

**Título: Cinética de cristalização não-isotérmica de resíduos de polietileno de alta densidade (HDPE)**

Autor(es) Valeria Dutra Ramos\*; Helson Moreira da Costa; Elizane Farias da Silva

E-mail para contato: valeria.ramos@estacio.br

IES: UNESA / Rio de Janeiro

Palavra(s) Chave(s): polietileno de alta densidade; pós-consumo; análise térmica; cinética; cristalização

**RESUMO**

O problema da reciclagem de resíduos, em especial a de materiais poliméricos, ainda não encontra uma solução satisfatória. Se, por um lado, a reciclagem primária possui mercado garantido uma vez que consiste na regeneração de um único tipo de resina separadamente e é, geralmente, associado à produção industrial (pré-consumo); por outro lado, a reciclagem secundária é um mercado cujo crescimento está condicionado ao encontro de novas tecnologias para processar os vários subtipos de materiais plásticos presentes rotineiramente no lixo urbano, particularmente poliolefinas. O presente trabalho tem a finalidade de verificar a cinética de cristalização não-isotérmica e parâmetros como, por exemplo, a temperatura de cristalização ( $T_c$ ), temperatura de fusão ( $T_m$ ) e grau de cristalinidade ( $X_c$ ), conforme o tipo de embalagem de HDPE pós-consumo. Os resíduos de HDPE foram escolhidos em função do quantitativo percentual em massa verificado na Central de Coleta Seletiva da Empresa Brasileira de Meio Ambiente (EBMA) situada na cidade de Nova Friburgo, RJ. Após a coleta, as embalagens foram lavadas em água corrente com detergente líquido. Posteriormente, as embalagens foram secas ao ar e granuladas. Os grânulos foram mantidos por 30 minutos em contato com uma solução 1% de hidróxido de sódio conforme procedimento descrito na literatura. Após enxague até pH neutro e separação por cor, os grânulos foram colocados em estufa para secagem. Finalmente, através do procedimento de partição, os grânulos foram dispostos para as análises. Os resíduos de HDPE foram analisados através da técnica de calorimetria exploratória diferencial (DSC) utilizando-se o equipamento Perkin Elmer, modelo STA-6000. Cápsulas de porcelana foram utilizadas e, sob atmosfera de ar sintético, o procedimento de análise ocorreu mediante quatro ciclos simultâneos: (i) aquecimento da amostra da temperatura ambiente até 210 °C com uma taxa de 40 °C/min; (ii) Isoterma em 210 °C por 3 minutos; (iii) Resfriamento de 210 °C até temperatura ambiente com taxas de 5, 10, 15 ou 20 °C/min; (iv) Aquecimento da temperatura ambiente até 210 °C com taxas de 5, 10, 15 ou 20 °C/min. Antes de cada análise, para fins de calibração do equipamento, um padrão de índio (In) foi utilizado. Parâmetros de interesse como a temperatura de cristalização ( $T_c$ ); a temperatura de fusão ( $T_m$  – correspondente ao segundo aquecimento); a entalpia de cristalização ( $\Delta H_c$ ); a entalpia de fusão ( $\Delta H_m$ ); o grau de cristalinidade ( $X_c$  – calculado em relação ao HDPE 100% cristalino); e, outros valores específicos para os modelos cinéticos escolhidos, foram obtidos a partir dos termogramas com auxílio do programa Pyris Thermal Analysis, versão 10.1. De um modo geral, todas as amostras apresentaram as mesmas tendências com o aumento das taxas de resfriamento/aquecimento: i) houve diminuição na temperatura de cristalização ( $T_c$ , estimada pelo pico da curva exotérmica), na entalpia de cristalização ( $\Delta H_c$ ), na entalpia de fusão ( $\Delta H_m$ ) e no grau de cristalinidade ( $X_c$ ); ii) existiu um deslocamento dos picos das curvas endotérmicas, relativos à temperatura de fusão ( $T_m$ ), para valores mais elevados; e, iii) Em taxas superiores a 5 °C/min, houve uma redução contínua das diferenças encontradas entre as amostras. Os comportamentos encontrados talvez possam ser atribuídos à distribuição de massa molecular das amostras de HDPE e ao efeito da concentração e da natureza dos colorantes e aditivos usados. A aplicação do modelo Friedman demonstrou que os processos de nucleação e crescimento dos cristais mostram-se energeticamente similares entre as amostras. A equação de Avrami modificada permitiu verificar que, dependendo do tipo de colorante encontrado, há diferenças importantes. Como a microestrutura é um dos fatores que afeta o desempenho mecânico e o processamento dos artefatos, os dados experimentais encontrados ressaltam a atenção que deve ser dada durante o reaproveitamento de resíduos HDPE, particularmente, embalagens coloridas pós-consumo.