

REAPROVEITAMENTO DE POLÍMEROS PARA EMBUTIMENTO DE AMOSTRAS METALOGRAFICAS

FERNANDES, Amanda Nayara

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. khadija_nayara@hotmail.com

DE SOUZA, Dannyel Rodrigues

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. dannyel_rs@hotmail.com

DA ROCHA, Érico Gustavo Carrijo

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. eng.ericogcr@gmail.com

DE ARAUJO, Victor Edson Neto

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. victorpericoli@gmail.com

PEREIRA, Natasha Sophie

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. natasha.sophie@gmail.com

Resumo

Com o grande aumento do descarte de resíduos sólidos no meio ambiente, percebeu-se que os polímeros são matérias que representam grande volume, sendo extremamente prejudicial ao meio ambiente. Visando o fator econômico e ambiental o presente trabalho tem como objetivo definir uma aplicação direta para estes tipos de materiais, como o uso em aplicações acadêmicas, de modo que esses polímeros apresentem bons resultados na substituição do baquelite em pó, que possui grande custo monetário e atualmente é utilizado para o embutimento de amostras metálicas para análises metalográficas. A partir desse objetivo foram selecionados e fragmentados polímeros de alta densidade tais como, sacolas plásticas, tubo PVC e recipiente de óleo lubrificante de motor automotivo, estes polímeros foram submetidos ao embutimento com a mesma temperatura e tempo de fundição utilizado no embutimento com baquelite. A partir das amostras embutidas, foi realizado o lixamento, polimento, ataque químico e análises metalográficas, mesmos processos realizados quando utilizado o baquelite. Através da análise metalográfica foi possível perceber que as imagens possuem grande concordância quando comparadas as amostras embutidas utilizando o baquelite e aquelas embutidas com os polímeros diversos empregados nesse trabalho. Sendo assim, fica comprovada a viabilidade da utilização de polímeros alternativos para embutimento de aço 1020.

Palavra-chave: Reaproveitamento; ensaios metalográficos; polímero; embutimento.

1. Introdução

Na atualidade está sendo muito pautada a importância da preservação e conservação do meio ambiente como forma de assegurar um desenvolvimento sustentável. Dentre os diversos danos causados ao meio ambiente, um está relacionado com o descarte incorreto de lixos plásticos. Esses resíduos, normalmente, levam muito tempo para sofrerem decomposição natural e, quando incinerados, produzem gases tóxicos [1]. Deste modo, existe uma predisposição geral ao aproveitamento desses resíduos considerando-se o imenso valor potencial dos materiais processados e as implicações dos desperdícios e poluição decorrentes da não utilização desses resíduos [2]. Há algumas décadas, a preocupação com os resíduos vem sendo discutida não só no Brasil, mas também em esfera internacional, acompanhando as tendências de expansão da consciência coletiva com relação às questões ambientais. Nesse sentido, o desenvolvimento social e econômico acabou exigindo um novo posicionamento – tanto do governo, quanto da sociedade civil e da iniciativa privada [3].

De 2000 até os dias atuais, o mundo já produziu a quantidade de plástico equivalente a de todos os anos anteriores somados. Devido ao baixo custo a produção do plástico cresceu rapidamente neste século devido a sua flexibilidade e confiabilidade. Aproximadamente metade de todo o plástico vira lixo em menos de três anos. A maioria desses produtos descartáveis são consumidos em países de maior renda. Esse estudo sobre poluição tem somente algumas décadas e, ainda assim, mais de 75% de todo o plástico produzido em todo planeta já virou lixo [4].

Após a Segunda Guerra Mundial, a produção de polímeros cresceu muito rapidamente. Em muitos segmentos importantes, o crescimento do mercado de materiais poliméricos tem sido superior a 10% ao ano ao longo das últimas décadas [5]. Em meados da segunda década do século XXI, a população do planeta foi estimada em 7 bilhões de pessoas, que produziram mais de 1,3 bilhões de toneladas de lixo por ano. As previsões são que esse valor irá aumentar para 2,2 bilhões de toneladas até 2025 [6].

A eficácia do desempenho da gestão de resíduos plásticos está relacionada ao nível de rendimento de uma nação [7]. Graças à má gestão dos resíduos, estima-se que um terço de todo o plástico rejeitado tenha

se inserido na natureza como poluição terrestre, de água doce ou marinha [8]. Práticas de consumo acelerado geram uma enorme quantidade de resíduos plásticos, para os quais o mundo não está preparado para suportar. Estima-se que 37% de todo o lixo plástico não está sendo tratado de forma eficiente e a má gestão dos resíduos plásticos é uma preocupação urgente, já que é muito mais provável que esses resíduos virem poluição do que aqueles tratados em uma unidade controlada de gestão de resíduos [9]. Acredita-se que a maior parte desses resíduos tenha poluído ecossistemas terrestres, e que 80% do plástico nos oceanos seja proveniente da poluição terrestre [10].

Conseqüentemente, os materiais poliméricos foram gradualmente substituindo outros materiais mais usados, como o vidro, os metais e a madeira [11]. No entanto, devido à lenta deterioração dos materiais plásticos e aos crescentes níveis de produção, esses materiais têm sido descartados como lixo pelos consumidores e vêm se acumulando no meio ambiente [12].

Apesar da existência de uma grande diversidade de termoplásticos [13]. Os plásticos mais encontrados nos resíduos são o policloreto de vinila (PVC), o poli (tereftalato de etileno) (PET), o polietileno de alta densidade (PEAD), o polietileno de baixa densidade (PEBD), o polipropileno (PP) e o poliestireno (PS) [14].

A reciclagem de plástico pode ser dividida em três categorias: a reciclagem mecânica, a química e a energética. O processamento mais convencional de reciclagem é a mecânica, que converte o resíduo plástico novamente em granulados. O processo consiste na associação de um ou mais processos operacionais para transformação dos resíduos plásticos em grânulos que podem ser reutilizados na produção de outros produtos [6]. Esse tipo de reciclagem é chamada de secundária, isto é, a transformação de resíduos plásticos por um ou mais processos operacionais dando produtos com menor atuação e características, do que com plástico virgem [15].

Esse trabalho apresenta uma nova proposta para ensaios metalográficos baseando-se no processo de reciclagem mecânica dos plásticos, foi desenvolvido um novo processo para embutimento de peças, através da reciclagem.

Como objetivo secundário, trata da valorização dos chamados “resíduos sólidos” na forma de mudança de conceito, promovendo-os a coprodutos, ou seja, aqueles materiais requalificados por processos ou operações de valorização para os quais há utilização técnica e ambiental e que são economicamente viável.

1. Metodologia

Para a realização deste trabalho foi selecionada uma barra quadrada de aço SAE 1020, de 12,7mm x 12,7mm e com 5 metros de comprimento. Para o corte da barra foi utilizada uma serra de fita horizontal da marca Ronemak, modelo SR-250 VF. Como recipiente, foi utilizado um cadinho. Para o lixamento, foram utilizados seis tipos de lixas d’água da marca 3M, com as seguintes granulometrias: 240, 320, 400, 600, 1200 e 2500. No polimento, utilizou-se alumina em suspensão como material abrasivo, da marca Skill-tec, e cada litro com sua respectiva micragem: 0,03 µm e 0,05 µm. Para o ataque químico foi utilizado Nital concentrado em 3% e álcool etílico 96%.

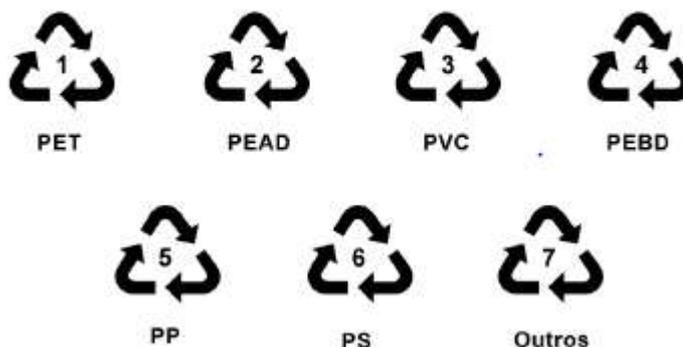
1.1. Seleção dos materiais

Os plásticos, se não forem convenientemente separados, podem vir a comprometer as propriedades finais do produto reciclado em função das variações físicas e químicas que apresentam entre si [16,17]. As mais comuns são a presença de filmes plásticos (produtos com espessura inferior a 250 µm, normalmente sacos e sacolas) e dos chamados plásticos rígidos, que abrangem o restante dos produtos feitos do material [18]. A presença de tintas de impressão ou de rótulos é também uma variação importante para a reciclagem, mas o maior problema é a grande variedade de resinas plásticas existentes nos resíduos sólidos urbanos. As diferentes composições químicas e estruturas geram uma incompatibilidade que dificulta a mistura de tipos diferentes de plásticos, daí a necessidade de separação criteriosa. São pelo menos seis tipos principais de plásticos presentes nos resíduos, o que motivou a adoção voluntária de uma numeração específica de 1 a 6, normalmente inscrita dentro ou próxima ao símbolo da reciclagem, no fundo dos produtos ou nos rótulos [17,19], conforme a Figura 1. O número 7 também é usado, quando se trata de qualquer outro tipo de plástico ou de suas misturas. A nomenclatura das principais resinas empregadas e seus produtos mais frequentes nos resíduos sólidos urbanos são [18,20]:

- Poli (tereftalato de etileno) – PET ou PETE – garrafas de refrigerante, águas, óleos comestíveis, isotônicos etc.;

- Polietileno de alta densidade – HDPE ou PEAD – embalagens de produtos alimentícios, de limpeza, higiene pessoal, automotivos, filmes etc.;
- Policloreto de vinila – PVC ou V – tubos, conexões, mangueiras, filmes, garrafas de água, vinagre, embalagens de óleo, produtos de limpeza, higiene pessoal, doces (potes) etc.;
- Polietileno de baixa densidade – LDPE ou PEBD – filmes, tampas, embalagens de desodorantes etc. Geralmente é separado juntamente com o polietileno de baixa densidade linear (LLDPE) cuja maior aplicação é o segmento de filmes;
- Polipropileno – PP – embalagens de água, vinagre, margarina, doces, filmes, tampas de refrigerante, embalagens de produtos de limpeza e higiene pessoal etc.;
- Poliestireno – PS – copos e outros descartáveis, embalagens de iogurte, bandejas etc.

Figura 1: Simbologia utilizada para identificação de embalagens poliméricas.



Fonte: [18].

São necessários conhecimento e experiência para efetuar a separação dos plásticos, pois as aplicações podem ser as mesmas para mais de uma resina. Propriedades óticas (transparência, translucidez e opacidade), mecânicas (por exemplo, rigidez e resistência ao impacto), de densidade (como flutuação ou decantação na água) e de queima (cor da chama, odor da fumaça etc.) também auxiliam na separação e podem contribuir para a verificação da veracidade das inscrições nos produtos plásticos [6].

1.2. Preparação dos materiais

O experimento ocorreu primeiramente com a etapa de preparação dos materiais que seriam utilizados para o processo de confecção dos corpos de prova do aço SAE 1020. Foram utilizados para o embutimento dos corpos de provas embalagens de óleo lubrificante, sacolas plásticas e tubo PVC com o propósito de substituir os materiais usuais no processo de embutimento como a baquelite e a resina. A figura 2 apresenta os materiais utilizados como matéria prima.

Figura 2: Matérias primas para embutimento.



Fonte: Do autor.

Para as peças que tiveram como matéria prima embalagens de óleo lubrificante automotivo, a preparação ocorreu selecionando 5 embalagens de óleo lubrificante de 1 litro, sendo realizada uma inspeção para comprovar que o material estaria em condições adequadas para ser fundido, como por exemplo o material não estar ressecado devida a possível exposição anterior à luz solar. Posteriormente foi realizada uma higienização das embalagens para retirada de resíduos e então foram cortadas em pedaços de aproximadamente 3mmx3mm.

Para os corpos de prova que utilizaram sacolas plásticas como matéria prima, os procedimentos foram análise visual para averiguar se o material estava isento de impurezas e de possível ressecamento por prévia exposição à luz solar para que o mesmo pudesse ser submetido ao processo de embutimento. Logo após a higienização e secagem, foi realizado o corte utilizando uma tesoura manual em segmentos com aproximadamente 5mmx5mm.

Os corpos de prova que tiveram tubo PVC como matéria prima de embutimento, foram submetidos as seguintes etapas de preparação, inspeção para verificar a qualidade do material, higienização e posteriormente foi realizada a usinagem em parceria com a torneadora Comando Usinagem, utilizando um torno da marca ROMI modelo Tormax 20, ferramenta de corte de aço rápido, velocidade de corte de 200 metros por minuto, avanço de 0,1 mm por revolução e profundidade de corte de 1mm, para que o material fosse reduzido a cavacos em formato de fita.

Foram cortadas 20 peças de aço SAE 1020 com as seguintes dimensões 3mmx12mmx12mm para que fossem realizados os processos de embutimento, análise microestrutural e teste de dureza, a fim de comparar os materiais utilizados e testar a hipótese de que a substituição do baquelite por outros polímeros no embutimento não causaria alguma desconformidade nas análises metalográficas do aço, tais como a ofuscação da imagem ou até mesmo possíveis reações químicas sobre o aço desfragmentação e incrustação dos polímeros sobre a face a ser analisada do aço.

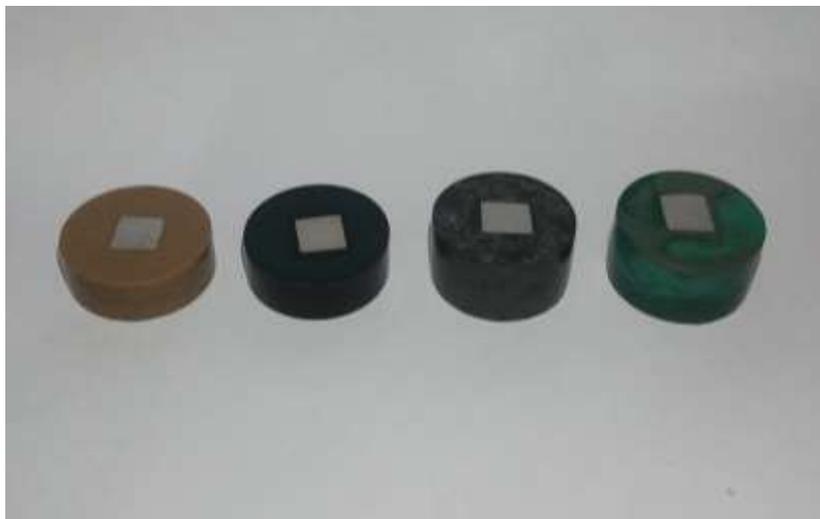
1.3. Preparação dos corpos de prova

Após a etapa de preparação dos materiais, deu-se início a manufatura dos corpos de prova. Foram selecionados, com o auxílio de uma balança de precisão 0,001g, um total de 50 gramas de cada polímero, separadas em beckers de 100 ml, para a confecção das peças.

A embutidora utilizada foi uma Pantec Panpress 30 disponível no Laboratório de materiais - do Centro Tecnológico do Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA. Primeiramente foi selecionada a temperatura de 150°C, colocou-se então dentro da câmara de embutimento a peça de aço SAE 1020 e posteriormente 10 gramas de polímero. Travou-se a câmara conforme orientações disponíveis no manual do equipamento e logo após o temporizador foi programado em 16 minutos iniciando o processo de embutimento.

Após a contagem dos 16 minutos iniciou-se o processo de resfriamento para retirada da peça embutida. Foram confeccionados 5 corpos de prova para cada polímero e posteriormente preparados para cada ensaio que seria realizado de acordo com as normas e orientações de cada teste. Conforme a Figura 3 os corpos de prova foram embutidos com os seguintes polímeros, na sequência da esquerda para direita, PVC, baquelite, embalagem de óleo lubrificante automotivo e sacola plástica respectivamente da esquerda para direita.

Figura 3: Corpos de prova.



Fonte: Do autor.

1.4. Análise microestrutural

Para o ensaio de análise microestrutural foram utilizados os corpos de prova produzidos através do processo de embutimento. Na etapa de polimento foi utilizada uma máquina de polir Pantec modelo Polipan 2D e lixas convencionais à prova d'água com granulometria crescente de 240, 320, 400, 600, 800, 1200, 2500 e posteriormente utilizados panos para polimento metalográfico de 0,05 microns e 0,03 microns e alumina. Afim de evitar uma superfície com irregularidades para melhor análise o corpo de prova foi girando em 90° após o final do processo em cada lixa, buscando reduzir a quantidade de riscos existentes na face a ser analisada [21].

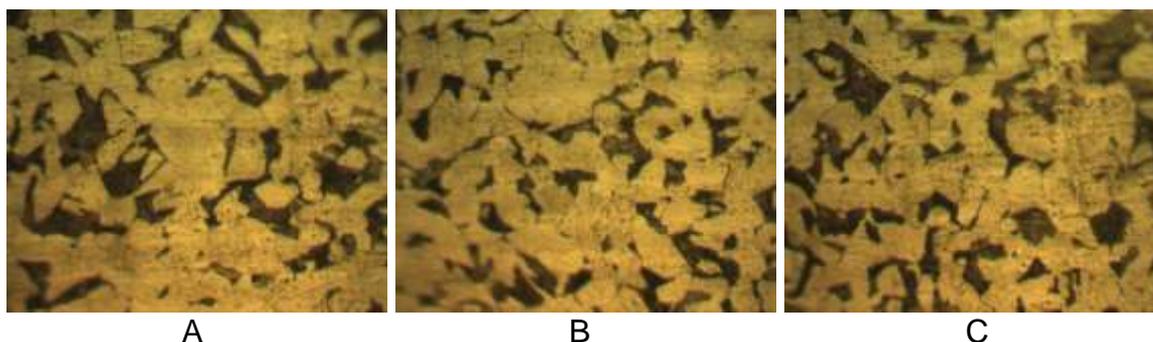
Com o término da fase de polimento, foi realizado o ataque químico com Nital 3%, durante aproximadamente 7 segundos e posteriormente utilizou-se álcool etílico 96% para a remoção do Nital [21]. Para verificar a microestrutura das peças foi necessário o uso de um microscópio óptico Pantec modelo MK100 com lente de 40x/0,65, uma câmera Opton e um computador com o software para captura de imagem IS Capture disponível no Laboratório de materiais - do Centro Tecnológico do Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA.

2. Resultados e discussão

Inicialmente, com as imagens das amostras do aço SAE 1020 embutidas nos materiais, foi verificado visualmente que não houve interferência na metalografia. Após a realização do experimento ficou evidenciado que o reaproveitamento dos polímeros descartados é viável e confiável. Para a análise de dados foram escolhidos 3 tipos de polímeros PEAD, PVC e PEDB além do baquelite, foram tiradas e analisadas 3 imagens de cada material, as imagens têm a função de mostrar se houve alguma contaminação do material reciclado na região metálica do aço, para que posteriormente essas imagens pudessem ser analisadas e comparadas.

Todas as imagens metalográficas apresentadas neste trabalho seguem o mesmo padrão desde o embutimento até a captura da imagem no microscópio, demonstrando grão e o contorno do grão no aço SAE 1020. Inicialmente, na Figura 4, temos as imagens da peça embutida na baquelite, ela será usada como comparativo para os demais experimentos.

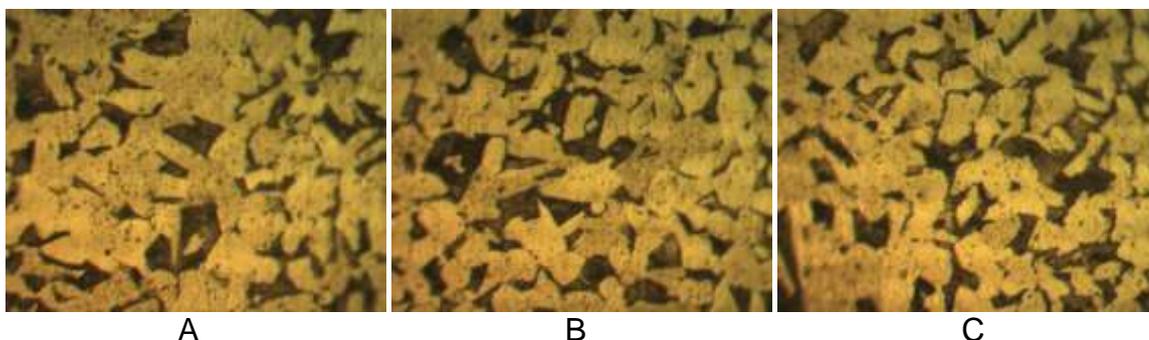
Figure 4: Microscopia da amostra 1 do aço SAE 1020 embutido com baquelite.



Fonte: Do autor.

Na Figura 5, a peça foi embutida em embalagem de óleo automotivo (PEAD), percebe-se que não houve contaminação do material na peça e que os contornos dos grãos estão semelhantes ao da figura 6.

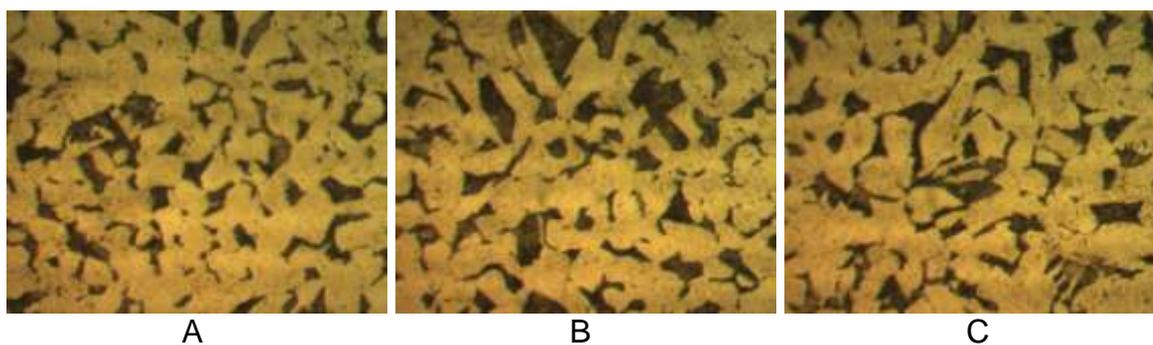
Figure 5: Microscopia da amostra 2 do aço SAE 1020 embutido com embalagem de óleo automotivo (PEAD).



Fonte: Do autor.

A figura 6 apresenta uma peça embutida com tubos de PVC, da mesma forma, é possível notar que nas imagens A, B e C não houveram alterações se comparadas com as amostras do baquelite

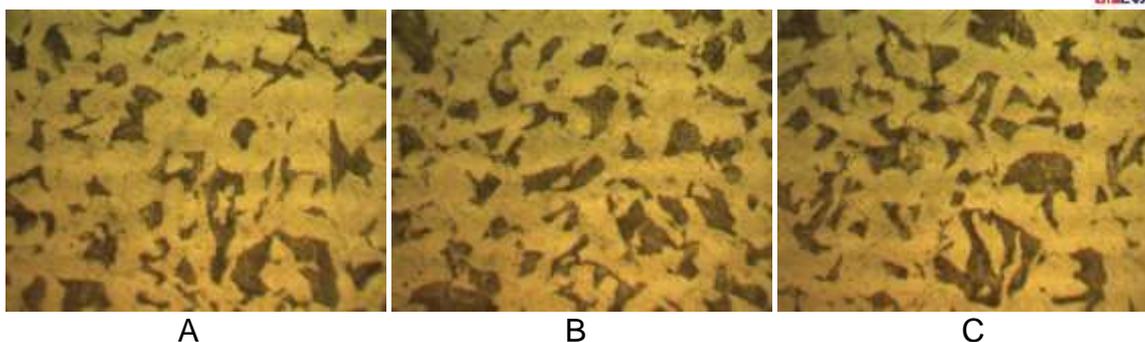
Figure 6: Microscopia da amostra 3 do aço SAE 1020 embutido com Tubos e conexões (PVC).



Fonte: Do autor.

A Figura 7 contém as imagens da peça embutida com sacola plástica. Nota-se que que a semelhança entre as amostras com a baquelite são grandes, assim não havendo nenhuma interferência ou contaminação do material para a peça.

Figure 7: Microscopia da amostra 4 do aço SAE 1020 embutido com Sacola plástica (PEBD).



Fonte: Do autor.

Após analisar as imagens metalográficas é perceptível que as amostras não sofreram nenhuma interferência no embutimento com outros tipos de materiais, contudo é perceptível uma diferença na espessura final da peça já que os materiais possuem densidades diferentes (Tabela 1).

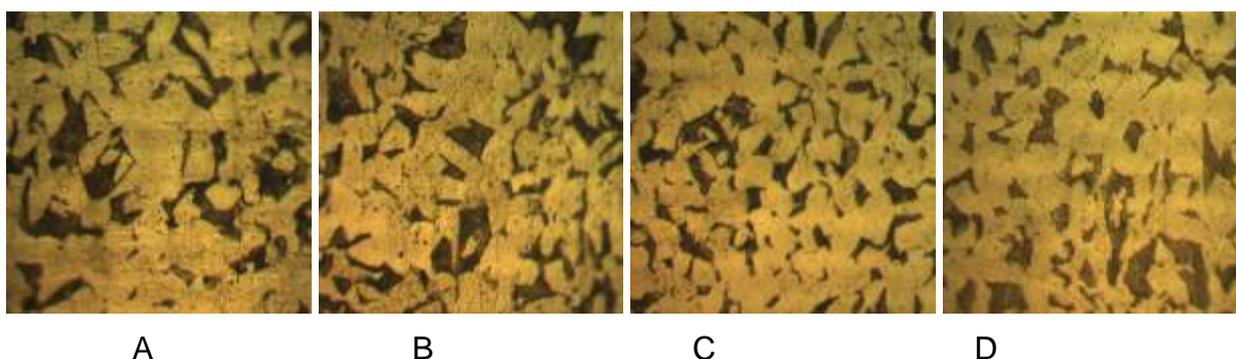
Tabela 1: Dados das amostras.

Materiais	Massa (g)	Espessura final da peça (mm)	Densidade do material(g/cm ³)
Baquelite	10	11,5	1,3
Embalagem de óleo automotivo	10	16,5	0,94 a 0,97
Tubos e conexões PVC	10	11	1,3 e 1,58
Sacolas plásticas	10	16,5	0,91 a 0,93

Fonte: Do autor.

Como pode ser verificado nas imagens A, B, C e D, que são respectivamente, dos materiais reciclados baquelite, embalagem de óleo automotivo (PEAD), tubos e conexões (PVC) e sacola plástica (PEBD), observamos que todas as imagens retiradas de amostras embutidas com material reciclado apresentaram, da mesma maneira que a imagem da amostra embutida com baquelite padrões de, contraste, nitidez e resolução necessários para uma análise metalográfica satisfatória.

Figure 8: Comparativo dos resultados obtidos.



Fonte: Do autor.

Contudo, quando se analisa as amostras embutidas em polímeros reciclados, em comparação com a amostra 0 (amostra embutida com baquelite) nota-se que é viável e rentável embutir peças para ensaios metalográficos com materiais reciclados já que custo algum com matéria prima é muito menor.

3. Conclusão

O resultado obtido do processo de análise metalográfica no aço SAE 1020 comprovou a eficiência deste processo, uma vez que por meio das imagens obtidas em microscópio, ficou evidenciado que não houve alteração significativa nos grãos. Portanto, a partir dos dados apresentados, as principais conclusões deste trabalho com base nos testes realizados de embutimento utilizando polímeros reciclados foram satisfatórias. Foi possível comprovar que além da estrutura dos metais não sofre alteração, não houve complicações no processo geral de preparação das amostras.

A reciclagem de polímeros é uma alternativa viável para minimizar o impacto ambiental causado pela disposição destes materiais em aterros sanitários. Este tema vem se tornando cada vez mais importante pois, além dos interesses ambientais e econômicos, começam a surgir legislações mais rígidas no sentido de minimizar ou disciplinar o descarte incorreto dos resíduos sólidos. Além do benefício do reaproveitamento de alguns dos maiores poluentes ambientais, também é possível perceber uma grande vantagem financeira, pois utilizando polímeros reciclados não é necessário o uso do baquelite, que tem custo consideravelmente alto, neste tipo de análise.

4. Referências

- [1] MANO, E.B.; BONELLI, C.M.C. A Reciclagem de plásticos pós-consumidos. Rev. Quím. Ind., Rio de Janeiro, n.698, p.18-22, 1994.
- [2] MANO, E.B. et al. Jornal do Plástico, Niterói, n. 794/795, 1991.
- [3] Gotti, Isabella Alice; Gestão ambiental / Isabella Alice Gotti, Ana Cláudian Oliveira de Souza. – Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017. 208 p.
- [4] Silpa Kaza et al., "What a Waste 2.0 : A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050," Urban Development (Washington, DC: World Bank Group, 2018), <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>.
- [5] ABIQUIM, Anuário da Indústria Química Brasileira. São Paulo, 2002;
- [6] ZANIN, M., and MANCINI, SD. *Resíduos plásticos e reciclagem: aspecto gerais e tecnologia* [online]. 2nd ed. São Carlos: EdUFSCar, 2015, 138 p. ISBN 978-85-7600-457-8. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.
- [7] Kaza et al., "What a Waste 2.0 : A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050."
- [8] Anderson, Abel de Souza Machado et al., "Microplastics as an Emerging Threat to Terrestrial Ecosystems," Global Change Biology 24, no. 4 (1 de abril de 2018): 1405–16, <https://doi.org/10.1111/gcb.14020>.
- [9] enna R. Jambeck et al., "Plastic Waste Inputs from Land into the Ocean," Science 347, no. 6223 (13 de fevereiro 2015): 768, <https://doi.org/10.1126/science.1260352>.
- [10] W.C. LI, H.F. TSE, and L. FOK, "Plastic Waste in the Marine Environment: A Review of Sources, Occurrence and Effects," Science of The Total Environment 566–567 (1 de outubro de 2016): 333–49, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.084>.
- [11] REBELLO, A. N., Influência da degradação na reciclagem de plásticos estirênicos pósconsumidos. Dissertação* de M.Sc., IMA/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1999.
- [12] ACHILIAS, D. S., ANTONAKOU, E., ROUPAKIAS, C., et al., Recycling of Polyolefins from Plastic Wastes. Global NEST Journal, v. 10, pp. 114-122, 2008.
- [13] SPINACÉ, M. A. S., DE PAOLI, M. A., "A Tecnologia de Reciclagem de Polímeros". Química Nova, v. 28, pp. 65-72, 2005.
- [14] CRUZ, S.A.; ZANIN, M. Caracterização elétrica do HDPE reciclado proveniente de resíduo sólido urbano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS, 5., 1999, Águas de Lindóia-SP, CD-ROM, Trabalho n.440, p.1589-1590, 1999.
- [15] AGNELLI, J.A.M. Reciclagem de polímeros: situação brasileira. Polímeros: Ciência e Tecnologia, v.4, n.4, p.9-18, 1996.
- [16] Ehrig, R. J. Plastics recycling: products and processes. Nova York: Hanser Publishers, 1992. 289 p.
- [17] Wiebeck, H.; Piva, A. M. Reciclagem mecânica do PVC. São Paulo: Instituto do PVC, 1999. 98 p.
- [18] Manrich, S.; Frattini, G.; Rosalini, A. C. Identificação de plásticos: uma ferramenta para reciclagem. São Carlos: EdUFSCar, 1997. 47 p.

- [19] Associação Brasileira de Norma Técnicas – ABNT. Projeto de revisão NBR 13230: simbologia indicativa de reciclabilidade e identificação de materiais plásticos. Rio de Janeiro, 1p. (2006).
- [20] Mano, E. B.; Mendes, I. C. Identificação de plásticos, borrachas e fibras. São Paulo: Blucher, 2000. 224 p.
- [21] COLPAERT, H. Metalografia dos produtos siderurgicos comuns. 4a. ed. [s.l.] Blucher, 2008.