

ESTUDO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DA LIGA DE ALUMÍNIO AA8011

Antônio Marcos Cardoso ¹
Caique Movio Pereira de Souza ²
Rebeca Ribas de Oliveira ³
Vinicius Torres dos Santos ⁴
Vanessa Seriacopi ⁵
Rene Ramos de Oliveira ⁶
Wilson Carlos da Silva Junior ⁷

RESUMO

As propriedades do alumínio, como baixo peso específico e boa resistência mecânica de suas ligas, o tornam atraente para diversas aplicações, em uma indústria que cada vez mais avança tecnologicamente e visa desenvolver novos materiais e novas aplicações das ligas existentes, visando à redução de custos. As chapas da liga de alumínio AA 8011 possuem duas propriedades mecânicas que são importantes em produtos laminados, trata-se da combinação da alta conformabilidade com boa resistência mecânica. Essas propriedades aumentam a aplicação da liga em diversas áreas como embalagens alimentícias, utensílios domésticos, componentes da indústria automotiva e outros. Neste estudo, a liga de alumínio AA 8011 foi laminada em diferentes graus de deformação, variando entre 9,75% e 25,4% e cinco corpos de prova sofreram recozimento em cinco temperaturas diferentes, que variaram de 100°C a 320°C, por 1 hora. Os corpos de prova foram submetidos a ensaio de tração para a realizar o levantamento dos valores das propriedades mecânicas, determinação da curva de encruamento e de recozimento, e caracterização microestrutural. Os resultados obtidos apresentam valores de tenacidade média de 72,5 J.m⁻³, módulo de resiliência 2,09 J.m⁻³, valores de dureza, microestruturas, em conjunto com as curvas de encruamento e recozimento, que apresentaram parâmetros que permitem vislumbrar novas possibilidades de aplicação desta liga.

Palavras chave: Alumínio AA8011, Conformação Mecânica, encruamento recozimento.

9º Congresso Internacional do Alumínio
9 e 10 de abril de 2024
São Paulo – SP – Brasil.

- 1 – Mestrando – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP.
- 2 - Doutorando – Universidade Presbiteriana Mackenzie.
- 3 – Bolsista de Iniciação Científica do CNPq – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP.
- 4 – Engenheiro de Pesquisa & Desenvolvimento – Termomecânica São Paulo.
- 5 – Professora Doutora – Instituto Mauá de Tecnologia.
- 6 – Professor Doutor – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN.
- 7 - Professor Doutor - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP.

1. INTRODUÇÃO

O alumínio é o terceiro elemento mais abundante da crosta terrestre, sendo que do volume total deste metal, tem-se 84% obtidos pela bauxita, que é basicamente óxido de alumínio hidratado, e 16% são alumínio denominado secundário, aquele obtido pela fundição de sucatas e pela reciclagem (RAHIMI, 2015).

O Brasil é um dos maiores produtores de alumínio, em função das grandes reservas de bauxita, encontradas principalmente nos estados do Pará e Minas Gerais (SOUZA, 2019.) O alumínio comparado a outros metais apresenta: baixo peso específico, baixo ponto de fusão, alta resistência à corrosão, boa condutividade elétrica, alta resistência mecânica e alta condutividade térmica (ZARZAR, 2021).

Dentre as ligas de alumínio que vêm sendo mais desenvolvidas, destacam-se as da série 8xxx (SHACKELFORD, 2008). As ligas de alumínio da série 8xxx são compostas por binários, principalmente de Al-Li, Al-Fe, Al-Sn e ternários Al-Cu-Li, Al-Mg-Si, Al-Fe-Si (BARBOSA, 2014). A versatilidade da liga AA 8011 é um dos principais fatores que a torna uma das mais utilizadas ligas de alumínio na atualidade, com aplicações em produtos derivados de chapas e folhas finas. Como toda liga do sistema Al-Fe-Si, as transformações microestruturais são extremamente dependentes das condições iniciais da fundição, da composição química e das condições termomecânicas de processamento (LIMA, 2016).

A liga AA 8011 é frequentemente usada para fabricar embalagens, satélites, radiadores, capas e outros (MA, 2015). Com a expansão do campo de aplicação e o aumento da produção da liga de alumínio AA 8011, vem ocorrendo o desenvolvimento de tecnologias referentes principalmente aos processos de laminação e recozimento (VELMANIRAJAN, 2014), que têm apresentado melhorias nas propriedades mecânicas (KUMAR, 2018), maior produtividade/qualidade e a redução do custo (CUI, 2019). Assim, processos razoáveis de laminação e recozimento tornam-se a tecnologia chave para a AA 8011 (PRASAD, 2018).

Para ampliar o espectro de aplicabilidade desta liga, é necessário que procedimentos termomecânicos sejam experimentados para adequar as possíveis combinações de relação conformabilidade/resistência mecânica e, deste modo, atender às especificidades relativas à fabricação dos diferentes produtos derivados como chapas e folhas (LIMA, 2006).

Toda sequência de tratamentos termomecânicos a ser empreendido numa linha de produção deve considerar os parâmetros iniciais para que as propriedades mecânicas do produto final, chapas ou folhas, estejam dentro dos valores exigidos pelas especificações de cada produto (RYU, 2002).

A compreensão das características microestruturais leva ao entendimento do desempenho mecânico das ligas da série 8XXX; com isso a liga AA 8011 com ferro apresenta diminuição na plasticidade, podendo levar a concentradores de tensão, nucleação de trincas e poros. Porém, o elemento ferro em fases secundárias pode atuar no refino dos grãos e com isso melhorar as suas propriedades de alongamento. Já o silício ocasiona a redução da probabilidade de ocorrência de poros nos processos de laminação e contribui para redução do tamanho médio dos grãos (ZHANG, 2020). Este trabalho analisou as propriedades mecânicas da liga AA 8011 e a microestrutura, após variações nas condições de tratamentos térmicos e mecânicos verificadas por ensaio de tração, microdureza Vickers e caracterizações microestruturais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foi utilizada uma chapa da liga de alumínio AA8011 com as dimensões de 353 x 265 x 7,1 mm, para obtenção dos corpos de prova para os ensaios de tração. As dimensões utilizadas para o corpo de prova seguiram a norma ASTM E8M, e são mostrados na figura 1.

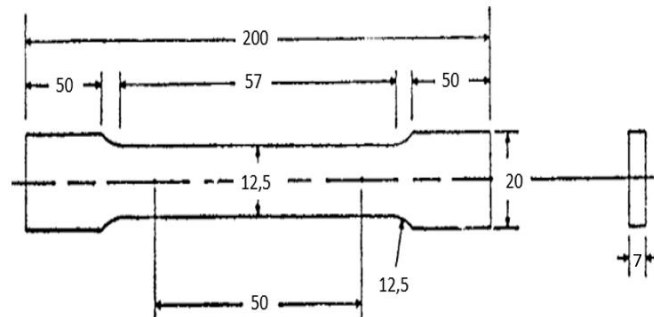


Figura 1: Dimensões dos corpos de prova empregado para o ensaio de tração.
Fonte: Própria do autor.

As amostras foram submetidas ao corte por método de eletroerosão a fio em uma máquina de eletroerosão da marca Resitron modelo RTW 1200, seguindo a norma ABNT MB-4. A placa após o corte e os corpos de prova obtidos são mostrados na figura 2.



Figura 2: a) Chapa, b) corpo de prova obtido após corte através do método de eletroerosão a fio.
Fonte: Própria do autor.

Os corpos de prova passaram por laminação a frio a partir da espessura inicial ($7,1 \pm 0,1$ mm) para as espessuras de 6,5 mm, 6,2 mm, 6,0 mm e 5,7 mm (etapa 2) e apenas os corpos de provas selecionados passaram para a espessura de 5,3 mm (etapa 3). Nessa etapa de deformação, a laminação foi realizada em um minilaminador do tipo ourives, com dois cilindros reversíveis de diâmetro de 55,0 mm, e velocidade de rotação de 18 rpm (quando livre de esforços).

A taxa de deformação média por passe foi de $1,8 \text{ s}^{-1}$. Para garantir um bom acabamento superficial, durante a laminação foi utilizado lubrificante durante todo o processo. A tabela 1 apresenta os resultados obtidos durante a laminação.

O recozimento foi realizado em um forno tipo mufla, sendo que os corpos de prova foram aquecidos a uma taxa de $10^\circ\text{C}/\text{min}$. Foram selecionados seis corpos de prova para serem realizados o processo de recozimento com a temperatura variando entre 100°C e 320°C . Os corpos de prova foram submetidos a este tratamento térmico visando à obtenção da curva de recozimento, enquanto as demais amostras foram

avaliadas por meio do coeficiente de encruamento. A tabela 2 mostra as temperaturas de recozimento e em quais corpos de prova foram aplicadas.

Tabela 1 - Dimensionamento das amostras durante a laminação.

Corpo de Prova	Espessura Inicial (mm)	Espessura Final (mm)	Redução (%)
1	7,1	5,7	19,7
2	7	5,4	22,9
3	7,1	5,3	25,4
4	7	6	14,3
5	7,2	6,5	9,7
6	7,1	5,3	27,4
7	7	6,2	11,4
8	7,1	5,3	25,4
9	7,1	5,3	25,4
10	7,1	5,3	25,4
11	7,2	5,3	26,4

Fonte: Própria do autor.

Tabela 2 – Temperatura de Recozimento por amostra.

Corpo de Prova	Temperatura de Recozimento (°C)
2	320
3	100
8	150
9	200
10	250
11	300

Fonte: Própria do autor.

A preparação dos corpos de prova para os ensaios de tração foi realizada conforme normas ASTM E345 e ASTM E8M. Foi usada uma máquina de ensaio de tração da marca EMIC, modelo DL 60000. As propriedades mecânicas foram obtidas por tração uniaxial (limite de escoamento, limite de resistência à tração e alongamento nas direções longitudinal e transversal de laminação).

A tenacidade do material, empregando-se a área abaixo da curva do gráfico tensão x deformação, e utilizando-se uma adaptação do método numérico de integração regra do trapézio, denominado regra do trapézio para segmentos desiguais (CHAPRA, 2008). Esta regra consiste geometricamente em aproximar a integral de uma curva, pelas áreas de trapézios descritos sob esta curva, determinados por retas $f(x_1)$ até $f(x_2)$ em um passo ' x_1 ' até ' x_2 ', $f(x_2)$ até $f(x_3)$ em um passo ' x_2 ' até ' x_3 ', e assim sucessivamente como mostrado na figura 3. Onde a linha azul é a curva que descreve a função na qual está sendo aplicada a integração, e as regiões hachuradas são as áreas dos trapézios aplicados à curva. Desta forma o resultado da integral pela regra do trapézio para segmentos desiguais. Sendo que ' h_1, h_2, \dots, h_n ' são as bases dos trapézios multiplicando-se suas respectivas alturas médias.

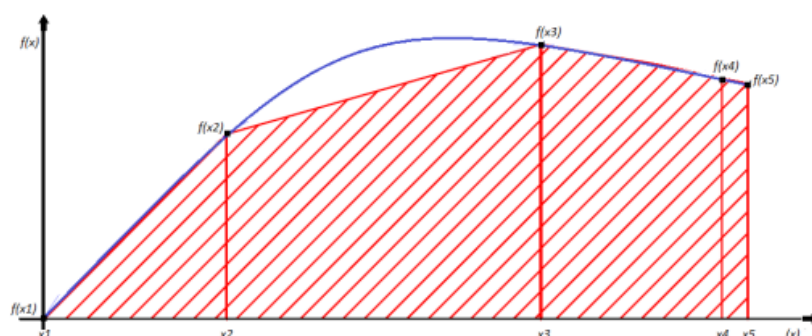


Figura 3: Regra do Trapézio para segmentos desiguais.
Fonte: Almeida,2018.

As análises de microdureza Vickers utilizaram 500 gf e foram realizadas nos corpos de prova atacados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 4a mostra o efeito da recristalização na estrutura de grãos de uma amostra encruada, onde é possível ver o grão no sentido da laminação. Enquanto na 4b é notado também um alongamento dos grão na direção da laminação, foram encontrados muito pites de corrosão existentes na microestrutura devido à existência do elemento Fe. O elemento Fe em AA 8011 é uma impureza nociva, que tem influência na resistência à corrosão. O alongamento dos grãos isso ocorre devido ao número de passes de laminação na amostra serem maiores, e com isso ocorre o aumento da deformação, a microestrutura do material fica fina e não ocorreu a recristalização. Admitindo-se que estes resultados ocorreram devido a baixas frações volumétricas não comprometem o domínio elástico (tensão de escoamento), mas acaba influenciando de forma significativa na plasticidade do material (alongamento) em temperatura elevadas.

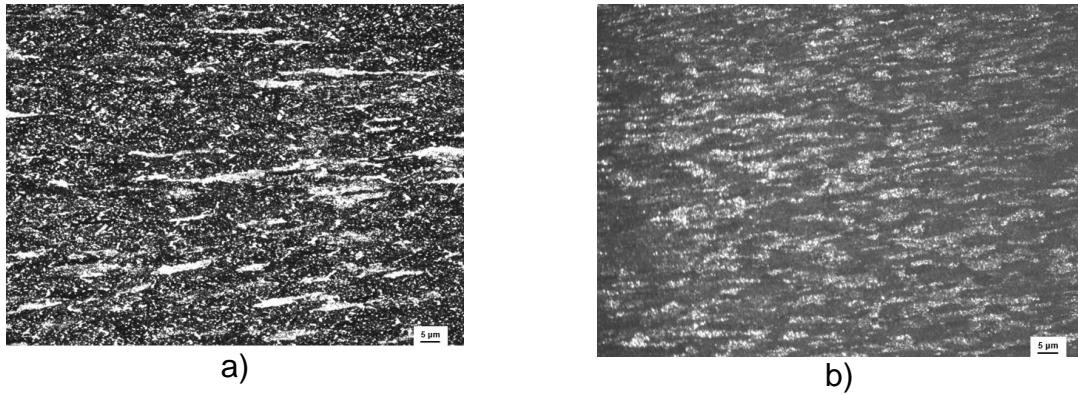


Figura 4: Microestrutura ótica a) corpo de prova 6 e b) corpo de prova 11 com aumento de 50x.

Fonte: Própria do autor.

A figura 4a apresenta uma microestrutura de microscopia eletrônica de varredura (MEV) do corpo de prova 5, com a menor deformação entre os corpos de provas. É possível notar grãos não orientados, ao contrário da figura 4b do corpo de prova 6, que sofreu a maior deformação 27,4% onde é possível notar que os grãos estão orientados.

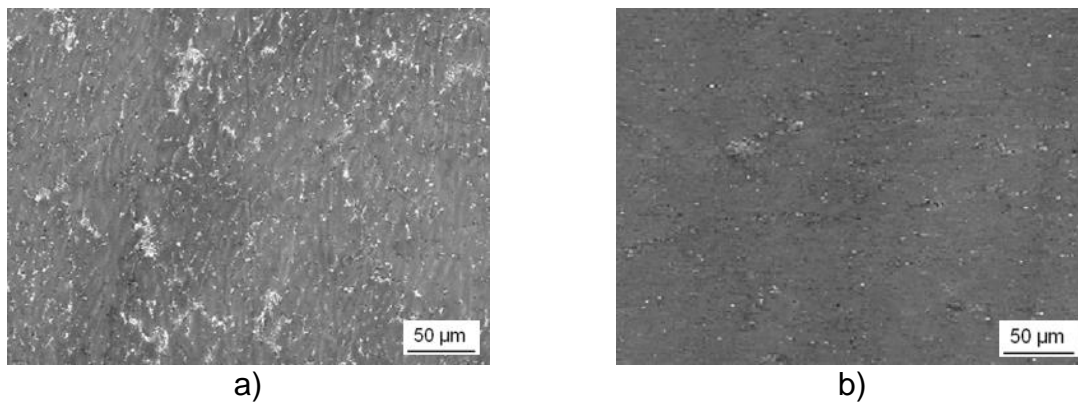


Figura 4: Microestrutura eletrônica de varredura por elétrons secundários a) corpo de prova 5 e b) corpo de prova 5 com aumento de 500x.

Fonte: Própria do autor.

A figura 5a apresenta a microestrutura do corpo de prova 3, na qual o grão é alongado ao longo da direção da laminação existe impureza na amostra devido à presença Fe, sendo o ferro é uma impureza nociva, que tem influência sobre a resistência à corrosão. A figura 5b apresenta o corpo de prova 11 onde é possível ver que ocorreu uma recristalização.

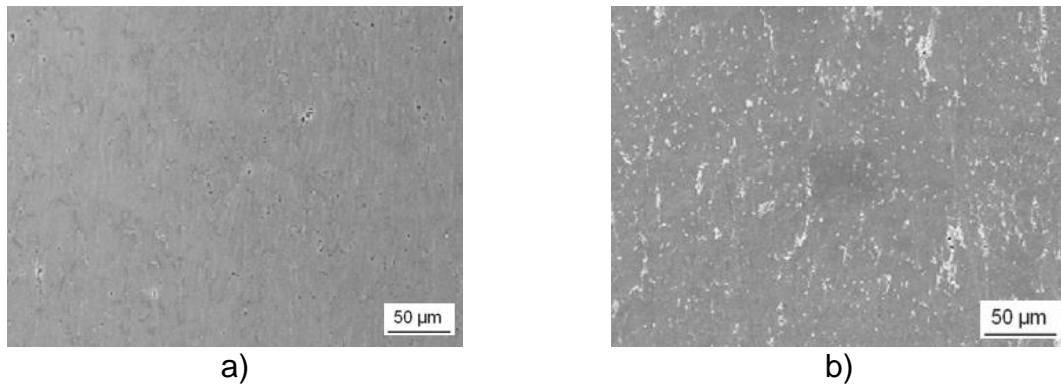


Figura 5: Microestrutura eletrônica de varredura por elétrons secundários a) do corpo de prova 3 e b) corpo de prova 10 com aumento de 500x.
 Fonte: Própria do autor.

A Tabela 3 apresenta a composição química para a liga 8011 de acordo com a NBR6834 (2000), e a média da composição química obtida por EDS, sendo que o mapa obtido durante a realização do EDS é mostrado na figura 6.

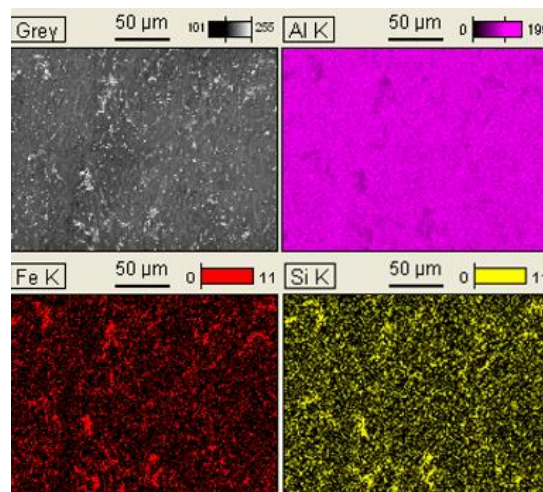


Figura 6: Mapa da composição química da liga AA 8011.
 Fonte: Própria do autor.

Tabela 3 – Composição química da liga AA 8011.

Elementos	NBR	EDS
Si	0,5 – 0,9	0,7
Fe	0,6 – 1,0	0,8
Mg	0,05	0,02
Mn	0,20	0,16
Cr	0,05	0,03
V	0,05	---
Al	Restante	98,29

Fonte: Própria do autor.

Referente aos resultados da microdureza Vickers, as regiões escolhidas para tais endentações tomaram como referência as regiões distintas da amostra, a interface direita, centro e interface esquerda, os valores médios de cada corpo de prova laminado são mostrados na tabela 4.

Tabela 4 – Efeito do percentual de deformação resultante do processo de laminação na microdureza Vickers dos corpos de prova, em escala crescente.

Corpo de Prova	% de deformação - laminação	Microdureza (HV _{0,5})
5	9,7	46,17
7	11,4	49,31
4	14,3	52,39
1	19,7	54,34
6	27,4	55,27
Média	-	51,10
Desvio Padrão	-	3,33

Fonte: Própria do autor.

A figura 7 apresenta um gráfico de Microdureza x % de deformação resultante da laminação, onde é possível constar que quanto maior a deformação nos corpos de prova, maior o valor obtido de microdureza dos corpos de prova.

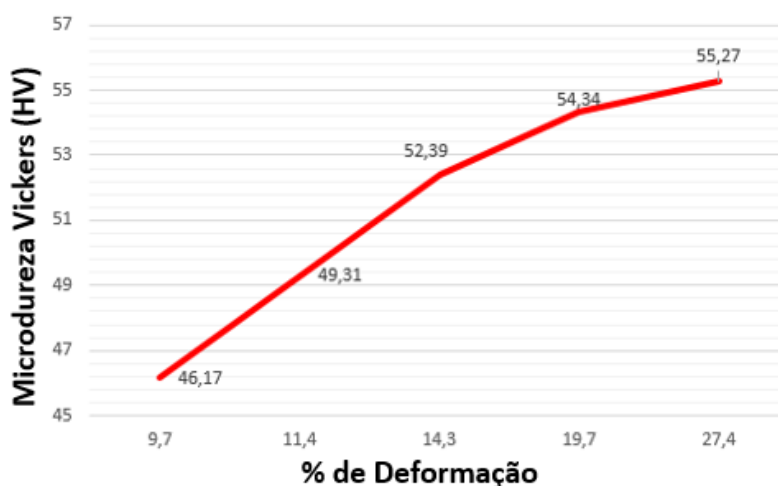


Figura 7: Gráfico Microdureza x % de deformação

Fonte: Própria do autor.

O mesmo procedimento foi realizado para os corpos de provas recozidos, os resultados obtidos são mostrados na tabela 5.

Tabela 5 – Composição química da liga AA 8011.

Temperatura de Recozimento (°C)	% de deformação	Microdureza (HV _{0,5})	Corpo de Prova
100	25,4	52,72	3
150	25,4	52,39	8
200	25,4	50,68	9
250	25,4	48,17	10
300	26,4	42,84	11
320	22,9	55,60	2
	Média	50,4	
	Desvio Padrão	4,44	

Fonte: Própria do autor.

A figura 8 apresenta o gráfico microdureza x temperatura, onde nota-se uma queda devido ao aumento de temperatura, que ocasiona um redirecionamento de grãos, e quando a temperatura se aproxima do ponto crítico do alumínio (350°C) o valor da microdureza Vickers aumenta devido a recristalização como visto no corpo de prova 2.

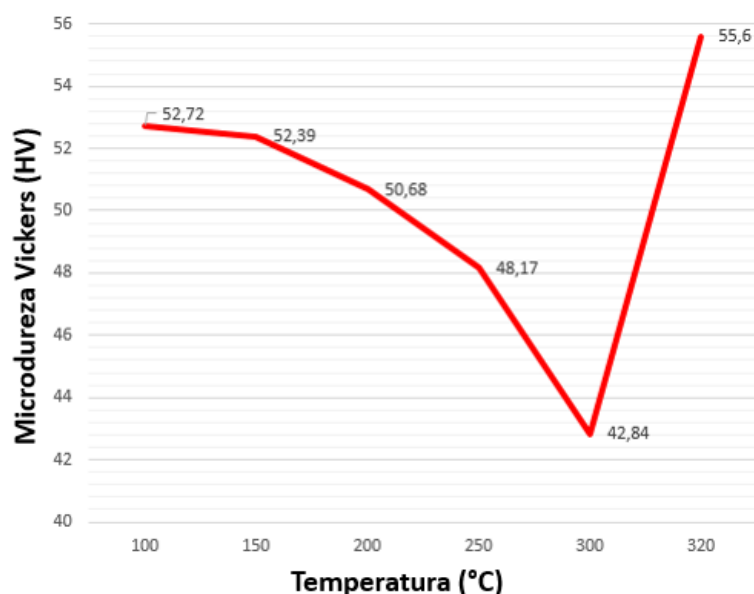


Figura 8: Gráfico Microdureza x temperatura

Fonte: Própria do autor.

Os resultados dos ensaios de tração, analisados segundo a norma ABNT NBR ISO 6892-1:2013, são fornecidos na figura 9 apresentando-se o gráfico de todos os corpos de prova sendo gerado pelo software que coletou os dados em tempo real.

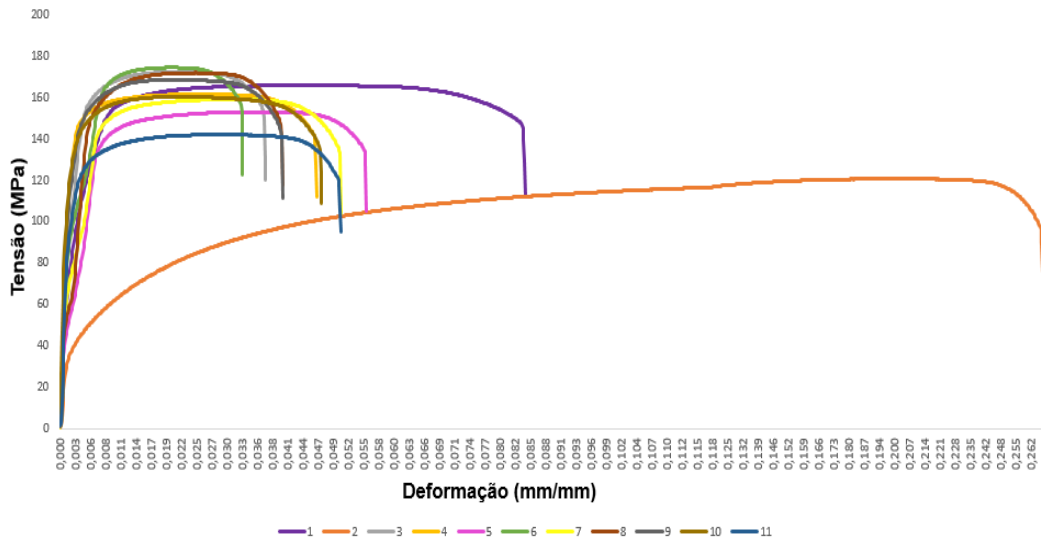


Figura 9: Gráfico Tensão x Deformação.
 Fonte: Própria do autor.

Com base na figura 9, é possível notar que a maioria dos corpos de prova tiveram comportamentos similares. Na figura 10 é possível ver que as amostras que passaram somente por laminação, foi notado que houve um aumento na resistência mecânica do corpo de prova 7, já que apresentou o maior valor de encruamento 0,091 com isso quando maior foi a redução da chapa maior o valor da resistência obtida.

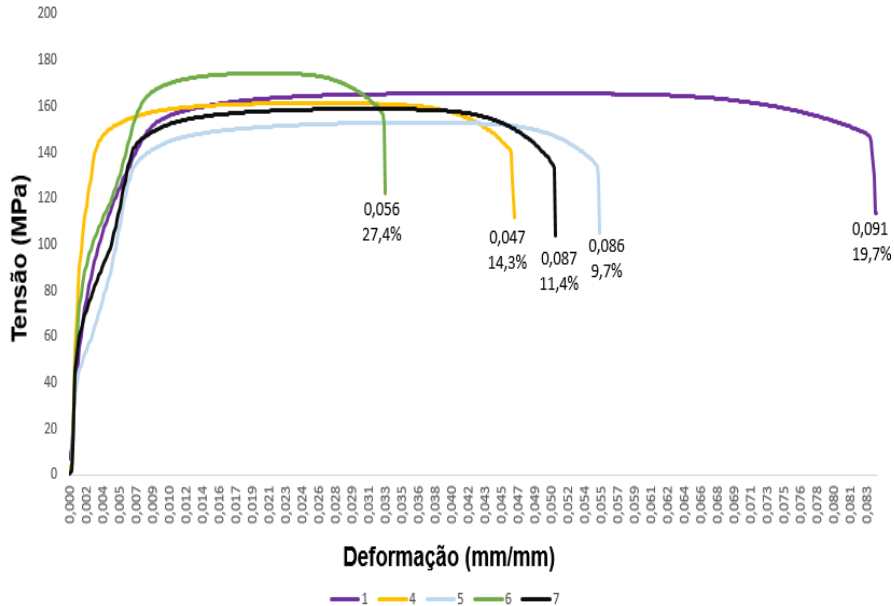


Figura 10: Gráfico Tensão x Deformação de Engenharia dos corpos de prova apenas laminados.
 Fonte: Própria do autor.

As amostras recozidas, tem os resultados mostrados na figura 11, o corpo de prova 2 apresentou um alongamento de 36%, o dobro do valor médio dos demais corpos de provas, porém apresentou um valor de tensão máxima abaixo dos outros; isso pode

estar relacionado ao processo de recozimento realizado na amostra, onde foi possível verificar que o corpo de prova sofreu um aumento no valor de resistência mecânica.

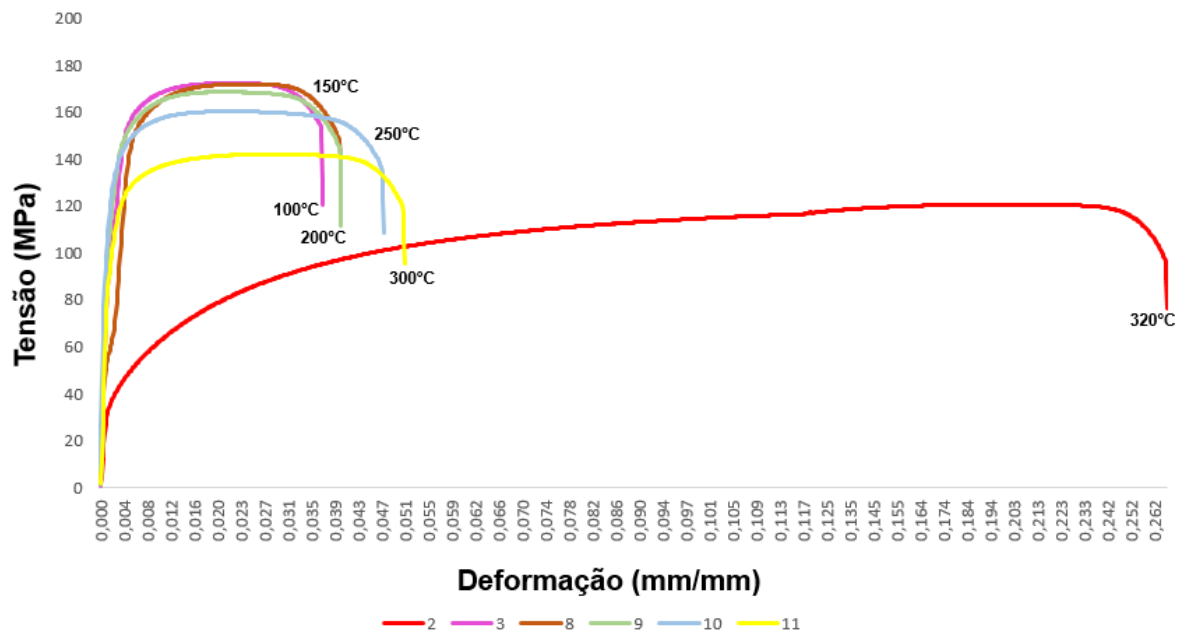


Figura 11: Gráfico Tensão x Deformação de Engenharia dos corpos de prova recozidos.

Fonte: Própria do autor.

As tabelas 6 e 7 apresentam os resultados de cálculos obtidos baseados no ensaio de tração. Os resultados foram comparados com os valores mínimos estabelecidas pela norma ABNT NBR 7823. Os valores para o limite de resistência a tração estão entre 125 e 165 MPa, a tensão de escoamento da norma que exige 110 MPa. O alongamento pela norma, é de 5% e foram encontrados 30%, porém quando comparado a outros trabalhos como Karthikkumar (2016), os valores encontrados são similares. A tensão máxima média dos corpos de prova foi de 159 MPa, valor superior ao encontrado na literatura para essa liga que varia de 65 MPa a 120 MPa como em Karthikkumar (2016) e Lima(2006), deformação específica máxima de 0,149 mm/mm, tenacidade média foi de 73,61 J/m³ valor superior ao encontrado na literatura para amostra submetidas à laminação a frio, como reportado em Karthikkumar (2016) e Lima(2006) onde são apresentados resultados médios entre 65 e 70 J/m³.

Tabela 6 – Resultados dos ensaios de tração nos corpos de provas laminados.

Corpo de Prova	Resistência à Tração (MPa)	Limite de Escoamento 0,2% (MPa)	Alongamento (%)	Tensão Máxima (MPa)	Deformação Máxima (mm/mm)	Módulo de Resiliência (J.m ⁻³)	Tenacidade (MPa)
1	158	119	14	165,74	0,093	0,03	74,80
4	153	112	16	161,45	0,128	0,04	79,06
5	146	66	20	153,00	0,175	0,03	81,05
6	163	106	10	174,36	0,095	0,03	61,14
7	170	97	18	158,93	0,167	0,04	80,46
Média	158	106	16	161,45	0,128	0,03	79,06
Desvio Padrão	9,19	20,65	3,85	7,99	0,038	0,005	8,28

Fonte: Própria do autor.

Tabela 7 – Resultados dos ensaios de tração dos corpos de provas recozidos.

Corpo de Prova	Resistência à Tração (MPa)	Limite de Escoamento 0,2% (MPa)	Alongamento (%)	Tensão Máxima (MPa)	Deformação Máxima (mm/mm)	Módulo de Resiliência (J.m ⁻³)	Tenacidade (MPa)
2	114	40	36	120,66	0,267	0,03	72,10
3	159	106	14	172,26	0,094	0,02	69,70
8	137	57	12	171,82	0,132	0,02	73,10
9	157	119	16	168,53	0,107	0,03	73,03
10	141	112	18	160,29	0,249	0,07	79,16
11	139	106	18	142,00	0,137	0,04	66,08
Média	140	106	17	164,41	0,135	0,03	72,56
Desvio Padrão	16,30	32,94	8,65	20,66	0,075	0,018	7,33

Fonte: Própria do autor.

Com base nos dados obtidos referentes aos corpos de prova que não passaram pelo recozimento, foram calculados os valores do coeficiente de encruamento e do coeficiente de resistência, conforme pode ser visto na tabela 8.

Tabela 8 –Valores do coeficiente de encruamento e do coeficiente de resistência.

Corpo de Prova	Coeficiente de Encruamento	Coeficiente de Resistência (MPa)
1	0,091	226,05
4	0,047	194,67
5	0,086	204,27
6	0,056	214,83
7	0,087	212,86
Média	0,086	212,86
Desvio Padrão	0,020	11,78

Fonte: Própria do autor.

Foi possível notar que os valores do coeficiente de encruamento foram bem próximos entre si, e apresentam um baixo índice de encruamento nas amostras.

4. CONCLUSÕES

As amostras da liga de alumínio AA 8011 foram laminadas em diferentes graus, com uma taxa de variação de 9,75% a 25,4%. Todas as modificações microestruturais que ocorrem simultaneamente à recristalização são decorrentes, principalmente, da recristalização das amostras que ocorreram devido à deformação. Os resultados obtidos apresentam valores de tenacidade média de 73,61 J/m³, os resultados dos valores de dureza, de microestruturas, em conjunto dos valores do coeficiente de encruamento apresentaram parâmetros que permitem estudar novas possibilidades de aplicação desta liga. As amostras que não passaram pelo procedimento de recozimento apresentaram os maiores valores de tenacidade e de resistência à tração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALMEIDA, G. L. APLICAÇÕES DE MÉTODOS DE INTEGRAÇÃO NUMÉRICA NO CÁLCULO DO. III Encontro de Iniciação Científica e Tecnológica. [S.l.]: [s.n.]. 2018.
- [2] BARBOSA, C. Metais não ferrosos e suas ligas: microestrutura, propriedades e aplicações. Rio de Janeiro: E-papers Serviços Editoriais Ltda, 2014.
- [3] CHAPRA, S. C. Surface Water Quality Modeling. [S.l.]: Waveland Press, 2008. 13 p.
- [4] CUI, J. Effects of annealing treatment on mechanical properties of 8011 aluminum alloy after cryogenic rolling. Metallurgical Research & Technology, v. 116 (2), p. 219, 2019.
- [5] KARTHIKKUMAR, R.. Investigations on Mechanical properties of Al 8011 reinforced with micro B4C/Red Munda by Stir Casting Method. Journal of Engineering Research and General Science, v.4, 2016.
- [6] KUMAR, R. Microstructure and texture development during deformation and recrystallisation in strip cast AA8011 aluminium alloy, v. 742, n. J. Alloys Compounds, p. 369-382, 2018.
- [7] LIMA, E. P. R. Estudo dos aspectos cinéticos e morfológicos durante recristalização da liga de alumínio AA 8011. Revista Iberoamericana de Ingenieria Mecânica, v.10, n.1, p. p.131-137, 2006.
- [8] LIMA, M. S. G. Phase transformations during laser processing of aerospace metallic materials. Advanced Materials Research. Trans Tech Publications Ltd, p. 179-201, 2016.
- [9] MA, H. N. Microstructures and properties of. Special Casting Nonferrous, v. 35, p. 648-651, 2015.
- [10] PRASAD, H. Leveraging transient mechanical effects during stress relaxation for ductility improvement in aluminum AA8011 alloy. J. Mater. Proc, v. 255, p. 1-7, 2018.
- [11] RAHIMI, M. E. A. Aluminum alloy 8011: Surface characteristics. Applied Mechanics and Materials. Trans Tech Publications, p. 29-37., 2015.
- [12] RYU, J. H. The effect of precipitation on the evolution of recrystallization texture in AA8011 aluminum alloy sheet. Mater. Sci. Eng. A, n. 336 (1-2), p. 225-232, 2002.
- [13] SHACKELFORD, J. F. Ciência dos Materiais. São Paulo: Pearson Prentice Hall: 6° edição, 2008.
- [14] SOUZA, J. R. P. CONSOLIDAÇÃO POR SINTERIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL DE ALUMÍNIO RECICLADO A PARTIR DE LATAS DE

BEBIDA VIA METALURGIA DO PÓ. [S.I.]: Impactos das Tecnologias na Engenharia de Materiais e Metalúrgica, 1ed.: Atena Editora., 2019. p. 97-112.

[15] VELMANIRAJAN, K. Experimental investigation of forming limit, void coalescence and crystallographic textures of aluminum alloy 8011 sheet annealed at various temperatures. Arch. Civil Mech. Eng, v. 14, p. 398-416, 2014.

[16] ZARZAR, S. T. FABRICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA LIGA DE ALUMÍNIO AA8011 ATRAVÉS DAS TÉCNICAS DE METALURGIA DO PÓ. In: Engenharia mecânica: a influência de máquinas, ferramentas e motores no cotidiano humano 2. [S.I.]: Atena Editora., 2021. p. 78-95.

[17] ZHANG, L. Effects of Si content on microstructure and mechanical properties of 8079 aluminum alloy. Research and Application on Materials Science, v.2, n.1, 2020.

STUDY OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF ALUMINUM ALLOY AA 011

Antônio Marcos Cardoso ¹
Caique Movio Pereira de Souza ²
Rebeca Ribas de Oliveira ³
Vinicius Torres dos Santos ⁴
Vanessa Seriacopi ⁵
Rene Ramos de Oliveira ⁶
Wilson Carlos da Silva Junior ⁷

ABSTRACT

The properties of aluminum, such as low specific weight and good mechanical strength of its alloys, make it attractive for various applications in an industry that is increasingly advancing technologically and aiming to develop new materials and new applications for existing alloys, aiming to reduce costs. The sheets of aluminum alloy AA 8011 have two mechanical properties that are important in laminated products, namely the combination of high formability with good mechanical strength. These properties increase the application of the alloy in various areas such as food packaging, household utensils, automotive industry components, and others. In this study, the aluminum alloy AA 8011 was rolled at different levels of deformation, ranging from 9.75% to 25.4%, and five test specimens underwent annealing at five different temperatures ranging from 100°C to 320°C for 1 hour. The test specimens were subjected to tensile testing to determine the values of the mechanical properties, strain hardening and annealing curves, and microstructural characterization. The results obtained show average toughness values of 72.5 J.m⁻³, resilience modulus of 2.09 J.m⁻³, hardness values, microstructures, along with strain hardening and annealing curves, which present parameters that allow envisioning new possibilities for the application of this alloy.

Key words: Aluminum AA8011; Mechanical Forming; Strain Hardening; Annealing.

9° International Aluminum Seminar
April 9th and 10th, 2024
São Paulo – SP – Brasil.

- 1 – Mestrando – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP.
- 2 - Doutorando – Universidade Presbiteriana Mackenzie.
- 3 – Bolsista de Iniciação Científica do CNPq – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP.
- 4 – Engenheiro de Pesquisa & Desenvolvimento – Termomecânica São Paulo.
- 5 – Professora Doutora – Instituto Mauá de Tecnologia.
- 6 – Professor Doutor – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN.
- 7 - Professor Doutor - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP.