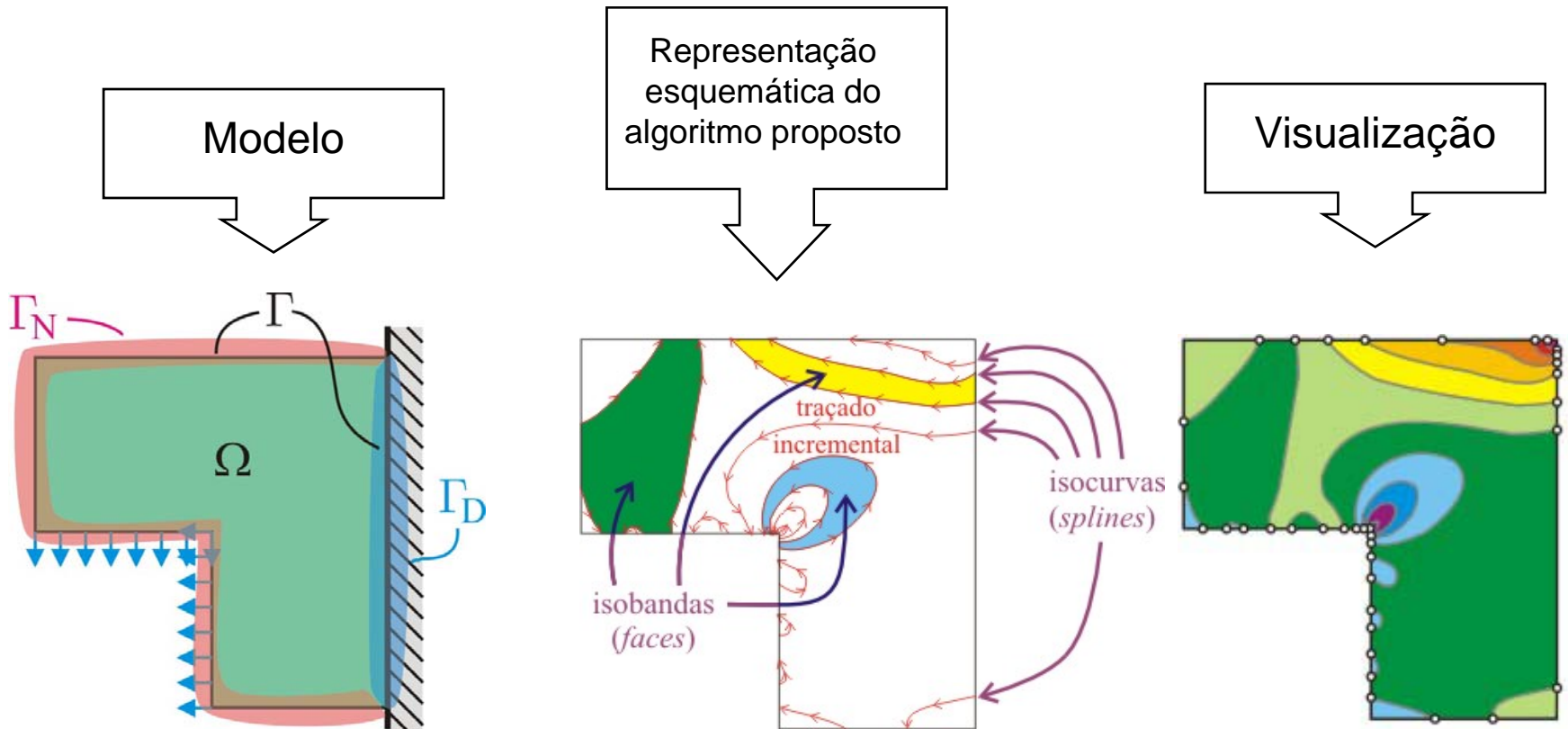
$$c_{ij}^B u_j^B + \sum_{m=1}^M H_{ij}^{mB} u_j^{mB} = \sum_{m=1}^M G_{ij}^{mB} t_j^{mB}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} [H]^A \{u\}^A = [G]^A \{t\}^A \\ [H]^B \{u\}^B = [G]^B \{t\}^B \end{array} \right. \text{SOLUÇÃO}$$

- Técnica de visualização usual

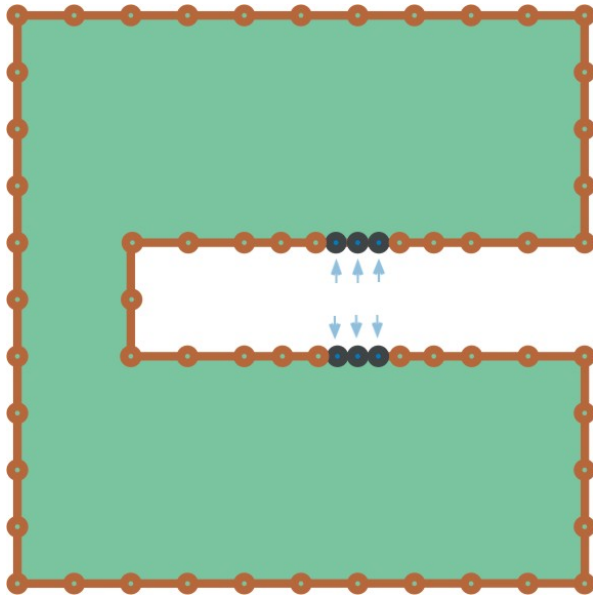


- Visualização com MEC puro

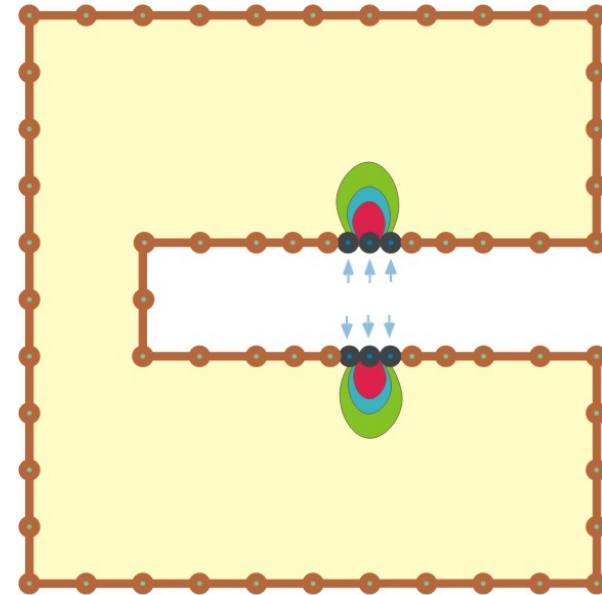


- Resultados
(Caso 1: Sapatas de fixação)

Modelo discretizado

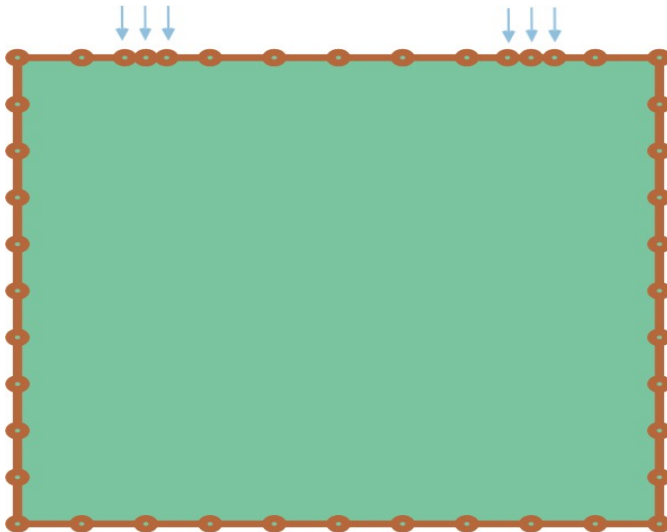


Visualização

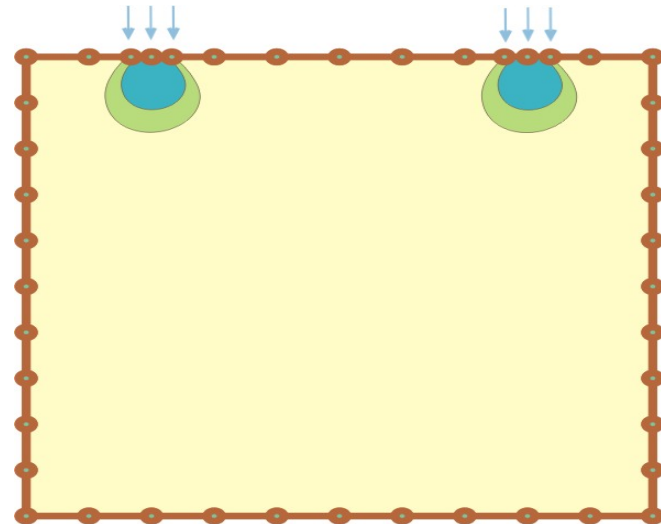


- Resultados
(Caso 1: Discos de corte)

Modelo discretizado



Visualização



- Próximos passos

- Implementação da Mecânica do Contato utilizando o algoritmo de visualização proposto.
- Extensão para problemas em 3D.

• Conclusão

- É possível trabalhar com discretizações simples para representar problemas de contato entre TBM e maciço.
- As simulações permitirão uma melhor compreensão do processo de fraturamento da rocha com as TBMs.
- O método pode ser estendido para problemas tri-dimensionais.
- A simplicidade na geração de malha pelo MEC continua sendo uma das grandes vantagens sobre os outros métodos.