

Metilal como agente de expansão em espumas de poliuretano

Autor: Felipe B. Janunci

INTRODUÇÃO

Atualmente o HCFC141b é o agente de expansão físico mais utilizado no mercado brasileiro para produção de sistemas de poliuretano, sendo que ele atende perfeitamente as necessidades desse mercado, porém devido ao seu alto potencial de degradação da camada de ozônio ODP (*Ozone Depleting Potential*) e de aquecimento global GWP (*Global Warming Potential*), seu uso vem sofrendo restrições no mercado.

A eliminação dos HCFCs no Brasil envolverá as seguintes etapas:

2013 – ocorre o congelamento no consumo, tendo-se como base a média de 2009 e 2010;

2015 – deverá ocorrer a redução no consumo de 10 %;

2020 – deverá ocorrer a redução no consumo de 35 %;

2025 – deverá ocorrer a redução no consumo de 67,5 %;

2030 – deverá ocorrer a redução no consumo de 97,5 %;

2040 – deverá ocorrer a redução no consumo de 100 %.

INTRODUÇÃO

- ➔ **Aspectos envolvendo a escolha do Metilal pela Arinos para a substituição do HCFC-141b**
- ➔ **Ambiental**
 - ✓ Zero ODP e baixo GWP
- ➔ **Propriedades da espuma**
 - ✓ Estabilidade Térmica Dimensional
 - ✓ Isolação Térmica
 - ✓ Densidade
 - ✓ Processabilidade
- ➔ **Fornecedor**
 - ✓ Empresa Idônea
 - ✓ Custo
 - ✓ Capacidade de fornecimento imediato

APLICAÇÕES

➤ Espumas do tipo Pele Integral e Microcelular

- Solados de sapatos
- Pele Integral
- Rígido Estrutural



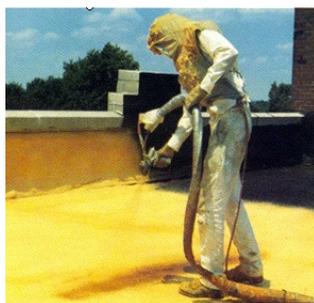
➤ Espumas Semirrígidas

- Quebra-sol
- Embalagem



➤ Espumas Rígidas

- Aquecedor solar
- Refrigeração Comercial
- Caminhão frigorífico
- Painel
- Bloco
- Spray
- Garrafa Térmica
- PIR



➤ Espumas Flexíveis

- Flexível moldado
- Hyper-soft de bloco
- Viscoelástico de bloco
- Viscoelástico moldado



DESAFIOS E ASPECTOS POSITIVOS

⇒ Principais Desafios Encontrados Durante o Desenvolvimento

- ✓ Estabilidade Térmica Dimensional
- ✓ Propriedades Físicas
- ✓ Manter o Sistema com Baixa Flamabilidade

⇒ Principais Aspectos Positivos Encontrados Durante o Desenvolvimento

- ✓ Fácil conversão para sistemas de Pele Integral, Flexível Moldado e Rígido Estrutural
- ✓ Bons resultados em testes nos clientes
- ✓ Desenvolvimento de novos aditivos

CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS POR APLICAÇÃO

Tipo de Espuma	Aplicação	Características Críticas
Pele Integral e Espuma Microcelular	Flexível	Toque, superfície
	Solado de Sapatos	Boa resistência mecânica
	Rígido Estrutural	Superfície, dureza
	Semi-flexível	Aspecto, toque
Espumas Rígidas	Refrigeração Comercial	Isolamento, estabilidade dimensional
	Aquecedor solar	
	PIR	
	Garrafa Térmica	
	Bloco	
	Spray	Isolamento, estabilidade dimensional, adesão
	Painel	
	Caminhão Frigorífico	
Espumas Semirrígidas	Embalagem	Absorção de impacto
	Quebra sol	Aspecto, toque
Espumas Flexíveis	Flexível moldado	Superfície, toque
	Hyper-soft Bloco	Aspecto, toque
	Viscoelástico Moldado	Resiliência, aspecto, toque
	Viscoelástico Bloco	

DETALHAMENTO DA APLICAÇÃO

➔ Refrigeração Comercial (Rígido Injeção):

Máquina: Baixa Pressão

Comentários

- Silicone
- Polióis
- Água

	Metilal		HCFC-141b	
	%	pph	%	pph
Poliol A	76,80	86,98	81,57	100,00
Poliol B	7,50	8,49	---	---
Poliol C	4,00	4,53	---	---
Crosslinker	0,90	1,02	0,90	1,10
Silicone A	---	---	0,74	0,90
Silicone B	1,00	1,13	---	---
Catalisador A	0,25	0,28	0,51	0,63
Catalisador B	0,25	0,28	0,55	0,68
Água	1,30	1,47	1,21	1,48
Metilal	8	9,06	0,00	0,00
HCFC-141b	0,00	0,00	14,52	17,80
Total	100,00	112,96	100,00	122,59

RESULTADOS

Resultados		Metilal	HCFC-141b
Densidade de núcleo	kg/m ³	40,6	38,2
R. Compressão 10% Transversal / Paralelo	kPa	182,6 / 183,5	195,3 / 197,7
Estab. Dimens. +70°C (lado1 máx. / lado1 min.)	%	+1,67 / -0,81	+6,97 / -0,24
Estab. Dimens. -20°C (lado1 máx. / lado1 min.)	%	+0,41 / -0,01	-0,16 / -0,01
Estab. Dimens. +70°C (lado2 máx. / lado2 min.)	%	-0,90 / +0,05	-0,81 / -0,31
Estab. Dimens. -20°C (lado2 máx. / lado2 min.)	%	+0,28 / -0,03	-0,59 / -0,14
Espessura max. +70°C / -20°C	%	+4,78 / -0,92	+0,73 / -5,87
Espessura min. +70°C / -20°C	%	+0,13 / -0,28	-0,25 / -0,52
Fator K	mW/mK	23,66	22,70

Comentários

- Redução na Resistência a Compressão
- Densidade moldada maior
- Fator K maior

DETALHAMENTO DA APLICAÇÃO

➔ **Bloco de Rígido Descontínuo:**

Máquina: Baixa Pressão

Comentários

- Aumento do Polioli C
- Redução do Silicone
- Água

	Metilal		HCFC-141b	
	%	pph	%	pph
Polioli A	60,61	79,00	55,27	85,00
Polioli B	8,44	11,00	6,50	10,00
Polioli C	7,67	10,00	3,25	5,00
Crosslinker	0,00	0,00	2,60	4,00
TCPP	11,51	15,00	8,45	13,00
Silicone	0,81	1,05	1,30	2,00
Catalisador	0,23	0,30	0,00	0,00
Catalisador A	0,00	0,00	0,44	0,67
Catalisador B	0,00	0,00	0,12	0,18
Água	1,53	2,00	1,26	1,93
Metilal	9,20	12,00	0,00	0,00
HCFC-141b	0,00	0,00	20,81	32,00
Total	100,00	130,35	100,00	153,78

RESULTADOS

Resultados		Metilal	HCFC-141b
Densidade de núcleo	kg/m ³	43,0	43,7
R. Compressão 10% Transversal / Paralelo	kPa	262,9 / 211,8	276,5 / 243,1
Estab. Dimens. +70°C (lado1 máx. / lado1 min.)	%	-0,90 / -0,04	-1,19 / -0,09
Estab. Dimens. -20°C (lado1 máx. / lado1 min.)	%	-0,08 / -0,02	+0,53 / -0,11
Estab. Dimens. +70°C (lado2 máx. / lado2 min.)	%	-1,11 / -0,52	-0,44 / -0,01
Estab. Dimens. -20°C (lado2 máx. / lado2 min.)	%	-0,32 / -0,06	-0,32 / +0,05
Espessura max. +70°C / -20°C	%	-2,85 / -6,26	-6,31 / +6,21
Espessura min. +70°C / -20°C	%	+1,18 / -0,12	-0,91 / -0,05
Fator K	mW/mK	25,1	22,23

Comentários

- Redução na Resistência a Compressão
- Fator K maior

DETALHAMENTO DA APLICAÇÃO

➔ Garrafa Térmica:

Máquina: Baixa Pressão

Comentários

- Aumento do Silicone
- Água

	Metilal		HCFC-141b	
	%	pph	%	pph
Poliol	77,28	100,00	69,33	100,00
TCP	10,05	13,00	9,01	13,00
Silicone	1,31	1,70	0,55	0,80
Catalisador A	0,46	0,60	0,19	0,27
Catalisador B	0,85	1,10	0,55	0,80
Catalisador C	0,00	0,00	0,76	1,10
Água	2,32	3,00	1,59	2,30
Metilal	7,73	10,00	0,00	0,00
HCFC-141b	0,00	0,00	18,02	26,00
Total	100,00	129,40	100,00	144,27

RESULTADOS

Resultados		Metilal	HCFC-141b
Densidade de núcleo	kg/m ³	43,0	43,7
R. Compressão 10% Transversal / Paralelo	kPa	262,9 / 211,8	276,5 / 243,1
Estab. Dimens. +70°C (lado1 máx. / lado1 min.)	%	-0,90 / -0,04	-1,19 / -0,09
Estab. Dimens. -20°C (lado1 máx. / lado1 min.)	%	-0,08 / -0,02	+0,53 / -0,11
Estab. Dimens. +70°C (lado2 máx. / lado2 min.)	%	-1,11 / -0,52	-0,44 / -0,01
Estab. Dimens. -20°C (lado2 máx. / lado2 min.)	%	-0,32 / -0,06	-0,32 / +0,05
Espessura max. +70°C / -20°C	%	-2,85 / -6,26	-6,31 / +6,21
Espessura min. +70°C / -20°C	%	+1,18 / -0,12	-0,91 / -0,05
Fator K	mW/mK	24,20	22,83

Comentários

- Redução na Resistência a Compressão
- Fator K maior

DETALHAMENTO DA APLICAÇÃO

➔ Caminhão Frigorífico:

Máquina: Baixa Pressão

Comentários

- Aumento do Silicone
- Água

	Metilal		HCFC-141b	
	%	pph	%	pph
Poliol A	61,60	80,00	55,70	80,00
Poliol B	15,40	20,00	13,92	20,00
Crosslinker	3,31	4,30	2,99	4,30
TCP	10,01	13,00	9,05	13,00
Silicone	1,15	1,50	1,04	1,50
Amina A	0,08	0,10	0,10	0,14
Amina B	0,69	0,90	0,97	1,40
Água	1,60	2,08	0,91	1,30
Metilal	6,16	8,00	0,00	0,00
HCFC-141b	0,00	0,00	15,32	22,00
Total	100,00	129,88	100,00	143,64

RESULTADOS

Resultados		Metilal	HCFC-141b
Densidade de núcleo	kg/m ³	41,33	39,8
R. Compressão 10% Transversal / Paralelo	kPa	210,3 / 172,1	213,2 / 174,4
Estab. Dimens. +70°C (lado1 máx. / lado1 min.)	%	-0,64 / -0,18	-0,58 / -0,16
Estab. Dimens. -20°C (lado1 máx. / lado1 min.)	%	+0,04 / -0,02	+0,03 / -0,01
Estab. Dimens. +70°C (lado2 máx. / lado2 min.)	%	-0,67 / -0,22	-0,56 / -0,19
Estab. Dimens. -20°C (lado2 máx. / lado2 min.)	%	+0,04 / +0,03	+0,03 / +0,01
Espessura max. +70°C / -20°C	%	-2,24 / +0,12	-4,11 / +0,09
Espessura min. +70°C / -20°C	%	+1,82 / +0,04	+2,32 / +0,01
Fator K	mW/mK	24,59	22,50

Comentários

- Redução na Resistência a Compressão
- Aumento na densidade
- Fator K maior

DETALHAMENTO DA APLICAÇÃO

➔ Aquecedor Solar:

Máquina: Baixa Pressão

Comentários

- Polióis
- Cross-link
- Silicone
- Água

	Metilal		HCFC-141b	
	%	pph	%	pph
Poliol	0,00	0,00	72,15	100,00
Poliol A	79,00	95,00	0,00	0,00
Poliol B	4,15	5,00	0,00	0,00
Crosslinker	0,00	0,00	2,89	4,00
TCP	6,64	8,00	9,38	13,00
Silicone	1,50	1,90	0,87	1,20
Catalisador	0,66	0,80	0,00	0,00
Catalisador A	0,00	0,00	0,43	0,60
Catalisador B	0,00	0,00	0,29	0,40
Água	1,41	1,70	1,01	1,40
Metilal	6,64	8,00	0,00	0,00
HCFC-141b	0,00	0,00	12,98	18,00
Total	100,00	120,40	100,00	138,60

RESULTADOS

Resultados		Metilal	HCFC-141b
Densidade de núcleo	kg/m ³	42,8	41,2
R. Compressão 10% Transversal / Paralelo	kPa	210,8 / 236,8	217,7 / 249,9
Estab. Dimens. +70°C (lado1 máx. / lado1 min.)	%	-0,31 / -0,29	+0,85 / -0,11
Estab. Dimens. -20°C (lado1 máx. / lado1 min.)	%	-0,10 / -0,06	+0,25 / +0,06
Estab. Dimens. +70°C (lado2 máx. / lado2 min.)	%	-0,41 / -0,28	-0,35 / +0,03
Estab. Dimens. -20°C (lado2 máx. / lado2 min.)	%	-0,07 / -0,04	+0,10 / +0,03
Espessura max. +70°C / -20°C	%	-0,57 / -0,27	-4,31 / +0,21
Espessura min. +70°C / -20°C	%	-0,55 / -0,23	-0,18 / +0,04
Fator K	mW/mK	24,89	22,57

Comentários

- Redução na Resistência a Compressão
- Aumento na densidade
- Fator K maior

DETALHAMENTO DA APLICAÇÃO

➔ **Rígido Spray:**

Máquina: Alta Pressão

Comentários

- Silicone
- Agente Expansor

	Metilal		HCFC-141b	
	%	pph	%	pph
Poliol A	52,47	70,00	43,03	69,97
Poliol B	22,49	30,00	18,47	30,03
TCP	12,19	16,27	9,98	16,23
Silicone	1,21	1,62	0,00	0,00
Catalisador A	0,61	0,81	0,50	0,81
Catalisador B	0,07	0,09	0,06	0,10
Água	1,22	1,63	1,00	1,62
Metilal	9,74	13,00	0,00	0,00
HCFC-141b	0,00	0,00	26,96	43,83
Total	100,00	133,42	100,00	162,59

RESULTADOS

Resultados		Metilal	HCFC-141b
Densidade de núcleo	kg/m ³	31,5	28,6
R. Compressão 10% Transversal / Paralelo	kPa	181,9 / 194,3	183,5 / 198,6
Estab. Dimens. +70°C (lado1 máx. / lado1 min.)	%	-0,62/ -0,17	-0,56/ -0,15
Estab. Dimens. -20°C (lado1 máx. / lado1 min.)	%	+0,05/ -0,03	+0,04 / -0,01
Estab. Dimens. +70°C (lado2 máx. / lado2 min.)	%	-0,65 / -0,21	-0,54 / -0,18
Estab. Dimens. -20°C (lado2 máx. / lado2 min.)	%	+0,05 / +0,04	+0,04 / +0,01
Espessura max. +70°C / -20°C	%	-2,17/ +0,16	-3,98/ +0,12
Espessura min. +70°C / -20°C	%	+1,76/ +0,05	-0,18 / +0,04
Fator K	mW/mK	23,15	21,03

Comentários

- Redução na Resistência a Compressão
- Aumento na densidade
- Fator K maior

COMENTÁRIOS GERAIS DAS APLICAÇÕES DE RÍGIDOS

Desafios

- ✓ Fator K
- ✓ Densidade
- ✓ Flamabilidade

Aspectos Positivos

- ✓ Melhorias de propriedades em sistemas base água
- ✓ Estável no sistema formulado e no produto acabado
- ✓ Novos aditivos no mercado de matérias-primas

DETALHAMENTO DA APLICAÇÃO

➔ Flexível Moldado:

Máquina: Baixa Pressão

Comentários

- Poucas modificações
- Pequeno aumento de Copolímero

	Metilal		HCFC-141b	
	%	pph	%	pph
Poliol A	73,09	79,22	73,09	80,00
Copolimero	19,18	20,78	18,27	20,00
Silicone	0,46	0,50	0,46	0,50
Catalisador A	0,73	0,79	0,73	0,80
Catalisador B	0,34	0,37	0,34	0,35
Água	3,46	3,75	3,46	3,79
Metilal	2,74	2,97	0,00	0,00
HCFC-141b	0,00	0,00	3,65	4,00
Total	100,00	108,38	100,00	109,44

RESULTADOS

Resultados		Metilal	HCFC-141b
Densidade sem pele	kg/m ³	38,3	40,1
Resiliência	%	46	46
Tensão de Ruptura	kPa	126,8	130,9
Resistência ao Rasgo	N/mm	575,5	614,5
Alongamento	%	128,6	123,8
Deformação à 50%	%	9,83	11,0
IDL 25 %	N	151	150
IDL 40 %	N	233	236
IDL 65 %	N	527	536

Comentários

- Pequena redução na densidade
- Melhora na Deformação
- Pequena redução na resistência ao rasgo

DETALHAMENTO DA APLICAÇÃO

➔ Viscoelástico de Bloco:

Máquina: Caixote Descontínuo

Comentários

➤ Poucas modificações

	Metilal		HCFC-141b	
	%	pph	%	pph
Poliol A	22,88	24,23	22,88	24,38
Poliol B	22,87	24,22	22,87	24,37
Poliol C	17,44	18,47	17,44	18,58
Poliol D	19,16	20,29	19,16	20,41
Poliol E	3,83	4,06	3,83	4,08
Poliol F	8,24	8,73	7,68	8,18
Silicone A	0,48	0,51	0,48	0,51
Silicone B	0,58	0,61	0,58	0,62
Catalisador A	0,09	0,09	0,09	0,09
Catalisador B	0,38	0,40	0,38	0,40
Água	2,25	2,38	2,25	2,39
Metilal	1,80	1,91	0,00	0,00
HCFC-141b	0,00	0,00	2,36	2,51
Total	100,00	105,90	100,00	106,52

RESULTADOS

Resultados		Metilal	HCFC-141b
Densidade sem pele	kg/m ³	42,5	36,0
Resiliência	%	6	6
Tensão de Ruptura	kPa	63,6	77,7
Resistência ao Rasgo	N/mm	267,9	378,0
Alongamento	%	284,3	234,3
Deformação à 50%	%	0,61	0,94
IDL 25 %	N	35	41
IDL 40 %	N	49	58
IDL 65 %	N	92	105

Comentários

- Aumento na densidade
- Melhora na Deformação
- Redução na resistência ao rasgo

DETALHAMENTO DA APLICAÇÃO

➔ **Viscoelástico Moldado:**

Máquina: Baixa Pressão

Comentários

➤ Poucas modificações

	Methylal		HCFC-141b	
	%	pph	%	pph
Polyol A	75,00	80,50	74,30	80,50
Polyol B	16,15	17,30	16,00	17,33
Polyol C	2,02	2,20	2,00	2,17
Silicone A	0,25	0,27	0,25	0,27
Silicone B	1,01	1,08	1,00	1,08
Catalyst A	0,15	0,16	0,15	0,16
Catalyst B	0,30	0,32	0,30	0,32
Water	3,00	3,22	3,00	3,25
Methylal	2,12	2,27	0,00	0,00
HCFC-141b	0,00	0,00	3,00	3,25
Total	100,00	107,32	100,00	108,33

RESULTADOS

Resultados		Metilal	HCFC-141b
Densidade sem pele	kg/m ³	46,7	48,6
Resiliência	%	10	12
Tensão de Ruptura	kPa	109,2	101,4
Resistência ao Rasgo	N/mm	545,3	518,2
Alongamento	%	461,0	494,8
Deformação à 50%	%	3,6	3,7
IDL 25 %	N	31	36
IDL 40 %	N	43	46
IDL 65 %	N	72	73

Comentários

- Redução na densidade
- Melhora na resistência ao rasgo

COMENTÁRIOS GERAIS DAS APLICAÇÕES DE FLEXÍVEIS

Desafios

- ✓ Resistência ao rasgo
- ✓ Flamabilidade

Aspectos Positivos

- ✓ Espuma mais aberta facilitando o processo de quebra de célula
- ✓ Estável em sistemas formulados
- ✓ Requer poucos ajustes de formulação

DETALHAMENTO DA APLICAÇÃO

➔ Rígido Estrutural:

Máquina: Alta Pressão

Comentários

- Poucas modificações
- Foi realizado apenas teste de aplicação no cliente

	Metilal		HCFC-141b	
	%	pph	%	pph
Poliol de Rígido	57,62	70,00	56,00	70,00
Poliol de Moldado	24,70	30,00	24,00	30,00
Crosslinker	5,14	6,24	5,00	6,25
Glicol	5,14	6,24	5,00	6,25
Silicone	1,54	1,87	1,50	1,87
Catalisador	1,54	1,87	1,50	1,87
Água	0,21	0,25	0,20	0,25
Metilal	4,11	5,00	0,00	0,00
HCFC-141b	0,00	0,00	6,80	8,50
Total	100,00	121,47	100,00	124,99

DETALHAMENTO DA APLICAÇÃO

➔ Pele integral:

Máquina: Alta Pressão

Comentários

➤ Poucas modificações

	Metilal		HCFC-141b	
	%	pph	%	pph
Poliol	79,48	100,00	78,48	100,00
Glicol	6,70	8,54	6,70	8,54
Silicone	0,22	0,28	0,22	0,28
Corante	3,00	3,82	3,00	3,82
Amina	0,60	0,76	0,60	0,76
Metilal	10,00	12,74	0,00	0,00
HCFC-141b	0,00	0,00	11,00	14,02
Total	100,00	126,14	100,00	127,42

RESULTADOS

Resultados		Metilal	HCFC 141b
Peça Inteira			
Densidade Moldada	Kg/m ³	356,7	348,6
Dureza	Shore A	50	52
Resiliência	%	35	34
Espuma Interna			
Densidade Interna	Kg/m ³	265,3	244,2
Tensão de Ruptura	kPa	241	238
Alongamento	%	63	66
Resistência ao Rasgo	N/mm	1090	1150
Deformação (50%)	%	21	19
Pele da Peça			
Tensão de Ruptura	kPa	980	975
Alongamento	%	78	77
Resistência ao Rasgo	N/mm	3810	3780

Comentários

- Propriedades semelhantes

COMENTÁRIOS GERAIS DAS APLICAÇÕES DE PELE INTEGRAL

Desafios

- ✓ **Flamabilidade**

Aspectos Positivos

- ✓ **Menor viscosidade**
- ✓ **Menos bolhas**
- ✓ **Melhor formação de pele**
- ✓ **Requer poucos ajustes de formulação**
- ✓ **Estável em sistemas formulados**

SISTEMAS PARA SOLADOS

➔ Resultados:

Property	All types	R-095	R-096	R-099	QZCT15	Test Method
Type		SPORT	TRAVEL	RIGID	SEMI-RIGID	
Blowing Agent	141b	ML	ML	ML	ML	
Density (kg/m ³)	<450	450	450	400	400	53420 D-792
Tear resistance (kgf/cm)	>6*	25.4	41.6	n/a	n/a	53507 D-624
Abrasion Resistance (mg, maximum)	<350	161.3	242.3	96.5	232.8	42516 D-1044
Flex Resistance (% 30,000 cycles)	<200*	0	0	n/a	n/a	50548 D-1052

O uso do Metal em solados foi testado pela Empresa Zadro PU do México

Comentários

- Os resultados foram satisfatórios

Análise de sistemas formulados com HCFC141b e Metilal
Nesse sistema 6 e 8 partes de Metilal são os limites para que o sistema não haja combustão

Component (php)	Samples	A	B	C	D	E
Water		2,38	2,38	2,38	2,90	2,90
Fomulated Polyol		97,62	97,62	97,62	97,1	97,1
Sub Total		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
HCFC-141b		22	-	-	-	-
Methylal		-	8	6	6	8
Total		122,0	108,0	106,0	106,0	108,0
Polymeric MDI		145,0	145,0	145,0	145,0	145,0

		A	B	C	D	E
Proc. Condition	blown	26,87	21,07	18,34	21,42	23,57
Pol/Iso ratio		0,841	0,745	0,731	0,731	0,745
Pol/Iso temperature	celsius	22	22	22	22	22
Pol/Iso pressure	bar	130	130	130	130	130

Reactivity	seconds	A	B	C	D	E
Cream		4	4	4	4	3
Gel		42	43	35	30	30
Tack		54	51	53	45	46

Free Rise Density	kg/m3	22,2	27,7	28,6	27,1	24,7
-------------------	-------	------	------	------	------	------

Brett Mould		A	B	C	D	E
MFD	kg/m3	28,7	36,9	37,1	34,4	32,2
Flow Index		1,289	1,332	1,298	1,268	1,302
Mould Temperature	Celsius	45	45	45	45	45
Moulded Density	kg/m3	34,1	42,2	42,4	39,6	37
4 min expansion	mm	0,89	0,89	0,84	0,88	0,9
OP	%	15,45	14,57	14,18	15,01	15,01
Compressive Strength	Kpa	137	206	189	208	160
CS corrected @32kg/m3	Kpa	122	130	118	145	124
Lambda Laser @24C	mW/mK	19,81	22,83	22,87	22,43	23,12

Fonte: Dow

CONCLUSÕES GERAIS

- ✓ Na maioria dos produtos alternativos ao HCFC-141b mudanças em formulações devem ser feitas;
- ✓ O Metilal tem condição de substituir o HCFC-141b, necessitando de ajustes em algumas aplicações, assim como foi com a substituição do CFC-11;
- ✓ No campo o Metilal apresentou bom desempenho;
- ✓ Em muitas aplicações o Metilal pode ser utilizado sem grande modificações nas fórmulas;
- ✓ Com a adição do Metilal em Sistemas de Rígido base água podemos melhorar algumas propriedades; (adesão, fluidez, formação de pele)
- ✓ O Metilal é um produto estável em sistemas e na espuma, não ocorre a formação de ácidos;
- ✓ Disponibilidade imediata.

A Arinos tem o comprometimento de continuar investindo em pesquisas para aperfeiçoar pontos desfavoráveis e oferecer ao mercado produtos que atendam suas necessidades e preserve o meio ambiente.

OBRIGADO !!!

Felipe Bertini Janunci

Fone: 55.11.3602.7211

Cel.: 55.11.9632.5380

felipe.bertini@arinos.com.br

www.arinos.com.br