

1. INTRODUÇÃO

Com a introdução de novos materiais se faz necessário um estudo de seu comportamento e aplicações. Este estudo pode ser realizado através do método de elementos finitos (MEF), no qual discretiza-se o objeto de estudo. Assim, são analisados modelos numéricos por elementos finitos e comparados com modelos teóricos e experimentais. Foram analisados materiais compósitos e espumas metálicas formadas por esferas ocas. Este material apresenta como grande vantagem o fato de possuir baixa densidade aliado a um alto índice de absorção de energia, por é isso utilizado em absorvedores de impacto. Estes estudos foram realizados no software de elementos finitos Abaqus/CAE.

2. Análise Numérica X Analítica

2.1 Objetivos

Comparar e verificar os resultados entre uma análise computacional e uma análise analítica de uma viga de material compósito.

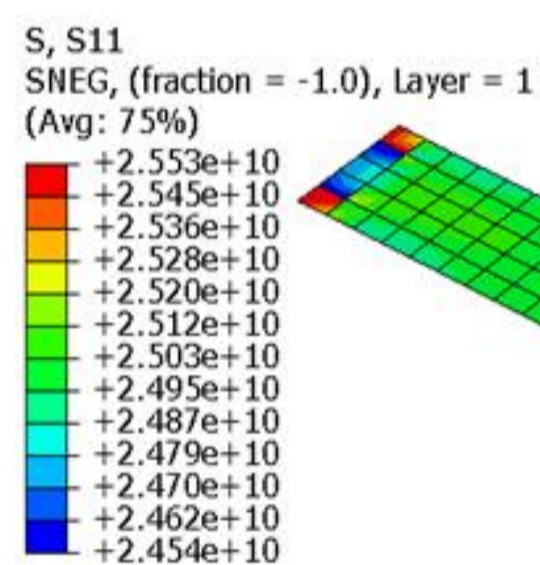
2.2. Metodologia

A viga é composta por duas laminas de fibra de vidro com mesma espessura. Em uma de suas extremidades a viga é engastada e na outra é aplicado o carregamento uniforme axial de 5×10^8 N/m. O cálculo analítico é realizado de forma matricial, devido o compósito apresentar comportamento de material ortotrópico.

2.3. Conclusão

Pela tabela a seguir nota-se que os resultados são próximos, validando assim a simulação.

| | Simulação | Analítico |
|-------------------------------------|--------------------------|------------------------|
| Tensão σ_{11} (longitudinal) | $2.553 \cdot 10^{10}$ Pa | $2.5 \cdot 10^{10}$ Pa |
| Deformação em X | 0.5649 | 0.5555 |
| Deformação em Y | -0.1069 | -0.1055 |



3. Análise de falha de um material compósito.

3.1. Objetivos

Verificar o modo com que o software Abaqus CAE verifica as falhas.

3.2. Metodologia

A viga é composta por duas laminas de fibra de vidro de mesma espessura, mas com resistências a tração longitudinal diferentes (Camada 1: 1020 MPa e Camada 2: 4040 MPa). Em uma de suas extremidades a viga é engastada e na outra é realizado o carregamento axial com distribuição uniforme de 5×10^7 N/m.

3.3. Critério de Hashin

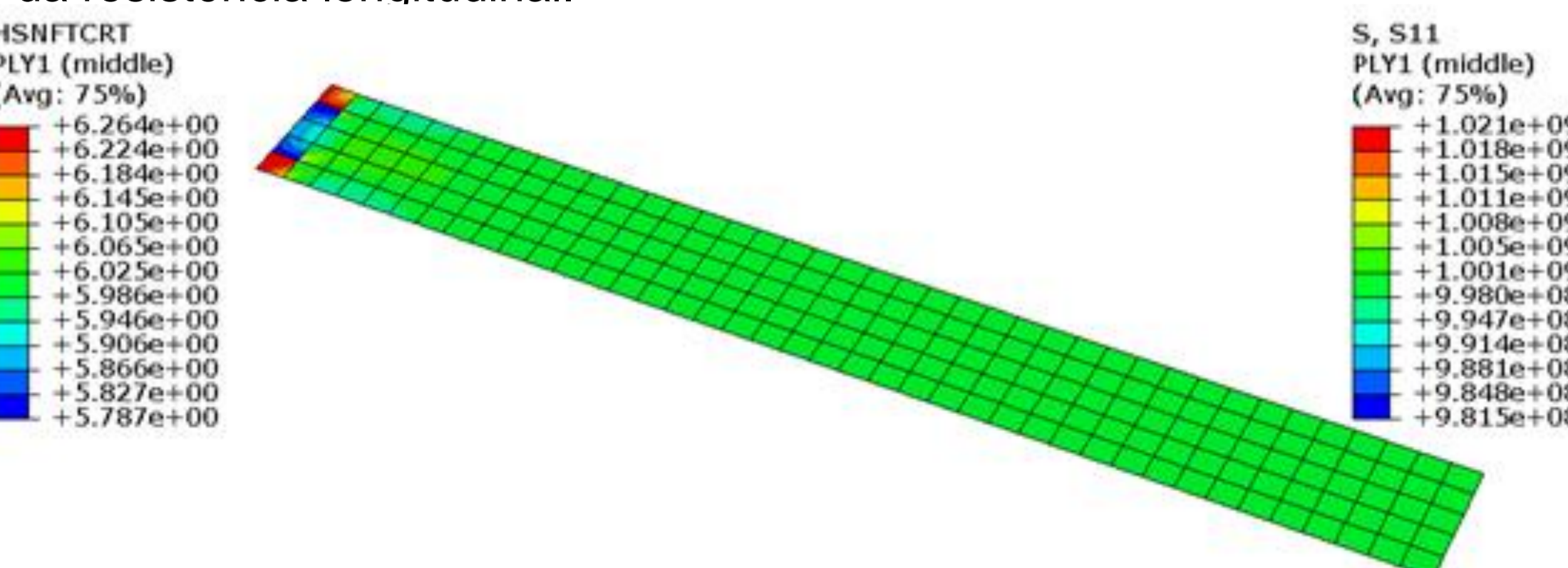
O critério de falha utilizado é o *Critério de Hashin* (1980), que considera os modos de falhas de compressão e tração nas fibras e na matriz. Para o modo de tração nas fibras é calculado pela seguinte equação:

Ou seja, caso o critério ultrapasse o valor um (1), o fibra terá falhado.

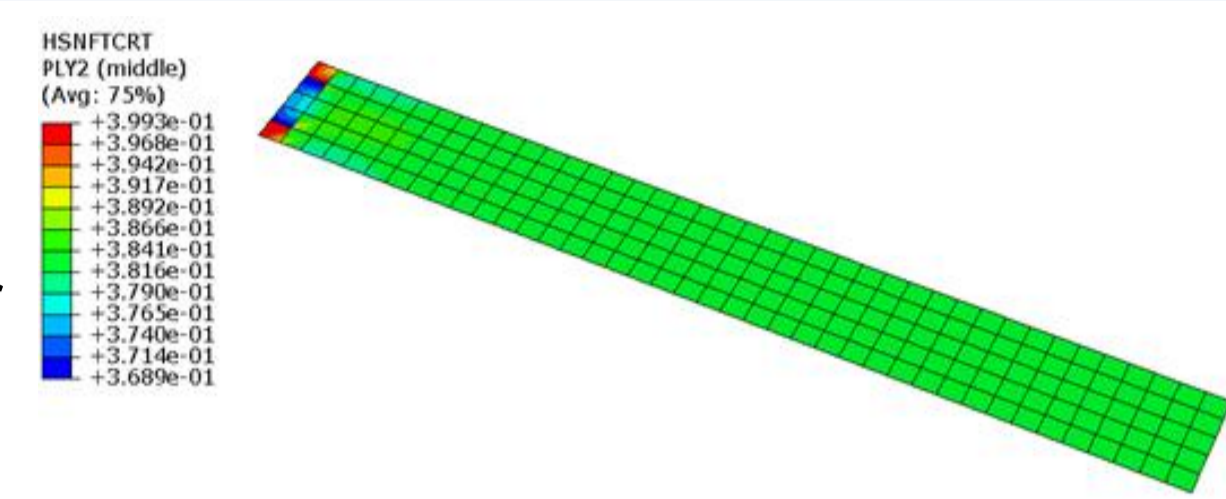
$$\left(\frac{\sigma_1}{X_c}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{12}^2 + \sigma_{13}^2}{S_A}\right) = 1$$

3.4. Resultados

A carga é aplicada de forma crescente com o tempo com carga máxima de 12.5×10^6 N. Desta forma pode-se analisar a falha de uma das camadas. A análise da primeira camada demonstrou que ela falhou (valor de Hashin ultrapassou o valor 1) com aplicação de 40% do carregamento, ou seja, com tensão de 1021 MPa. Valor este superior ao da resistência longitudinal.



A segunda camada não ocorre falha já que a máxima tensão longitudinal com 100% da carga aplicada é de 2500 MPa, inferior aos 4040 Mpa da resistência.



3.5. Conclusão

O software Abaqus analisa o falha de cada camada, mas a análise progressiva da falha não é executada, sendo necessário a introdução de uma sub-rotina de material (UMAT).

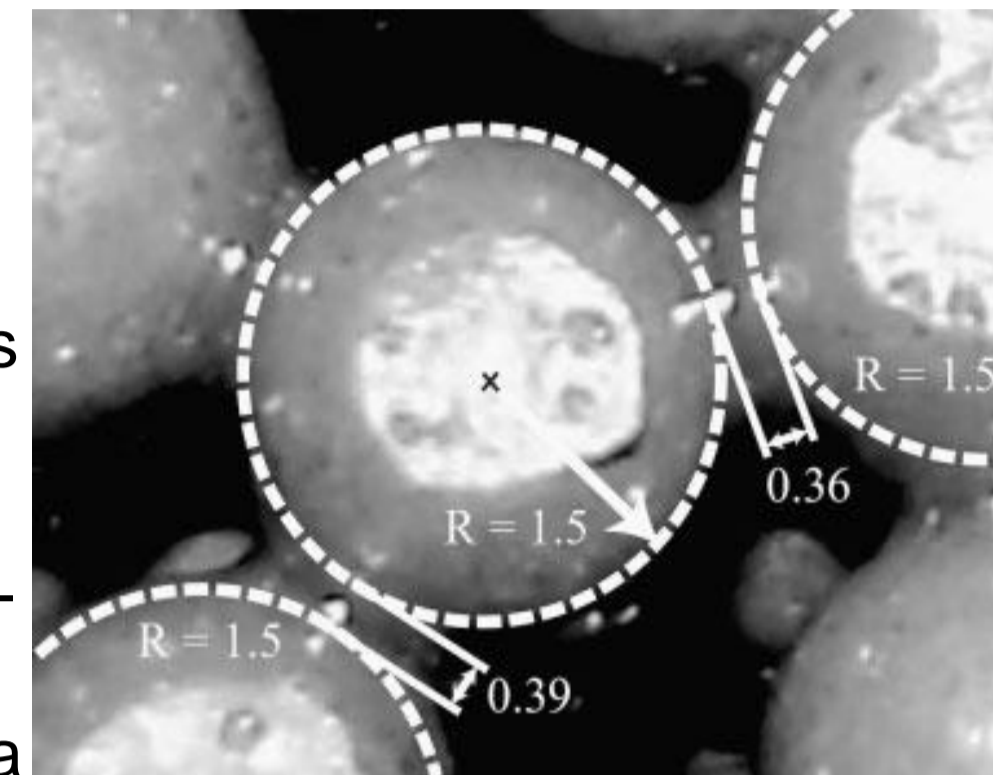
4. Espumas Metálicas

4.1. Objetivos

Análise do comportamento das espumas metálicas para diferentes velocidades.

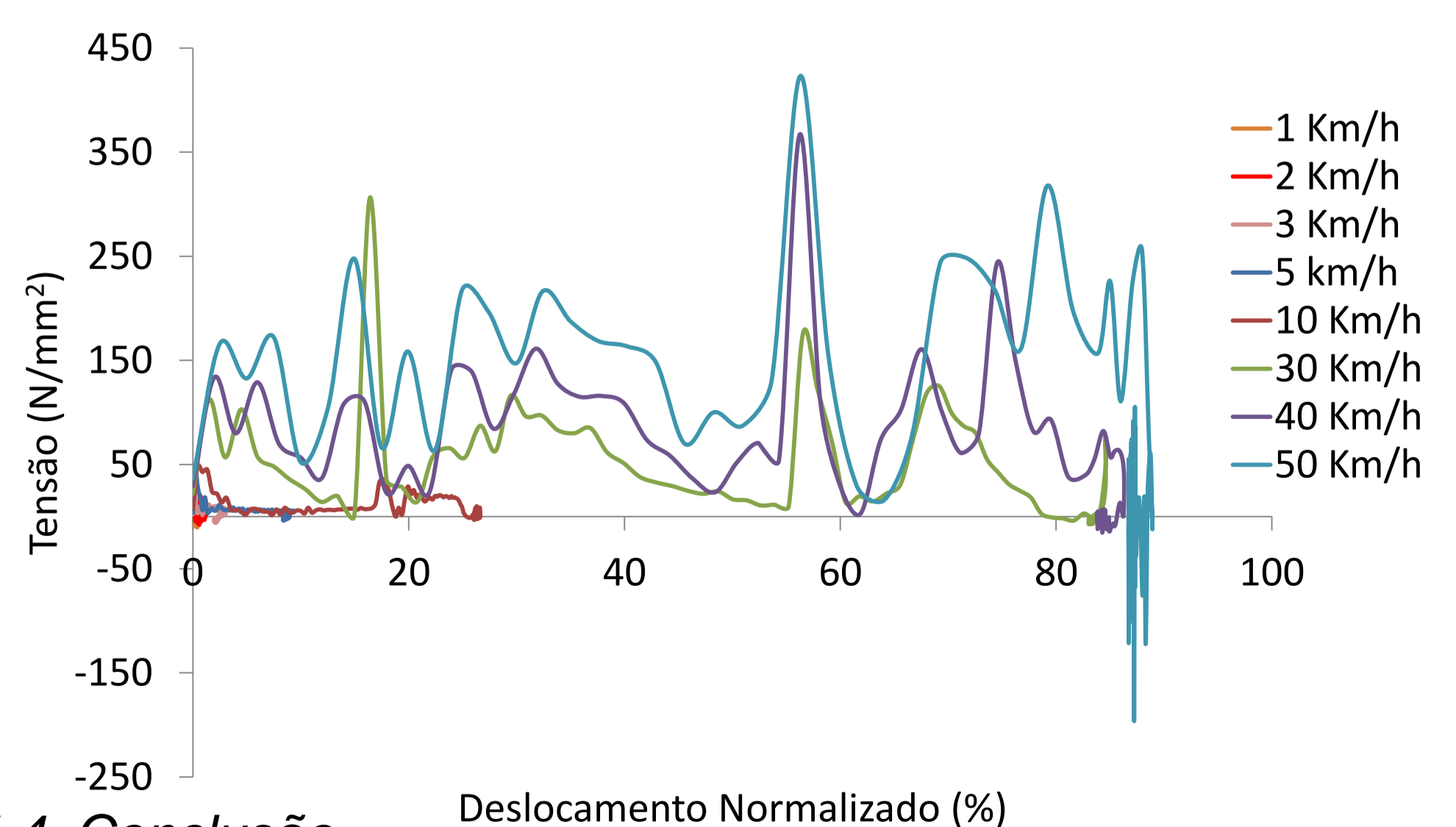
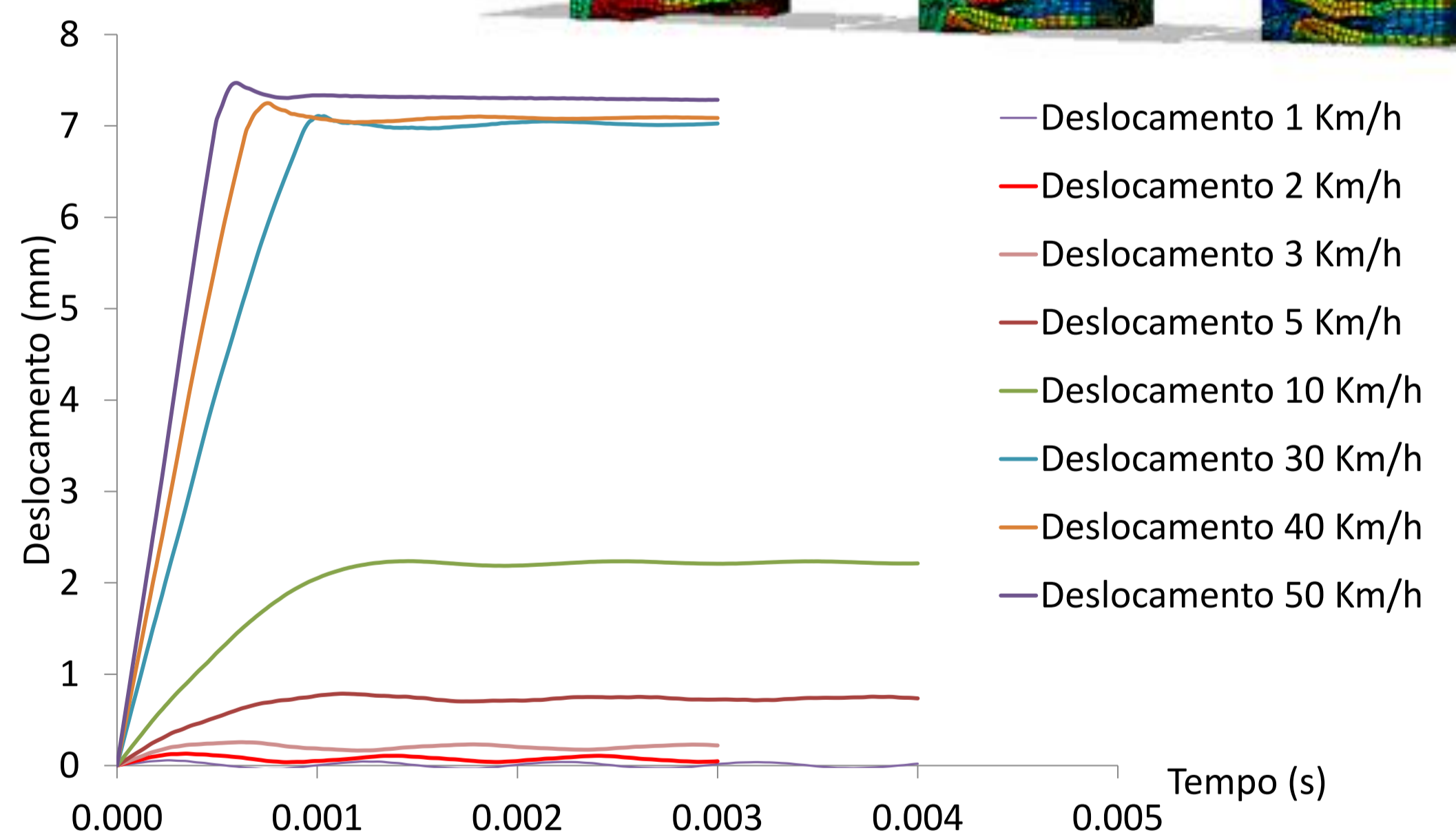
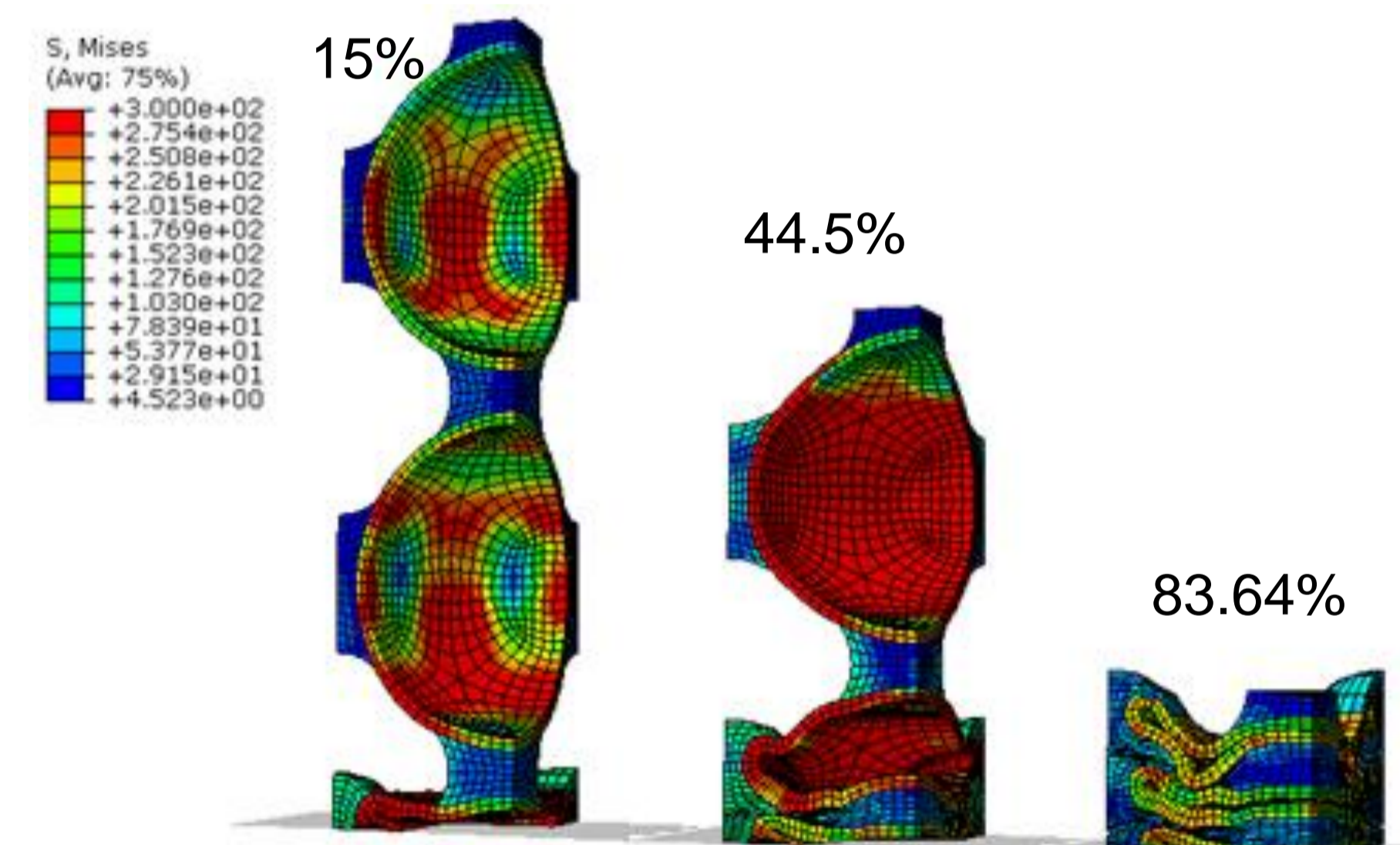
4.2. Metodologia

O sistema é composto por esferas metálicas conectadas por uma resina epóxi. A simulação é realizada com uma coluna composta por duas partes de 1/4 de esferas e mais uma parte de 1/8 de esfera, modeladas como material elastoplástico. O carregamento imposto é de velocidade de 1 a 50 Km/h e condições de simetria são impostas como condições de contorno.



4.3. Resultados

Tensão de von Mises para 30 km/h, com 15, 44.5 e 83.64% da coluna deformada.



4.4. Conclusão

A espuma metálica comporta-se de maneira diferente de acordo com a velocidade aplicada apresentando boa absorção da energia de impacto.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq, CAPES, FAPERGS e à PROPESQ-UFRGS pelo suporte a este projeto de pesquisa.