

2024 **DOCUMENTO** **TÉCNICO**

Comparação de Diferentes
Filmes de Encapsulamento
de Módulos Fotovoltaicos



Comparação de diferentes filmes de encapsulamento de células solares

Como material central para proteção das células em módulos fotovoltaicos, os filmes de encapsulamento desempenham um papel crucial para determinar o tempo de vida útil dos módulos fotovoltaicos, promovendo estabilidade estrutural, resistências às condições climáticas, alta durabilidade e ao mesmo tempo maximizando a penetração da luz solar para alcançar as células solares, otimizando consequentemente a eficiência dos painéis fotovoltaicos. Os filmes de encapsulamento destinado aos módulos FV devem garantir uma vida útil de pelo menos 25 a 30 anos, tornando-os, portanto, um componente indispensável na construção destes painéis. Existem quatro tipos principais de filmes para encapsulamento fotovoltaico: EVA, POE, EPE e PVB. A Tabela 1 resume as vantagens de cada um.

EVA (Etileno Acetato de Vinila)	POE (Elastômero de Poliolefina)	EPE (Etileno Propileno Etileno)	PVB (Butiral de Polivinila)
<ul style="list-style-type: none"> • Forte adesão • Boa resistência às condições climáticas 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta resistência à água e ao envelhecimento • Alta performance anti-PID • Baixa permeabilidade ao vapor d'água 	<ul style="list-style-type: none"> • Excelente desempenho anti-PID • Baixa permeabilidade ao vapor d'água • Forte adesão 	<ul style="list-style-type: none"> • Excelente resistência ao impacto • Boa transparência • Resistência UV

Tabela 1 Descrições de filmes encapsulantes.

Fonte: GoodWe

Filme de EVA (Etileno Acetato de Vinila)

Um dos filmes encapsulantes amplamente utilizado na indústria solar é o EVA, que, com a ajuda de uma máquina de laminação, faz com que as células solares sejam laminadas à vácuo sob pressão na estrutura do módulo (Figura 1).

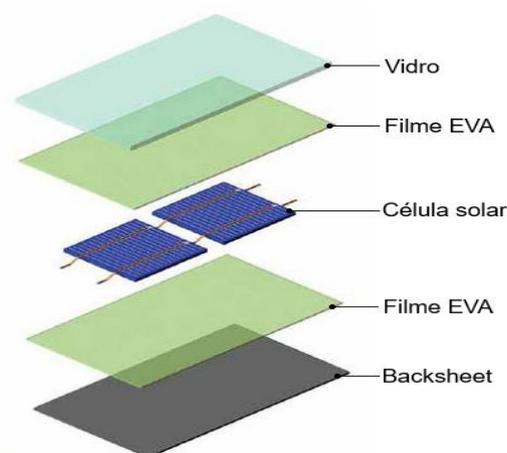
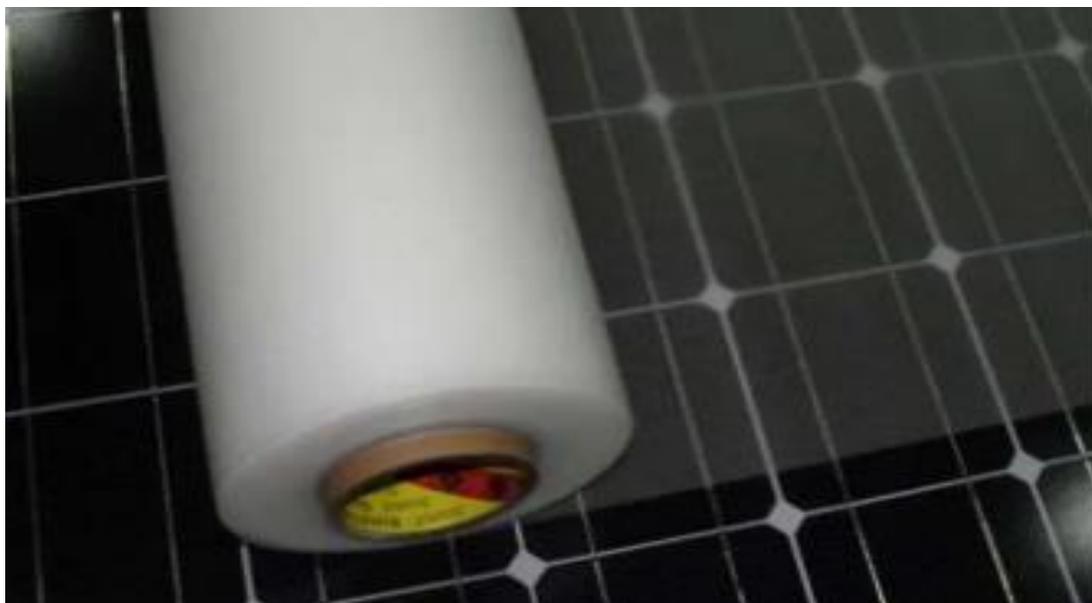


Figura 1 Estrutura de um módulo fotovoltaico convencional.
Fonte: Sinovoltaics. Adaptado.

O filme encapsulante EVA está disponível em variações transparentes e brancas, sendo que o EVA do tipo branco (Figura 2) apresenta algumas vantagens em relação ao EVA do tipo transparente.



*Figura 2 Filme encapsulante EVA tipo branco.
Fonte: SourceGlass.*

O EVA transparente possui baixo custo, é fácil de processar, tem boa resistência ao armazenamento e bom desempenho para encapsulamento. Já o EVA do tipo branco contém aditivos, por exemplo dióxido de titânio, para aumentar a reflexão da luz solar incidente sobre os módulos. Com isso, ao substituir o EVA transparente pelo EVA do tipo branco, os ganhos de potência podem atingir valores entre 7W e 10W em módulos de vidro duplo e 1W a 3W em módulos de vidro simples. De forma geral as vantagens do EVA incluem alta transparência, forte adesão para a estabilidade estrutural do módulo, durabilidade contra altas temperaturas e umidade, além de boa resistência à radiação UV.

Filme de POE (Elastômero de Poliolefina)

Uma das principais características do filme de POE (Figura 3) é a alta resistência à água e vapores d'água.



*Figura 3 Exemplificação de filme de POE.
Fonte: Science Direct. Adaptado.*

Com isso o filme POE proporciona um excelente desempenho contra PID (Degradação Induzida por Potencial), tornando este filme adequado para fabricação de módulos fotovoltaicos visando uma alta eficiência. Quando comparado ao filme de EVA, o filme de POE apresenta uma resistência superior ao envelhecimento, baixa permeabilidade ao vapor d'água e resistência ao PID.

Filme de EPE (Etileno Propileno Etileno)

O filme de EPE é fabricado pela co-extrusão de filme de EVA, juntamente com filme de POE e mais outro filme de EVA, criando um filme encapsulante moderno (Figura 4).

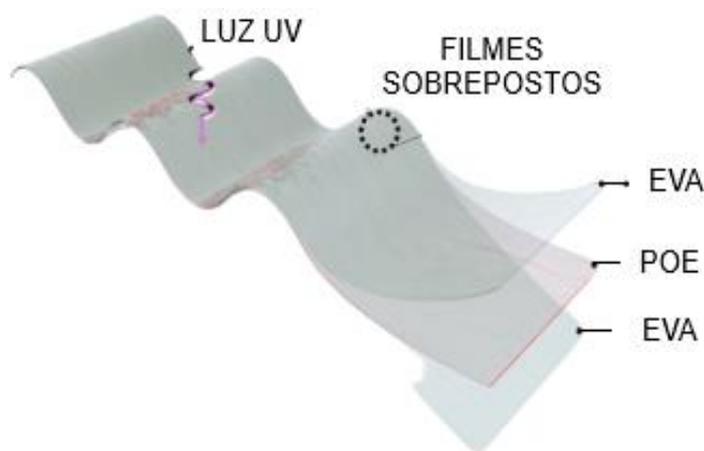


Figura 4 Exemplificação de filme de EPE.
Fonte: Science Direct. Adaptado

O filme de EPE é usado principalmente no processo de encapsulamento de módulos fotovoltaicos mais recentes, fornecendo amortecimento e proteção extra. Ele oferece boas propriedades adesivas e custos de material mais baixos em comparação com o filme de POE. Embora sua aderência não seja tão forte quanto a do EVA, tem um alto valor de proteção contra o impacto da degradação por PID, aumentando efetivamente a eficiência dos painéis fotovoltaicos no longo prazo.

Filme de PVB (Butiral de Polivinila)

Os filmes do tipo PVB (Figura 5) são transparentes, flexíveis e possuem excelentes propriedades de transmissão de luz, fazendo com que sejam uma ótima opção de escolha para encapsular células solares. Estes filmes, assim como os apresentados, atuam como uma camada protetora cuja finalidade é proteger as células de fatores ambientais externos, como radiação UV, umidade e estresse mecânico. Tornou-se popular na fabricação de módulos fotovoltaicos, uma vez que é considerado como uma alternativa em relação aos demais filmes encapsulantes e com propriedades apropriadas para este fim.



*Figura 5 Filme encapsulante PVB.
Fonte: SoucerGlass.*

Tipo de Encapsulamento da Linha GoodWe BIPV

Os módulos de tecnologia BIPV (Sistemas Fotovoltaicos Integrados às Edificações, em tradução livre) da GoodWe fazem uso do filme de POE. Essa escolha é impulsionada pelo fato de que o filme de POE não apenas possui boas características de resistência à água e robustez contra PID (Degradação Induzida por Potencial), mas também oferece facilidade de laminação e propriedades adesivas fortes. O filme de POE é adequado para encapsulamento de módulos fotovoltaicos em aplicações que exigem alto desempenho, como módulos de vidro duplo, por exemplo. Torna-se uma solução de filme de encapsulamento para alta qualidade.

Conclusão

Na fabricação de módulos fotovoltaicos são encontrados principalmente quatro tipos de filmes para encapsular as células solares e aumentar o grau de proteção destas, sendo destacado o filme encapsulante de POE, com tecnologia de grande versatilidade e excelente performance, agregando resultados satisfatórios na eficiência dos módulos solares, ganhando cada vez mais espaço no mercado solar.

Atualmente a GoodWe disponibiliza soluções BIPV em produtos com diferentes aplicações: a linha Galaxy é um produto ultraleve e projetado para aplicações industriais e comerciais, onde a edificação possui baixa suportabilidade de carga no telhado, enquanto a linha Polaris é projetada para atender às necessidades de coberturas e carports sem gotejamentos, eliminando o uso de materiais extras na instalação.

Siga a **Comunidade Solar da GoodWe (community.goodwe.com)** para conferir todos os artigos técnicos, vídeos orientativos, webinars e atividades lançadas pela GoodWe e pela GoodWe Solar Academy.

Aviso

As informações contidas neste documento estão sujeitas a alterações sem aviso prévio e não constituem qualquer tipo de garantia. Consulte a Academia Solar GoodWe através do e-mail academy@goodwe.com para obter a versão mais recente.