

Otimização e análise de custo energético da separação eletrostática na reciclagem de resíduo de módulos fotovoltaicos

Lucas M. Schmidt

Introdução

A energia proveniente de fontes renováveis tem sido cada vez mais necessária devido ao intensivo uso de combustíveis fósseis. A tecnologia fotovoltaica é uma alternativa pois permite transformar a luz solar em eletricidade sem nenhuma outra forma de energia. Células fotovoltaicas têm vida útil de 20-30 anos, de modo que os primeiros painéis instalados já estão se tornando resíduo eletroeletrônico. Os módulos fotovoltaicos são geralmente compostos por um semicondutor, vidro, polímeros e metais. Diversos métodos para reciclagem de fotovoltaicos têm sido estudados, tais como processos hidro e pirometalúrgicos. Neste trabalho optou-se por estudar um processo mecânico, a separação eletrostática, que se difere dos demais por não gerar nenhum tipo de efluente líquido ou emissão atmosférica, já que separa os seus constituintes por propriedades elétricas.

Objetivos

Os objetivos deste estudo são avaliar e otimizar a utilização da separação eletrostática na separação de Prata, Cobre, Alumínio e polímeros do resíduo de módulos fotovoltaicos e analisar o custo (energia e tempo) de todos os processos envolvidos.

Metodologia

Primeiramente, o módulo fotovoltaico foi desmontado manualmente, moído e posteriormente separado eletrostaticamente em condutores(A), meio (B) e não condutores (C). Os parâmetros utilizados no separador eletrostático foram:

- 24 kV de tensão aplicada;
- 30 rpm na velocidade de rotação.

Para avaliar a quantidade de prata e cobre foi feita a digestão em ácido nítrico 65% e para o alumínio, digestão em ácido clorídrico 37% ambos na proporção sólido/líquido 1:10, por duas horas à temperatura ambiente. Posteriormente, as amostras foram analisadas por espectrometria de emissão óptica com plasma. A quantidade de polímeros foi avaliada por diferença de massa, obtida através de uma queima controlada de temperatura e tempo de queima. A umidade do ambiente de separação, bem como a umidade da amostra, foram mantidas abaixo de 50% na realização da separação eletrostática.

Resultados

Na figura 1, pode-se observar o aspecto das soluções obtidas após as digestões dos materiais de cada compartimento. A tabela 1 comprova que os metais estão concentrados na fração condutora, conforme visualizado na figura 1.

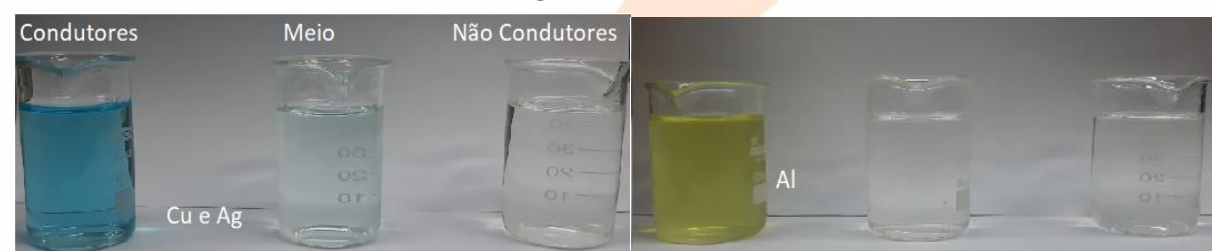


Figura 1- Análise Visual das digestões dos compartimentos.

Tabela 1- Distribuição percentual de cobre, prata e alumínio nos compartimentos.

Metal	A(%)	B(%)	C(%)
Prata	93,02	4,19	2,79
Cobre	98,68	1,11	0,21
Alumínio	77,46	11,76	10,78

Na tabela 2, são mostrados os gastos da separação de 300 gramas do resíduo relacionados a cada processo, considerando energia elétrica e os tempos ociosos e ativos.

Tabela 2- Análise de gastos do processo de separação eletrostática.

Processo	Tempo ocioso (h)	Tempo ativo (h)	Energia Elétrica (kWh)
Desmorte	-	0,12	-
Moagem	-	0,20	0,25
Separação eletrostática	1,07	0,350	0,42
Somatório	1h e 4 minutos	40 minutos	0,67

Conclusão

Com os resultados, pode-se concluir que:

- Os módulos fotovoltaicos possuem metais de interesse para reciclagem, como cobre, prata e alumínio;
- A separação eletrostática é eficaz na separação da fração metálica de painéis fotovoltaicos, concentrando-a no compartimento condutor;
- Uma lixiviação seletiva é capaz de separar o alumínio do cobre e da prata.

Agradecimento: Os autores agradecem à CAPES, CNPq e Finep (Projeto Sibratec) pelo apoio financeiro para a realização do projeto