



DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ALUMÍNIO RECICLADO PROVENIENTE DE LATAS DE BEBIDAS

Costa, M.G¹; Paiva, A. E. M^{1.}; Siciliano, F.^{1,2}

¹Instituto Federal do Maranhão (IFMA) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Materiais (PPGCTM)

Av. Getúlio Vargas, 04 – Monte Castelo, São Luís - MA, 65030-005

²Dynamic Systems Inc. 323 NY 355, Poestenkill, NY, USA

marinelio.costa@acad.ifma.edu.br ; ernandes@ifma.du.br ;

fulvio.siciliano@gmail.com

RESUMO

Nos últimos anos, o alumínio ganhou destaque em diversos setores produtivos, especialmente na indústria de alimentos e bebidas, onde é utilizado como matéria-prima em embalagens. Sua alta capacidade de reciclagem torna esse metal um grande aliado ao meio ambiente, promovendo o desenvolvimento sustentável, gerando renda para famílias envolvidas na coleta e reciclagem, e reduzindo os custos da produção de alumínio primário. Este estudo teve como objetivo analisar a composição química do alumínio obtido da fundição de latas por meio de Espectroscopia de Emissão Ótica. As latas foram fundidas em molde cerâmico e o metal líquido foi moldado em lingoteira de grafite, resultando em barras retangulares. Amostras foram retiradas para análise em triplicata. Os elementos Mn e Mg mostraram os maiores valores percentuais devido às ligas nas latas, enquanto o alumínio representou 96,72% da massa total do material.

Palavras-chaves: alumínio, caracterização química, reciclagem, latas de bebidas

INTRODUÇÃO

Diferente de outros elementos metálicos como o ferro e o cobre, o alumínio é considerado o metal moderno mais comum e não é encontrado em sua forma metálica na natureza, sendo obtido a partir do minério de bauxita. Estima-se que para a produção de 1 tonelada de alumínio é necessário de 5 a 7 toneladas de bauxita (1, 2). O processo de produção do alumínio metálico envolve os processos de refino de alumina, conhecido como Processo Bayer e a redução da alumina, chamado de Processo Hall-Héroult (3).

O alumínio apresenta ótimas propriedades físico-químicas, e com isso, pode ser aplicado em diversos setores, sendo o metal não-ferroso mais utilizado no mundo. Possui elevada resistência à corrosão, apresenta condutividade térmica e

elétrica cerca de 4,5 vezes maior que o aço, não é magnético e é altamente reciclável, o que o torna amplamente utilizado, principalmente para embalagens (4).

A capacidade de ser reciclado torna o alumínio um material bastante atrativo no que diz respeito ao desenvolvimento sustentável, pois na natureza este leva de 100 a 500 anos para se decompor. O metal é reciclado e não perde suas propriedades, as latas de bebidas são o exemplo mais comum desse processo, não há limite para o retorno junto a cadeia produtiva (5).

O alumínio reciclado, também chamado de secundário é obtido a partir da refusão do alumínio metálico, podendo ser de origem industrial, como sobra de resíduos gerados no processo fabril, ou de alumínio pós-consumo, aqueles materiais que chegaram ao fim de vida útil, como é o caso das latas de bebidas (6).

Os benefícios gerados pela reciclagem são inúmeros, promove ganho de renda para pessoas de áreas carentes, sendo fonte de renda para famílias, desenvolve a consciência ambiental por parte das empresas e da população, diminui o volume de lixo gerado, otimiza recursos naturais, promove economia de energia entre outros fatores.

A indústria de latas de alumínio para bebidas no Brasil continua a crescer anualmente. Conforme a reportagem "Indústria de latas de alumínio para bebidas cresce pelo 5º ano seguido" publicada pela revista Exame (2022), houve um aumento de 5,2% no setor em relação ao ano anterior. O Brasil ocupa a posição de terceiro maior mercado global para latas de alumínio destinadas a bebidas. Esse crescimento reflete uma valorização crescente do processo de reciclagem no país, que alcança altos índices de reaproveitamento, evidenciando uma preocupação significativa com o destino do material após o consumo (5).

A preocupação com o meio ambiente é uma questão cada vez mais relevante atualmente. O uso responsável de recursos e produtos para promover o desenvolvimento sustentável passou a ser uma necessidade fundamental.

Entre 2019 e 2021, a reciclagem de latas de alumínio resultou em uma redução de 70% no consumo de energia, 65% no uso de água e uma diminuição de 70% nas emissões de gases de efeito estufa no processo produtivo do alumínio. Durante esse período, o Brasil se destacou como líder mundial na coleta e reciclagem de latas de alumínio, com aproximadamente 99% das latas comercializadas retornando ao ciclo de reciclagem. A busca por práticas sustentáveis tem incentivado a sociedade a adotar ações que minimizem os impactos ambientais causados pelas atividades humanas, e a reciclagem é uma

dessas práticas. Essa viabilidade é impulsionada pelo valor comercial agregado à sucata gerada após o consumo, o que fomenta uma cadeia produtiva (7,8).

As latas de bebidas, que são os produtos mais comuns do processo de reciclagem têm em sua estrutura três ligas de alumínio, sendo a liga 3004 usada no corpo da lata, que corresponde a 75% do peso total, a liga 5182 que compõe a tampa e é 23% do peso das latas e a liga 5082, que representa 2% e é correspondente ao anel de abertura da lata. Cada liga dessa possui diferentes composições e concentrações de elementos (9).

A caracterização de materiais dá-se pela necessidade de selecionar o material que satisfaça as necessidades de determinadas aplicações. Apresentar informações das características permite presumir o desempenho do material, minimizar a degradação deste e diminuir falhas indesejáveis ao se utilizar o produto desenvolvido a partir deste material (10).

Conhecer a composição dos materiais permite o desenvolvimento de projetos que possam trazer desempenhos e processos otimizados, onde se utilizem produtos de baixo custo e que possam beneficiar a sociedade e o meio ambiente. Com isso, este trabalho teve por objetivo determinar a composição química do alumínio fundido a partir de latas de bebidas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Material

O material utilizado neste trabalho foi obtido a partir da fundição de latas de bebidas doadas pela Sucata São Francisco, uma empresa de artigos usados situada na cidade de São Luís - MA, a fundição aconteceu no Departamento de Mecânica e Materiais – DMM do Instituto Federal do Maranhão - IFMA.

Inicialmente, o material recebido foi selecionado, buscando remover possíveis materiais e produtos indesejáveis (outros tipos de latas, cabos, fios, matéria orgânica). Em seguida, as latas foram prensadas de maneira manual para facilitar a deposição das mesmas no cadinho durante a fundição. No trabalho, a fundição foi realizada com a lata completa. Utilizou-se o anel, a tampa e o corpo das latas. A Figura 1, mostra os materiais que foram utilizados na fundição.

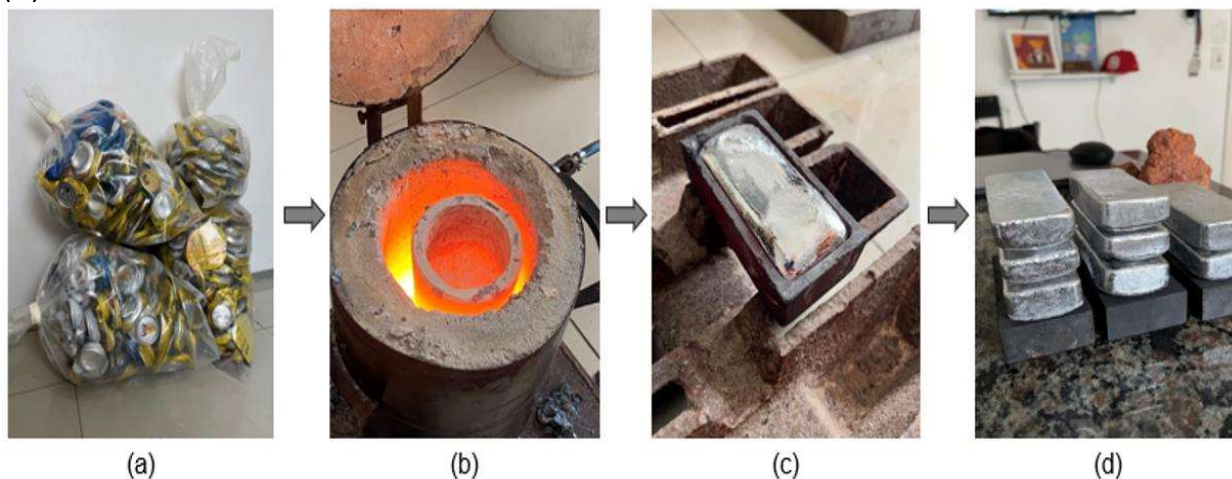
Figura 1. Materiais utilizados na fundição. (1) Latas prensadas; (2) cadinho para fundição; (3) molde de grafite; (4) forno; (5) escumadeira.



Para se obter o material de estudo, foi necessário realizar a preparação, fundição das latas e o vazamento do metal líquido no molde. Após a prensagem das latas, se iniciou o processo de fundição. Em um cadinho copo de 400 ml acondicionado dentro do forno, as latas eram depositadas conforme acontecia a fundição. No decorrer da fundição, era necessário a retirada de escória que se formava na superfície.

Para uma barra, foram utilizadas aproximadamente 32 latas de bebidas. Após fundidas, com auxílio de uma garra, o cadinho foi retirado do forno e o metal líquido obtido vazado em moldes retangulares de grafite. Ao solidificar, a barra foi desmoldada e resfriada a temperatura ambiente. A Figura 2 mostra as etapas para obtenção do material de estudo.

Figura 2. Etapas do processo. (a) preparação de letas; (b) fundição; (c) moldagem; (d) material em barras.



Após a obtenção da barra para a caracterização, esta foi seccionada, a fim de que amostras do material fossem submetidas a análise. A barra do material fundido tinha aproximadamente 85mm x 35mm x 20mm, e foi seccionada utilizando uma serra de corte, e dividida em 5 partes, conforme mostra a Figura 3.

Figura 3. Material obtido após fundição e barra seccionada.



Após seccionado, duas amostras desse material foram retiradas para a análise da composição química.

Métodos

A determinação da composição química, foi realizada por meio de Espectroscopia de Emissão Ótica (EEO), que permitiu quantificar elementos químicos do material. Utilizaram-se duas amostras e as análises foram realizadas em um laboratório de análise de metal de uma empresa privada do Maranhão, utilizando um Espectrômetro de Emissão Ótica. Para determinar a composição química, as análises foram realizadas nas amostras em regiões determinadas como "externa" e "interna" de cada uma, conforme ilustra a Figura 4. É possível também, verificar a ilustração do modelo de espectrofotômetro utilizado, bem como a amostra após a análise. Cada amostra foi analisada em triplicata e considerado o valor médio das análises. A composição total foi determinada pela média das concentrações das duas regiões.

Figura 4. Determinação da composição química do material. (a) amostras e suas regiões de análise “externa” e “interna”; (b) representação do espectrofotômetro utilizado; (c) amostra após análise.



A Tabela 1 apresenta os elementos de cada liga que compõe a lata e os que foram quantificados nas análises. Para a escolha destes, foi utilizado a composição química das ligas que constituem as latas de bebidas e que são descritas por Reis (9) e Davis (11). O valor do alumínio (Al) foi obtido por meio de balanço, onde somou-se as concentrações dos demais elementos e subtraiu de 100%.

Tabela 1. Elementos químicos descritos em cada liga da lata e que foram quantificados (9,11).

Liga	Elementos Químicos
3004	Mg, Mn, Fe, Si, Cu, Zn
5082	Mg, Mn, Fe, Si, Cu, Zn, Cr, Ti
5182	Mg, Mn, Fe, Si, Cu, Zn, Cr, Ti
Analisados	Mg, Mn, Fe, Si, Cu, Zn, Cr, Ti

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química do material fundido analisado no espectrofotômetro é descrita na Tabela 2. Nesta, são apresentados os valores médios obtidos em cada análise, tanto na região interna quanto externa, bem como, a média total da composição. Os resultados são apresentados em % massa dos elementos. O valor do alumínio (Al) foi obtido por meio de balanço.

Tabela 2. Composição química média das regiões e a média total.

Análise	Composição Química % em massa								
	Mg	Mn	Fe	Si	Cu	Zn	Cr	Ti	Al
Média - Região Externa	1,69	0,75	0,40	0,19	0,15	0,06	0,02	0,02	96,72
Média - Região Interna	1,69	0,75	0,40	0,19	0,15	0,06	0,02	0,02	96,71
Média Total	1,69	0,75	0,40	0,19	0,15	0,06	0,02	0,02	96,72

Na composição, observa-se que os elementos manganês (Mn) e magnésio (Mg) apresentam concentrações relativamente elevadas, com média de 1,69% e 0,75%, respectivamente, quando comparados aos demais elementos. O alumínio (Al) totaliza uma média de 96,72% no material.

A presença dos elementos químicos mencionados anteriormente, como manganês (Mn) e magnésio (Mg), é uma consequência da fonte do material de onde esse material foi obtido. No caso, a composição de sucatas de alumínio, incluindo latas de bebidas, tipicamente contém uma série de elementos que compõem as ligas de alumínio, tais como cobre (Cu), silício (Si), zinco (Zn), níquel (Ni) e outros. Além desses, também se observa a presença de elementos residuais como titânio (Ti), zircônio (Zr), cromo (Cr), bismuto (Bi), chumbo (Pb), estanho (Sn) e ferro (Fe). Essa composição diversificada de elementos é característica desse tipo de matéria-prima reciclada (12).

A composição química desse material é resultado direto dos elementos que compõem as próprias latas de bebidas. Cada parte das latas (corpo, anel e tampa) é fabricada a partir de uma liga metálica específica, sendo elas: 3004, 5182 e 5082, respectivamente. As ligas da série 3XXX, como a 3002, têm o manganês (Mn) como elemento principal. Por sua vez, as ligas da série 5XXX, onde se enquadram a 5082 e a 5182, têm o magnésio (Mg) como elemento predominante. Essa diversidade de ligas empregadas na fabricação das latas de bebidas acaba por determinar a composição química final do material reciclado proveniente dessas sucatas (9).

Na Tabela 3, são estimados os valores da composição química do material após a fundição. Considerou-se os valores da composição de cada liga, bem como, a % que cada uma tem na estrutura da lata. No caso dos elementos que apresentavam intervalo na composição, foi considerado o valor médio entre os intervalos.

Tabela 3. Composição química das ligas da estrutura das latas e a composição estimada (% em massa)

Liga	Composição Química % em massa							
	Mg	Mn	Fe	Si	Cu	Zn	Cr	Ti
3004	0,8 – 1,3	1,0 – 1,5	0,70	0,30	0,25	0,25	-	-
5082	4,0 – 5,0	0,15	0,35	0,20	0,15	0,25	0,15	0,10
5182	4,0 – 5,0	0,2 – 0,5	0,35	0,20	0,15	0,25	0,10	0,10
Estimada	1,91	1,02	0,61	0,28	0,23	0,25	0,03	0,03

Dos elementos descritos na pós-fundição, o zinco (Zn) foi o que mais se distanciou do valor estimado, onde se encontrou o valor médio de 0,06% (Tabela 2). O mesmo comportamento foi observado na pesquisa de Reis (9), onde o elemento apresentou valor de 0,033%, enquanto o valor estimado era de 0,25%.

Embora a composição química do material fundido não seja exatamente igual à composição estimada, os valores obtidos estão dentro do esperado. Os percentuais em massa dos elementos listados na Tabela 3 representam os níveis máximos aceitáveis de impurezas nessas ligas, com exceção daqueles indicados por intervalos, os quais correspondem aos elementos que fazem parte da composição das próprias ligas. Ou seja, a composição observada no material reciclado está coerente com os padrões definidos para as ligas metálicas que compõem os diferentes componentes das latas de bebidas (13).

Os valores de magnésio (Mg) encontrados abaixo do esperado podem estar relacionados à maior afinidade desse elemento com o oxigênio, em comparação com o alumínio. Esse é um comportamento comumente observado no processo de fundição de alumínio reciclado. Essa perda de magnésio pode ser atribuída à atmosfera do forno de fundição, bem como à formação de óxidos com outros elementos presentes no material (9, 14).

CONCLUSÃO

A determinação da composição química realizada por Espectroscopia de Emissão Ótica apresentou resultados satisfatórios e dentro do estimado. Elementos como Mg e Mn demonstraram as maiores concentrações na composição, sendo 1,69 e 0,75% em massa, respectivamente, fato justificado pela matéria prima do material. O Al teve valor médio de 96,72%.

REFERÊNCIAS

- (1) ABAL. Associação Brasileira do Alumínio. Bauxita no Brasil: Mineração Responsável e Competitividade. 64p. São Paulo: Associação Brasileira do Alumínio, 2017.
- (2) MÁRTIRES, R. A. C. Alumínio – Balanço Mineral. Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, 2001.
- (3) LUZ, A. B. da; LINS, F. A. F. Rochas & Minerals Industriais. 897p. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2005.

- (4) ABAL. Associação Brasileira do Alumínio. Fundamentos e Aplicações do Alumínio. 35 p. São Paulo: Associação Brasileira do Alumínio, 2007.
- (5) EXAME. Indústria de latas de alumínio para bebidas cresce pelo 5º ano seguido. (2022). Disponível em: <https://exame.com/bussola/industria-de-latas-de-aluminio-para-bebidas-cresce-pelo-5o-ano-seguido/> Acesso em 05 de abr. de 2023.
- (6) PADAMATA, S.K.; YASINSKIY, A.; POLYAKOV, P. A review of secondary aluminum production and its byproducts. JOM, v.3, n.9, p.2603-2614, 2021.
- (7) MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Governo Federal. Índice de reciclagem de latas de alumínio chega a 99% e Brasil se destaca como recordista mundial. (2022). Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/meio-ambiente-e-clima/2022/04/indice-de-reciclagem-de-latas-de-aluminio-chega-a-99-e-brasil-se-destaca-como-recordista-mundial> Acesso em 21 de mar. de 2023.
- (8) NALINI, J. E. Mercado de reciclagem do lixo no Brasil: Entraves ao desenvolvimento. Dissertação (Mestrado em Economia Política) - PUC-SP, São Paulo. 2008.
- (9) REIS, A. A. Parâmetros de processamento para tixotrofia de uma liga Al-3,8%Si reciclada a partir de latas de alumínio. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais) - Instituto Federal do Espírito Santo – IFES, Vitória. 2013.
- (10) MACEDO, M. C. de; GOMES, I. R. B. Caracterização de amostras por microscopia óptica e por microdureza de materiais metálicos ferrosos e não ferrosos. ScientiaTec: REVISTA DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO IFRS, Porto Alegre, v.2, m.3, p.48-61, jul/dez. 2015.
- (11) DAVIS, J. R. ASM Specialty Handbook: Aluminum and aluminum alloys, 1993.
- (12) BULEI, C.; KISS, I.; TODOR, M. The Chemical Composition of Post-Consumer Aluminum Scrap – A Challenge in Aluminium Recycling. ACTA POLYTECHNICA HUNGARICA, v.20, n.9, p.63-76, 2023.
- (13) VERRAN, G.O.; KURZAWA, U.; PESCADOR, W. A. Reciclagem de latas de alumínio visando melhor rendimento e qualidade metalúrgica no alumínio obtido. REVISTA MATÉRIA, v.10, n.1, p.72-79, 2005.
- (14) RISONARTA, V. Y.; ANGGONO, J.; SUHENDRA, Y. M.; NUGROWIBOWO, S.; JANI, Y. Strategy to Improve Recycling Yield of Aluminium Cans. E3S WEB OF CONFERENCES 130, 01033, 2019.
<https://doi.org/10.1051/E3SCONF/201913001033>

DETERMINATION OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF RECYCLED ALUMINIUM FROM BEVERAGE CANS

ABSTRACT

In recent years, aluminium has gained prominence in various productive sectors, especially in the food and beverage industry, where it is used as raw material in packaging. Its high recycling capacity makes this metal a great ally to the environment, promoting sustainable development, generating income for families involved in collection and recycling, and reducing the costs of primary aluminium production. This study aimed to analyze the chemical composition of aluminium obtained from the casting of cans using Optical Emission Spectroscopy. The cans were melted in a ceramic mold, and the liquid metal was cast into a graphite mold, resulting in rectangular bars. Samples were taken for triplicate analysis. Mn and Mg showed the highest percentage values due to the alloys present in the cans, while aluminium accounted for 96.72% of the total mass of the material.

Keywords: aluminium, chemical characterization, recycling, beverage cans