

Science For A Better Life

Honeywell

Espumas com misturas de agentes expansores Solstice® LBA e Ciclopentano Contribuindo para a eficiência energética na Refrigeração

Novembro de 2014 – Fernanda Porto – Painel Isolamento Térmico



Agenda

- A constante busca por materiais mais eficientes energeticamente
- A contribuição das espumas de Poliuretano
- Resultados de testes em parceria Bayer e Honeywell com misturas 1:1 de CP 95% e Solstice® LBA
- Considerações Finais

Indústria de Refrigeração

Introdução



- Refrigeradores são responsáveis por uma porção significativa no consumo de energia das casas
- Aumentar a eficiência energética dos refrigeradores é um dos grandes desafios para a indústria de refrigeração
- Legislação e aumento da conscientização ambiental são os grandes motivadores para a inovação e desenvolvimento de novas tecnologias
- Materiais com baixos coeficientes de condutibilidade térmica são a chave para a redução do consumo de energia

Atingir todos estes objetivos, utilizando-se de materiais que não destruam a camada de ozônio e não contribuam para o aquecimento global tornam ainda mais desafiador

Indústria de Refrigeração

Necessidades dos Clientes e Consumidores



Fabricantes de refrigeradores demandam melhoria na capacidade de isolamento a baixo custo/unidade.

- Baixa condutibilidade térmica para atingir os altos níveis de eficiência energética
- Boa fluidez para assegurar a processabilidade e o preenchimento dos produtos
- Manter o uso dos equipamentos disponíveis com as tecnologias de processamento de Poliuretano já estabelecidas
- Uso de materiais “*eco-friendly*”

Espumas de Poliuretano

Fatores da Condutividade Térmica da Espuma

Equação de Condutibilidade segundo Glicksman:

$$\lambda_{\text{espuma}} = \lambda_{\text{gas (dentro da célula)}} + \lambda_{\text{matriz (PUR)}} + \lambda_{\text{radiação}}$$

- $\lambda_{\text{gas (dentro da célula)}}$ é a média ponderada dos valores dos gases presentes dentro da estrutura celular da espuma
- $\lambda_{\text{PUR matrix}}$ depende da condutividade térmica do polímero e da fração de polímero em volume (Densidade) presente na espuma
- $\lambda_{\text{radiação}}$ é dependente do tamanho e da distribuição celular. Para espumas de baixa densidade, a proporção do $\lambda_{\text{radiação}}$ pode ser entre 15% e 27%

Expansores para Espumas de Poliuretano

Desafios



- Utilização de expansores com menor condutibilidade térmica, que garantam boa estabilidade dimensional a frio e que sejam viáveis do ponto de vista de sustentabilidade.
- Que o processo atual seja minimamente modificado, e que os equipamentos possam ser aproveitados.

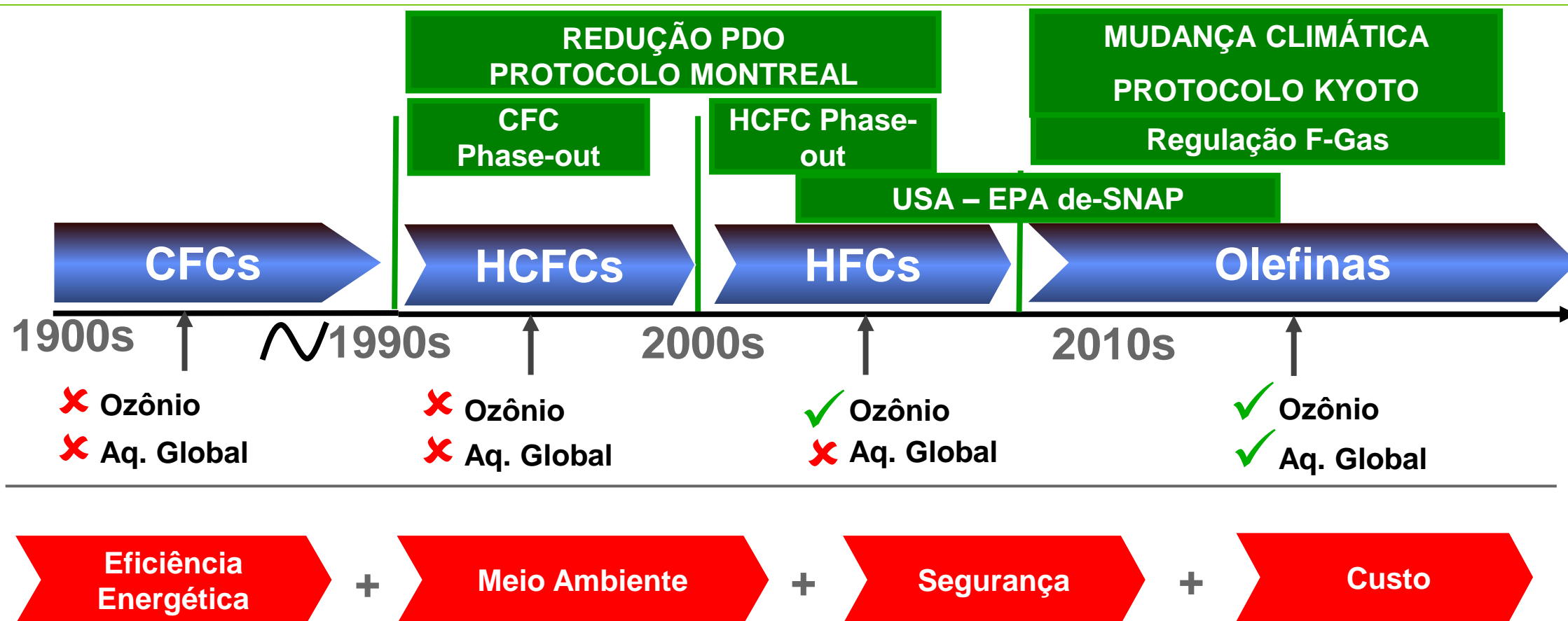
↓ GWP

↓ ODP



Expansores para Espumas de Poliuretano

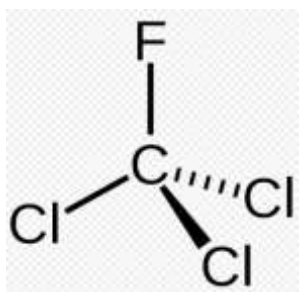
História



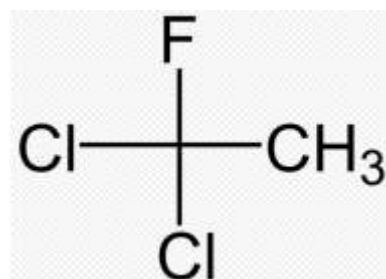
Aplicação: Ar Condicionado Estacionário, Automotivo, Refrigeração, Espumas Isolantes para Construções, Espumas para Utensílios Domésticos, Solventes, Aerosóis, Extintores de Incêndio, Aquecedores, Energias Renováveis Geotérmicos e Solares.

Expansores para Espumas de Poliuretano

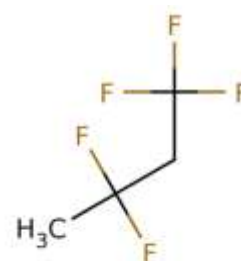
Evolução das Moléculas Fluoradas



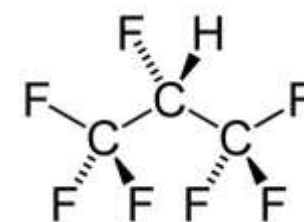
CFC-11 (Freon)



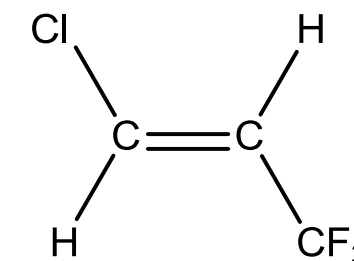
R-141b



HFC 365



HFC 227



Solstice® LBA

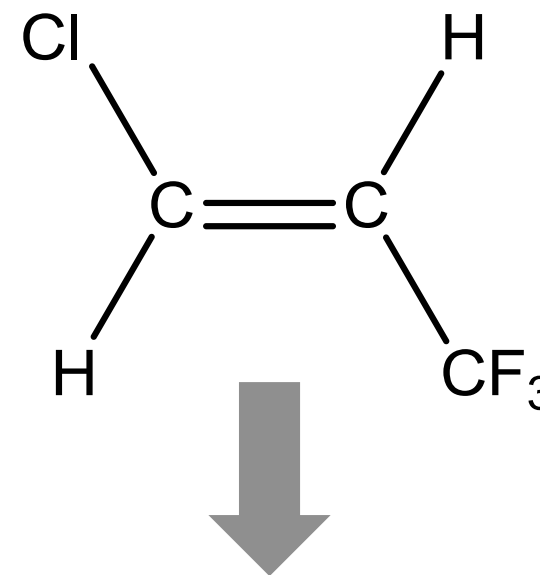
A Pesquisa de Novas Moléculas

Solstice® LBA



- Trans 1-cloro-3,3,3-trifluor propeno
- Trans CF₃CH=CHCl
- Isômero Trans

Honeywell



Dupla Ligação = Instabilidade
Ciclo de Vida Menor
Menor Impacto ao Meio Ambiente

Solstice® LBA

Comparativos de Propriedades



	Solstice® LBA	245fa	365mfc	C-Pentano	R141b
Peso Molecular	130	134	148	70	117
Ponto de Ebulição					
°C	19	15.3	40.0	49.3	32
°F	66	59.5	104	120.7	89,6
Flashpoint					
°C	NO	NO	<-27	-20	NO
°F	NO	NO	-17	-4	NO
LFL / UFL (Vol % in air)	NO	NO	3.6-13.3	1.5-8.7	7.6-17.7
ODP	0	0	0	0	0.11
GWP, 100 anos	1	858	804	<25	782



Trazendo a Pesquisa para a Indústria

Seleção de parâmetros para os testes

Escopo selecionado para os testes:

- Modelo comercial de Refrigerador doméstico de 710 litros modelo Side by Side
- Modelo comercial
- Mistura de Solstice LBA / Ciclopentano 95% na proporção de 1:1
- Avaliação Brettmold e em escala produtiva



Trazendo a Pesquisa para a Indústria

Resultados encontrados utilizando-se blendas de CP 95% e Solstice LBA®

Sistema Bayer para Refrigeração Comercial

Condições de Processo	Valor
Vazão de injeção [kg/min]	1200
Temperatura da estufa [°C]	52
Temperatura do Polioli [°C]	23
Temperatura do Isocianato [°C]	26
Tempo de Gel [s]	27
Tempo de Tato Livre [s]	37
Pressão de Injeção [bar]	125

Trazendo a Pesquisa para a Indústria

Resultados encontrados em Brettmold



Sistema Bayer para Refrigeração Comercial 50% Solstice LBA + 50% Ciclopentano 95

Propriedade	Condição	Overpacking 10%	Overpacking 15%
Fator k	2,0 °C	16,38	16,52
	12,5 °C	17,36	18,62
	24,0 °C	18,62	18,76
Densidade de Núcleo	-	34,6	36,1
Tensão de Compressão	Paralelo	240	262
	Perpendicular	162	180



Trazendo a Pesquisa para a Indústria

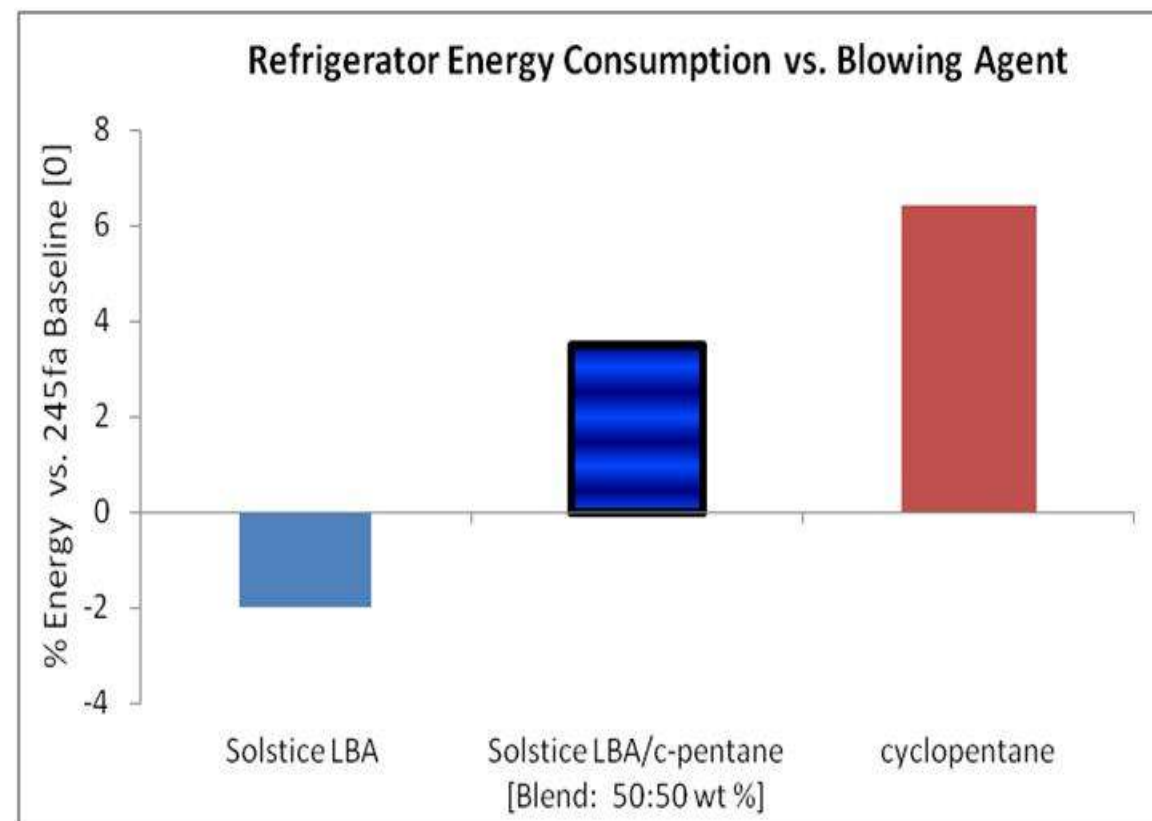
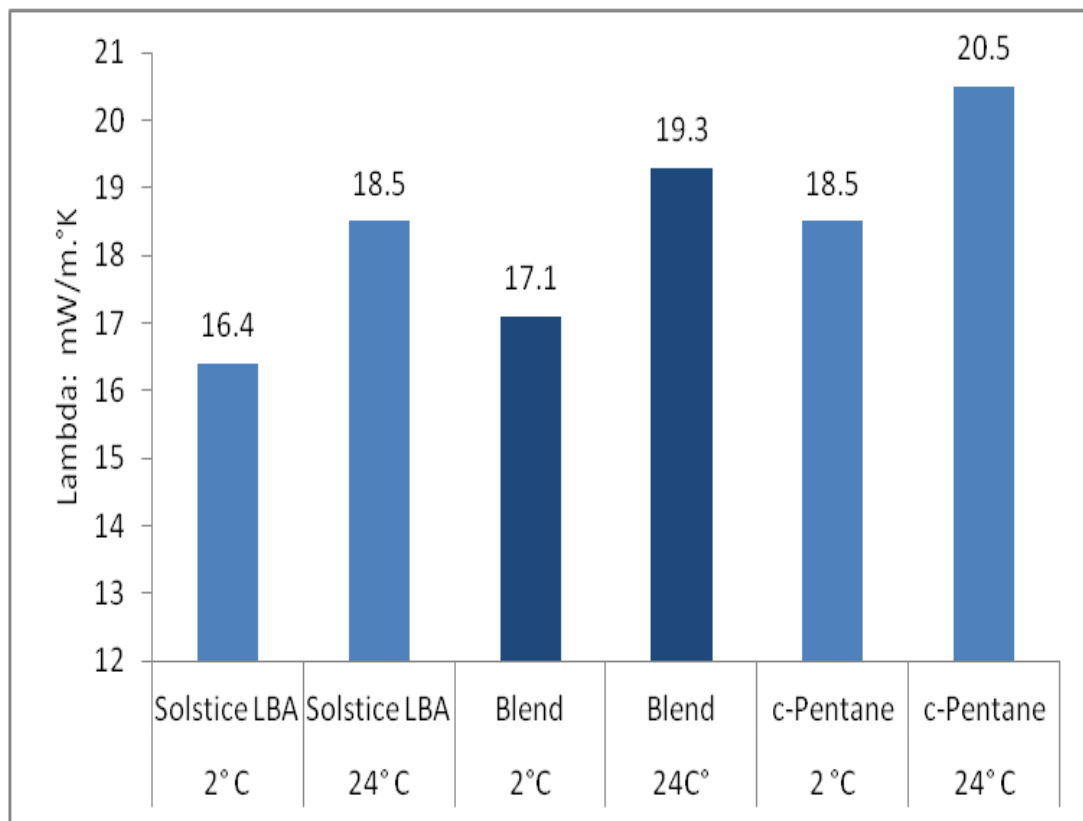
Resultados encontrados em Refrigerador Side by Side

Sistema Bayer para Refrigeração Comercial
50% Solstice LBA + 50% Ciclopentano 95

Propriedade	Condição	Overpacking 12,5%	Overpacking 15%
Fator k a 24°C	Peça 01	17,64	17,50
	Peça 02	18,06	17,64
	Peça 03	18,48	17,78
Densidade de Núcleo	Peça 01	29,8	29,7
	Peça 02	29,4	30,2
	Peça 03	29,3	30,0
Tensão de Compressão	Peça 01	132	140
	Peça 02	141	154
	Peça 03	155	134

Os benefícios do uso da mistura

Ganhos de Fator k



A utilização da blenda Solstice® CP 95% traz ganhos de fator k na ordem de 5%

Os benefícios do uso da mistura

O que podemos ganhar?

- Aumento da eficiência energética dos refrigeradores
 - 4-5% quando utilizamos a blenda com CP95
 - 8-10% quando utilizamos puro
- Solução que não necessita investimentos maiores para quem já utiliza expansores físicos inflamáveis
- Sustentabilidade
 - Redução de VOC
 - Utilização de um expensor que resulta em um melhor fator k
 - Baixa toxicidade



Os benefícios do uso da mistura

O que podemos ganhar?

- Processamento muito similar ao do Ciclopentano
 - Mantendo-se os mesmo parâmetros de processo
- Densidade: muito parecida, leve possibilidade de redução
- Menor densidade mínima de preenchimento
- Sem necessidade de troca de equipamentos



Solstice® LBA

Status de Registro e Comercialização



- Comercialmente Disponível
 - Hoje: World Class, Planta em Operação em Larga Escala - EUA.
 - Vendas comerciais globais para múltiplas aplicações
 - Planejamento / Projeto da segunda planta.
- Registrado Globalmente
 - Registro Atual: USA, Japão, Canadá, México, Brasil, Coreia do Sul, outros.
 - Registro em Processo: China (>1,000mt).
 - Sem Limite de Vendas: Índia, Indonésia, México, Brasil, América do Sul, América Central, Oriente Médio e África.



Honeywell



Agradecimento aos líderes do Projeto



Jim Bowman
Honeywell



John Szymanski
Honeywell



Salvador Mejia Gomez





Science For A Better Life

Muito Obrigada!

Fernanda de Luca Porto
Laboratório de Poliuretanos
55 11 5694 5164
55 11 98432 9928
fernanda.porto@bayer.com