

QUANTIFICAÇÃO DOS CONSTITUINTES DE UM MÓDULO FOTOVOLTAICO PARA A RECICLAGEM DE METAIS

Laureane Matter Donato¹

Émilie Scheunemann Lovato²

Daniel Assumpção Bertuol³

Resumo:

A tecnologia permite a constante criação de novas tecnologias, gerando assim um mercado consumidor sedento por novos equipamentos. Consequentemente, surge a problemática do lixo eletrônico, juntamente com uma crescente preocupação ambiental, social e econômica. Na busca de energias renováveis, surgem os painéis fotovoltaicos, transformando energia solar em energia elétrica. Além de serem opções ambientalmente sustentáveis, mostram-se ambientalmente viáveis, pela possibilidade de reciclagem de seus materiais valiosos, técnica que pode acarretar na diminuição de seu custo de produção. Assim, o trabalho visa apresentar a caracterização dos materiais constituintes de um módulo fotovoltaico de uma placa solar da marca Canadian Solar, modelo CS6P-265P-BR. Para este fim, fez-se um estudo utilizando processos de identificação de metais, como a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), visando a avaliação morfológica das partículas do material; a espectroscopia por energia dispersiva (EDS) para a determinação de sua composição química e a fluorescência de raios-X, para a determinação dos elementos químicos presentes no módulo, assim como suas devidas concentrações. Os resultados encontrados mostram grandes concentrações de Silício e Alumínio, e em menor quantidades Chumbo, Prata, Cobre, Estanho, Titânio e Zinco. Estes metais, quando depositados erroneamente no solo, causam prejuízos ambientais e por este motivo, é imprescindível sua reciclagem e aproveitamento, evitando seu desperdício e podendo baixar o custo de produção de novas tecnologias.

Palavras-chave: painéis fotovoltaicos, reciclagem, metais valiosos

Modalidade de Participação: Iniciação Científica

QUANTIFICAÇÃO DOS CONSTITUINTES DE UM MÓDULO FOTOVOLTAICO PARA A RECICLAGEM DE METAIS

¹ Aluno de graduação. laureane.donato@gmail.com. Autor principal

² Aluna de Mestrado. emiliesche@gmail.com. Co-autor

³ Docente. dbertuol@gmail.com. Orientador

QUANTIFICAÇÃO DOS CONSTITUINTES DE UM MÓDULO FOTOVOLTAICO PARA A RECICLAGEM DE METAIS

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço tecnológico, existe a constante criação de novas tecnologias de aparelhos elétricos e eletrônicos, gerando um mercado consumidor com uma obsolescência planejada, onde há alta rotatividade de equipamentos e muita produção de lixo eletrônico. Assim, houve uma crescente preocupação quanto aos impactos ambientais, sociais e econômicos, onde busca-se formas de energia sustentáveis, em detrimento de energias não-renováveis.

Neste cenário, surgem os painéis fotovoltaicos, capazes de transformar energia solar em energia elétrica. Além de mostrar-se como uma alternativa ambientalmente sustentável, foi avaliado por especialistas nesta matriz energética, uma queda de até seis vezes no preço do quilowatt (kW) obtido pela energia solar até 2015 (PEREIRA, 2016), configurando também, uma alternativa economicamente viável.

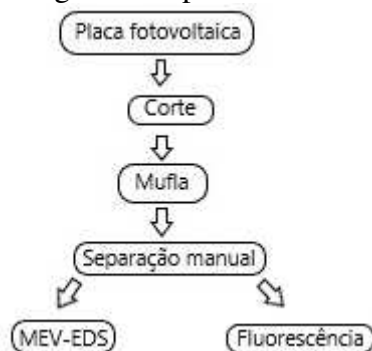
Os painéis fotovoltaicos são constituídos de alumínio, vidro temperado, bateria, quadro de liga, quadro traseiro e EVA (copolímero de etileno) segundo Yin e Hao (2009). Muitos materiais valiosos são utilizados na confecção destes painéis, sendo a reciclagem imprescindível para que esta tecnologia não se torne um problema ambiental e social. Devido a isso, é importante que haja uma recuperação de materiais valiosos, o que reduzirá seu custo de produção (GHIZONI, 2016).

Assim, o presente trabalho visa a caracterização dos materiais constituintes de um módulo fotovoltaico de uma placa solar da marca Canadian Solar, modelo CS6P-265P-BR. Para tanto, o módulo foi submetido a processos de identificação de metais através da utilização de técnicas adequadas de forma a otimizar a eficiência no processo de extração de recuperação destes metais.

2 METODOLOGIA

Com o módulo fotovoltaico Canadian Solar, modelo CS6P-265P-BR, foram retiradas três amostras da placa fotovoltaica, medindo 5 cm de altura por 5 cm de largura. Em seguida, realizou-se a pesagem destas a fim de obter-se a massa inicial de cada. O processo de pesagem inicial é importante para fins de controle da quantidade de massa perdida no processo de extração dos materiais. A Figura 1 exemplifica o fluxograma de processos adotados na metodologia.

Figura 1 – Fluxograma do processo de caracterização.



Fonte: dos autores, 2018.

Uma vez realizado o corte e a pesagem das amostras, as mesmas foram inseridas na mufla, de modo a retirar o material polimérico presente. Assim, foi feita a separação manual

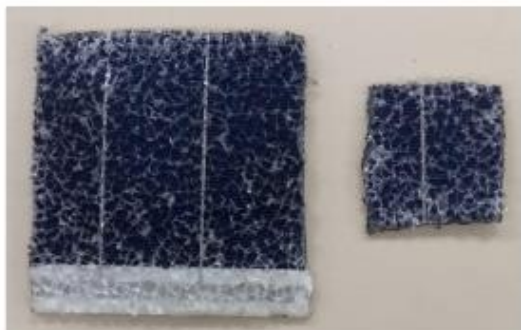
dos componentes remanescentes, com a finalidade de separar os tipos de materiais do módulo fotovoltaico, os quais novamente foram pesados para o cálculo da massa perdida no processo anterior.

Após, as amostras foram avaliadas com técnicas de identificação de materiais, como a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), utilizando um equipamento da marca Tescan, modelo Vega 3, que visa a produção de imagens de alta resolução baseada na energia emitida por elétrons, assim avaliando morfológicamente as partículas do material; a análise de espectroscopia por energia dispersiva (EDS), da marca Oxford, baseada na absorção e emissão de cada componente, caracterizando sua composição química (DUARTE et al.2003). Por fim, realizou-se a análise de espectrometria de fluorescência de raios-X, da marca S2 Pulmann Bruker, técnica não destrutiva que visa determinação de elementos químicos com número atômico (Z) maiores que 10, presentes na amostra, como também o estabelecimento da concentração destes elementos (SANTOS et al., 2013).

3 RESULTADOS e DISCUSSÃO

O corte do módulo fotovoltaico é fundamental para que se obtenha amostras de proporções analisáveis nos equipamentos laboratoriais. Para tanto, foi utilizado um serrote capaz de cortar o vidro e o plástico presentes na placa em sua forma integral. Após, as amostras de 5 cm de altura por 5 cm de largura foram colocadas na mufla, por um período de 1 hora, em temperatura de 600°C. Em seguida, após o resfriamento dos componentes, foi feita a separação manual de cada fração do módulo. A Figura 2 mostra um resultado comparativo da placa fotovoltaica antes e depois do processo da mufla.

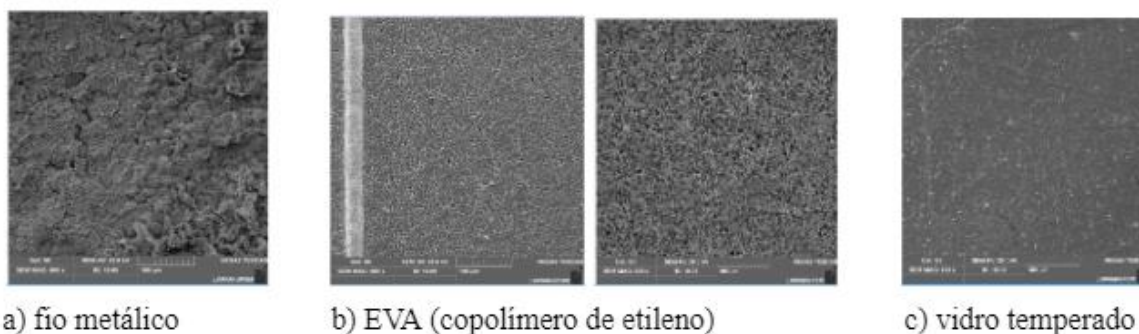
Figura 2 – Resultado comparativo após o processo da mufla.



Fonte: dos autores, 2018.

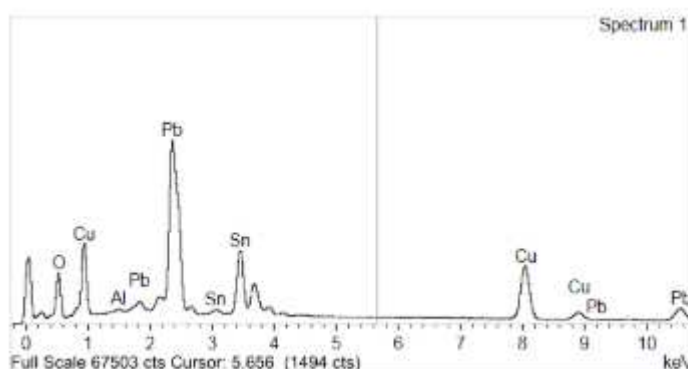
Após esta etapa, iniciou-se as análises nos equipamentos laboratoriais, e para tanto, a amostra de vidro e a de pó passaram por um processo de moagem manual, para que se aumentasse a área de partículas, aumentando a precisão e o alcance da análise. Assim, ao serem submetidas ao MEV/EDS, e a análise de espectrometria de fluorescência por raio-X, foi possível obter os constituintes presentes na amostra, os quais podem ser visualizados na Figura 3 e 4 e na Tabela 1 e 2.

Figura 3 – Morfologia das amostras obtidas por MEV com magnificações de 600x.



Fonte: dos autores, 2018.

Figura 4 – Composição química do fio metálico obtido por EDS.



Fio metálico	
Constituinte	% massa
O	26,12
Al	0,23
Cu	12,605
Sn	12,51
Pb	43,495
C	8,35
Si	1,42
Ca	0,52

Fonte: dos autores, 2018.

Para os constituintes foram obtidos espectros de massa semelhantes e os resultados estão na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química dos constituintes da amostra.

Vidro		EVA superior		EVA inferior	
Constituintes	% massa	Constituinte	% massa	Constituinte	% massa
C	6,94	C	8,94	C	7,365
O	51,35	N	17,43	O	15,02
Na	6,91	O	18,09	F	8,35
Mg	1,54	Al	0,75	Na	0,26
Al	0,55	Si	32,665	Al	57,78
Si	26,49	Ti	0,29	Si	13,255
Ca	3,88	Sn	1,6	Ti	0,16
Sn	2,34	Na	0,67	Zn	0,44
		Ag	68,05	Ag	1,76
				Sn	0,42

Fonte: dos autores, 2018.

Os resultados encontrados mostram uma alta concentração de Prata no fio metálico, seguido de Cobre e Estanho. Já na composição do vidro, há uma maior concentração de Silício e uma menor quantidade de Estanho. O copolímero de etileno na parte superior possui uma maior concentração de Prata e Silício, e em menores concentrações Estanho e Alumínio. Na parte inferior, há uma maior concentração de Alumínio e Silício e valores menores para Zinco, Titânio, Prata e Estanho.

Tabela 2 – Constituintes das frações de EVA e vidro obtidos da fluorescência de raio-X.

EVA		VIDRO	
Constituintes	%	Constituintes	%
Al	19,25	Si	73,585
Si	69,69	Ca	22,93
S	0,26	Al	2,03
Ca	3,58	Sb	1,01
Sc	0,01	S	0,28
Ti	4,93	Cl	0,12
Fe	0,22	Sc	0,095
Cu	0,08	Zr	0,01
Zn	0,12		
Ta	0,02		
Ir	0,01		
Pb	0,13		
Bi	0,08		
Ag	1,11		
Sn	0,49		

Fonte: dos autores, 2018.

Como pode ser visualizado, há uma maior quantidade de metais como Alumínio e Silício, e em menores quantidades, Chumbo, Prata, Cobre, Estanho, Titânio e Zinco. Conforme Nicoletti (2013), para que 1 quilo de alumínio seja reciclado, é gasto um décimo da energia utilizada para produção primária. Além desta vantagem, mais de 1 quilo de bauxita residual e 17 quilos de gás carbono deixam de ser produzidos. Segundo a mesma autora, o Cobre após reciclado, pode ser utilizado na produção de novos equipamentos. O Chumbo possui efeitos adversos no sistema nervoso central e periférico dos seres humanos.

Esses metais encontrados no módulo fotovoltaico, quando dispostos incorretamente no meio ambiente, causam sérios problemas não só ambientais, mas sociais e econômicos. Devido a isso, faz-se necessário reduzir os impactos causados, e com a extração desses metais visando a sua reciclagem, haverá um maior aproveitamento de materiais descartados, com menor extração de matéria-prima e uma diminuição da perda de metais valiosos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao caracterizar o módulo fotovoltaico, observou-se a presença de diversos constituintes inorgânicos. As quantidades elevadas de Silício eram esperadas diante da placa de vidro temperado presente no módulo fotovoltaico estudado, assim como as quantidades de Alumínio, presentes na liga de alumínio anodizado, responsável pela condução elétrica no módulo. Entretanto, atenta-se para os demais metais determinados para uma futura recuperação, diante ao seu maior valor agregado, com a Prata. Ressalta-se, que os metais caracterizados no módulo devem ser também observados em uma perspectiva econômica e ambiental, visto que, o descarte destes metais pode acarretar prejuízos quando depositados incorretamente no solo, caso do elemento Chumbo.

Tendo em vista os impactos causados pelos metais ao meio ambiente, quando depositados erroneamente, reforça-se a importância do seu reaproveitamento. Assim, além da redução da problemática ambiental, os materiais valiosos poderão ser reciclados, reduzindo também o aspecto econômico na elaboração de novas tecnologias.

REFERÊNCIAS

DUARTE, et al. **Aplicação de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Sistema de Energia Dispersiva (EDS) no estudo de Gemas: exemplos brasileiros.** Instituto de Geociências, UFRGS. Porto Alegre, RS – Brasil. 2003.

GHIZONI, J. P. **Sistemas Fotovoltaicos: Estudo sobre Reciclagem e Logística Reversa para o Brasil.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Florianópolis, SC, 2016.

NICOLLETI, J. **Matérias-primas encontradas no lixo eletrônico.** 2013. Disponível em: <<https://www.dw.com/pt-br/mat%C3%A9rias-primas-encontradas-no-lixo-eletr%C3%B4nico/a-16931631>> Acesso em: 15 de setembro de 2018.

PEREIRA, N. L. **Energia solar uma perspectiva de sustentabilidade e viabilidade econômica.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. Cuiabá, 2016.

SANTOS et al. **Espectrometria de fluorescência de raios-x na determinação de espécies químicas.** 2013. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 2013.

YIN, S., HAO, JH, 2009. **A review: solar photovoltaic power generation technology application in China.** Electric Power Technol. p. 1–4, 2003.