

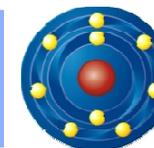
**O HFC 365 mfc e Suas Blendas
Como Alternativos ao HCFC-141b
Para Expansão de Espumas de Poliuretano**

São Paulo, 07 de Dezembro de 2011

- ④ Propriedades e Comparações
- ④ Agente de Expansão em Espumas
- ④ Segurança e Manuseio
- ④ Uso como Co-agente de expansão
- ④ Avaliações de Ciclo de Vida de Produto
- ④ Conclusões



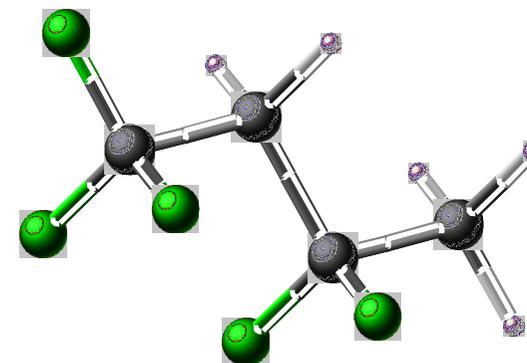
HFC 365mfc



HFC 365mfc = 1,1,1,3,3-Pentafluorobutano



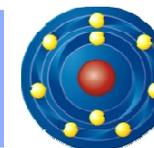
Peso Molecular	148 g/mol
Ponto de Ebulição (°C)	40,2
Densidade (20°C kg/l)	1,25
k (mW/m.K, 25°C)	10,6
ODP	0



Flash Point - 27°C
Energia de Ignição 10,4 mJ
(aprox. 50 vezes maior que a do n Pentano)



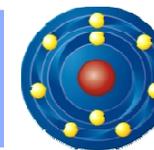
Comparação de Propriedades



PROPRIEDADE	HCFC-141b	HFC-365mfc	n-Pentano	c-Pentano
PM (g/mol)	116.95	148.08	72	70.14
PE (°C)	31.7	40.2	36.1	49.5
K (mW/m.K)	9.5	10.6	15.2	12
GWP	725	890	3 - 7	11
ODP	0.11	0	0	0
VOC	Não	Não	Sim	Sim
Flammability	Não	Sim	Sim	Sim
LEL (% v)	5.6	3.6	1.4	1.4
UEL (% v)	17.7	13.3	7.8	8.3



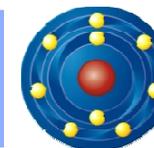
Mesclas HFC-365 mfc



Substância	Composição (% peso)	Peso Molecular (g/mol)	Ponto de Ebulição (°C)	Flash Point (°C)	K (mW/m.K) 25°C
HFC 365 mfc	100	148	40,2	-27	10,6
HFC 227ea	100	170	-16,5	não	12,7
HFC 365/227	93/7	150	30	não	10,7
HFC 365/227	87/13	151	24	não	10,9



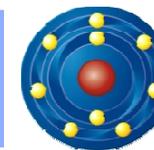
Mesclas do HFC-365 mfc



PRODUTO	INFLAMABILIDADE	RECOMENDAÇÃO
HCF 365 mfc	Inflamável	Co-agente com Ciclo Pentano para expansão de Painéis
HFC 365/227 93/7	Não Inflamável	Agente de expansão para produção direta
HFC 365/227 87/13	Não Inflamável	Agente de expansão para sistemas



Dados Toxicológicos

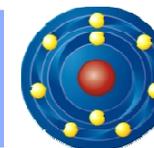


	HCFC-141b	HFC-365mfc
Toxicidade Aguda, LC 50	62 000 ppm	> 100 000 ppm
NOAEC Crônica	7,3 g/m³ (2 y)	90 g/m³ (90 d)
Mutagenicidade	Negativo	Negativo
ELINCS – No.:	404-080-1	430-250-1

NOAEC - No Observed Adverse Effect Concentration.

ELINCS - European List of Notified Chemical Substances

- Propriedades e Comparações
- Agente de Expansão em Espumas
- Segurança e Manuseio
- Uso como Co-agente de expansão
- Avaliações de Ciclo de Vida de Produto
- Conclusões

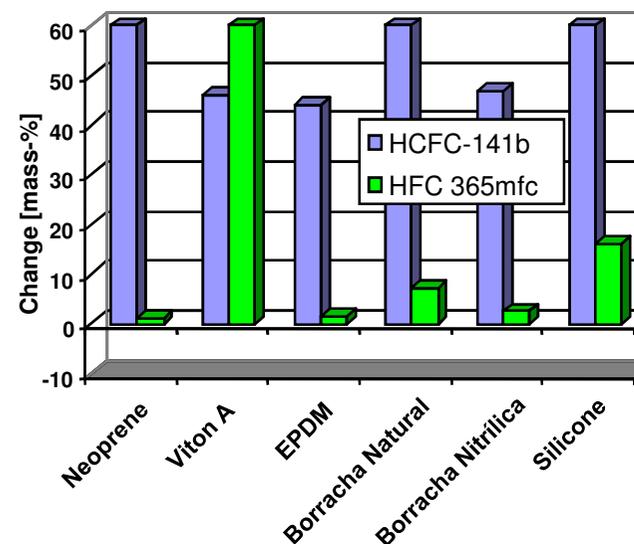
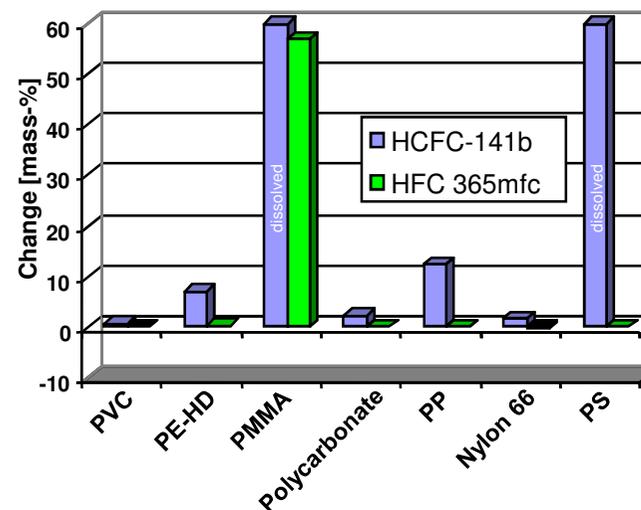


MATERIAL HCFC 141b HFC 365 mfc

TERMOPLÁSTICOS		
PVC	0,77	-0,02
PE-HD	7,1	0,37
PMMA	dissolvido	57
Polycarbonato	2,3	0,27
PP	12,5	0,16
Nylon 66	1,87	-0,33
OS	dissolvido	0,19

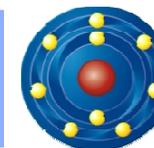
ELASTÔMEROS		
Neoprene	87	1,02
Viton A	46	90,5
EPDM	44	1,6
Borracha Natural	185	1,7
Borracha Nitrílica	47	2,5
Silicone	110	16,1

Depois de 7 dias de imersão (% peso)





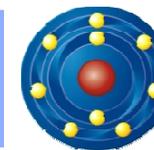
Solubilidade do HFC 365 mfc



	HCFC 141b	HFC 365mfc	n-pentane	c-pentane
Poliéteres				
Daltolac 585-8	solúvel	32	4,5	11
IXOL B251	3	0,3	1,4	2,2
IXOL M125	37	5,3	2,1	5,6
Tercarol A 350	solúvel	solúvel	36	solúvel
Tercarol RF 55	solúvel	solúvel	4,5	18
Voranol RA 640	solúvel	solúvel	20	solúvel
Poliésteres				
Repol 201-28	57	21	2,7	5,4
Stepanpol PS 3152	34	31	6,5	6,6
Terate 203	32	18	1,3	no data
Terate 2541	42	11	0,1	no data
Miscellaneous				
TCP	solúvel	solúvel	10	solúvel
MDI 44 V20	solúvel	12	4,1	6,6
Dipropileno glicol	solúvel	solúvel	13	36

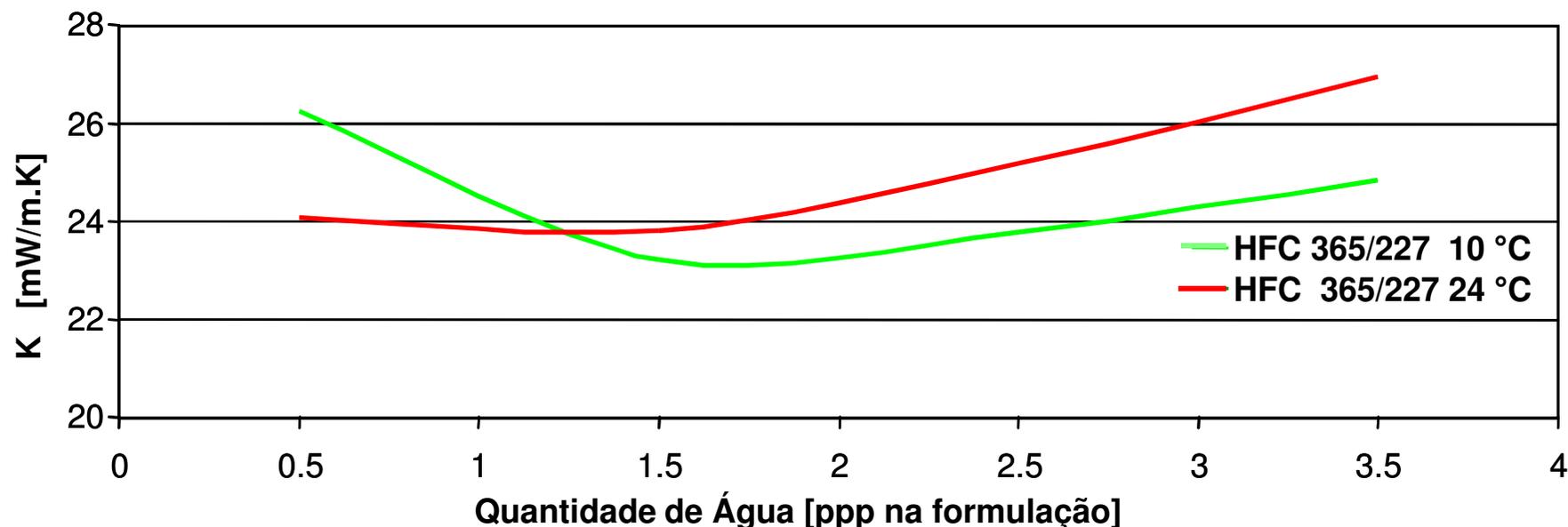


Estratégia Para Substituição do HCFC- 141b



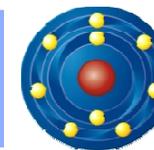
- Etapa 1: Substituir o HCFC-141b pelo HFC 365/227 na relação molar 117 : 148
- Etapa 2: Substituir o HFC 365/227 gradualmente por água reduzindo a densidade e ajustando a resistência à compressão em paralelo

Rastreamento dos valores de K iniciais (free rised lab foams)

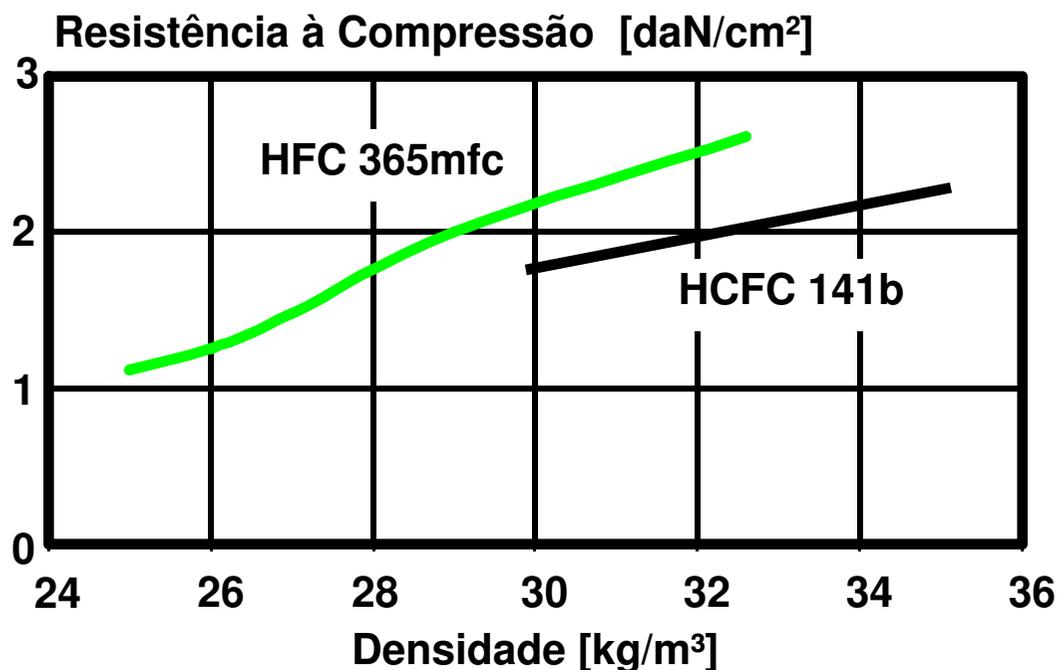




Resistência a Compressão Melhorada



- Espumas expandidas com HFC -365mfc têm **excelente resistência à compressão**
- É possível obter espumas de **baixas densidades** com boas propriedades, adequadas ao uso como **elementos de construção**

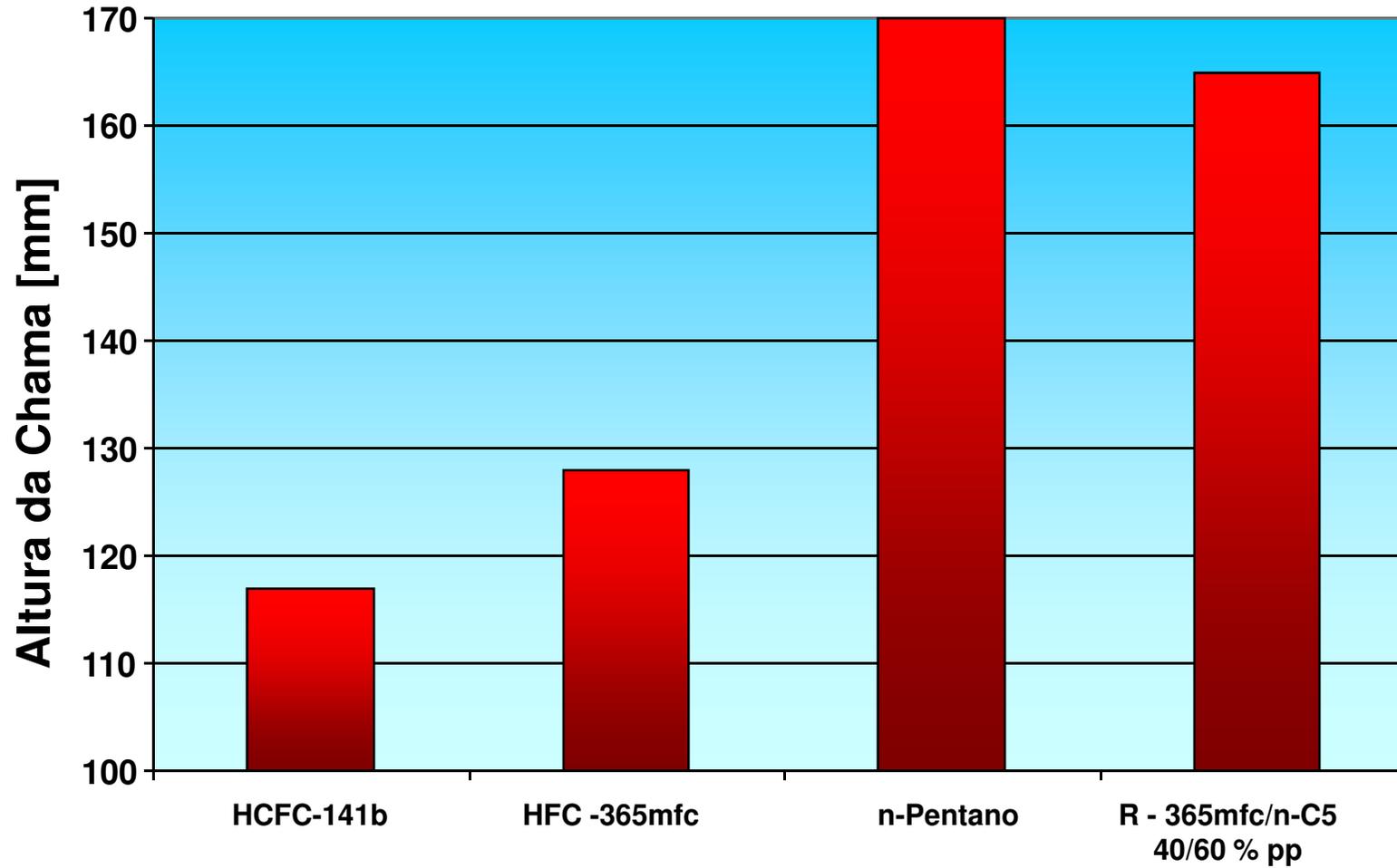




Comparação da Inflamabilidade em espumas

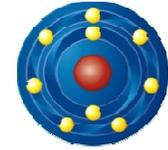


EN ISO 11925-2 – Teste De Inflamabilidade (B2)

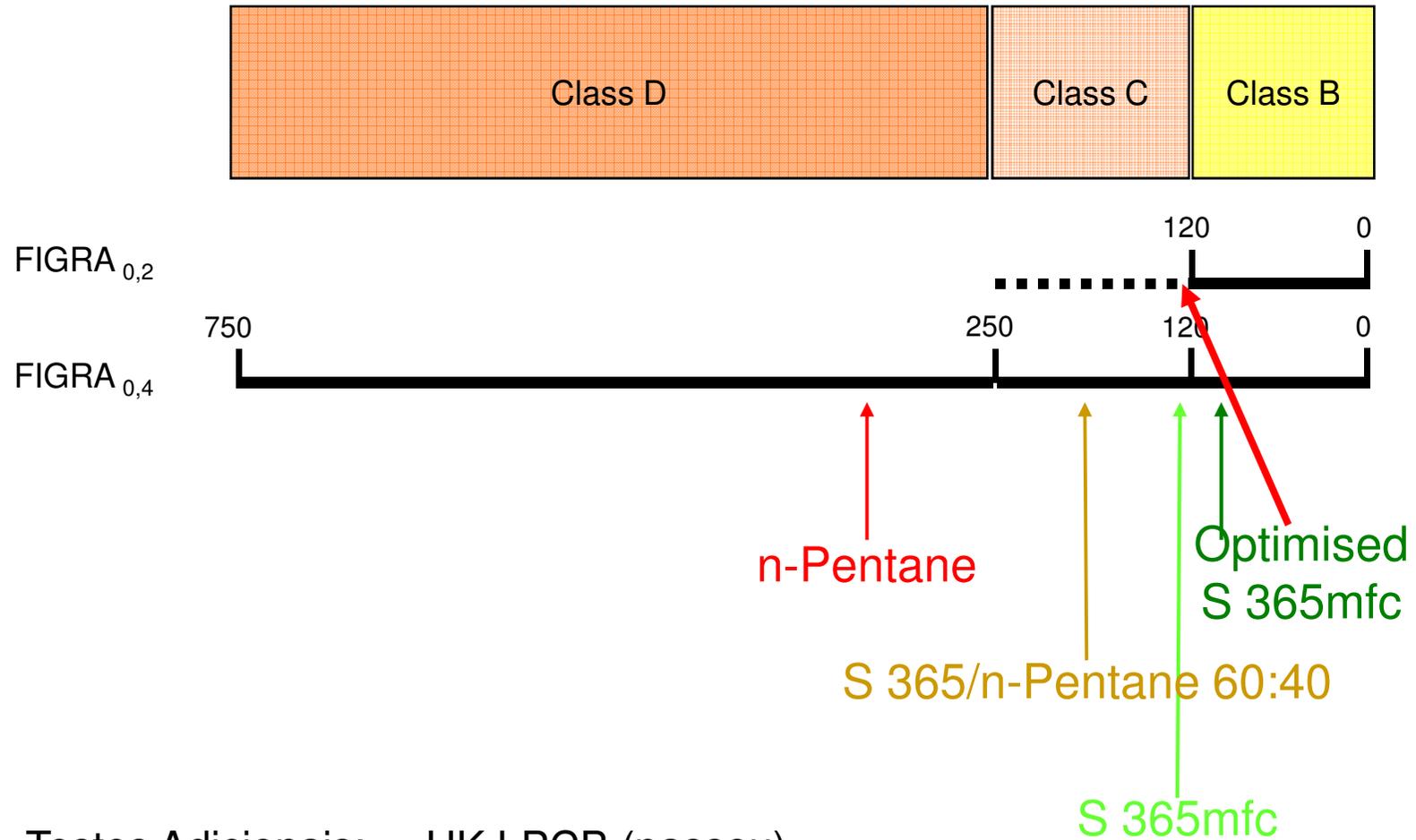




HFC 365 mfc – Resistência à Chama



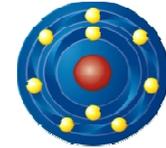
SBI-Test – EN 13 823



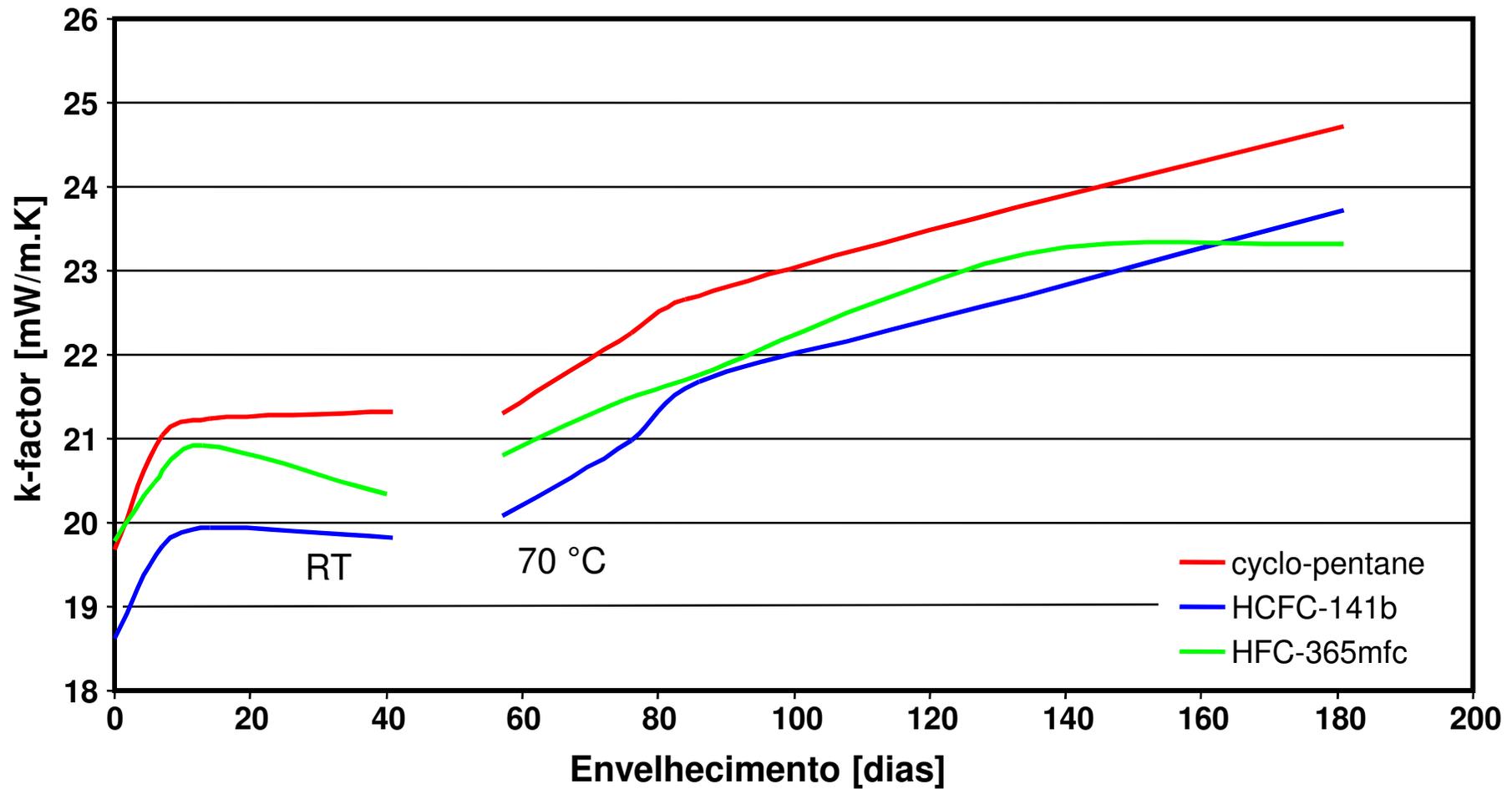
Testes Adicionais: UK LPCB (passou)
French Epiradiateur (M1) passou



Comparação do Envelhecimento de Espumas

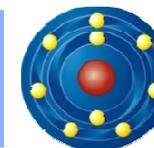


Medidas à 25°C





Desempenho Típico do HFC 365/227 (93:7)



LAMINADOS

	HCFC 141b	HFC 365	HFC 365 mfc/ i- pentano	n- pentano
K inicial (mW/m.k, 10°C)	18,6	19,5	19,8	22,5

APLICAÇÃO	Elementos de Construção	Elementos Descontínuos	Spray	Pour-in-Place
Densidade (kg/m ³)	39	32	62	49
K inicial (mW/m.K, 10°C)	20	20,5	21	20,5



Painéis Laminados e Sandwiches



REQUISITOS DO PRODUTO

- Alta capacidade de isolamento térmico
- Boa estabilidade dimensional

APLICAÇÕES

- Isolamento de grandes armazéns industriais e refrigerados e em transporte refrigerado

VANTAGENS

O uso da blenda HFC 365/227 oferece:

- Desempenho superior de isolamento térmico
- Excelente resistência à chama
- Facilidade de processamento



Espuma em Spray

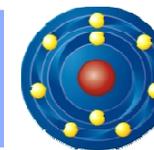


- Spray de sistema com HFC 365/227 pode ser **aplicado diretamente** em tetos e paredes
- Necessidade de **pouca preparação das superfícies**
- Os sistemas com HFC 365/227 são de **operação fácil e segura** em **todas as condições climáticas**
- Permite maior **economia de energia** e **reduz as emissões de CO₂**
- HC não é opção por questão de segurança
- H₂O resultam em espumas quebradiças com fator K elevado





Espuma em Spray – Comparação com Água



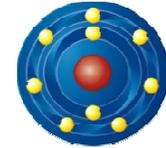
	Água/CO₂	HFC 365/227
Densidade [kg/m³]	> 40	30-33
K (initial)	> 28	19-20
Comp.à Chama	B 2	B 2
Comp da Espuma	Frágil	boa
Adesão	Média	boa
Preço /m3	~73 €	~68 €

**Melhor espuma a
preço mais baixo**

- Propriedades e Comparações
- Agente de Expansão em Espumas
- **Segurança e Manuseio**
- Uso como Co-agente de expansão
- Avaliações de Ciclo de Vida de Produto
- Conclusões



Emissão de HFC 365mfc Durante Aplicação por Spray

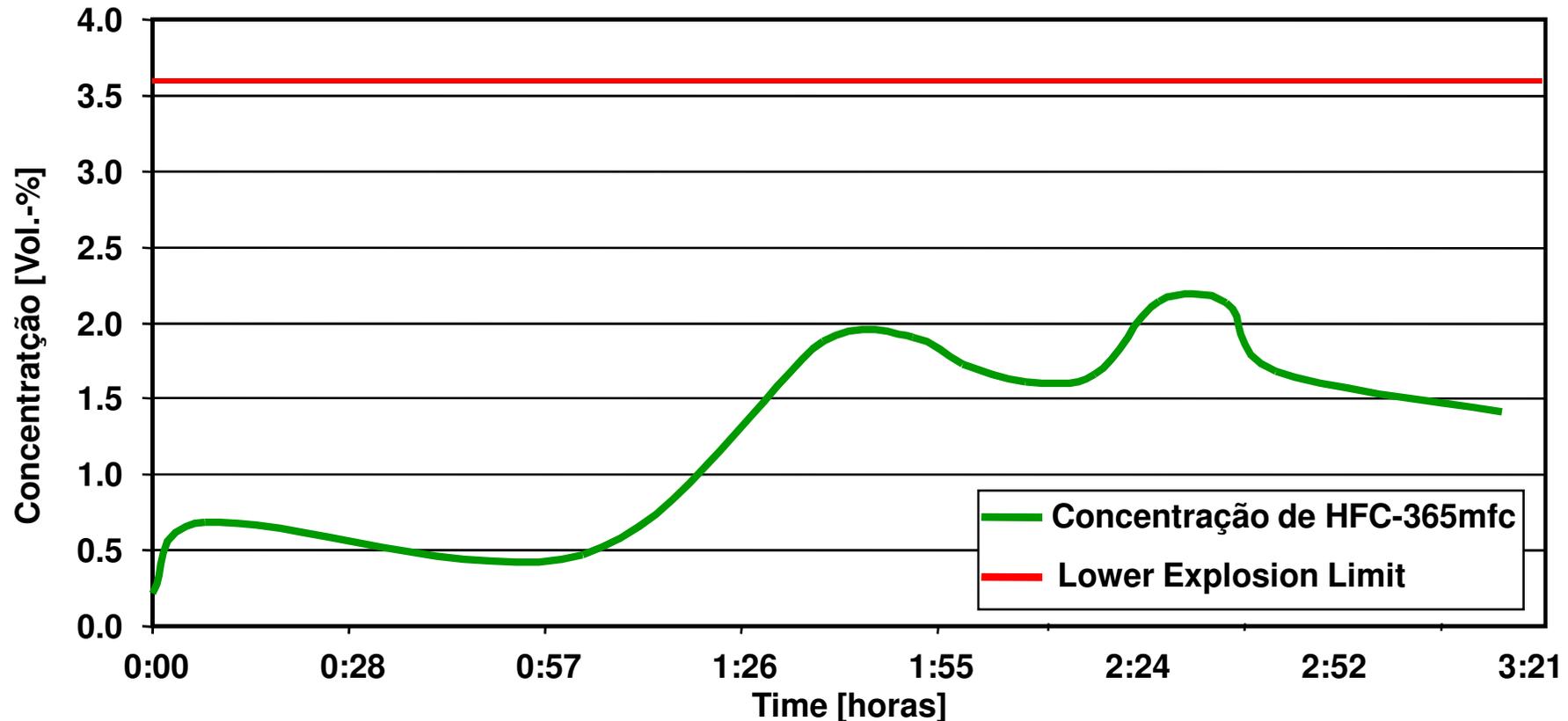


Dimensões:

Área: ~60 m²
Altura: ~70 cm
Abertura (Topo): ~70 x 70 cm
Espessura da espuma: ~20 cm

Propriedades

Classificação: PUR, B 2
Densidade: 32.3 [kg/m³]
Res. Compressão: 213 [kPa]
K , inicial: 19.8 [mW/m.K]





Sistemas pré-formulados ou formulados in situ para Aplicações Diversas



- Sistemas para espumas moldadas e “pour in place” para pequenos volumes de produção (aquecedores de água, produtos de nichos do mercado de refrigeração, isolamento de tubos, evaporadores...)
- O HFC 365/227
 - oferece a **segurança** de uso de um produto **não inflamável** para esses segmentos
 - é de **manuseio simples**
 - propicia a obtenção de espumas com **melhor capacidade de isolamento térmico**
- A **mudança** de HCFC 141b para HFC 365/227 é relativamente **simples**, sendo pequena a necessidade de ajustes do sistema.

- ④ Propriedades e Comparações
- ④ Agente de Expansão em Espumas
- ④ Segurança e Manuseio
- ④ **Uso como Co-agente de expansão**
- ④ Avaliações de Ciclo de Vida de Produto
- ④ Conclusões

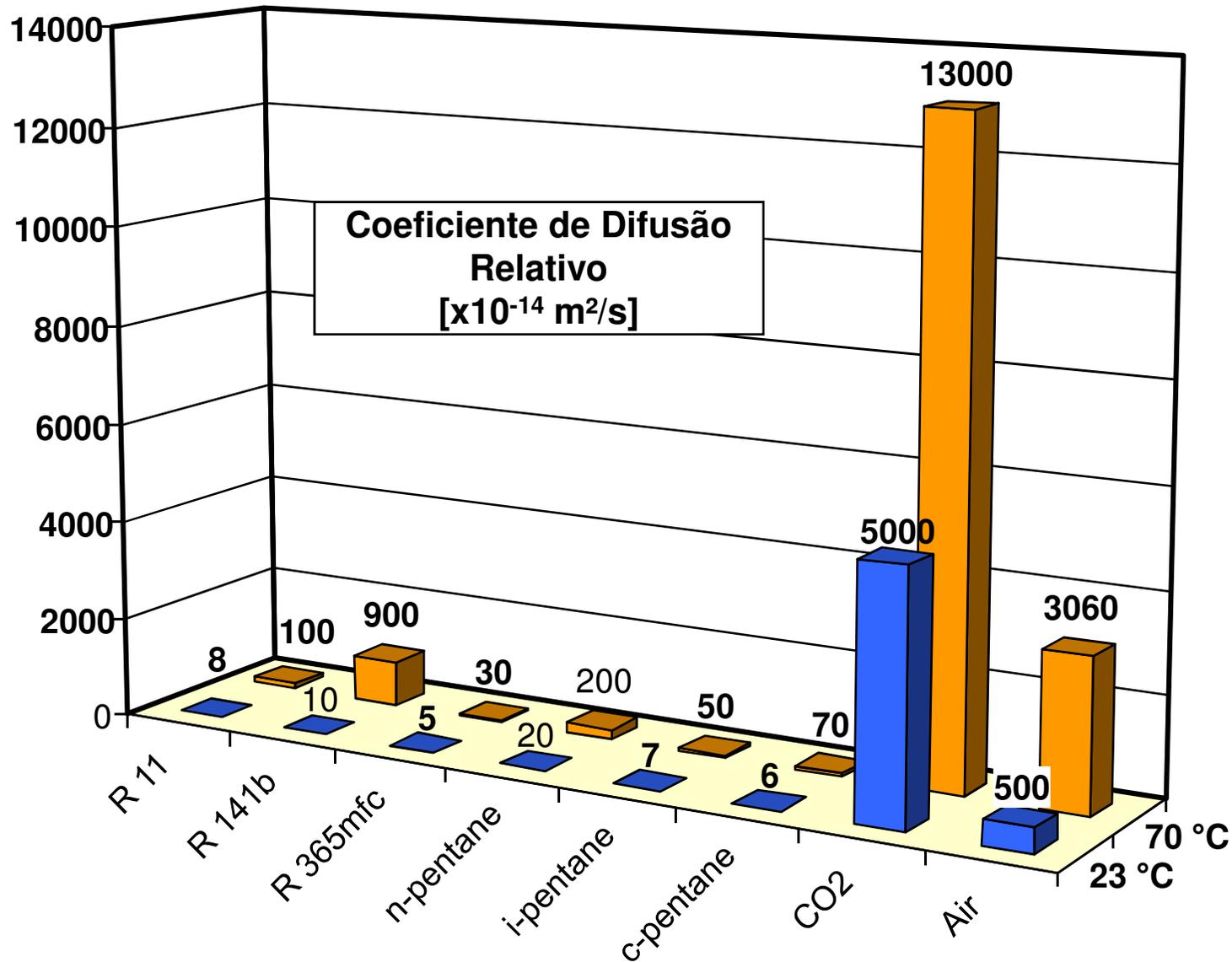


HFC 365 mfc como Co-agente de expansão com Pentanos



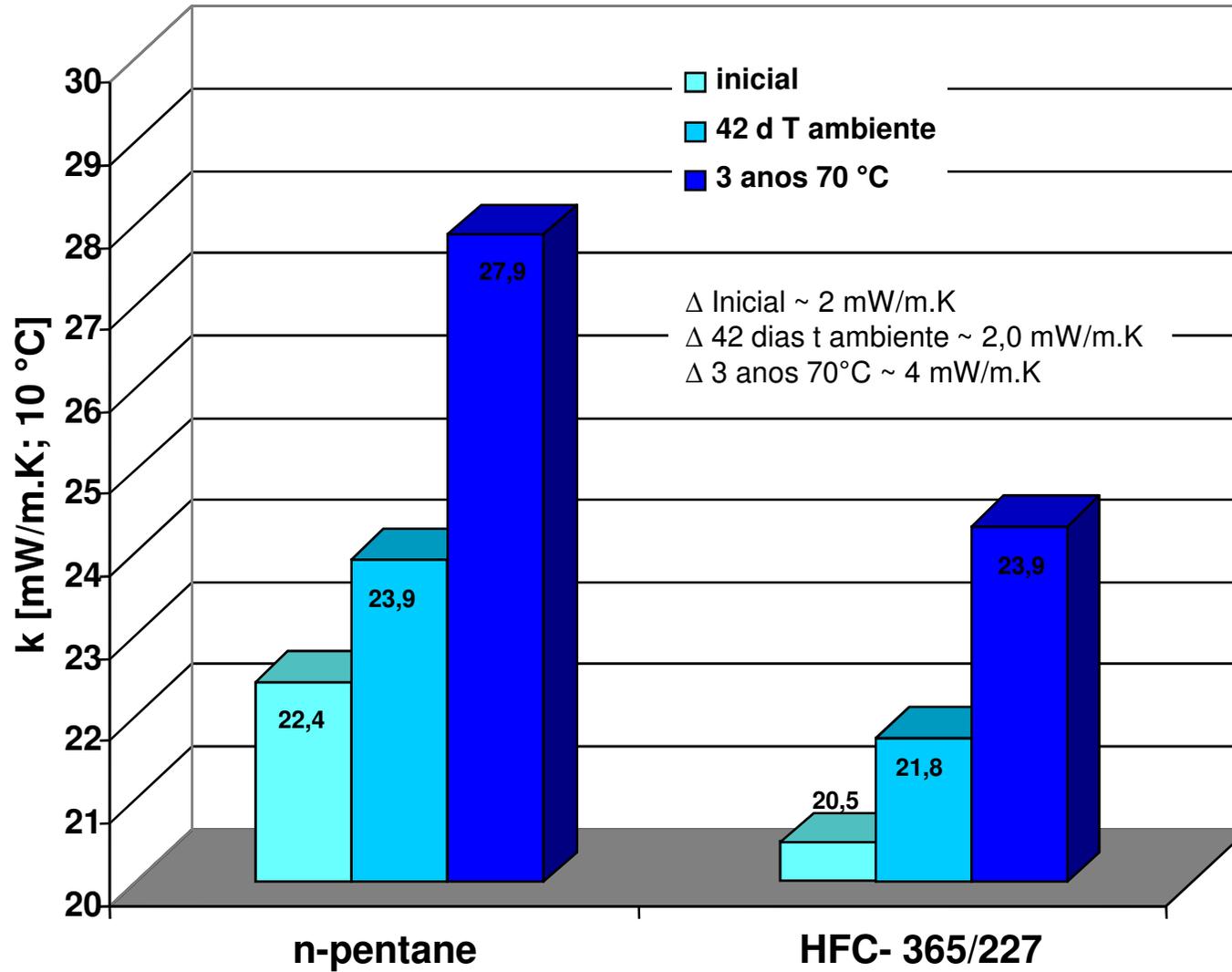
- Aplicação: painéis para isolamento térmico, painéis sandwich, refrigeradores domésticos
- O HFC-365mfc oferece **estabilidade dimensional** e **resistência à compressão** excelentes
- A taxa de difusão através da estrutura celular da espuma é muito baixa.
- É possível obter espumas de **baixa densidades** com boas propriedades → redução de custo (menos matéria prima)
- O desempenho como **isolante** é muito bom
- A substituição de parte do pentano por HFC 365mfc leva a uma **redução do custo** e **melhoria do desempenho** global da espuma
- GWP da mistura é menor do que o do HCF 365 mfc puro

Difusão de agentes de expansão nas espumas



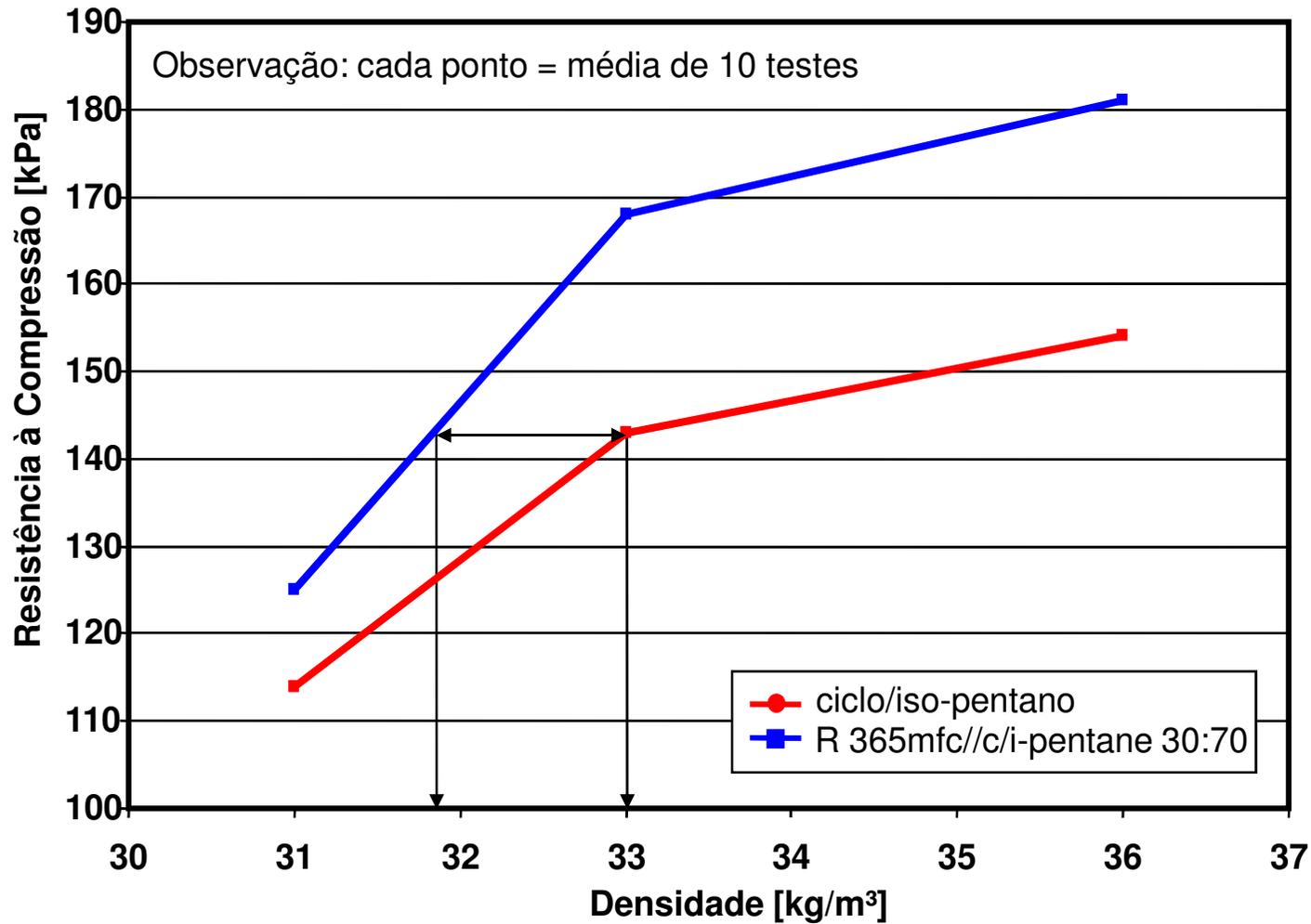
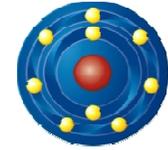


Fator K do HFC 365 com o tempo



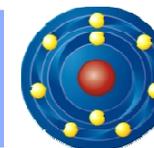


Redução da Densidade





Avaliação de Custo do HFC-365 mfc como Co-agente com Pentano por m³ de Espuma



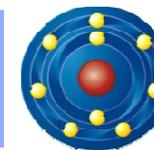
Sistema PIR para Sandwich Contínuo de Aço

	Receita Padrão	Receita c/ HFC 365	Custo Padrão (€/m3)	Custo com HFC 365 (€/m3)
Componente A	82,5	69,3 ↓	29,9	28,1
Catalisador 1	3,0	2,5 ↓	1,6	1,5
Catalisador 2	0,9	0,6 ↓	0,8	0,6
n-Pentano	6,5		1,3	
HFC 365mfc / n-Pentano (30/70)	-	6,2	-	2,9
MDI	124,0	104,0 ↓	44,9	42,2
TOTAL	216,90	182,60	78,57	75,21 ↓
Densidade (kg/m3)	39,3	37,0 ↓	39,3	37,0
Resistência à Compressão (kPa)	120	129 ↑	-	-
K (mW/m.K)	21,8	20,9 ↓	-	-

- 3,36 €/M3



Alto desempenho no uso do HFC 365 mfc



Exemplo: Isolamento de Tanque de Estocagem de GNL

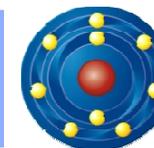
O Gás Natural Liequefeito se torna cada vêz mais importante na medida em que diminuem as reservas de petróleo.

Para o seu transporte o GNL é resfriado abaixo de $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ e embacardo nos chamados “LNG Tankers”, que têm alto requerimento de isolamento dos tanques reservatórios.





Alto desempenho no uso do HFC 365 mfc



Exemplo: Isolamento de Tanque de Estocagem de GNL

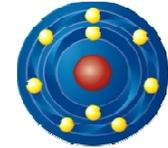


	HCFC-141b			HFC-365mfc		
	Topo	Wall	Bottom	Top	Wall	Bottom
Density [kg/m ³]	42	84	118	41.5	82.7	110
Comp.-Strength						
Required	170	530	870	170	530	870
Result	270	770	1280	340	840	1330
Comp.-Strength cryo.						
Required	220	690	1230	220	690	1230
Result	530	1690	2520	840	1130	1950
Insulation						
Required	21.3	22.9	25.1	21.3	22.9	25.1
Result	20.8	22.2	23.8	21.0	22.5	24.4

- ④ Propriedades e Comparações
- ④ Agente de Expansão em Espumas
- ④ Segurança e Manuseio
- ④ Uso como Co-agente de expansão
- ④ Avaliações de Ciclo de Vida de Produtos
- ④ Conclusões



Aspectos Ambientais



Sustentabilidade Avaliações de Ciclo de Vida

Já na fase de desenvolvimento, foram conduzidas avaliações abrangentes de Ciclo de Vida que demonstram a competitividade do ponto de vista ambiental dos produtos para isolamento espumados com HFC 365 mfc.

The collage features several documents related to the environmental assessment of HFC-365 mfc insulation products:

- Left Document:** "HFC-blown PUR thermal insulation" - An eco-efficient high-performance solution for renovation of domestic and commercial buildings. Logos for Solvay Fluor, Solvay, and Juntheisler are visible at the bottom.
- Middle Document:** "HFC-365 mfc-blown PU insulation sprays in Spain and Portugal" and "HFC-365 mfc and high performance rigid polyurethane insulation". It includes a "LIFE CYCLE ASSESSMENT" section with the Elastogran logo.
- Right Document:** "Creating more value with less impact" - Eco-efficiency of HFC-blown PUR thermal insulation. It includes an introduction and a section titled "What is Eco-efficiency?".

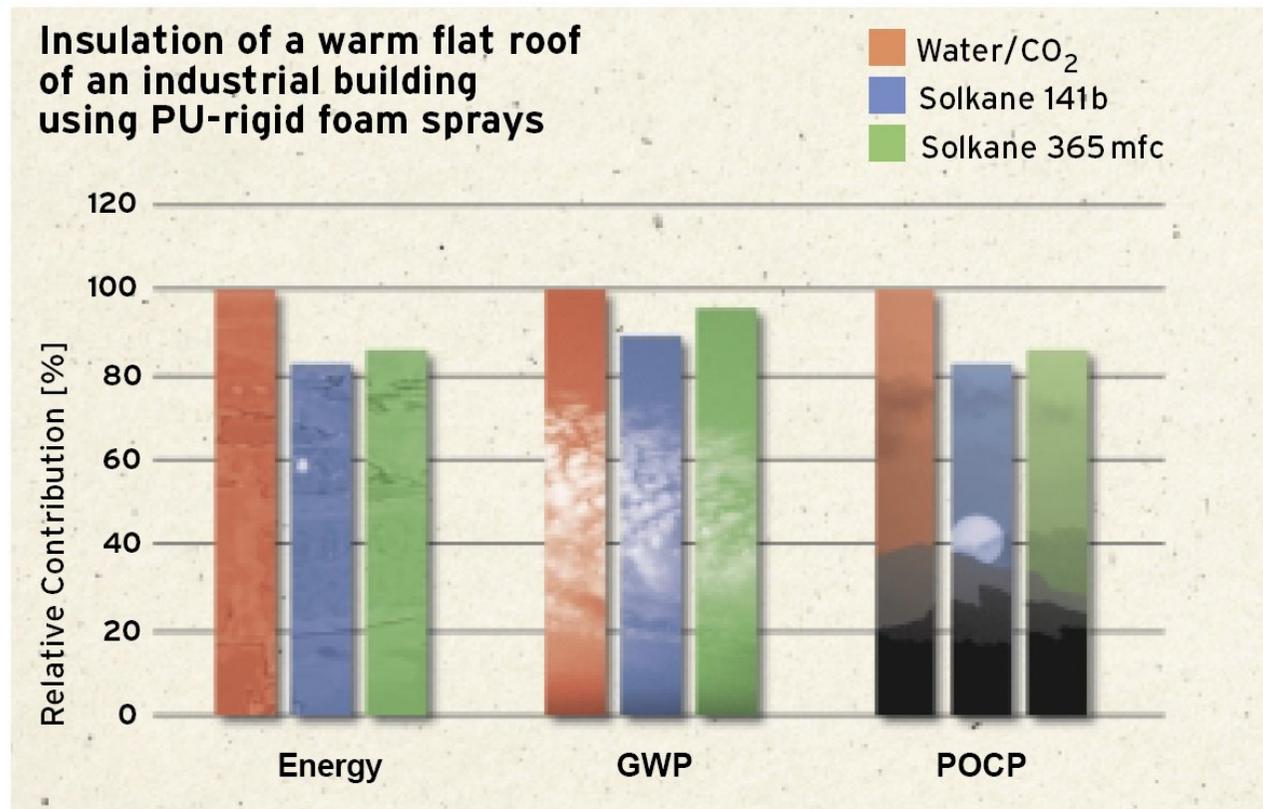
Technical images at the bottom of the collage include a thermal map, a window with insulation, and a night view of a building with a glowing light source.



Perfil Ambiental no Ciclo de Vida



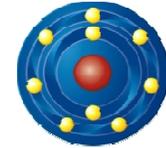
Água/CO₂ vs HCFC-141b vs HFC-365mfc Spray sobre teto industrial



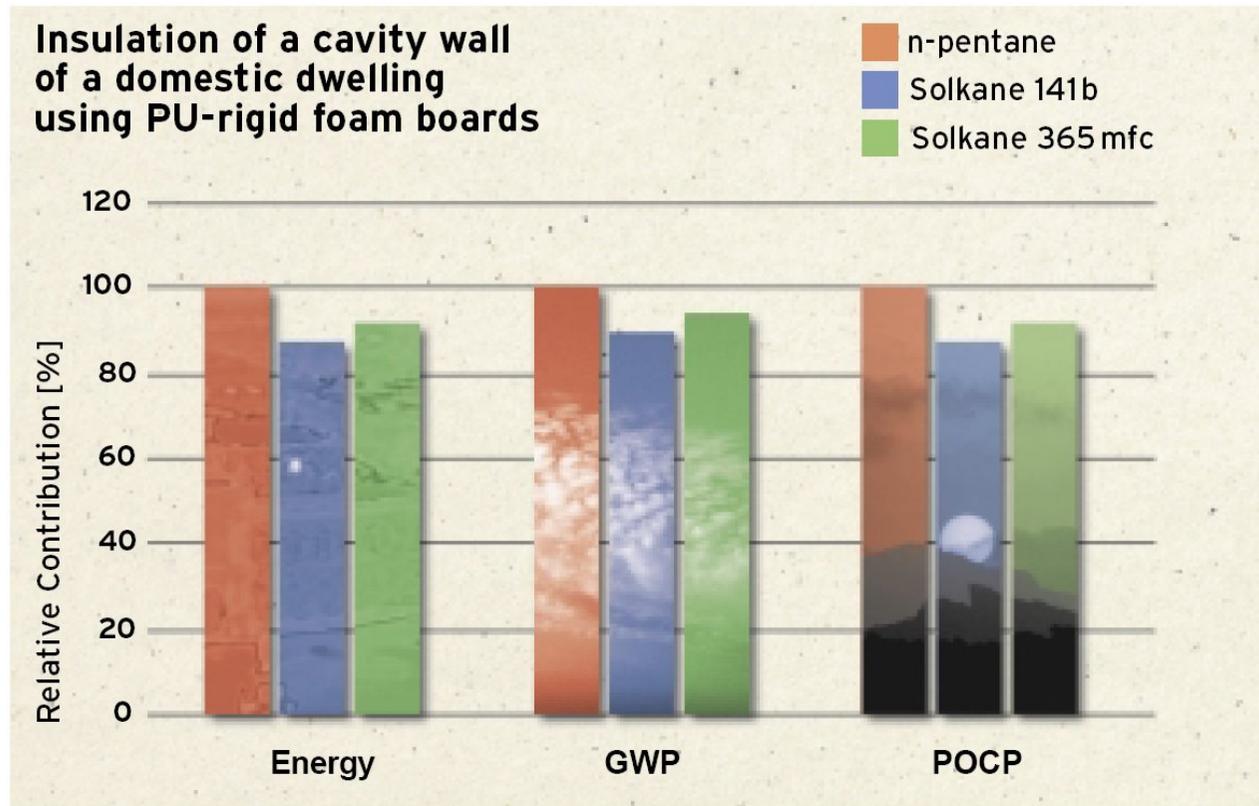
Fonte: "HFC-365mfc and high performance rigid polyurethane insulation"; Solvay, Elastogran, Kingspan, Synthesia, 2000



Perfil Ambiental no Ciclo de Vida



HCFC-141b vs HFC-365mfc vs n-Pentano Isolamento de residências com painéis rígidos



Fonte: "HFC-365mfc and high performance rigid polyurethane insulation"; Solvay, Elastogran, Kingspan, Synthesia, 2000

- ④ Propriedades e Comparações
- ④ Agente de Expansão em Espumas
- ④ Segurança e Manuseio
- ④ Uso como Co-agente de expansão
- ④ Avaliações de Ciclo de Vida de Produto
- ④ Conclusões



Vantagens do HFC 365 mfc



- O produto é líquido na condição de trabalho
- As suas blendas não são inflamáveis
- Apresenta o melhor comportamento à chama nas espumas entre todos os agentes de expansão físicos
- Apresenta o melhor desempenho no isolamento térmico inclusive com o envelhecimento da espuma, garantindo o maior efeito na redução de consumo de energia
- Possibilita a obtenção de espumas com baixa densidade e alta estabilidade dimensional com redução de custo



CONCLUSÕES



- Manuseio seguro e simples
 - As blindas não são inflamáveis
- Alto desempenho
 - Valores de fator k de 19-20 mW/m.K
- Econômico
 - Espumas de baixa densidade e alto desempenho
- Sustentável do ponto de vista ambiental
 - O GWP é compensado pela economia de energia