



A Direção dos Novos Ventos do Mercado Eólico no Mundo

Rafael Regattieri

Feiplar Composites & Feipur | Nov 2018

Mercado: Brasil

NOVA CAPACIDADE INSTALADA EM 2017 (MW)

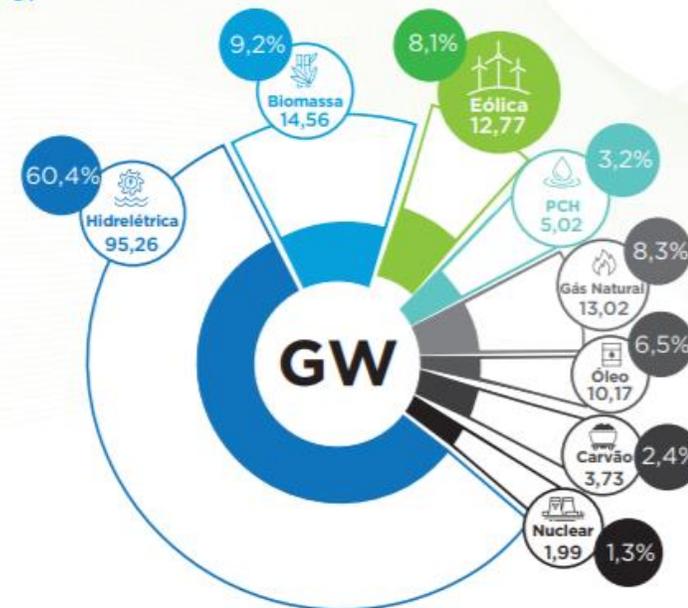
UF	Potência (MW)	Nº de Parques
PI	528,20	19
BA	517,10	20
RN	259,30	10
MA	220,80	8
CE	147,00	6
PE	131,10	5
RS	129,00	8
PB	94,50	3
Total Geral	2.027,00	79

Fonte: ANEEL/ABEEólica

Com 508 usinas no total, o ano de 2017 terminou com 12,77 GW de potência eólica instalada, o que representou um crescimento de 18,87% de potência em relação a dezembro de 2016, quando a capacidade instalada era de 10,74 GW.

MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA (GW)

GRÁFICO 01



Fonte: ANEEL/ABEEólica

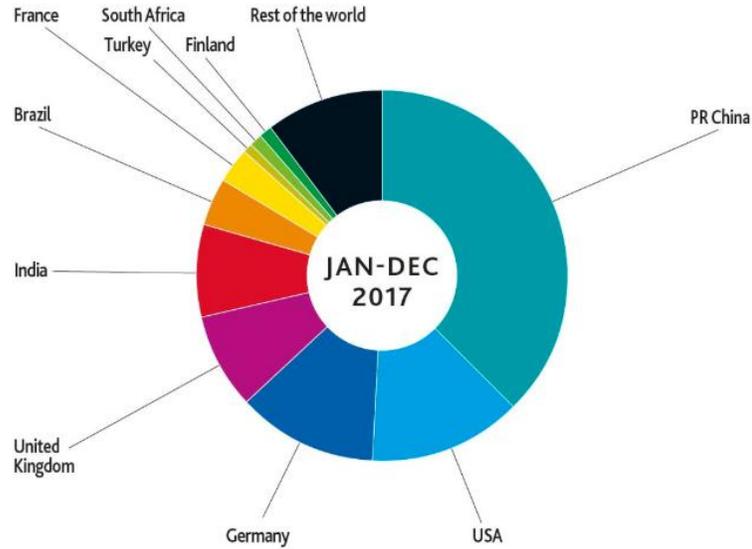
EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE INSTALADA (MW)

GRÁFICO 11

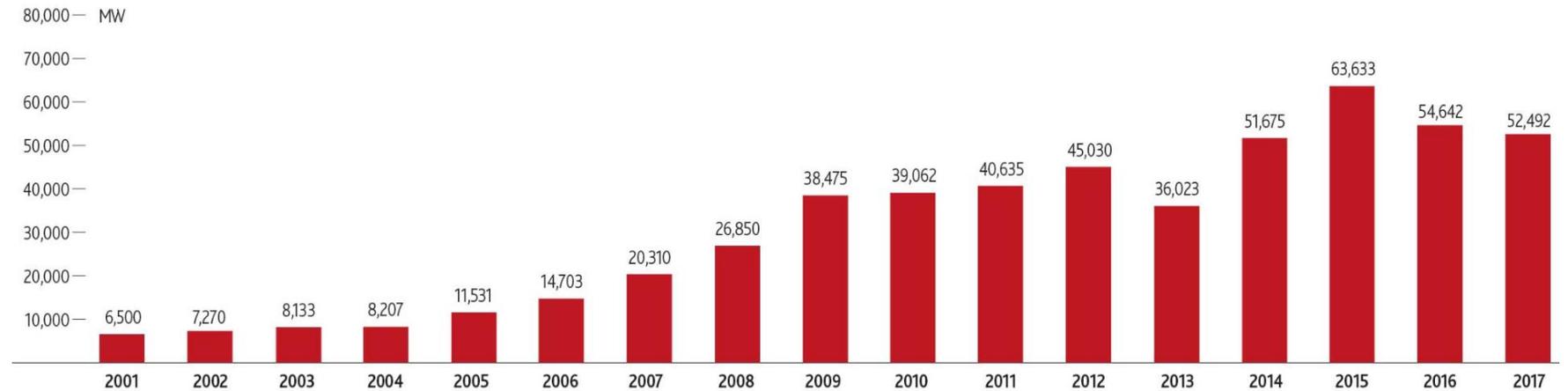


Mercado: Mundo

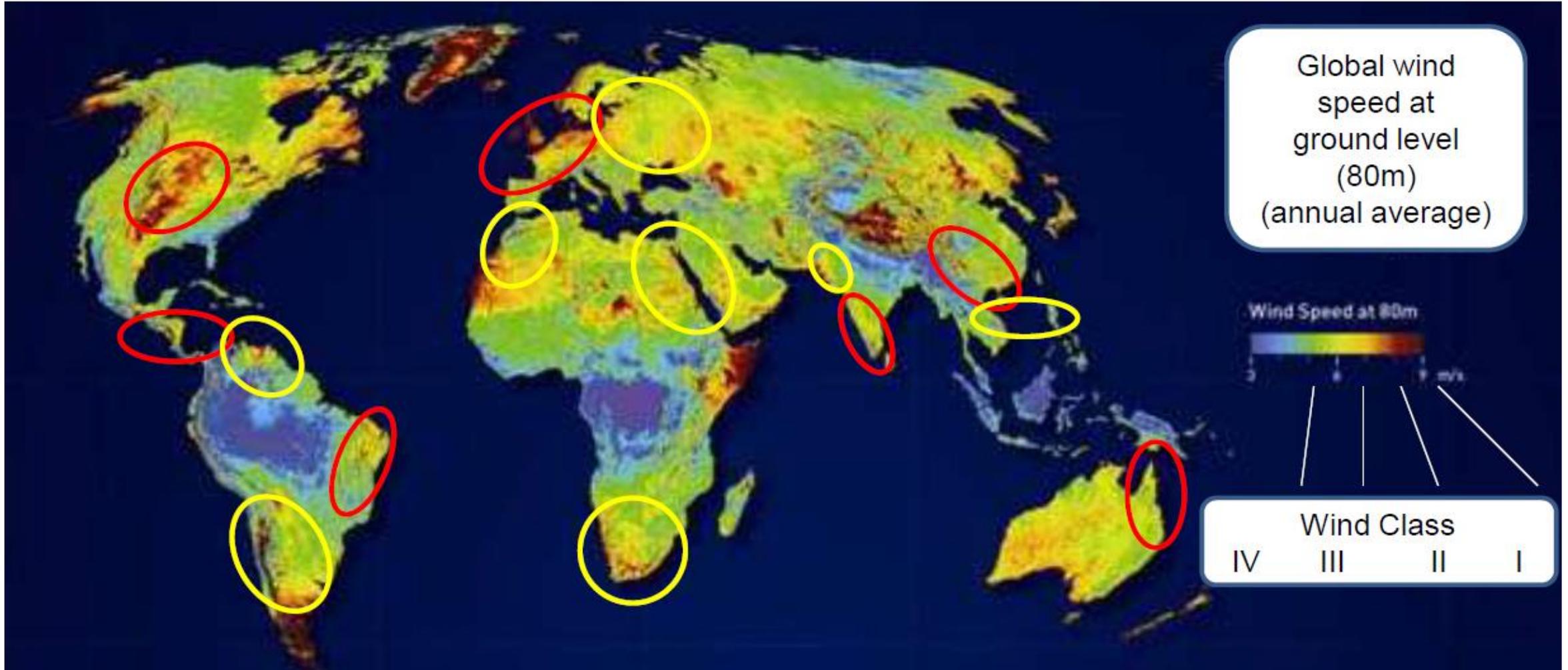
TOP 10 NEW INSTALLED CAPACITY JAN-DEC 2017



GLOBAL ANNUAL INSTALLED WIND CAPACITY 2001-2017



Tendências do Mercado



-  Áreas com as instalações em andamento
-  Áreas com maior potencial de instalação (fonte: MAKE)

Tendências do Mercado



Turbinas Eólicas são adaptadas conforme as condições do ventos:

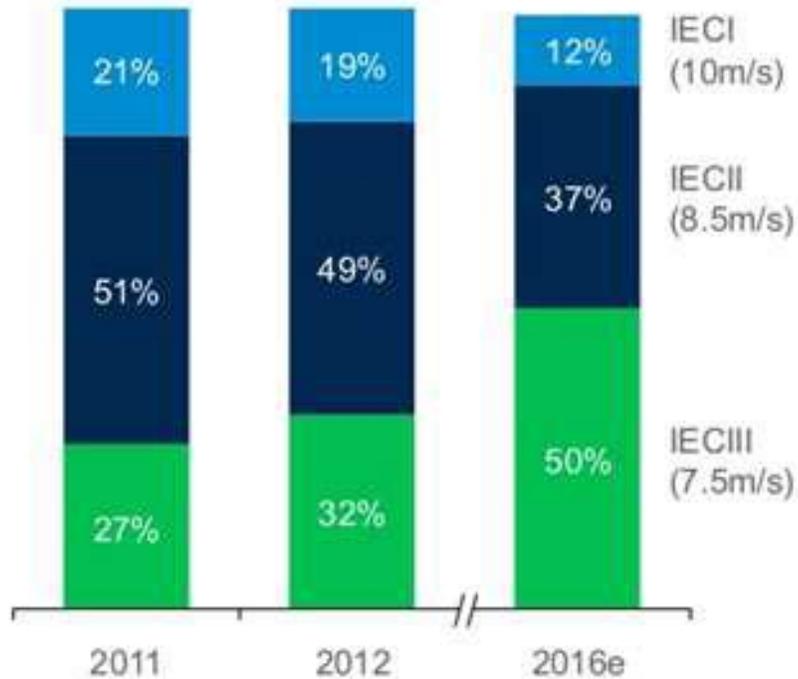
- As condições de vento dominante são classe II and classe III
- Áreas onshore com alta media de velocidade (classe I)
 - Ou possuem pouca densidade populacional – investimento em linhas de transmissão (impacto em custo)
 - Ou já estão sendo utilizadas

Turbinas (pás) classe II e III serão o foco principal em um futuro próximo, isso significa , pás mais longas, leves e finas

Tendências do Mercado

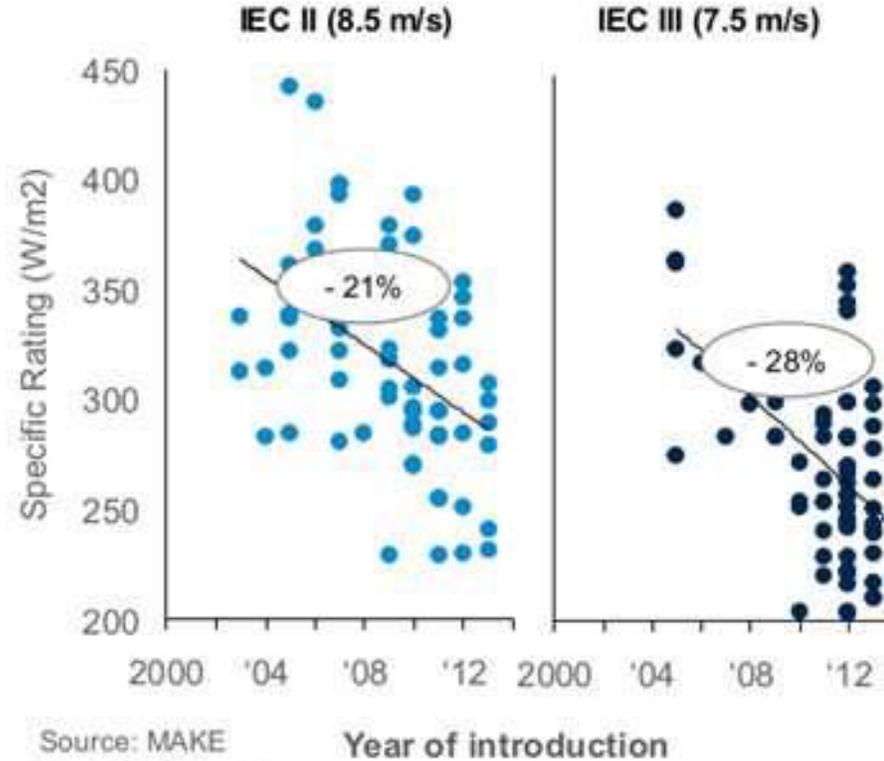


Product wind class installs, 2011-2016



Source: MAKE
IEC Certification of turbine, may not indicate resource

Specific ratings of new products



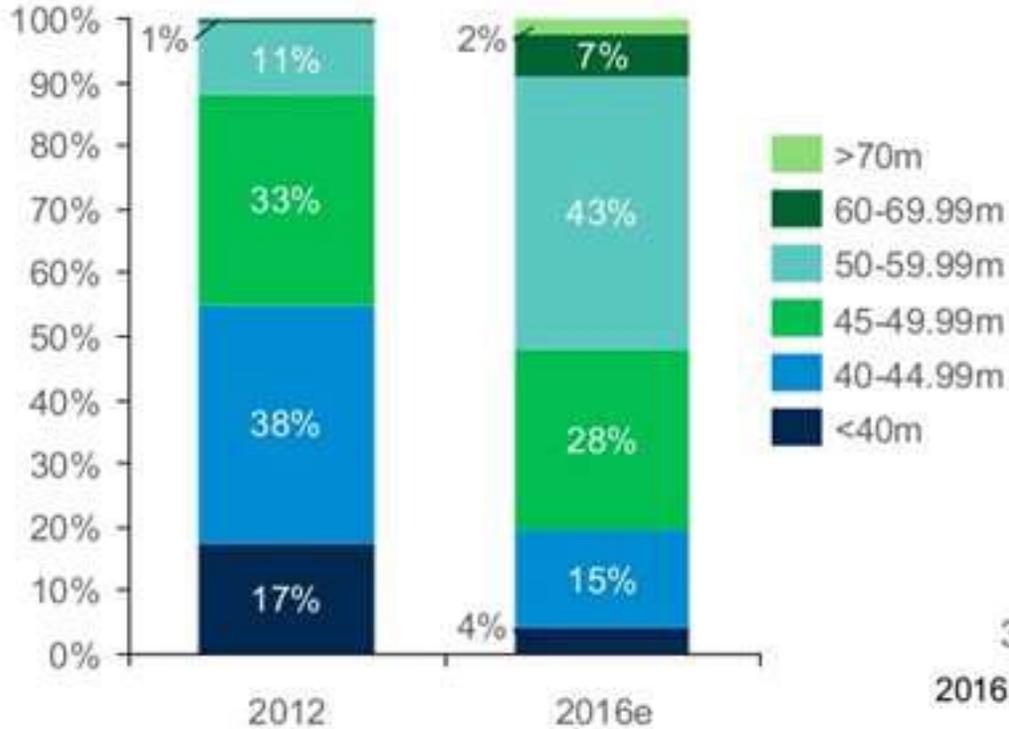
Source: MAKE
Top 15 OEMs only

Instalações de turbinas classe II tem sido dominantes até agora
Turbinas classe III serão a escolha do futuro

Tendências do Mercado

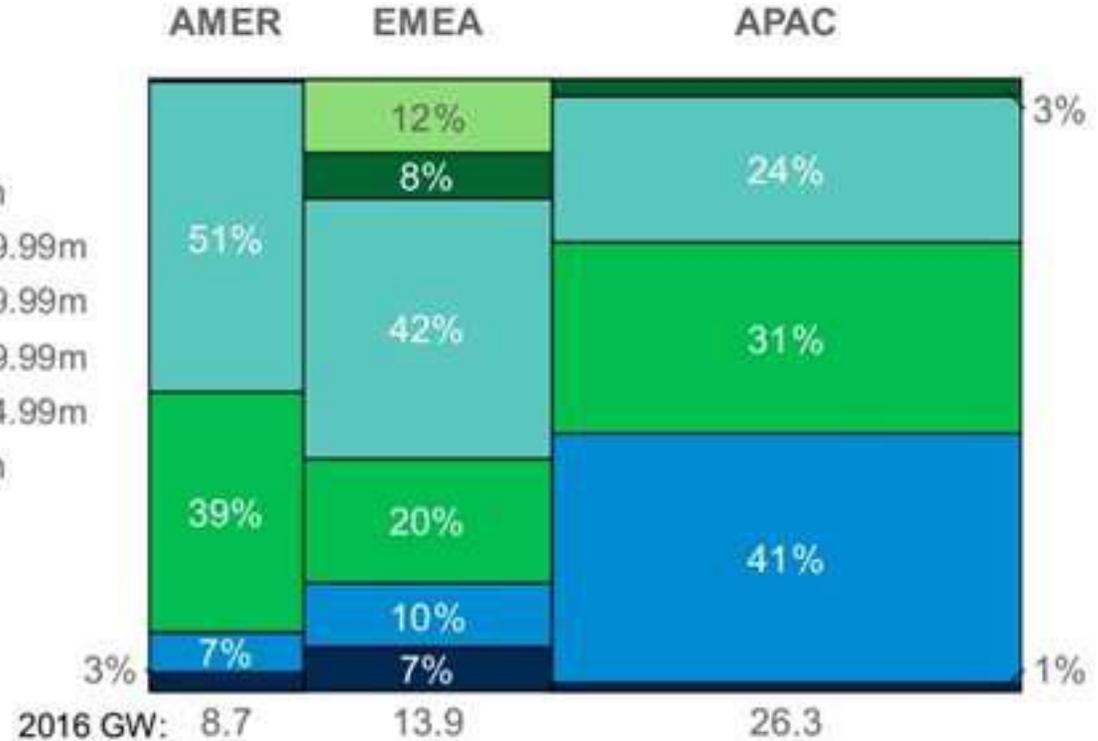


Global blade length segmentation



Source: MAKE

2016 outlook on blade segmentation

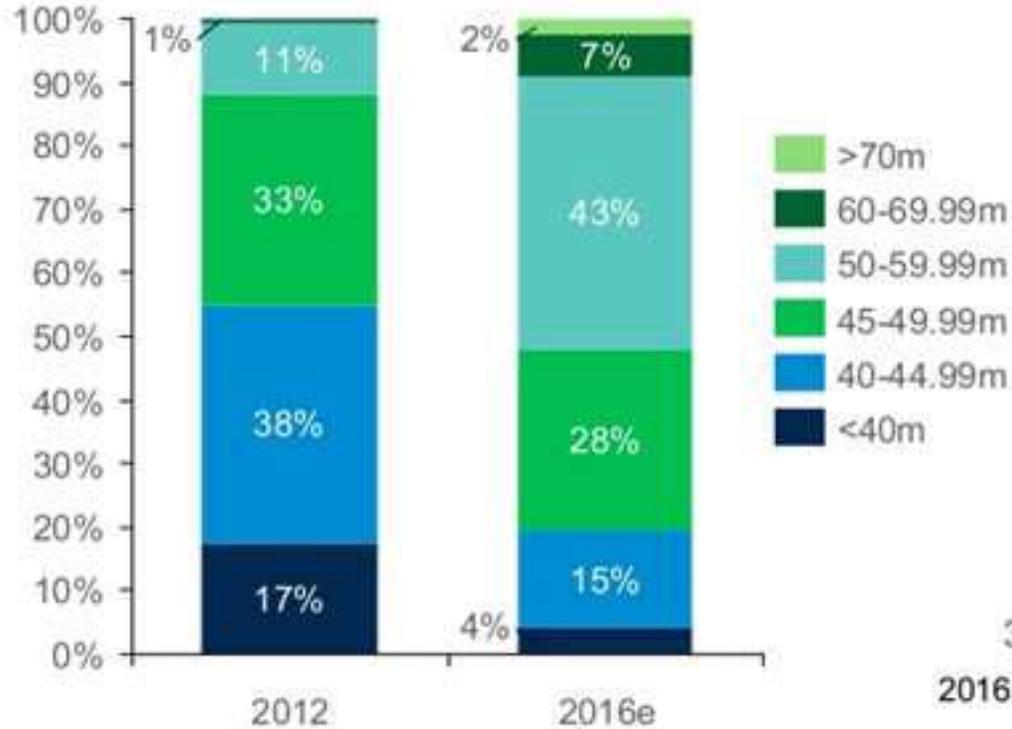


Source: MAKE

Below 40m will (nearly) disappear – 50+ m blades will take over lead
 EU installations driven by Offshore – 60+ m more present

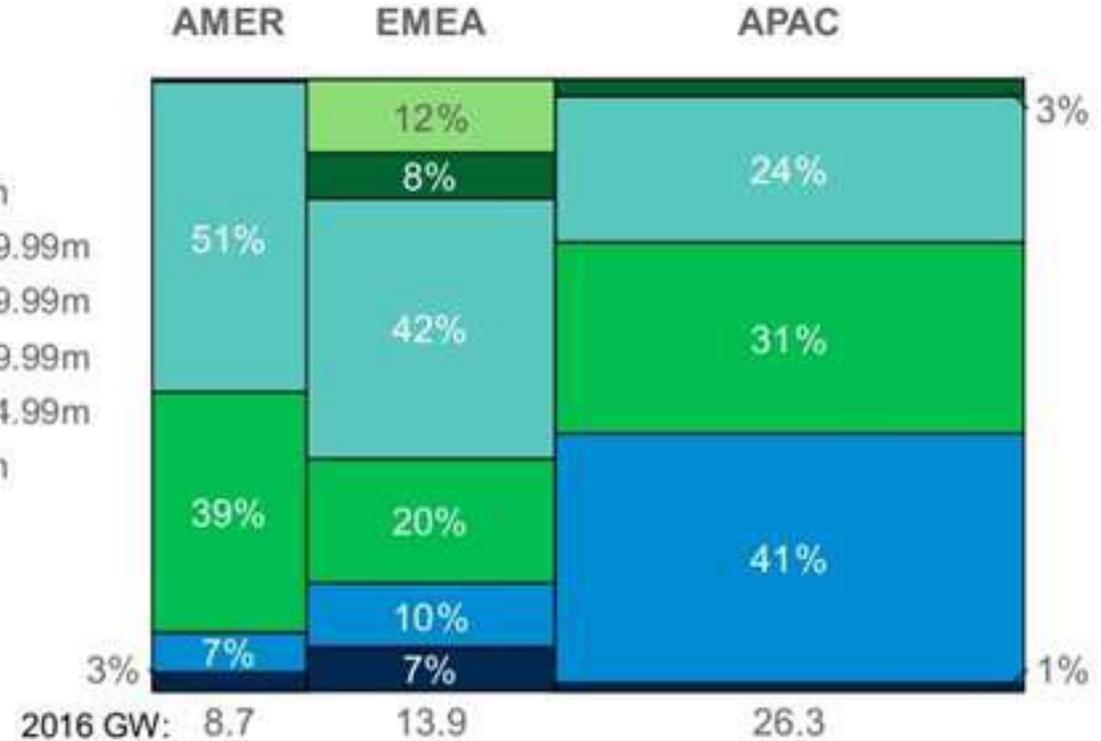
Tendências do Mercado

Global blade length segmentation



Source: MAKE

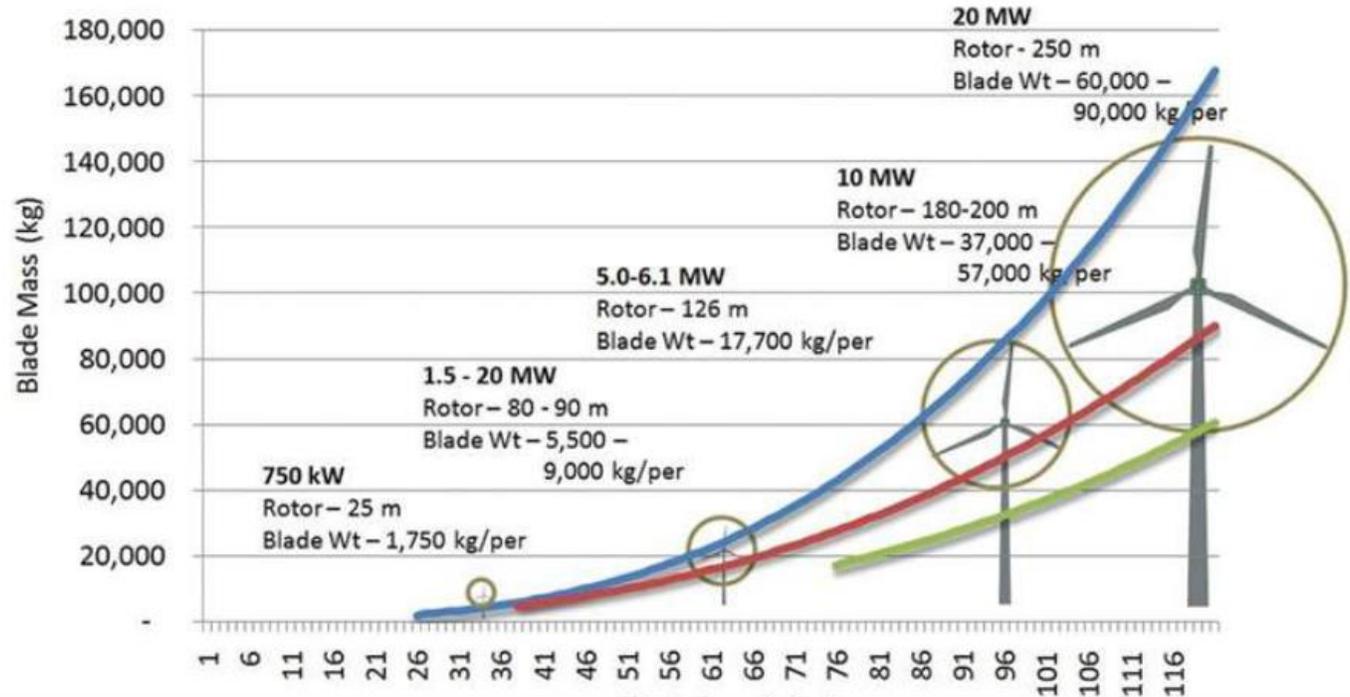
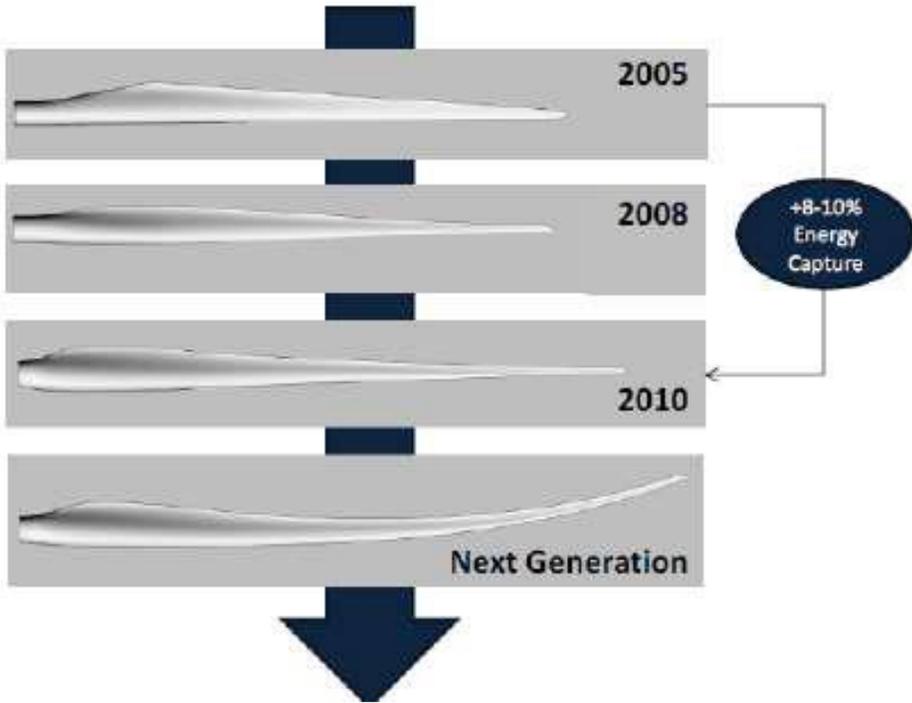
2016 outlook on blade segmentation



Source: MAKE

Para novas instalações, pás com menos de 40m tendem a desaparecer – pás com 60+ m irão passar a ser a maioria

Tendências do Mercado



Longer blades – higher fatigue requirements (bolts and blade material)

Tendências que nos trazem: Desafios



Primeiro desafio: Custo – aumentar a eficiência

Aumento da eficiência:

- novos designs de pá
- melhores métodos de produção

Tendências: Design de Pá



Opções de Design:

- CoE (Cost of Energy)
- Como as novas necessidades de design vão impactar na performance dos materiais?

Tendências: Design de Pá



CoE (Cost of Energy):

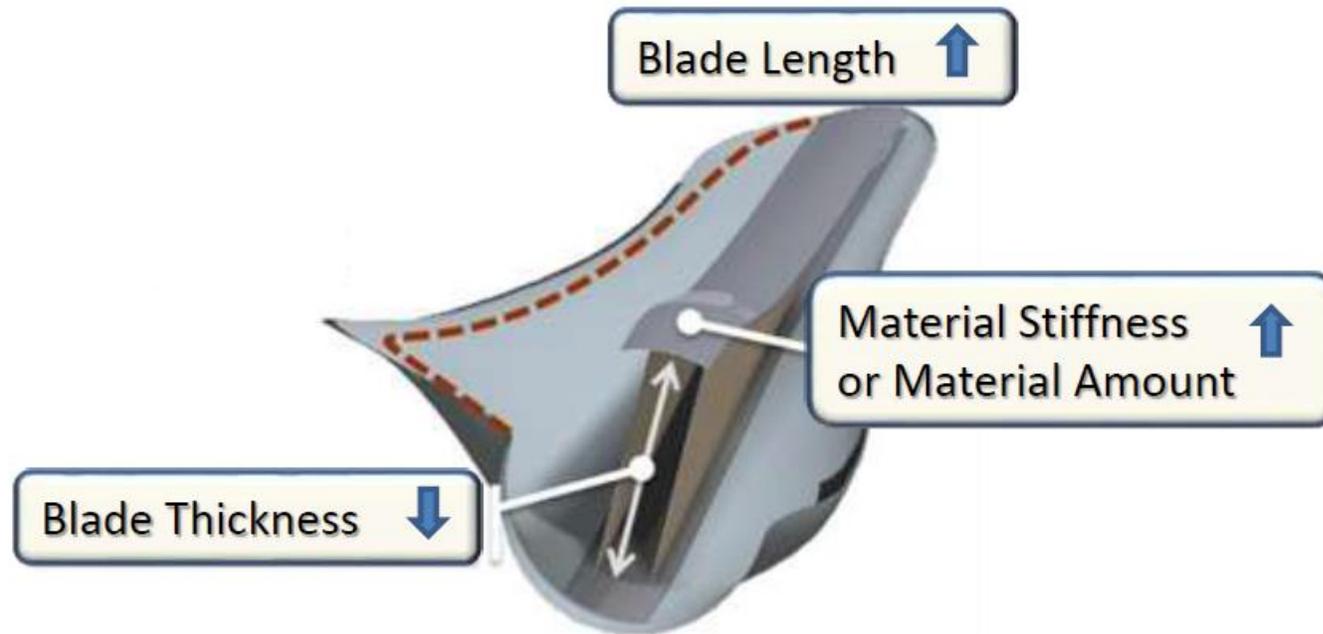
Cost model (Fingersh et al., 2006):

$$CoE = \frac{FixedChargeRate * InitialCapitalCost(p)}{AEP(p)} + AnnualOperatingExpenses(p)$$

OEMs tem 3 grandes grupos de custo para trabalhar:

- Custo de Capital Inicial
 - Máquina (incluindo pás)
 - Torre
 - Fundação
 - Transporte e Instalação
 - AEP = **A**nual **E**nergy **P**roduction (Produção de Energia Anual)
 - O&M cost (custos de operação)
- Reduzir o custo da pá
- Melhorar a eficiência
- Melhorar a robustez

Tendências: como aumentar o AEP



- perfis mais eficientes (aerodinamica) criam maior torque com velocidades de vento menores
- **pás características para ventos classe II e III**
- o aumento do AEP (Produção de Energia Anual) ajuda a justificar o uso de materiais mais caros e com maiores performances mecânicas – principalmente modulo (rigidez) e fadiga
- impact on tower and other capital cost components is minor

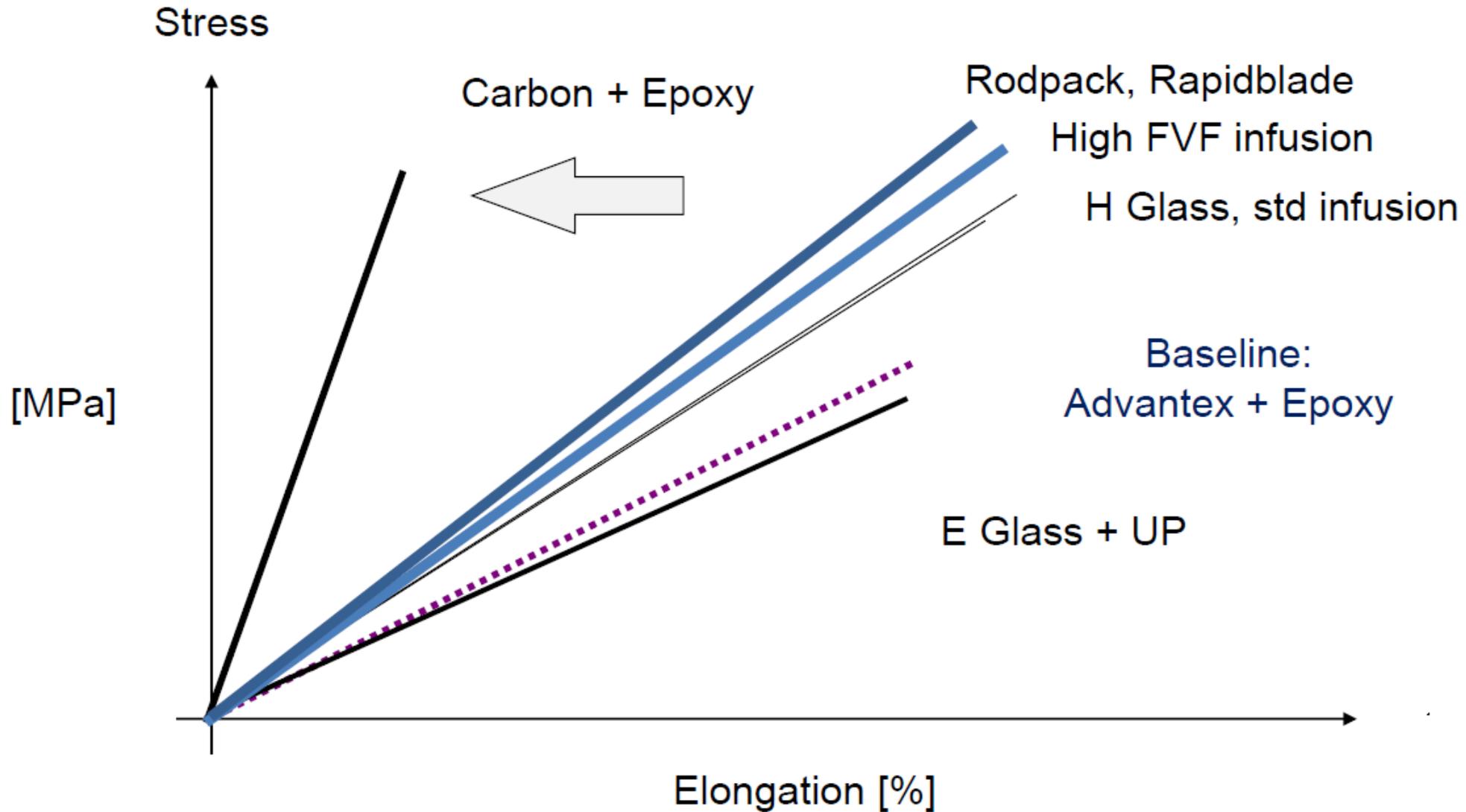
Materiais com maior rigidez (spar cap) – é um bom exemplo para a redução do CoE

Maneiras de Aumentar a Rigidez (E1)



- **Aumentar o módulo das fibras/usar fibras de alto módulo**
- **Aumentar a fração fibra resina (“FVF”)**
 - Formula $E1 = FVF * E_{\text{fiber}} + (1 - FVF) * E_{\text{matrix}}$
 - FVF impacta também outras propriedades however many other properties as inter fiber properties
 - Com o uso da técnica de infusão (mais comum) o aumento de FV é limitado (permeabilidade, pot life e quantidade de resina)
 - Outras maneiras de fabricar a pá podem passar a ser mais interessantes (pultrusão)

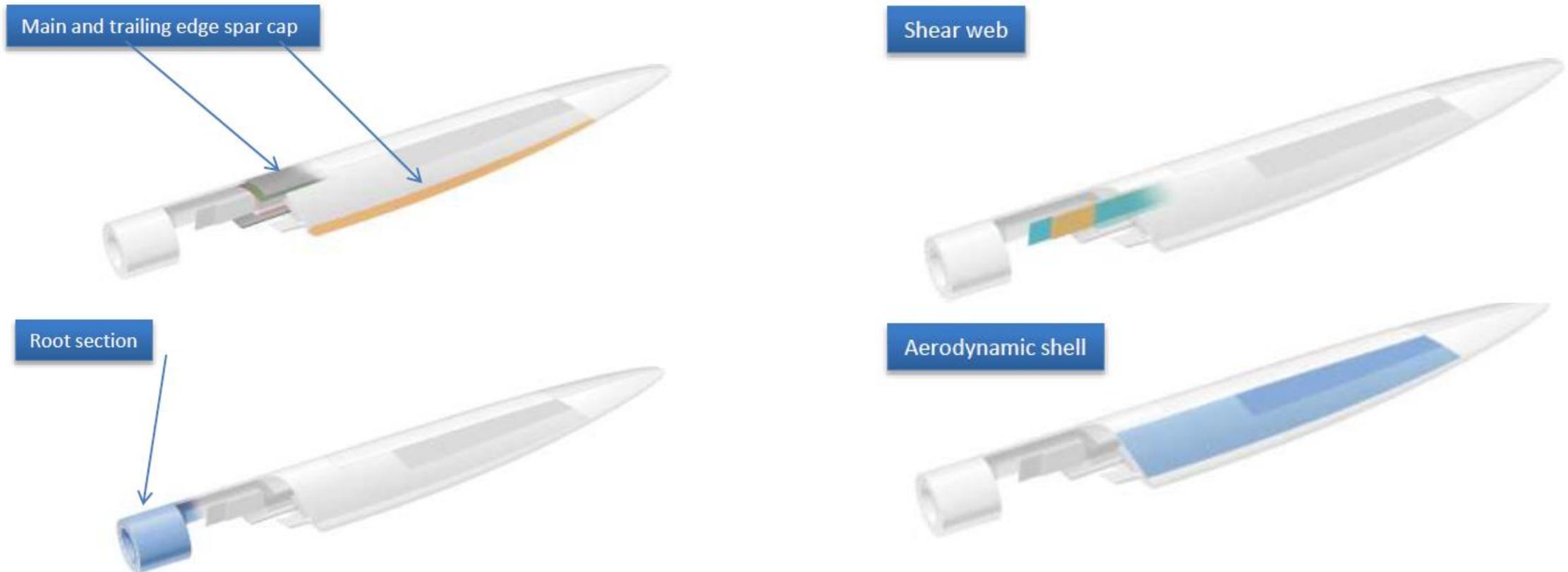
Comparação Módulo – diferentes soluções



Métodos de Produção

Novamente – foco em custo:

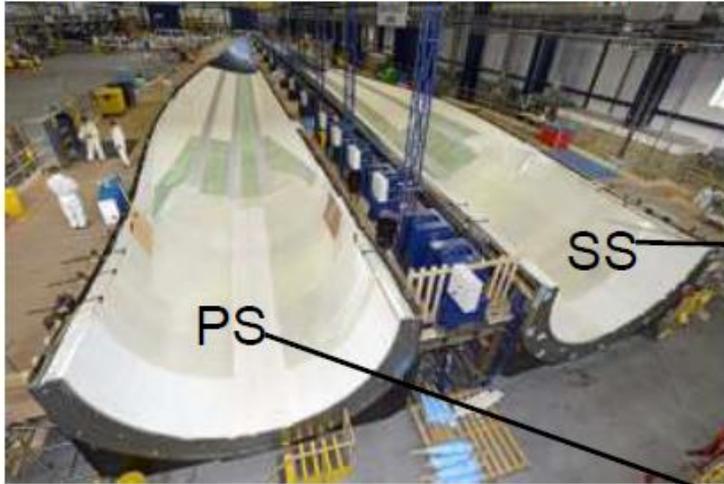
- Redução de desperdício
- Métodos de fabricação diferentes (otimizados) para cada região da pá



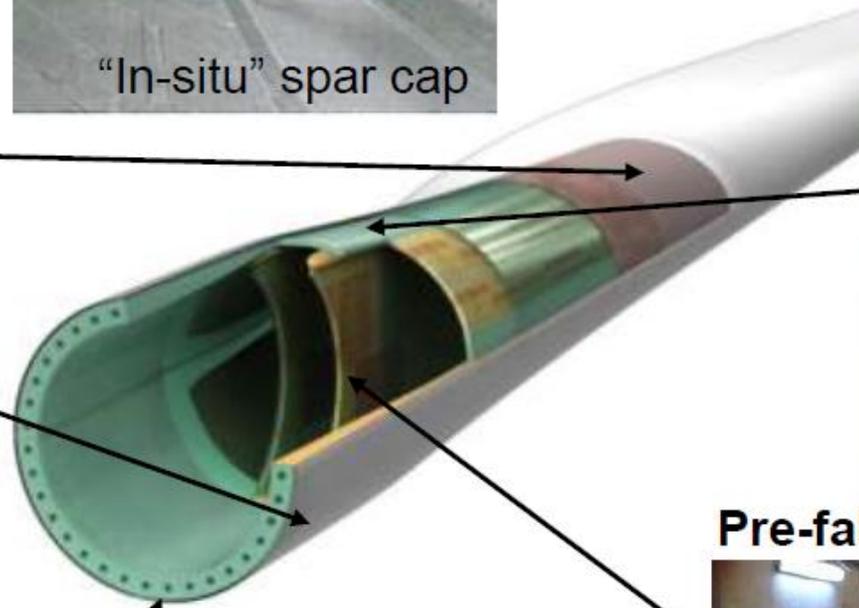
Método mais comum hoje:

Pre-fabricated Shell components

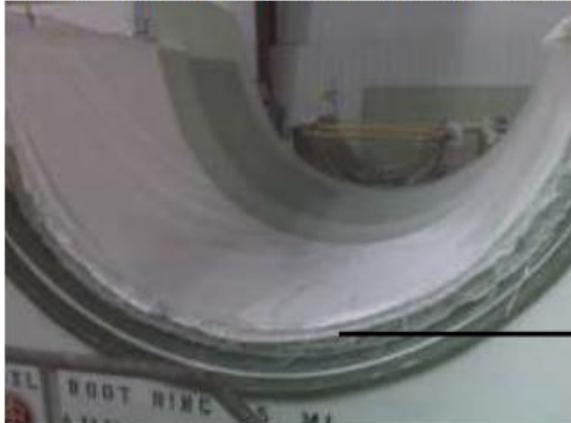
- “Pressure-side” / “Suction-side”
- Molds entire exterior blade surface



Pre-fabricated: Spar Cap



Pre-fabricated: Root section



Pre-fabricated: Shear Web



Tendências: Manufatura de Pás



- Mecanização/Automação



- Infusão “One Shot”



Aumento no risco de manufatura (scrap/re-trabalho), mas elimina defeitos como as linhas de “solda” e reduz o custo com numero de moldes e área de manufatura

- Pultrusão



Tendências: Soluções em Manufatura



Redução do tempo de Ciclo:

- Tecidos mais pesados (menos camadas)
- Fabricação de kits
 - produto direto para o molde
 - Otimização de dimensões de produto
- Preforming
- Pultrusão



E é claro, existem muitos outros desafios...



Dúvidas?



Venham conversar comigo e meus colegas no nosso estande:

Rafael Regattieri
Engenheiro de Produtos Sênior
rafael.regattieri@owenscorning.com

A photograph of an offshore wind farm with several white wind turbines in a row on the ocean. A small sailboat is visible in the distance to the right. The sky is blue with light clouds.

MUITO OBRIGADO



Crie
o impossível.™