

Toho Tenax America

“Utilização de Pultrusões de Fibras de Carbono e Fibras de Vidro em Pás Eólicas”



Rodrigo Cesar Berardine
Gerente de Vendas e Marketing
Toho Tenax America
Fone: (11) 50703862
Celular: (11) 987061766
rberardine@tohotenax-us.com

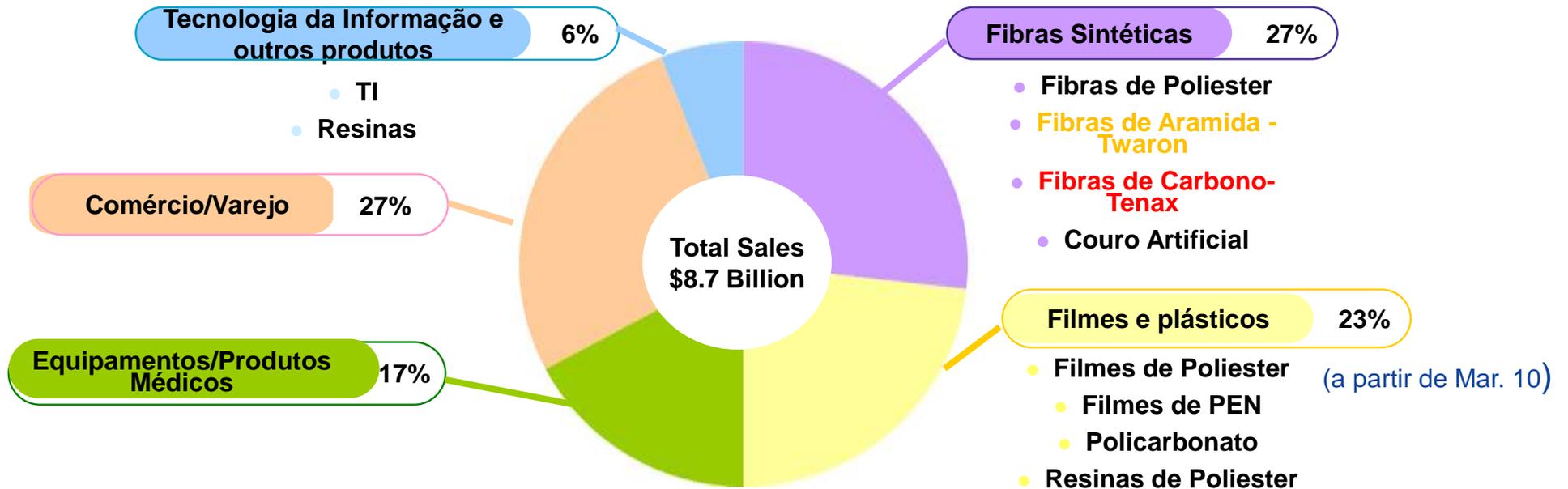
CONTEÚDO

- **Sobre a empresa**
- **Fabricação e propriedades da fibra de carbono frente a outros reforços**
- **Portfolio de produtos**
- **Diversified Structural Composites e Processo de pultrusão**
- **Propriedades mecânicas típicas de pultrusões em fibra de carbono e em fibra de vidro**
- **Aplicações no mercado de energia eólica**



Teijin Limited

- **Estabelecida** 17 de Junho de 1918
- **Funcionários** 18,778 (Japão: 10,197, Outras loc.: 8,581)
- **Empresas do grupo** 156 (Japão: 76, Outras loc.: 80)



Network global Toho Tenax

	Sales Office
	CF Production
	CF R&D
	Composites



Toho Tenax Europe GmbH

Teijin Limited
Toho Tenax Co., Ltd
GH Craft

DSC
Toho Tenax America, Inc.

Shanghai Office

Singapore Office

Sao Paulo Office

Europa

Head Office: Wuppertal, Germany
Rep. Office: France
Italy
Finland
CF Prod. Oberbruch, Germany

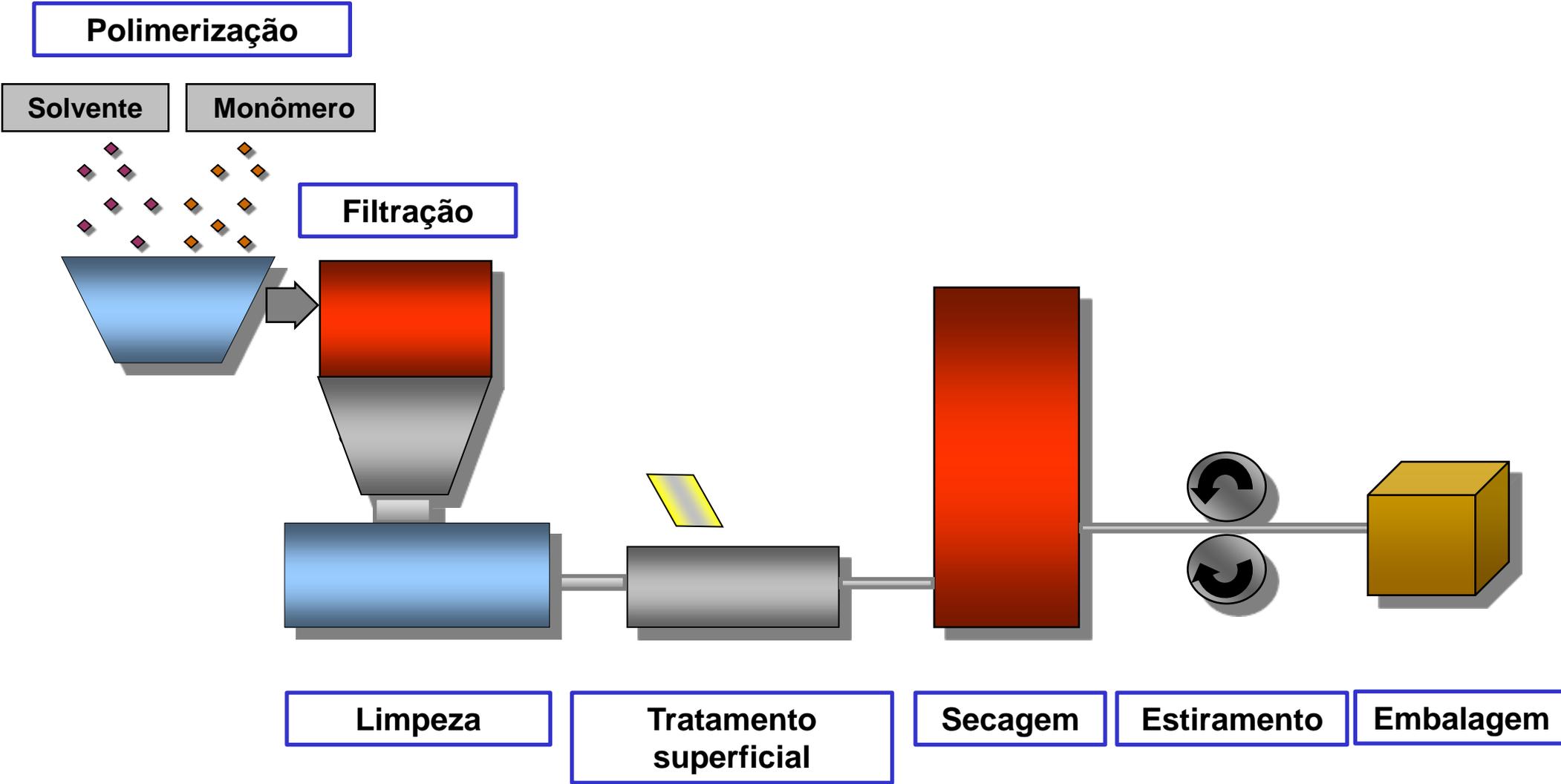
Asia

Head Office: Tokyo, Japan
Office: Shanghai, China
Singapore
CF Prod. Mishima, Shizuoka
Composites Ibigawa, Gifu
Tokushima
Gotenba, Shizuoka

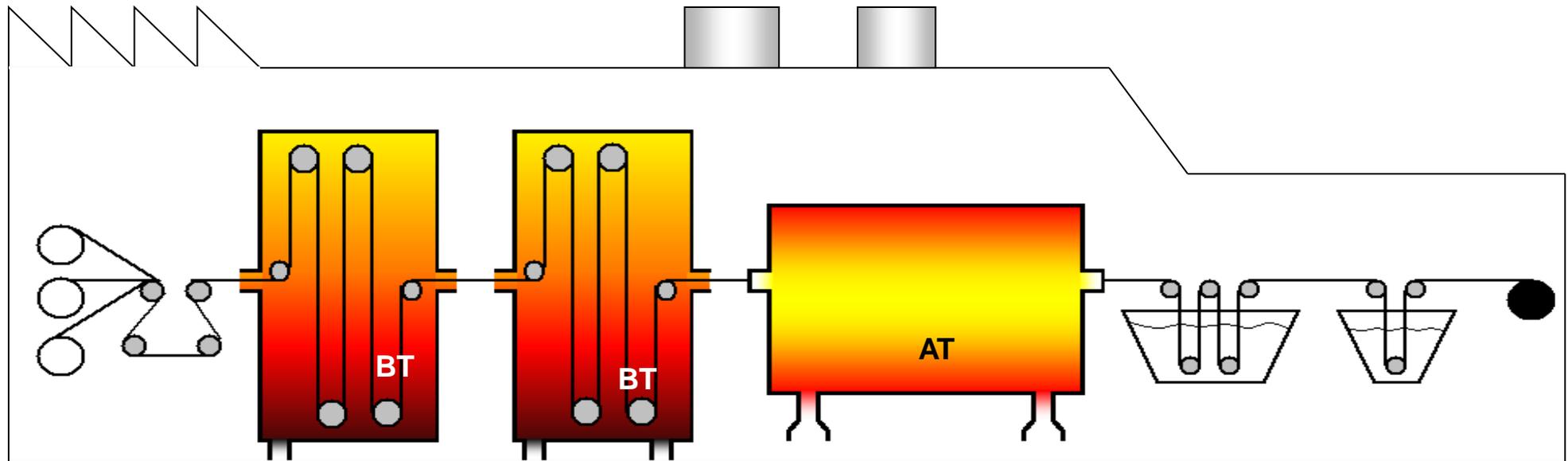
América do Norte

Head Office: Rockwood, TN
Sales Office: Huntersville, NC
Tech. Support: Seattle, WA
Portland, OR
CF Prod. Rockwood, TN
Composites Erlanger, KY

Processo de fabricação do Precursor (PAN)



Processo de fabricação da fibra de carbono



Estiramento

Oxidação

Carbonização

Tratamento superficial

Bobinamento

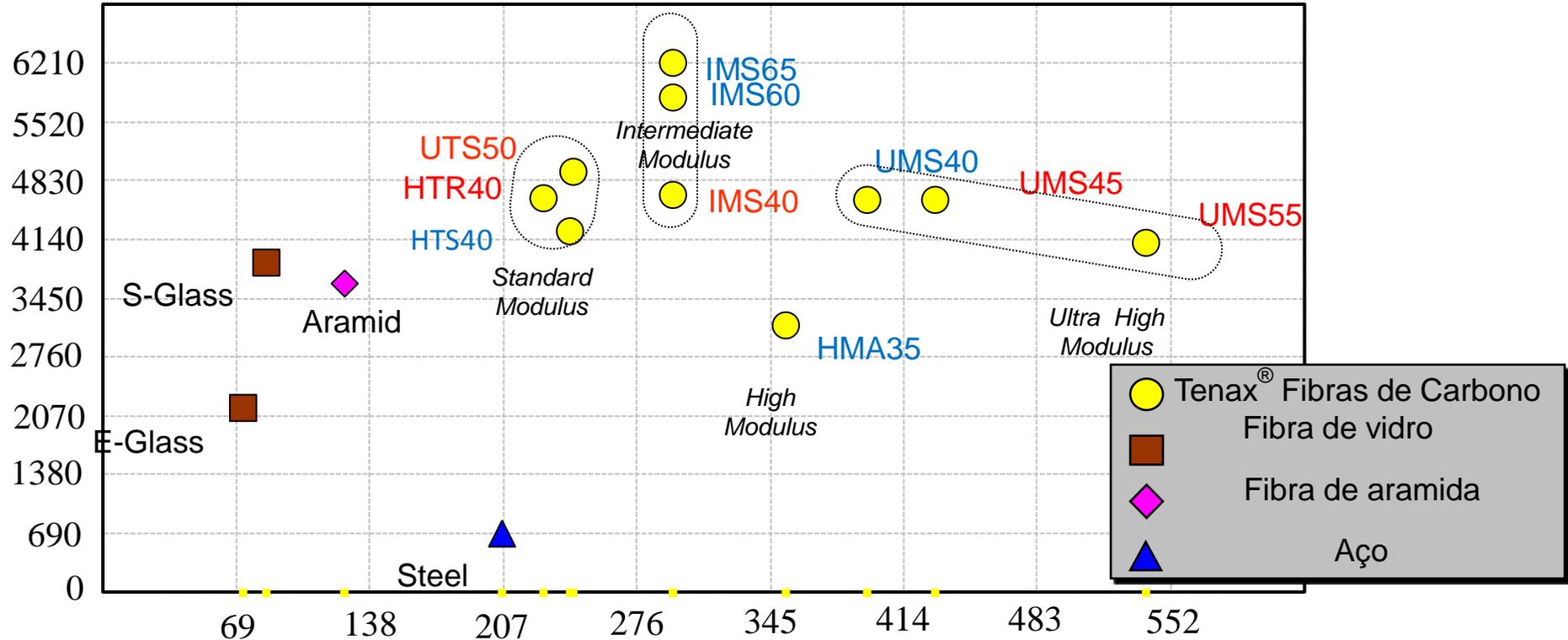
- Planta química complexa: Nitrogenio, energia, gases tóxicos
- Planta substancialmente grande de 200m comprimento, 18m altura
- Três turnos, 24 horas de processo de produção em 360 dias/ano
 - 2kgs de PAN para 1kg de fibra de carbono

Linha de produção de fibra de carbono Tenax



Linha de produtos (Filamentos Contínuos)

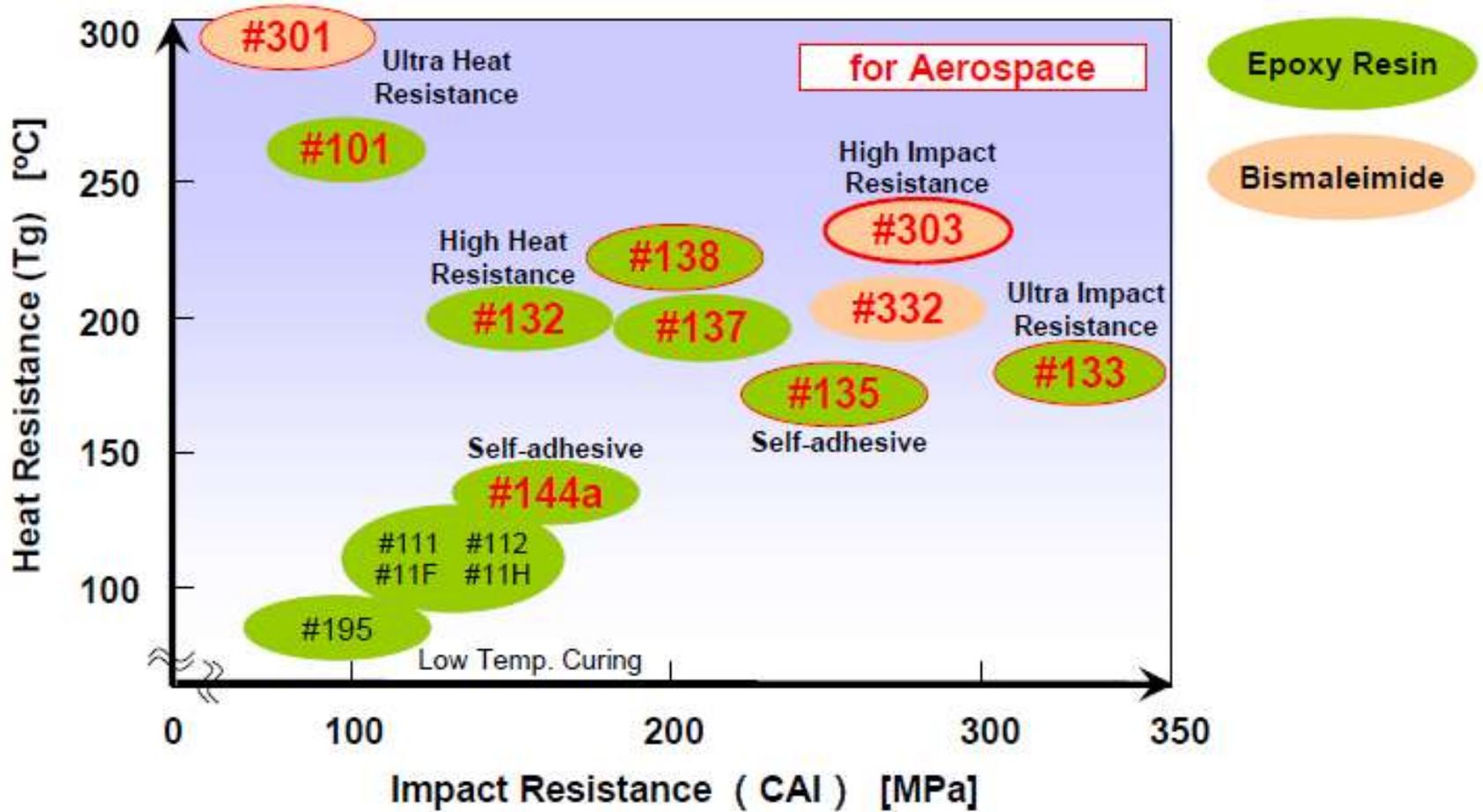
Resistência à tração (MPa)



Modulo de Tração (GPa)

Blue – Aerospace Grade
Red – Industrial Grade

Linha de produtos (Prepregs)



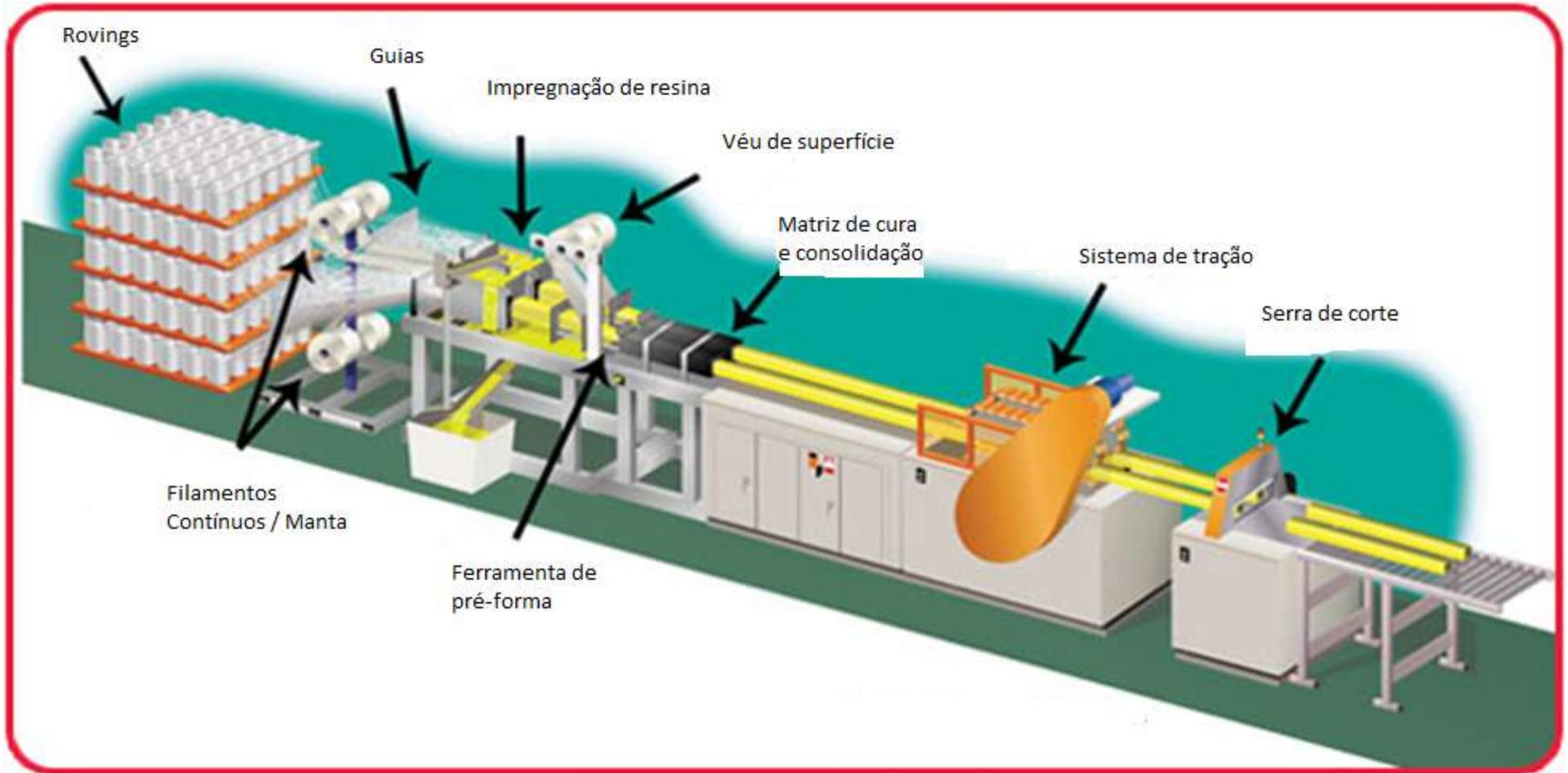


Diversified Structural Composites e o processo de pultrusão

www.diversified-composites.com

Figura esquemática do processo de pultrusão

Processo de custo competitivo para produção de perfis em larga escala



Características dos pultrudados

Pultrusões em fibra de vidro “tipo E”

- Baixo custo
- Baixa rigidez (Módulo de tração de 70GPa típico)
- Densidade de 2,5g/cm³ típica para fibras de vidro

Pultrusões em fibra de vidro “tipo S”

- Custo superior às pultrusões tipo “E”
- Rigidez superior (Módulo de tração de 90GPa típico)

Características dos pultrudados

Pultrusões em fibra de carbono

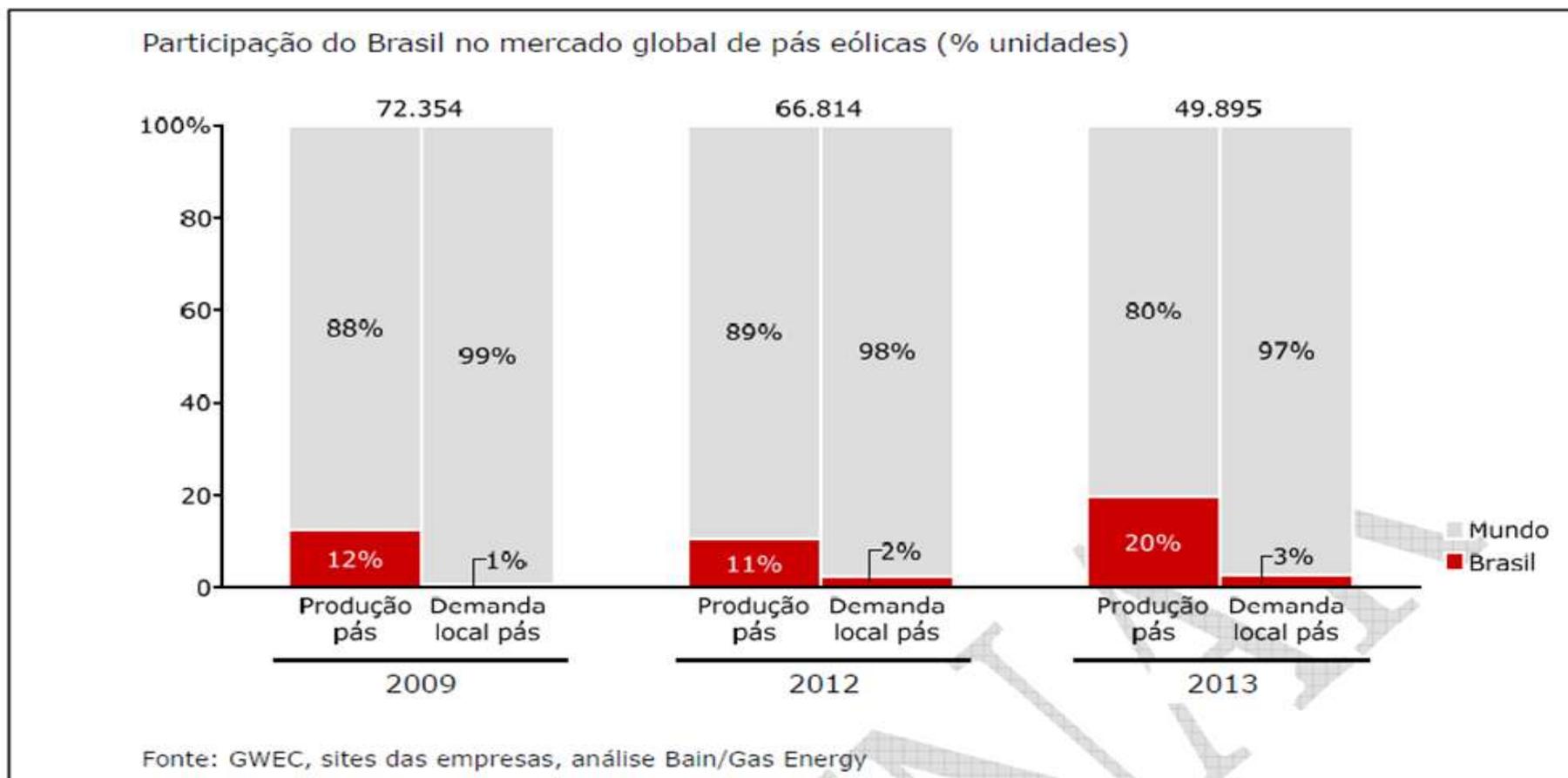
- Custo por kg superior às pultrusões de fibra de vidro;
- Densidade das fibras de carbono de $1,8\text{g/cm}^3$
- Rigidez excepcional (módulo da fibra de carbono superior a 240GPa);
- Resulta em peças de menor volume e peso em função das propriedades da fibra de carbono

TYPICAL PROPERTIES AND POINTS OF REFERENCE FOR DISCUSSION PURPOSE ONLY

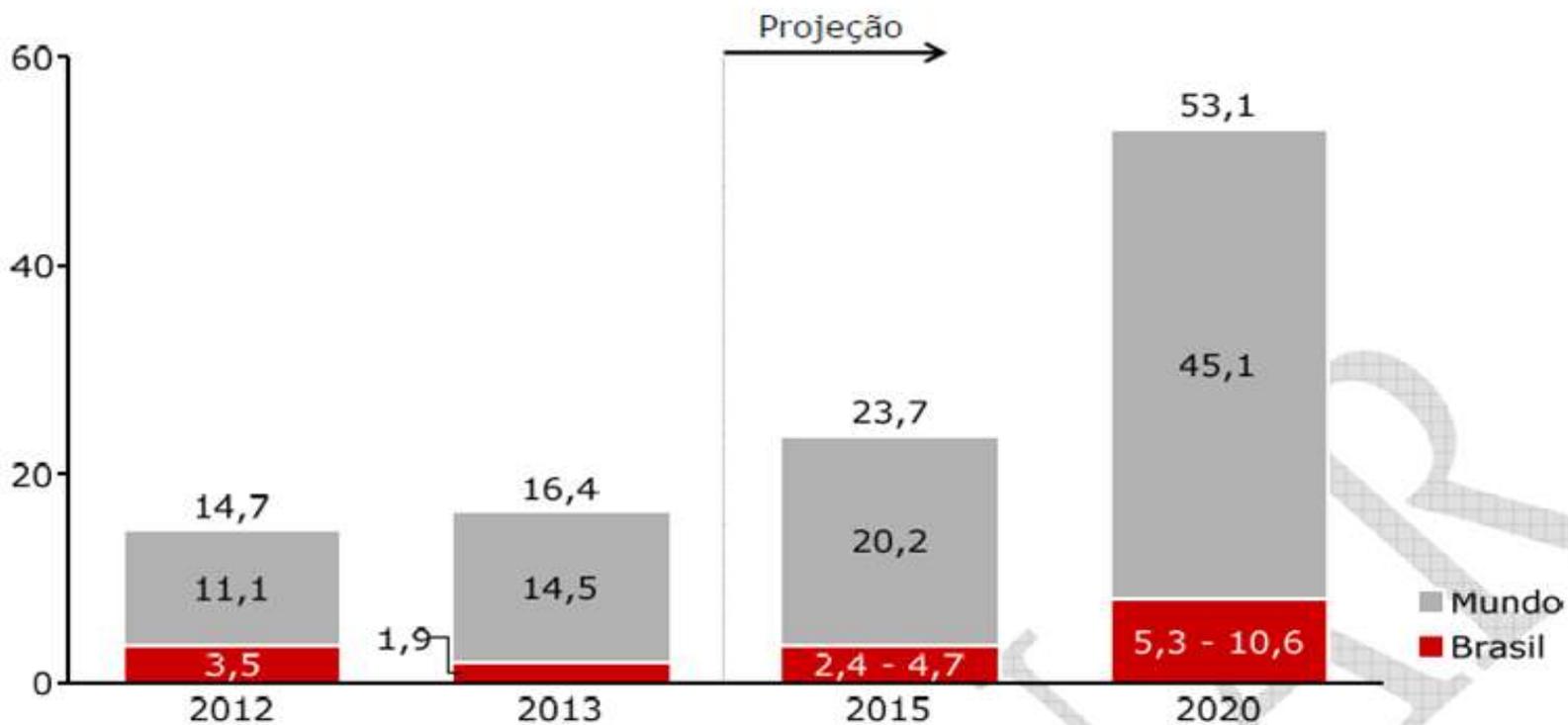
		CARBON FIBER RODS				CARBON FIBER FLAT STRIPS		
DIMENSIONS	mm	1.73	6.50	6.50	12.70	12.7 X 1.90	19 X .76	102 X 1.57
FIBER TYPE		STD MOD	STD MOD A	STD MOD B	STD MOD	STD MOD	STD MOD	STD MOD
FIBER VOLUME		67%	68%	68%	61%	61%	67%	61%
RESIN TYPE		Epoxy	Vinylester	Vinylester	Epoxy	Epoxy	Vinylester	Epoxy
Tg (DMA)		145	118	100	145	185	118	110
TENSILE STRENGTH	Ksi	322	372	363	319	325	369	326
	Mpa	2218	2566	2500	2200	2241	2544	2250
TENSILE MODULUS	Msi	22.0	23.2	22.0	21.0	17.7	21.0	19.1
	Gpa	152	160	152	145	122	145	132
DENSITY	SG	1.57	1.56	1.56	1.53	1.55	1.57	1.53

Aplicações no Mercado de Energia Eólica





Demanda estimada por fibra de carbono no mercado de turbinas eólicas (kt)



Brasil (%)	2012	2013	2015	2020
	24%	11%	10-20%	10-20%

Fonte: CCEV, GWEC, sites das empresas, análise Bain/Gas Energy

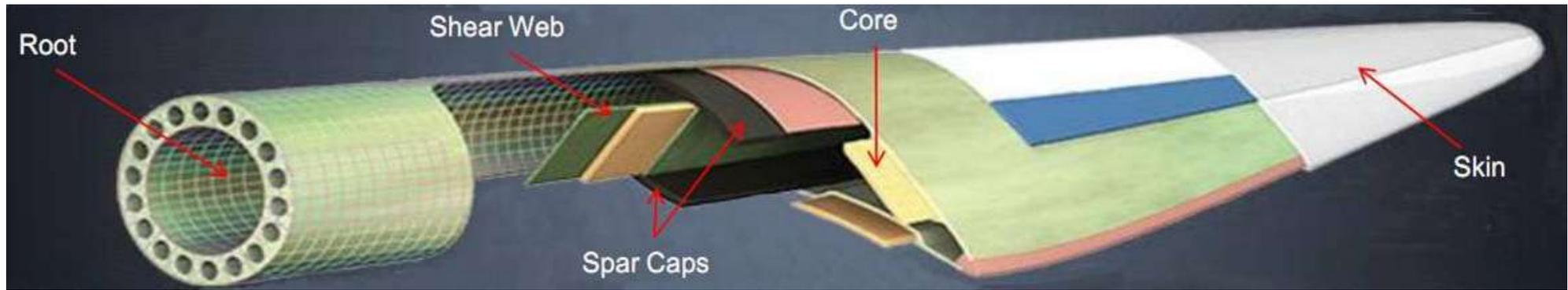
Mercado de Energia Eólica

Uma das principais necessidades de mercado: **Maiores comprimentos de Pás Eólicas.**

- Oportunidade para utilização da fibra de carbono, com redução de peso de 20-30% frente a compósitos de fibra de vidro em determinados componentes;
- Redução de espessura para melhor eficiência aerodinâmica;
- Reaproveitamento de designs anteriores de motores/torres com pás maiores gera necessidade de redução de peso das pás.
- Redução de peso das pás permitem sistemas de torre e demais instalações com peso menor.

Pultrusão no Mercado de Energia Eólica

Explorando a integração de elementos pultrudados nas pás eólicas



Raiz da pá

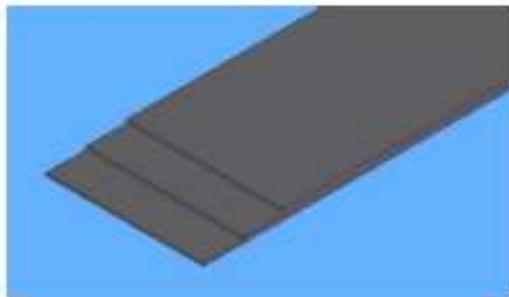
- Altas cargas compressivas e de tração

“Spar Cap” (Longarina)

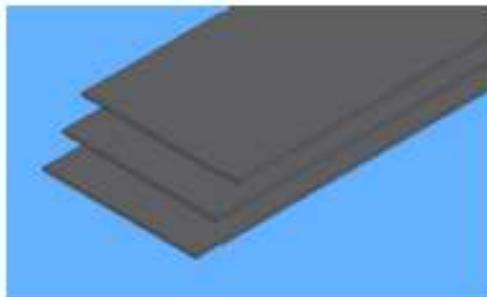
- Alta rigidez e resistência mecânica
- Componente volumoso de material compósito

Conceito #1 – Lâminas Pultrudadas

- Empilhamento/colagem estrutural para formar geometria
- Indicado para construir seções volumosas, como spar caps por exemplo;



Lâminas empilhadas

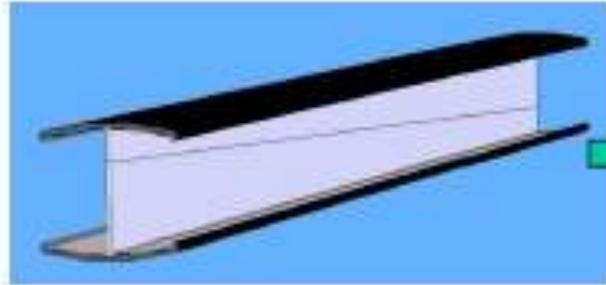


Lâminas espaçadas

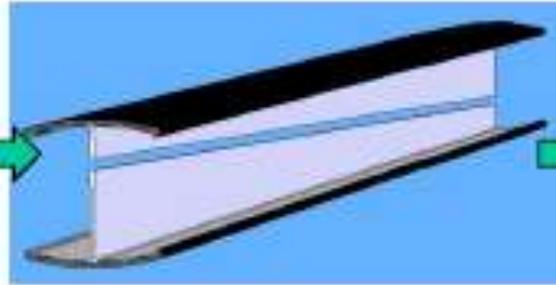


Pultrusão com preparação
Superficial para adesão
300mm x 3,0mm

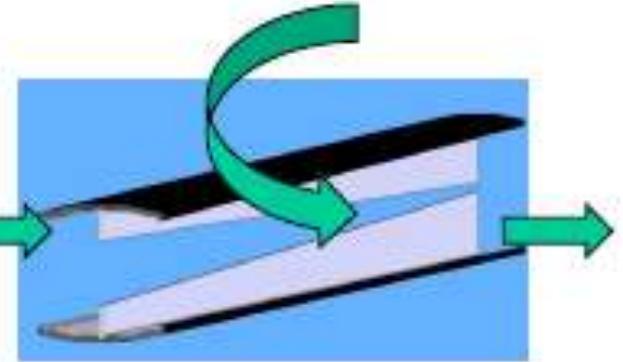
Conceito #2 - Spar Cap Pultrudado em Perfil "I"



Perfil pultrudado



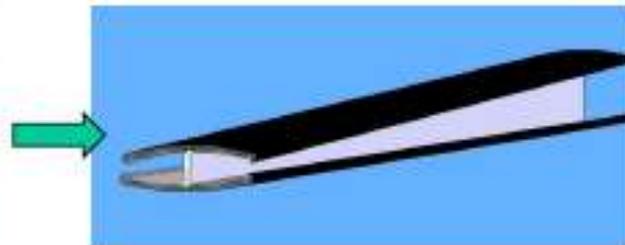
Corte



Posicionamento



Montagem

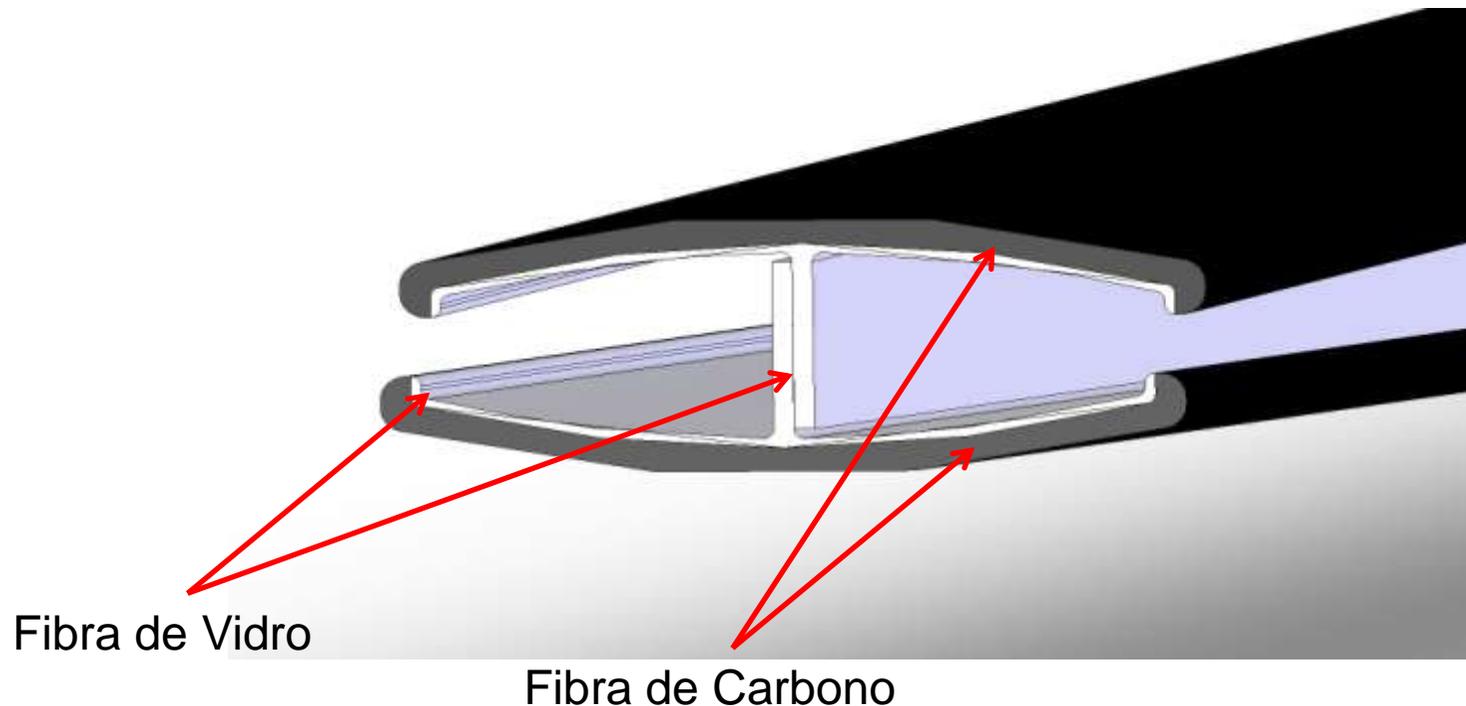


Colagem estrutural

Conceito #2 - Spar Cap Pultrudado em Perfil “I”

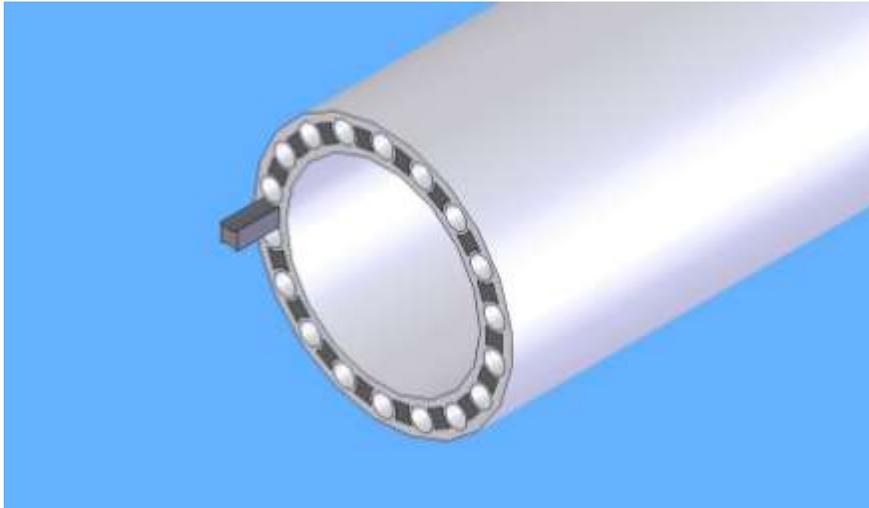
Importante:

- Possibilidade de pultrusão híbrida: Uso de diferentes materiais – Redução de custo



Conceito #3 – Utilização de Perfis Pultrudados na Raiz da Pá Eólica

Aplicação potencial como membro de Tensão/compressão na Raiz da pá:



Vantagens:

Otimização de utilização de fibra

Geometria estável

Habilidade de criar seções com vazios

Preparação superficial para adesão estrutural

>> Utilização de Peel-Ply

- Removido no ato da montagem, protege superfície contra contaminação durante manuseio/transporte;

>> Rugosidade na superfície para aumento de área de contato com adesivo;

>> Jateamento de areia é possível



Formas de fornecimento

Bobinas

- Longos comprimentos transportados de maneira eficiente;
- Design de sistema para dispensa dos perfis irá reduzir scrap por diferenças de comprimento de corte;



Kits Pré-cortados

- Processo de corte eliminado no ato da montagem;
- Usinagem é possível;



Conclusões

- Mercado de fibra de carbono no Brasil em forte expansão, principalmente orientado por novas aplicações em energia eólica;
- O processo de pultrusão é um método eficiente em termos de custo e capacidade técnica para fabricação de perfis contínuos em alto volume;
- Mercado de energia eólica apresenta possibilidades concretas de aplicação de perfis pultrudados de fibra de carbono e/ou fibra de vidro;

Tenax[®] CARBON FIBERS REINFORCING EXCELLENCE

OBRIGADO