

## ANAIS DO 15º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

4 e 5 de junho de 2018 - São Paulo / SP

### ESTUDO DA INFLUÊNCIA DAS CLASSES DE MANTAS ASFÁLTICAS NA PERFORMANCE DO PRODUTO AO LONGO DO TEMPO

**GRIPPA, Juliana M.**

Química  
SIKA S/A  
Lençóis Paulista, SP  
[grippa.juliana@br.sika.com](mailto:grippa.juliana@br.sika.com)

**OLIVEIRA, Anderson M.**

Engenheiro Civil  
SIKA S/A  
Lençóis Paulista, SP  
[oliveira.anderson@br.sika.com](mailto:oliveira.anderson@br.sika.com)

**MACHADO, Vinicius O.**

Engenheiro Civil  
SIKA S/A  
Lençóis Paulista, SP  
[machado.vinicius@br.sika.com](mailto:machado.vinicius@br.sika.com)

#### RESUMO

A cada dia surgem novas tecnologias para enriquecimento dos asfaltos e seus derivados. Entretanto, o mercado competitivo de mantas asfálticas é invadido por uma série de novos produtos e formulações que alteram o comportamento destes produtos. No caso das mantas asfálticas, a norma técnica ABNT NBR 9952 destaca claramente os desempenhos de cada produto com relação ao tipo e à classe. Dessa forma, este trabalho visa avaliar o desempenho de diversas mantas asfálticas do mercado (vários fabricantes e com classes variáveis) com relação ao “envelhecimento” e “flexibilidade após o envelhecimento” com o intuito de verificar a influência que a quantidade de polímeros pode ter na expectativa de vida do produto e na sua real performance ao longo do tempo.

*Palavras-chave:* ABNT NBR 9952, manta asfáltica; polímeros, envelhecimento, asfalto modificado.

## 1. INTRODUÇÃO

A manta asfáltica é um dos materiais mais utilizados para impermeabilização de lajes e coberturas no Brasil. É classificada como um sistema flexível, capaz de acompanhar a estrutura e as dilatações, mantendo sua capacidade de impermeabilizar, sem causar trincas ou rachaduras (FIBERSALS, 2018).

É altamente indicada para cumprir com os requisitos da "ABNT NBR 9575 – Impermeabilização e Projeto" onde são especificadas as características que as membranas impermeáveis devem apresentar para suportar as movimentações do substrato. A escolha por cada tipo de manta é feita de acordo com os locais e estruturas a serem impermeabilizados, da carga atuante sobre a manta asfáltica, grau de fissuração previsto, flecha máxima admissível, exposição às intempéries e forma de aplicação (aderida ou não ao substrato) (ABNT NBR 9952, 2014, p.4).

O desempenho e as características esperadas pelas mantas asfáltica são definidos pela "ABNT NBR 99952 – Mantas Asfálticas para Impermeabilização". Segundo esta norma, as mantas são classificadas de acordo com a sua resistência à tração e alongamento em tipos I, II, III e IV, e a flexibilidade à baixa em classes A, B e C. Os valores estabelecidos para cada ensaio estão indicados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Parâmetros de ensaio para classificação das mantas asfálticas.

ABNT NBR 9952:2014			Unit	Tipos			
				I	II	III	IV
Espessura (mínimo)			mm	3	3	3	4
Resistência à tração e alongamento – (longitudinal e transversal)	Tração (mínimo)		N	80	180	400	550
	Alongamento (mínimo)		%	2	2	30	35
Absorção de água – Variação em massa (máximo)			%	1,5	1,5	1,5	1,5
Flexibilidade a baixa temperatura	Classe	A	°C	-10	-10	-10	-10
		B		-5	-5	-5	-5
		C		0	0	0	0
Escorrimento (mínimo)			°C	95	95	95	95
Estabilidade Dimensional (máximo)			%	1	1	1	1
Resistência ao impacto (mínimo)			J	2,45	2,45	4,90	4,90
Envelhecimento Acelerado	Mantas expostas		Os corpos de prova, após ensaio, não devem apresentar bolhas, escorrimento, gretamento, separação dos constituintes, deslocamento ou delaminação				
	Mantas protegidas ou autoprotégidas						
Flexibilidade a baixa temperatura após envelhecimento acelerado	Classe	A	°C	0	0	0	0
		B		5	5	5	5
		C		10	10	10	10
Estanqueidade (mínimo)			m.c.a.	5	10	15	20
Resistência ao rasgo (mínimo)			N	50	100	120	140

Para atendimento dos requisitos de tração e alongamento, resistência ao rasgo e puncionamento, são utilizados alguns materiais estruturantes, como o filme de polietileno, poliéster, fibra de vidro, borracha, entre outros. Cada armadura é especificada com um objetivo, seja ele, desempenho, custo, rapidez ou facilidade de execução (ROCHA, 2016).

Os acabamentos superficiais das mantas também são variáveis. Podem ser do tipo granular, geotêxtil, metálico, polietileno, areia de baixa granulometria, plásticos metalizados e muitos outros, desde que atendam aos requisitos da NBR 9952.

No entanto, é a modificação do asfalto pela adição de polímeros a grande responsável pelo desempenho da tecnologia impermeabilizante (ROCHA, 2016), pois melhora a flexibilidade e resistência à fadiga, entre muitos outros benefícios (FIBERSALS, 2018).

Atualmente, os polímeros mais utilizados são os termoplásticos, capazes de amolecer e fluir quando submetidos a um aumento de temperatura. Polietileno (PE), polipropileno (PP), estireno-butadieno-estireno (SBS) e estireno-isopreno-estireno (SIS) são alguns exemplos.

Como o asfalto é um material termoviscoelástico, a presença de polímeros na mistura pode aumentar ou diminuir as parcelas de viscosidade e de elasticidade do conjunto, influenciando diretamente no seu desempenho de deformação permanente quanto de fadiga (BERNUCCI, 2006).

As propriedades finais dos asfaltos modificados vão depender do tipo e das concentrações de polímeros utilizados, pois eles interferem de forma individual nas porções maltênicas, asfaltênicas ou até mesmo com os heteroátomos que constituem o ligante (CERATTI, 2015).

Duas análises importantes para caracterização do composto asfáltico são: ponto de amolecimento e ponto de penetração. O ponto de amolecimento correlaciona a temperatura na qual o asfalto amolece, referência semelhante ao ponto de fusão. E o ponto de penetração determina a consistência do asfalto (BERNUCCI, 2006), isto é, quão rígido ou macio ele pode ser.

Para que as modificações do asfalto sejam técnica e economicamente viáveis, o polímero deve resistir à degradação nas temperaturas usuais do asfalto, melhorar as características de fluidez a altas temperaturas e evitar que o ligante fique muito rígido ou quebradiço à baixas temperaturas (BERNUCCI, 2006).

Isso significa que os polímeros também podem ser utilizados para aumentar a expectativa de vida do produto através do aumento da elasticidade, propriedade dos materiais em absorverem as deformações provocadas por esforços térmicos, mecânicos e físicos, isto é, sua capacidade de se deformar sob tensão (MORAES, 2002).

De forma geral, aumentando-se o teor de polímeros na mistura asfáltica, pode-se obter melhores propriedades da membrana para impermeabilização, garantindo o atendimento à ABNT NBR 9575 e reduzindo o número de manutenções nas obras, pois aumenta a expectativa de vida do produto.

Portanto, o objetivo do presente trabalho é estudar a influência do teor de polímeros, associado às classificações das mantas asfálticas pela ABNT NBR 9952, e a expectativa de vida do produto acabado através do acompanhamento da flexibilidade após envelhecimento acelerado.

## 2. DESENVOLVIMENTO

Para fins comparativos da performance dos produtos, foram analisadas três mantas tipo "A", quatro mantas tipo "B" e quatro mantas tipo "C" de diferentes fabricantes. Esta classificação está indicada na embalagem, rótulo ou ficha técnica do produto. A aquisição das mantas asfálticas foi realizada através de home centers ou direto de aplicadores e os fabricantes foram escolhidos de acordo com a sua relevância dentro do mercado competitivo.

A fim de manter a confidencialidade e a integridade de cada um, eles serão identificados como F1, F2, F3, F4 e F5, compondo o cenário descrito na Tabela 2.

**Tabela 2.** Características das mantas adquiridas para realização dos ensaios pertinentes a este trabalho.

Fornecedor	Espessura (mm)	Tipo	Classe
F1	3	III	A
	3	III	B
	3	II	C
F2	3	III	A
F3	3	III	A
	4	III	B
	3	III	C
F4	3	III	B
	4	III	C
F5	4	III	B
	4	III	C

As amostras foram mantidas em estufa, com circulação forçada de ar e capaz de manter a temperatura a  $80 \pm 1^\circ\text{C}$ , por 86 dias. Antes e durante este período, as mantas foram submetidas aos ensaios de ponto de amolecimento (PA), ponto de penetração (PN), e flexibilidade para avaliação de desempenho. Todos os procedimentos foram realizados de acordo com as normas aplicáveis:

- ABNT NBR 6560:2008 – Materiais betuminosos – Determinação do ponto de amolecimento – Método do anel e bola;
- ABNT NBR 6576:2007 – Materiais asfálticos – Determinação da penetração;
- ANBT NBR 9952:2014 – Manta asfáltica para impermeabilização.

Para realização da flexibilidade, escolheu-se trabalhar variando a temperatura a cada  $2,5^\circ\text{C}$ , permitindo uma melhor interpretação e detalhamento da performance do produto. Para o envelhecimento acelerado, as amostras foram analisadas após 28 dias, conforme norma, e seguiram com 35, 42, 49, 56, 71 e 86 dias após, o triplo do recomendado.

### 3. RESULTADOS

A primeira etapa do trabalho foi caracterizar cada uma das mantas asfálticas no ensaio de flexibilidade a fim de classificá-las de acordo com a ABNT NBR 9952:2014. Essa informação está disponível na embalagem do fabricante (ou nas fichas técnicas), mas os ensaios foram realizados para validação.

Os pontos de amolecimento e penetração também foram determinados com o intuito de caracterizar o composto asfáltico. A Tabela 3 mostra os resultados obtidos.

**Tabela 3.** Resultados de flexibilidade, ponto de amolecimento e ponto de penetração para cada uma das amostras coletadas.

Fornecedor	Classe (Fabricante)	Real	Flexibilidade (°C)	PA (°C)	PN (0,1 mm)
F1	A	B	Aprovado a -5	141	25
	B	C	Aprovado a -2,5	110	33
	C	C	Aprovado a 0	103	31
F2	A	A	Aprovado a -12,5	125	26
F3	A	A	Aprovado a -12,5	117	25
	B	B	Aprovado a -7,5	130	27
	C	C	Aprovado a 2,5	119	23
F4	B	C	Aprovado a -2,5	115	29
	C	C	Aprovado a -2,5	115	30
F5	B	C	Aprovado a 0	125	15
	C	C	Aprovado a 0	105	26

De acordo com os resultados apresentados, é possível estabelecer uma relação entre a flexibilidade, a classificação das mantas e o teor de polímeros.

Conforme debatido no Capítulo 1, os polímeros aumentam a flexibilidade e a elasticidade da mistura asfáltica.

Dessa forma, conclui-se que as mantas classe "A", as quais apresentaram flexibilidade abaixo de -10 °C, são as que possuem maior teor de polímeros ou ainda um polímero mais nobre. Já as mantas classe "B" possuem um desempenho intermediário, enquanto as mantas classe "C", possuem a menor flexibilidade, em torno ou acima de 0 °C, indicando que possuem pouco polímero ou polímero de baixa qualidade.

Mais do que isso, os resultados também mostram divergência entre o desempenho real das amostras analisadas e as informações divulgadas pelos fabricantes. Algumas mantas, destacadas em vermelho na tabela, apresentaram flexibilidade inferior ao estipulado por norma, prejudicando a comparação no contexto geral.

Sendo assim, para o desenvolvimento deste trabalho, a flexibilidade determinada em laboratório é que foi estabelecida como marco zero para comparação ao longo do tempo.

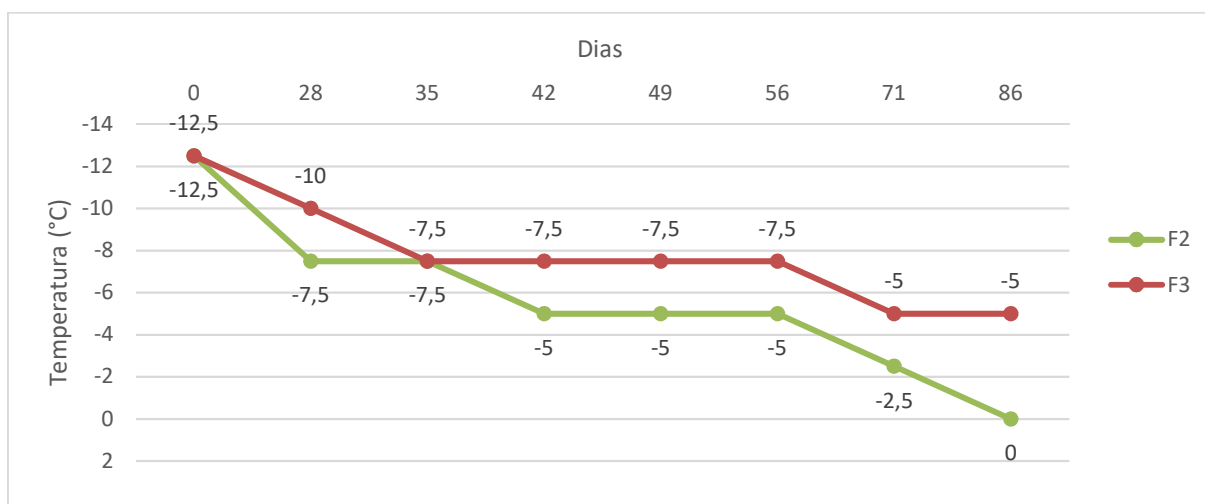
#### 3.1. MANTAS CLASSE "A"

Os resultados das análises de flexibilidade, ponto de amolecimento e ponto de penetração após envelhecimento acelerado das mantas classe "A" dos fabricantes F2 e F3 estão relacionados na Tabela 4. O Gráfico 1 ilustra ainda a evolução dessas flexibilidades com o tempo.

**Tabela 4.** Resultados das análises de PA, PN e flexibilidade após envelhecimento acelerado no período de 28 a 86 dias para as mantas classe "A".

Fornecedor	Dias	Flexibilidade (°C)	PA (°C)	PN (0,1 mm)
F2	0	Aprovado a -12,5	125	26
	28	Aprovado a -7,5	153	20
	35	Aprovado a -7,5	150	17
	42	Aprovado a -5	152	12
	49	Aprovado a -5	151	15
	56	Aprovado a -5	146	12
	71	Aprovado a -2,5	145	12
	86	Aprovado a 0	149	13
F3	0	Aprovado a -12,5	117	25
	28	Aprovado a -7,5	136	11
	35	Aprovado a -7,5	115	12
	42	Aprovado a -7,5	119	19
	49	Aprovado a -7,5	119	13
	56	Aprovado a -7,5	122	10
	71	Aprovado a -5	118	4
	86	Aprovado a -5	119	12

**Gráfico 1.** Evolução da flexibilidade das mantas classe "A" após envelhecimento acelerado.



Estes resultados mostram uma queda gradativa, mas não linear, na flexibilidade após o envelhecimento acelerado para ambos os fornecedores. Mas, mesmo após 86 dias na estufa, as mantas ainda apresentaram excelente flexibilidade, mantendo-se como classe "A" por todo este período, sugerindo uma expectativa de vida em torno de 15 anos.

Os resultados de PA e PN condizem com este perfil. Há uma diminuição do ponto de penetração, o que significa uma massa mais dura, rígida, isto é, menos flexível, mas não o suficiente para reprovar na flexibilidade a 0°C.

A quantidade de polímeros neste caso é fundamental para obtenção destes resultados, visto que são estes compostos que aumentam a elasticidade e contribuem para evitar que o asfalto fique quebradiço a baixas temperaturas.

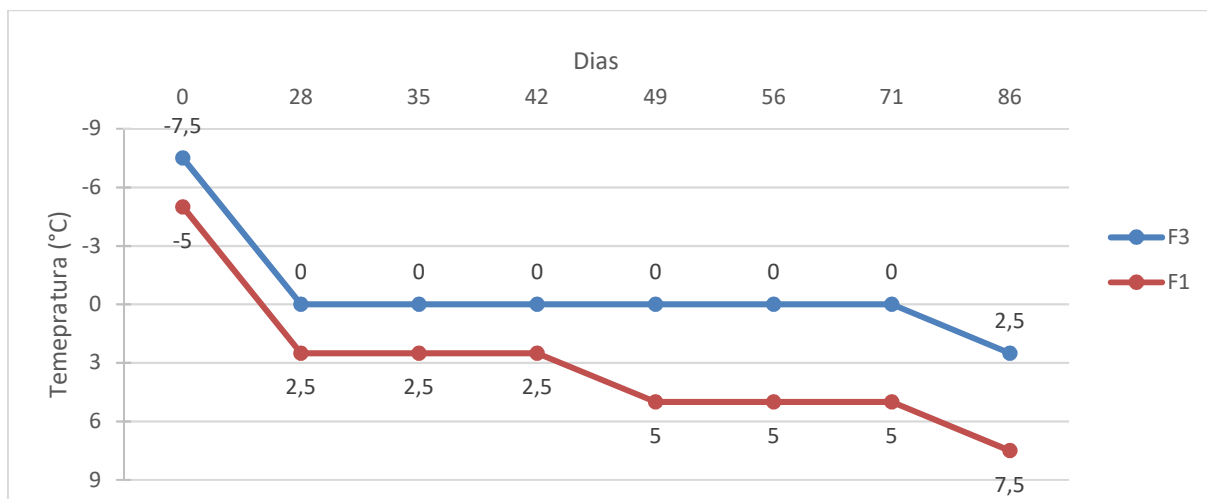
### 3.2. MANTAS CLASSE “B”

Como classe “B”, apenas as mantas dos fornecedores F1 e F3 foram analisadas, já que as demais apresentaram desempenho inferior ao indicado na embalagem pelo fabricante. Os resultados de PA, PN e flexibilidade após envelhecimento estão ilustrados na Tabela 5 e no Gráfico 2.

**Tabela 5.** Resultados das análises de PA, PN e flexibilidade após envelhecimento acelerado no período de 28 a 86 dias para as mantas classe “B”.

Fornecedor	Dias	Flexibilidade (°C)	PA (°C)	PN (0,1 mm)
F1	0	Aprovado a -5	141	25
	28	Aprovado a 2,5	140	8
	35	Aprovado a 2,5	131	11
	42	Aprovado a 5	112	3
	49	Aprovado a 5	112	7
	56	Aprovado a 5	120	7
	71	Aprovado a 5	144	5
	86	Aprovado a 7,5	129	8
F3	0	Aprovado a -7,5	130	27
	28	Aprovado a 0	125	17
	35	Aprovado a 0	136	10
	42	Aprovado a 0	128	12
	49	Aprovado a 0	127	14
	56	Aprovado a 0	124	12
	71	Aprovado a 0	124	10
	86	Aprovado a 2,5	125	7

**Gráfico 2.** Evolução da flexibilidade das mantas classe "B" após envelhecimento acelerado.

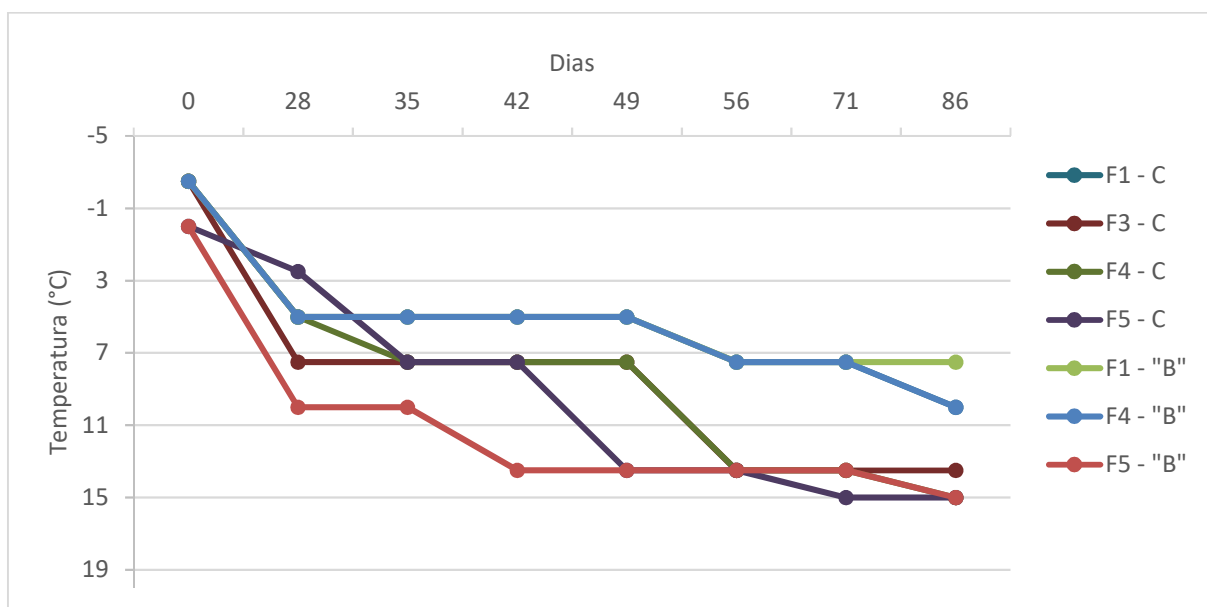


Da mesma forma que a manta classe "A", observa-se uma diminuição da flexibilidade após o envelhecimento acelerado e uma queda no ponto de penetração. Apesar da diferença entre os fabricantes, ambos continuam como "B" até 71 dias, mas apenas o F3 continua com este perfil até 86 dias, indicando que possui um teor de polímeros ligeiramente maior que F1, mas ainda menor do que uma manta classe "A". Estes resultados sugerem uma expectativa de vida para as mantas classe "B" em torno de 12 anos.

### 3.3. MANTAS CLASSE "C"

A flexibilidade de todas as mantas classes "C" após envelhecimento acelerado no período de 28 a 86 dias foram resumidas no Gráfico 3.

**Gráfico 3.** Evolução da flexibilidade das mantas classe "C" após envelhecimento acelerado.



Legenda: F - C, mantas analisadas e classificadas pelo fabricante como "C". F - "B", mantas analisadas como "C" e informadas como "B" pelos fornecedores.



Nota-se que os fornecedores F1 e F4, os quais informaram que suas mantas são classe "B", mas que em laboratório foram validadas como "C", possuem os melhores resultados, sugerindo uma manta de melhor qualidade quando comparada às demais de mesmo perfil. Provavelmente isso se deve ao fato de possuírem um teor de polímeros ligeiramente maior que as demais com o objetivo de passar a -5 °C. Para ambos, a expectativa de vida seria em torno 15 anos. Já para o fornecedor F5, que também se declara como classe "B" na embalagem, mas possui uma baixíssima flexibilidade, mantém-se como "C" apenas até 35 dias de envelhecimento, sendo flexível apenas a 15 °C com 86 dias, mesmo perfil das verdadeiras mantas classe "C". A Tabela 6 mostra os resultados detalhados para estes fornecedores.

**Tabela 6.** Resultados das análises de PA, PN e flexibilidade após envelhecimento acelerado no período de 28 a 86 dias para as mantas classe "C" (ou classe "B" de acordo com o fabricante).

Fornecedor	Dias	Flexibilidade (°C)	PA (°C)	PN (0,1 mm)
F1 – "B"	0	Aprovada a -2,5	110	33
	28	Aprovada a 5	116	15
	35	Aprovada a 5	119	7
	42	Aprovada a 5	141	15
	49	Aprovada a 5	115	10
	56	Aprovada a 7,5	144	10
	71	Aprovada a 7,5	113	8
	86	Aprovada a 7,5	118	12
F4 – "B"	0	Aprovada a -2,5	115	29
	28	Aprovada a 5	118	5
	35	Aprovada a 5	118	10
	42	Aprovado a 5	123	5
	49	Aprovada a 5	116	7
	56	Aprovado a 7,5	120	10
	71	Aprovado a 7,5	125	6
	86	Aprovado a 10	126	6
F5 – "B"	0	Aprovado a 0	125	15
	28	Aprovado a 10	125	8
	35	Aprovado a 10	130	8
	42	Aprovado a 13,5	124	9
	49	Aprovado a 13,5	125	3
	56	Aprovado a 13,5	125	3
	71	Aprovado a 13,5	158	4
	86	Aprovado a 15	154	5

Para os demais fornecedores, cujas mantas são realmente "C", os resultados foram detalhados na Tabela 7. Nota-se que, nestes casos, as mantas apresentam uma performance muito baixa. Todos os fabricantes não atingem a classificação "C" após os 86 dias de envelhecimento. Com exceção do fabricante F1, todos os outros tem

suas mantas reprovadas a 10 °C já com 56 dias de envelhecimento, o que sugere uma expectativa de vida de apenas 10 anos.

**Tabela 7.** Resultados das análises de PA, PN e flexibilidade após envelhecimento acelerado no período de 28 a 86 dias para as mantas classe “C”.

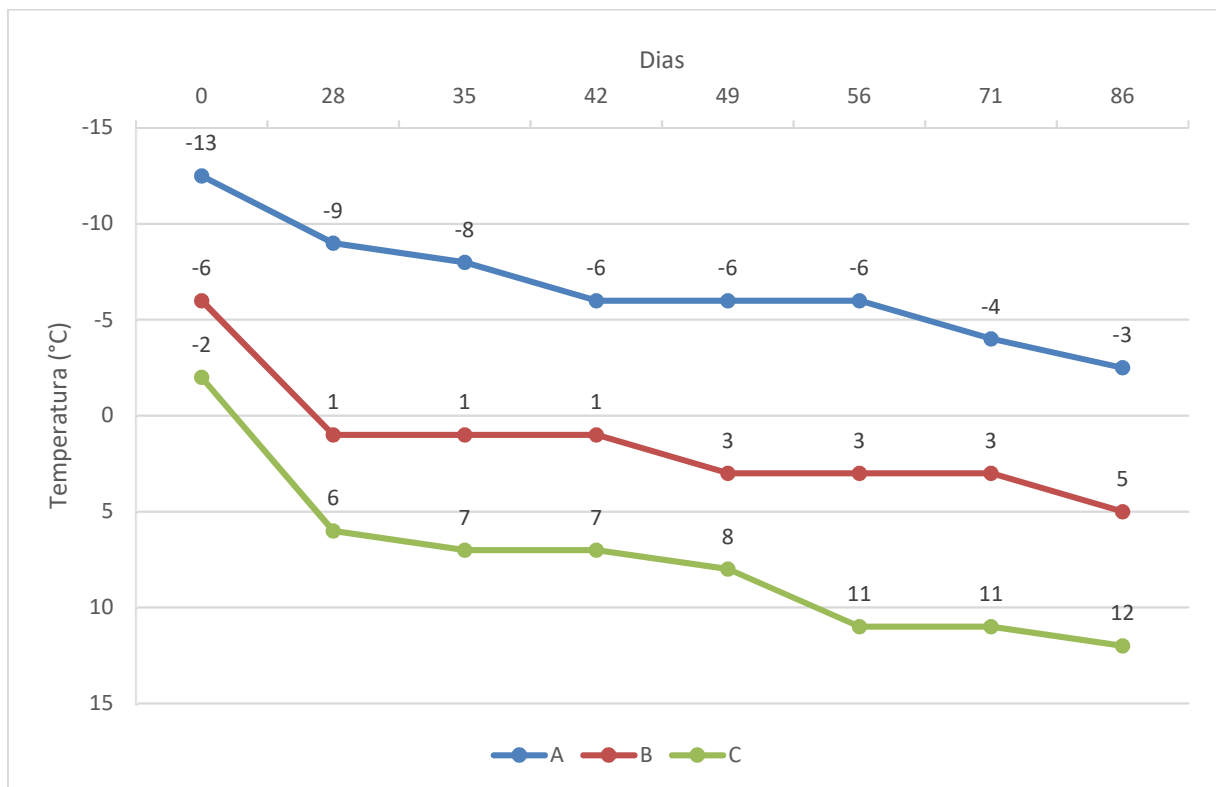
<b>Fornecedor</b>	<b>Dias</b>	<b>Flexibilidade (°C)</b>	<b>PA (°C)</b>	<b>PN (0,1 mm)</b>
F1 - C	0	Aprovada a -2,5	103	31
	28	Aprovada a 5	119	10
	35	Aprovada a 5	116	15
	42	Aprovada a 5	107	6
	49	Aprovada a 5	119	12
	56	Aprovada a 7,5	120	9
	71	Aprovada a 7,5	124	7
	86	Aprovada a 10	117	8
F3 - C	0	Aprovado a -2,5	119	23
	28	Aprovada a 7,5	116	10
	35	Aprovada a 7,5	117	5
	42	Aprovada a 7,5	114	6
	49	Aprovada a 7,5	116	7
	56	Aprovada a 13,5	121	10
	71	Aprovada a 13,5	132	4
	86	Aprovada a 13,5	108	6
F4 - C	0	Aprovado a -2,5	115	30
	28	Aprovada a 5	117	13
	35	Aprovado a 7,5	118	7
	42	Aprovado a 7,5	140	3
	49	Aprovado a 7,5	113	5
	56	Aprovada a 13,5	119	7
	71	Aprovada a 13,5	130	8
	86	Aprovada a 15	123	5
F5 - C	0	Aprovado a 0	105	26
	28	Aprovado a 2,5	130	20
	35	Aprovado a 7,5	120	13
	42	Aprovado a 7,5	126	26
	49	Aprovada a 13,5	124	20
	56	Aprovada a 13,5	135	16
	71	Aprovada a 15	124	15
	86	Aprovada a 15	130	14

### 3.4. COMPARAÇÃO FINAL

O Gráfico 4 mostra um comparativo entre o desempenho das mantas asfálticas com relação à flexibilidade sob baixa temperatura de acordo com as classes estabelecidas pela ABNT NBR 9952:2014. Estes valores foram calculados através da média entre os resultados os fornecedores de uma mesma classe.

Como esperado, as mantas classe "A" possuem desempenho bem superior ao de uma manta classe "C" e também apresentam uma folga com relação às mantas "B". A média de flexibilidade fica abaixo de -3 °C mesmo após 86 dias de envelhecimento acelerado, somando 8 graus de diferença pra "B" e 15 graus para uma manta "C", um resultado extremamente positivo.

**Gráfico 4.** Média das flexibilidades encontradas para cada classificação de manta asfáltica no período de 0 a 86 dias de envelhecimento acelerado.



Este gráfico também mostra que a queda da flexibilidade ao longo do tempo não é linear, ao contrário, as mantas se estabilizam em determinadas temperaturas criando "patamares". A diferença mais significativa ocorre sempre nos primeiros 28 dias de envelhecimento. Para as mantas "B" e "C", a diferença de flexibilidade chega a 7-8 graus neste período, depois diminui mais suavemente.

#### 4. CONCLUSÕES

A primeira conclusão na qual pode-se chegar com este trabalho é com relação à veracidade das informações disponibilizadas pelos fabricantes na embalagem e ficha técnica de cada produto. Há divergência na classificação informada pelo fabricante e nos resultados obtidos em laboratório, o que dificulta uma comparação mais profunda entre cada um dos tipos de manta e sua real performance.

No entanto, dentro do cenário estudado, é possível identificar uma grande diferença entre as classificações das mantas asfálticas e o quanto o teor de polímeros é fundamental no aumento da expectativa de vida do produto.

As mantas classe "A", que, por teoria, possuem a maior porcentagem de polímeros em formulação, conseguem estender sua expectativa de vida em cerca de 15 anos, pois conseguem manter sua flexibilidade abaixo ou a 0°C mesmo após 86 dias de envelhecimento acelerado.

Já as mantas classe "B", que possuem menor teor de polímeros que as mantas classe "A", são flexíveis a -5 °C no seu estado inicial, em concordância com o estipulado pela ABNT NBR 9952:2009, e também podem estender sua expectativa de vida para algo em torno de 12 anos, pois continuam flexíveis a temperaturas menores ou igual a 5°C até 71 dias.

Da mesma forma, as mantas classe "C" também podem ter sua expectativa de vida estendida, mas para cerca de 10 anos, visto que com 56 dias a flexibilidade das mantas já está acima de 10 °C. Para os casos em que a manta foi divulgada como "B", a condição é um pouco melhor, mantendo-se flexível como "C" por cerca de 15 anos.

Em média, tem-se uma diferença de 12 graus entre a flexibilidade inicial e a flexibilidade aprovada após 86 dias de envelhecimento. A queda da flexibilidade é gradativa, mas não linear.

Em todos os casos, há uma diminuição do ponto de penetração e um aumento (ou manutenção) do ponto de amolecimento, o que condiz com a queda de flexibilidade, pois sugere uma manta mais dura/rígida.

No geral, para todos os tipos de classificações é possível estender a expectativa de vida do produto, mas não muda o fato das mantas classe "A" terem desempenho superior à "B" e, sucessivamente, à "C", pois quanto maior o teor de polímeros, mais flexível será a manta, mesmo após o envelhecimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575:** Impermeabilização – Seleção e Projeto. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9952:** Mantas asfálticas para a impermeabilização. Rio de Janeiro, 2014.

BERNUCCI, L.; et al. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros.** Rio de Janeiro: ABEDA, 2006.

CERATTI, J.; BERNUCCI, L.; SOARES, J. **Utilização de ligantes asfálticas em serviço de pavimentação.** Rio de Janeiro: ABEDA, 2015.

FIBERSALS. **Tudo sobre manta asfáltica.** Disponível em: <https://fibersals.com.br/blog/tudo-sobre-manta-asfaltica/>. Acesso em 06/02/2018.

MORAES, Claudio Roberto Klein de. **Impermeabilização em lajes de cobertura:** levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre. 2002. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC). Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2002. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/2708>>

ROCHA, Guilherme da Silva. **Diagnóstico do uso de impermeabilização com mantas asfálticas na região da grande Porto Alegre.** 2016. 114 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/159643>>



Instituto de  
Impermeabilização

<http://ibibrasil.org.br/>