

## AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DOS PAINÉIS FOTOVOLTAICOS INSTALADOS NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS – CAMPUS POÇOS DE CALDAS

Gustavo Piologo Marques<sup>1</sup>

Izabella Carneiro Bastos<sup>2</sup>

Daniel Oliveira Guimarães<sup>3</sup>

Ivan Alan Soares<sup>4</sup>

### Energias Renováveis e possibilidades de aplicação

#### *Resumo*

Com a crescente demanda energética mundial e uma consciência ambiental cada vez mais presente nos vemos preocupados com a matriz energética global em algumas décadas, procurando por fontes renováveis e que possuam efeitos colaterais minimizados em seu ciclo de vida. Objetiva-se com este trabalho o estudo do ciclo de vida dos painéis fotovoltaicos através de dados baseados na produção dos instalados na Universidade Federal de Alfenas – Campus Poços de Caldas, para que possamos entender melhor o tipo de dano que cada etapa do processo de fabricação gera e quais medidas podem ser tomadas para a mitigação de impactos, para que a energia fotovoltaica possa ser cada vez mais limpa. Para esta análise foi utilizada a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) que possibilita a visualização de resultados em números e gráficos quantitativos. Obteve-se como resultado uma alta influência do silício monocristalino nos impactos analisados apesar de sua presença em menor quantidade em relação ao silício policristalino. Tendo como conclusão que o silício policristalino deve ser utilizado sempre que possível para que os danos ambientais de produção sejam reduzidos a longo prazo.

Palavras-chave: Silício Cristalino; Fontes Renováveis; Mitigação de Impactos

<sup>1</sup> Gustavo Piologo Marques, *Graduando em Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL) – Campus Poços de Caldas, gustavo.pioma@gmail.com.*

<sup>2</sup> Prof. Dr. Izabella Carneiro Bastos, *Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL) – Campus Poços de Caldas. Instituto de Ciência e Tecnologia, Izabella.carneiro@unifal-mg.edu.br*

<sup>3</sup> Daniel Oliveira Guimarães, *Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL) – Campus Poços de Caldas. Instituto de Ciência e Tecnologia, daniel.guimaraes@unifal-mg.edu.br.*

<sup>4</sup> Ivan Alan Soares, *Mestrando em Engenharia Química da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL) – Campus Alfenas, ivan.devwork90@gmail.com.*

## INTRODUÇÃO

A energia solar fotovoltaica mostra certo destaque quando se fala em benefícios ambientais para se gerar energia, por ser uma fonte inesgotável e sem emissões de poluentes durante sua vida útil, entretanto esta fonte depende dos painéis solares para ser aproveitada, e a produção dos mesmos gera impactos ambientais nas etapas de sua cadeia produtiva (PUPIN, 2019). Uma das técnicas desenvolvidas para avaliar o impacto ambiental, quantitativo e qualitativo, associado a etapas de produção de produtos é a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) (ABNT NBR 14040, 2006).

O silício pode ser mais eficiente em sua conversão de radiação solar em energia quando o mesmo possui um maior grau de pureza, que acompanha um custo mais elevado devido à necessidade de ultra purificação, entretanto, resulta em uma eficiência por volta de 2% mais alta de conversão da luz solar (ROCHA, 2017). Apesar da eficiência de conversão energética do silício policristalino (p-Si) ser ligeiramente inferior às células de silício monocristalino (m-Si), pesquisas recentes mostram que a relação entre o custo de produção e a eficiência das duas células pode equiparar-se, devido ao desenvolvimento e aprimoramento das tecnologias de produção destas células (ROCHA, 2015).

Objetiva-se com este trabalho a Avaliação do Ciclo de Vida dos painéis fotovoltaicos instalados na Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL) – Campus Poços de Caldas, para que possamos entender melhor o tipo de dano que cada etapa do processo de fabricação gera e quais medidas podem ser tomadas para a mitigação de impactos.

## METODOLOGIA

A metodologia escolhida para esta análise foi a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Segundo CAMPOS (2012) existem diversas formas de se aplicar uma ACV, a escolhida para este estudo foi a que acompanha o produto desde a extração de suas matérias-primas até a entrega ao consumidor final, sendo assim, não envolve fatores de descarte ou reciclagem do produto, por ser uma tecnologia recente se comparada com sua vida útil.

Segundo a Norma ISO 14040, que dispõe sobre os princípios e a estrutura da ACV, não há uma única maneira de conduzir o estudo de ciclo de vida de determinado produto,

sendo possível escolher o método mais indicado de acordo com a intenção e o público alvo, se tornando uma análise flexível (PUPIN, 2019). A ACV é dividida em quatro etapas que foram seguidas para este estudo, sendo as seguintes:

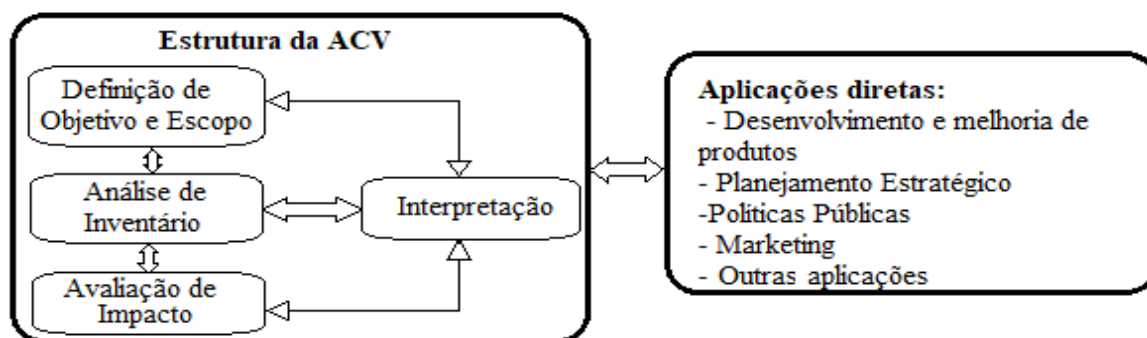


Figura 1: Estrutura de uma Avaliação do ciclo de vida de um produto. Fonte: Adaptado de ABNT (2009<sup>a</sup>)

Utilizando os dados obtidos através dos modelos instalados na Unifal Campus Poços de Caldas que seguem na Tabela 1, podemos quantificar valores para o software.

Tabela 1: Modelos de painéis fotovoltaicos fabricados pela empresa Canadian Solar utilizados para a análise (Canadian Solar Inc, 2018)

Painel	Tipo do Silício	Peso (kg)	Unidades	Eficiência de Conversão (%)	Peso Total (kg)
KuPower CS3K-295W	Policristalino	18,5	102	17.75	1887
KuMax CS3U-355W	Policristalino	22,5	66	17.89	1485
KuMax CS3U-370W	Monocristalino	22,5	42	18.65	945
SUPERPOWER CS6K- 300W	Monocristalino	18,2	51	18.33	928,2
Total			261		5245,2

A avaliação dos impactos foi feita através do software OpenLCA, utilizando a base de dados “EcoInvent”, permitindo que os dados da ACV sejam visualizados utilizando valores de entrada e saída de materiais e resíduos disponibilizados pela base de dados, e faz a junção de todos esses valores alocando cada um para sua respectiva área de degradação ambiental, esta alocação por sua vez é feita através de um método. O método escolhido para este estudo foi o “ReCiPe Midpoint (H)”.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com todos os dados da tabela 1 reunidos no software, foi necessário separar os

painéis em seus componentes para uma visualização facilitada dos impactos que cada componente causa. Segundo Olson (2013) um painel fotovoltaico de silício cristalino típico possui as porcentagens em massa presentes na figura 2.

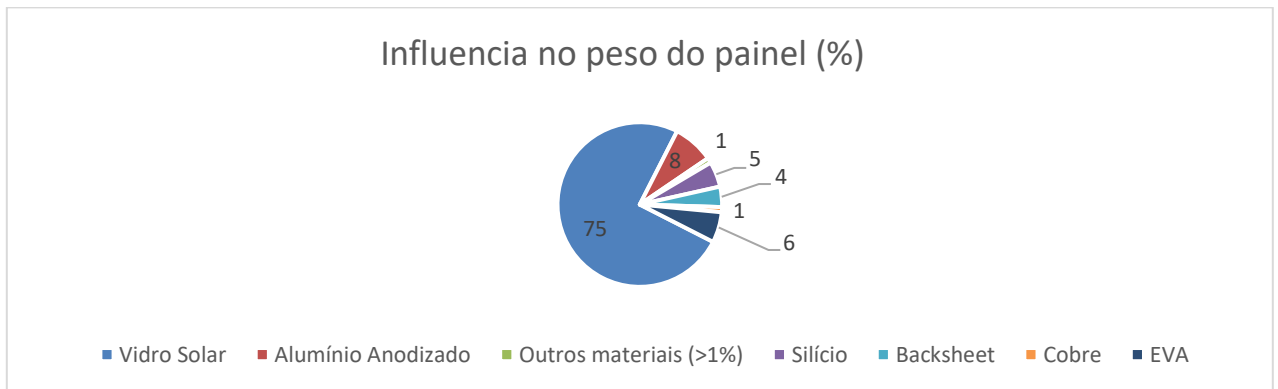


Figura 2: Porcentagem em massa dos componentes dos painéis fotovoltaicos (OLSON, 2013).

A partir destas porcentagens e com os dados presentes na tabela 1 foi possível a construção de uma análise para os impactos gerados na produção de cada um dos produtos associados aos painéis e também de seu transporte marítimo (da China ao Porto de Santos-SP) e seu transporte rodoviário (de Santos-SP a Poços de Caldas-MG), simulando sua rota.

Ao observar a Figura 3 podemos facilmente notar o impacto que o Silício monocristalino gera em diversas áreas de degradação ambiental, mesmo este estando em menor massa em relação ao silício policristalino (93,7 kg e 168,3 kg, respectivamente).

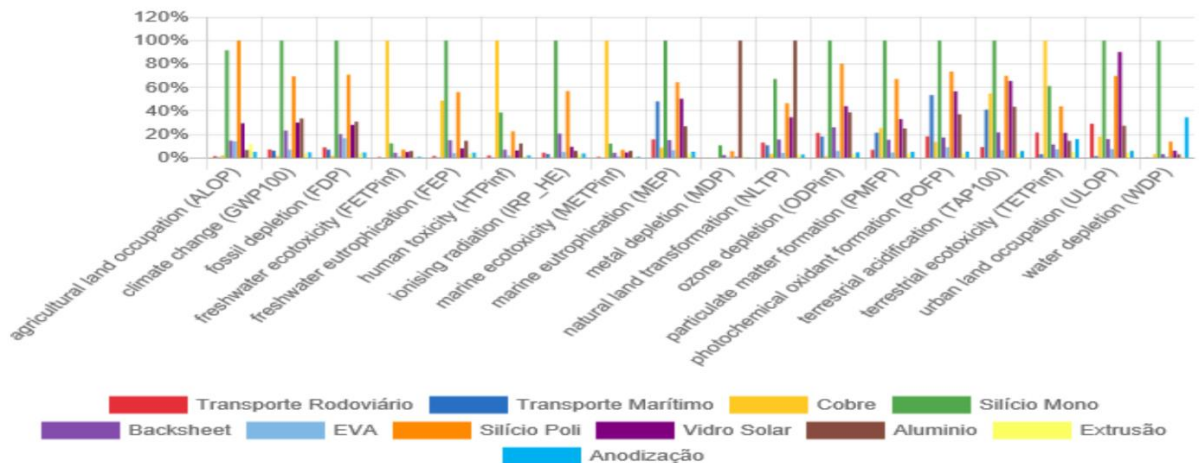


Figura 3: Representação em porcentagem dos impactos causados por cada um dos processos, utilizando o software OpenLCA.

Adriano (2015) conclui que a produção das células e dos componentes do sistema

possuem um maior impacto ao meio ambiente em relação ao restante do painel, e também cita que o processo Czochralski por ser lento e utilizar um grande consumo de energia, o que torna o painel de m-Si maior causador de impactos em relação ao painel p-Si.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os dados apresentados, para que tenhamos o melhor cenário ambiental na produção dos painéis fotovoltaicos devemos utilizar os painéis de silício policristalino sempre que possível, minimizando os danos que este tipo de produto pode causar em sua cadeia de produção, já que este utiliza menos energia e gera menos emissões em sua fabricação do que o monocristalino, também utilizar produções em locais mais próximos o possível do destino final para que se tenha um número reduzido de emissões por seu transporte e coleta de insumos.

## AGRADECIMENTOS

Ao Departamento Municipal de Eletricidade (DMED S/A) de Poços de Caldas e a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) pela oportunidade.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14040: Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. Rio de Janeiro, p.1-10, 2006.

ADRIANO, G. L. M., Análise de ciclo de vida da tecnologia fotovoltaica em Portugal. Dissertação FCT - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2015.

OLSON, C. Current and Future Priorities for Mass and Material in Silicon Pv Module Recycling. EUPVSEC, Paris, pp.1–5. 2013.

PUPIN, Priscila Carvalho. Avaliação dos impactos ambientais da produção de painéis fotovoltaicos através de análise de ciclo de vida. 2019. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2019

ROCHA, A. M., Tecnologias de Geração de Energia Solar, Relatório de Estágio no âmbito do Mestrado em Economia e Gestão do Ambiente pela Faculdade de Economia do Porto, 2015.

ROCHA, P. Principais Tipos de Células Fotovoltaicas. Engenharia de Petróleo - UFRJ Luxnova – Energia Solar. Rio de Janeiro, 2017.