

# Fortron® PPS para Compósitos Termoplásticos

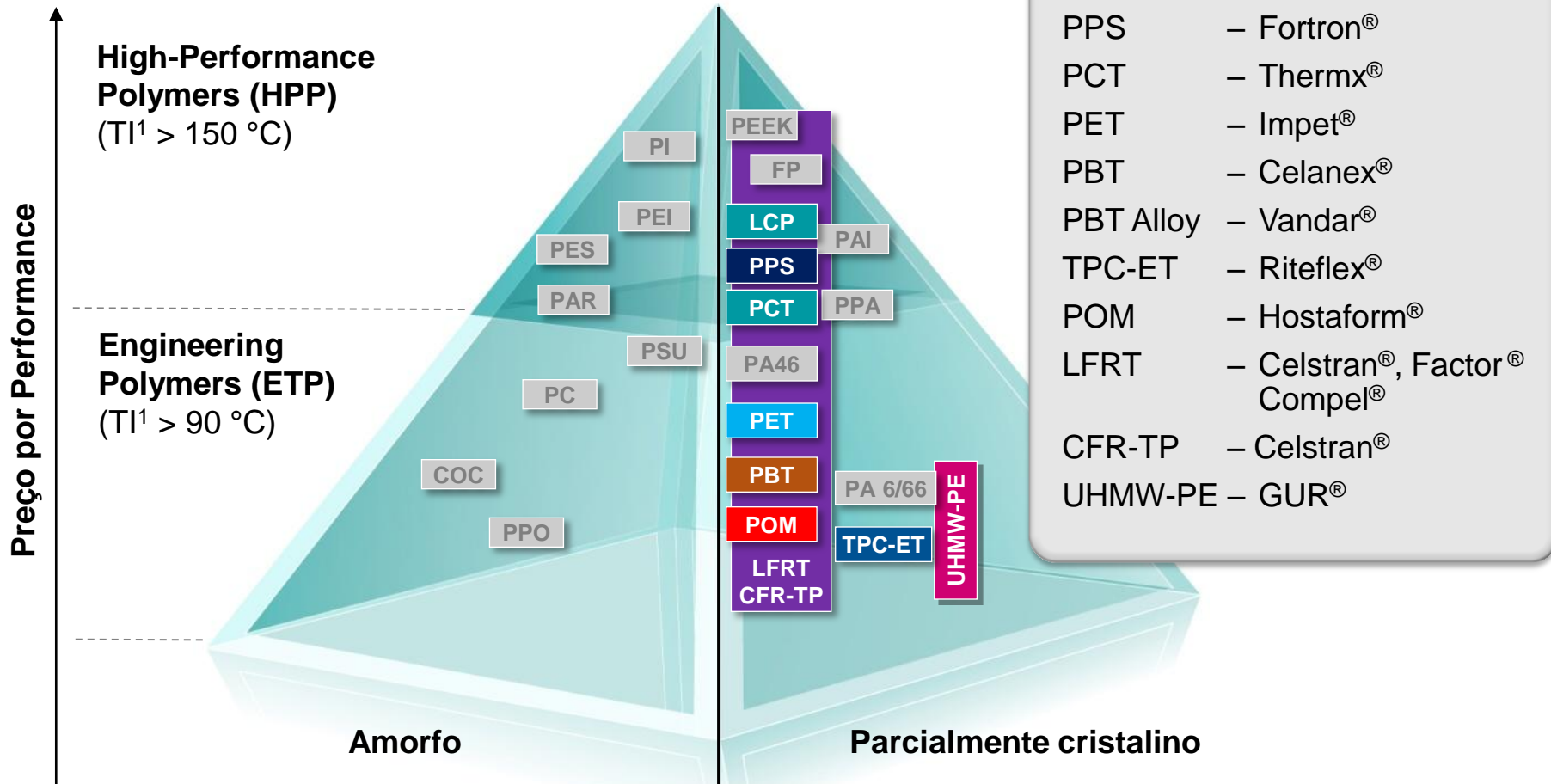
Novembro 2012



# Conteúdo

- Introdução à Ticona
- Fortron® PPS
  - Química
  - Propriedades
  - Aplicações
- Fortron® PPS Compósitos
  - Background
  - Processamento
  - Propriedades
  - Aplicações
- Resumo

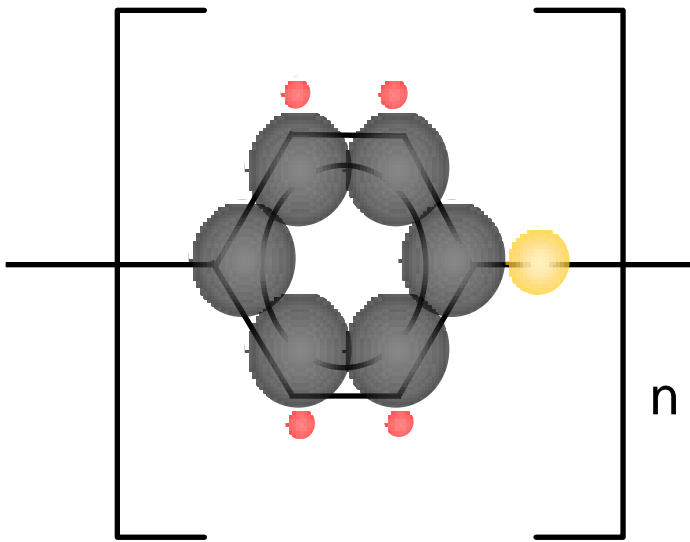
# Amplo Portfólio de Polímeros de Engenharia e de Alta Performance



$TI^1$  = Índice de Temperatura

# Fortron® PPS

## Resumo – Estrutura e Propriedades



### Polisulfeto de Fenileno (PPS)

- **Semi-cristalino**
  - $T_g$  85°C,  $T_M$  285°C
  - Densidade 1.35 g/cm<sup>3</sup>
- **Inerentemente Retardante a Chama:**
  - UL94-V0, LOI > 45
- **Resistência Química – Estabilidade Dimensional**
  - Combustíveis, óleos, solventes
  - Água-glicol
- **Fácil de Processar**
  - Moldagem por injeção
  - Extrusão

# Fortron® PPS

**Polímero termoplástico semi-cristalino, perfeitamente adequado para peças que terão de suportar elevados requisitos térmicos e mecânicos que exigem...**

- Alta faixa de ponto de fusão entre 280° and 290°C
- Inerentemente retardante a chama
- Excelente resistência a substâncias químicas, óleos e fluídos
- Uma alternativa ideal a materiais convencionais como polímeros termofixos e metais
- Alta resistência e rigidez e ótima propriedade de fluência de longos períodos sob carga
- Fácil moldagem por injeção, sopro e usinagem
- Redução de peso combinado com alta estabilidade dimensional

# Fortron® PPS Não há Solvente Conhecido abaixo de 200°C

- Elevada resistência química com mínimo ataque ou inchaso mesmo em elevadas temperaturas
  - Resiste: ácidos/bases pH 2 à 12
  - Resiste: fortes alvejantes
  - Resiste: fluídos auto – refrigeração, transmissão & freios
  - Resiste: gás e fluídos alternativos (metanol, etanol)
  - Resiste: hidrólise



# Fortron® PPS 0214C1 – Matriz para Compósitos

- Polímero de PPS linear não modificado
- Alto peso molecular / alta viscosidade: 140 pa·s
  - Para aplicações de injeção e extrusão
- Especificado para aplicações de aeronaves
  - Em uso na Airbus e Boeing
  - Qualificação VIAM
  - Federal state unitary enterprise “Instituto Russo de Investigação Científica de Materiais da Aviação”
- Testado com relação a flamabilidade, densidade da fumaça e toxicidade:
  - ABD0031
  - FAR/JAR 25.853
  - Novo: DIN 5510 e ISO 5659

# Fortron® PPS 0214C1 – Dens. de Fumaça

## Testado com Placas de 2 mm

- Densidade de Fumaça de acordo com a norma Airbus ABD0031
  - Non-Flaming – Max. Valor: 0, Média: 0
    - DS max. @ 4 min: 0; Aprovado ABD e FAR
  - Flaming – Max. Valor: 32 (6 min.), Média: 23 (6 min)
    - DS max. @ 4 min: 15; Aprovado ABD e FAR

- Teste Toxicológico (ABD0031):

ABD / FAR passed	Valor	Max. Valor em ppm
– Cianeto de Hidrogênio HCN:	NF: 0 – F: 0	150
– Monóxido de Carbono CO:	NF: 0 – F: 10	1000
– Gases Nitrosos NO-NO <sub>2</sub> :	NF: 0 – F: 0	100
– Dióxido de Enxofre/ Hy. Sulfetos SO <sub>2</sub> - H <sub>2</sub> S:	NF: 0 – F: 10	100
– Ácido Hidrofluorídrico HF:	NF: 0 – F: 0	100
– Ácido Hidroclorídrico HCl:	NF: 0 – F: 0	150



# Fortron® PPS 0214C1 – Flamabilidade



## Testado com Placas de 2 mm

### ■ Teste Queima Vertical 12 s ABD0031

- Tempo total de queima: 12 s
- Tempo p/ chama extinguir: 0 s
- No. de partículas: 0
- Partículas com ignição: 0
- Comprim. Total Queimado : 5 mm

### ■ Teste Queima Vertical 60 s ABD0031

- Tempo total de queima: 60 s
- Tempo p/ chama extinguir: 0.6 s
- No. de partículas: 2.4
- Partículas com ignição: 1.4
- Total burn length: 44 mm

<b>SIEMENS</b>		Siemens AG, A&D SP Ernst-Hackel-Str. Industriepark Höchst, C 309 D-65926 Frankfurt am Main
The qualification for testing according to FAR/NBR 25.853 (d), (e) and (f), Ass. F Part (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100) has been established by LBA ref. No. 01-M/11/7/2271/00		
<b>Bericht</b>	<b>T12005-1158</b>	<b>22.07.2005</b>
<b>Thema:</b>	Bestimmung der Rauchdichte und Toxizität an einem Prüfmuster unter Einwirkung von strahlender Wärme und Flammen, sowie Prüfung der Brennbarkeit im Vertikaltest.	
<b>Kurzfassung:</b>	<b>Auftraggeber:</b> Fa. Ticona GmbH <b>Materialbezeichnung:</b> Fortron 0214C1 Dicke 2 mm (gemessen) <b>Eingangsdatum:</b> 11.07.2005 <b>Prüfdatum:</b> 20.07.2005 <b>Prüfergebnis:</b> Die Probe erfüllt die Anforderungen an Rauchdichte gemäß FAR 25.853 (d) ja gemäß ABD 0031 ja an Toxizität gemäß ABD 0031 ja an Brennbarkeit (Vertikaltest 12s) gemäß ABD 0031 ja gemäß FAR 25853 b(4) (App P in part 25 part 1 § 9(1)(b)) ja an Brennbarkeit (Vertikaltest 60s) gemäß ABD 0031 ja gemäß FAR 25853 b(4) (App P in part 25 part 1 § 9(1)(b)) ja <b>Anlage 1:</b> Rauchdichte <b>Anlage 2:</b> Toxizität <b>Anlage 3 und 4:</b> Brennbarkeit Dieser Bericht umfasst 1 Seite und 4 Anlagen.	
Hinweis: Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf die Vorhaben der Probe unter den spezifizierten Prüfbedingungen bei der Prüfung, es sind nicht alle möglichen Kriterien zur Bewertung der potentiellen Brandgefahr des Produktes in Anbetracht der zu erhaltenden Produktumgebung zu berücksichtigen. Die vollständige Verantwortlichkeit für die Produktumgebung ist nur mit Genehmigung des Prüfers zulässig.		
<b>Verteiler</b>	<b>Unterschriften</b>	
Ticona GmbH Cellulose R&D Professor Staudinger Straße D-95451 Kelsterbach	Prüfer:  Wöhr / Zissel Genehmigt:  R. Entner 2005, Leiter Brandtests H&S/HT	
Telefon: +49 (0)69 125-7930 (int.2412)    Telefax: +49 (0)69 335-17971 e-mail: brandhaus@siemens.com    Internet: www.siemens-4inf.com		

# Teste Internos de Flamabilidade UL

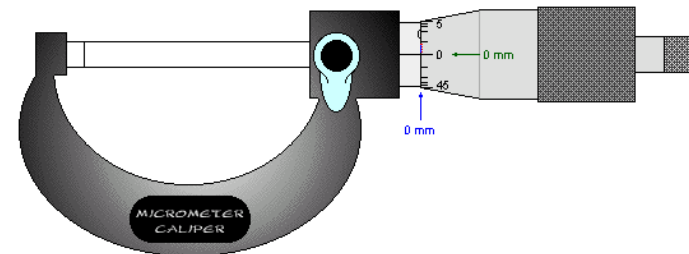
Material	Espessura	Índice da Amostra S/ Envelhecimento	Índice de Amostra Envelhecida
Fortron PPS	3.0mm (0.12")	V-0*	V-0*
	0.80mm (1/32")	V-0	V-2
	0.40mm (1/64")	V-2	V-2
PEEK unfilled	3.0mm (0.12")	V-0*	V-0*
	1.5mm (0.059")	V-0*	V-0*
	0.80 mm (1/32")	Sem Índice-V	V-2
	0.40 mm (1/64")	Sem Índice-V	Sem Índice-V

- Amostras finas de PEEK não atingiram um Índice-V devido a longo tempo de queima e ignição do algodão
- Peças finas de PPS possuem V-0 em equivalente tempo de queima mas gotas de polímero fundido podem causar ignição ao algodão = Índice V-2

\*Dados como relatado pelo Underwriters Laboratory

# Estabilidade Dimensional do Fortron® PPS

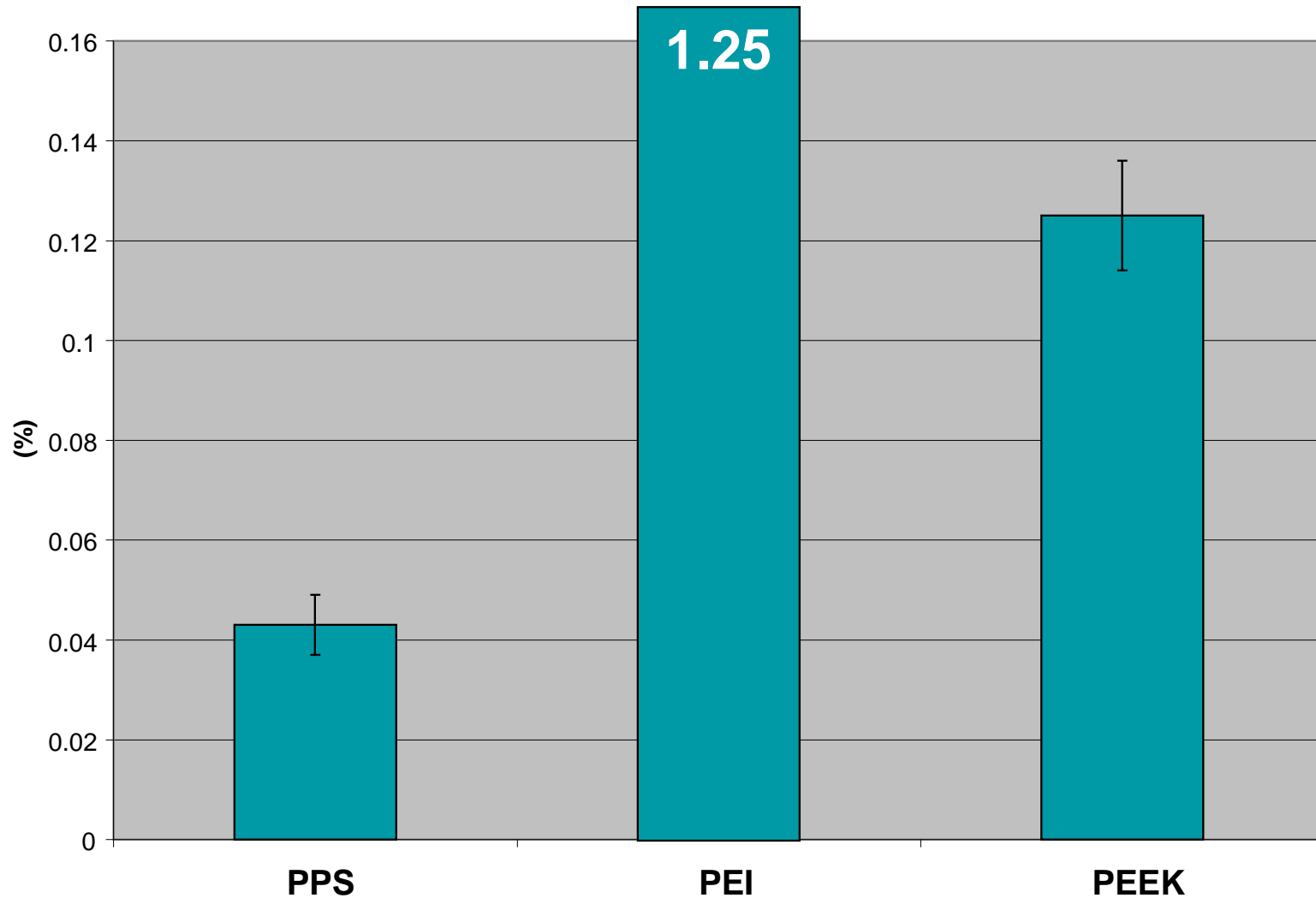
- Absorção de umidade quase nula – 0.02%
- Mínimo efeito da temperatura
- CLTE –  $19 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  (6165A4)
- Precisão na moldagem
- Baixa contração - 0.3% (6165A4)
- Resistência a Fluência



**Para Peças de Precisão mesmo em Elevadas Temperaturas**

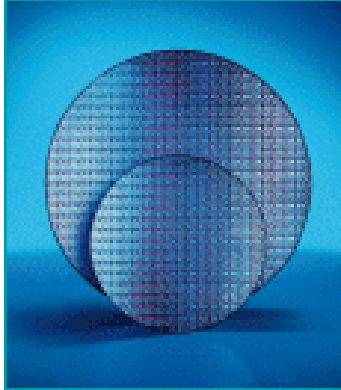
# PPS Baixa Absorção de Umidade

## Resultados em Estabilidade Dimensional



# Principais Segmentos do Fortron® PPS

**Semicon**



**Industrial**



**EE & Sensores**



**Automotivo**



**Fibras**



**Compósitos**



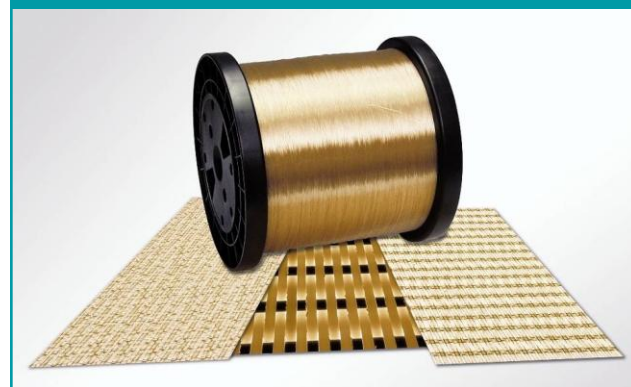
# Fortron® PPS

## Extrusão: Filme, Fibra, Rede, etc.

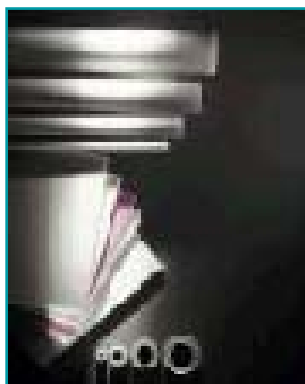
Compósitos de Aeronave



Monofilamento de Alta Tenacidade



Filtro em Rede



Semi Acabados



Filtro CPI

# Fortron® PPS para Compósitos Termoplásticos

Novembro 2012



# Porque Compósito Termoplástico de PPS vs. Compósito de Termofixo?

## Melhoria de Propriedades

- Tenaz, boa performance a fadiga
  - 4x tenaz do que epóxi tenacificado
- Permite reprocessamento
- Insensível a umidade
- Performance sob alta-temperatura
- Mínima flamabilidade, emissão de fumaça, toxidade
- Baixa tensão residual em peças moldadas
- Excelente resistência química

## Melhoria de Processamento

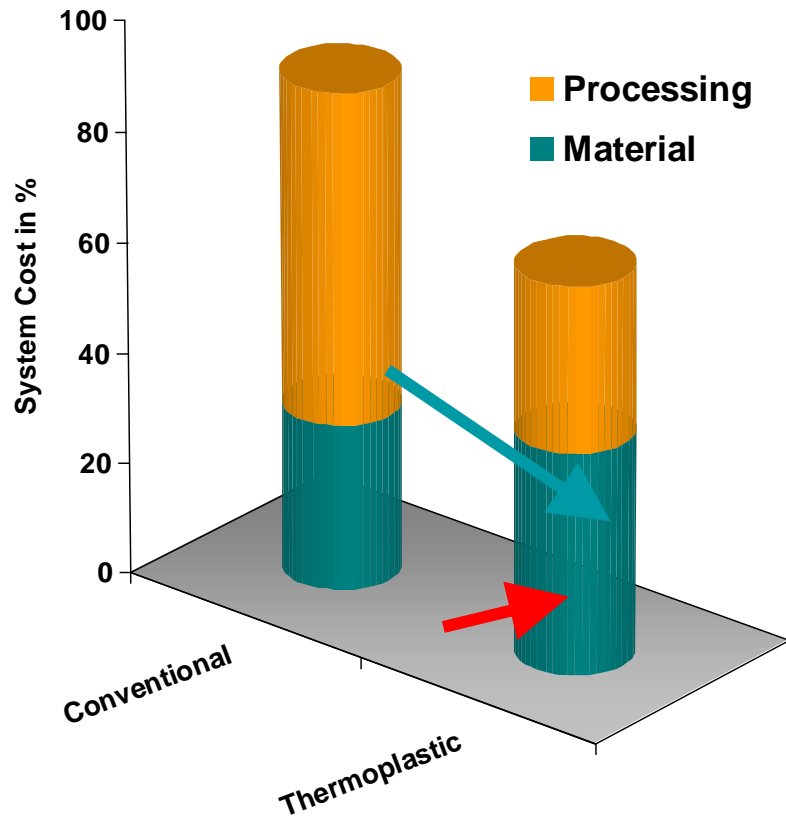
- Elimina mão de obra excessiva
  - Pode eliminar rebarbas e etapa de acabamento
- Elimina possível autoclave
  - Custo, espaço e problemas de gargalo
- Rápido processamento vs. termofixo
- Pode ser reformado
- Simplificação, moldes mais duradouros
- Adesão por fusão elimina fixadores e adesivos
  - Reduz custo e peso

- Processamento verde
  - Reciclável
  - Sem voláteis no processamento
  - Menos scrap de processo
  - Menor solicitação de energia no proces.



# Compósito de Matriz Termoplástica

## Vantagem de Custo



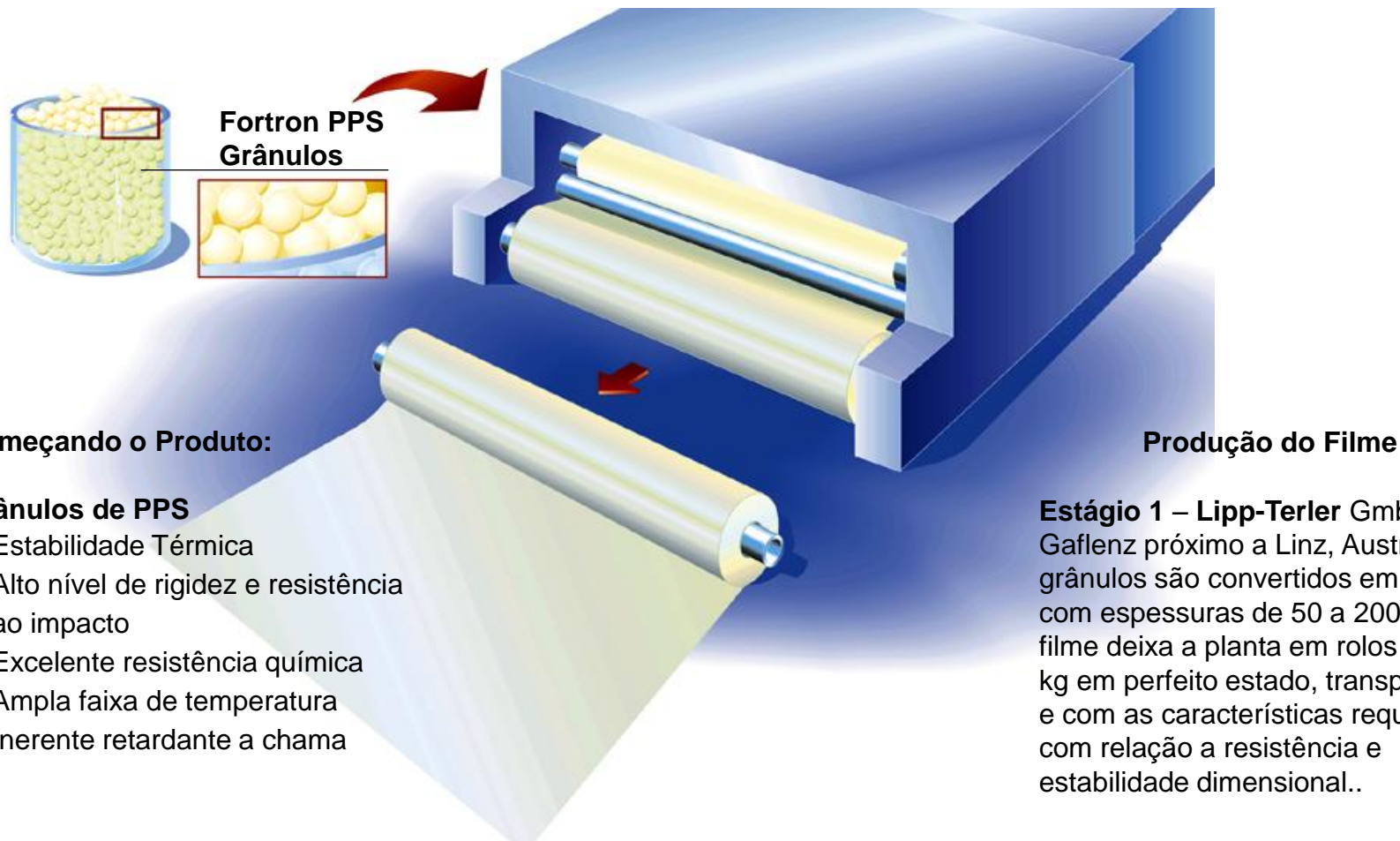
- O custo do material para termoplástico pode ser semelhante ou até maior
- Menor custo de mão-de-obra, processamento, e montagem podem gerar a uma vantagem substancial no custo total

**Mesmo Polímeros de alto custo podem oferecer redução de custo vs. Compósitos Baseados em Epóxi**

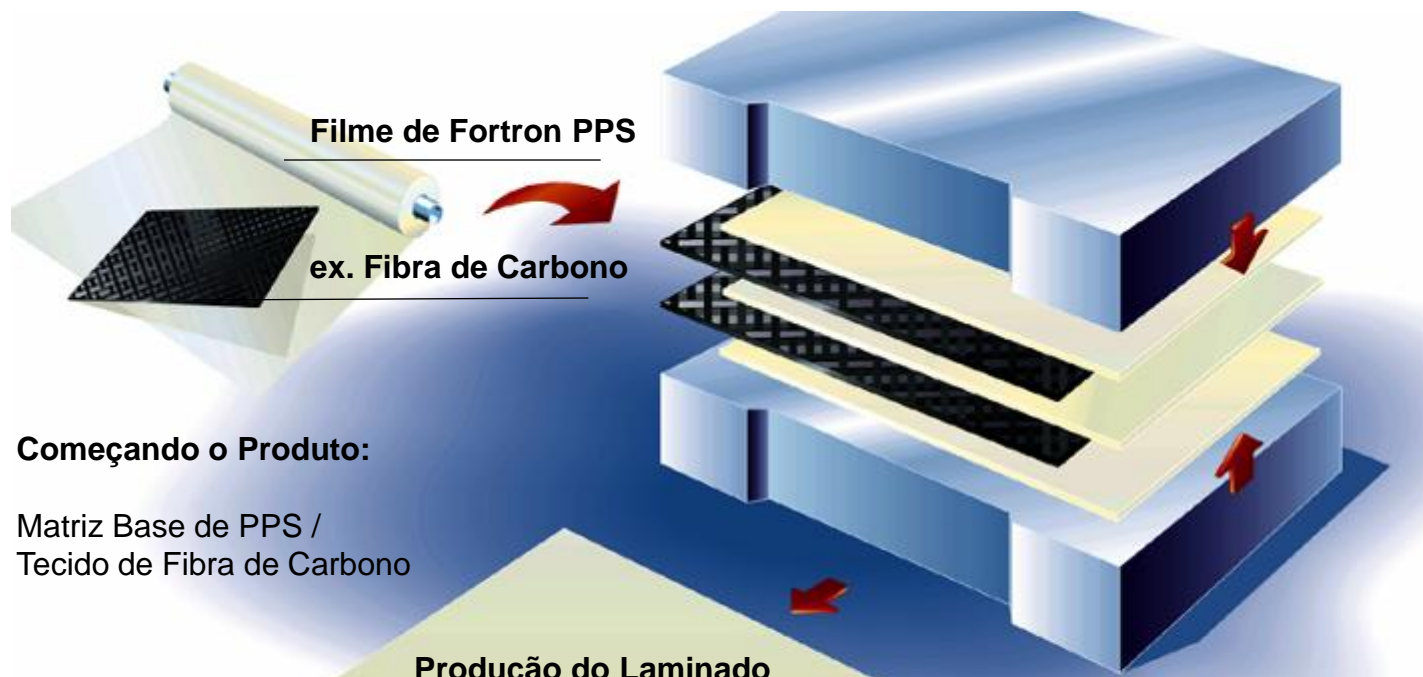
# Exemplo para Cadeia de Valor em Indústria de Aeronaves



# Estágio 1: Produção do Filme



# Estágio 2: Produção do Compósito



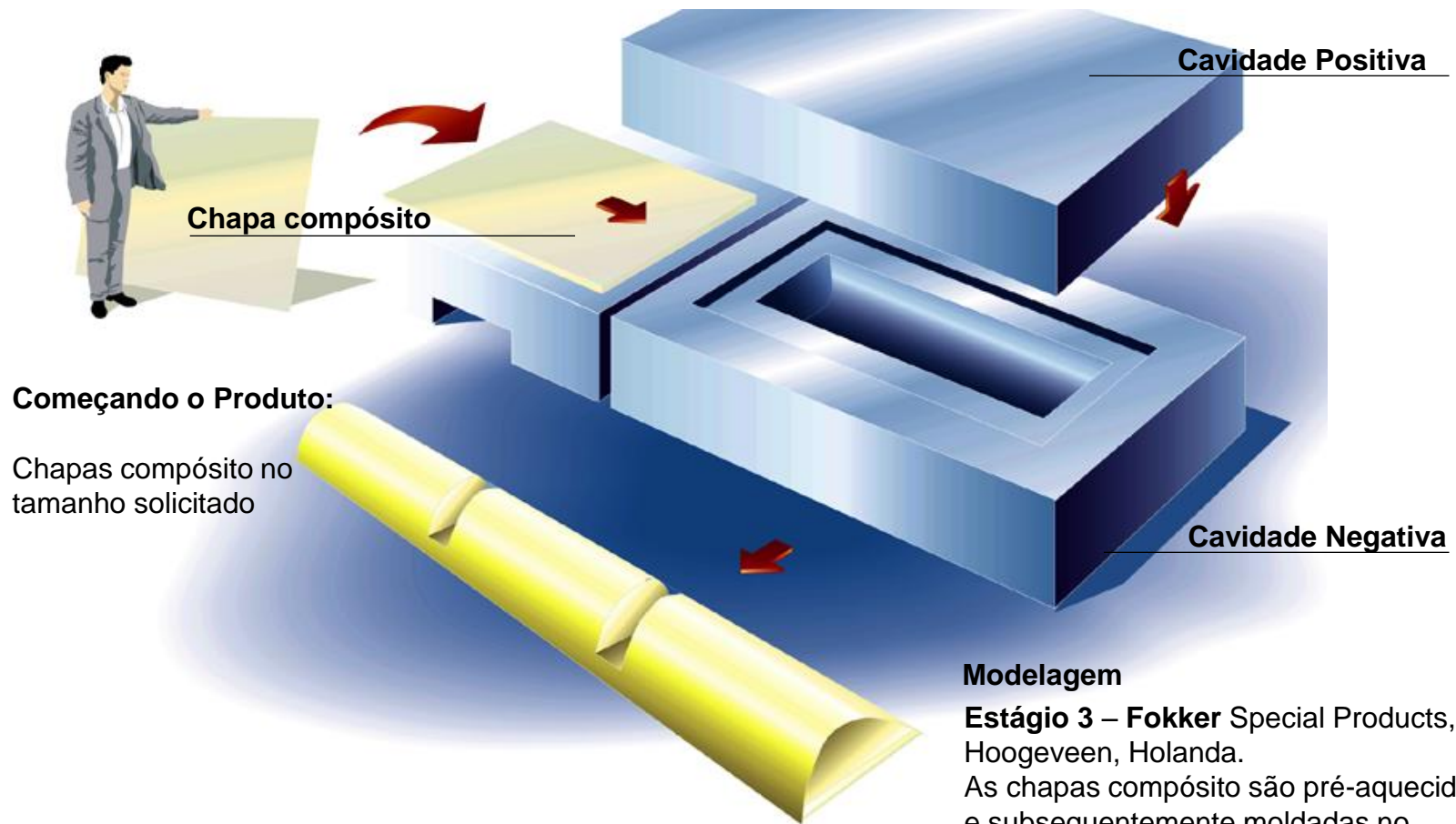
**Começando o Produto:**

Matriz Base de PPS /  
Tecido de Fibra de Carbono

## **Produção do Laminado**

**Estágio 2 – Ten Cate Advanced Composites BV, Nijverdal, Holanda.** O tecido de fibra de carbono e filme de PPS são aderido juntos em uma prensa, sob alta pressão e alta temperatura, gerando compósitos de alta resistência, estável dimensionalmente na espessura de parede desejada.

# Estágio 3: Termoformagem

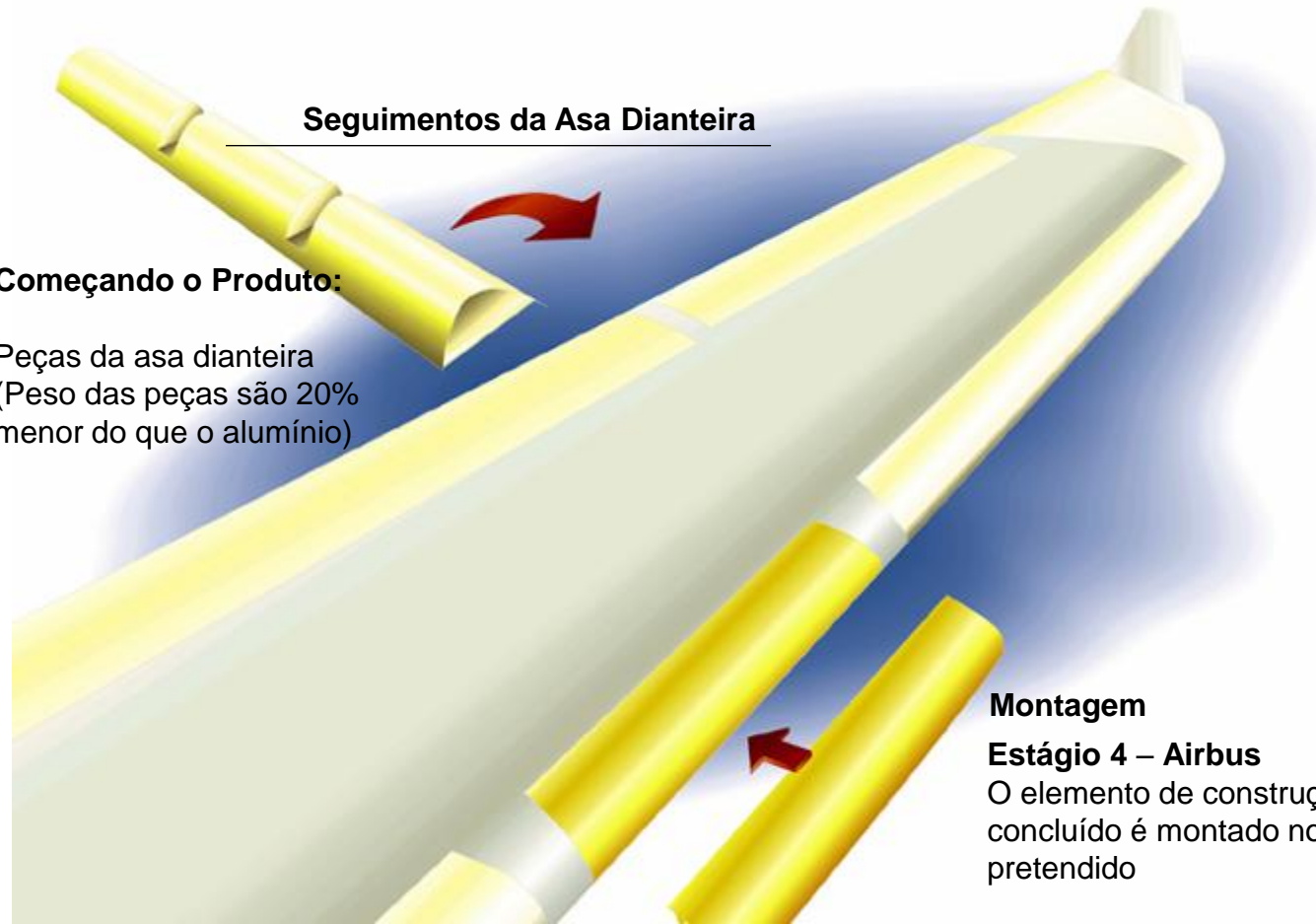


## Modelagem

**Estágio 3 – Fokker Special Products,** Hoogeveen, Holanda.

As chapas compósito são pré-aquecidas e subsequentemente moldadas no formato desejado sob pressão e alta temperatura

# Estágio 4: Montagem



**Seguimentos da Asa Dianteira**

**Começando o Produto:**

Peças da asa dianteira  
(Peso das peças são 20%  
menor do que o alumínio)

**Montagem**

**Estágio 4 – Airbus**

O elemento de construção  
concluído é montado no local  
pretendido

# Tecnologia Inovadora: Borda de Ataque do Airbus

- Estrutura soldada
- Baixo peso e baixo custo de design



# Fortron® PPS

## Sucesso na Indústria de Aviação

- Seguro, eficiente, ambientalmente favorável
- Design moderno
- Licenciado para produção de aeronaves
- Novas aplicações de Fortron® PPS





# Exemplo de Redução de Energia do Processo para Compósitos de TP vs TF

## Termofixo

- Peça montada no molde
- Ciclo do Processo de Moldagem (1+ horas)
- Resfriamento, remoção

## Termoplástico

- Peça montada no molde
- Ciclo de estampagem/ Termoformagem (minutos)
- Peça subsequente pode ser estampada imediatamente

**Energia Requerida Por Peça de Termoplástico pode chegar a 10X menos do que Peças de Termofixo**

## **Economia Adicional:**

- Não necessita de freezer p/ Prepeg
- Redução de custos fabris

# Redução de Voláteis e Produtos Tóxicos

## Termofixos

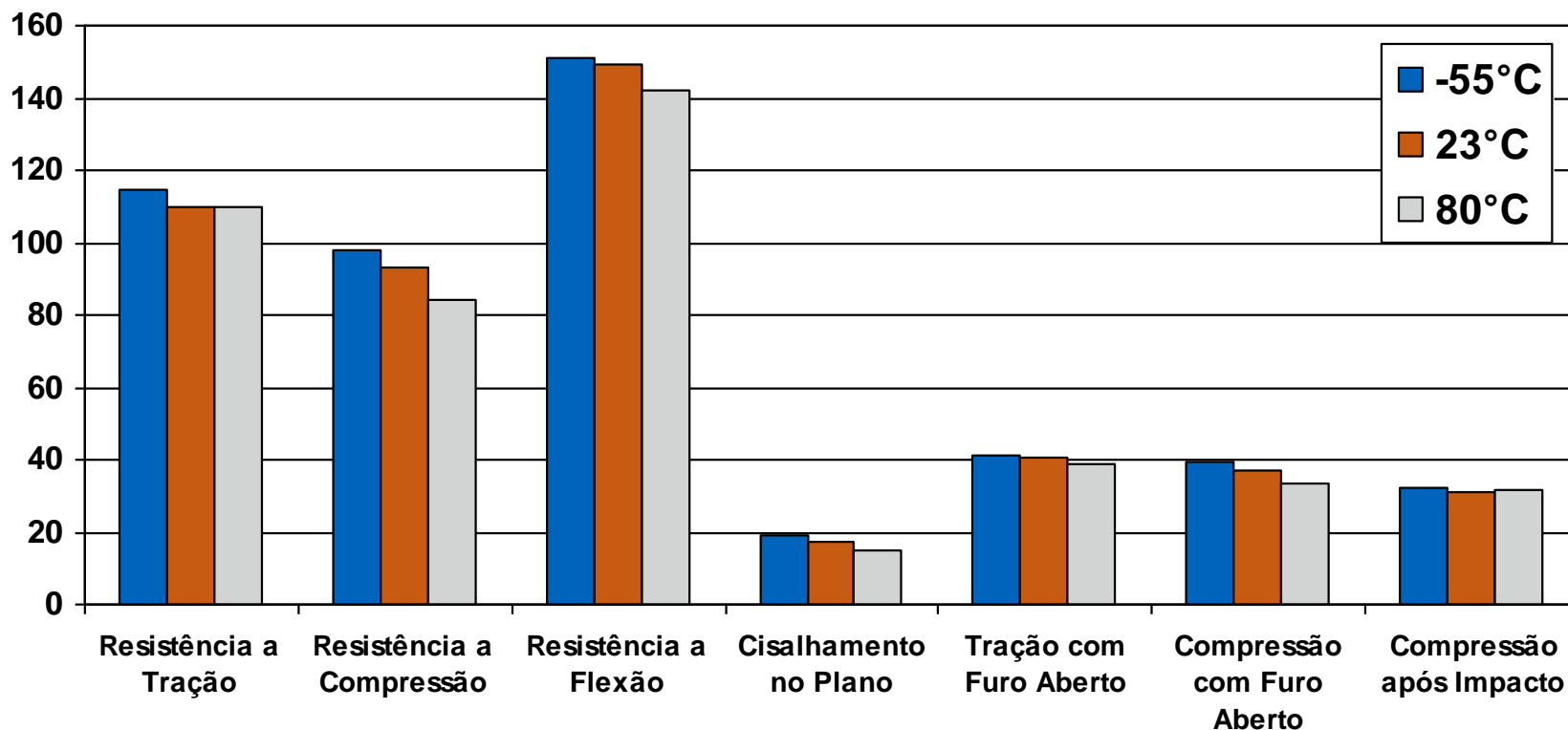
- Prepregs normalmente contém Solventes (VOC's)
- Cura por ser por Compostos Orgânicos Complexos
- Aditivos Halogenados são Tipicamente Usados para Reduzir a Flamabilidade
  - Mas a Toxicidade é elevada

## Termoplásticos

- Prepregs não contém Solventes
- Sem cura
- Sem Halogênio Necessário para Maioria dos Termoplásticos de Alta Performance
  - Excelente Performance de Flamabilidade

# Tecido de Carbono T300 3K/Fortron® PPS

## Dados de Propriedades do Compósito\*

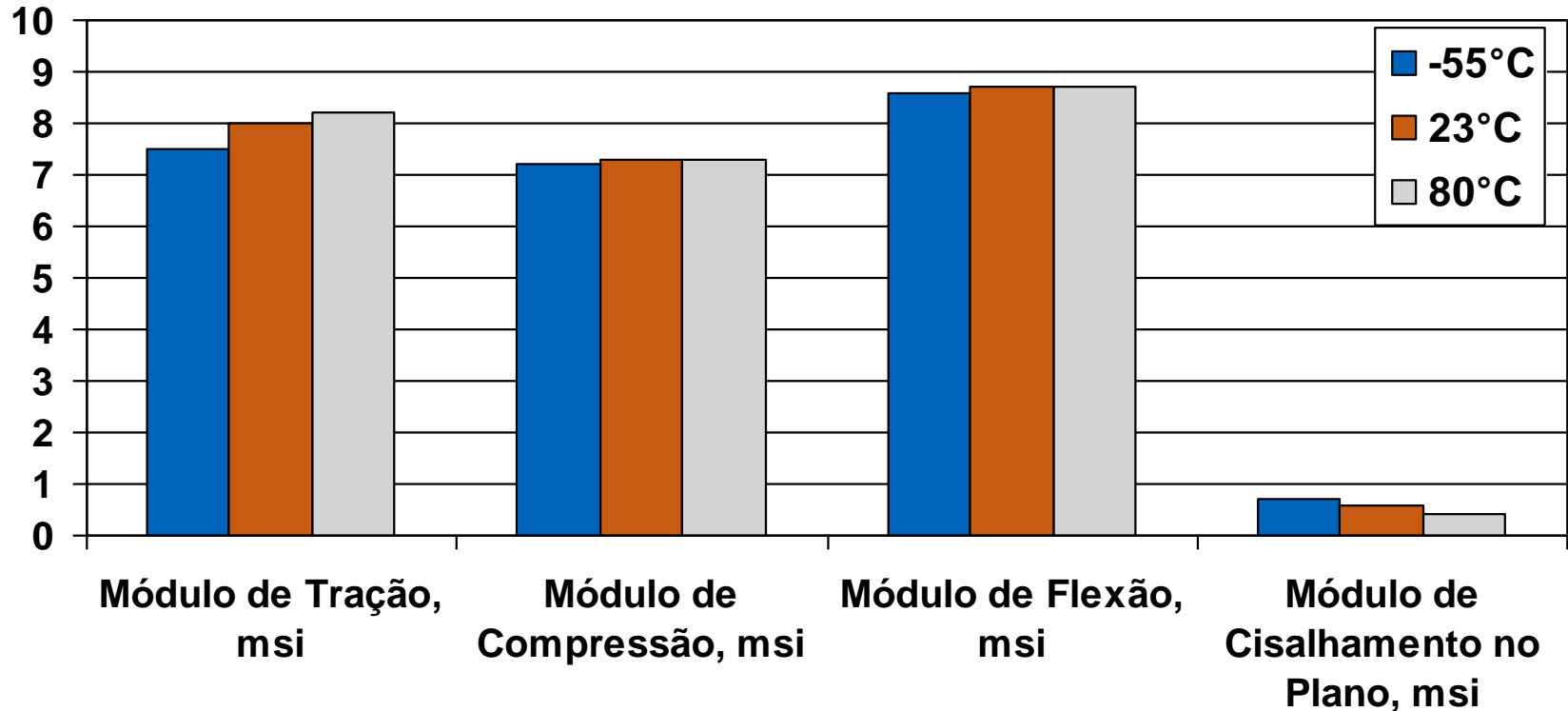


- Valores estão em ksi
- Valores Médios – Testados por Mil-R-17

**Constante e Estável em Ampla Temperatura de Uso**

\* TenCate CETEX Data

# Tecido de Carbono T300 3K/ Propriedades do Compósito de Fortron® PPS \*



- Valores estão em msi
- Valores Médios - Testado por Mil-R-17

**Constante e Estável em Ampla Temperatura de Uso**

\* TenCate CETEX Data

# Trabalhando Juntos na Indústria de Aviação



# Validação Tecnológica – Carbon/PPS: Porta do Trem de Pouso do Fokker 50

- Etapa final de um programa de 10 anos de duração
- Longarinas e Nervuras feitos por prensagem
- Montado soldado
- Qualificado PPS/fibra de carbono
- Certificado pelas autoridades de aeronavegabilidade
- Testes de vôo na aeronave KLM por 3,5 anos



# Tecnologia Inovadora: Borda de Ataque do Airbus A340-500/600

- Estrutura Soldada
- Baixo peso e baixo custo de design
- Forte Parceria com Airbus UK e TenCate
- Tecnologia no estado da arte
  - Aplicação atual do Airbus A380





## Substituição de Metal com Compósito de PPS Linear Resultando em Componentes 20–50% mais leves



Logarina: 18m, 2.5 tons

Nervuras Principais (L&R)



## Aplicação em Reforço Estrutural de Asas

- Tecnologia Multi-Conceito
  - Painéis e Logarinas
- Prepreg de Termofixo (lay-up)
  - Nervuras de ângulos de TP
  - Suportes de Alumínio e Titânio



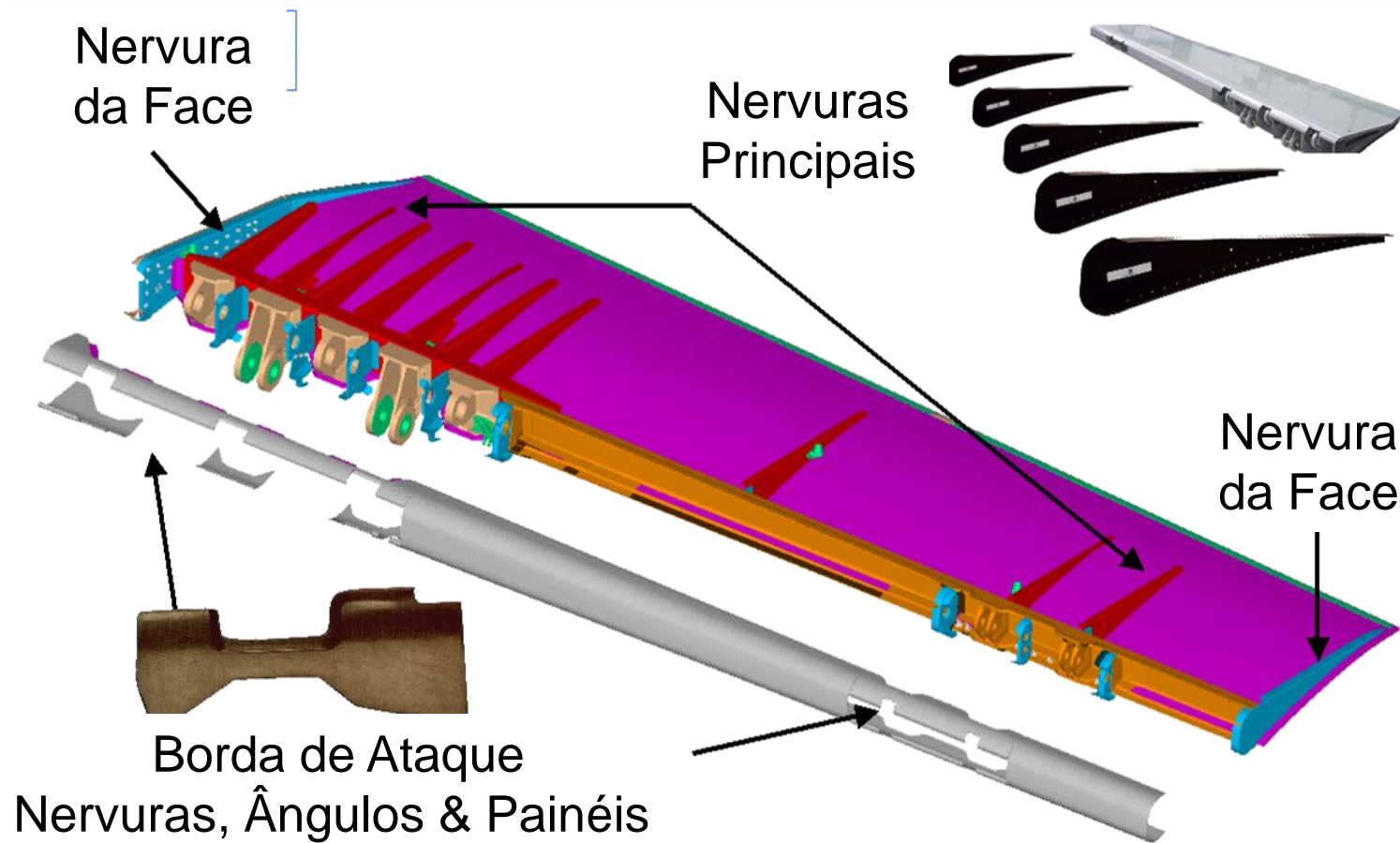
# Família A330/340: Aileron Comum



240 Peças por Aeronave

# Airbus A340 500/600 Aileron

## Peças de Compósito Termoplástico



# Airbus A340 500/600

## Componentes de Compósitos Termoplásticos

**Desc. da Peça:** Painel da Extrutura Externa  
Seguido p/ Segunda  
Estrutura - 22 por Aeronave

**Dimensions:** L = 700 – 1400 mm  
W = 200 – 400 mm  
Espessura 2.8 mm  
Forma de Dupla-Curvatura

**Material:** PPS / Fibra de Carbono  
Camada superficial de  
malha de Bronze



# Borda de Ataque Airbus A380



- 8 montagens / asa
- Comprimento da Asa: 26 metros
- 16 segmentos, 52-metros de comprimento
- Peso de 400 kg no total



# Redução de Peso – A Visão Fortron® PPS in Aircraft Interior



Inovações de Produtos em Compósitos

Peças do assento 46%  
mais leves devido a  
substituição de metal

Aluminio	280 g
Fortron	150 g



# Redução de Peso – A Visão

## PPS Linear para Interiores de Aeronaves

- Fortron® PPS é o principal candidato the prime candidate para vários esforços de interiores de aeronaves
- Aplicações incluem estrutura de assentos, vigas, dutos
- Menor custo vs. PEI e PEEK



# 240 CETEX<sup>®</sup> Peças em Ailerons



Aileron comum para  
Família A330-340



# Resumo

- Fortron® PPS polímero de grande sucesso na indústria de aviação, possibilita fácil processamento, baixo custo, e alta performance para aplicações de compósitos
  - Aplicações em interior e exterior de aeronaves
  - Resistente a ambientes expostos a corrosão
  - Alta temperatura de uso
  - Baixo custo, alternativa “verde”
- Processo de fabricação Industrial de compósitos termoplásticos são demonstrados
  - Sucesso provado em aviação
- Departamento Técnico da Ticona irá trabalhar com você para atender suas necessidades de compósitos



# Fortron® PPS para Compósitos Termoplásticos

Para mais informações acesse:

[www.ticona.com/composites](http://www.ticona.com/composites)

Bruno Balico dos Santos  
Application and Development Engineer  
Office: +55 11 3147 3372,  
Mobile: +55 11 98573-0763,  
Email: [bruno.santos@ticona.com.br](mailto:bruno.santos@ticona.com.br)



Information is current as of November 2012 and is subject to change without notice.

The information contained in this publication should not be construed as a promise or guarantee of specific properties of our products.

Any determination of the suitability of a particular material and part design for any use contemplated by the user is the sole responsibility of the user. We strongly recommend that users seek and adhere to the manufacturer's current instructions for handling each material they use.

Any existing intellectual property rights must be observed.

© 2012 Ticona. Except as otherwise noted, trademarks are owned by Ticona or its affiliates. Fortron is a registered trademark of Fortron Industries LLC.