

## Estudo de Caso

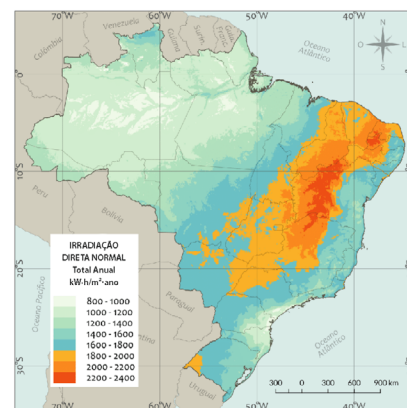
### Tubos de Torque para Trackers Fotovoltaicos

#### Introdução

O Brasil tem experimentado um forte crescimento no mercado de **energia renovável** há várias décadas, inicialmente impulsionado pela energia hidrelétrica em grande escala, seguido pela biomassa e energia eólica e, mais recentemente, com um boom de seu **mercado solar fotovoltaico**.

Ainda hoje, a maior parte das necessidades energéticas do país é atendida pelas usinas hidrelétricas, responsável por mais da metade da capacidade instalada, porém, a energia solar fotovoltaica já figura como a **segunda maior fonte de energia renovável do Brasil**, de acordo com dados da **ABSOLAR**.

Este estudo de caso tem por objetivo avaliar diferentes soluções de **tubos de torque para trackers (ou rastreadores) fotovoltaicos** para o mercado brasileiro, considerando a aplicação de **aços de altas resistências** e do **Magnelis®**.



Fonte: Atlas Brasileiro de Energia Solar

#### Tracker Fotovoltaico



Créditos da imagem: Freepik

Os trackers são estruturas projetadas para seguir o movimento do Sol com o intuito de maximizar a geração de energia.

Sua gama de ângulos atendidos depende principalmente da região em que são instalados e de fatores como posicionamento do Sol e velocidade do vento.

Esses tipos de sistemas **coletam significativamente mais radiação solar** que os painéis instalados sob um ângulo fixo, o que resulta em um incremento de produção de energia de aproximadamente 15% a 25% quando comparados com essas soluções.

#### Aços de Alta Resistência

A partir das exigências de mercado por soluções mais econômicas, a aplicação dos **aços de altas resistências em sistemas solares fotovoltaicos**, como trackers e painéis fixos, torna-se uma alternativa promissora.

Em sintonia com essa estratégia, a **ArcelorMittal** tem desenvolvido continuamente esses tipos de aços, que apresentam como principais vantagens:

- Possibilidade de **redução de peso** das estruturas;
- Possibilidade de diminuir **custos globais**, pela redução das despesas com materiais, fabricação e montagem;
- Possibilidade de entregar **soluções mais sustentáveis**, com menores níveis de emissões de gases de efeito estufa (GEE).



Com o uso dos aços de alta resistência é possível tornar a estrutura mais leve, mantendo a mesma performance estrutural!

#### Magnelis®

O **Magnelis®** é um revestimento produzido pela **ArcelorMittal** em linhas de galvanização a quente, que é composto por zinco, alumínio e magnésio. O uso desse produto contribui para a geração de **energia limpa**, já que oferece proteção avançada contra corrosão para instalações solares, podendo-se destacar a:

- Capacidade de **cicatrização de furos e bordas**;
- **Excelente conformabilidade**, já que apresenta coeficientes de atrito inferiores ao aço galvanizado comum (zincado);
- **Maior sustentabilidade** pelo menor consumo de material, pois apresenta menores espessuras de revestimento para as mesmas durabilidades dos aços galvanizados comuns (zincados) ou galvanizados a fogo;
- Compatibilidade com os aços de altas resistências.

#### Magnelis®

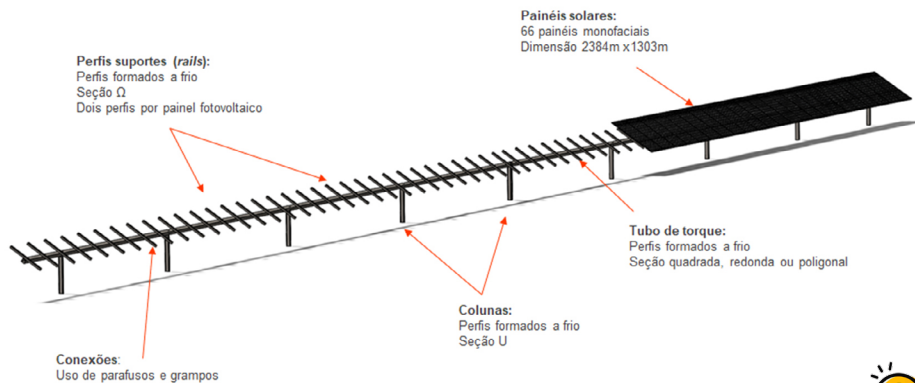


Acesse para mais informações sobre o Magnelis®!

## Estudo em Cinco Etapas

Este estudo de caso para **tubos de torque** foi realizado considerando as seguintes etapas:

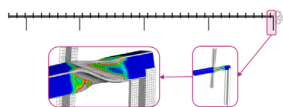
- Definição de um **tracker fotovoltaico de um eixo**, equipado com painéis fotovoltaicos monofaciais e geometria inspirada em sistemas existentes no mercado.
- Definição dos **carregamentos de vento** a partir de normas brasileiras (NBR 6123).
- Cálculo via método dos elementos finitos (MEF), considerando como solução base **aços com 350 MPa** de resistência ao escoamento ( $f_y$ ) – valores referência de mercado.
- Cálculo via método dos elementos finitos, considerando como soluções alternativas **aços com 450 e 550 MPa** de resistência ao escoamento ( $f_y$ ).
- Comparação das soluções (aços com 350, 450 e 550 MPa) em termos de **redução de peso**.



Usualmente, o tubo de torque é o elemento com maior contribuição no peso final do tracker!

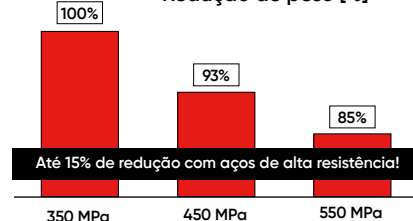
## Resultados

### Tubo de torque QUADRADO

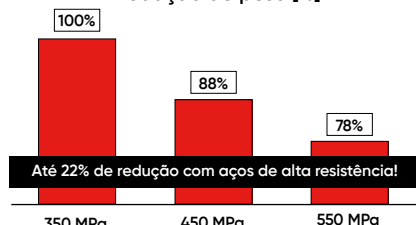


- Mesma geometria de tubo considerada para todos os graus de aço
- Otimização considerando somente **variações nas espessuras**
- Verificação de estados-limites últimos (ELU) e de serviço (ELS)

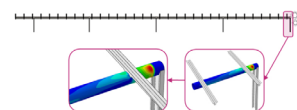
Redução de peso [%]



Redução de peso [%]

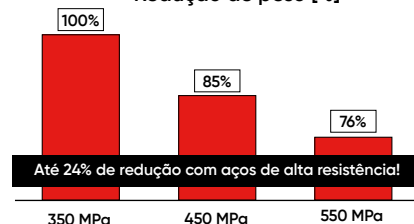


### Tubo de torque REDONDO

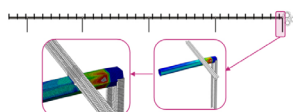


- Mesmo diâmetro de tubo considerado para todos os graus de aço
- Otimização considerando somente **variações nas espessuras**
- Verificação de estados-limites últimos (ELU) e de serviço (ELS)

Redução de peso [%]



### Tubo de torque POLIGONAL



- Mesma geometria de tubo considerada para todos os graus de aço
- Otimização considerando somente **variações nas espessuras**
- Verificação de estados-limites últimos (ELU) e de serviço (ELS)

## Conclusões

Este estudo de caso visa a otimização de soluções de tubos de torque para trackers fotovoltaicos a partir da aplicação de aços de alta resistência.

O desenvolvimento foi inspirado em sistemas existentes no mercado brasileiro e considerou três possíveis geometrias de tubos de torque – **quadrado, redondo e poligonal**. Os resultados apresentados foram relativos ao **potencial de redução de peso** desses elementos, considerando soluções alternativas (com aços de 450 e 550 MPa) às usualmente encontradas no mercado, com aços de 350 MPa de resistência ao escoamento.

A partir das premissas consideradas, todas as soluções com aços de maiores resistências **apresentaram reduções de peso** em comparação às soluções base, com destaque para os valores obtidos com a aplicação dos aços de 550 MPa, de até 24% de redução.

Este estudo faz parte de um conjunto de iniciativas da ArcelorMittal voltadas para o mercado solar, que tem como objetivo promover o **uso mais sustentável do aço**, amparado principalmente pelos **elementos de maiores resistência** e pelo **Magnelis®**.



Acesse também o estudo feito para Painéis Solares Fixos!