



APRESENTAÇÃO DO SEMINÁRIO 5

ALUNO: Bruno Sergio de Brito

PROFESSOR: Paulo Victor P. Marcondes



EXPERIMENTAL AND NUMERICAL ANALYSIS ON STRAIN DEVELOPMENT DURING HOLE EXPANSION

Análise experimental e numérica sobre desenvolvimento de deformação durante expansão de furos

Autores: Gipiela, Woellner, Nikhare e Marcondes

➤ INTRODUÇÃO

- Uma das propriedades que define a conformabilidade da chapa é a expansão do furo. Durante a deformação, o furo se expande e falha nas arestas. Esta quantidade é calculada como a expansão percentual do furo inicial;
- De acordo com a literatura, aços de alta resistência (HSS) laminados a quente apresentam trincas nas bordas dos furos devido a imensas tensões circunferenciais;
- A capacidade de expansão do furo não depende apenas da ductilidade do material, depende da qualidade superficial da borda do furo;
- Criação de condições favoráveis para a nucleação e o crescimento de trincas radiais se a qualidade do furo não for adequada;
- Neste artigo, o método Nakazima com geometria reduzida é usado para estimar a curva CLC do aço HSLA440 e aço 1020.

➤ MATERIAIS E MÉTODOS

- As chapas de aço HSLA440 e 1020 com espessura de 1,5 mm foram considerados neste estudo;
- As propriedades mecânicas para ambos os aços estão nas tabelas abaixo junto aos parâmetros da Power Law que foram utilizados para ajustar a curva do material;
- Foram realizados testes de conformação para avaliar a CLC;

TABLE 1. Mechanical properties for HSLA440 steel

Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	K	n	E%
446	626	772	0.11	18.4

TABLE 2. Mechanical properties for 1020 mild steel

Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	K	n	E%
362	535	771	0.17	15.5

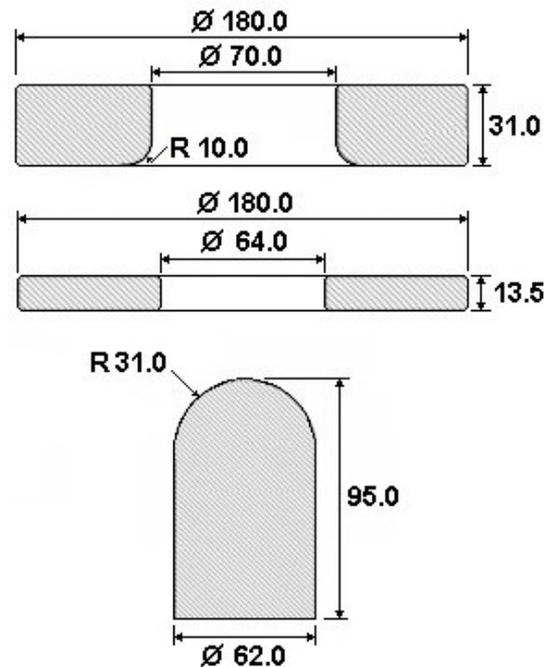
TABLE 3. Anisotropic values for HSLA440 steel

Strain ratio from experiment					Calculated stress ratio for ABAQUS [11]		
r_0	r_{45}	r_{90}	\bar{r}	Δr	R_{11}	R_{22}	R_{12}
0.988	1.015	0.568	0.897	-0.237	0.854	0.852	0.848

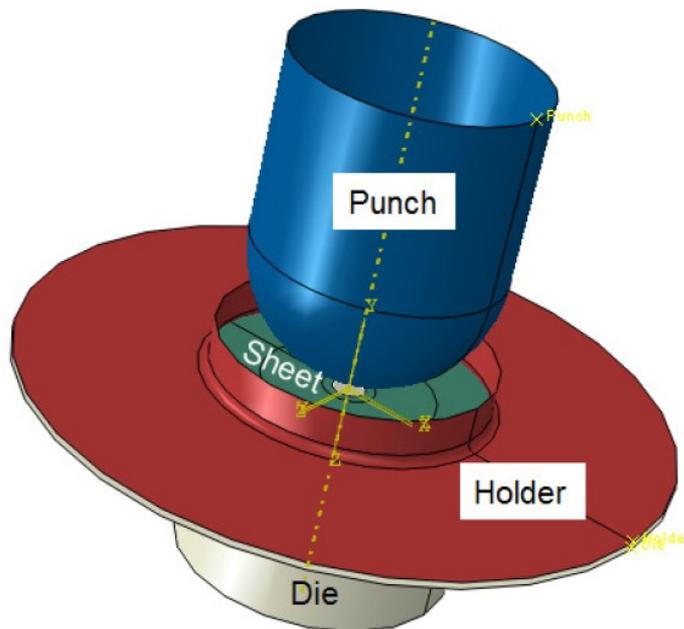
➤ MATERIAIS E MÉTODOS

➤ EXPERIMENTAL

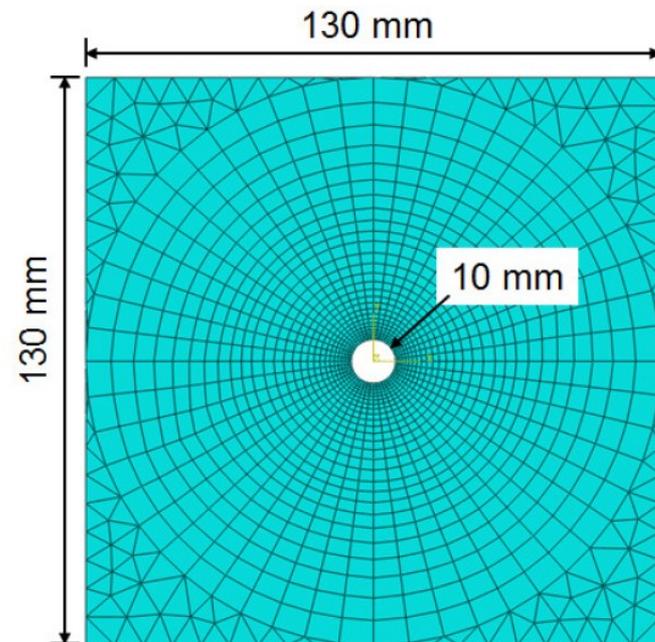
- Para gerar as tensões de limite desde a direção de encaminhamento uniaxial para biaxial, utilizou-se a prensa hidráulica tipo H de 100 toneladas com a ferramenta Nakazima;
- Foram utilizadas duas geometrias para os corpos de prova: 137 x 50 mm e 130 x 130 mm para plotar os 3 pontos da CLC;
- A grade de círculo de 4,2 mm de diâmetro foi gravada eletroquimicamente nos corpos de prova;
- Foi utilizado óleo mineral para lubrificação;
- A força do prensa chapas foi de 1000kN.



- Usando o ABAQUS / Explicit 6.13-2, os testes de expansão do furo foram investigados com uma abordagem de modelo tridimensional;
- Ferramental definido como elementos rígidos;
- Dois tipos de malha foram utilizados para o blank: S3R e S4R;
- Os dados de tensão verdadeira, determinados nos testes de tração, foram replicados pela Power Law e aplicados para definir as propriedades do material com endurecimento isotrópico para todas as simulações.

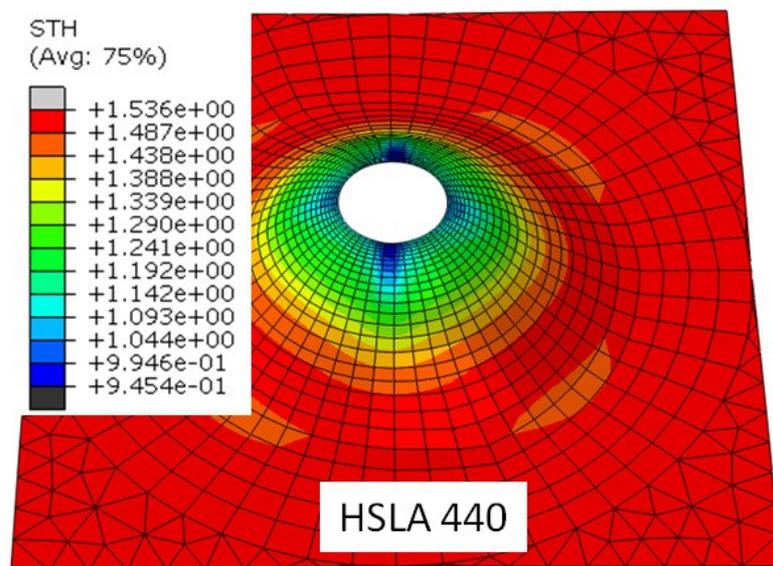
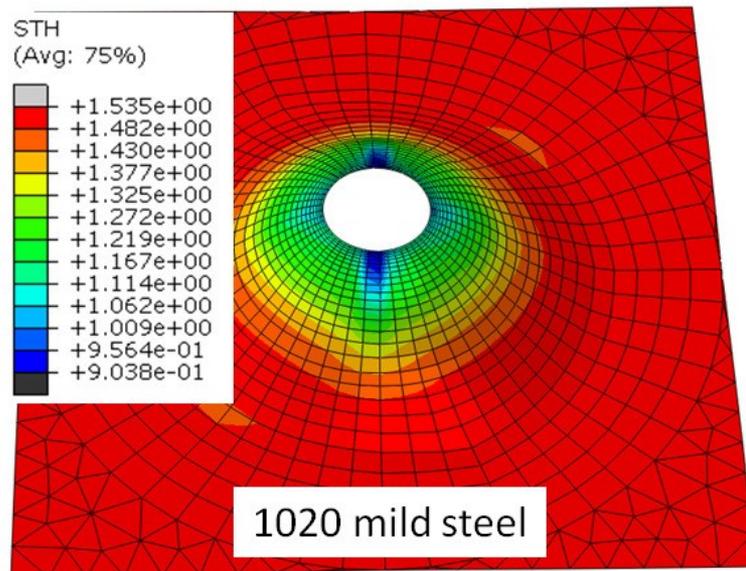


(a)



(b)

- Ambos os aços apresentaram pescoço em aproximadamente 24mm;
- Deformação Plana: observada no aço 1020 é de 39,7% e para o aço HSLA 440 é de 36,9%;
- No aço HSLA 440 a distribuição é mais uniforme em comparação com aço 1020.



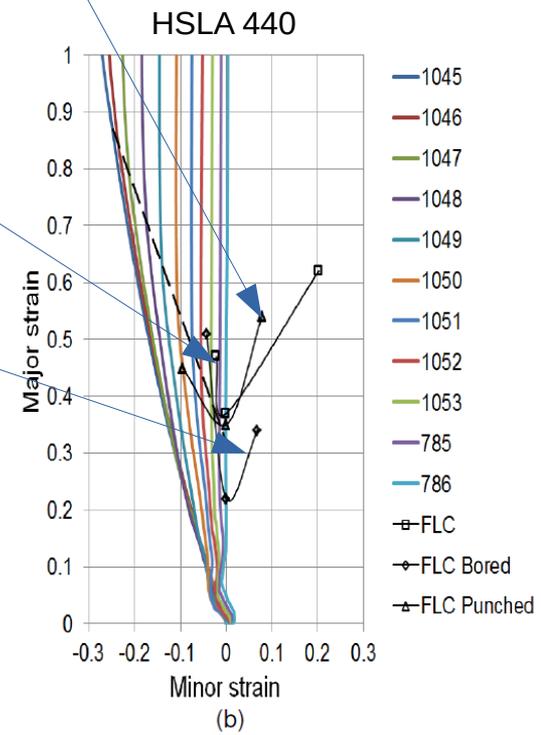
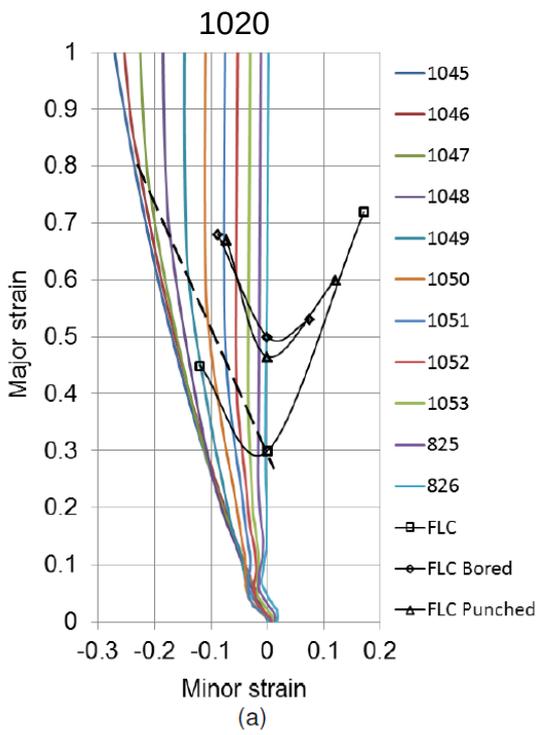
- O caminho de deformação dos elementos que apresentaram pescoço foi extraído e plotado como FLC, FLC Bored e FLC Punched;
- Pode ser observado que os caminhos de deformação se desviam no estágio de pescoço e fluem para cima;

Suporta maiores deformações em condição de estiramento

Curva muito íngreme para a condição biaxial

Condição favorável para embutimento

Processo melhorou a conformabilidade



- A conformabilidade do aço HSLA440 e 1020 foram estudadas neste processo de expansão do furo das chapas;
- Foram utilizadas três condições diferentes de chapa para avaliar a CLC: FLC, FLC Bored e FLC Punched;
- A presença do furo central nas chapas de ambos os materiais aumenta as curvas de deformação no lado esquerdo da CLC;