



RECICLAGEM DE ELETROELETRÔNICOS: ESTUDO EXPERIMENTAL DA INFLUÊNCIA DA MOAGEM NA SEPARAÇÃO DE METAIS EM PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO

Marcel Kuhne (marcelk9@hotmail.com) - Orientador: Prof. Dr. Waldir A. Bizzo (bizzo@fem.unicamp.br)

Projeto financiado pelo PIBIC (Projeto 800025/2012-1)

Palavras-chave: Separação de Metais - Moagem - Placas de Circuito Impresso - Eletroeletrônicos

Introdução

Resíduos de eletroeletrônicos têm se tornado uma questão a ser resolvida, pelo alto volume gerado (5%-10% do total do lixo municipal) e também por sua composição, que inclui metais pesados e substâncias tóxicas. São bastante **heterogêneos**, com basicamente 3 tipos de materiais: um substrato condutor ou laminado, circuitos condutores impressos e componentes montados nos substratos (componentes cerâmicos). A reciclagem de placas tem dois grandes motivos: **evitar a contaminação do meio ambiente e fazer a recuperação dos metais** (40% do peso das placas), sendo os mais presentes cobre, alumínio, ferro, zinco, chumbo e estanho e com presença de metais nobres, como ouro, prata e platina. Devido à dureza das placas, a moagem é bastante dificultada e exige equipamentos com grande robustez e características específicas para a obtenção de granulometria abaixo de 2mm.

Materiais e equipamentos

Aproximadamente **8970g de resíduos placas de circuito impressos, pré-moídas, peneiradores mecânicos (figura 1)** um de menor porte e outro maior, **cinco peneiras, balanças**, uma de maior porte e outra tipo científica, **forno mufla**, e um **moinho de facas (figura 2)** com grelha interna de 9mm de abertura



Figura 1. Peneirador mecânico, Produtest modelo "T" com as cinco peneiras



Figura 2.a Moinho de facas Rone



Figura 2.b Detalhe da lâmina e resíduos dentro do moinho

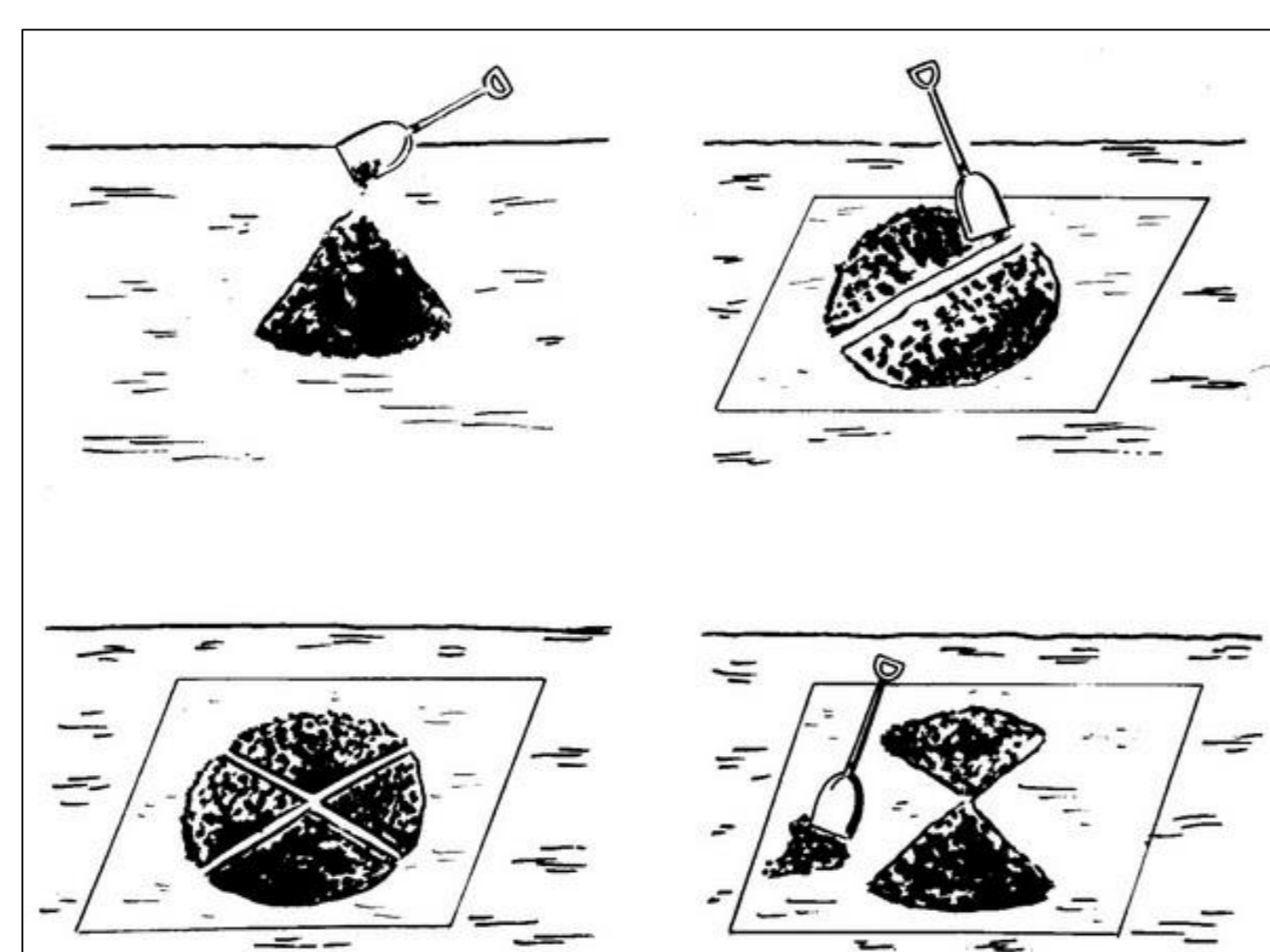


Figura 3. Quarteamento - método para amostragens

Então, com 1/16 dos resíduos (488,8g), foi feita **nova análise da distribuição granulométrica** (resultados na **figura 5**). Com esses resíduos, foi feita a **análise de cinzas ou análise imediata**. O material foi, **de acordo com as faixas de tamanho de grão**, colocado em **cadinhos de cerâmica** e estes **dentro do forno mufla, aquecido a 600°C**, a fim de volatilizar os polímeros. O resultado é contemplado na **figura 6**.

Resultados e Discussão

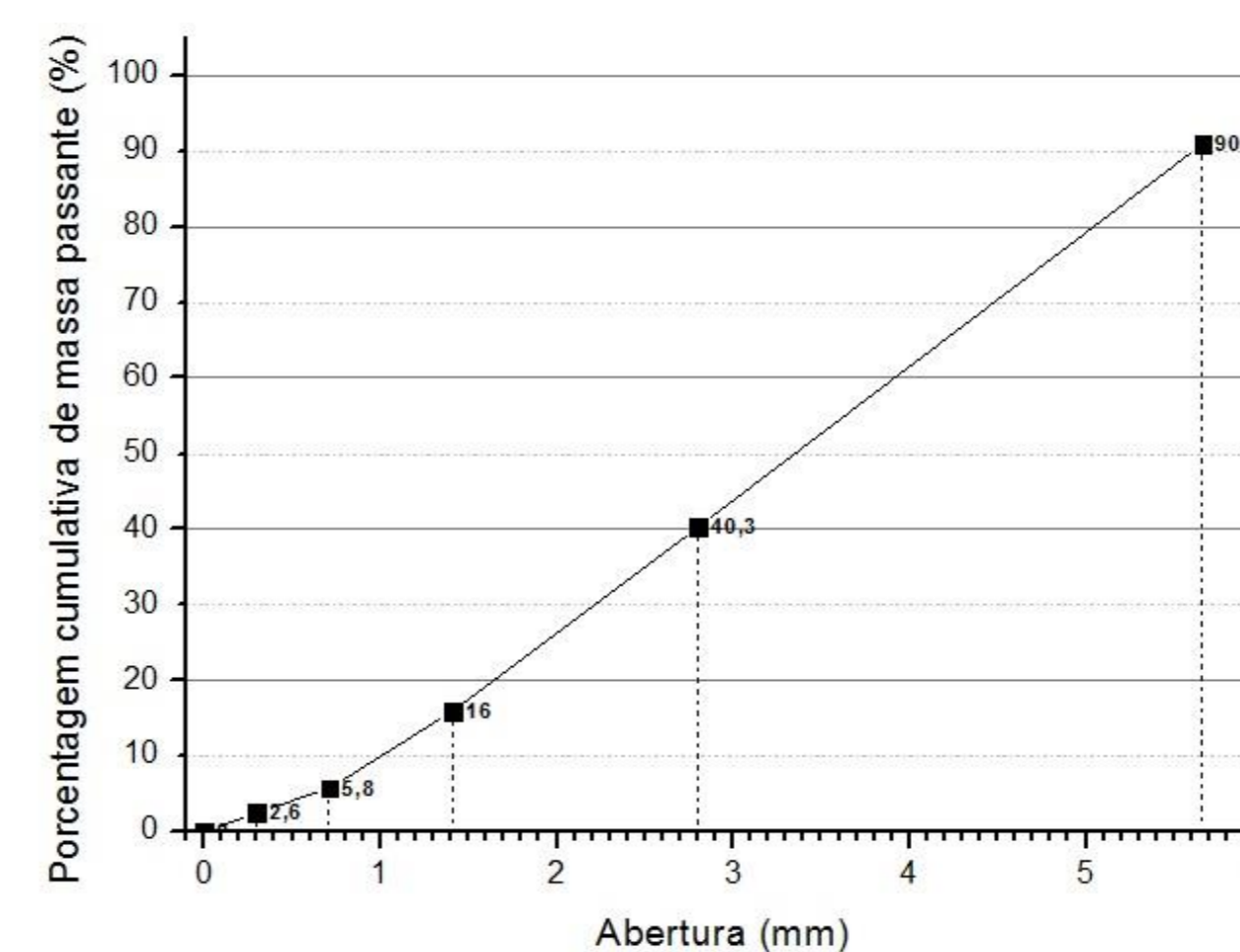


Figura 4. Distribuição granulométrica inicial

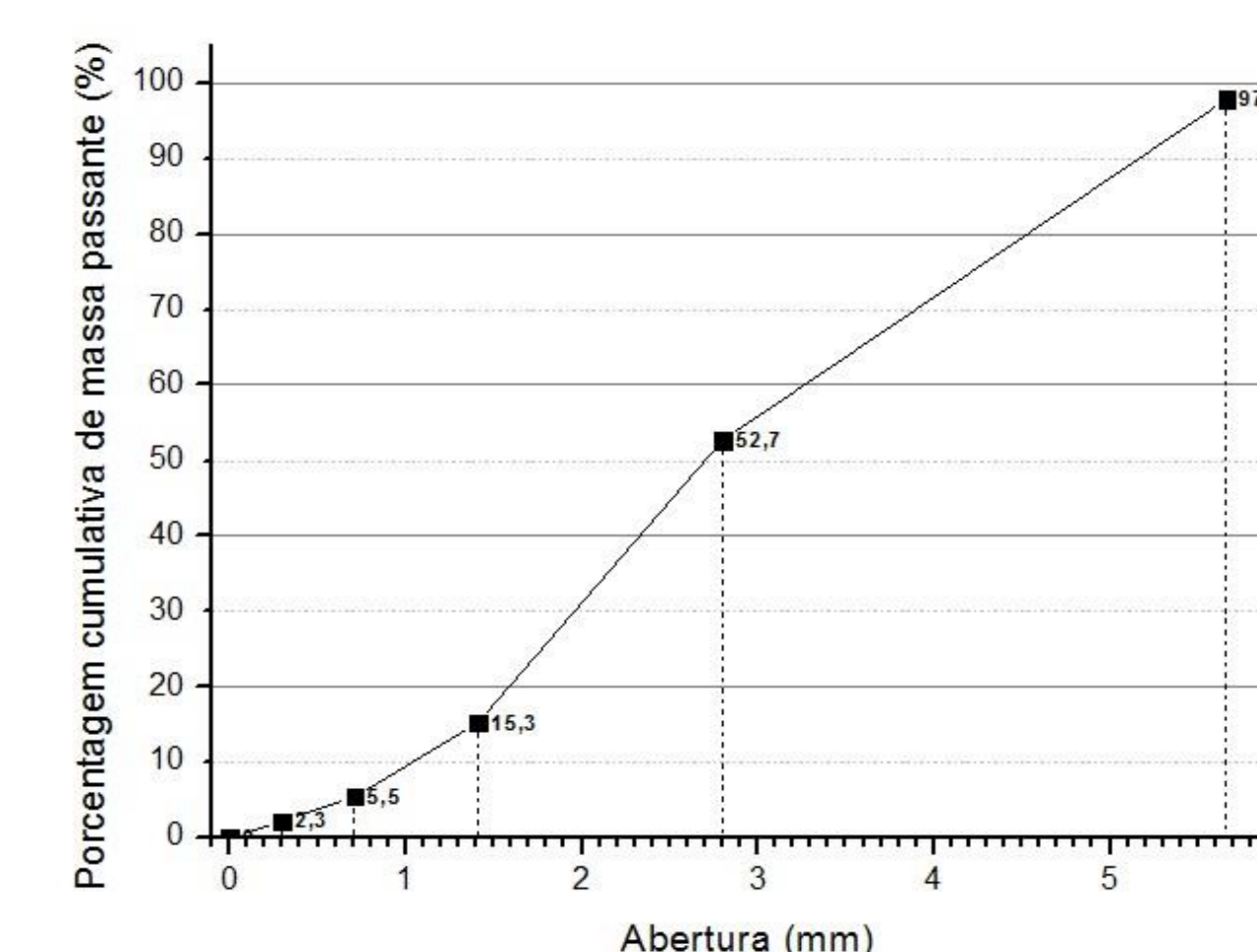


Figura 5. Distribuição granulométrica dos resíduos

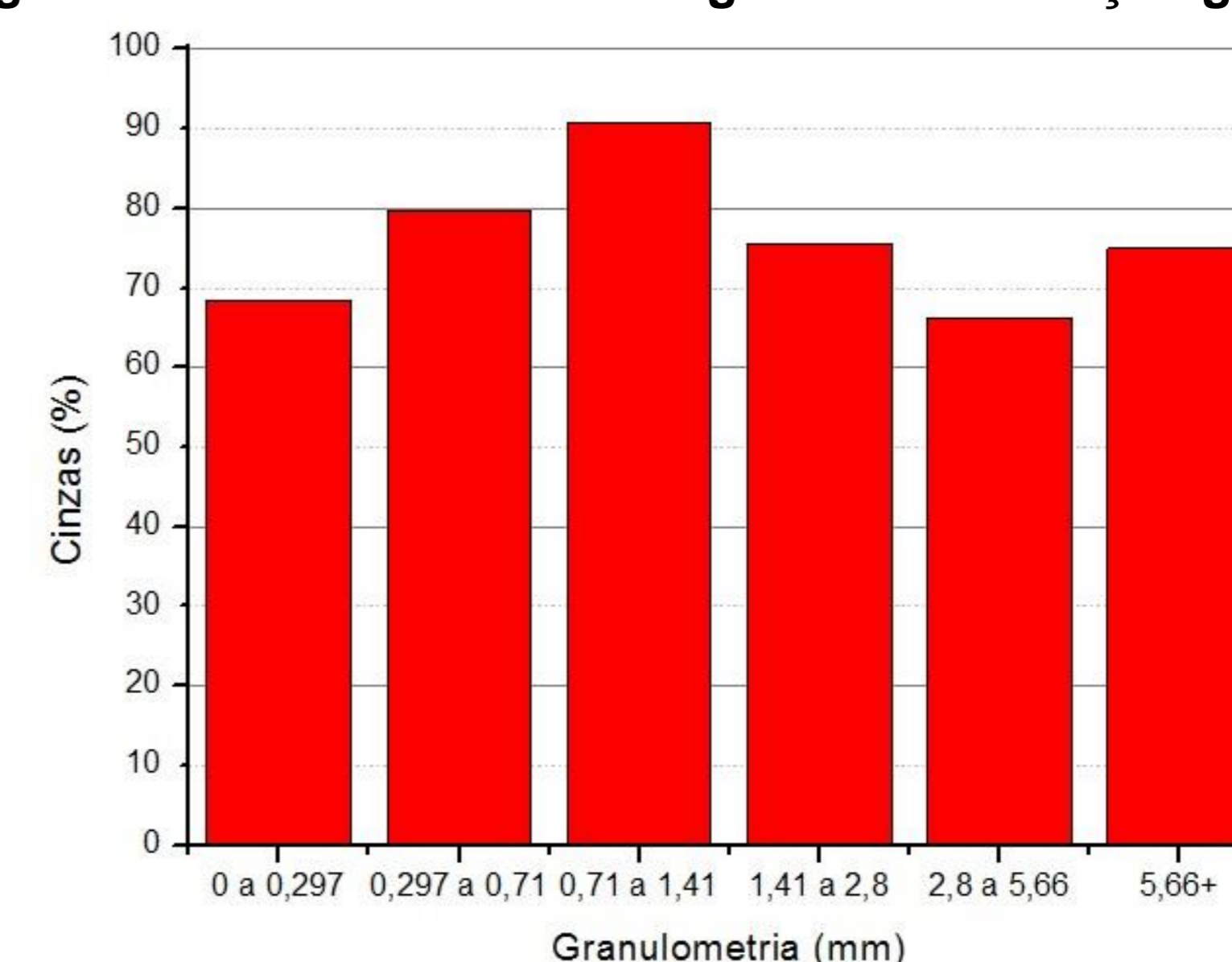


Figura 6. Teor de cinzas de acordo com tamanhos dos grãos

Foi notado que, após a moagem, maior porcentagem do material passou pela peneira de abertura 2,8mm (52,3%, contra 40,3% antes da moagem). As peneiras mais finas tiveram praticamente o mesmo valor de material passante, pois a grelha do moinho possuía abertura muito grande (9mm). As variações nos pesos das amostragens se deve a perdas e indeterminações no quarteamento, na ineficiência do moinho em quebrar certos grãos, que então permaneciam grandes demais (que foram removidos para desobstrução) e na pulverização das placas durante a moagem. A análise de teor de cinzas é delicada e imprecisa para um material heterogêneo. Os valores de cinzas incluem tanto metais quanto cerâmicos.

Conclusão

O método de **quarteamento se mostrou eficaz**, com amostras tão heterogêneas quanto a porção total. A **moagem**, feita uma vez no experimento, **otimizou a granulometria**. Da figura 6, deduz-se que partículas de 0,7mm a 1,4mm tem maiores quantidades de minerais, e as faixas adjacentes (de 0,3 a 0,7mm e de 1,4 a 2,8mm também têm altas taxas), portanto devem ser os tamanhos buscados na moagem. No entanto, pode ter havido oxidação dos metais e as quantidades de cerâmicos são indeterminadas.

Metodologia

O **quarteamento (figura 3)** foi usado para se obter as amostras em todos os processos. O intuito era obter porções que respeitassem a heterogeneidade das placas de circuito impresso. Foi feita a **análise da distribuição granulométrica de uma amostra do material inicial** (1/16 do total ou 566,41g), resultando na **figura 4**. Depois, foi realizada a **moagem**.