



APRESENTAÇÃO DO SEMINÁRIO 6

ALUNO: Bruno Sergio de Brito

PROFESSOR: Paulo Victor P. Marcondes



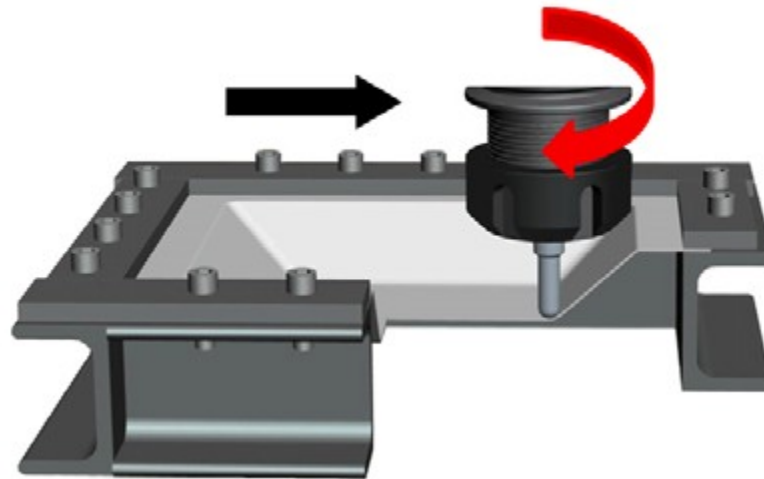
# A numerical analysis on forming limits during spiral and concentric single point incremental forming

Uma análise numérica sobre o limite de conformação durante uma conformação incremental espiral e concêntrica de ponto único

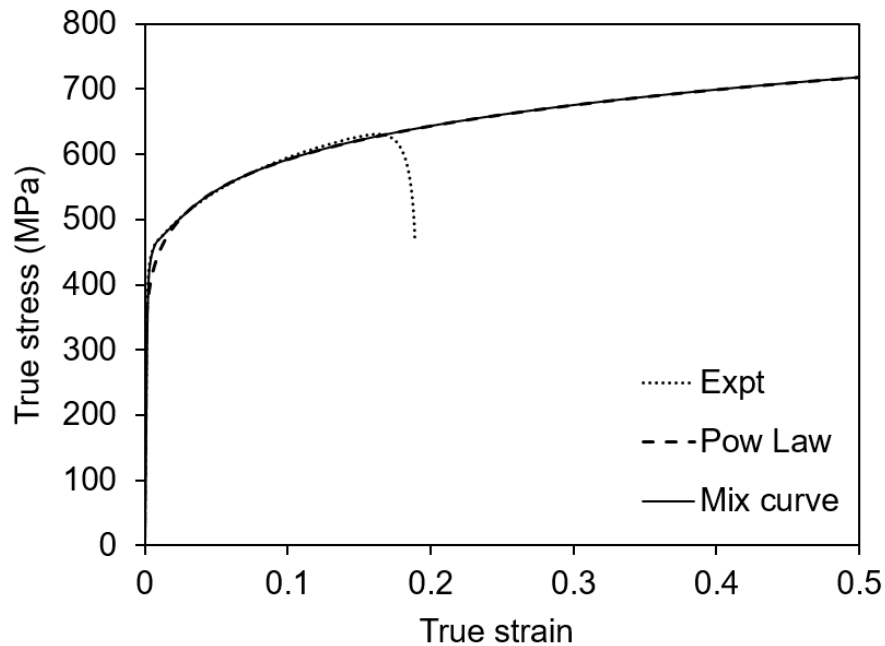
Autores: Gipiela, Amauri, Nikhare e Marcondes

5th Global Conference on Materials Science and Engineering

- Para a fabricação de peças automotivas em pequena escala não é viável a manufatura do ferramental, pois o mesmo é destinado para a produção em massa;
- Quando uma pequena série de protótipos são necessários, os processos de conformação convencionais podem ser substituídos por conformação incremental de chapa (ISF – Incremental sheet forming);
- ISF é um processo de conformação de baixo custo e seu uso está crescendo para prototipagem rápida, biomecânica e produção de lotes pequenos de peças de chapa metálica;
- A conformação incremental de ponto único (SPIF - single point incremental forming) é uma das técnicas do ISF;



- O material utilizado para este estudo é HSLA 440. A curva de tensão deformação verdadeira experimental junto com a Power Law é mostrada na figura abaixo;
- A curva mista é a combinação de dados reais do material até 3% de tensão e a Power Law para a tensão em diante. Esta curva foi utilizada com a lei de endurecimento isotrópico;

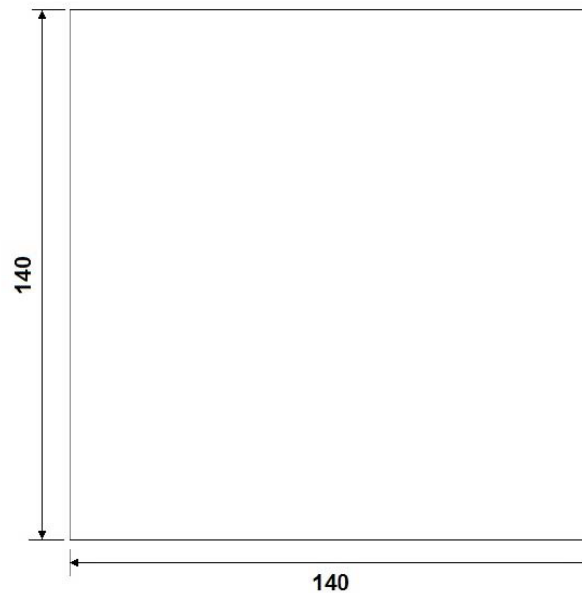
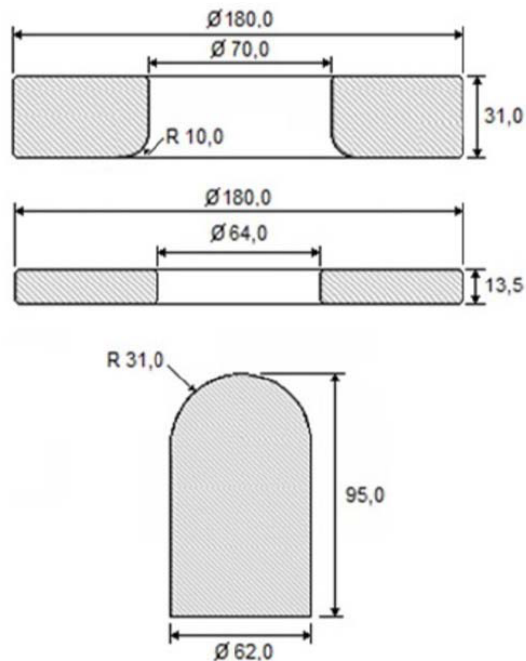


Yield strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Total Elongation (%)	K (MPa)	n
437	540	20.8	780	0.12

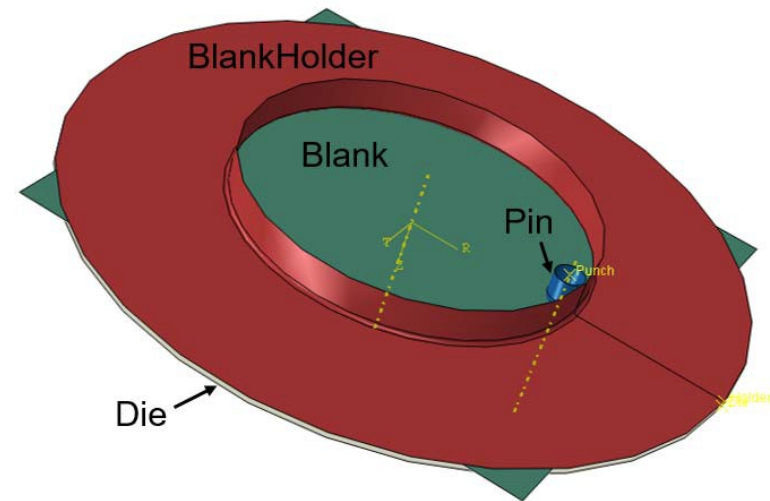
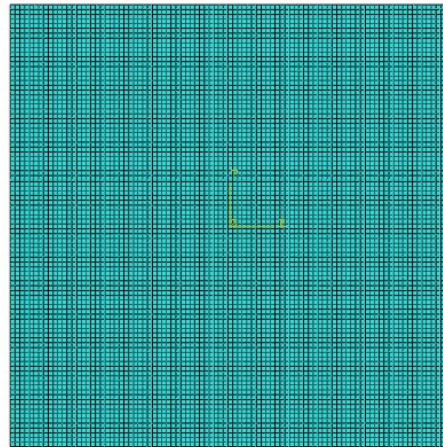
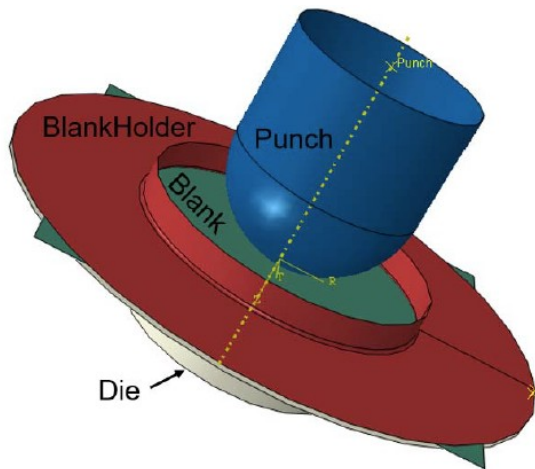
$$\sigma = K\varepsilon^n$$

where:  $\sigma$  – True stress and  $\varepsilon$  – True strain

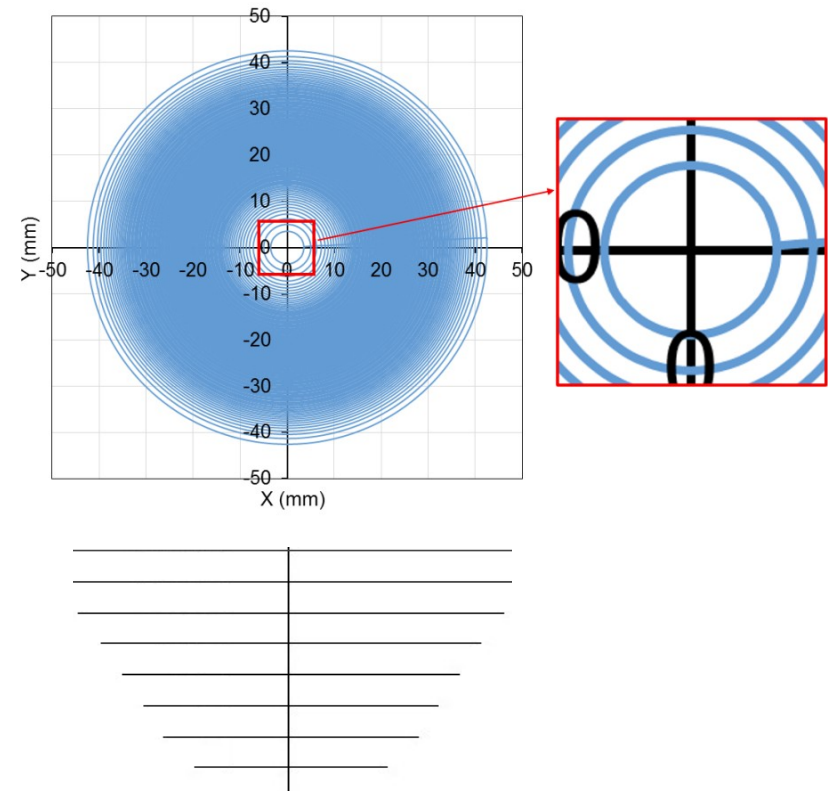
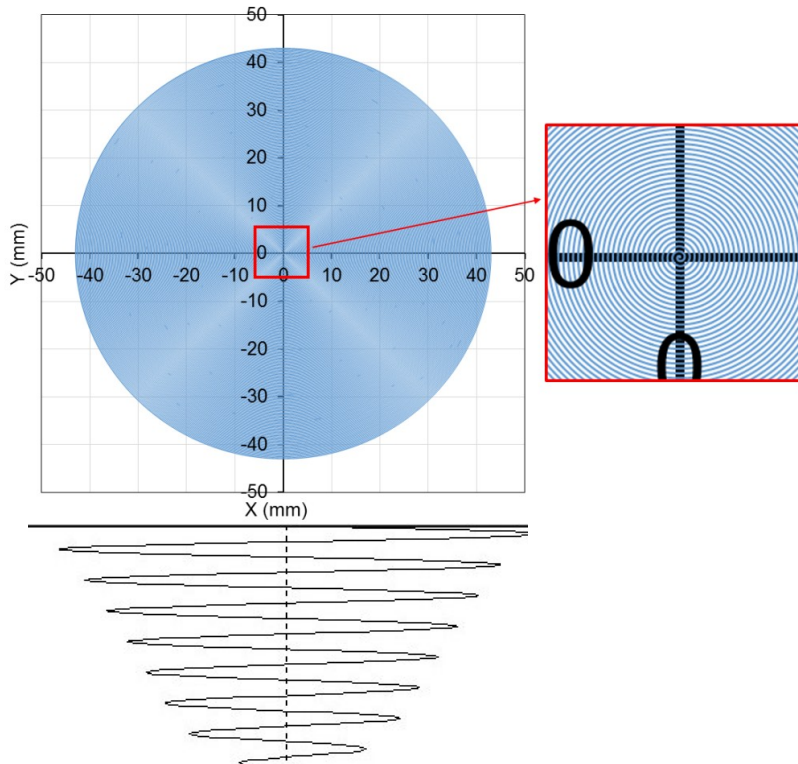
- O teste de Nakajima foi realizado para formar o copo semiesférico até a falha;
- Espessura da chapa de 1,5mm e pressão do prensa chapas de 1000kN;
- A malha de círculo de 4,2 mm de diâmetro foi gravada nos corpos de prova;
- Velocidade do punção de 3,99mm/s com a utilização de óleo mineral para a lubrificação;



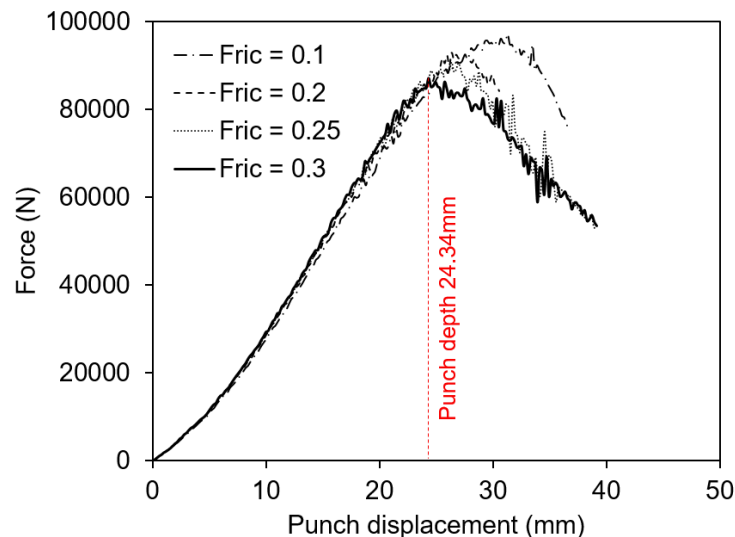
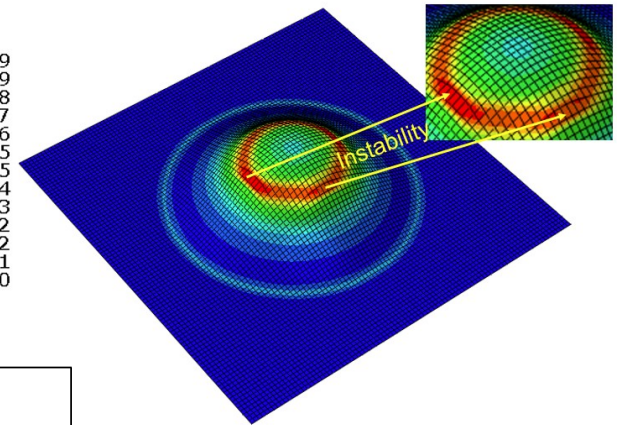
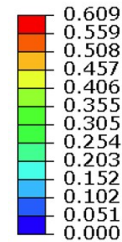
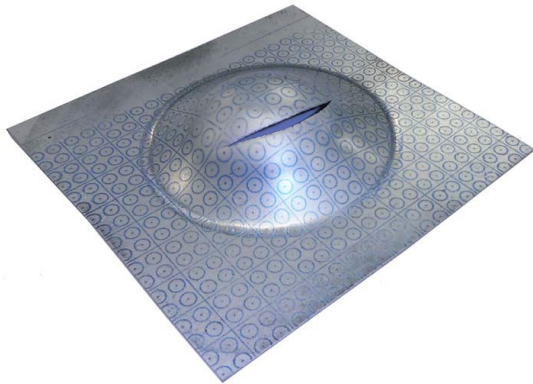
- O teste de Nakajima foi modelado no Abaqus utilizando uma abordagem tridimensional;
- Para modelar o SPIF, o punção foi substituído por um pino semiesférico de 8mm de diâmetro.



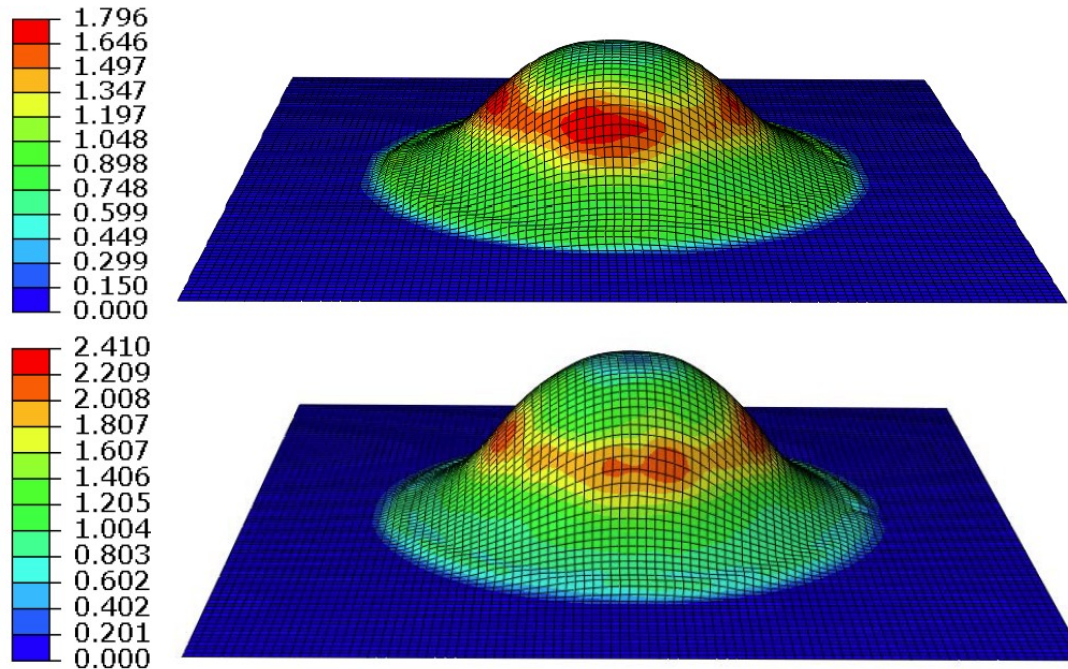
- Neste trabalho, dois perfis foram considerados para modelar o SPIF: Perfil Espiral e Perfil Concêntrico.



- Foi observado coerência entre os resultados experimentais e numéricos;
- No teste experimental o corpo de prova apresentou falha com profundidade de 24mm;
- No teste computacional o corpo de prova apresentou instabilidade com a profundidade de 24,34mm;

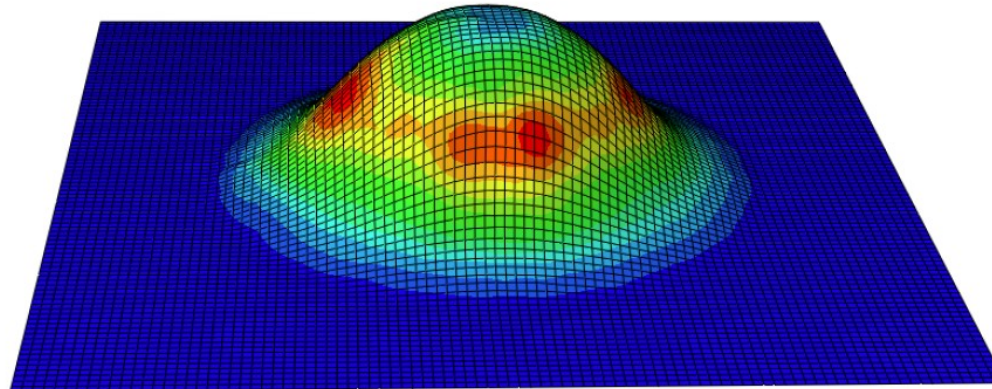
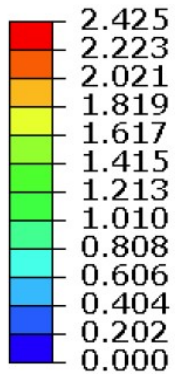
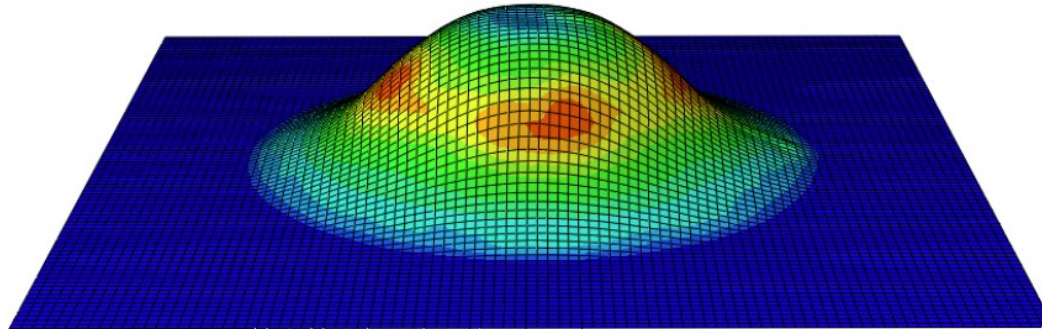
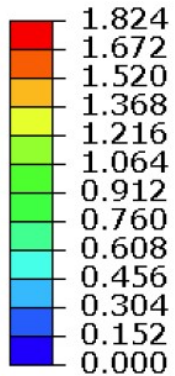


- Foram simuladas duas profundidades: 24mm e 29mm
- Pode ser observado deformações muito elevadas: 179,6% para profundidade de 24 mm e 241% para profundidade de 29 mm;
- Com estes valores de deformação elevados, pode-se supor que esses copos já tenham apresentado falha, uma vez que copos convencionais falharam com 60,9%;
- No entanto, devido a técnica SPIF que apenas um ponto fica deformado pode suportar uma maior tensão antes da falha.

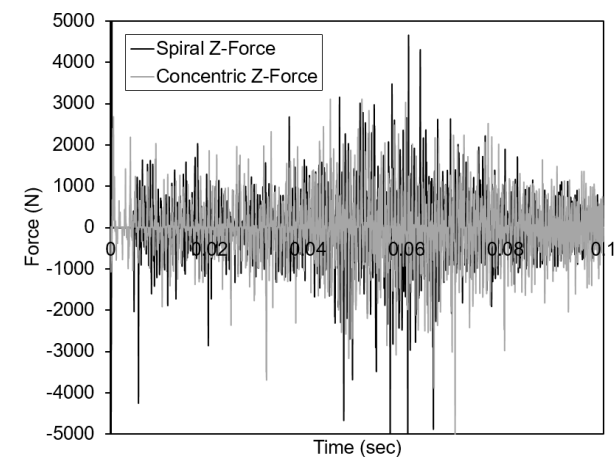
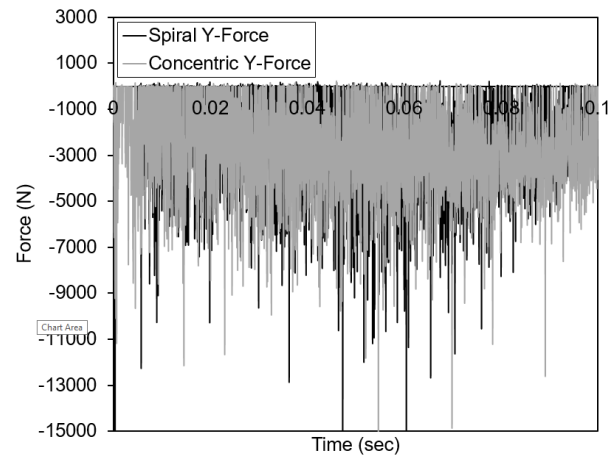
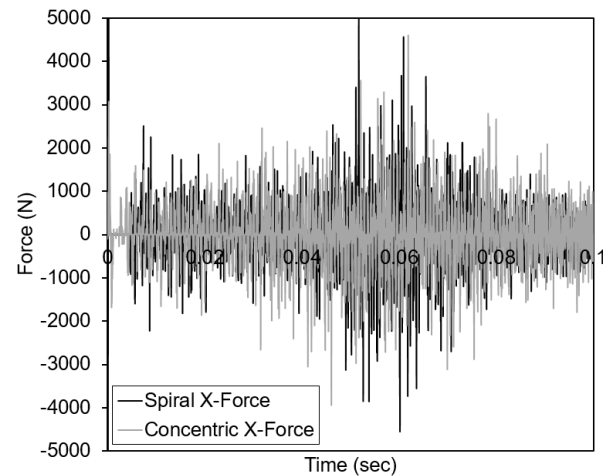




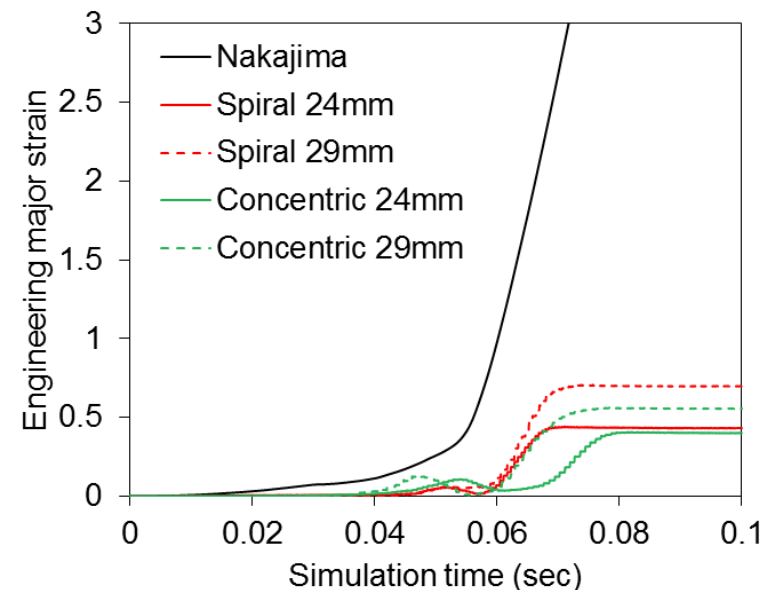
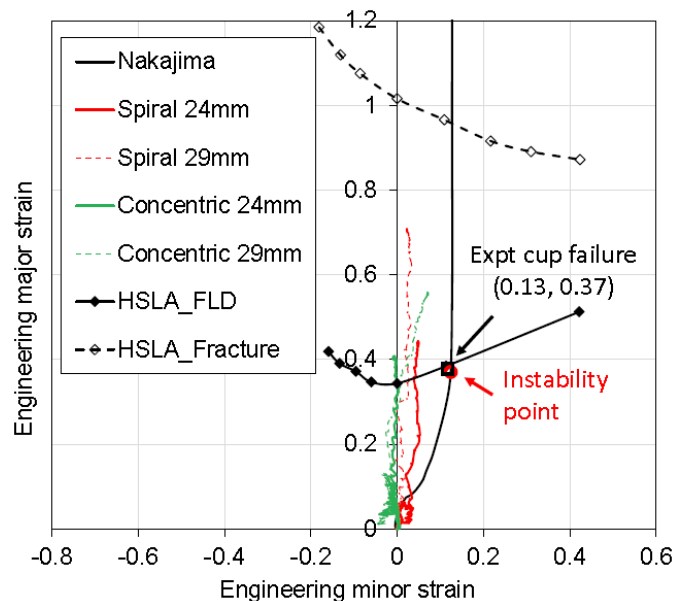
- Foram simuladas duas profundidades: 24mm e 29mm
- Pode ser observado deformações muito elevadas: 182,4% para profundidade de 24 mm e 242% para profundidade de 29 mm;
- A previsão de falha é semelhante ao caso anterior.



- Foram plotadas a força em relação ao tempo para cada eixo;
- Forças semelhantes entre os processos espiral e concêntrico em todos os eixos;



- Os elementos críticos foram traçados em todos os copos simulados, ou seja, modelo Nakajima, SPIF – Espiral, SPIF – Concêntrico juntamente com o ponto de falha do teste de Nakajima (0,13, 0,37);
- Pode ser observado que o ponto de falha do teste de Nakajima e o ponto de instabilidade da simulação combinam com a FLC da literatura;
- No entanto, a FLC não é capaz de prever falha para o processo SPIF, portanto, uma curva limite de fratura é necessária;
- O perfil espiral é mais propenso a falhas em comparação ao perfil concêntrico;
- O perfil concêntrico pode alcançar uma maior conformabilidade.



- Foi apresentado um estudo sobre conformação incremental de ponto único onde se fez necessário testes experimentais e numéricos do teste de Nakajima, onde este apresentou equivalência nos resultados;
- Para os casos da simulação SPIF - Caminho Espiral e Concêntrico foi visto que a CLC não percebe a falha do material, portanto, o limite de fratura é necessário;
- Observou-se que para as profundidades maiores de ambos os casos os valores estavam muito abaixo da curva limite de fratura, concluindo que pode avançar para uma profundidade maior;
- Como conclusão final, apresenta que a SPIF com caminho concêntrico pode alcançar maior conformabilidade em comparação com o caminho espiral.