



## GERAÇÃO DE DISCRETIZAÇÕES PARA ANÁLISE TRIDIMENSIONAL DE MATERIAIS COMPÓSITOS PELO MÉTODO DOS ELEMENTOS DE CONTORNO

**Brandão, Pedro Leonardo Kuntz Oiticica**

**Almeida, Francisco Patrick Araujo**

leokuntz@gmail.com

patrick@lccv.ufal.br

Laboratório de computação científica e visualização (lccv) /Universidade Federal de Alagoas  
Campus A.C. Simões – Av. Lourival de Melo Mota, S/N, 57072-900, Cidade Universitária,  
Maceió, Alagoas

**Abstract.** *Os materiais compósitos são amplamente utilizados em diversos ramos da engenharia por apresentarem desempenho superior em relação a materiais convencionais, inclusive seus próprios constituintes. Com isso, seu estudo é de suma importância para com o desenvolvimento científico e tecnológico. O objetivo principal deste trabalho é a geração de discretizações de materiais compósitos por meio do programa computacional SALOME, desenvolvido pela EURIWARE/Open Cascade. São apresentadas discretizações de Elementos de Volumes Representativos (EVR), compostos por uma matriz cúbica com inclusões elipsoidais diversas, tais como cilíndrica e esférica, onde as mesmas foram geradas com a utilização de elementos triangulares com aproximação linear. Tais discretizações servem como base para posterior análise em um código computacional, já implementado, utilizando o Método dos Elementos de Contorno (MEC). Apresenta-se também o desenvolvimento de um algoritmo de adaptação dos dados gerados pelo SALOME para o formato de leitura do programa de análise.*

**Keywords:** *Discretização, Material Compósito, Método dos Elementos de Contorno.*

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização cada vez maior dos materiais compósitos nos projetos de engenharia tem promovido um crescente interesse das linhas de pesquisa. Os compósitos são formados por materiais de natureza diferentes, porém ao se unirem, apresentam desempenho superior aos de seus constituintes tomados separadamente (Hoefel, 2009). Exemplo de um compósito é o concreto reforçado por fibra.

A análise de um material pode ser realizada por meio de modelagem computacional. A modelagem de um problema real é um processo constituído de diversas etapas, como apresenta a Figura 1.

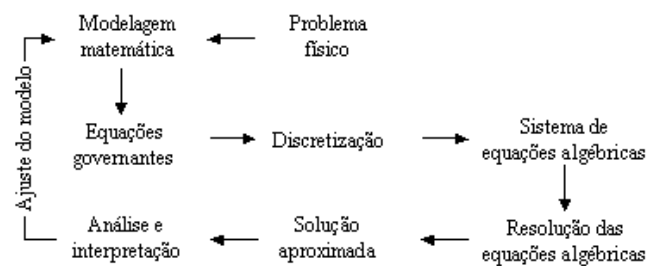


Figura 1-Etapas da modelagem de um problema de engenharia (Fonte: FORTUNA, 2000).

A discretização é uma parte fundamental do processo, pois os dados gerados na mesma são utilizados na análise final do problema. O presente trabalho aborda a utilização de um programa computacional para gerar discretizações de Elementos de Volumes Representativos (EVR), compostos por matriz cúbica com inclusões elipsoidais diversas. Estas discretizações estão sendo utilizadas na realização de análises em outra pesquisa. Tais análises serão realizadas via Método dos Elementos de Contorno (MEC), método que permite a solução do problema utilizando-se apenas a discretização do seu contorno (Dória, 2005).

## 2 METODOLOGIA

No presente trabalho é utilizado o programa computacional SALOME, uma plataforma genérica de pré e pós processamento 3D para simulação numérica, desenvolvido e distribuído de forma gratuita pela EURIWARE/Open Cascade. Por características como gratuidade e interface intuitiva, o SALOME é utilizado hoje em diversos países da Europa e das Américas.

Todas as discretizações de Elementos de Volumes Representativos (EVR) contidas neste trabalho foram geradas utilizando elementos triangulares com aproximação linear. Também foram gerados os nós duplos nas faces superior e inferior do EVR para ser possível colocar as condições de contorno da análise.

Os dados gerados na discretização não são exportados em formato lido pelo programa de análise adotado na pesquisa, portanto foi desenvolvido um algoritmo computacional para realizar a adaptação desses dados ao formato de leitura do programa de análise.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram geradas discretizações de três Elementos de Volume Representativos (EVR) diferentes, essas gerações foram realizadas em unidades adimensionais. O primeiro EVR é composto por matriz cúbica com inclusão esférica. A Figura 2 apresenta o modelo geométrico 3D do compósito, esta geometria é criada no SALOME.

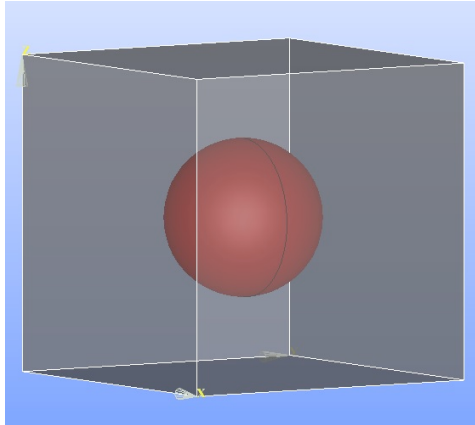


Figura 2-Geometria realizada no SALOME.

A matriz cúbica apresenta 1 unidade (un) nas arestas e a inclusão apresenta 0,25 un de raio. O compósito foi discretizado por elementos triangulares com aproximação linear, a matriz foi discretizada com 2484 elementos triangulares e a inclusão com 534 elementos triangulares, como apresenta a Figura 3.

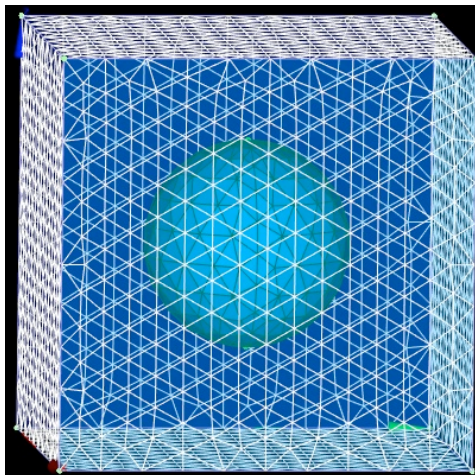


Figura 3-Malha gerada no SALOME.

O segundo EVR é composto por matriz cúbica com inclusão cilíndrica. A Figura 4 apresenta a geometria do compósito.

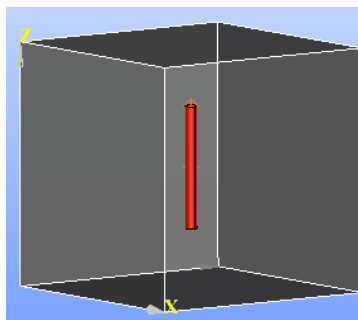


Figura 4-Modelo geométrico do EVR gerado no SALOME.

As dimensões do cubo são de 1 un nas arestas e a inclusão apresenta 0.5 un de altura e 0.025 un de raio. Também discretizado com elementos triangulares, a matriz apresenta 564 elementos e a fibra 370 elementos triangulares. A Figura 5 mostra o objeto de estudo discretizado.

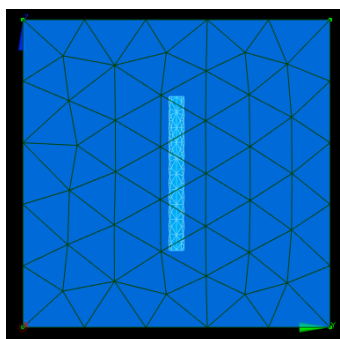


Figura 5-Discretização do EVR realizada no SALOME.

O terceiro EVR é composto por matriz em formato de paralelepípedo com inclusão cilíndrica. A matriz tem 1 um de altura e largura, 2 un de comprimento e a inclusão tem 0,25 um de raio e 2 un de altura conforme a geometria apresentada na Figura 6a. A matriz foi discretizada com 2276 elementos e a fibra com 476 elementos. A Figura 6b apresenta a terceira discretização gerada neste trabalho.

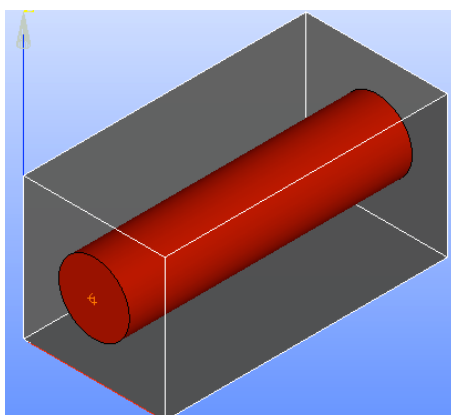


Figura 6a - Modelo geométrico do EVR.

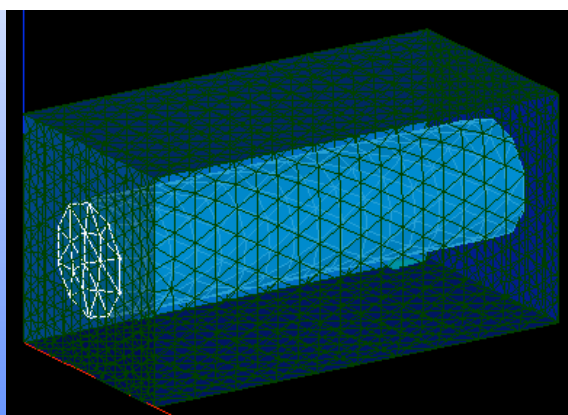


Figura 6b - Discretização do EVR.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O programa computacional SALOME distribuído pela EURIWARE/Open Cascade, mostrou-se eficiente quanto a geração de discretizações no pré-processamento. Destaca-se como qualidade do SALOME, além da gratuidade, a capacidade da geração de nós duplos nas discretizações.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL) pela bolsa PIBIC e ao Laboratório de Computação Científica e Visualização (LCCV) pela estrutura.

## REFERÊNCIAS

- Hoefel, S.S., 2006. *Análise de estruturas tridimensionais de laminados através do método dos elementos de contorno*. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Fortuna, A.O., 2000. *Técnicas computacionais para dinâmica dos fluidos*. São Paulo: EDUSP.
- Dória, A.S. (2005). *Abordagem de problemas de engenharia através do método dos elementos de contorno*. TCC, Universidade Federal de Alagoas.