

PROLONGAMENTO DO CICLO DE VIDA DE LATINHAS DE ALUMÍNIO ATRAVÉS DO PROCESSO ROTOMOLDAGEM *

*Gleisson Amaral Mendes¹
Suanny Quemel Mesquitar²
Carlos Eduardo Pinto Lopes³
Eduardo de Jesus Silva dos Santos⁴
Carmen Gilda Barroso Tavares Dias⁵*

Resumo

Cerca de 97,9% das embalagens de alumínio comercializadas no Brasil em 2015 foram recicladas, a extração primária gera grandes impactos ambientais em comparação com a matéria prima secundária. O ciclo de vida fechado do alumínio, sobrepuja benefícios ambientais e econômicos, e o prolongamento deste através da reutilização como material para molde em reciclagem de Poliolefina, através da rotomoldagem, cria um loop adicional. Foi realizada a modelagem tridimensional dos moldes de alumínio com auxílio do software Sketchup Pro 2017, proporcionando a visualização antes de ser rotomoldado. Foi utilizado moldes de alumínio, vidro e aço inox. As poliolefinas foram caracterizadas por difratometria de raio-X (DRX), antes e depois do reprocessamento com molde de alumínio e uma comparação entre a cristalinidade das peças confeccionadas nos três tipos de moldes. Por fim foi produzido lingotes através dos resíduos dos moldes de alumínio. Desta forma, conseguimos prolongar a vida útil do alumínio pós-consumo. Os resultados de DRX demonstraram que os moldes de alumínio não apresentam alterações em sua estrutura cristalina e morfológica.

Palavras-chave: Poliolefinas; Pós-consumo; Reciclagem.

EXTENSION OF THE LIFE CYCLE OF ALUMINUM CANS THROUGH THE ROTOMOULDING PROCESS

Abstract

About 97.9% of the aluminum packaging marketed in Brazil in 2015 were recycled, primary extraction generates large environmental impacts compared to the secondary raw material. The closed life cycle of aluminum, surpasses environmental and economic benefits, and the extension through re-use as mold material in polyolefin recycling, through the rotomoulding, creates an additional loop. Three-dimensional modeling of aluminum molds were performed using Sketchup Pro 2017 software, providing the visualization before being rotomolded. Aluminum, glass and stainless steel molds were used. The polyolefins were characterized by X-ray diffractometry (XRD), before and after reprocessing with aluminum mold and a comparison between the crystallinity of the pieces made in the three types of molds. Finally, ingots were produced through the residues of the aluminum molds. In this way, we have been able to extend the useful life of the post-consumer aluminum. The XRD results showed that the aluminum molds don't present any alteration in its crystalline and morphological structure.

Keywords: Polyolefins; Post-consumption; Recycling.

¹ *Tecnólogo em Processamento de Dados, Mestrando, Docente, DENG, UEPA, Belém, Pará e Brasil.*

- ² *Engenheira Mecânica, Graduanda, Discente, Instituto de tecnologia, UFPA, Belém, Pará e Brasil.*
- ³ *Engenheiro Mecânico, Mestrando, Discente, Instituto de tecnologia, UFPA, Belém, Pará e Brasil.*
- ⁴ *Engenheiro Mecânico, Mestrando, Discente, Instituto de tecnologia, UFPA, Belém, Pará e Brasil.*
- ⁵ *Engenheira Química, Doutora, Docente, Instituto de tecnologia, UFPA, Belém, Pará e Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

Como o alumínio possui um ciclo fechado de reciclagem, as latinhas são propícias a um processo de logística reversa sem perdas de suas propriedades. Essa estratégia de circuito fechado de liga representa o loop composicional, evitando efetivamente a necessidade de diluição e adição de elementos de liga [01], ou a inclusão ao alumínio puro na composição de novas ligas [02], assegurando que o pós-consumo seja apresentado como recurso e alternativa relevante para a mineração e não como resíduo [03-05].

Os custos com energia consomem mais da metade do total na produção no Brasil, a diminuição de energia chega a 20 vezes menos com a reciclagem, o metal verde supriu em 2013 a queda na produção do alumínio primário, devido à crise do metal [06]. O alumínio volta as prateleiras em dois meses com a reciclagem, agregando geração de empregos e conservando o meio ambiente, as embalagens se prevalece devido a sua proteção a luz, gás e umidade, proporcionando um aumento da vida útil dos produtos [04].

A utilização de rastreamento de localização está se tornando uma ferramenta segura tornando explícito todas transações legais e transparecendo confiabilidade. Fazendo com que os consumidores se preocupem com as consequências do lixo, passando a consumir produtos reutilizáveis, sabendo-se que haverá um destino adequado, devido o rastreamento [07].

Em escala global a reutilização do lixo através da reciclagem eficiente proporciona ganhos sociais, ambientais e econômicos e em nível local possibilita uma economia de dinheiro das comunidades [08]. O Brasil segue líder mundial a mais de 10 anos na reciclagem de alumínio, tendo reciclado em 2016 cerca de trezentas mil toneladas, o que corresponde a 97,9% das embalagens comercializadas. Com a utilização da reciclagem possibilita a inclusão social e criação de renda para as famílias de mais de 800 mil catadores [09-10].

Embora o uso de termoplásticos reciclados cresça gradativamente no Brasil, ainda não atinge os benefícios ambientais e econômicos cabíveis, nem na utilização de resíduos como material alternativo em construções sustentáveis, o que poderia solucionar imbróglios de aterros sanitários e redução das emissões de carbono [11]. Poliolefinas como o polipropileno (PP) e Polietileno de Alta Densidade (PEAD) indicam resultados satisfatórios substituindo total ou parcialmente materiais virgens [12].

Na França a empresa MTB especializada em reciclagem, produz cabos de alumínio com revestimento de plásticos através de processo de reciclagem mecânica, ecologicamente correto [13]. Partindo deste princípio foi elaborado o objetivo deste estudo que é aumentar o ciclo de vida das latinhas de alumínio pós-consumo, reutilizando como material para molde em reciclagem de Poliolefina através da rotomolagem.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MATERIAIS

Foram selecionadas embalagens pós-consumo adquiridas através de doações. Latinhas de alumínio de cerveja e de refrigerante para moldes, PEAD de embalagem de amaciante e PP de garrafa de água mineral, para peças

rotomoldadas. O material foi lavado com água para a retirada de impurezas e secos ao ar. As embalagens de alumínio foram cortadas a mão e as de plástico em moinhos de facas (NFA-1533, RONE) e (Cróton TE-625, TECNAL).

2.2 MÉTODOS.

2.2.1 Modelagem dos moldes

Esta etapa contempla o desenvolvimento da modelagem tridimensional através do uso de recursos computacionais no programa sketchup pro 2017, para facilitar a compreensão da forma geométrica cuboctaedro truncado elaborando sua representação tridimensional.

2.2.2 Confeção dos moldes

A fixação dos moldes na forma tridimensional elaborada por modelagem foi realizada com grampos.

2.2.3 Rotomoldagem

O processo de rotomoldagem foi realizado utilizando-se os moldes confeccionados de reutilização de alumínio. Para avaliar a influencia do material do molde nas peças rotomoldadas foram usados moldes de inox e de vidro. Os moldes foram carregados com 36,50g de poliolefinas; em seguida levados ao aquecimento a uma temperatura superior à de fusão dos polímeros, 180°C para PP e de 160°C para o PEAD, com rotação bi-axial em dois eixos simultâneos, por 30 minutos. O arrefecimento ocorreu de 30 a 40 minutos, após a desmoldagem o alumínio segue para reciclagem.

2.2.4 Difração de raios-x (DRX)

A difração de raios X (DRX) os padrões foram investigados por DRX Bruker D2 Phase, Brasil. O gerador de DRX foi operado a 40 kV, 30 mA e $\lambda = 1 \text{ \AA}$ Cu K α 2-Theta 10° a 80° à temperatura ambiente (25 °C).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 MODELAGEM DOS MOLDE E PEÇAS.

A modelagem dos moldes e das peças obtidas com auxílio do programa tridimensional sketchup, colaborou para um melhor entendimento na confecção dos moldes e compreensão das peças rotomoldadas como podemos observar na figura 1.

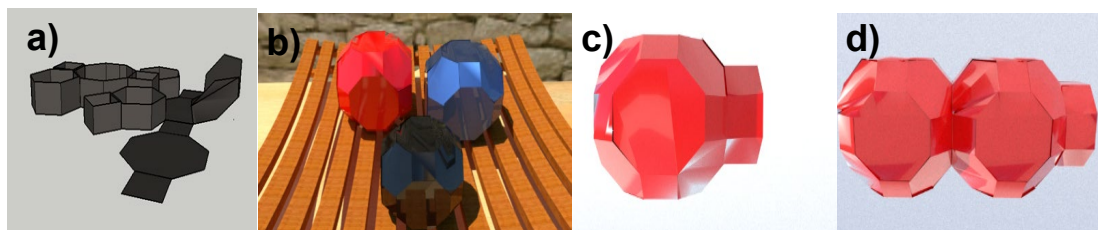


Figura 1. Modelagem do molde e das peças. a) Modelagem tridimensional do molde; b) Três cuboctaedros truncados tridimensionais; c) Cuboctaedro truncado com conector macho; d) Dois cuboctaedro truncado encaixados.

3.2 CONFECÇÃO DOS MOLDES DE ALUMÍNIO E FUNDIÇÃO DOS LINGOTES.

Com auxílio da modelagem tridimensional foi possível confeccionar os moldes de alumínio, feitos das latinhas de refrigerante e cervejas, após a rotomoldagem, foi usado os resíduos dos moldes para fundição dos lingotes de acordo com a figura 2, assim foi possível aumentar o ciclo de vida das latinhas, diminuindo impactos ambientais.



Figura 2. Reaproveitamento das latinhas. a) fixação do molde com grampo; b) encaixe do molde na máquina de rotomoldagem; c) molde após o desmolde; d) lingote feito do molde

3.3 Rotomoldagem e DRX.

Os moldes de alumínio usando poliolefinas de PP e PEAD não influenciam na rotomoldagem, como podemos observar na figura 3 e 4, não houve mudança na estrutura cristalina e morfológica, ou seja, não ocorreu mudança na região transcristalina [14-19].

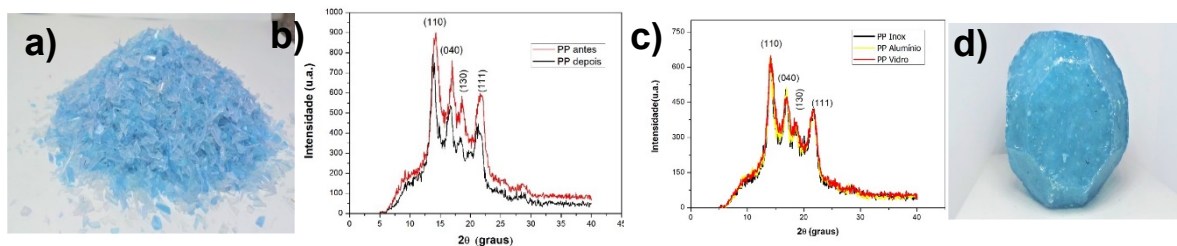


Figura 3. PP rotomoldado. a) Poliolefina PP; b) DRX do PP com molde Alumínio; c) DRX do PP com moldes de alumínio, inox e vidro; d) peças rotomoldadas

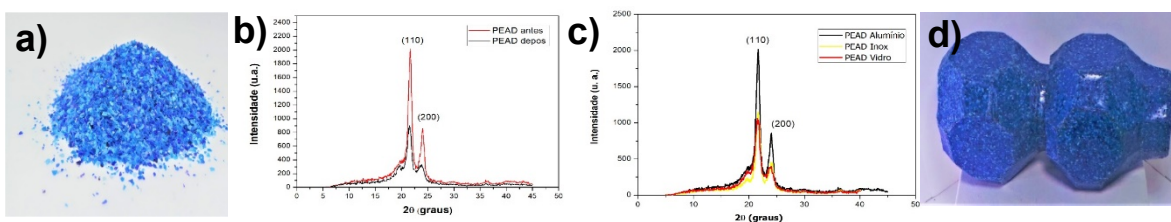


Figura 4. PEAD rotomoldado. a) Poliolefina PEAD; b) DRX do PEAD com molde Alumínio; c) DRX do PEAD com moldes de alumínio, inox e vidro; d) Peças rotomoldadas.

4 CONCLUSÃO

O objetivo do estudo foi alcançado, ocasionado um prolongamento da utilização de latinhas de alumínio através do processo de reciclagem conhecido de rotomoldagem. Após o desmolde os resíduos de alumínio foram reciclados através de um processo de fundição, produzindo lingotes de alumínio. Onde com o auxílio de um DRX das amostras de PP e PEAD antes e depois do processo de reciclagem do polímero. As poliolefinas com moldes de alumínio não apresentaram alteração na região transcristalina.

A modelagem facilitou a compreensão objetivo trabalho fazendo com que não ocorresse desperdício de material e tempo com possíveis erros de montagem dos moldes desperdiçando tempo, colaborando com recurso tridimensionais com desenhos com medidas meticulosas.

Por tanto, nenhuma das peças rotomoldadas apresentou defeitos, proporcionando um perfeita funcionalidade e aplicabilidade. Como enfeites, ferramenta de auxílio na coordenação motora, material pedagógico, brinquedo de montagem e paredes de vedação.

Agradecimentos

Pela Universidade Federal do Pará, pela oportunidade de esta curando o programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial.

A professora Carmen Dias, pela orientação, amizade e apoio.

REFERÊNCIAS

- 1 PARASKEVAS, Dimos et al. Environmental modelling of aluminium recycling: a Life Cycle Assessment tool for sustainable metal management. **Journal Of Cleaner Production**, [s.l.], v. 105, p.357-370, out. 2015.
- 2 NIERO, Monia; OLSEN, Stig Irving. Circular economy: To be ornotto be in a closed produc tloop? A LifeCycleAssessmentofaluminiumcanswithinclusionofalloyingelements. **Resources, Conservation And Recycling**, [s.l.], v. 114, p.18-31, nov. 2016.
- 3 GRIMAUD, Guilhem; PERRY, Nicolas; LARATTE, Bertrand. Aluminium cables recycling process: Environmental impacts identification and reduction. **Resources, Conservation And Recycling**, [s.l.], v. 135, p.150-162, ago. 2018.
- 4 CAMARGO, A. Cadê a embalagem que estava aqui? **Inovação e Sustentabilidade Alumínio**, v. 51, p.20-23, 2017. Disponível em: <<http://www.revistaaluminio.com.br/revista/>>. Acesso em: 09 jun. 2018.
- 5 XUE, Jingyan et al. Trashortreasure? Prospectsfor full aluminumchain in China basedontherecyclingoptions. **JournalOfCleanerProduction**, [s.l.], p.0-0, maio 2018.
- 6 Redação AECweb / e-construmarket. Mercado de reciclagem de alumínio no Brasil é promissor. **Aecweb**. Disponível em:

- <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/mercado-de-reciclagem-de-aluminio-no-brasil-e-promissor_10614_10_0>. Acesso em: 09 jun. 2018
- 7 LEE, David et al. Monitour: Tracking global routes of electronic waste. **Waste Management**, [s.l.], v. 72, p.362-370, fev. 2018.
 - 8 STARR, Jared; NICOLSON, Craig. Patterns in trash: Factors driving municipal recycling in Massachusetts. **Resources, Conservation And Recycling**, [s.l.], v. 99, p.7-18, jun. 2015.
 - 9 Revista meio ambiente industrial & sustentabilidade. **Tecnologia favorece reciclagem de alumínio ainda mais rentável**. 2017. Disponível em: <<http://rmai.com.br/tecnologia-favorece-reciclagem-de-aluminio-ainda-mais-rentavel/>>. Acesso em: 09 jun. 2018.
 - 10 Inovação e sustentabilidade alumínio. **Brasil segue líder em reciclagem de alumínio**. 2016. Disponível em: <<http://www.revistaaluminio.com.br/noticias/brasil-segue-lider-em-reciclagem-de-aluminio/>>. Acesso em: 09 jun. 2018.
 - 11 ARULRAJAH, Arul et al. Recycledplastic granules and demolitionwastes as constructionmaterials: Resilientmoduli and strengthcharacteristics. **Construction And BuildingMaterials**, [s.l.], v. 147, p.639-647, ago. 2017.
 - 12 Schneider, A; Mack C; Rapp F. Poliolefinas expandidas produzidas a partir de matérias-primas secundárias. **Plástico Industrial**, São Paulo, v. 221, p.34-39, 10 jan. 2017.
 - 13 GRIMAUD, Guilhem; PERRY, Nicolas; LARATTE, Bertrand. Life Cycle Assessment of Aluminium Recycling Process: Case ofShredderCables. **Procedia Cirp**, [s.l.], v. 48, p.212-218, 2016.
 - 14 OLIVEIRA, Thainá A. et al. Effect of reprocessing cycles on the degradation of PP/PBAT-thermoplastic starch blends. **CarbohydratePolymers**, [s.l.], v. 168, p.52-60, jul. 2017.
 - 15 FAMBRI, Luca et al. Effects of Fumed Silica and Draw Ratio on Nanocomposite Polypropylene Fibers. **Polymers**, [s.l.], v. 9, n. 12, p.9-41, 28 jan. 2017.
 - 16 SALMORIA, Gean V. et al. Influência do desempenho térmico de moldes fabricados com compósito epóxi/alumínio nas propriedades de pp moldado por injeção. **Polímeros**, [s.l.], v. 18, n. 3, p.262-269, set. 2008.
 - 17 LÍBANO, Elaine V. D. G.; VISCONTE, Leila L. Y.; PACHECO, Élen B. A. V.. Propriedades térmicas de compósitos de polipropileno e bentonitaorganofílica. **Polímeros**, [s.l.], v. 22, n. 5, p.430-435, 18 out. 2012.
 - 18 MAHMOUD, Mohamed E. et al. Recycledhigh-densitypolyethylenoplasticsaddedwith lead oxide nanoparticles as sustainableradiationshieldingmaterials. **JournalOfCleanerProduction**, [s.l.], v. 176, p.276-287, mar. 2018.
 - 19 OLIVEIRA, Thainá A. et al. Effect of reprocessing cycles on the degradation of PP/PBAT-thermoplastic starch blends. **CarbohydratePolymers**, [s.l.], v. 168, p.52-60, jul. 2017.