

Influência dos parâmetros de estampagem incremental na estampabilidade de chapas de alumínio puro

Influence of incremental sheet forming parameters on the formability of pure aluminum sheets marrow aspirate concentrate

Rafael Gustavo Schreiber¹, Maurício Kiniz Júnior¹,
Fernando Fiuza Filho¹, Lirio Schaeffer²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), Departamento de Processos Industriais, Rua Heitor Villa Lobos, 222, CEP 88506-400, Lages, SC, Brasil.

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Laboratório de Transformação Mecânica, Av. Bento Gonçalves, 9500, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil.

e-mail: rafael.schreiber@ifsc.edu.br, mkmk.junior@gmail.com, fernandofiuzaafilho@hotmail.com, schaefer@ufrgs.br

RESUMO

Neste trabalho foi avaliada a influência do raio da ferramenta, do incremento vertical e da velocidade de avanço na estampagem incremental de alumínio AA1100-H14 com espessura inicial 0,5 mm. Foram realizados dezoito experimentos para conformação de formatos de hiperboloide até que ocorresse a fratura do material. Todos experimentos foram realizados por meio de um braço robótico, que conduziu a ferramenta por uma trajetória pré-determinada. Após a realização dos experimentos foram gerados gráficos de superfície de resposta e foi conduzida análise de regressão múltipla, a fim de determinar uma equação para estimar a máxima deformação no processo em função dos parâmetros selecionados. Foi verificado que a maior estampabilidade no processo é obtida pela associação dos menores valores do raio da ferramenta, do incremento vertical e da velocidade de avanço. Sendo que o raio da ferramenta foi o parâmetro que apresentou maior influência na estampabilidade.

Palavras-chave: estampagem incremental; raio da ferramenta; alumínio; braço robótico.

ABSTRACT

In this work it was evaluated the influence of the tool radius, step-down and feed rate in the incremental sheet forming of aluminum AA1100-H14 with initial thickness 0.5 mm. Eighteen experiments were performed to form hyperboloid shapes until the material fractured. All experiments were performed using a robotic arm, which guided the tool along a predetermined path. After conducting the experiments, response surface graphics were generated and multiple regression analysis was conducted in order to determine an equation to estimate the maximum strain in the process as a function of the selected parameters. It was found that the highest formability in the process is obtained by the association of the lowest values of the tool radius, step-down and feed rate. The tool radius was the parameter that had the greatest influence on the formability.

Keywords: incremental sheet forming; tool radius; aluminum; robotic arm.

1. INTRODUÇÃO

A estampagem incremental é um processo de conformação mecânica, aplicado à fabricação de pequenos lotes de peças estampadas ou na prototipagem rápida, no desenvolvimento de novos produtos em chapas [1]. Recentemente, muitos estudos avaliam parâmetros de processo como o diâmetro da ferramenta, o incremento vertical, a rotação, a velocidade de avanço e a lubrificação, que influenciam significativamente na estampabilidade do material [2].

No processo de estampagem incremental, os limites de deformação são diferentes dos expressos na Curva Limite de Conformação (*Forming Limit Curve* - FLC), que é geralmente usada para delimitar os limites de estampabilidade no processo de estampagem convencional. A estampabilidade de um material na es-

tampagem incremental é melhor descrita pelo Diagrama Limite de Fratura (*Fracture Forming Limit Diagram* - FFLD).

O FFLD é definido como uma reta no primeiro quadrante do tipo $\varphi_r = a\varphi_c + b$ [3], onde φ_r se refere à deformação radial verdadeira, φ_c à deformação circunferencial verdadeira, enquanto a e b são os coeficientes angular e linear da reta. Sendo que o coeficiente angular pode ser considerado igual a “-1”, resultando em uma inclinação negativa no diagrama [4]. Além disso se verifica que no estado plano de deformação (quando $\varphi_c = 0$) a estampabilidade é extremamente elevada [5], e que em todos os casos, os valores apresentados no FFLD são superiores aos limites obtidos na FLC para estampagem convencional.

DO *et al.* [3] definiram as equações para o FFLD de dois alumínio (AL5052-O e AL3000), aço inoxidável (STS304) e titânio puro, com diferentes valores de espessura. Neste estudo o FFLD foi definido por meio da conformação incremental de três formatos: uma pirâmide com quatro lados ($\varphi_c = 0$), um canal reto em rampa ($\varphi_r \neq \varphi_c$), e um canal cruzado em rampa ($\varphi_r = \varphi_c$). Apesar da diferença entre os materiais e espessuras, o coeficiente angular do FFLD variou entre -0,98 e -1,04.

Se o coeficiente angular do FFLD for considerado -1, a deformação na espessura φ_s (obtida pela Equação 1) será constante, independentemente do tipo de deformação à qual a chapa foi submetida. E a partir da determinação da deformação em espessura é possível estimar a espessura final da chapa, conforme Equação 2.

$$\varphi_s = -(\varphi_r + \varphi_c) \quad (1)$$

$$s = s_0 \cdot e^{\varphi_s} \quad (2)$$

No entanto, como a estampabilidade do material varia com os parâmetros de processo utilizados na estampagem incremental, é possível obter diversos FFLD para um mesmo material, de acordo com os parâmetros utilizados, assim como apresentado nos estudos realizados por SCHREIBER e SCHAEFFER [6].

Outra forma de avaliar a estampabilidade de um material é através do ângulo máximo de parede atingido durante os experimentos, conforme utilizado por ZHANG, *et al.* [7]. No entanto, o método da FFLD permite melhor apresentação e comparação dos resultados.

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a estampabilidade de chapas de alumínio puro AA1100-H14, variando-se os parâmetros de raio da ferramenta, incremento vertical, e velocidade de avanço da ferramenta, mantendo constantes os parâmetros espessura da chapa e rotação da ferramenta.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram realizados dezoito experimentos de estampagem incremental utilizando chapas de alumínio AA1100-H14 com espessura inicial $s_0 = 0,5$ mm. Nestes experimentos foram estampados formatos de hiperboloide até que ocorresse a fratura das chapas, variando os parâmetros de raio da ferramenta (R_f), incremento vertical (Δz) e velocidade de avanço (a).

Todos os experimentos foram executados através de um braço robótico de marca ABB e modelo IRB140, o qual conduziu a ferramenta de ponta semiesférica na trajetória programada para cada experimento. Na mesma base do braço robótico foi montado um dispositivo para fixação das chapas a serem conformadas. Todos os experimentos foram realizados até que fosse identificada a primeira fratura na peça. Na Figura 1(a) é apresentado o braço robótico que foi utilizado nos experimentos. Enquanto na Figura 1(b) é apresentada a ação da ferramenta estampando a chapa em uma vista em corte com indicação do dispositivo de fixação das chapas, constituído por uma base e um prensa chapas.

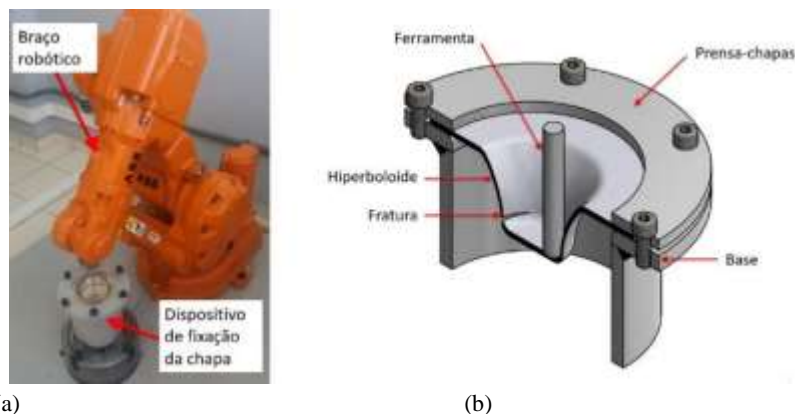


Figura 1: Braço robótico (a) e Dispositivo para realização dos experimentos (b).

Antes do início de cada experimento foi depositada uma fina camada de 5 mL de óleo VG100 por meio de uma pipeta sobre a superfície a ser estampada.

Na Figura 2(a) é apresentado o formato de hiperboloide estampado, com diâmetro inicial de 80 mm e um raio lateral de 60 mm. Esse formato possibilita a formação de um novo ângulo de parede para cada incremento da ferramenta sobre a peça, de forma que esse ângulo aumente gradativamente de θ_0 a θ à medida que a espessura inicial s_0 diminui gradativamente até a espessura final s e ocorra a fratura da chapa em uma profundidade máxima h . Na Figura 2(b) é apresentada a trajetória da ferramenta nos experimentos, sendo que essa trajetória também foi utilizada nos experimentos de RAUCH *et al.* [8], conferindo maior precisão geométrica às chapas estampadas do que com trajetórias diferentes.

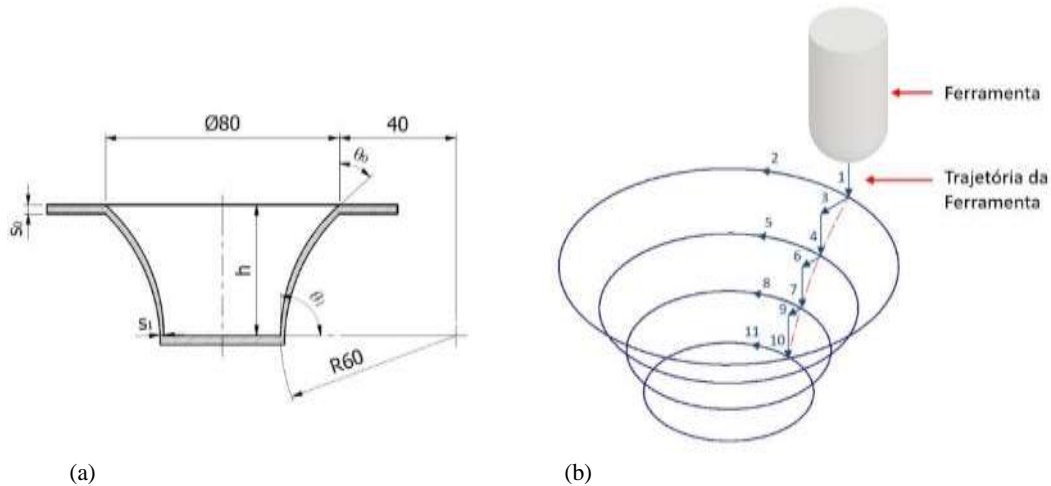


Figura 2: Hiperboloide: Vista em corte (a) e Trajetória da ferramenta (b).

A análise das deformações obtidas em cada peça estampada foi realizada por meio de gravação de uma grade de círculos com tinta spray cor preta fosca sobre as chapas, com diâmetro $d = 2,5 \text{ mm}$. Após a deformação esses círculos transformaram-se em elipses, e a determinação das deformações foi realizada por meio da medição dessas elipses. Para determinação das máximas deformações obtidas em cada peça foi medida, por meio de escala graduada flexível, a largura e o comprimento da primeira elipse inteira ao lado da fratura. Sendo que no caso do hiperboloide obtêm-se o modo de deformação plana. Na Figura 3 é indicada a geometria dos círculos gravados nas chapas antes da deformação (com diâmetro d) e seu formato elíptico obtido após o estado plano de deformações (com comprimento d_1) e utilizado para calcular a deformação radial φ_r por meio da Equação 3.

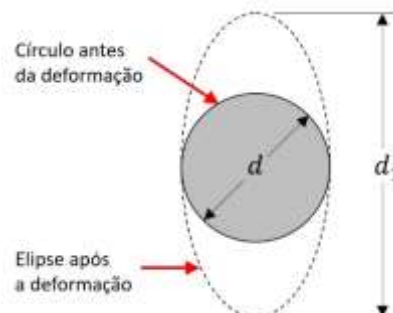


Figura 3: Representação do círculo gravado nas chapas e da elipse formada na conformação da chapa.

$$\varphi_r = \ln\left(\frac{d_1}{d}\right) \quad (3)$$

Os parâmetros selecionados nos experimentos foram: raio de ferramenta de 2,5 mm, 5 mm e 7,5 mm; incremento vertical de 0,5 mm e 1 mm; e velocidade de avanço de 20 mm/s, 40 mm/s e 80 mm/s. Sendo realizado um experimento para cada combinação de parâmetros, totalizando dezoito experimentos.

Para estes experimentos foi necessária a utilização de três ferramentas com ponta semiesférica (cada uma com um raio diferente), sendo todas fabricadas em aço SAE1045 temperado e revenido.

Na Figura 4 é mostrado como ocorreu a ruptura em um dos dezoito experimentos, sendo indicado o local onde ocorreu a fratura e a elipse selecionada para determinação da deformação máxima obtida no experimento.

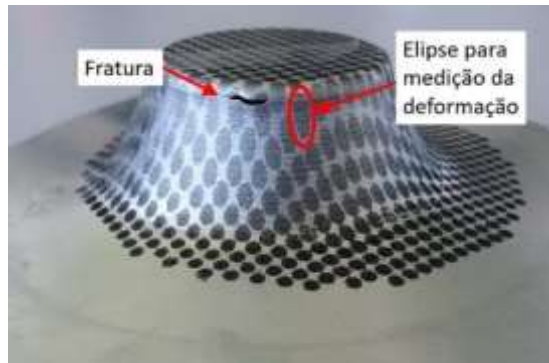


Figura 4: Local da fratura na chapa e identificação da elipse para medição das deformações

Considerando o coeficiente angular de cada FFLD igual a -1 foi determinado o FFLD para cada corpo de prova ensaiado de acordo com a combinação dos parâmetros utilizados.

3. RESULTADOS

Após a realização dos dezoito experimentos de conformação de hiperbolóides variando os parâmetros de raio de ferramenta, incremento vertical e avanço de ferramenta, foi elaborada a Tabela 1 com os resultados de profundidade em que ocorreu a fratura (h) e deformação radial máxima obtida (φ_r).

Tabela 1: Avaliação da influência dos parâmetros de estampagem incremental na deformação máxima para AA1100-H14 com espessura inicial 0,5mm.

Nº	R _f (mm)	Δz (mm)	a (mm/s)	h (mm)	φ _r (-)
1	2,5	0,5	20	31,5	1,25
2	2,5	1,0	20	28,0	1,06
3	2,5	0,5	40	30,0	1,06
4	2,5	1,0	40	28,0	1,06
5	2,5	0,5	80	30,0	1,06
6	2,5	1,0	80	28,0	1,06
7	5,0	0,5	20	26,5	0,99
8	5,0	1,0	20	26,0	0,96
9	5,0	0,5	40	27,0	1,03
10	5,0	1,0	40	25,0	0,92
11	5,0	0,5	80	28,0	1,06
12	5,0	1,0	80	25,0	0,92
13	7,5	0,5	20	26,0	0,96
14	7,5	1,0	20	24,0	0,88
15	7,5	0,5	40	24,0	0,88

Nº	R _f (mm)	Δz (mm)	a (mm/s)	h (mm)	φ _r (-)
16	7,5	1,0	40	23,0	0,83
17	7,5	0,5	80	24,0	0,88
18	7,5	1,0	80	22,0	0,79

Com base nos dados obtidos na segunda série de experimentos e apresentados na Tabela 1 também foram construídos os gráficos de superfície de resposta combinando os dados de entrada compostos pelo de raio da ferramenta (R_f), incremento vertical (Δz) e avanço de ferramenta (a) com os dados de saída de deformação máxima (φ_r), conforme indicado na Figura 5.

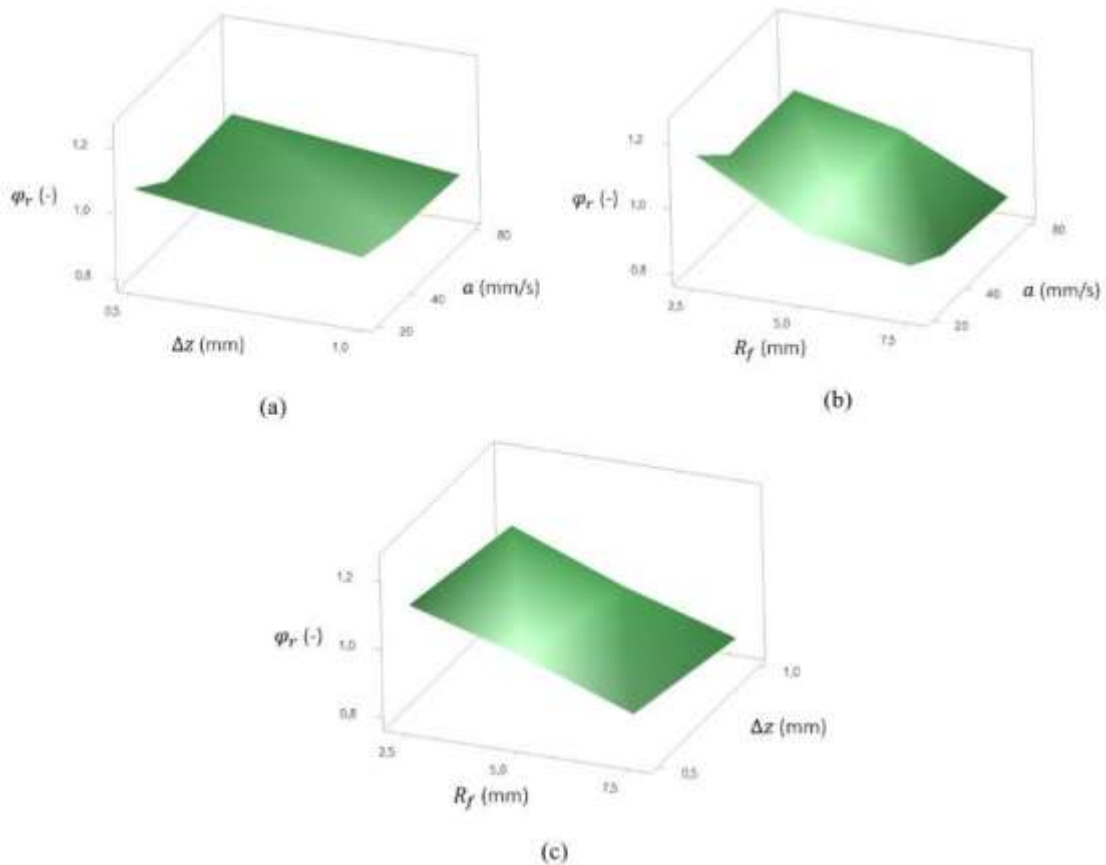


Figura 5: Gráficos de superfície de resposta para deformação φ_r em AA1100-H14: Incremento vertical x Velocidade de avanço (a), Raio de ferramenta x Velocidade de avanço (b) e Incremento vertical x Raio de ferramenta (c).

No primeiro gráfico, indicado na Figura 5(a), verifica-se que são obtidas maiores deformações nas chapas estampadas quando se utiliza menores incrementos verticais associados à menores velocidades de avanço. No entanto, a velocidade de avanço apresenta pouca influência nas deformações.

No segundo gráfico, indicado na Figura 5(b) é possível identificar que são obtidas maiores deformações nas chapas estampadas quando se utiliza menores raios de ferramenta. No entanto, a velocidade de avanço da ferramenta apresenta pouca influência nas deformações, assim como no gráfico anterior.

O terceiro gráfico, apresentado na Figura 5(c), identifica que as maiores deformações nas chapas estampadas são obtidas quando são associados aos menores valores de raio de ferramenta com o menor incremento vertical.

A partir de uma análise de regressão múltipla foi possível determinar a Equação 4, que é a equação de regressão para determinar a posição do diagrama limite de fratura por meio da deformação φ_r para AA1100-H14.

$$\varphi_r = 1,3542 - 0,04433R_f - 0,1533\Delta z - 0,000792a \quad (4)$$

Na Equação 4 foram consideradas a influência do raio da ferramenta, do incremento vertical e da velocidade de avanço da ferramenta. Esta equação foi obtida considerando um coeficiente de determinação $R^2 = 85,93\%$. Na Figura 6 é apresentado o percentual de influência de cada parâmetro no coeficiente de determinação.

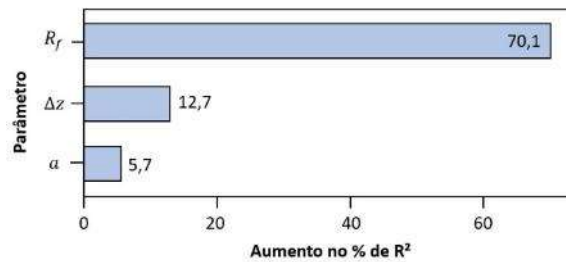


Figura 6: Impacto das variáveis para aumento percentual no valor de R^2 para determinação da deformação ϕ_r em AA1110-H14.

Na Figura 7 é apresentado o Diagrama Limite de Fratura (FFLD) para cada experimento realizado, onde é possível verificar que as maiores deformações podem ser obtidas combinando menores valores de raio de ferramenta com menores incrementos verticais.

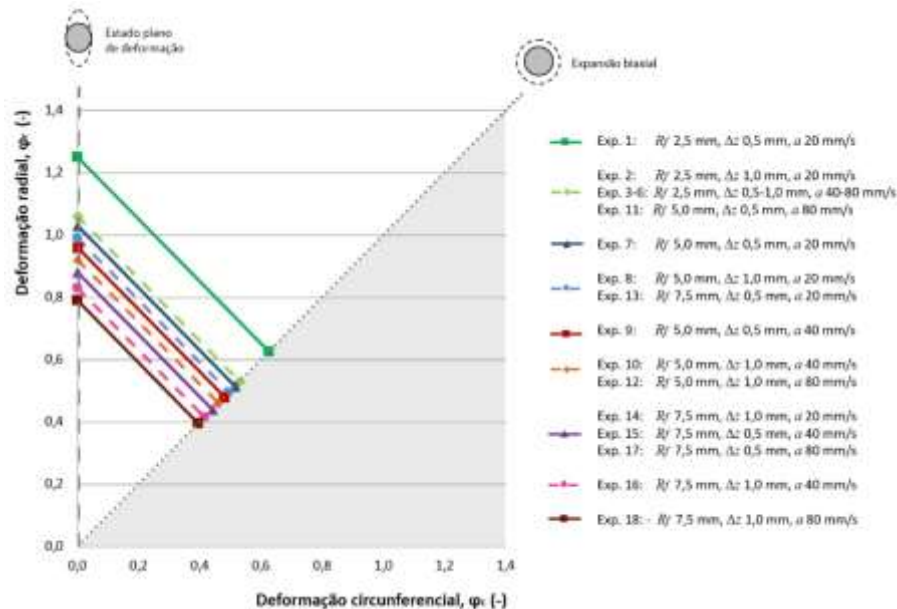


Figura 7: Diagramas Limite de Fratura (FFLD) para cada experimento realizado com alumínio AA1100-H14

4. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com os experimentos realizados neste trabalho denotam uma clara tendência: o raio da ferramenta é o parâmetro que apresenta maior influência na estampabilidade do material analisado, seguido do incremento vertical e, por último, da velocidade de avanço da ferramenta – considerando-se que os demais parâmetros do processo se mantenham constantes. De forma semelhante, nos estudos de GATEA *et al.* [9], ao compararem duas ligas de titânio, obtiveram a conclusão de que o parâmetro mais influente na estampabilidade foi o raio da ferramenta, seguido pelo incremento vertical e pelo avanço da ferramenta, assim como verificado no presente estudo. A seguir serão discutidas a influência de cada parâmetro do processo em comparação com a literatura, e em seguida são discutidas as interações entre os parâmetros.

4.1 Raio da Ferramenta (R_f)

Assim como constatado neste trabalho, nos estudos de HUSSAIN *et al.* [10], realizados para titânio comercialmente puro, também constatou-se o efeito da diminuição do raio da ferramenta resulta no aumento da estampabilidade.

PRADELLA *et al.* [11] analisaram a influência do raio da ferramenta na estampagem incremental de chapas de PVC, verificando também que diminuir a dimensão da ferramenta resulta em aumento da deformação máxima obtida no processo.

No trabalho de MARTINS *et al.* [4] a razão de triaxialidade (σ_m/σ_{eq}) foi utilizada para explicar o motivo de o limite de deformação ser maior na estampagem incremental que na estampagem convencional. Já que a diminuição do raio na estampagem incremental diminui a razão de triaxialidade, permitindo maiores deformações, enquanto que com raios maiores essa razão aumenta e o processo se assemelha à estampagem convencional, na qual menores deformações podem ser obtidas.

AL-GHAMDI e HUSSAIN [12] estabeleceram a relação ideal entre raio de ferramenta e espessura inicial da chapa como $R_f \approx 2,2 s_0$, sendo que à medida que o valor do raio da ferramenta se distancia (tanto acima quanto abaixo) desta relação se torna mais iminente a ruptura da chapa. O resultado obtido no presente estudo é coerente com essa relação, pois à medida que o raio da ferramenta aumenta, mais se distancia desta relação e menor foi a estampabilidade obtida.

4.2 Incremento Vertical (Δz)

Quanto maior for o valor de incremento vertical utilizado, menor será o tempo necessário para realização do processo de estampagem incremental [6, 8, 13, 14]. No entanto a estampabilidade será menor, como verificado no presente trabalho e que está de acordo com o verificado em diversos outros trabalhos [13, 15, 16].

Elevados valores de incremento vertical resultam em elevadas tensões no processo [17], e conseqüente menor capacidade de deformação plástica do material [10]. HAM e JESWIET [18] afirmaram que o incremento da ferramenta sobre a chapa gera redução de espessura e pode ocasionar um ponto de instabilidade no material, iniciando uma trinca. Sendo assim, a utilização de elevado valor de incremento faz com que a trinca se propague mais rapidamente, diminuindo assim a capacidade de deformação do material.

No trabalho de SCHREIBER e SCHAEFFER [6] foi realizada estampagem incremental na liga AA1200-H14 variando somente o incremento vertical e a rotação da ferramenta, sendo verificado que a maior estampabilidade foi obtida pela combinação dos menores valores de incremento com os mais elevados valores de rotação da ferramenta.

4.3 Avanço (a)

Assim como verificado neste trabalho, nos estudos de FAN *et al.* [16] observou-se que, para a liga de magnésio AZ31, a redução da velocidade de avanço aumenta a estampabilidade da chapa, o que foi constatado pelo aumento do ângulo de parede máximo.

Adicionalmente, observou-se no estudo de BARUAH *et al.* [19] que a velocidade de avanço é o parâmetro menos significativo para o aumento da estampabilidade no processo de estampagem incremental, sendo possível utilizar valores elevados de avanço para reduzir o tempo de processo, sem perda significativa no limite de deformação. Fato este que também foi verificado por RAUCH *et al.* [8], bem como nos experimentos realizados no presente trabalho.

Segundo HUSSAIN *et al.* [10] a influência do avanço na estampabilidade está relacionada à taxa de deformação, de modo que quanto menor for a velocidade de avanço, menor também será a taxa de deformação, resultando em maior capacidade de deformação do material.

4.4 Combinação de Parâmetros

A seleção dos parâmetros utilizados na Equação 4 permite estimar a máxima deformação a ser obtida no processo de estampagem incremental, aplicada a chapas de alumínio puro AA1100-H14 com espessura inicial de 0,5 mm. A escolha de cada parâmetro pode ser orientada pela influência de cada parâmetro, conforme indicada pelas constantes presentes nesta equação.

BHATTACHARYA *et al.* [15] analisaram a relação entre vários parâmetros de estampagem incremental para a liga de alumínio AA5052, concluindo que a diminuição do incremento vertical e do raio da ferramenta contribui para o aumento da estampabilidade.

SILVA *et al.* [17] explicam que a combinação dos parâmetros de avanço e incremento vertical é essencial para determinar a otimização do tempo de processamento da peça.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou uma análise experimental conduzida por meio de dezoito experimentos de estampagem incremental em chapas de alumínio de elevada pureza AA1100-H14 com espessura inicial de 0,5 mm, variando os parâmetros de raio de ferramenta, incremento vertical e velocidade de avanço. Após esta análise é possível concluir que:

- A maior estampabilidade no processo de estampagem incremental foi obtida pela combinação dos menores valores do raio da ferramenta, do incremento vertical e da velocidade de avanço;
- O parâmetro mais influente na estampabilidade é o raio da ferramenta, seguido do incremento vertical e da velocidade de avanço da ferramenta;
- A partir da análise experimental realizada neste estudo foi possível estimar a deformação máxima na estampagem incremental, pela combinação dos parâmetros selecionados.

6. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho teve apoio do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC). Por isso os autores agradecem ao IFSC pelo destino de recursos para realização da pesquisa.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] STÖRKLE, D.D., MÖLLENSIEP, D., THYSSEN, L., *et al.* Geometry-dependent parameterization of local support in robot-based incremental sheet forming, *Procedia Manuf.*, v. 15, pp. 1164-1169, 2018.
- [2] KUMAR, N., SINGH, A., AGRAWAL, A., Formability Analysis of AA1200 H14 Aluminum Alloy Using Single Point Incremental Forming Process, *Trans. Indian Inst. Met.*, v. 73, n. 7, pp. 1975-1984, 2020.
- [3] DO, V.-C., PHAM, Q.-T., KIM, Y.-S., Identification of forming limit curve at fracture in incremental sheet forming, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, v. 92, n. 9-12, pp. 4445-4455, 2017.
- [4] MARTINS, P.A.F., BAY, N., SKJOEDT, M., *et al.* Theory of single point incremental forming, *CIRP Ann. - Manuf. Technol.*, v. 57, n. 1, pp. 247-252, 2008.
- [5] PARK, J.J., KIM, Y.H., Fundamental studies on the incremental sheet metal forming technique, *Journal of Materials Processing Technology*, v. 140, n. 1-3 SPEC., Amsterdam, pp. 447-453, 2003.
- [6] SCHREIBER, R.G., SCHAEFFER, L., Manufacture of absorber fins for solar collector using incremental sheet forming, *J. Mater. Res. Technol.*, v. 8 (1), n. 1, pp. 1132-1140, 2019.
- [7] ZHANG, S., TANG, G. H., WANG, W., *et al.* Evaluation and optimization on the formability of an AZ31B Mg alloy during warm incremental sheet forming assisted with oil bath heating, *Meas. J. Int. Meas. Confed.*, v. 157, p. 107673, 2020.
- [8] RAUCH, M., HASCOET, J.Y., HAMANN, J.C., *et al.* Tool path programming optimization for incremental sheet forming applications, *CAD Comput. Aided Des.*, v. 41, n. 12, pp. 877-885, 2009.
- [9] GATEA, S., LU, B., CHEN, J., *et al.* Investigation of the effect of forming parameters in incremental sheet forming using a micromechanics based damage model, *Int. J. Mater. Form.*, v. 12, n. 4, pp. 553-574, 2019.
- [10] HUSSAIN, G., GAO, L., ZHANG, Z.Y., Formability evaluation of a pure titanium sheet in the cold incremental forming process, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, v. 37, n. 9-10, pp. 920-926, 2008.
- [11] PRADELLA, M. P., FOLLE, L. F., Estudo dos parâmetros de estampagem incremental para PVC TT - Study of incremental sheet forming process of PVC, *Matéria (Rio Janeiro)*, v. 21, n. 4, pp. 1094-1104, 2016.
- [12] AL-GHAMDI, K.A., HUSSAIN, G., Threshold tool-radius condition maximizing the formability in SPIF considering a variety of materials: Experimental and FE investigations, *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, vol. 88, Elsevier, Amsterdam, pp. 82-94, 2015.
- [13] KIM, Y.H., PARK, J.J., Effect of process parameters on formability in incremental forming of sheet metal, *J. Mater. Process. Technol.*, v. 130-131, n. 3, pp. 42-46, 2002.
- [14] CENTENO, G., BAGUDANCH, I., MARTÍNEZ-DONAIRE, A.J., *et al.* Critical analysis of necking and fracture limit strains and forming forces in single-point incremental forming, *Mater. Des.*, v. 63, pp. 20-29, 2014.
- [15] BHATTACHARYA, A., MANEESH, K., REDDY, N.V., Formability and Surface Finish Studies in Single Point Incremental Forming, *J. Manuf. Sci. Eng.*, v. 133, no. December, pp. 061020.1-061020.8, 2011.
- [16] FAN, G., GAO, L., HUSSAIN, G., *et al.* Electric hot incremental forming: A novel technique, *Int. J. Mach. Tools Manuf.*, v. 48, n. 15, pp. 1688-1692, 2008.

- [17] SILVA, P.J., LEODIDO, L.M., SILVA, C.R.M., Analysis of incremental sheet forming parameters and tools aimed at rapid prototyping, *Key Eng. Mater.*, v. 554-557, pp. 2285-2292, 2013.
- [18] HAM, M., JESWIET, J., Single point incremental forming and the forming criteria for AA3003, *CIRP Ann. - Manuf. Technol.*, v. 55, n. 1, pp. 241-244, 2006.
- [19] BARUAH, A., PANDIVELAN, C., JEEVANANTHAM, A.K., Optimization of AA5052 in incremental sheet forming using grey relational analysis, *Measurement*, v. 106, Elsevier Ltd, Oxford, pp. 95-100, 2017.

ORCID

Rafael Gustavo Schreiber <https://orcid.org/0000-0002-6443-7469>
Maurício Kiniz Júnior <https://orcid.org/0000-0001-7307-5730>
Fernando Fiuza Filho <https://orcid.org/0000-0001-9065-3213>
Lirio Schaeffer <https://orcid.org/0000-0002-3427-2405>