

# Poliuretanos para Petróleo & Gás

## Pigs, Bend Stiffeners e Bend Restrictors

Bruno Nadai  
Especialista de Vendas Técnicas

Agosto, 2015

# SOBRE A CHEMTURA:



- \* Líder mundial no mercado de elastômeros derramados de PU
- \* Focada em soluções inovadoras para o mercado de casting
- \* Presente em mais de 80 países

## Produtos de Desempenho Industrial



Aditivos de  
Petróleo



**Uretanos**

## Produtos Projetados para a Indústria



Great Lakes Solution:  
Retardantes de Chama



Organometálicos

# CHEMTURA - URETANOS:

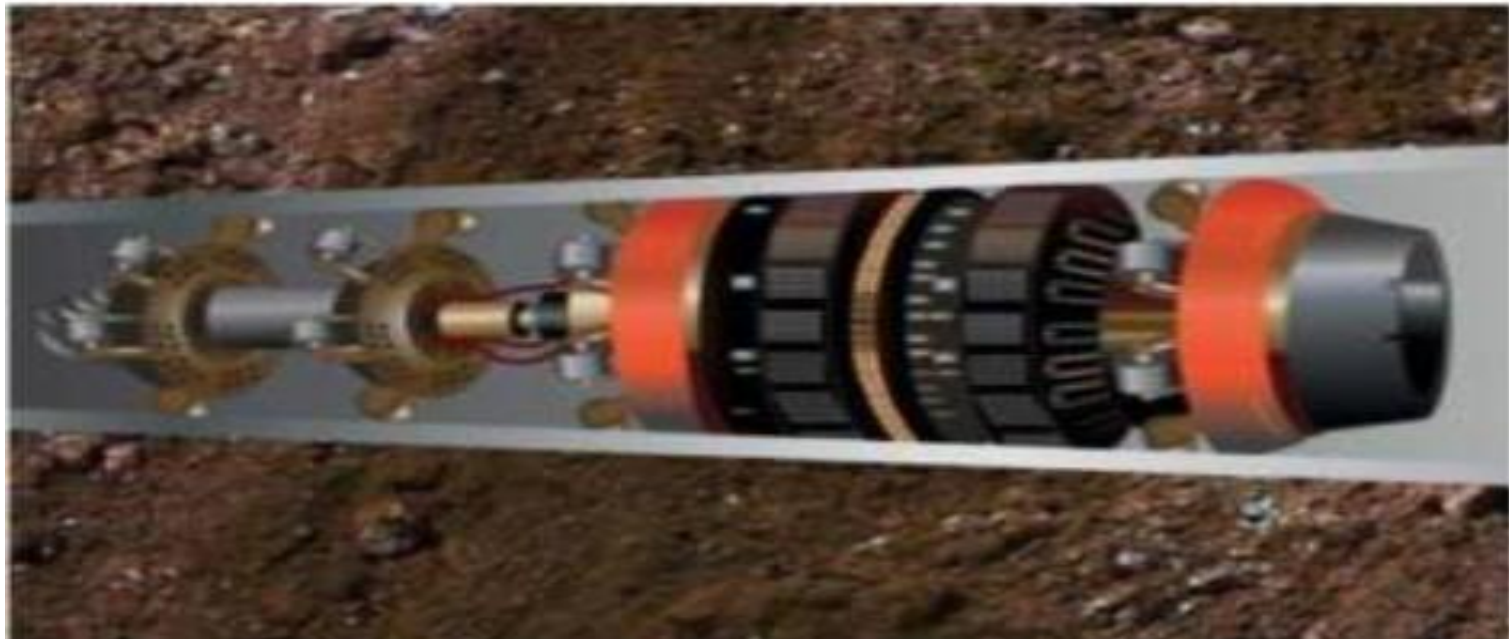


- Produção local em Rio Claro (SP) – TDI e MDI
- Escritório comercial em São Paulo
- Centro de desenvolvimento e suporte a clientes em Rio Claro
- Equipe técnica local

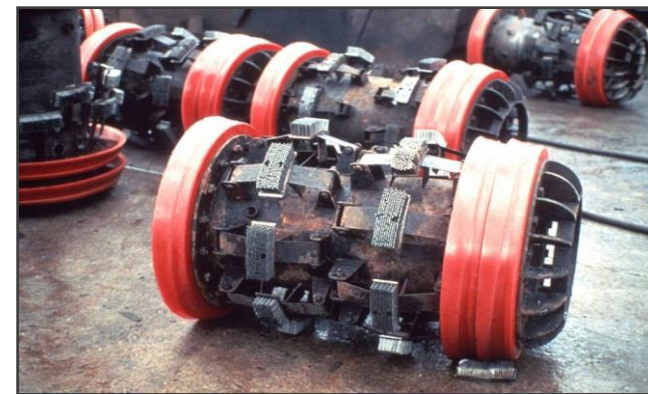




# Pipelining Pigs



- **Função:** Utilizados para limpeza e diagnóstico de tubulações para o mercado de Petróleo & Gás
- **Tamanho:** Varia de pequenos diâmetros até 2 m. Múltiplos designs
- Crítico para manutenção em longas tubulações de O&G
- Alguns podem ser controlados remotamente (“Smart Pigs”)



# Pipelining Pigs – Pre requisitos técnicos



- Alta resistência ao desgaste (Abrasão)
  - Contato contínuo com lama, detritos e ambientes ásperos.
- Pequena tendência ao inchaço em contato com hidrocarbonetos
  - Muito utilizados em tubulações contendo óleos, produtos refinados a base do Petróleo e Gás.
- Resistência e Flexibilidade em um único material
  - Deve acomodar forças de compressão e torção (bending)
- Confiabilidade
  - Falha prematura causa atrasos e custos extras
- Resistência a propagação ao Rasgo
  - Pequenos cortes gerados em serviço são inevitáveis, propagação destes cortes não pode impactar o tempo de serviço. Alta resistência a propagação de cortes (Split Tear)
- Uniformidade Estrutural
  - Qualquer defeito mínimo (bolhas, pequenos cortes em quinas e curvas) são pontos de falha



# Pipelining Pigs – **Materiais**

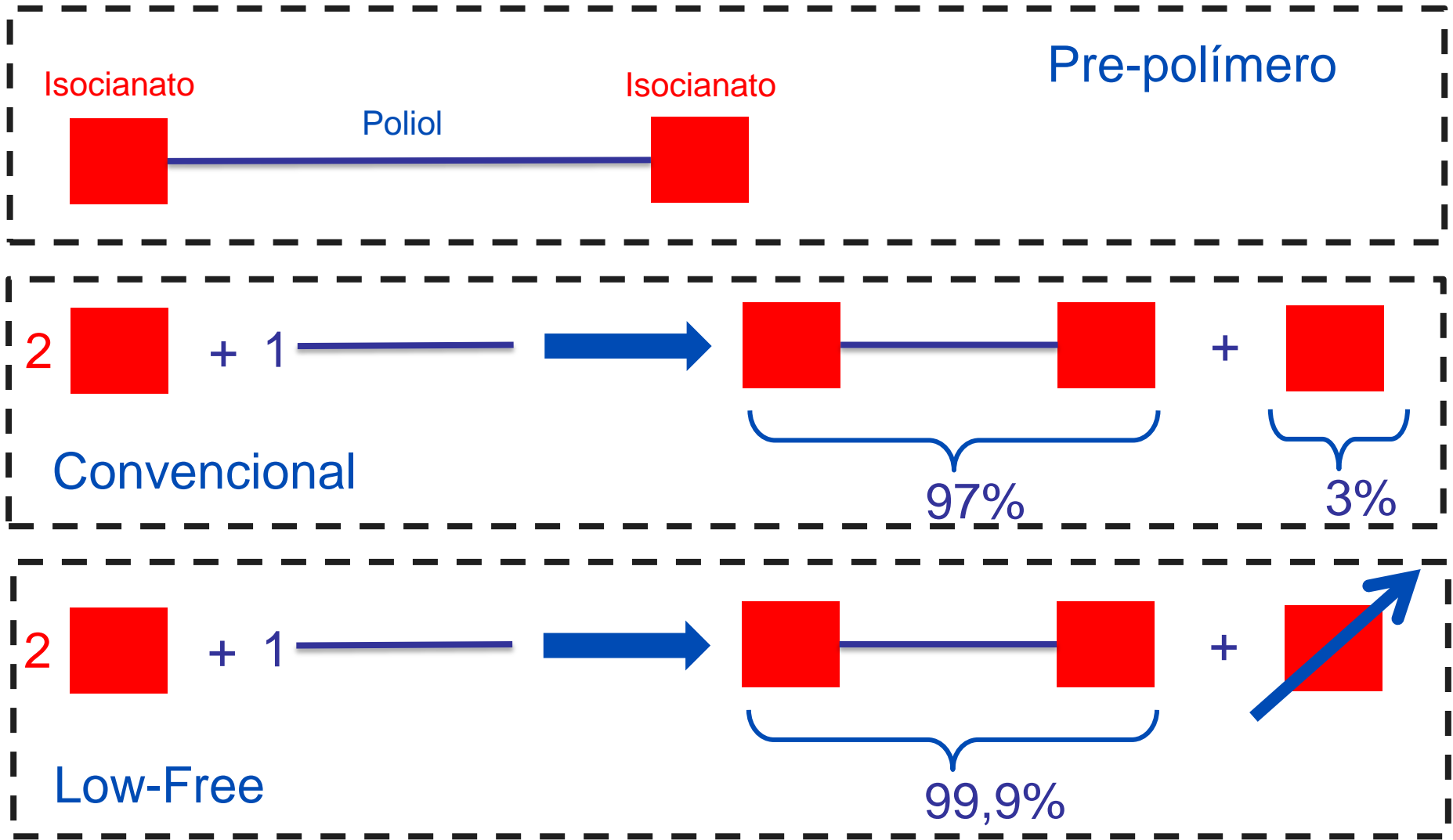


## ➤ Série Adiprene® **LF1000**:

- **“Low free”** TDI Poliéster
- Disponível em diversas durezas, 70 – 95A
- Sistema 2 componentes: MOCA (Curativo)
- Excelente Performance em campo

	<b>LF 1700 + MOCA</b>	<b>LF 1800 + MOCA</b>	<b>LF 1860 + MOCA</b>	<b>LF 1900 + MOCA</b>	<b>LF 1950 + MOCA</b>
Dureza, A	70 - 75	80	86 - 89	90 – 93	95
Pot Life, min	11 - 15	10 - 13	8	6 – 8	3 – 5
Tensão Máxima, MPa	40	48,9	49	49,6	49,6
Alongamento, %	725	600	550	525	460
Resistência ao Rasgo, Split, kN/m	11,4	21,9	23	23,7	32

# Pipelining Pigs – *tecnologia “Low Free”*

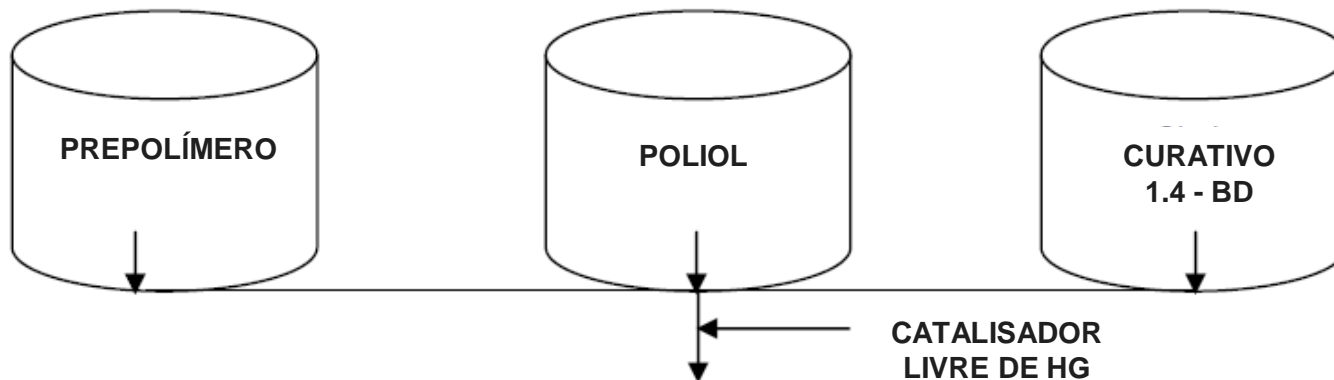


# Pipelining Pigs – Materiais



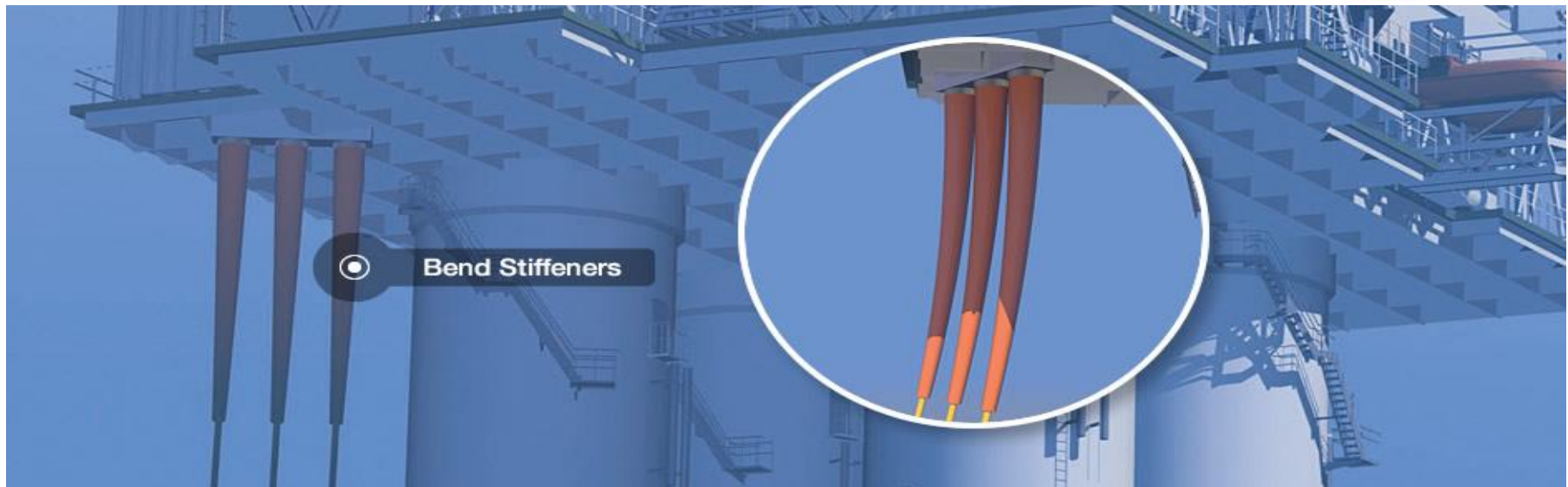
## ➤ Série **Vibrathane® 8000** - QUASI

- QUASI **MDI** Poliéster (NCO= 16,5%)
- Sistema **3** componentes: 55 – 95A
- Catalisador livre de **Hg** e **MOCA-free**
- Excelente performance em campo
- Requer uso de máquina para processamento:  
Proporções muito precisas dos reagentes
- Vantagens?





# Bend Stiffeners (Enrigeecedor de Curvatura)



- **Função:** Proporcionar resistência mecânica contra curvatura e fadiga em risers, tubulações de fluxo de materiais (flowlines), cabos elétricos e umbilicais.
- **Tamanho:** 500 kg - 5 MT (1,2 até > 8 m de altura)
- **Tipos:** Estático (Instalação; Utilidade única ou limitada) e Dinâmico (exerce sua função durante toda vida útil)
- Para cada aplicação, geralmente necessário mínimo de **2 BS**:
  - **Topo:** Instalados na superfície
  - **Intermediários:** Submersos (~1000 – 3000 m)



# Bend Stiffeners



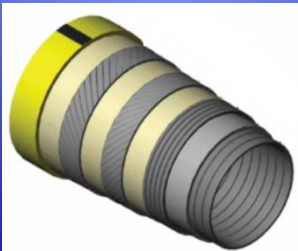
## Segmentação

### ATRIBUTOS

### TENDÊNCIAS

### FORMULAÇÕES (TDI / ÉTER)

#### Dutos Flexíveis



- Resistência a Abrasão e Hidrólise
- Resistência a Temperaturas Extremas
- Hardness : 95A(50D) - 60D
- BS from 0,5 to 5 ton

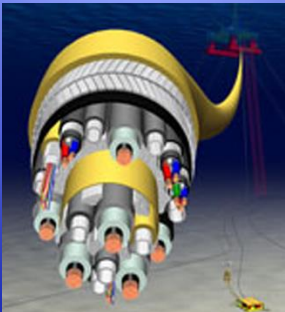
- Necessidade dos B.S suportarem tubulações cada vez mais pesadas. **B.S cada vez maiores – Pré Sal**

ADIPRENE  
L167 +  
MOCA

- **Maiores resistências a hidrólise e temperatura**

- Legislação REACH – Influência nas empresas Europeias. **Sistemas Livres de MOCA**

#### Umbilicais



- Resistência a Abrasão e Hidrólise
- Resistência a Temperaturas Extremas
- Hardness : 60D - 70D
- BS from 500 kg

ADIPRENE  
LF 600D e  
LF 700D +  
MOCA

# Bond Stiffeners - Pré Requisitos Técnicos



## ➤ Testes Qualificatórios

Propriedade	95A	60D	70D
Pot Life, min	5	4 - 8	4
Encolhimento, %	< 1.5	< 3	< 3
Dureza	95 A	> 60D	> 70D
Módulo de Young		> 180	
UTS (“Ultimate Tensile Strength”), Mpa	34.5	> 30	> 30
EAB (“Elongation at Break”), %	> 350	> 250	> 250
6% Secante, MPa	~80	130 - 150	~229
Resistência Angular ao Rasgo, N/mm	--	> 90	--
Resistência ao Rasgo (Nicked), N/mm	~87	> 140	>140
Hot/wet resistance* - change in UTS	--	<±5%, <±5%, <±10%, <±15%	--
Hot/wet resistance* - change in EAB	--	<±5%, <±5%, <±15%, <±25%	--
Resistência a Fadiga	> 2 <sup>6</sup> cycles	> 2 <sup>6</sup> cycles (TDI) > 10 <sup>6</sup> cycles (MDI)	> 2 <sup>6</sup> cycles

## ➤ Produtos CHEMTURA:

Propriedade	L167 +MOCA	LF600D +MOCA	LF700D +MOCA
Pot Life, min	6	5,25	3,3
NCO, %	6,15 – 6,55	7,1 – 7,4	8,1 – 8,4
Dureza	95	60 – 62D	70
Módulo 100%, MPa	12,4	24,8	31
Módulo 300%, MPa	23,4	-	-
Resistência a Tração, MPa	34,5	46,2	48,3
Alongamento, %	400	290	250
Resistência ao Rasgo, Die C, N/mm	87,5	105	140

# Bend Stiffeners



## REACH: “Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals” – EU



- Regulamenta a produção e uso de **substâncias químicas** e seus potenciais impactos na **saúde humana e meio ambiente**.
- SVHC: “Substances of very high concern” – 17/12/14 (161 SVHC)

Name	EC Number	CAS Number	Date of inclusion	Reason for inclusion	Decision number	IUCLID 5 Substance Dataset	
2,2'-dichloro-4,4'-methylenedianiline	202-918-9	101-14-4	2011/12/19	Carcinogenic (article 57 a)	ED/77/2011		<a href="#">Details</a>

### ➤ ALTERNATIVAS:

#### ➤ Produtos TDI: Curativo Ethacure 300 (custo elevado)

- Queda nas propriedades físicas e não apresenta boa estabilidade a luz

#### ➤ Produtos MDI: Curativo 1.4 – Butanodiol

- Baixo Pot Life. Obrigatoriedade de máquinas com alta vazão (Alto Investimento)

#### ➤ **Formulação Desenvolvimento CHEMTURA: Livre de Moca e Alto Pot Life**



# Bend Restrictor (Restritor de Curvatura)



- **Função:** Projetado para evitar danos em umbilicais, dutos flexíveis, cabos elétricos por excesso de curvatura.
- **Materiais:** PU (Europa & US) ; Metal (Brasil – Petrobras)
- **Vantagens PU & Metal:**
  - Dispensa tratamento anti corrosão
  - Devido a sua menor densidade, adiciona **menos peso** ao sistema
  - Reduz tempo de produção (lead time)
  - Elimina conformidade com as restritas especificações com soldagem
- **Tamanho:** 300kg – 1 ton (cada parte)





# Bend Restrictors - Pré Requisitos Técnicos



## ➤ Testes Qualificatórios

Propriedades	@ RT	@ 60C	Método
Encolhimento, %	< 3	< 3	--
Dureza	80 - 85 D	~70	ISO868
Densidade, kg/m3	1,200		ISO1183
Máxima Temperatura de Serviço (Seco e Úmido), °C	30		--
UTS (Ultimate Tensile Strength), Mpa	> 45	>20	ISO527
EAB (Elongation at Break), %	9		ISO527
Módulo de Young	> 2000		ISO527
Teste de Impacto Izod (notched), kJ/m2	9.6	13	ISO187
Flexural strength, Mpa	2000		ISO178
Flexural modulus, Mpa	70		ISO178
Uniaxial compressive strength, MPa	80		ISO604
Uniaxial compressive modulus MPa	2,2100		ISO604
Bulk modulus, MPa	5,000		ASTM D2926
Temperatura de transição vítrea, °C	54		--

## ➤ Produto CHEMTURA

Propriedades	ROYALCAST 3109 + 3101 B60
Pot Life, min	14
NCO, %	16
Dureza	85D
Resistência a Tração, MPa	57
Alongamento, %	20

## ➤ Tendências

- Formulações que apresentem menores variações nas propriedades a 60°C

- Encolhimento Inferior

# Conclusões



- Chemtura é uma empresa global com suporte técnico, centro de desenvolvimento e produção locais **(aumento de conteúdo local. Importante para Petrobras.**
- Sinergia e conectividade com o que há de mais avançado nas demais regiões do mundo, atuando de maneira personalizada e pró-ativa para solucionar os desafios e necessidades dos nossos clientes.
- Vasto know-how em diversos mercados e aplicações de PU, com formulações extensamente aprovadas e muito bem sucedidas ao redor do mundo.

**DÚVIDAS??**

**OBRIGADO PELA ATENÇÃO!!**

**Bruno Nadai – Especialista de Vendas Técnicas**  
**Celular: (11) 99537-4568**  
**E-mail: [bruno.nadai@chemtura.com](mailto:bruno.nadai@chemtura.com)**