

COMPORTAMENTO DE FLUÊNCIA APLICADO A COMPÓSITOS DE EPÓXI REFORÇADOS COM FIBRA DE CARBONO NÃO-COSTURADA

Bernardo Piuco Bregolin e Heitor Luiz Ornaghi Junior (Orientador)

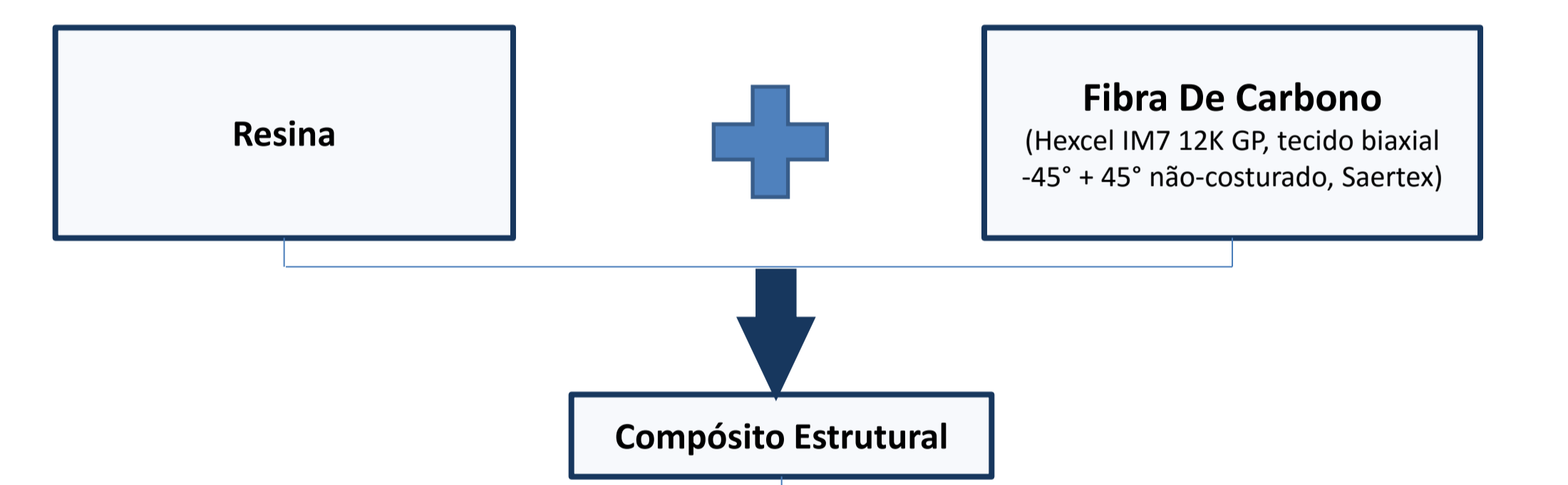
1. Introdução

Material compósito vem sendo estudados nas mais diversas áreas da ciência e tecnologia, com o objetivo de substituir outros tipos de materiais. Atualmente estes materiais são empregados nos mais diversos setores industriais, em particular nas indústrias naval, automobilística, eletrônica, de construção civil e aeroespacial [1]. Visando a melhoria destes setores industriais, tecido não-costurado (NCF) de fibras de carbono com resina epóxi são fabricados para obtenção de melhores propriedades mecânicas e de fácil manuseio e aplicação. Materiais compósitos possuem características viscoelásticas por isso sofrem fluência. Fluência é uma deformação plástica que ocorre com o tempo quando os materiais são submetidos a tensão e temperatura, por um certo longo período de tempo. Dois modelos que melhor se ajustaram para esta análise foi o modelo de Findley e Bailey-Norton [2].

2. Objetivos

- Utilizar o modelo de Bayle-Norton para melhor análise do comportamento interfacial dos compósitos.
- Verificar as possíveis diferenças nos resultados obtidos com o método de fabricação de cada compósito (VARTM e RFI).
- Determinar as propriedades dinâmico-mecânicas obtidas a partir da curva DMA.

3. Materiais e Métodos



Processamento por VARTM

- Resina epóxi PRISM EP2400
- VISCOSIDADE A 70°C = 20cP
- $T_g = 179^\circ\text{C}$
- Degasagem em estufa à vácuo = 90°C
- Tinjeção = 100°C
- Cura: 180°C durante 2 h

Processamento por RFI

- Resina epóxi HEXPLY 8552
- $T_g = 200^\circ\text{C}$
- Cura: aquecimento de até 110°C -> mantém por 1 hora -> aquecimento até 180°C -> mantém por 2 horas

Digestão ácida – Determinação do volume de fibras

- Ácido Nítrico 65% P.A
- Temperatura aprox. 60°C
- Aquecimento: 1,5 – 2h

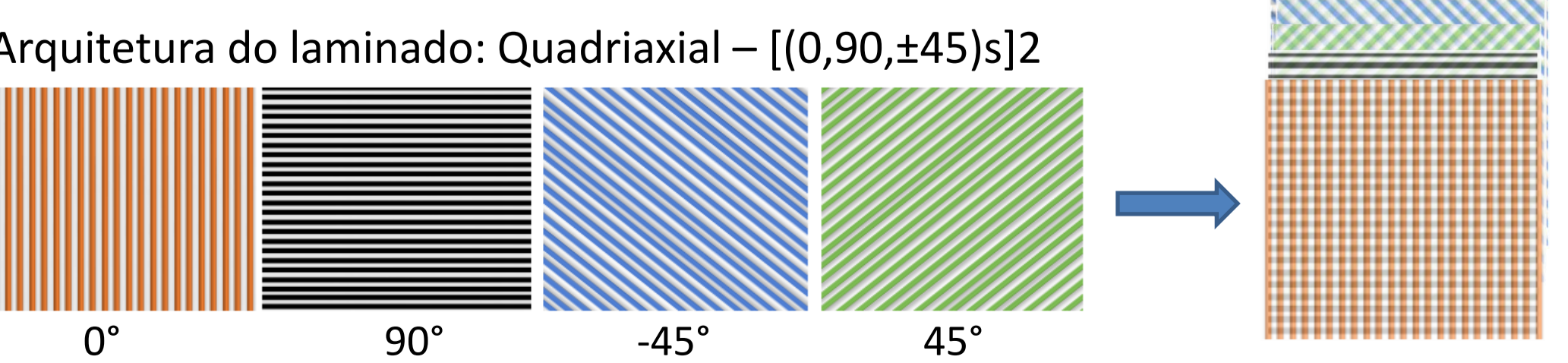
A resina é dissolvida pelo ácido, restando apenas as fibras -> filtrar, pesar e calcular a % de fibras

Análise Dinâmico-Mecânica (DMA)

- DMA Q-800 (TA Instruments) (LPOL/UCS)
- Modo: flexão em três pontos
- Frequência = 1 Hz
- Amplitude = 20 um
- Taxa de aquecimento = 3°C/min
- Faixa de temperatura = 25-300°C

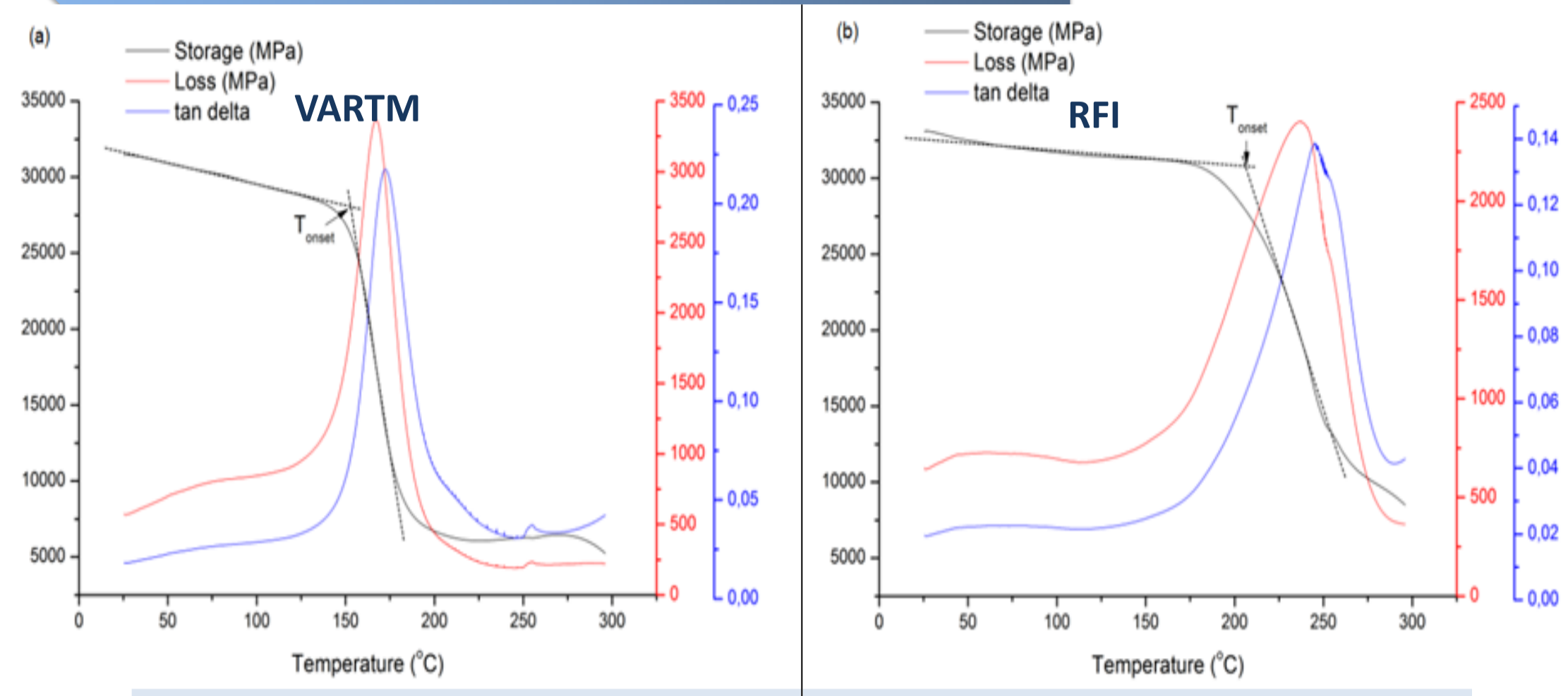
FLUÊNCIA

- DMA Q-800 (TA Instruments) (LPOL/UCS)
- Temperaturas de ensaio: 30 e 120°C
- Tensão aplicada = 10 MPa
- Tempo de ensaio = 30 min

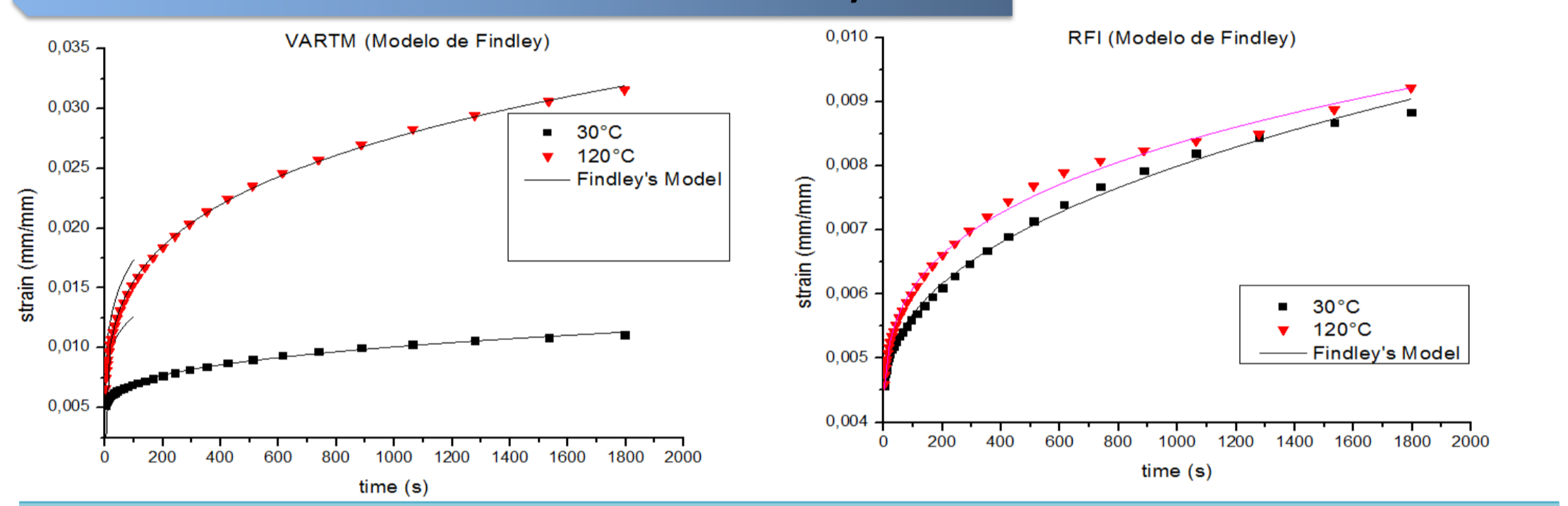


4. Resultados e discussão

Comportamento Dinâmico-Mecânico

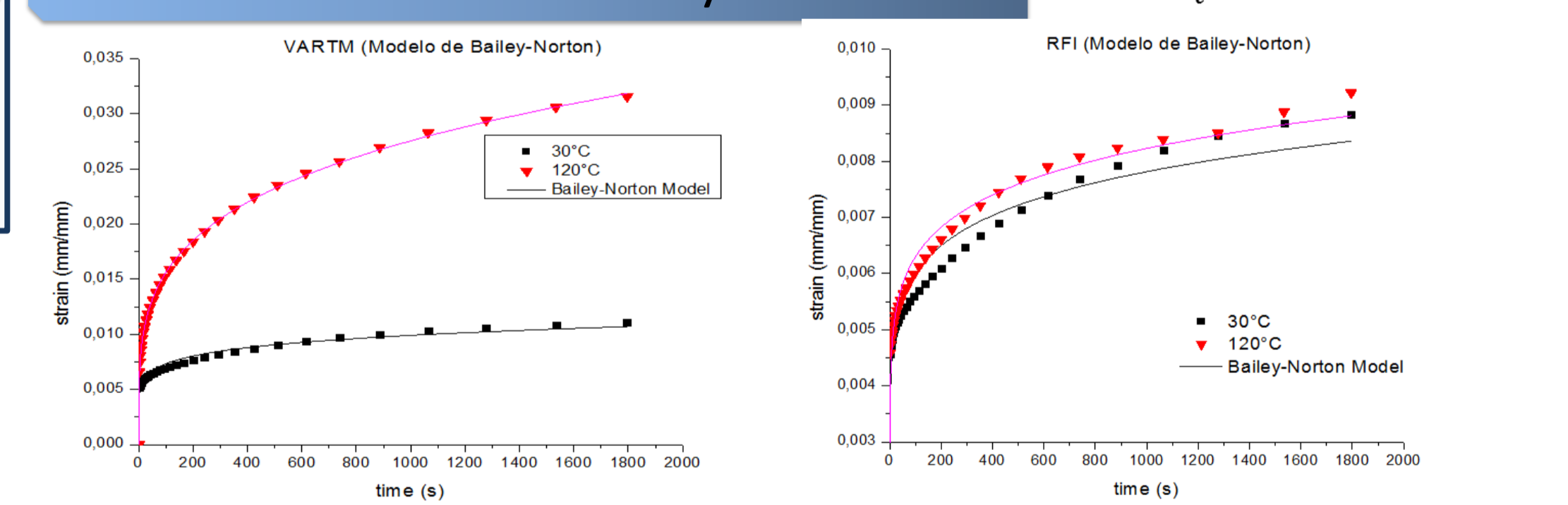


Fluência – Modelo de Findley



Parâmetro	Método de fabricação	Temperatura	
		30°C	120°C
A	VARTM	0,52x10 ⁻³	4,10x10 ⁻³
	RFI	1,92x10 ⁻⁴	5,76x10 ⁻⁴
n	VARTM	0,3423	0,2686
	RFI	0,4272	0,2987
ε ₀	VARTM	4,52x10 ⁻³	1,40 x10 ⁻³
	RFI	4,32x10 ⁻³	3,82x10 ⁻³
R ²	VARTM	0,998	0,999
	RFI	0,997	0,997

Fluência – Modelo de Bayle-Norton



Parâmetro	Método de fabricação	Temperatura	
		30°C	120°C
a	VARTM	3069,22	1039,13
	RFI	2279,31	2219,51
b	VARTM	527735,98	159433,31
	RFI	421789,69	406855,49
n	VARTM	9,58x10 ⁻³	3,19x10 ⁻³
	RFI	1,19x10 ⁻²	7,73x10 ⁻³
R ²	VARTM	0,978	0,999
	RFI	0,961	0,984

Considerações finais

- Diferença de 70°C na T_g está relacionada ao tipo de resina usada em cada compósito;
- Compósitos produzidos por VARTM apresentaram maior deformação que o RFI;
- Maior mobilidade para o VARTM, verificado pela largura da curva de tan δ, no gráfico de DMA;
- Para os valores de R², acima de 0,95, ambos modelos de Findley e Bailey-Norton se ajustaram bem aos dados;
- Visando o gráfico do DMA, compósitos produzidos por RFI tem interface mais forte, no qual está relacionada com a menor fluência e menor altura do pico de tan δ;

Referências

[1] REZENDE, M. C.; COSTA, M. L.; BOTELHO, E. C. **Compósitos estruturais: tecnologia e prática**. São Paulo: Artliber, 2011.
[2] Raghavan, J. and M. Meshii, Creep of polymer composites. *Composites Science and Technology*, 1998. 57(12): p. 1673-1688.

Agradecimentos

