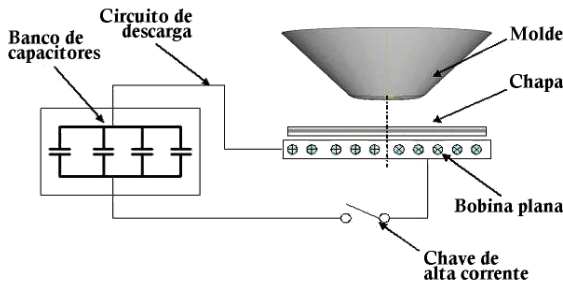


# ANALISE NUMÉRICO-EXPERIMENTAL DO PROCESSO DE CONFORMAÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Eduardo Varriale da Silva  
Orientador: Rodrigo Rossi

## Introdução

A estampagem eletromagnética é um processo de produção no qual um condutor, ao ser submetido a um grande campo eletromagnético, é percorrido por correntes de Eddy que geram um campo eletromagnético no sentido contrário. A interação entre os campos gera forças de Lorentz que aceleram a peça a altas velocidades, deformando-a contra um molde ou livremente. O campo eletromagnético é criado por meio da descarga de um banco de capacitores em uma espira posicionada próxima à peça.



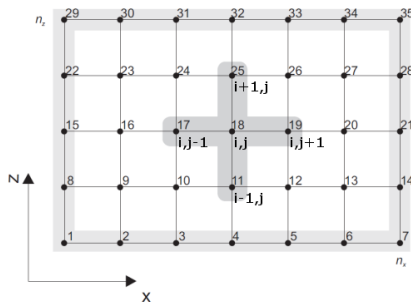
## Metodologia

Este processo pode ser entendido como um problema eletromagnético e um problema mecânico acoplados, entretanto neste trabalho os esforços causados à peça foram calculados desconsiderando a movimentação da peça, tornando o problema elétrico independente do problema mecânico.

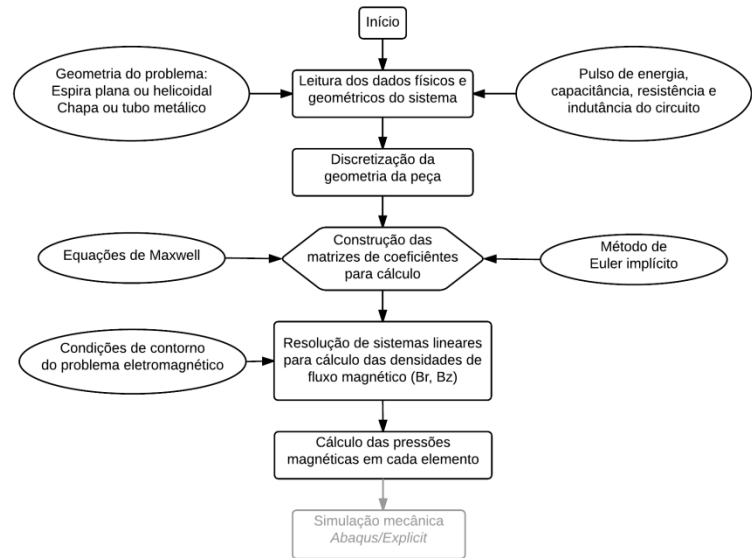
As equações diferenciais que regem o acoplamento eletromagnético, em termos de densidade do fluxo magnético e densidade de corrente, foram discretizadas usando o método de diferenças finitas implícitas o que resulta na seguinte equação:

$$a(i,j)B^{k+1}(i,j) + b(i,j)B^{k+1}(i,j+1) + c(i,j)B^{k+1}(i,j-1) + d(i,j)B^{k+1}(i+1,j) + e(i,j)B^{k+1}(i-1,j) = f(i,j)B^k$$

Na qual os índices  $i$  e  $j$  representam as coordenadas espaciais e o índice  $k$  o tempo, de acordo com a seguinte discretização:



A equação acima forma um sistema linear que deve ser resolvido para cada iteração de tempo. As matrizes contêm coeficientes que representam a interação entre um ponto e os à sua volta, assim como com seu valor anterior. Para resolver este problema transiente foram implementadas rotinas no software Matlab. Abaixo segue um fluxograma mostrando as etapas envolvidas no trabalho.



## Resultados

Nas imagens abaixo, em azul podem ser vistos os resultados para o fluxo magnético na direção axial e em vermelho, o fluxo na direção radial. Os resultados à esquerda foram obtidos a partir da discretização da peça em uma grade de 6x110 elementos, enquanto os à direita utilizam 20x110 elementos. Comparações com o trabalho experimental de Takatsu et al., 1988 (marcadores quadrados) e com as simulações realizadas por Siddiqui, 2009 (tracejado) foram realizadas. Como qualitativamente observado o modelo desenvolvido apresenta bons resultados.

