

**Substitutos do HCFC 141b Baseados
no Solkane® 365 mfc
Considerações Técnicas, Econômicas e Ambientais**

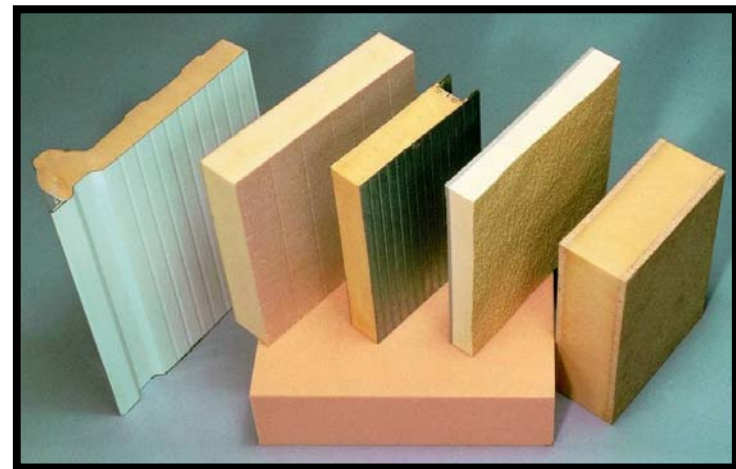
**Painel de Isolamento Térmico
São Paulo, 27 de Outubro de 2011**



AGENDA

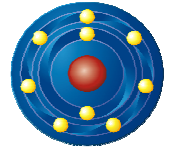


- **Cronograma de phase out de HCFCs**
- **Apresentação do HFC 365 mfc e sua mesclas**
- **Comparação entre os agentes de expansão**
- **Aspectos técnicos e econômicos na substituição de HCFCs**
- **Desempenho ambiental de produtos alternativos aos HCFCs**
- **Segurança e manuseio**
- **Resumo e Conclusões**





Phase Out de CFCs e HCFCs



Protocolo de Montreal

Outras Regulamentações

CFC

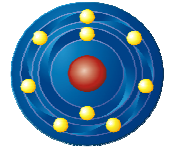
HCFCs

Data	Developed	Article 5	Developed	Article 5
	CFC Control		HCFC Control	
1996	Phased out			
06/1999		Freeze levels		
2005		reduce by 50%		
2007		reduce by 85%		
2010		phased out	reduce by 65%	
2015			reduce by 90%	Freeze levels
2020			phased out (service tail)	
2040				phased out

- Européia
- Nacionais
 - Alemanha,
 - Dinamarca,
 - Suíça....



Phase Out de HCFCs em países do Artigo 5

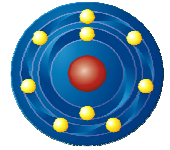


DATA	REDUÇÃO
2013	Congelamento
2015	10%
2020	35%
2025	67,5%
2030	97,5%
2040	100,0%

Base: Consumo médio em 2009 e 2010



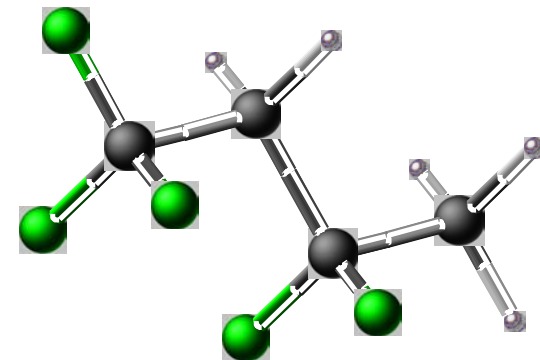
SOLKANE[®] 365mfc



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



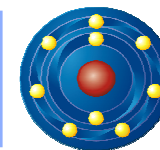
Peso Molecular	148
Ponto de Ebulição (°C)	40,2
Densidade (20°C kg/l)	1,25
λ (mW/m K, 25°C)	10,6
ODP	0



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



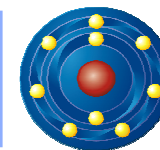
Comparação das Propriedades



	HCFC-141b	HFC-365mfc	HFC-245fa	n-Pentane	c-Pentane	Methylal	Methylformiate	
MW	116.95	148.08	134.05	72	70.14	76	60	
Bp	31.7	40.2	15.3	36.1	49.5	41	32	[°C]
k-Factor	9.5	10.6	12.2	15.2	12	13.1	10.7	[mW/m.K]
GWP	725	890	950	3 - 7	11	negligible	~ 1	
ODP	0.11	0	0	0	0	0	0	
VOC	no	no	no	yes	yes	yes	yes	
Flammability	none	yes	none	yes	yes	yes	yes	
LEL	5.6	3.6	-	1.4	1.4	2.2	5	[% volume]
UEL	17.7	13.3	-	7.8	8.3	19.9	23	[% volume]



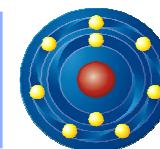
SOLKANE[®] 365 e suas Mesclas



Agente de Expansão	Composição (% peso)	Peso Molecular	Ponto de Ebulição (°C)	Flash Point	λ (mW/m K) 25 °C
Solkane [®] 365 mfc	100	148	40,2	-27 °C	10,6
Solkane [®] 227ea	100	170	-16,5	não	12,7
Solkane [®] 365/227	93/7	150	30	não	10,7
Solkane [®] 365/227	87/13	151	24	não	10,9



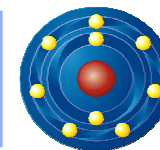
Opções de Agentes de Expansão



	CFC 11	HCFC 141b	HFC 365 mfc	HFC 245 fa	HFC 365 mf /227fa (93/7)	c-Pentano	n-Pentano	i-Pentano
Peso Molecular (g/mol)	137,4	116,9	148	134	149,6	70	70	72
Ponto de Ebulição (°C)	23,7	32,1	40	15,3	30	49,3	36	27,8
P _v (Bar a 20°C)	0,883	0,689	0,469	1,227	0,7	0,338	0,648	0,779
Condutividade Térmica (v)	8,23	10,04	10,6	12	10,7	11,97	15	15
Flash Point (°C)	none	none	-27	none	none	-7	-56,2	-57
ODP	1	0,11	0	0	0	0	0	0
GWP (horizonte 100 anos)	4600	700	890	950	1073	11	11	11



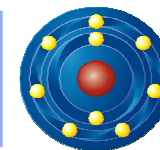
Produtos à base de HFC 365 mfc



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



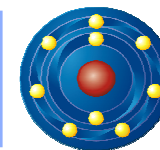
Dados Toxicológicos



	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

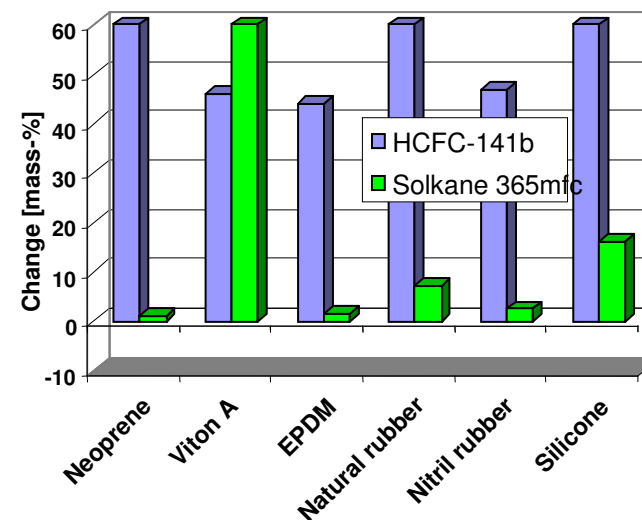
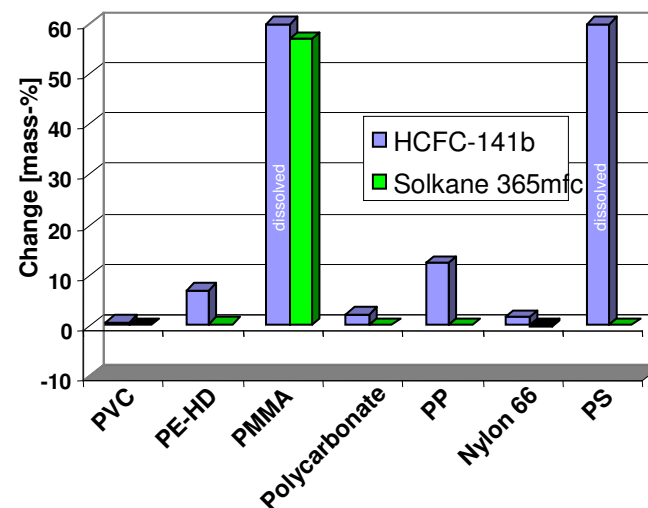


Compatibilidade com plásticos e elastômeros



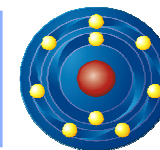
Materials	HCFC-141b	Solkane 365mfc
Thermoplastics		
PVC	0,77	-0,02
PE-HD	7,1	0,37
PMMA	dissolved	57
Polycarbonate	2,3	0,27
PP	12,5	0,16
Nylon 66	1,87	-0,33
PS	dissolved	0,19
Elastomers		
Neoprene	87	1,02
Viton A	46	90,5
EPDM	44	1,6
Natural rubber	185	7,2
Nitril rubber	47	2,5
Slicone	110	16,1

Depois de 7 dias de imersão (% peso)





Solubilidade do Solkane 365mfc



HCFC-141b Solkane® 365mfc n-pentane c-pentane

Polyether

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

Polyester

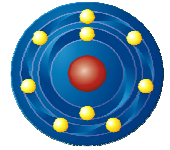
Repol 201-28	57	21	2,7	5,4
Stepanpol PS 3152	34	31	6,5	6,6
Terate 203	32	18	1,3	no data
Terate 2541	42	11	0,1	no data

Miscellaneous

T CPP	solúvel	solúvel	10	solúvel
MDI 44 V20	solúvel	12	4,1	6,6
Dipropylene glycole	solúvel	solúvel	13	36



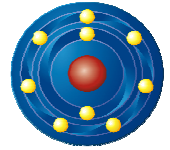
Aspectos Técnicos e Econômicos



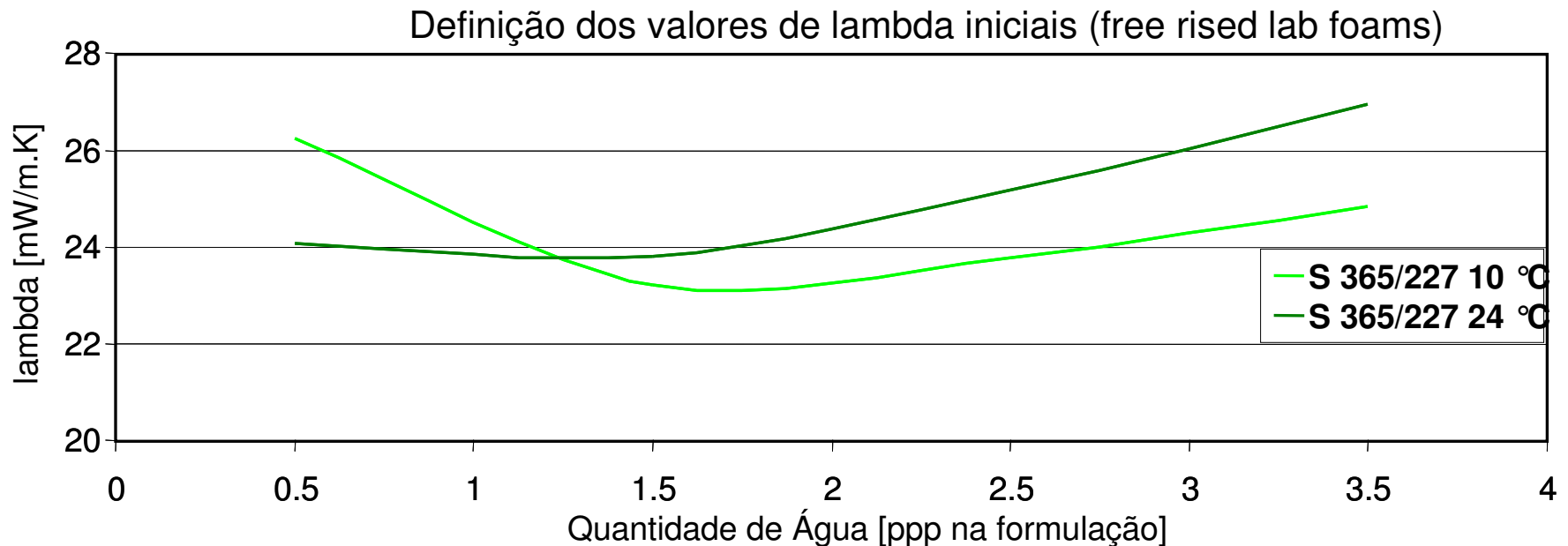
- **Custo de agentes expansores HFCs >> HCFC-141b (Factor 3-5) mas ...**
- **....Devemos nos orientar pelo custo por m³ de espuma e não pelo custo por kg de agente de expansão**
- **Quando comparado aos pentanos, o Solkane[®]365mfc ou suas misturas (inclusive com pentanos) permitem a obtenção de espumas com:**
 - **melhor resistência à compressão**
 - **reduzida inflamabilidade**
 - **melhor λ**

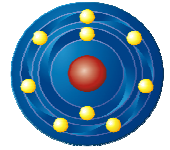


Estratégia para substituição do R 141b



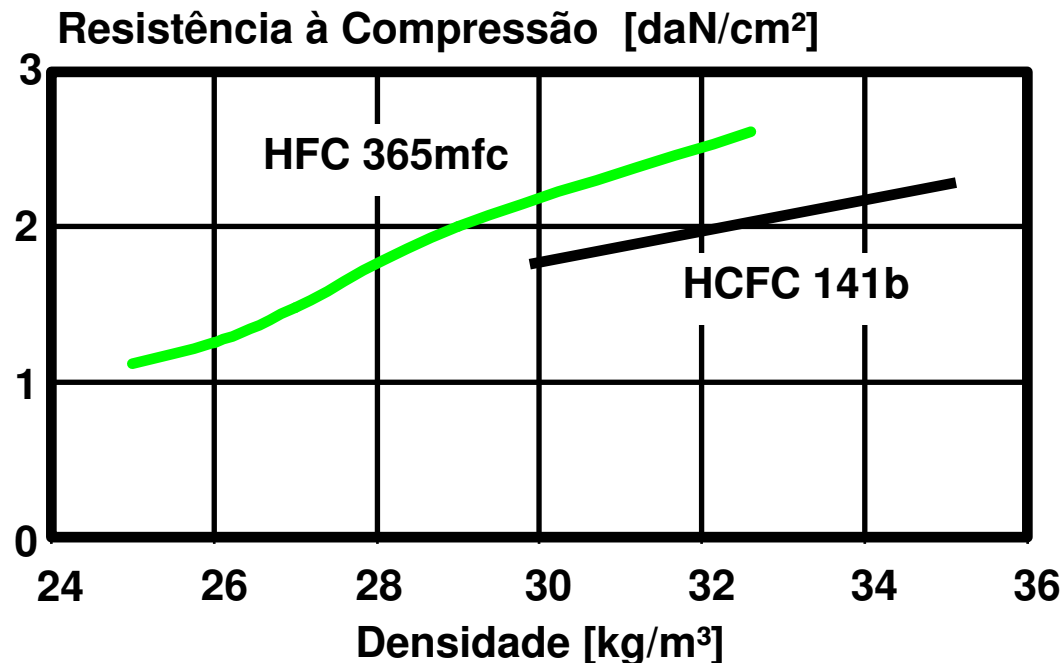
- Etapa 1: Substituir o HCFC-141b por Solkane® 365/227 na relação molar 117 : 148
- Etapa 2: Substituir o Solkane® 365/227 gradualmente por água reduzindo a densidade e ajustando a resistência à compressão em paralelo





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**





Aspectos Técnicos e Econômicos

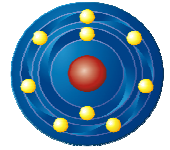


Exemplo de otimização de custo com uso de Solkane[®] 365/227

- A substituição direta de HCFC-141b com Solkane[®] 365/227 (com igual quantidade de H₂O na formulação..0.5 partes) resulta em uma espuma 15-20% mais cara (por m³)
- O uso do Solkane[®] 365/227, com o teor de água na formulação aumentado para 1.5 partes, resulta em diferenças de custo abaixo de 5%/kg de espuma
- A **diminuição da densidade** (com o uso de menores quantidades de componentes da espuma) pode reduzir ainda mais o custo global.
- O uso de **menos energia** por melhora da capacidade de isolamento resulta em economia adicional.



Aspectos Técnicos e Econômicos



Espuma em Spray

- Spray de sistema com HFC 365/227 pode ser aplicado diretamente em tetos e paredes
- Necessidade de **pouca preparação** das superfícies
- Spray de sistemas com Solkane® 365/227 é uma solução econômica e de alto desempenho para restauração.
- Os sistemas com Solkane®365/227 são de **fácil operação em todas as condições climáticas**
- Permite maior economia de energia e reduz as emissões de CO₂
- **HC não podem ser usado (segurança)**
- **H₂O não pode ser usado (espuma quebradiça / λ alto)**





ESPUMA EM SPRAY – COMPARAÇÃO COM ÁGUA

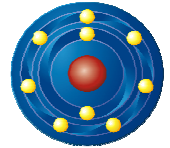


	Água/CO₂	Solkane® 365/227
Densidade [kg/m³]	> 40	30-33
Lambda (initial)	> 28	19-20
Comp.à Chama	B 2	B 2
Comp da Espuma	Frágil	boa
Adesão	Média	boa
Preço /m3	~73 €	~68 €

**Melhor espuma a
preço mais baixo**



Emissão de Solkane 365mfc durante aplicação por spray



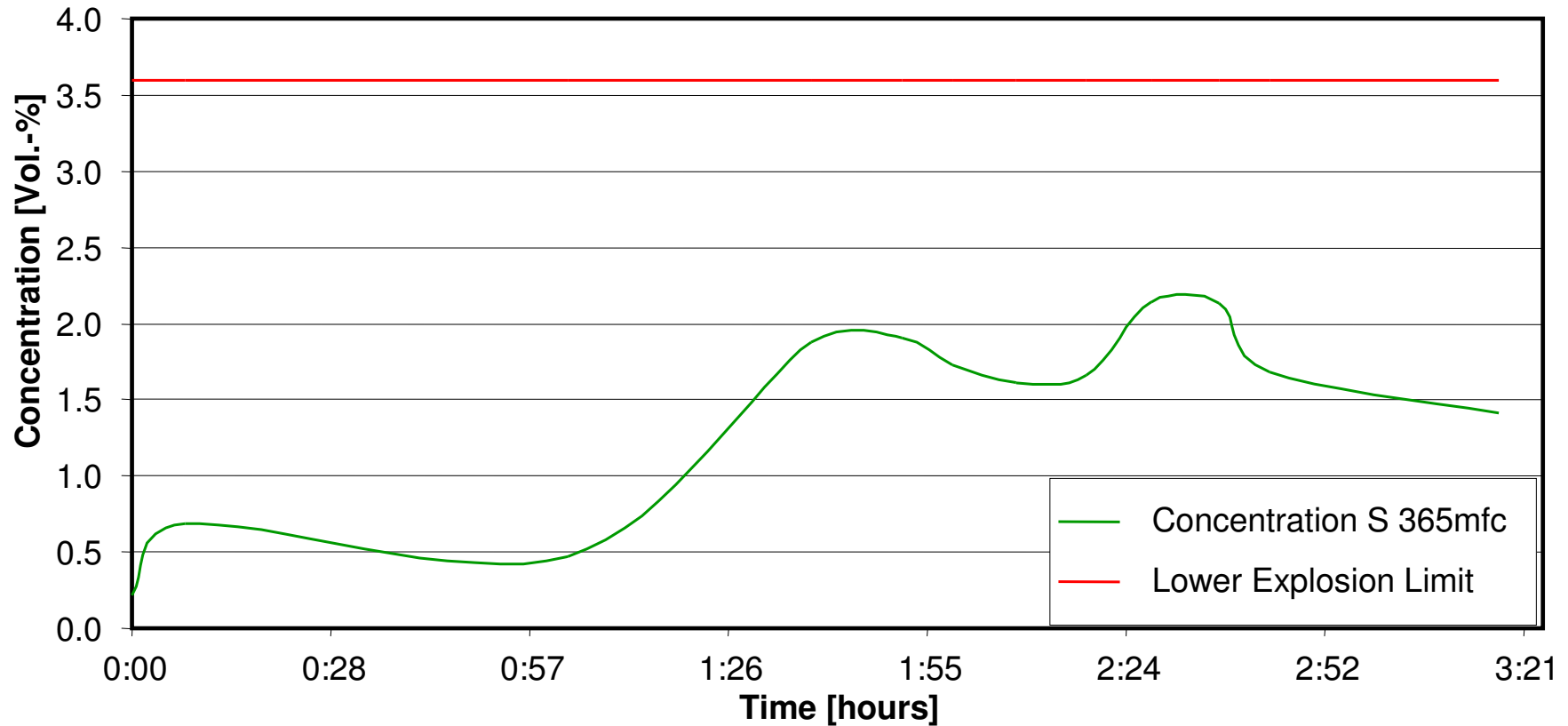
Dimensions:

Área: ~60 m²

Abertura (Topo): ~70 x 70 cm

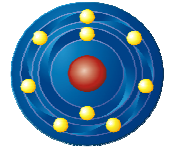
Altura: ~70 cm

Foam thickness: ~20 cm





Aspectos Técnicos e Econômicos

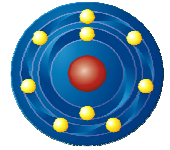


Sistemas pré formulados ou formulados in situ para Aplicações Diversas

- Sistemas para espumas moldadas e “pour in place” para pequenos volumes de produção (aquecedores de água, produtos em nichos do mercado de refrigeração, isolamento de tubos, evaporadores...)
- Containers e baús refrigerados, painéis para isolamento contínuos e descontínuos, painéis sandwich, eletrodomésticos
- O Solkane[®] 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 condutibilidade térmica**
- A **mudança** de HCFC 141b para Solkane[®] 365/227 é relativamente **simples**, sendo pequena a necessidade de ajustes do sistema.



Aspectos Técnicos e Econômicos



Solkane[®] 365mfc

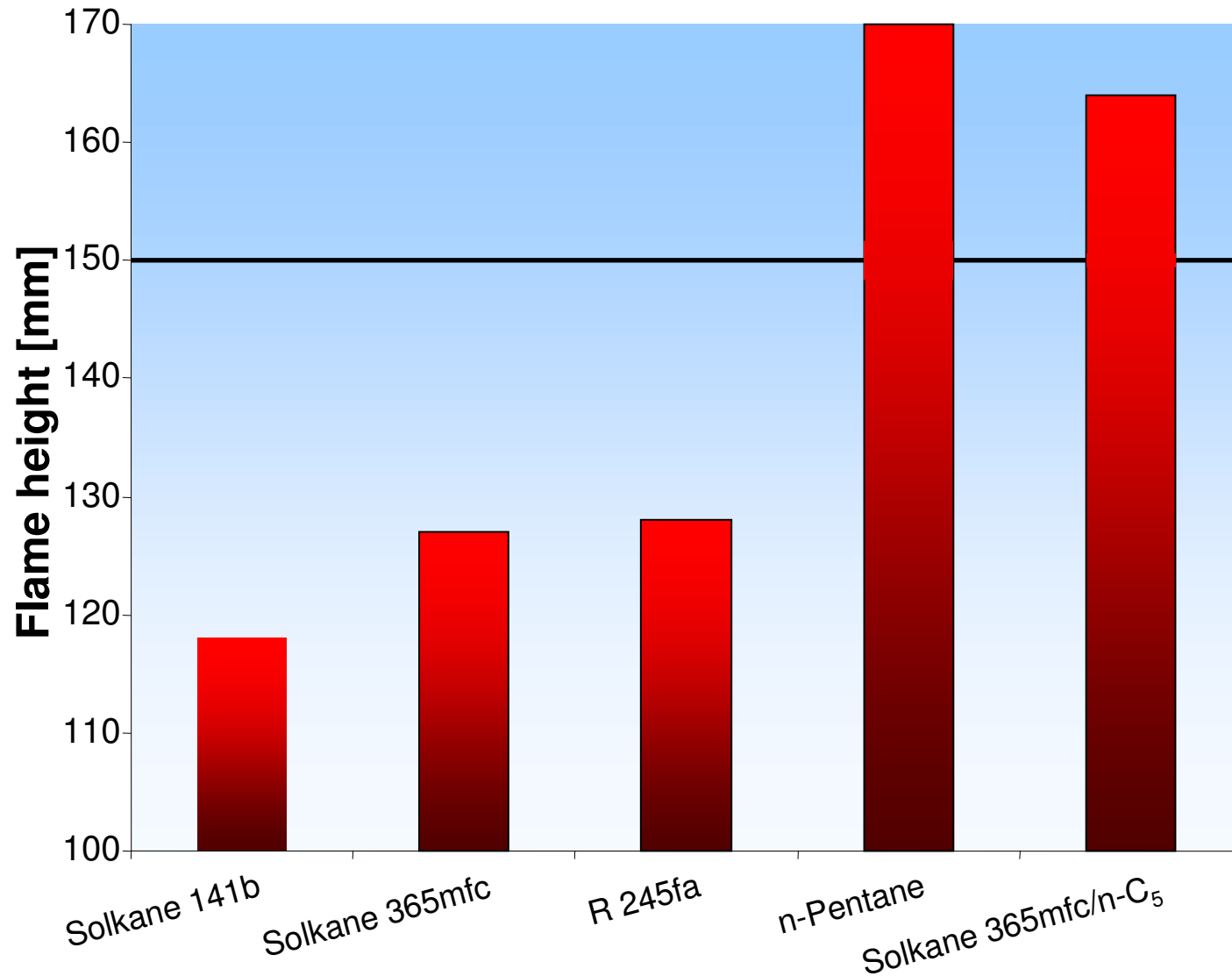
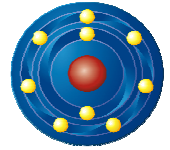
Co-agente de expansão com Pentanos

- Aplicação: painéis para isolamento térmico, painéis sandwich, refrigeradores domésticos
- O Solkane[®]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 melhorado
- 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

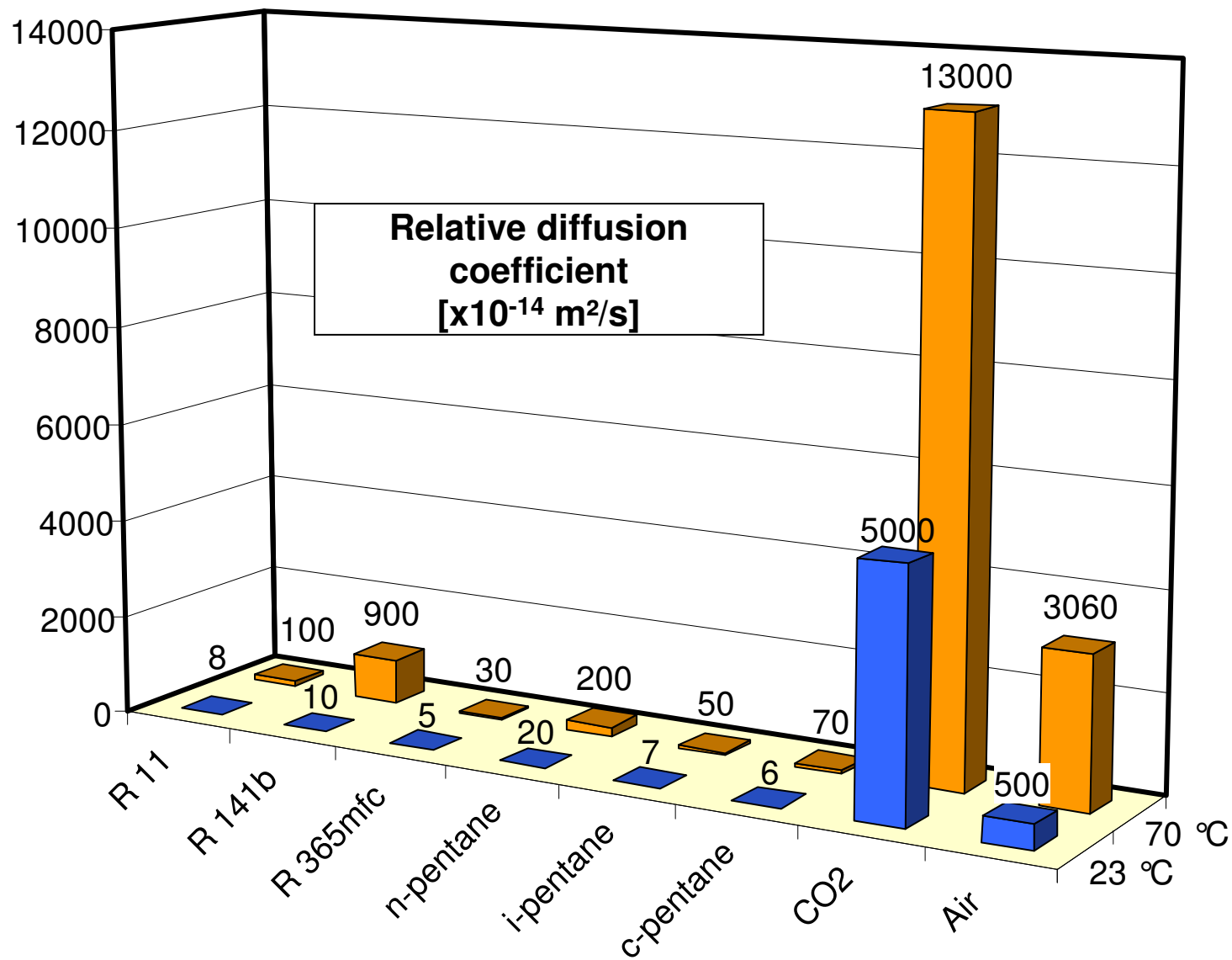
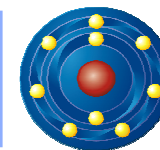


Inflamabilidade de Espumas

EN ISO 11925-2 – Ignitability Test (B2)

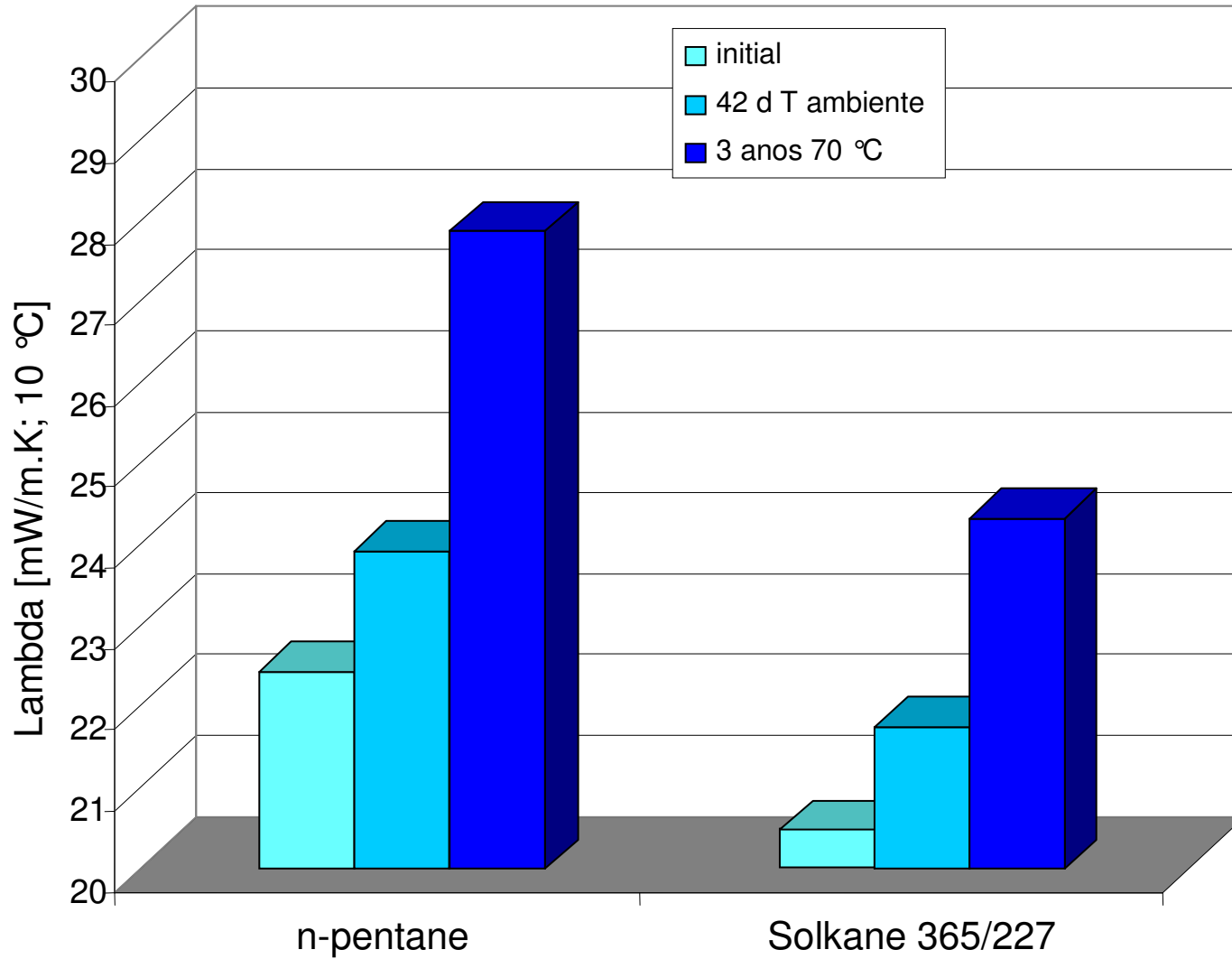


Difusão de agentes de expansão nas espumas



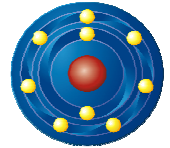


Fator Lambda do Solkane® 365 com o tempo





Avaliação de Custo do Solkane® 365 como co-agente com Pentano por m³ de Espuma

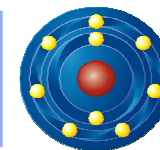


Sistema PIR para Sandwich Contínuo de Aço

	Formulation		Costs	
	Standard [pbw]	Co-Blowing [pbw]	Standard [EURO/m ³]	Co-Blowing [EURO/m ³]
Component A	82.5	69.3	29.92	28.08
Catalyst 1	3.0	2.5	1.63	1.52
Catalyst 2	0.9	0.6	0.82	0.61
n-Pentane	6.5		1.30	
S 365mfc/n-Pentane (30:70)		6.2		2.85
MDI	124	104	44.90	42.15
Sum	216.7	182.6	78.57	75.21
Density [kg/m ³]	39.3	37.0	39.3	37.0
Comp. Strength [kPa]:	120	129		
Lambda [mW/m.K]:	21.8	20.9		
Difference				-3.36 €/m³



Aspectos Ambientais



Sustentabilidade Avaliações de Ciclo de Vida

HFC-blown PUR thermal insulation
An eco-efficient high-performance solution for renovation of domestic and commercial buildings

HFC-365 mfc-blown PU insulation sprays in Spain and Portugal

HFC-365 mfc and high performance rigid polyurethane insulation

LIFE CYCLE ASSESSMENT
Elastogran

"Creating more value with less impact"
Eco-efficiency of HFC-blown PUR thermal insulation

Introduction
Renovation of the existing building stock is among the most important ways to cut energy demand and carbon dioxide emissions in Europe, but what is the most efficient solution for thermal insulation? The answer lies in achieving cost-effectiveness and avoiding greenhouse gas emissions. An Eco-efficiency study analyzes both aspects.

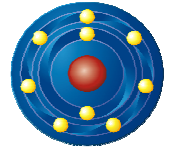
What is Eco-efficiency?

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

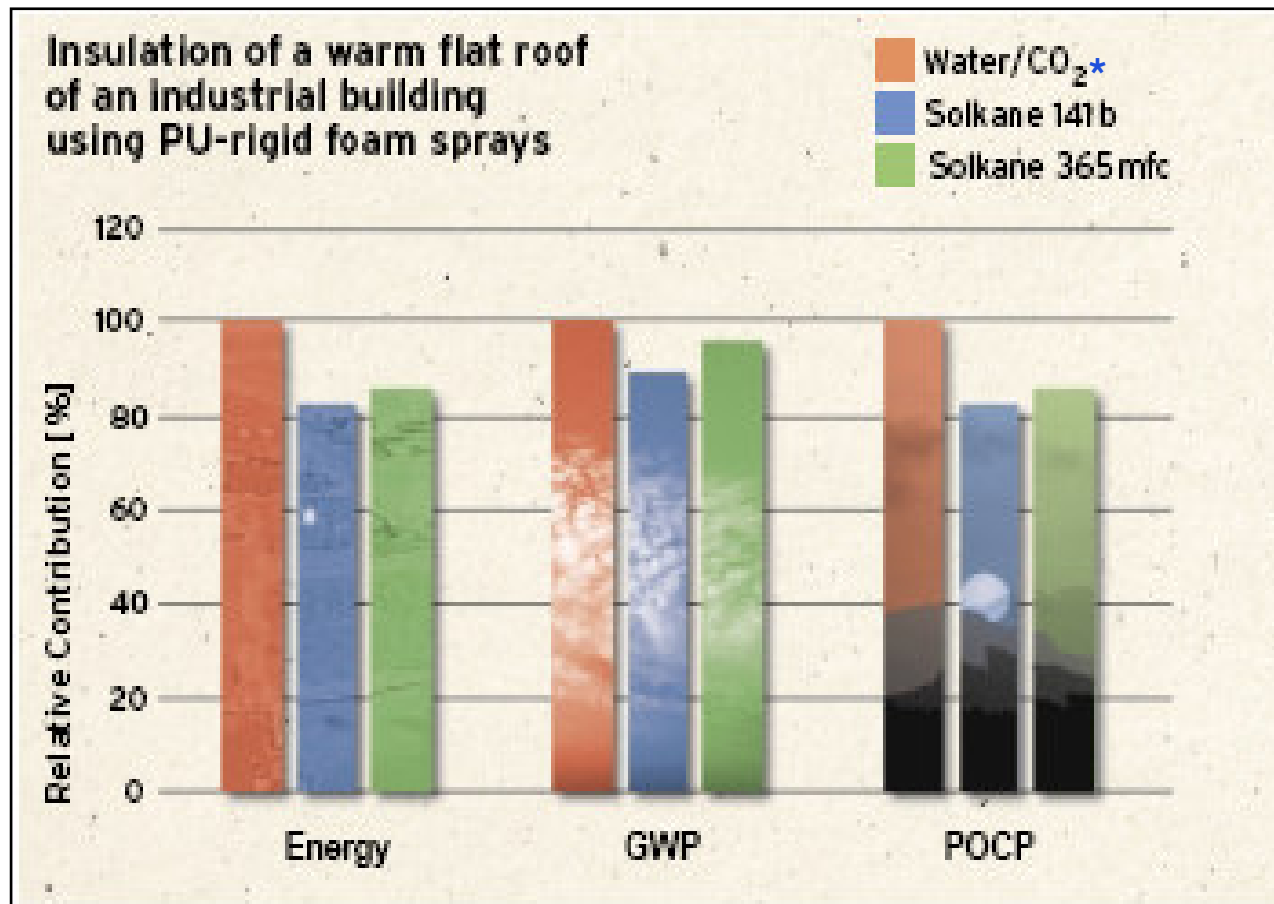
Solvay Fluor, Synthesier, Solvay Fluor, Solvay Fluor



Aspectos Ambientais

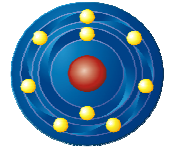


Perfil Ambiental no Ciclo de Vida Água/CO₂ vs HCFC-141b vs HFC-365mfc Spray sobre teto industrial

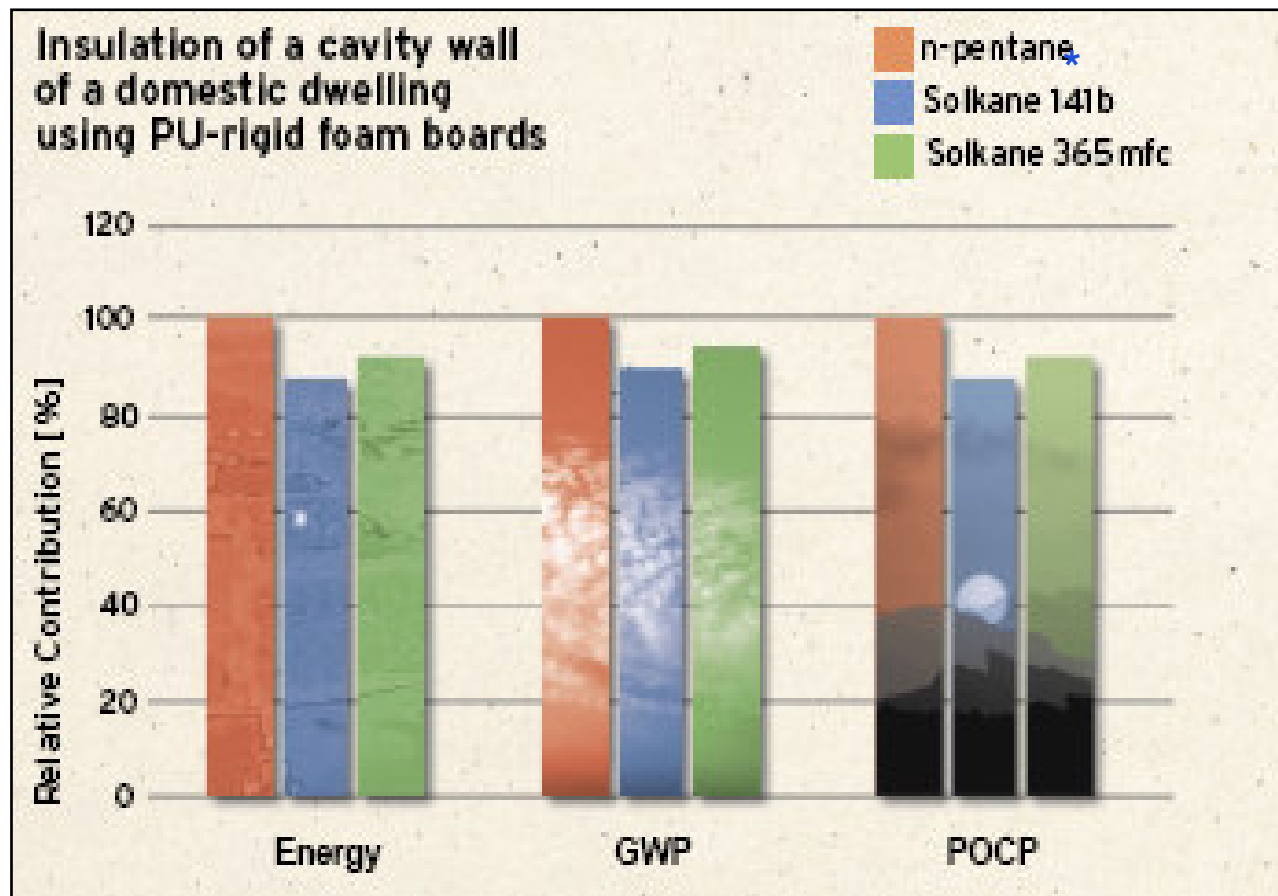




Aspectos Ambientais

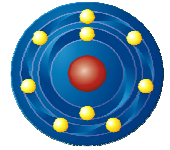


Perfil Ambiental no Ciclo de Vida HCFC-141b vs HFC-365mfc vs n-Pentano Isolamento de residências com painéis rígidos





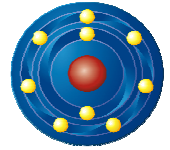
Vantagens do Solkane® 365



- 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 emissões de CO₂ por redução de consumo de energia
- Possibilita a obtenção de espumas com baixa densidade e alta estabilidade dimensional com redução de custo



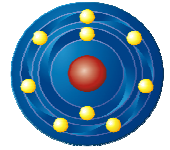
CONCLUSÕES



- **Várias aplicações exigirão Solkane[®] 365mfc e suas blends por razões associadas ao desempenho e segurança.**
- **A competitividade ambiental do Solkane[®] 365 e suas blends foi provada em vários estudos de Eco-eficiência e de Ciclo de Vida de produtos**
- **A mudança de R 141b para Solkane[®] 365 e suas blends é apropriada e sustentável tanto do ponto de vista ecológico quanto econômico.**



CONCLUSÕES



Solkane[®] 365mfc e suas misturas

Quando a performance de isolamento é importante



Quando uma alta resistência ao fogo é mandatória



Quando as normas de segurança da produção são proibitivas