



Tecnologia atual e passos para o futuro com sustentabilidade em resinas poliéster para aplicações aeroespaciais

André Oliveira

REICHHOLD

Background

- ✓ Mercado de Materiais buscando avanços
- ✓ Sistemas estirenados sendo menos aceitos
 - Regulamentações Governamentais
 - Tecnologias padrões necessárias
 - Minimizar capital de investimento
- ✓ Crescente necessidade por sistemas com resinas termofixas livre de monômeros reativos com custo viável
 - Melhoria da Tg
 - Melhoria da absorção de água
 - Melhoria da Proporção Produtiva – ciclos de 3 minutos.

Sustentabilidade

DESIGN SUSTENTÁVEL

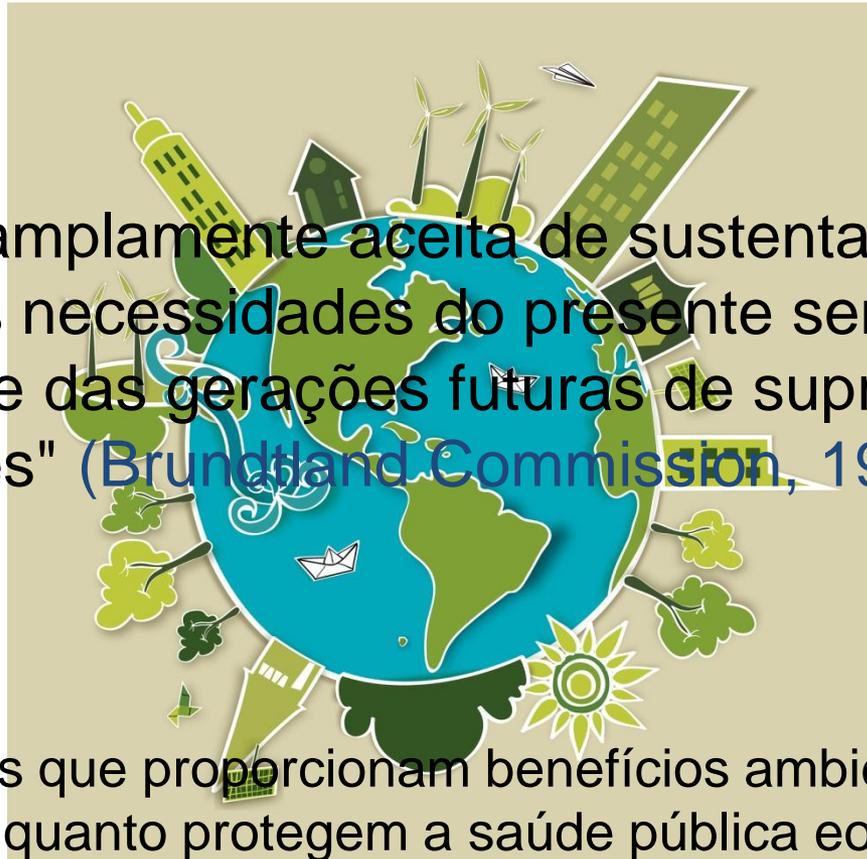
A definição amplamente aceita de sustentabilidade é a "... satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades" (Brundtland Commission, 1987).

PRODUTOS SUSTENTÁVEL

são os produtos que proporcionam benefícios ambientais, sociais e econômicos enquanto protegem a saúde pública eo meio ambiente durante todo o seu ciclo de vida, desde a extração de matérias-primas até a descarte final.

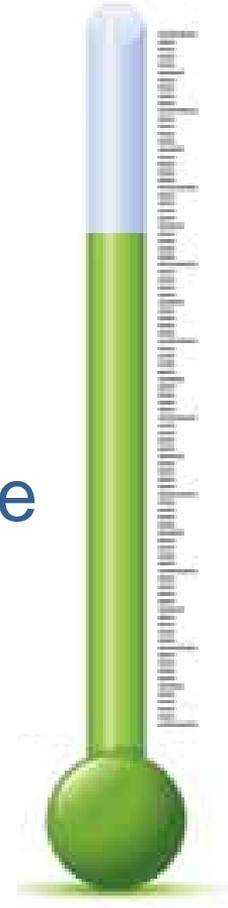
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL



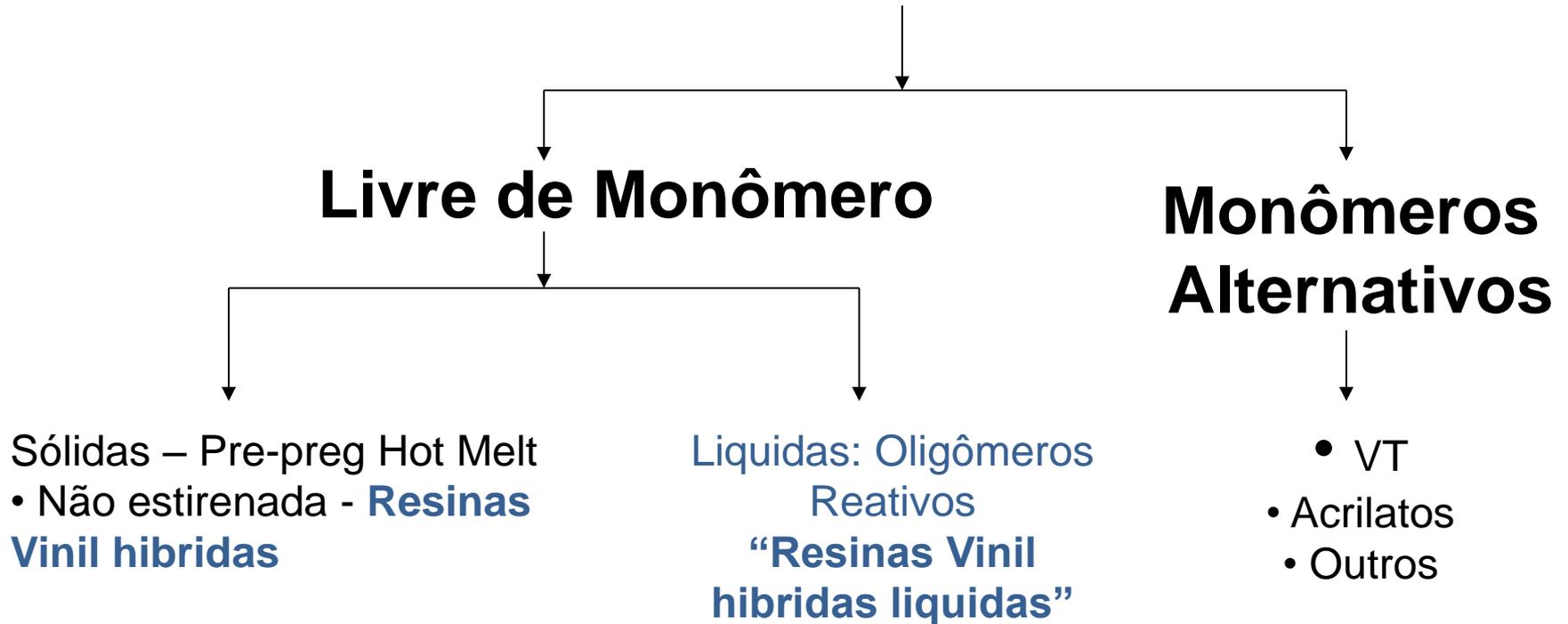
VOCs

- Compostos orgânicos voláteis com ponto de ebulição menor do que 250 °C;
- Problemas: Odor, possível irritação de olhos e mucosas e contaminação do meio-ambiente.



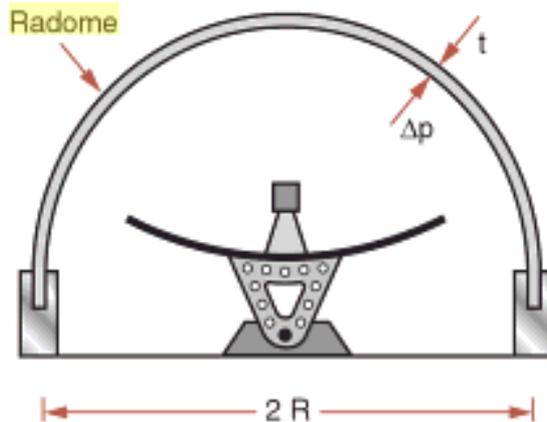
Nomenclatura

Resinas Livre de Estireno



Funções

- ✓ Proteger a antena de microondas dos efeitos ambientais adversos .
- ✓ Efeito mínimo no desempenho elétrico.
- ✓ Suportar cargas estruturais do diferencial de pressão



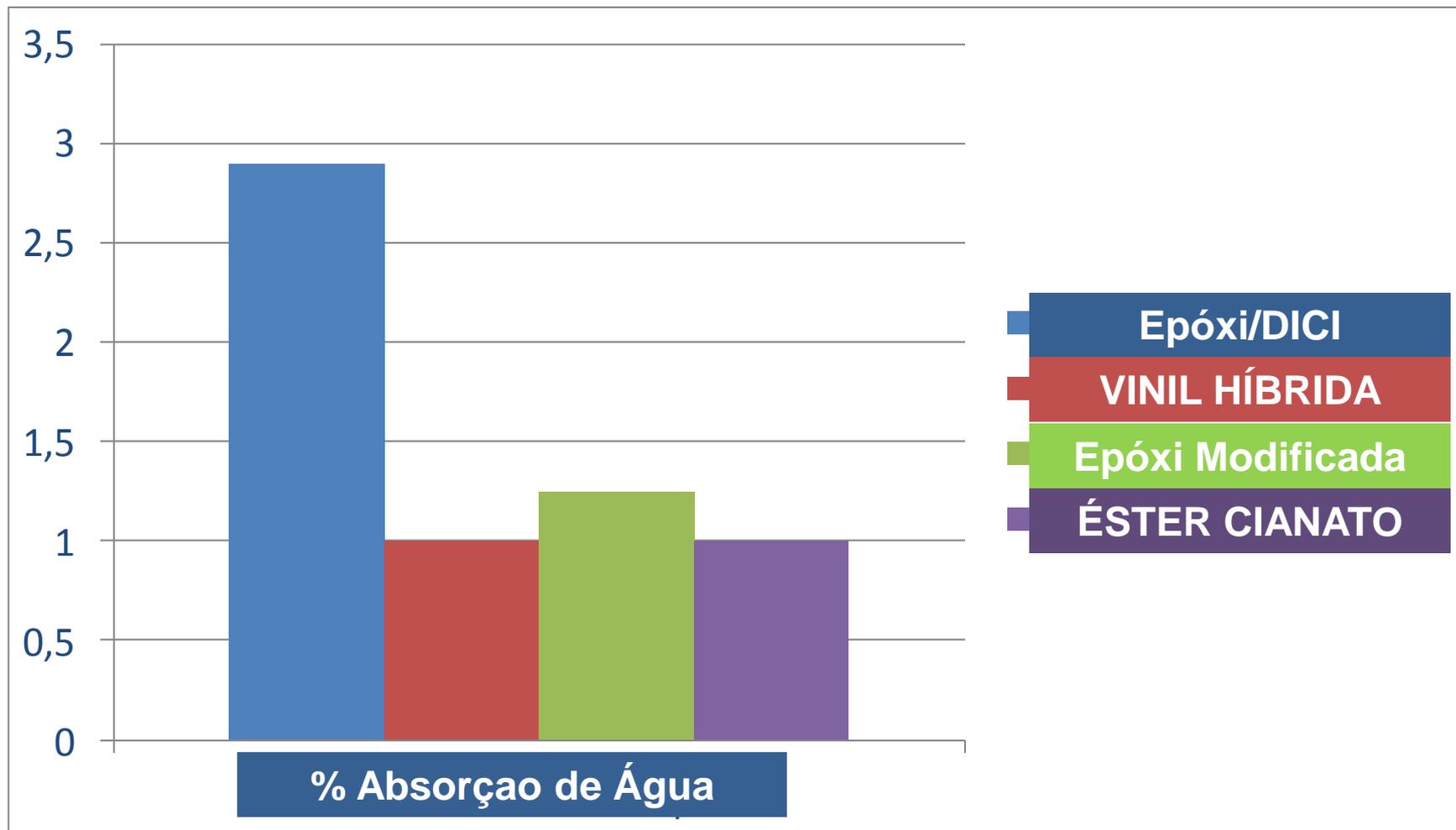
Considerações propriedade do material:

- Absorção de água: A água absorve a energia de transmissão e aumenta a perda de tangente
 - Baixa absorção de água é necessário para radomes.
- Constante dielétrica: Determinar a capacidade de isolante para armazenar energia elétrica
 - Baixa constante dielétrica é necessária para radomes
- Tangente de perda: Relação de potência de entrada / saída por meio de material
 - Perda baixa de Tangente é necessária para radomes

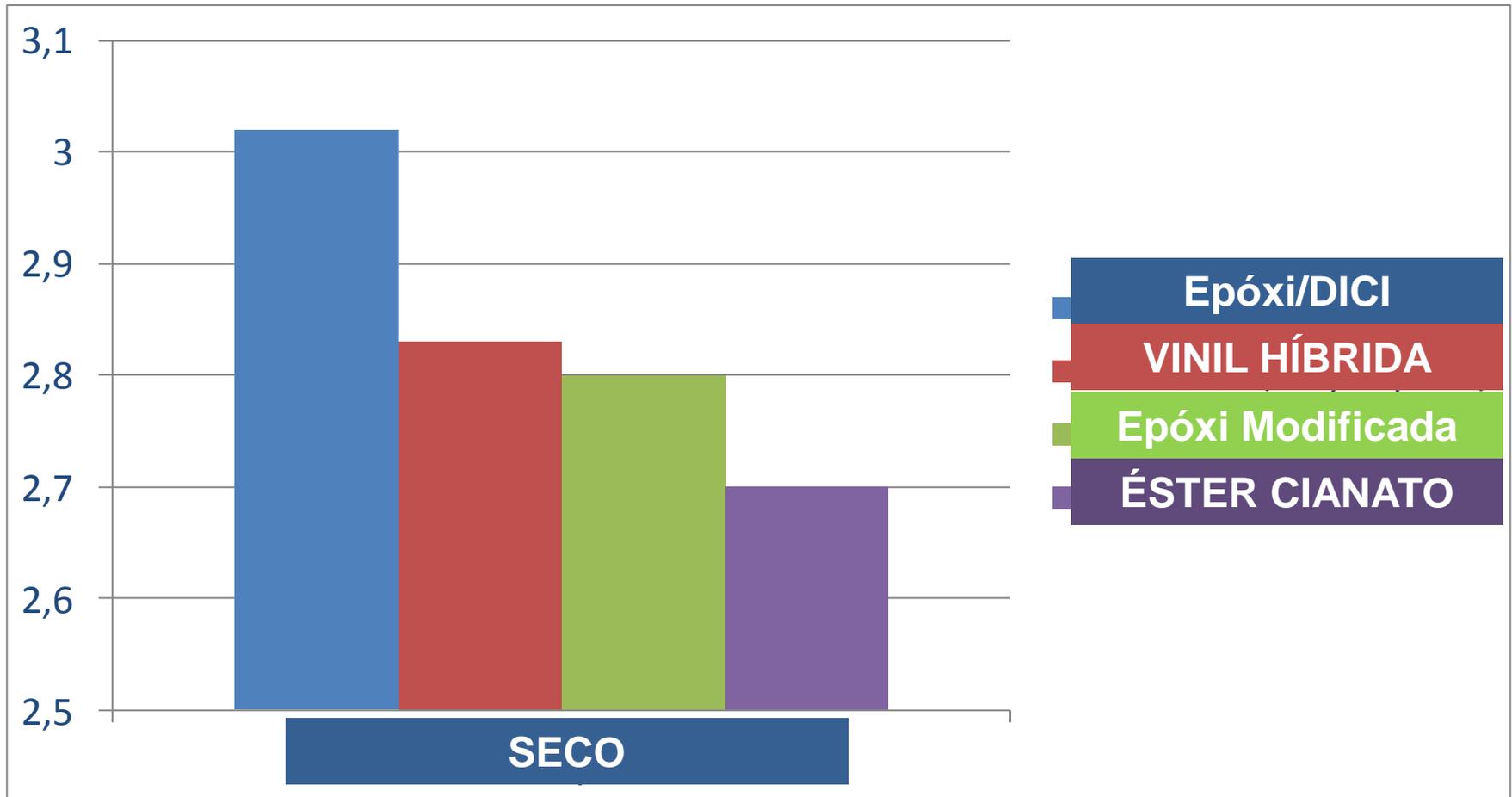
Resinas Candidatas para Radomes

- ✓ Ésteres Cianatos
- ✓ Epóxi Modificado (BisA Cianato/Epóxi)
- ✓ Epóxi (Dicianamida Acelerada, Cura a 120°C)
- ✓ VINIL HÍBRIDA

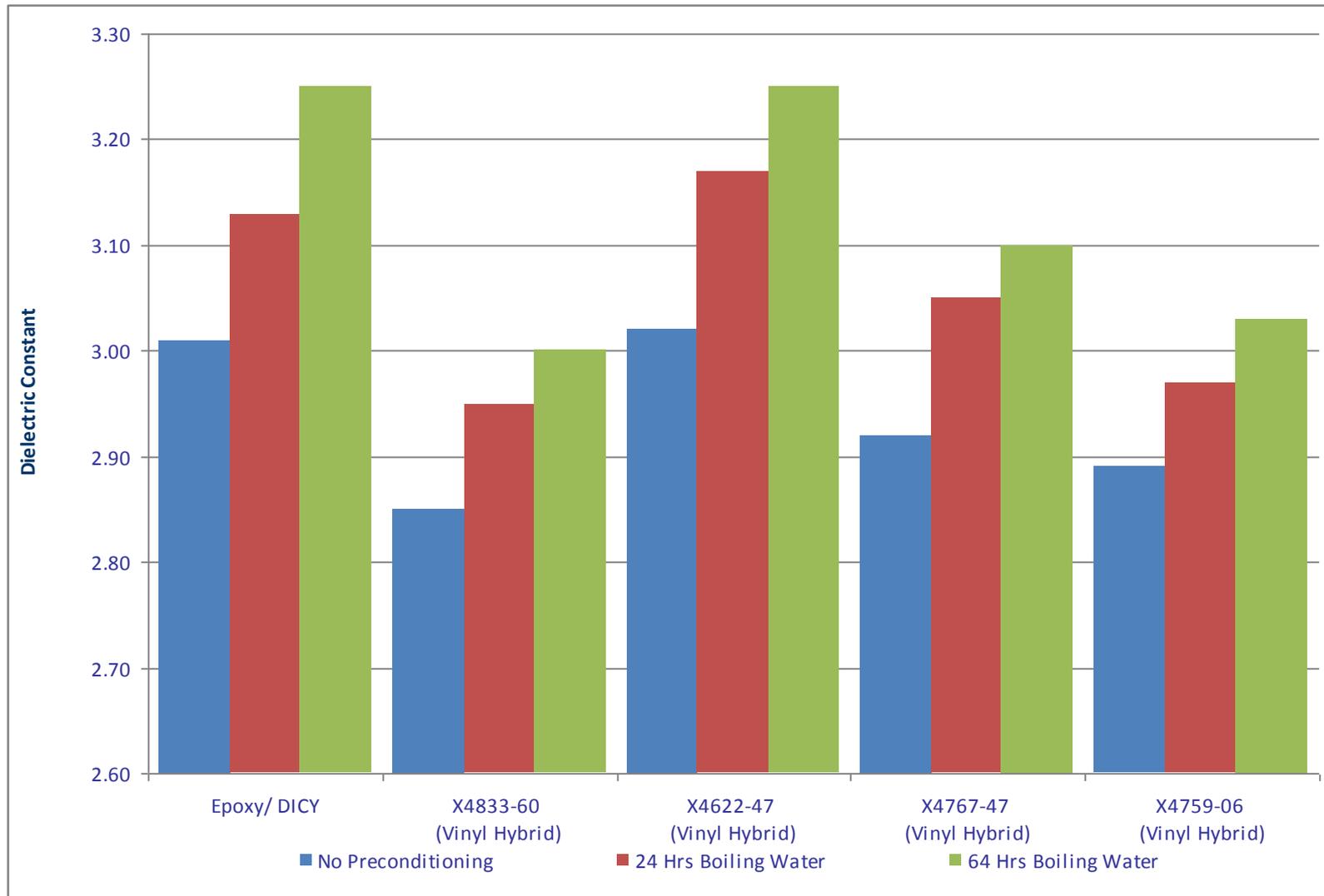
Comparação - % Absorção de Água (64 horas - fervendo)



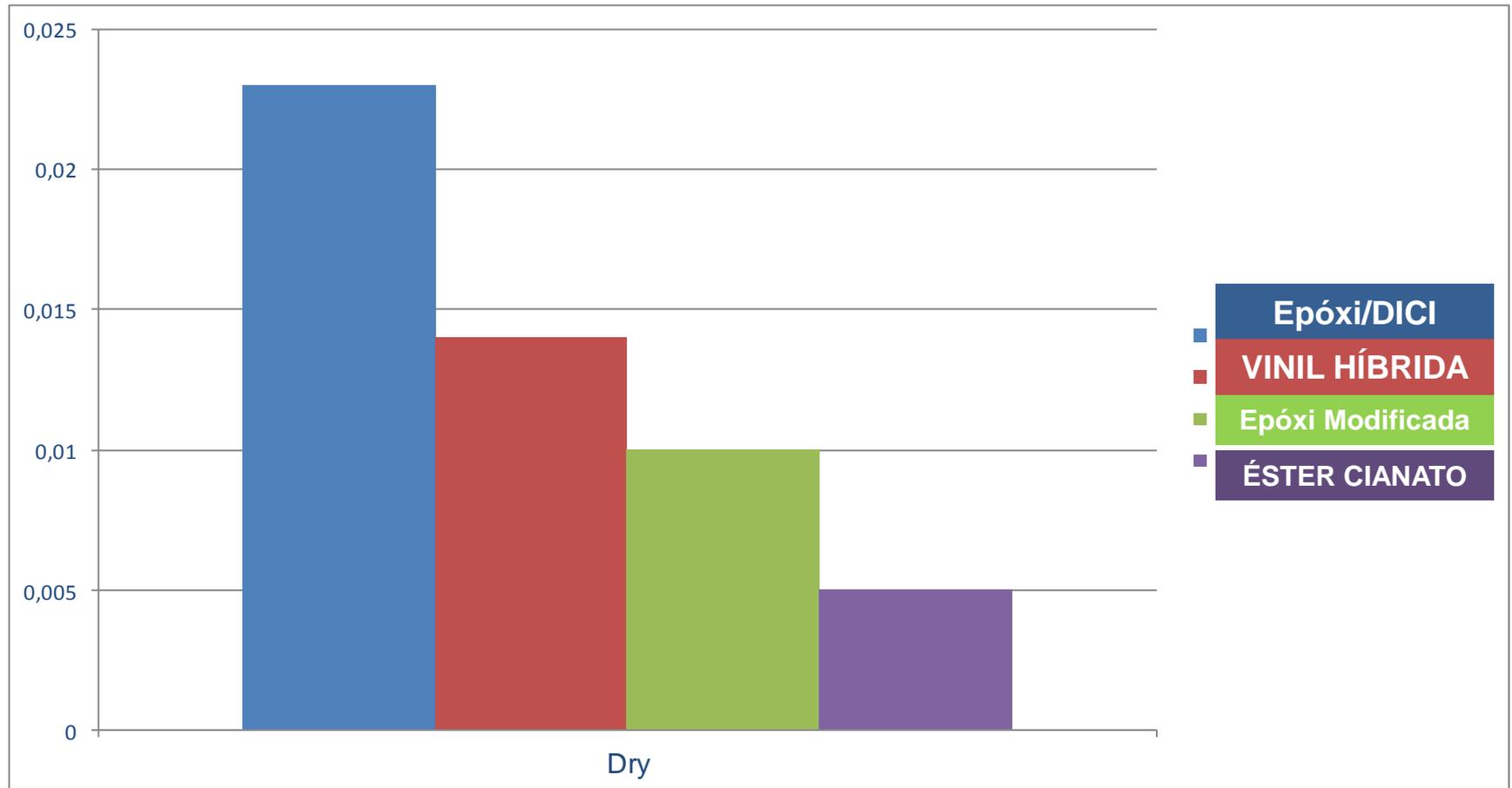
Comparação – Constante Dielétrica



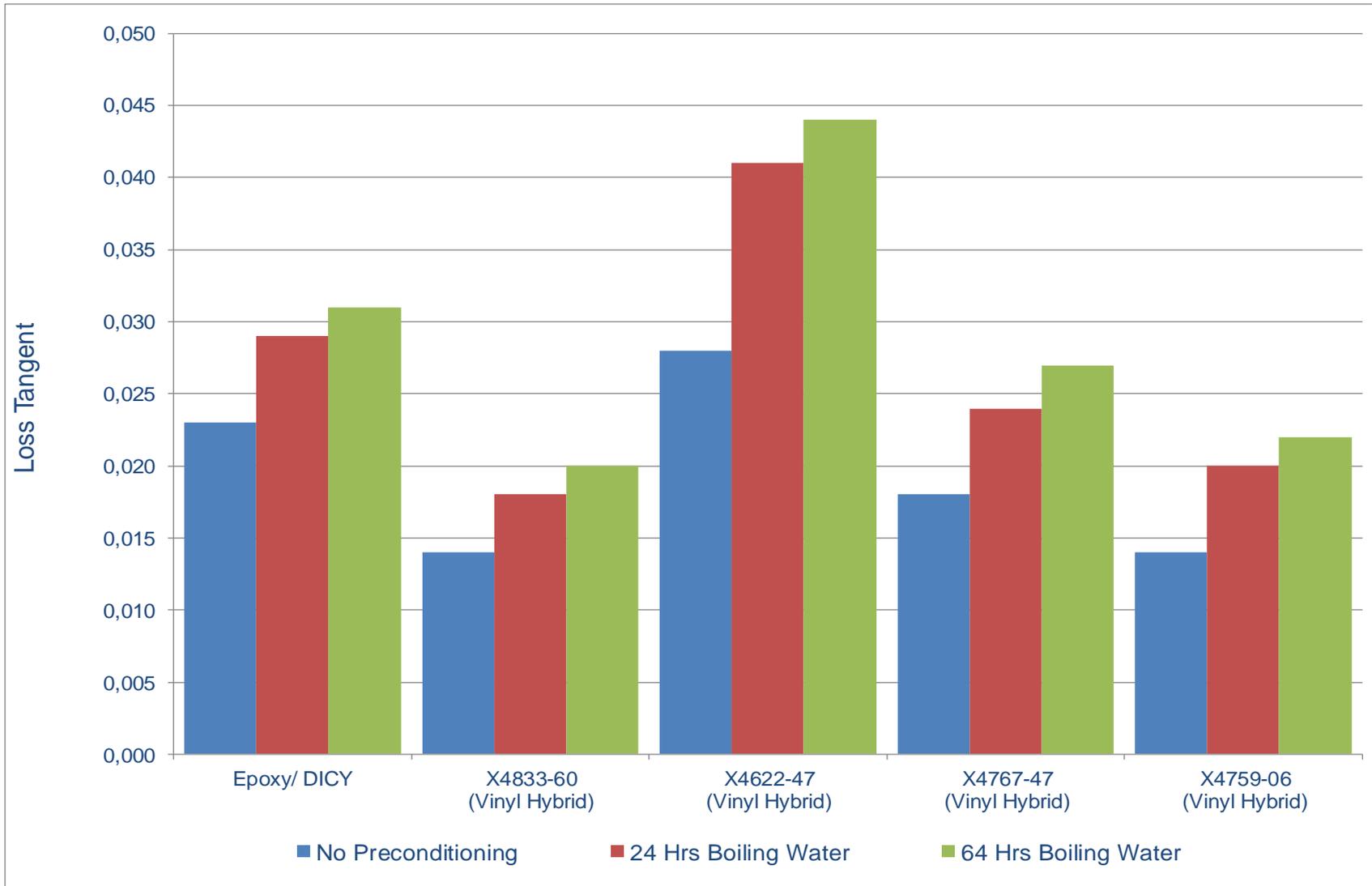
Comparação Constante Dielétrica Seco versus Úmida



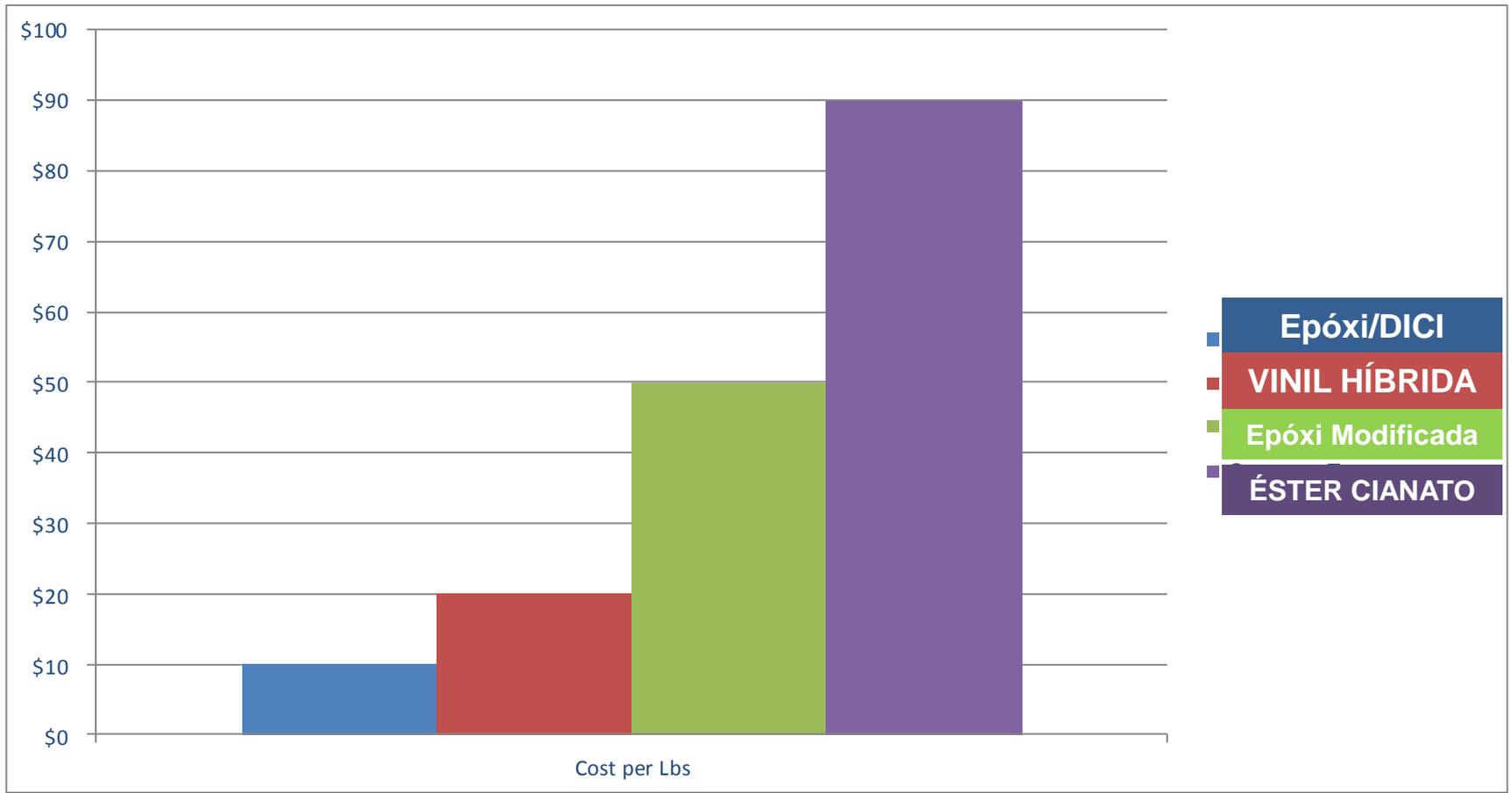
Comparação Fator de Dissipação / Tangente de Perda



Comparação Fator de Dissipação / Tangente de Perda



Resina para Radome Típico Custo/Lb (Formulado)

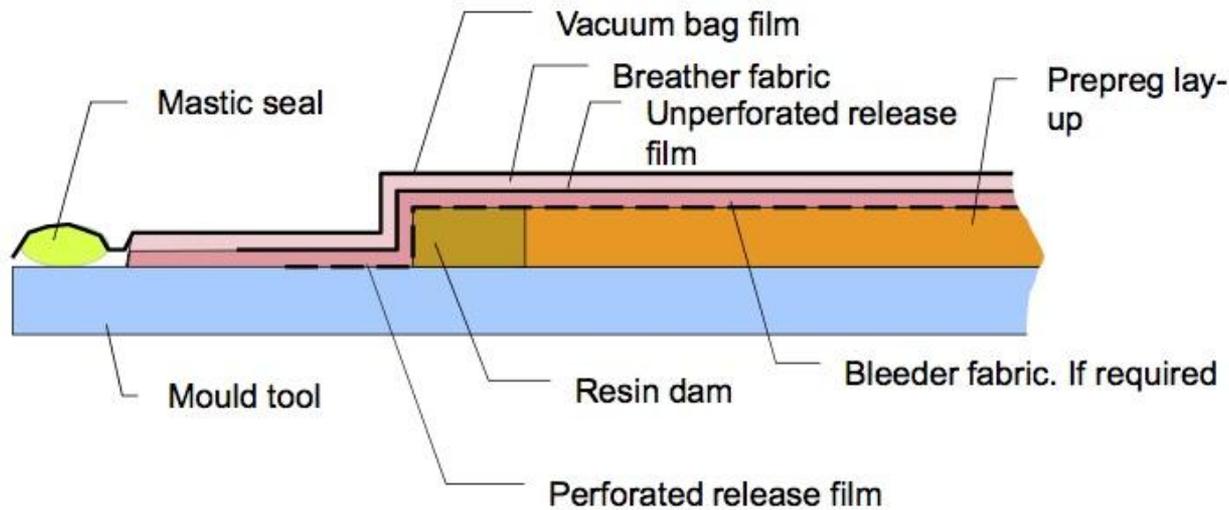


Resina Vinil Híbrida para Radome

Propriedades mecânicas

Propriedade	Unid.	
Resistência a Flexão	M Pa	78,7
Módulo de Flexão	G Pa	4,14
Resistência a Tração	M Pa	35,3
Módulo de Tração	G Pa	3,54
HDT	°C	>200
Tg seco	°C	193
Tg úmido	°C	172

Hand Lay-up (Prepreg)



Propriedades para Prepreg de alto nível

- ✓ Excelente taque e dobra
- ✓ Baixo VOC
- ✓ Baixa temperatura de cura
- ✓ Elevado shelf-life
- ✓ Baixo aquecimento de reação
- ✓ Flow controlado



Hand Lay-up

- ✓ O calor da reação de vinil Híbridos sistema é cerca de metade de uma cura padrão de 120 ° C padrão, acelerado Dicyanamid Bis-A epoxi, assim partes com grandes secções transversais pode ser curada com menos risco de libertação de calor e de craqueamento.
- ✓ Sistemas Híbridos Vinil oferece tempos de cura em cinco minutos para a produção de parte rápida.
- ✓ Sistemas Híbridos vinil curam com peróxido, permite maior produtividade de prepeg.
- ✓ Prepreg usando sistemas VINIL HÍBRIDOS não precisam ser congelados ou refrigerados, reduzindo o custo de transporte e manuseio, e minimizando sucata devido à vida útil expirada
- ✓ Vida útil típica @ 21 ° C para:

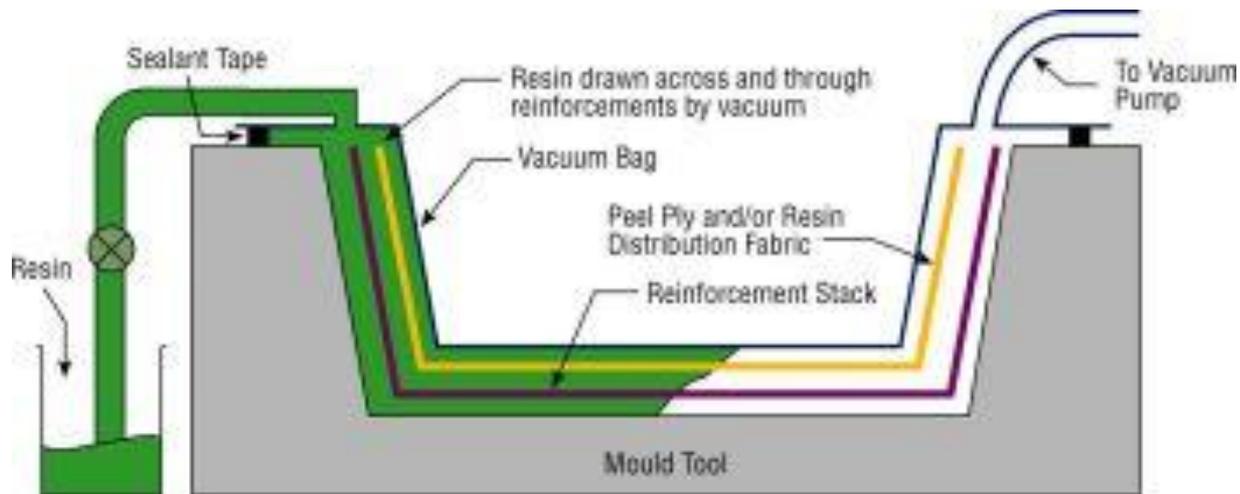
Cyanate ester	14 dias
Cyanate/Epoxy	14 dias
120 °C cure epoxy	4 a 8 semanas
Vinil Híbrido	1 ano

Vinil Híbrida

- Resina para Prepreg Hot Melt Resin Prepreg Propriedades termomecânicas

Propriedades	Unidades	Resina Híbrida	Resina Híbrida , úmida	Resina Híbrida 120° C
Resistência a Tração	M Pa	73	69	51
Retenção de resistência a tração	%		94%	70%
Módulo de elasticidade	G Pa	4,6	4,7	4,3
Retenção Módulo de elasticidade	%		102%	93%
Força de compressão	M Pa	64	58	
Módulo de compressão	G Pa	4,8	4,6	
Resistência a Flexão	M Pa	113	100.0	54.0
Retenção de resistência a Flexão	%		89%	48%

Vinil Híbrida – Resinas Líquidad para Processo de Infusão a vácuo (VIP)



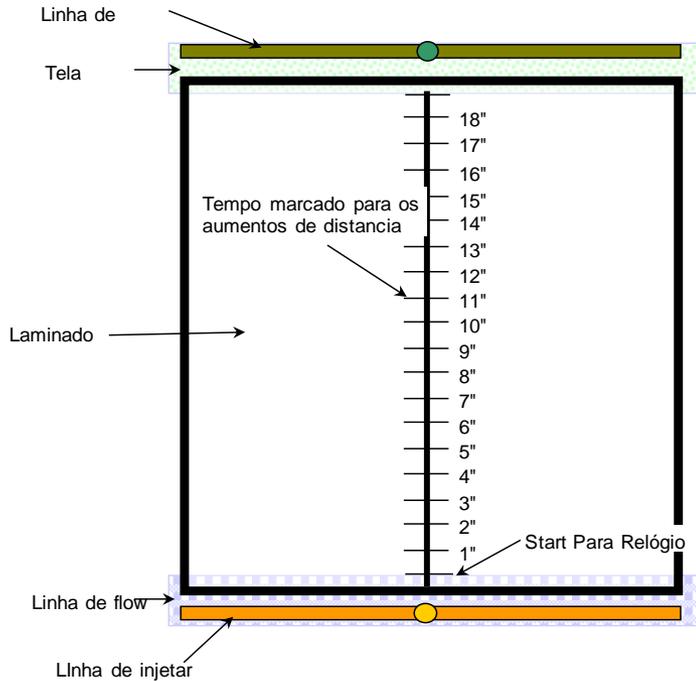
Crítico para enchimento geometrias complexas e moldabilidade :

- ✓ Fatores de Processamento
Condições de resina a serem considerados:
 - ✓ estrutura polimérica
 - ✓ Viscosidade
 - ✓ Grau de espessura cura-parte
- ✓ Otimizar resina com baixa viscosidade e boa umectação da fibra mantendo boas propriedades físicas

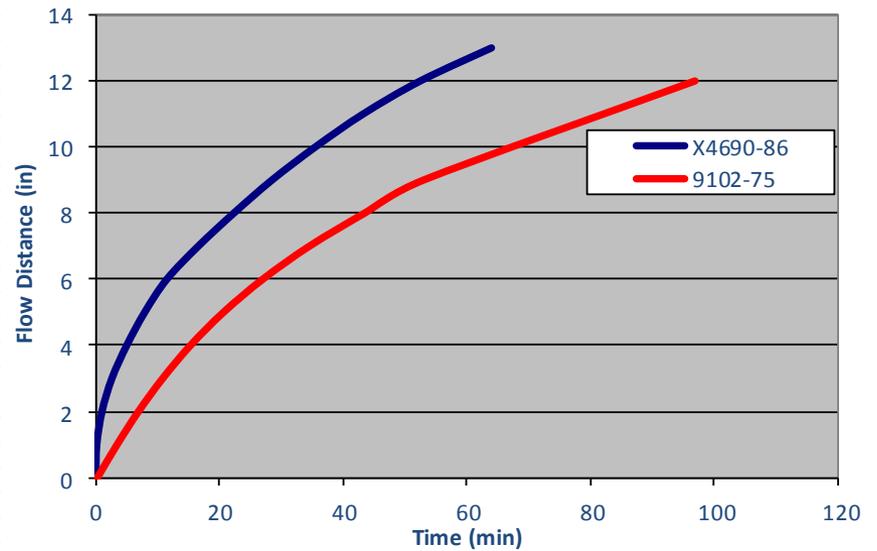
Processo de Infusão a Vacuo

Taxa de flow na Infusão

Linha de vácuo



Flow Distance vs Time



Vinil Híbrida – Teste Infusão



Parte Espessa - 12 mm
Usado para estudo de condições de exotermia e molhabilidade da fibra de vidro.

Molhabilidade da fibra de vidro é aceitável em todo o compósito testado.

Propriedades Mecânicas Comparativas entre as resinas híbridas

Propriedades	Unid.	Resina 1	Resina 2	Resina 3	Resina 4
Resistência a Flexão	M Pa	159,3	116,9	74,6	117,3
Módulo de Flexão	G Pa	4,37	3,61	3,52	4,24
Resistência a Tração	M Pa	80,3	45,6	16,0	31,8
Módulo de tração	G Pa	3,83	3,77	3,63	4,14
Elongação	%	2,8%	1,5%	0,5%	0,9%
HDT	C	72	155	>200	>200
Tg	C	81	170	149	175
Absorção de água	%		0,83%	0,57%	0,16%
Viscosidade	cps	625	1,200	400	1350

Conclusões

Resinas Vinil Híbridas oferece capacidade de produzir tanto prepeg e sistemas de moldagem vácuo por infusão para o mercado aeroespacial, apresentando:

- ✓ Excelente retenção de propriedades após a exposição à água a uma temperatura elevada
- ✓ Desempenho superior ao epóxi em Absorção de Água, constante dielétrica e fator de dissipação
- ✓ Menor temperatura da reação comparado ao epóxi para curas rápidas de peças espessas de seção transversal
- ✓ Não há necessidade de refrigeração do prepeg
- ✓ Menor custo total para a fabricação de radomes.

Muito Obrigado!

Visitem a Reichhold no stand C4