



APRESENTAÇÃO DO SEMINÁRIO 4

ALUNO: Bruno Sergio de Brito

PROFESSOR: Paulo Victor P. Marcondes



# **BLANK HOLDER FORCE INFLUENCE ON THE SPRINGBACK OF ADVANCED HIGH STRENGTH STEELS**

## **INFLUÊNCIA DA PRESSÃO DO PRENSA CHAPAS NO RETORNO ELÁSTICO DOS AÇOS AVANÇADOS DE ALTA RESISTÊNCIA**

Autores: Woellner; Lajarin, Marcondes

Data da publicação: Novembro de 2013

22nd International Congress of Mechanical Engineering (COBEM 2013)

- Os Aços Avançados de Alta Resistência (AHSS) se mostram como uma boa alternativa aos aços comuns para reduzir o peso do veículo, reduzir a potência do motor e diminuir o consumo de combustível, visando uma menor emissão de poluentes;
- O principal problema encontrado na utilização dos AHSS para a conformação de peças estruturais do veículo é o retorno elástico;
- A limitação na previsão do retorno elástico nos AHSS deve-se principalmente à dificuldade de descrever computacionalmente o comportamento mecânico desses aços durante e após a tensão plástica;
- A justificativa, que é um consenso entre alguns autores, é que vários fenômenos não-lineares resultantes de alterações microestruturais que ocorrem durante o processo não são bem descritos por aproximações e equações;
- A simulação numérica é uma ferramenta importante a ser usada durante o desenvolvimento de processos de conformação, auxiliando no dimensionamento das ferramentas e otimização de processos, oferecendo redução de tempo e previsões de resultados muito próximas da realidade;
- Durante os testes práticos, é visto que a força do prensa chapas (BHF) mostra uma influência muito significativa no efeito de retorno elástico. O BHF tem a capacidade de restringir mais ou menos o deslizamento da chapa ao longo do raio do matriz, diminuindo a tensão do corpo de provas nas paredes da ferramenta.

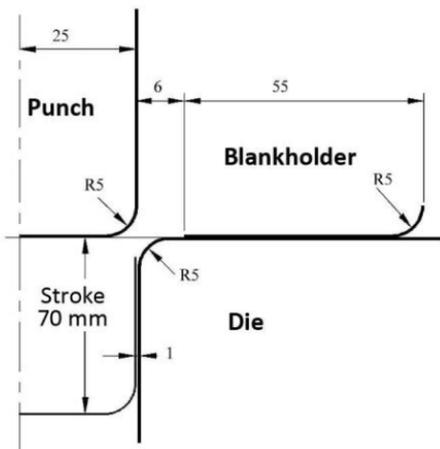
- Foi analisado por métodos de elementos finitos a variação da força do prensa chapas em função do retorno elástico nos corpos de provas. Os materiais utilizados nos testes são mostrados na tabela abaixo.

	Yield strength (MPa)	Maximum resistance limit (MPa)	Uniform elongation (%)	Total Elongation (%)	Modulus of elasticity (Gpa)
DP350/600-A <sup>(1)</sup>	395	620	14.9	20.0	206
DP350/600-U <sup>(2)</sup>	387	605	15.8	23.0	207
DP450/780	488	741	12.7	17.0	205
DP750/980	828	934	7.0	10.4	208
TRIP450/78	548	860	22.6	24.4	206

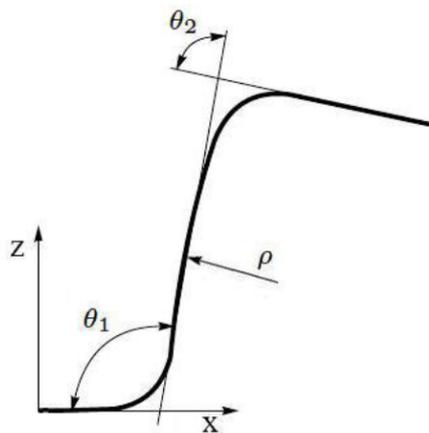
<sup>(1)</sup> Supplier A; <sup>(2)</sup> Supplier U.

- As análises por elementos finitos do processo de conformação de peças em formato U foram realizadas no software Abaqus.
- A geometria do canal e o processo de conformação investigado neste artigo foram propostos por Makinouchi 1993;
- A geometria dos corpos de prova é uma tira metálica de tamanho 300 x 35 x 1,5 mm. Devido às condições de simetria, apenas a metade da ferramenta e do corpo de prova foram incluídos nas simulações com condições de contorno e restrições apropriadas no modelo.

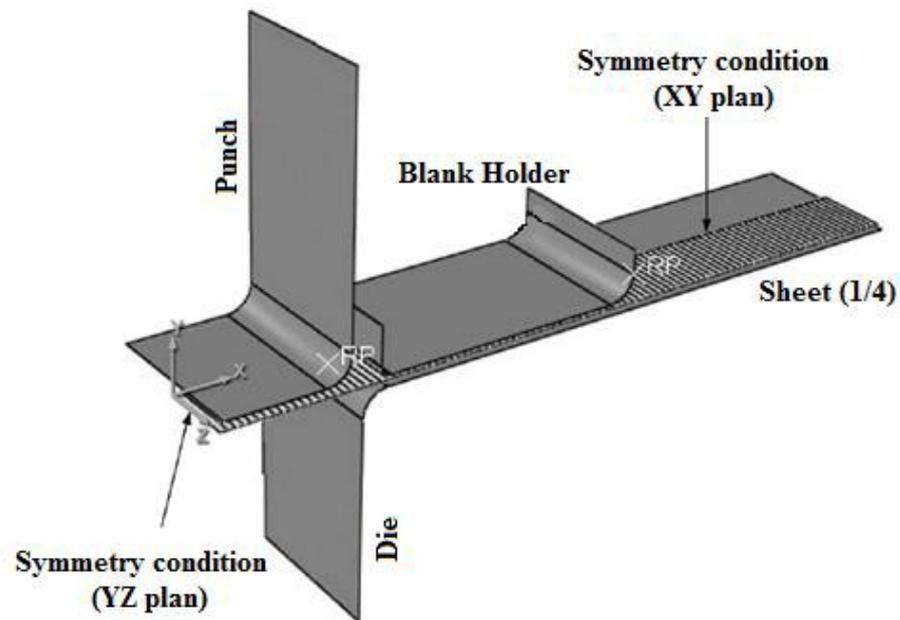
- Os resultados foram registrados em imagens digitais com extensão BMP (bitmap) e analisados no software AutoCAD<sup>®</sup> - para as medições de  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  e  $\rho$ ;
- Cada simulação foi dividida em duas partes: carregamento e descarregamento.



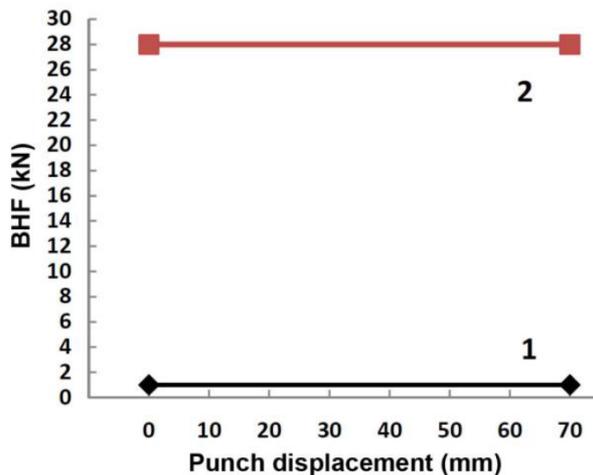
(a)



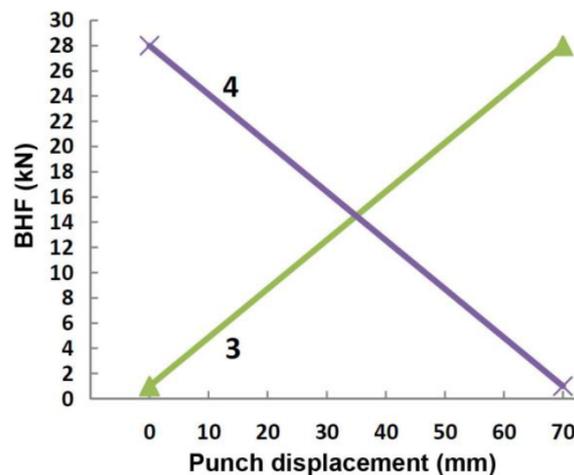
(b)



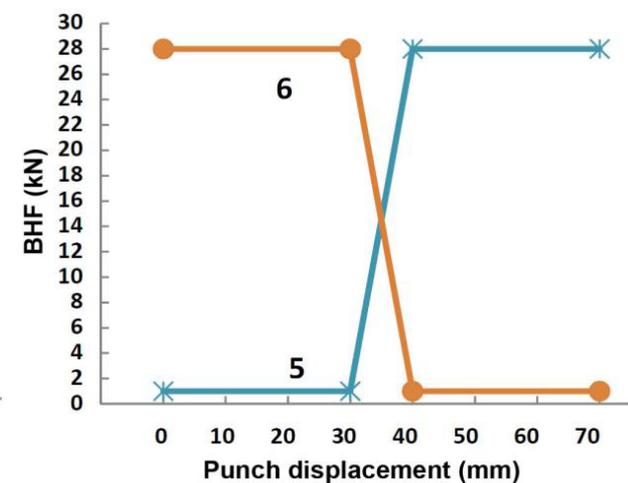
- Para avaliar a influência da pressão do prensa chapas em função do retorno elástico, foram testadas seis amplitudes de carga durante o processo de conformação;
- Nos intervalos 1 e 2 o BHF é aplicado constantemente durante o processo de embutimento entre 1 e 28 kN. Na amplitude 3, o BHF é aumentado linearmente de 1 kN, no início do processo de conformação, até 28 kN, no final. Na amplitude 4, o BHF é diminuído de 28 kN durante o início do processo até 1 kN na extremidade. Na amplitude 5, o BHF permanece como 1 kN até 30 mm de deslocamento do punção e aumenta até 28 kN, então é mantido constante até o final do processo. Na amplitude 6, o BHF se comporta inversamente para o caso 5.



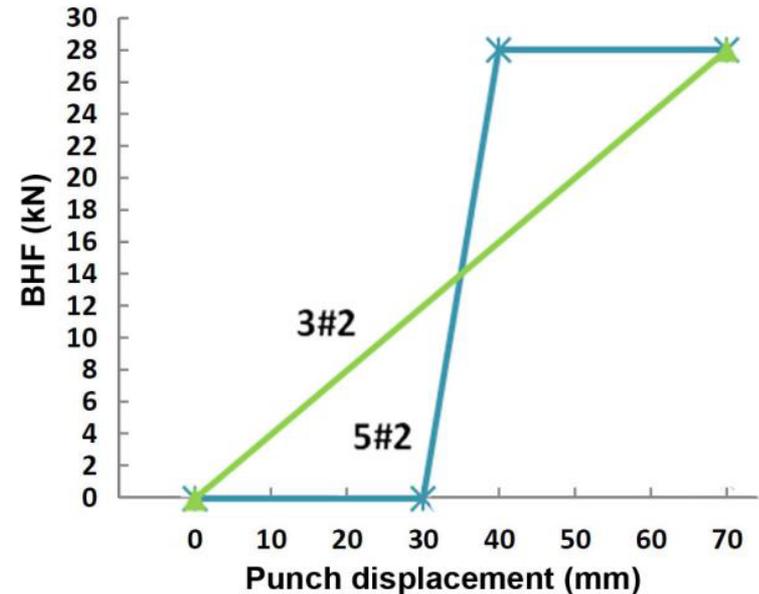
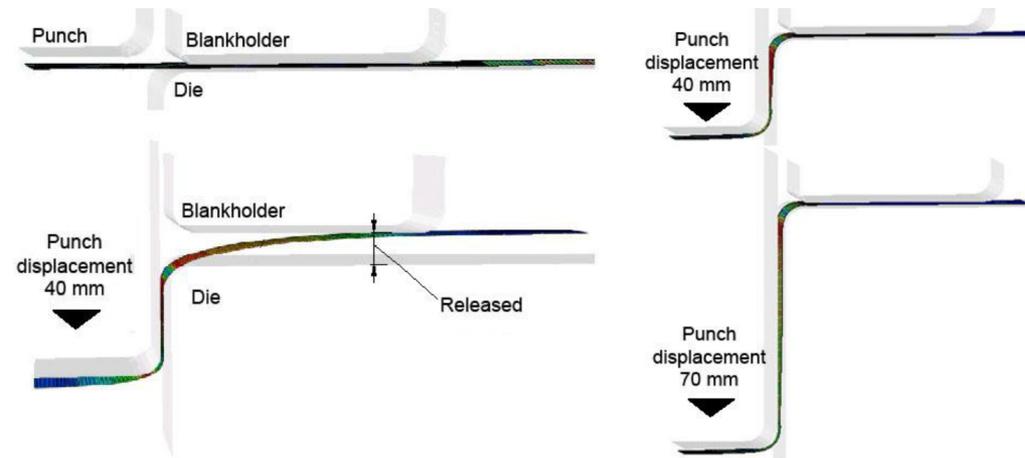
(a)



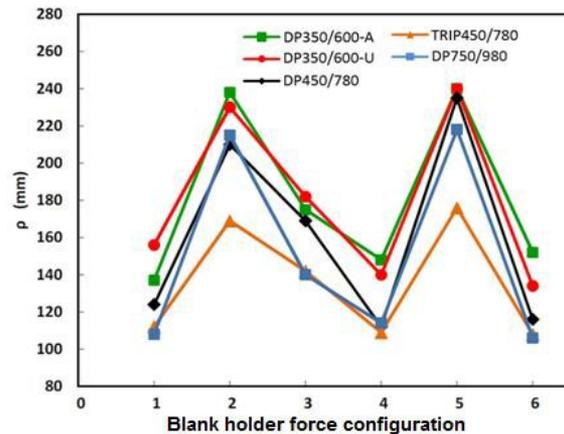
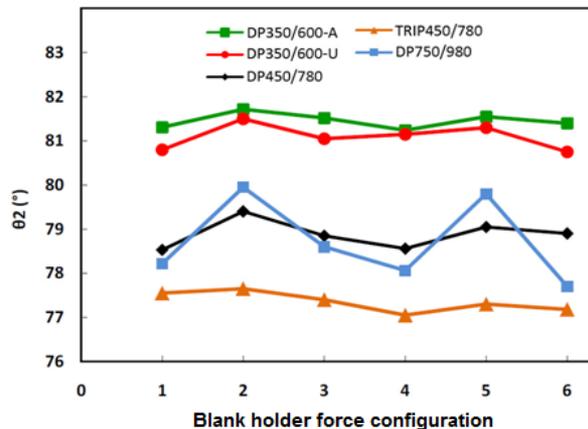
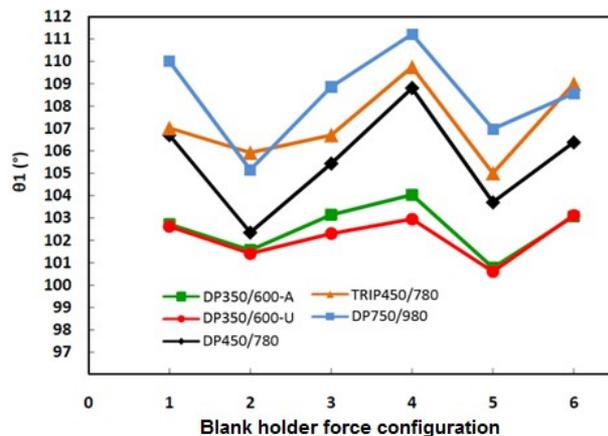
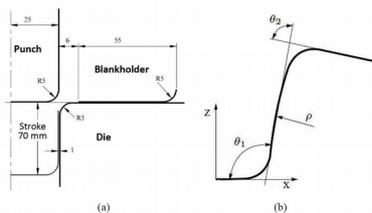
(b)



- Neste trabalho, duas configurações de prensa chapas foram testadas. Em primeiro lugar, o prensa chapas não se moveu na direção oposta ao sentido de deslocamento do punção, assim, quando a força é aplicada, a chapa não desloca o prensa chapas para cima;
- Na segunda configuração, o movimento do prensa chapas foi liberado na direção oposta da força. Assim, quando a força é aplicada, a chapa move-se para cima e desloca o prensa chapas para cima, devido ao deslocamento do punção;

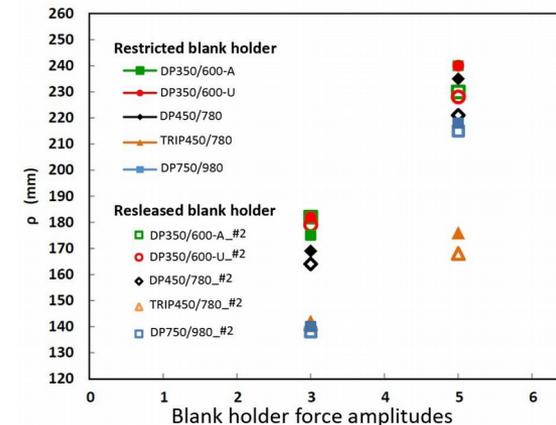
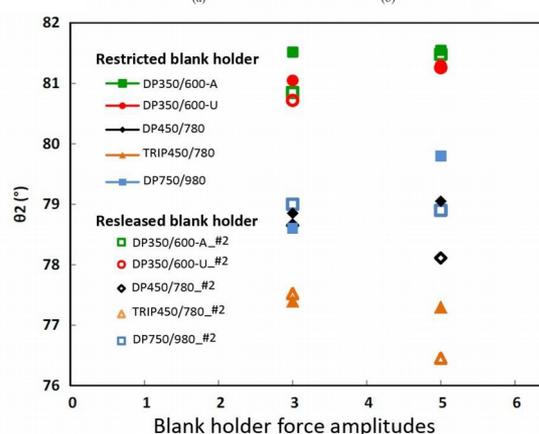
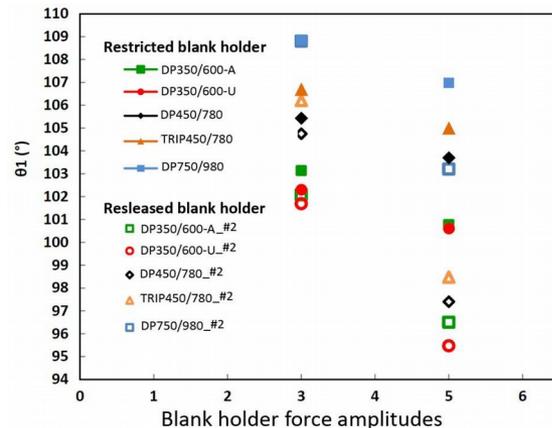
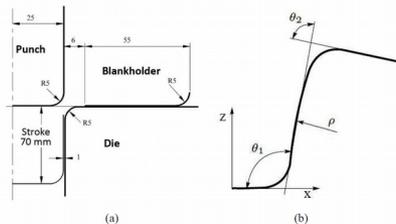


- Os resultados de retorno elástico obtidos com a configuração do prensa chapas restringido pela aplicação de seis amplitudes de BHF são ilustrados nas figuras abaixo. Em geral, os melhores resultados foram observados para as curvas 2, 3 e 5 e, em tais casos, o BHF maior foi aplicado no fim do processo;
- Em relação à mudança angular na parede  $\theta_1$ , em três dos cinco materiais testados, observou-se a menor ressalva para a configuração 5. Para os aços DP 750/980 e DP 450/780, o caso mais favorável ocorreu na curva 2. Configuração 3 é O terceiro melhor resultado em todos os casos. Para as mudanças angulares na flange  $\theta_2$  e no flanco da parede lateral ( $\rho$ ).

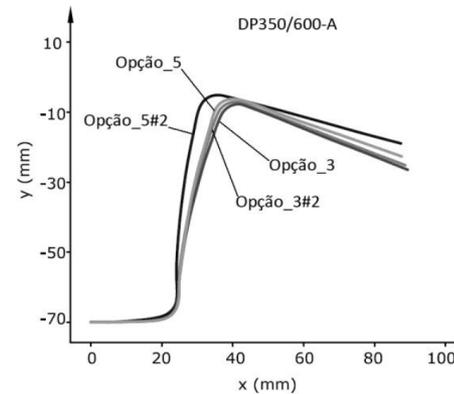


- O comportamento dos cinco materiais testados mostrou variação semelhante em relação a três tipos de refluxo, em comparação com seis níveis de BHF estudados.
- Tendência de aços com maior resistência mecânica sofrer mais com o retorno elástico. O aço DP, que apresentou níveis mais altos de retorno elástico, foi DP750 / 980, seguido de DP450 / 780 e, em seguida, os aços DP350 / 600 dos diferentes fornecedores que apresentam níveis significativamente mais baixos de retorno elástico, principalmente para  $\theta_1$  e  $\theta_2$ .
- O aço TRIP450 / 780 apresentou resistência mecânica menor do que o DP750 / 980, mas mostrou alteração angular  $\theta_2$  significativamente maior do que nos aços DP de maior resistência mecânica. Esse fato pode indicar uma influência dos efeitos da microestrutura do aço TRIP no retorno elástico;
- Os melhores resultados de retorno elástico foram alcançados com as opções do BHF com maior restrição da chapa que ocorre no final do processo.

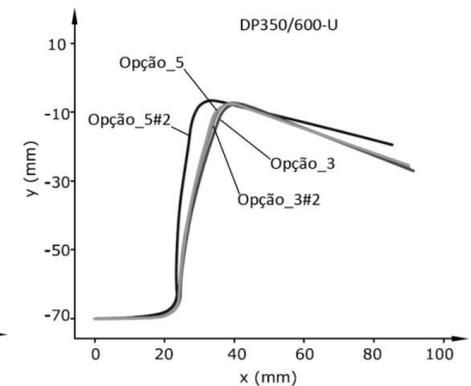
- Os resultados de retorno elástico obtidos com a configuração do prensa chapas liberado são mostrados na figuras abaixo. Em comparação com os resultados obtidos com a condição do prensa chapas com restrições. Pode-se observar que os resultados com a amplitude 5 diminuíram significativamente o retorno elástico, principalmente em  $\theta_1$ , entre  $3,78^\circ$  e  $6,43^\circ$ . A diferença de amplitude 3 estava dentro do intervalo de erro de medição;
- A liberação do prensa chapas no estágio inicial provoca o deslizamento livre da chapa no raio da matriz. Depois de mover o punção 30 mm, a força do prensa chapas aumenta para 28 kN, aplicando uma grande restrição ao deslizamento da chapa.



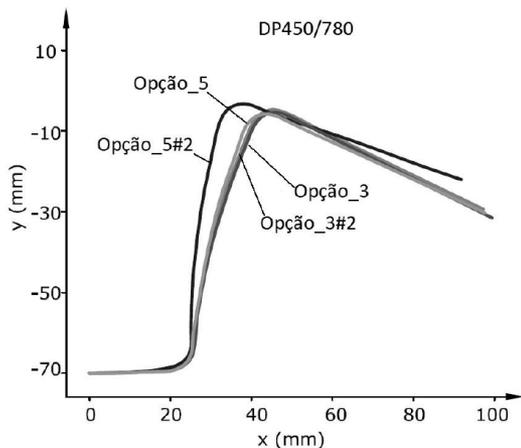
- Nas figuras abaixo, é possível comparar visualmente o efeito de diferentes configurações testadas para cada material. Em todos os aços é evidente a grande melhoria da opção 5 # 2.
- Retorno elástico nas configurações 3 e 5 com prensa chapas restrito e com o prensa chapas livre 3, 2 e 3, 5.



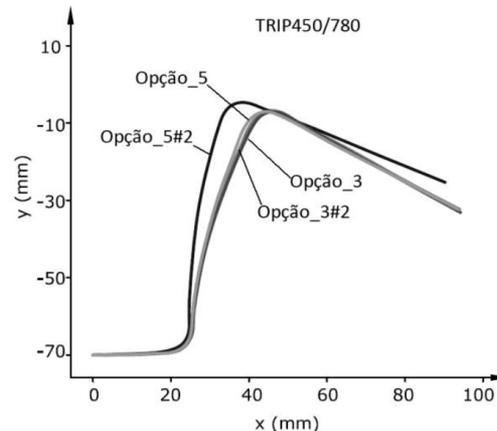
(a)



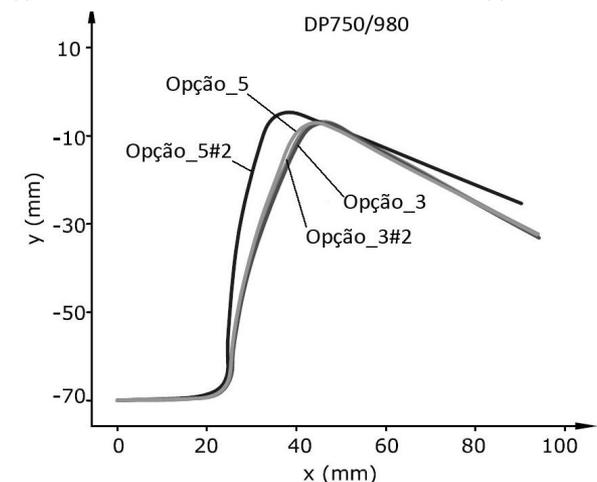
(b)



(c)



(d)



- Observou-se que o retorno elástico pode ser substancialmente reduzido ao libertar a chapa para deslizar na matriz com a ação nula do prensa chapas nos estágios iniciais e com alta aplicação de BHF no final do processo;
- Concluiu-se que é essencial aplicar altas cargas no prensa chapas a cerca de 58% do deslocamento do punção. As semelhanças entre os resultados das curvas 2, 3 e 5 (prensa chapas restrito) demonstram o acima citado, sendo consideravelmente melhores do que os outros do ponto de vista de melhorar os três modelos de retorno elástico ( $\theta_1$ ,  $\theta_2$  e  $\rho$ );
- Os cinco materiais testados mostraram tendências semelhantes quando submetidos a configurações de carga nível 1 (prensa chapas restrito) e 2 (prensa chapas liberado). As mudanças se tornam mais sensíveis aos materiais com maior resistência quando foi feita uma comparação no mesmo grupo de microestrutura.
- Observou-se também que, além da resistência mecânica, a microestrutura influencia significativamente o fenômeno de retorno elástico quando comparado dois aços com diferentes microestruturas.