



Bayer MaterialScience

Comparativo entre expansores de baixo GWP em espuma de poliuretano para isolamento térmico.

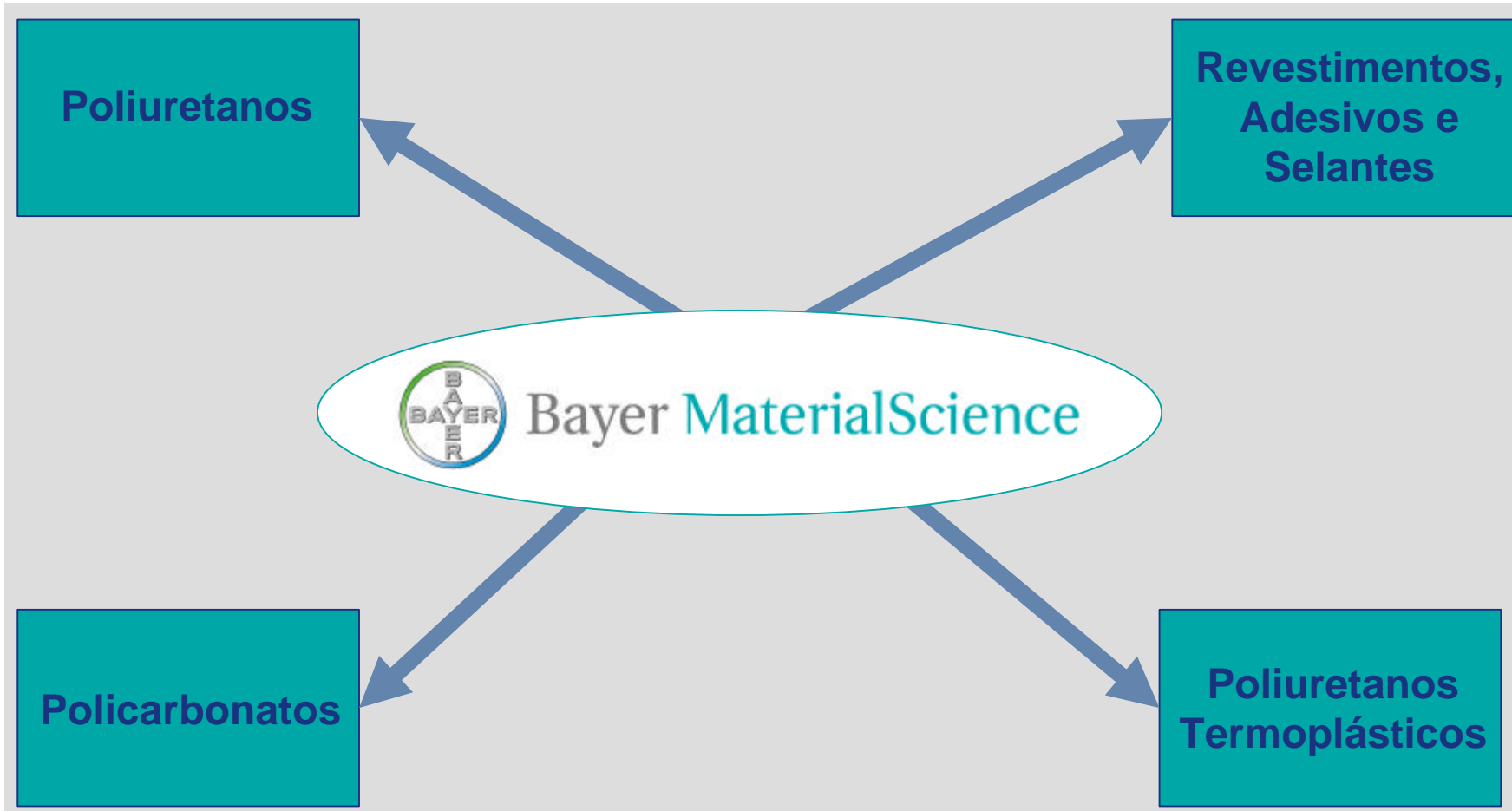


Sobre a Bayer MaterialScience

- ✓ Presente nos cinco continentes
- ✓ 30 unidades de produção ao redor do mundo
- ✓ Mais de 15.400 funcionários no mundo e 591 na América Latina
- ✓ Iniciou suas atividades no Brasil em 1896
- ✓ 1958 – Parque fabril de polímeros e defensivos agrícolas em Belford Roxo - Baixada Fluminense (RJ)

Bayer MaterialScience

Unidades de Negócios



Diferenças entre expansores líquidos e gasosos

- Expansores gasosos
 - Baixo peso molecular
 - Expansão instantânea (Froth)
 - Estabilidade dimensional em baixas temperaturas
- Expansores líquidos
 - Não geram pressões significativas
 - Permitem longos tempos de creme
 - Menores perdas por evaporação na espumação
 - Permitem mistura por agitação manual

Comparativo entre expansores gasosos

Material	HFC 134a	HFO 1234ze(E)
Estrutura	1,1,1,2-tetrafluoroetano	trans-1,3,3,3-tetrafluoropropano
Peso Molecular	102	114
Ponto de ebulição, °C	-26	-19
Pressão de vapor 20°C, atm	4,76	4,15
GWP	1430	6

Comparativo entre expansores líquidos

Material	HFC 245fa	HBA-2
Estrutura	1,1,1,3,3-penta fluoropropano	Não revelada
Peso Molecular	134	< 134
Ponto de ebulição °C	15	15 - 32
Pressão de Vapor a 20°C atm	1,22	0,61 – 1,22
GWP	1030	<15

Sistemas de espuma avaliados

Expansor	Nível de uso	Aplicação típica
Gasoso	Baixo	Painéis descontínuos
Gasoso	Alto	Refrigeradores
Líquido	Baixo	Painéis descontínuos
Líquido	Alto	Refrigeradores
Líquido	Alto (sem água)	Refrigeradores

Expansores gasosos em baixo nível de uso: Formulação

Sistema	HFC 134a	HFO 1234ze(E)
Poliol e Aditivos	87,0	85,8
Água	2,0	2,0
HFC 134a	11,0	-
HFO 1234ze(E)	-	<u>12,2</u>
Total	100,0	100,0
Isocianato	102	101

Expansores gasosos em baixo nível de uso: Resultados em Máquina

Sistema	HFC 134a	HFO 1234ze(E)
Tempo de Gel, s	133	146
Densidade livre, kg/m³	27,7	27,9
Densidade mín, kg/m³	35,9	37,0
Densidade molde, kg/m³	36,8	38,6
Overpack, %	3	4

Expansores gasosos em baixo nível de uso: Propriedades físicas em espuma de máquina

Sistema	HFC 134a	HFO 1234ze(E)
Densidade de núcleo, kg/m³	33,5	35,2
Fator K, 2 °C mW/m.K	20,34	20,05
Fator K, 24 °C mW/m.K	23,22	22,93
Tensão Compres 10%, kPa	110	110
Celulas fechadas, %	86	87
Diâmetro celular, microns	198	182

Comparação expansores gasosos em baixo nível de uso

Comparado com HFC 134a, HFO 1234ze(E) mostra:

- Tempo de gel mais longo
- Densidades ligeiramente maiores
- Fator K ligeiramente menor
- Tensão de compressão idêntica
- Teor de células fechadas equivalente
- Menor tamanho celular

Espuma com baixo teor de HFO 1234ze(E) apresenta performance equivalente ao HFC 134a.

Expansores gasosos em alto nível de uso: Formulação

Sistema	HFC 134a	HFO 1234ze(E)
Poliol e Aditivos	79,9	78,2
Água	1,7	1,7
HFC 134a	18,4	-
HFO 1234ze(E)	-	<u>20,1</u>
Total	100,0	100,0
Isocianato	102	100

Expansores gasosos em alto nível de uso: Resultados em máquina

Sistema	HFC 134a	HFO 1234ze(E)
Tempo de gel, s	52	55
Densidade livre, kg/m³	24,5	24,7
Densidade mín., kg/m³	30,8	32,5
Densidade molde, kg/m³	32,4	33,8
Overpack, %	5	4

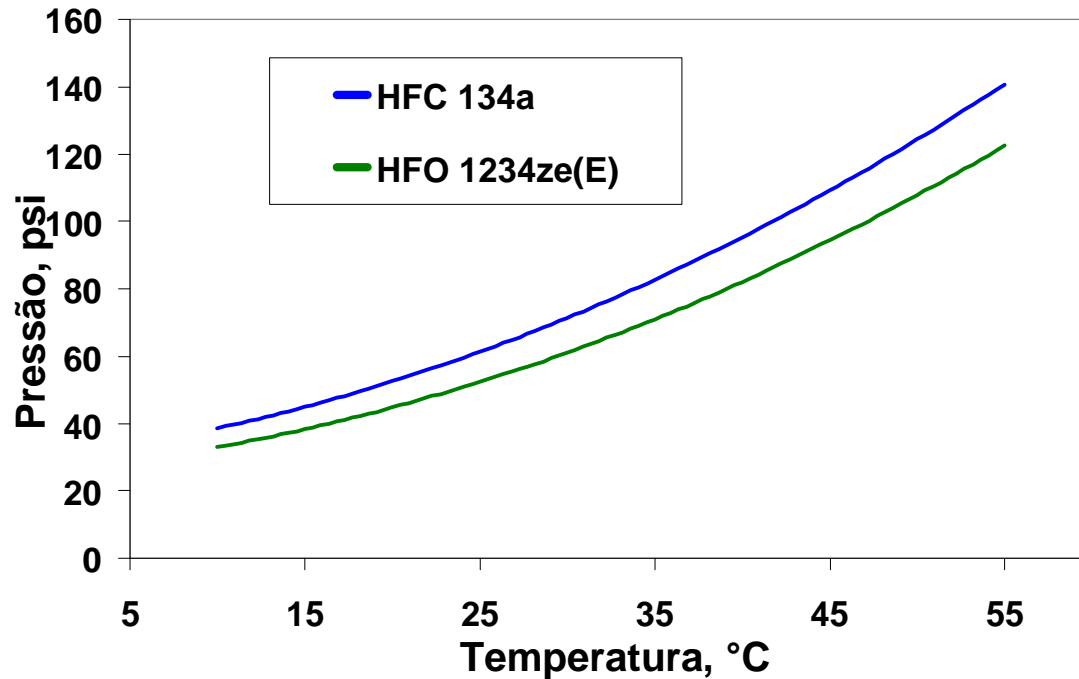
Expansores gasosos em baixo nível de uso : Propriedades físicas em espuma de máquina

Sistema	HFC 134a	HFO 1234ze(E)
Densidade de núcleo, kg/m³	28,7	29,6
Fator K 2 °C, mW/m.K	18,31	18,89
Fator K 24 °C, mW/m.K,	21,06	21,49
Tensão de compr. 10%, kPa	110	83
Celulas fechadas, %	89	87

Comparação expansores gasosos em alto nível de uso

- Comparado ao HFC 134a, HFO 1234ze(E) mostra:
 - Leve aumento no tempo de gel
 - Densidade de espuma mais elevada
 - Fator K mais elevado
 - Tensão de compressão reduzida
 - Células ligeiramente mais fechadas
- Espuma com alto teor de HFO 1234ze(E) apresenta performance inferior ao HFC 134a.

Pressão de vapor em polióis misturados com agentes expansores gasosos



Expansores Líquidos em baixo nível de uso: Formulação

Sistema	HFC 245fa	HBA-2
Poliol e Aditivos	87,9	87,9
Água	4,4	4,4
HFC 245fa	7,7	-
HBA-2	-	<u>equimolar</u>
Total	100	< 100
Isocianato	155	155

Expansores Líquidos em baixo nível de uso: Resultados em máquina

Sistema	HFC 245fa	HBA-2
Tempo de gel, s	34	38
Densidade livre, kg/m³	16,8	18,4
Densidade mín., kg/m³	32,8	31,9
Densidade molde, kg/m³	34,8	33,6
Overpack, %	6	6

Expansores Líquidos em baixo nível de uso: Propriedades físicas em espuma de máquina

Sistema	HFC 245fa	HBA-2
Densidade de núcleo, kg/m³	30,4	29,3
Fator K, 2 °C mW/m.K	19,65	19,65
Fator K, 24 °C mW/m.K	22,21	22,21
Tensão de compressão, kPa	186	172
Células fechadas, %	93	93
Diâmetro células, microns	119	135

Comparação expansores líquidos em baixo nível de uso

- Comparado ao HFC 245fa, HBA-2 mostra:
 - Leve aumento no tempo de gel
 - Densidade em painéis levemente reduzidas
 - Fator K idêntico
 - Tensão de compressão semelhante
 - Teor de células fechadas equivalente
 - Células com maior diâmetro
- Espuma com baixo teor de HBA-2 apresenta performance similar ao HFC 245fa.

Expansores Líquidos em alto nível de uso: Formulação

Sistema	HFC 245fa	HBA-2
Poliol e Aditivos	75,7	75,7
Água	1,0	1,0
HFC 245fa	23,3	-
HBA-2	-	<u>equimolar</u>
Total	100	< 100
Isocianato	98	98

Expansores Líquidos em alto nível de uso : Resultados em máquina

Sistema	HFC 245fa	HBA-2
Tempo de gel, s	27	26
Densidade livre, kg/m³	20,7	20,2
Densidade mínima, kg/m³	31,1	30,1
Densidade molde, kg/m³	34,0	33,3
Overpack, %	9	11

Expansores líquidos em alto nível de uso: Propriedades físicas em espuma de máquina

Sistema	HFC 245fa	HBA-2
Densidade de núcleo, kg/m³	30,3	30,6
Fator K, 2 °C mW/m.K	16,6	16,0
Fator K, 24 °C mW/m.K	18,7	18,2
Tensão de compr 10%, kPa	165	131
Células fechadas, %	93	94
Diâmetro celular, microns	105	126

Comparação expansores líquidos em alto nível de uso

- Comparado ao HFC 245fa, HBA-2 mostra:
 - Tempo de gel similar
 - Densidade de espuma levemente menor
 - Menor fator K
 - Tensão de compressão algo inferior
 - Células fechadas em teor similar
 - Maior diâmetro celular
- Espuma com alto teor de HBA-2 apresenta performance superior ao HFC 245fa.

Expansores Líquidos em espuma de fator K reduzido: Formulação

Sistema	HFC 245fa	HBA-2
Poliol e Aditivos	78,6	78,6
Água	0,0	0,0
HFC 245fa	21,4	-
HBA-2	-	<u>equimolar</u>
Total	100	< 100
Isocianato	83	83

Expansores Líquidos em espuma de fator K reduzido: Resultados em espuma manual

Sistema	HFC 245fa	HBA-2
Tempo de gel, s	30	35
Density livre, kg/m³	33,6	36,5
Densidade mínima, kg/m³	39,4	40,0
Densidade molde, kg/m³	41,3	42,4
Overpack, %	5	6

Expansores Líquidos em espuma de fator K reduzido: Propriedades em espuma manual

Sistema	HFC 245fa	HBA-2
Densidade de núcleo, kg/m³	35,4	36,7
Fator K, 2 °C mW/m.K	16,2	15,7
Fator K, 24 °C mW/m.K	18,0	17,5
Células fechadas, %	91	91
Diâmetro celular, microns	90	113

Comparação de expansores líquidos em espuma de fator K reduzido

Comparado ao HFC 245fa, HBA-2 mostra:

- Tempo de gel maior
- Densidade moldada levemente maior
- Fator K menor
- Células fechadas em teor equivalente
- Células com maior diâmetro

Espuma de fator K reduzido expandida com HBA-2 apresenta performance superior ao HFC 245fa.

Performance dos sistemas de espuma avaliados: Conclusões

Expansor	Nível de uso	Aplicação típica	Baixo GWP <i>versus</i> HFC
Gasoso	Baixo	Painéis descontínuos	Similar
Gasoso	Alto	Refrigeradores	Inferior
Líquido	Baixo	Painéis descontínuos	Similar
Líquido	Alto	Refrigeradores	Superior
Líquido	Alto sem água	Refrigeradores	Superior

Efeito do tamanho celular na condutibilidade térmica (fator K) da espuma

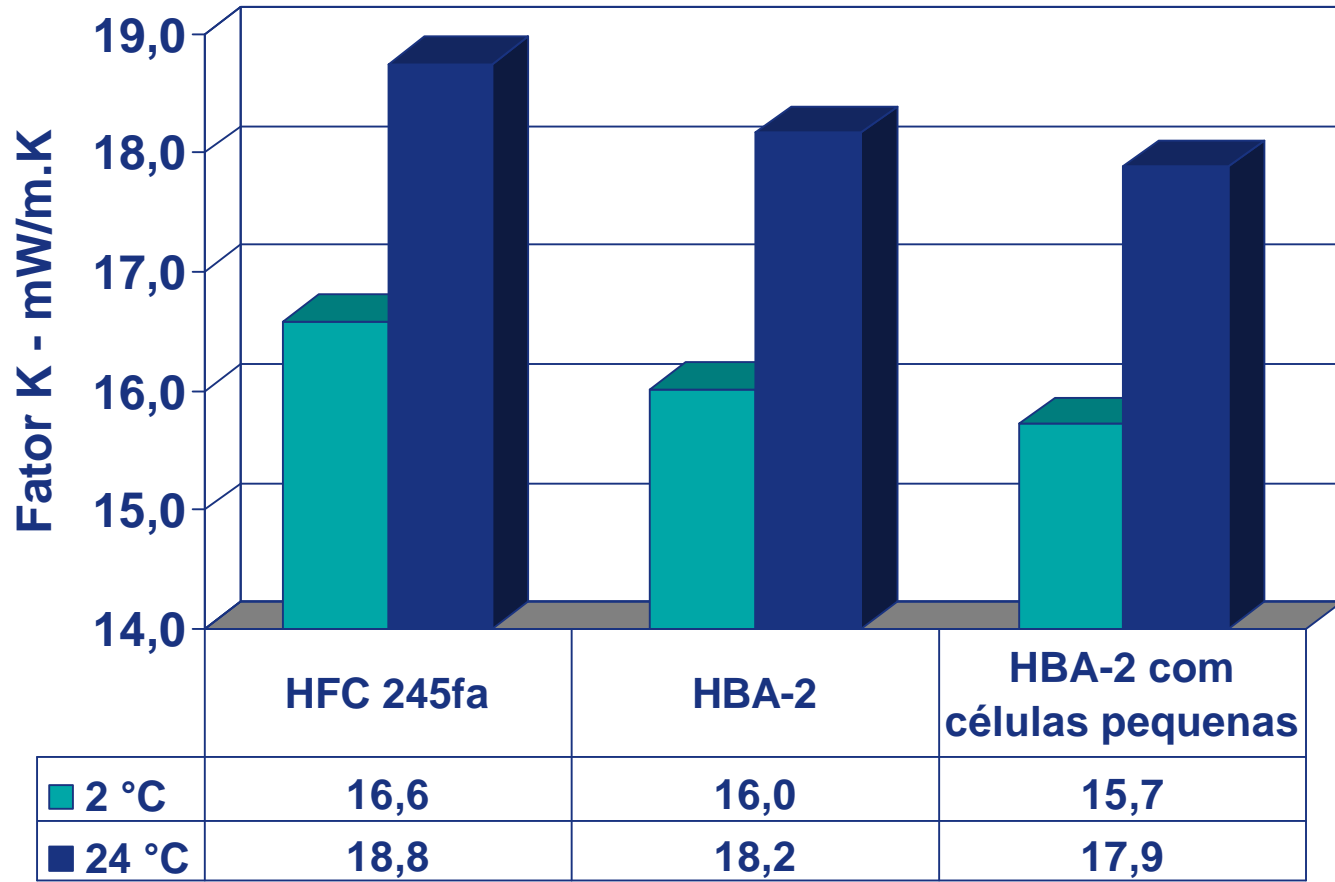
Em concentrações de uso altas ou baixas, HBA-2 apresentou melhor fator K que o HFC 245fa, porém com tamanho celular maior.

O que aconteceria se com o HBA-2 obtivéssemos o mesmo tamanho celular que com o HFC 245fa?

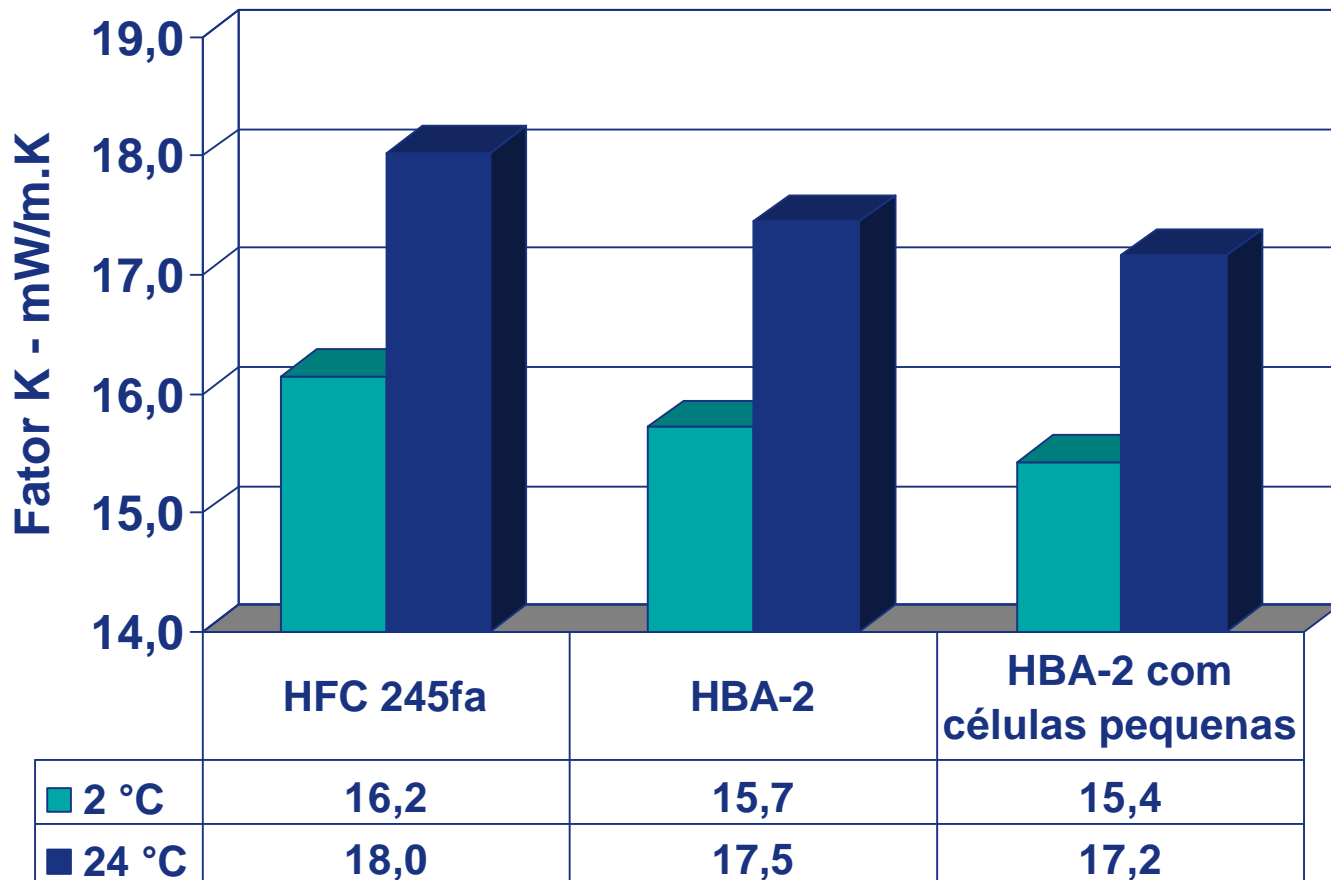
$$k_{\text{espuma}} = k_{\text{gás}} + k_{\text{sólido}} + k_{\text{radiação}}$$

$$k_{\text{radiação}} = \frac{\text{Constante (Temp.)}^3 (\text{Diâmetro celular})}{(\text{Densidade da espuma})^{1/2}}$$

Efeito da redução do tamanho celular no fator K em espuma com alto nível de HBA-2



Efeito da redução das células para espuma de Fator K reduzido com alto nível de HBA-2





Bayer MaterialScience

Obrigado pela sua atenção!

Steven Schilling

Tradução: Matias Schultz

