

INOVAÇÃO EM IMPERMEABILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DE ESTRUTURAS E COBERTURAS COM MEMBRANAS DE SILICONE

NEY DIAS (1), GABRIELA DIAS (2)

(1) Gaco Western – South America, Rua das Paineiras, Lote 06 - Bloco B, Sala 503, Brasília, DF, Brasil, e-mail: ney@ezgeneral.com

(2) Gaco Western – South America, Rua das Paineiras, Lote 06 - Bloco B, Sala 503, Brasília, DF, Brasil, e-mail: gabriela_gaco@ezgeneral.com

RESUMO

As membranas de silicone com superfície lisa para impermeabilização e proteção de estruturas e coberturas foram patenteadas nos Estados Unidos da América (EUA) no início da década de 1980 e logo foram lançadas no setor de impermeabilização daquele país, tendo sido aperfeiçoadas até os dias atuais. Entretanto, sua introdução no Brasil ocorreu tardiamente em 2013 com aplicações apenas em 2014 em São Paulo, Rio de Janeiro e Manaus. As membranas de silicone formam impermeabilizações e revestimentos protetores moldados “in loco” sendo sistemas autoprotetidos (por termorreflexão), sem proteção mecânica. A membrana de silicone pode ser aplicada nas obras de arte (cúpulas, abóbadas), nos telhados industriais ou domésticos, nas torres eólicas, além de aplicações em lajes de cobertura de trânsito eventual, assim como sobre impermeabilizações existentes desgastadas ou deterioradas.

A membrana de silicone representa uma alternativa de alto desempenho na impermeabilização de coberturas, sendo uma evolução com relação aos sistemas conhecidos do estado da técnica, como as membranas de neoprene- hypalon, acrílicas e poliuretano.

Assim sendo, este trabalho aborda as impermeabilizações compreendendo as membranas de silicone, incluindo descrição do sistema, características, utilizações e metodologias etc. São abordadas, também, aplicações bem-sucedidas realizadas com a membrana de silicone no Brasil, em 2014.

Palavras-chave

Impermeabilização; coberturas; telhados; lajes; silicone

1 INTRODUÇÃO

A indústria química no Brasil voltada para os materiais de construção civil, especificamente aquela que desenvolve e fabrica produtos para a engenharia de impermeabilizações tem acompanhado a evolução mundial dos sistemas de impermeabilização. Isto, baseado na disponibilidade de diversos sistemas de impermeabilização, entre os quais os materiais de base asfáltica, mantas pré-fabricadas e membranas moldadas no local, membranas de base cimentícias e, particularmente, as membranas a base de polímeros ou membranas poliméricas. Entre as membranas a base de polímeros podem ser citadas as membranas de neoprene-hypalon, acrílicas e de poliuretano, muito conhecidas e de uso já disseminado no estado da técnica. Sendo que, posteriormente chegaram ao mercado da construção civil as membranas de impermeabilização a base de borracha de polímero de silicone, mais precisamente, na década de 80 nos Estados Unidos da América (EUA) e muito tardiamente no Brasil, em 2013. Na realidade as membranas impermeabilizantes formadas por borracha de polímero de silicone não chegaram ao mercado da impermeabilização como material milagroso para várias aplicações. E, sim, chegaram como uma opção a mais entre as diversas membranas poliméricas e visando utilizações específicas.

2 AS PRINCIPAIS MEMBRANAS POLIMÉRICAS AUTOPROTEGIDAS

Entre as membranas impermeabilizantes à base de polímeros já muito difundidas no estado da técnica são citadas as membranas de neoprene-hypalon, acrílicas e poliuretano, pois possuem aspectos semelhantes ou da mesma família quando comparadas com as membranas de silicone, principalmente, no que se refere às condições necessárias do substrato para a aplicação, facilidade de moldagem no local, autoproteção termorrefletiva incorporada ou em filme sobreposto, coloração branca (ou cores claras), exposição sem proteção mecânica, adequação a formatos de áreas sinuosas, ductilidade após tratamentos localizados que possibilitam a absorção de movimentações do substrato, facilidade e velocidade na aplicação, facilidade na manutenção, aspectos visuais arquitetônicos e até mesmo considerando as suas possíveis anomalias.

2.1 As membranas de neoprene-hypalon

O sistema que utiliza as membranas de neoprene-hypalon foi amplamente utilizado em todo mundo a partir da década de 50, principalmente, em coberturas abobadadas e em cúpulas e, devido ao bom desempenho, passou a ser aplicado também em lajes de cobertura de trânsito eventual, desde que houvessem procedimentos criteriosos quanto às camadas e superfícies de regularização. As membranas de neoprene-hypalon são formadas por aplicação de neoprene (policloropreno) em solução em primeira camada sobre a regularização e, após sua cura e endurecimento, segue a aplicação de camada adicional de hypalon (polietileno clorossulfonado) em solução. Ademais, a membrana pode receber armadura de tecido para a aplicação em regiões do substrato que apresentem estado de fissuração. A camada de neoprene possui coloração escura com capacidade de fazer frente aos raios ultravioleta, com adição de pigmento negro de fumo ou óxido de ferro vermelho. Já a camada de hypalon possui coloração clara, sendo adicionado o dióxido de titânio, resultando em camada termorrefletiva na cor branca ou tratado para cores claras. A espessura da membrana de neoprene-hypalon seca deve ter no mínimo de 0,5 mm e de 0,7 mm quando armado com tecido nas regiões sujeitas a fissuração (PICHI, 1986). A norma ABNT NBR 9396 (2007) – Membrana elastomérica de policloropreno e polietileno clorossulfonado em solução para impermeabilização (2007) regula os parâmetros para a conformação deste sistema impermeabilizante.

A Tabela 1 apresenta os requisitos de desempenho da solução e da membrana de policloropreno (neoprene) sem estruturante/armadura segundo a norma ABNT NBR 9396 – Membrana elastomérica de policloropreno e polietileno clorossulfonado em solução para impermeabilização (2007).

Tabela 1 – Requisitos de desempenho da solução e da membrana de policloropreno (neoprene) sem estruturante/armadura segundo a ABNT NBR 9396

Ensaio	Propriedades	Parâmetro	Método de ensaio
Na solução	% de não voláteis em volume – mínimo	20%	ASTM D-297 – Secagem a 70° C até massa constante, com determinação do volume pelo picnômetro
	% de elastômeros em massa – mínimo	58%	ASTM D-297 – Por diferença, através da extração por solvente e acetona e determinação de cinzas
Na película vulcanizada	Alongamento – mínimo	400%	ABNT NBR 7462
	Tração – mínimo	11 MPa	ABNT NBR 7462
	Resistência ao ozônio	Não deve apresentar fendilhamento sob aumento de 7 vezes	ABNT NBR 8360
	Transmissão de vapor – máximo	1 g/24 hm ²	ASTM E96-E96M
	Adesão – mínimo	0,36 MPa	ASTM D 903
	Identificação do elastômero	100% do elastômero deve ser composto por policloropreno	ASTM D 2621

A Tabela 2 apresenta os requisitos de desempenho da solução e da membrana de polietileno clorossulfonado (hypalon) sem estruturante/armadura segundo a norma ABNT NBR 9396 – Membrana elastomérica de policloropreno e polietileno clorossulfonado em solução para impermeabilização (2007).

Tabela 2 - Requisitos de desempenho da solução e da membrana de polietileno clorossulfonado (hypalon) sem estruturante/armadura segundo a ABNT NBR 9396

Ensaio	Propriedades	Parâmetro	Método de ensaio
Na solução	% de não voláteis em volume – mínimo	20%	ASTM D-297 – Secagem a 70° C até massa constante, com determinação do volume pelo picnômetro
	% de elastômeros em massa – mínimo	58%	ASTM D-297 – Por diferença, através da extração por solvente e acetona e determinação de cinzas
Na película vulcanizada	Alongamento – mínimo	400%	ABNT NBR 7462
	Tração – mínimo	11 MPa	ABNT NBR 7462

	Resistência ao ozônio	Não deve apresentar fendilhamento sob aumento de 7 vezes	ABNT NBR 8360
	Absorção de água – máximo	4 %	ASTM D-471
	Transmissão de vapor – máximo	1 g/24 hm ²	ASTM E96/E-96M
	Identificação do elastômero	100% do elastômero deve ser composto por polietileno clorossulfonado	ASTM D 2621

2.2 As membranas acrílicas

As membranas acrílicas surgiram no mercado internacional a partir da década de 80 como alternativa de custo mais baixo e apesar do seu menor desempenho do que as membranas formadas por neoprene-hypalon. Isto se deveu à sua semelhança visual e coloração branca, a base de emulsão acrílica, aliado à facilidade no seu manuseio e aplicação. As membranas acrílicas são formadas por polímeros acrílicos termoplásticos emulsionados (em dispersão aquosa) preferencialmente puros, ou em variação de menor desempenho com a adição de estireno-butadieno. O sistema impermeabilizante de membranas acrílicas pode ser aplicado sem ou com estruturante/armadura de tecido, respectivamente, nas espessuras de 1 mm e 1,5 mm (PICH, 1986). A norma ABNT NBR 13321 – Membrana acrílica para impermeabilização (2008) regula os parâmetros para a conformação deste sistema impermeabilizante. A Tabela 3 apresenta os requisitos de desempenho da membrana acrílica sem estruturante/armadura segundo a norma ABNT NBR 13321 – Membrana acrílica para impermeabilização (2008).

Tabela 3 – Requisitos de desempenho da membrana acrílica sem estruturante/armadura segundo a ABNT NBR 13321

Item	Requisitos	Unidade	Parâmetros	Método de ensaio
1.	Resistência à tração na ruptura – mínimo	MPa	1,5	ABNT NBR 7462
2.	Alongamento na ruptura – mínimo	%	100	ABNT NBR 7462
3.	Absorção de água – máximo	%	15	ASTM D 570
4.	Envelhecimento por intemperismo artificial (300 h – ciclos de 4h UV a 70° C e condensação a 60°C)		Sem alterações (bolhas, trincas, gizamento etc.)	ASTM G 154
5.	Alongamento na ruptura após envelhecimento – mínimo	%	100	ABNT NBR 7462
6.	Flexibilidade a baixa temperatura após envelhecimento (5 °C)	°C	Sem fissuras	ABNT NBR 9952

A Tabela 4 apresenta os requisitos de desempenho da membrana acrílica com estruturante/armadura segundo a norma ABNT NBR 13321 – Membrana acrílica para impermeabilização (2008).

Tabela 4 – Requisitos de desempenho da membrana acrílica com estruturante/armadura segundo a ABNT NBR 13321

Item	Requisitos	Unidade	Parâmetros	Método de ensaio
1.	Resistência à tração na ruptura – sentidos: longitudinal e transversal – mínimo	N/5 cm	150	ABNT NBR 7462
2.	Alongamento na ruptura – sentidos: longitudinal e transversal – mínimo	%	20	ABNT NBR 7462
3.	Estanqueidade	Kgf/cm ²	2	ABNT NBR 10787

2.3 As membranas de poliuretano

As membranas de poliuretano surgiram no setor de impermeabilização a partir do final da década de 90 e início da década de 2000. As membranas de poliuretano são formadas após a polimerização de resinas em solução. As composições básicas das resinas contêm elastômero de poliuretano, cargas, aditivos, catalisadores e isocianato. As resinas de poliuretano podem conter adição de solventes orgânicos ou podem possuir alto teor de sólidos. As resinas podem ainda conter outras adições. Certas adições a tornam autoextinguíveis às chamas, outras inibem a impregnação e/ou ataque por microorganismos. As membranas de poliuretano geralmente são autoprotetidas, pois recebem filmes termorrefletivos sobrepostos ou adições na própria resina para resistirem à fotodegradação por raios ultravioletas (“topcoat”). O sistema de membranas de poliuretano possui espessura indicada de 1,5 mm até 2 mm, devendo conter armadura de tecido em regiões de substrato sujeito a fissuração (JORDY, 2003). A norma ABNT NBR 15487 – Membrana de poliuretano para impermeabilização (2007) regula os parâmetros para a conformação deste sistema impermeabilizante. A Tabela 5 apresenta os requisitos de desempenho da membrana de poliuretano sem estruturante/armadura segundo a norma ABNT NBR 15487 – Membrana de poliuretano para impermeabilização (2007).

Tabela 5 – Requisitos de desempenho da membrana de poliuretano sem estruturante/armadura segundo a norma ABNT NBR 15487

Item	Requisitos	Unidade	Parâmetros	Método de ensaio
1.	Resistência à tração – mínima	MPa	2,0	ABNT NBR 7462
2.	Alongamento na ruptura – mínimo	%	50	ABNT NBR 7462
3.	Deformação permanente – máxima	%	30	ABNT NBR 10025
4.	Resistência ao rasgo	KN/m	2,0	ASTM D-624
5.	Flexibilidade à baixa temperatura (-5 °C)	-	Atende	ABNT NBR 9952
6.	Dureza Shore A	-	60-90	ABNT NBR 7456
7.	Escorrimento (120 °C)	-	Atende	ABNT NBR 9952
8.	Tração e alongamento após intemperismo – 500 h ⁽¹⁾ – Perda máxima	%	25 %	ASTM G-154

9.	Flexibilidade (5 °C) após envelhecimento acelerado (4 semanas a 80 °C)	-	Atende	ABNT NBR 9952
10.	Determinação de resistência de aderência à tração – mínima	MPa	0,30	ABNT NBR 13528
Nota ⁽¹⁾ : Ensaio aplicável somente para membranas sujeitas à exposição às intempéries				

2.4 Anomalias das membranas do estado da técnica

As anomalias das membranas de neoprene-hypalon, acrílicas e poliuretano são muito parecidas, e as mais comuns são as rupturas das membranas em mapeamento de juntas de dilatação e/ou de fissuras e trincas não tratadas, além de bolhas de ar ou gases devido ao substrato não curado e/ou úmido quando da aplicação, falhas de aderência, amarelamento, entre outras.

Em geral, anomalias das membranas de neoprene-hypalon, acrílicas e poliuretano são causadas por deficiências nas camadas de suporte (estrutura de concreto), assim como nas camadas e superfícies de regularização, inexistência de tratamentos prévios de juntas de dilatação e/ou de fissuras e trincas, falhas nas aplicações, inexistência ou falhas de projeto de impermeabilização e inexistência ou falhas de fiscalização da aplicação da impermeabilização, entre outros fatores.

2.5 Expectativas de vida útil estimada das membranas poliméricas

A expectativa de vida útil estimada para cada membrana de polímero para impermeabilização consta da Tabela 6 a seguir. Os períodos de vida útil foram baseados em estudos publicados (PIRONDI, 1988) e em observações reais obtidas na prática de impermeabilização. Todavia, tais estimativas estão correlacionadas diretamente a procedimentos de execução/aplicação dos sistemas projetados e, também, da implementação de planos sistemáticos de manutenção predial.

Tabela 6 - Expectativa de vida útil estimada das membranas poliméricas

Sistema de impermeabilização	Vida útil estimada (anos)
Membrana de neoprene-hypalon autoprottegida	4 a 7
Membrana de acrílico autoprottegida	2 a 5
Membrana de poliuretano autoprottegida	4 a 7

3 O POLÍMERO DE SILICONE

A característica principal dos polímeros de silicone é a cadeia polimérica de átomos de silício e oxigênio em que os átomos de silício transportam dois radicais orgânicos, preferencialmente radicais metil. As propriedades especiais da borracha de silicone estão relacionadas com a presença de pequenas quantidades de radicais vinil, fenil ou fluoroalquil. Os vulcanizados de borracha de silicone distinguem-se pela sua excepcional resistência ao calor, pela sua estabilidade a baixa temperatura, pela sua flexibilidade a baixa temperatura, pela sua excelente resistência ao oxigênio, ozônio e radiação ultravioleta, pelas suas propriedades de bom isolador elétrico e pela sua compatibilidade com o ambiente (BAYER, 1993, apud RUBBERPEDIA). A borracha de silicone tem uma cadeia polimérica que contém átomos de silício e de oxigênio, sendo as valências livres do átomo de silício neutralizadas pelos radicais orgânicos R (ver Figura 1) (NAGDI; KHAIRI, 1987, apud RUBBERPEDIA).

5 AS MEMBRANAS DE SILICONE PARA IMPERMABILIZAÇÃO

As membranas de silicone para impermeabilização são formadas a partir de polímeros de silicone no estado líquido, sendo facilmente obtidas através da adição de dois componentes em processo a frio e cura por umidade do ar na temperatura ambiente, visando aplicação em sistemas de coberturas como telhados, lajes planas de trânsito limitado, cúpulas, abóbadas e até mesmo como revestimentos protetores de estruturas especiais como pontes, viadutos e torres eólicas. As membranas de silicone para impermeabilização são também autoprotégidas, refletindo os raios solares como as demais membranas citadas neste trabalho. E, ainda, em geral possuem outras características específicas como elevada resistência às intempéries, alto poder de aderência ao substrato, elevadas tensões de tração na ruptura e alongamento percentual, elevado teor de sólidos, baixa tensão superficial, constituem sistema monocomponente, livre de solventes orgânicos, com facilidade na aplicação (sobre concreto, argamassa, metais, madeira etc.), baixo custo de manutenção, podendo serem aplicadas no reparo de/sobre outras membranas (neoprene-hypalon, acrílicas, poliuretano) e outros sistemas de impermeabilização (poliuretano, butyl, EPDM, TPO, PVC, mantas asfálticas etc.). Para o sistema de membranas de silicone a espessura indicada é de 0,6mm a 1,0 mm, e a membrana deve receber estruturante/armadura com tecido em regiões de substrato sujeito a fissuração e sobre juntas. Os requisitos de desempenho da membrana de silicone sem estruturante/armadura podem ser obtidos na norma ASTM D 6694 – 08 Standard Specification for Liquid-applied Silicone Coating Used in Spray Polyurethane Foam Roofing (2008). Entretanto, na Tabela 7 (GACO) são apresentados índices de desempenho da membrana de silicone introduzida no Brasil em 2013 e efetivamente aplicada em coberturas brasileiras de forma inovadora em 2014, sob conformidade à ASTM D 6694 – 08.

Tabela 7 – Requisitos de desempenho das membranas de silicone (GACO)

Norma	Característica	Índice
ASTM D 412	Resistência à tração	3,79 MPa
ASTM D 412	Alongamento na ruptura	150%
ASTM D624	Resistência ao rasgo	3,8 kgf/cm
ASTM D 2240	Dureza	55 Shore A
ASTM E 96	Permeabilizade ao vapor d'água	5,3 perms
ASTM D 903	Adesão à espuma de PU	3,5 lbs/pol ²
ASTM D 522 B	Flexibilidade à baixa temperatura	Atende
ASTM E 108	Inflamabilidade	Classe A
ASTM C 1549	Refletância	88%
ASTM C 1371	Emitância	87%
Teor de sólidos		96,5%

Na tabela 8 a seguir é mostrada a expectativa de vida útil estimada para membrana de polímero a base de silicone para impermeabilização. Os períodos de vida útil foram baseados em observações reais obtidas na prática de impermeabilização nos Estados Unidos da América, particularmente no estado da Flórida que possui condições climáticas parecidas com muitas regiões geográficas do Brasil. Todavia, tais estimativas estão correlacionadas diretamente a procedimentos de execução/aplicação dos sistemas projetados e, também, da implementação de planos sistemáticos de manutenção predial.

Tabela 8 - Expectativa de vida útil estimada da membrana polimérica à base de silicone.

Sistema de impermeabilização	Vida útil estimada (anos)
Membrana de silicone autoprotégida	5 a 8

5.1 O sistema impermeabilizante com membranas de silicone

O sistema impermeabilizante com membranas de silicone é formado por aplicação de imprimação com “primer” de base epoxídica, seguido de tratamento com massa de silicone nas fissuras e trincas (passivas), discontinuidades, arestas (internas e/ou externas) e, em seguida, tratamento típico de juntas estruturais, fissuras (ativas) ou transpasses de telhas com uso de massa de silicone e faixas de tecido de poliéster e filmes de polietileno antiaderentes e, após, aplicação da resina de silicone formando assim o mencionado sistema. Aplicações do sistema impermeabilizante com membranas de silicone são recomendadas sobre substratos firmes e íntegros de coberturas com de lajes de trânsito eventual, lajes abobadadas, cúpulas, lajes inclinadas sem trânsito, telhados metálicos, telhados em fibrocimento e, ainda, sobre outros sistemas de impermeabilização desde que íntegros (não desagregados) e sem umidade confinada (GACO; MOMENTIVE).

5.1.1 As membranas de silicone aplicadas sobre lajes de trânsito eventual

Uma impermeabilização com uso da membrana de silicone foi realizada em cobertura de laje de concreto com trânsito eventual no Rio de Janeiro, RJ, Brasil, em junho de 2014. Sendo que, antes da aplicação da impermeabilização propriamente dita, conforme sequência aplicativa mencionada no item 5.1 anterior, foram necessários os seguintes serviços preliminares: limpeza geral das superfícies, readequação de tubos e coletores de águas pluviais, readequação de tubos de distribuição de água, readequação de instalações elétricas, regularização das superfícies com caimento aos coletores de águas pluviais, seguido de teste de umidade na camada de regularização. A Foto 1 mostra a aplicação de imprimação com “primer” de base epoxídica sobre as superfícies regularizadas da laje de cobertura de trânsito eventual e sobre paramentos verticais adjacentes.



Foto 1 – Aplicação de imprimação com “primer” de base epoxídica.

A Figura 2 mostra detalhe típico para o tratamento de juntas de dilatação estrutural de lajes de cobertura com membranas poliméricas de poliuretano segundo JORDY (2003), sendo o detalhe também é válido para as membranas poliméricas de silicone, acrílicas e de neoprene-hypalon.

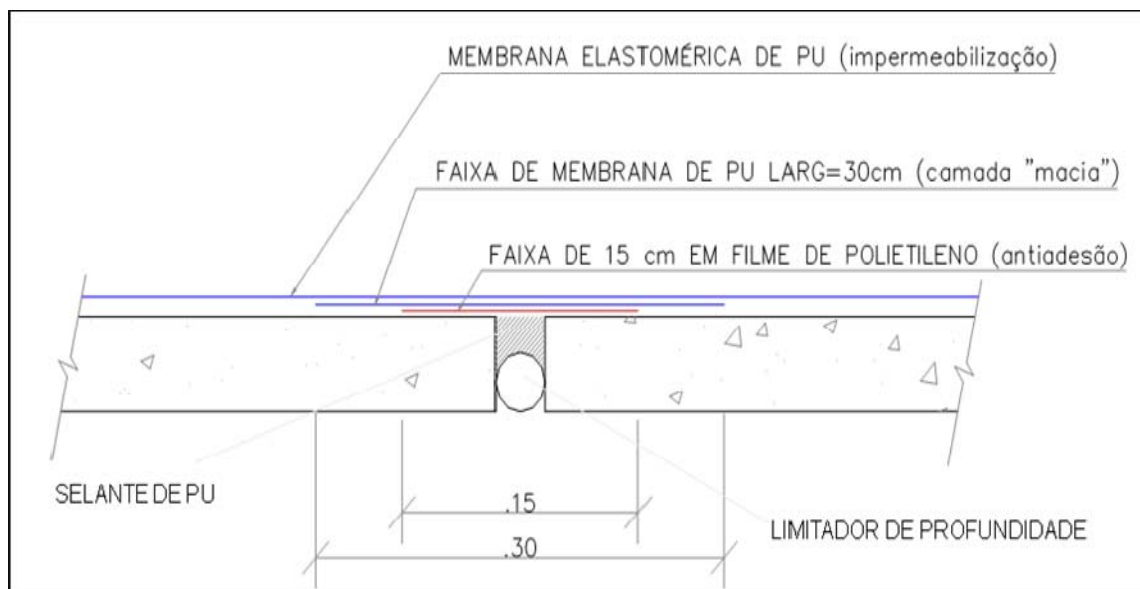


Figura 2 – Detalhe típico para impermeabilização de juntas estruturais com membranas poliméricas sendo, também, válido para as membranas impermeabilizantes de silicone.

A Foto 2 mostra a aplicação da resina de silicone, formando a membrana impermeabilizante sobre a cobertura em laje de trânsito eventual.



Foto 2 – Aplicação da resina de silicone para formação da membrana impermeabilizante.

5.1.2 As membranas de silicone aplicadas sobre coberturas em telhado

Uma impermeabilização com uso da membrana de silicone sobre cobertura constituída por telhado metálico foi realizada em Manaus, Amazonas, Brasil, em julho de 2014. Sendo que, antes da aplicação da impermeabilização propriamente dita, conforme sequência aplicativa mencionada no item 5.1 anterior, foram necessários os seguintes serviços preliminares: limpeza geral das superfícies, substituições de telhas danificadas, fixações de telhas com parafusos e chumbadores. A Foto 3 mostra a aplicação de massa de silicone como selagem junto aos transpasses das telhas.

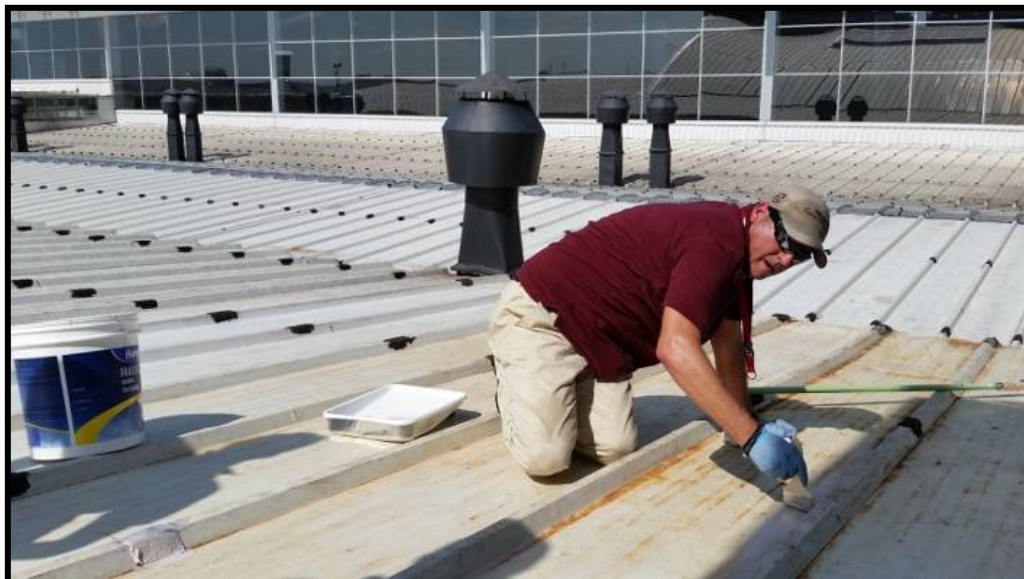


Foto 3 – Aplicação de massa de silicone em selagem junto aos transpasses das telhas.

A Foto 4 mostra a aplicação da resina de silicone, formando a membrana impermeabilizante sobre a cobertura em telhado.



Foto 4 – Aplicação da resina de silicone formando a membrana impermeabilizante sobre o telhado.

6 OBRAS EXECUTADAS COM MEMBRANA DE SILICONE HÁ MAIS DE 5 ANOS

A seguir são mostrados dois casos de obras de sucesso, com idade superior a 5 (cinco) anos de aplicação de impermeabilização à base de membranas de silicone em coberturas nos EUA.

6.1 Cobertura em laje de concreto de edificação da “Joined Alloys”, um fabricante de componentes de material bélico para defesa aérea, em Phoenix, Arizona, EUA

Em 2007, sobre a cobertura em laje de concreto existia aplicação de impermeabilização composto por membrana de TPO aplicada sobre isolamento térmico formado por espuma plástica rígida. Tal sistema de impermeabilização/isolamento térmico encontrava-se deteriorado como mostra a Foto 5 a seguir.



Foto 5 – Impermeabilização original deteriorada, em membrana de TPO sobre isolamento térmico.

Assim, em 2007 a dita cobertura da “Joined Alloys” localizada em Phoenix, Arizona, nos EUA, após a total remoção da impermeabilização original deteriorada, foi novamente impermeabilizada com sistema de membrana de silicone aplicada sobre isolamento térmico composto por placa rígida de poliuretano, conforme a mostra a Foto 6 a seguir.



Foto 6 – Nova impermeabilização sobre a cobertura com sistema de membrana de silicone aplicada sobre isolamento térmico composto por placa rígida de poliuretano, apresentando desempenho até 2014.

6.2 Cobertura de conjunto de casas da “Oak Creek Estados” em Sedona, Arizona, EUA

As coberturas do conjunto de casas da “Oak Creek Estados” são formadas por telhados e por placas de madeira prensada. Sendo que, em 2006 sobre as ditas placas havia uma diversidade de camadas de membranas asfálticas aplicadas, sobrepostas, umas às outras. Tais sistemas de impermeabilização sobrepostos apresentavam deteriorações e infiltrações à época citada como mostra a Foto 7 a seguir.



Foto 7 – Impermeabilizações asfálticas em diversas deterioradas e apresentando infiltrações, em 2006.

Assim, em 2006 as superfícies das placas de madeira prensada das coberturas do conjunto de casas “Oak Creek Estados”, após a remoção das diversas camadas de membranas asfálticas sobrepostas, receberam nova impermeabilização composta por membrana de silicone aplicada sobre espuma rígida de poliuretano, conforme a mostra a Foto 8 a seguir.



Foto 8 – Nova impermeabilização sobre a cobertura com membrana de silicone aplicada sobre isolamento térmico composto por placa rígida de poliuretano, apresentando desempenho até 2014.

7 CONCLUSÕES

O trabalho divulgou a membrana polimérica de silicone para impermeabilização de coberturas como uma alternativa a mais entre as outras membranas poliméricas autoprotetidas similares, ou seja, as membranas de neoprene-hypalon, acrílicas e poliuretânicas, estas já bastante difundidas no Brasil. Foi ainda descrito que nos Estados Unidos da América (EUA) a membrana de silicone já tem sido utilizada com sucesso em aplicações de impermeabilização desde a década de 80, época em que foi patenteada naquele país.

Ao mesmo tempo, foram mencionadas diversas características vantajosas determinantes para a escolha da utilização das membranas de silicone além de sua impermeabilidade em si, entre as quais a sua elevada vida útil com desempenho, elevada aderência ao substrato, elevada resistência às intempéries, elevadas tensões de tração na ruptura e alongamento percentual visando os tratamentos típicos de juntas e fissuras e trincas, facilidade na aplicação, baixo custo de manutenção, com possibilidade de aplicação sobre outros sistemas impermeabilizantes (como membranas moldadas in loco e/ou sistemas pré-fabricados) e sobre diferentes tipos de substrato, entre outras vantagens.

Ademais, o trabalho descreveu e mostrou as primeiras aplicações das membranas de silicone no Brasil em 2014, precisamente, em cobertura de laje plana de edifício com trânsito eventual e em cobertura em telhado metálico de indústria.

Assim sendo, este trabalho contribuiu com a engenharia de impermeabilização no sentido de chamar a atenção, disseminar e esclarecer aos profissionais projetistas e gestores de obras deste setor técnico a respeito de produto impermeabilizante de enorme potencial, ou seja, as membranas de silicone visando a solução de anomalias de infiltrações e/ou de falta de estanqueidade em coberturas de edificações, particularmente nos casos de coberturas formadas por lajes de trânsito eventual, telhados metálicos ou em fibrocimento e, particularmente, na reabilitação de sistemas de impermeabilizações pré-existentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 7456. Plástico - Determinação da dureza shore. 1982. 6p.

ABNT NBR 7462. Elastômero vulcanizado - Determinação da resistência à tração. 1992. 5p.

ABNT NBR 8360. Elastômero vulcanizado - Envelhecimento acelerado em câmara de ozônio - Ensaio estático - Método de ensaio. 1984. 4p.

ABNT NBR 9396. Membrana elastomérica de policloropreno e polietileno clorossulfonado. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro. 2007. 4p.

ABNT NBR 9952. Manta asfáltica para impermeabilização. 2014. 33p.

ABNT NBR 10025. Elastômero vulcanizado - Ensaio de deformação permanente à compressão - Método de ensaio. 1987. 6p.

ABNT NBR 10787. Concreto endurecido - Determinação da penetração água sob pressão. 2011. 6p.

ABNT NBR 13321. Membrana acrílica para impermeabilização. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro. 2008. 4p.

ABNT NBR 13528. Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração. 2010. 11p.

ABNT NBR 15487. Membrana de poliuretano para impermeabilização. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro. 2007. 3p.

ASTM C 1371. Standard Test Method for Determination of Emittance of Materials Near Room Temperature Using Portable Emissometers. 2010. 8p.

ASTM C 1549. Standard Test Method for Determination of Solar Reflectance Near Ambient Temperature Using a Portable Solar Reflectometer. 2014. 6p.

ASTM D 297. Standard Test Methods for Rubber Products-Chemical Analysis. 2013. 37p.

- ASTM D 412. Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers-Tension. 2013. 14p.
- ASTM D 522/D 522M. Standard Test Methods for Mandrel Bend Test of Attached Organic Coatings. 2013. 4p.
- ASTM D 570. Standard Test Method for Water Absorption of Plastics. 2010. 4p.
- ASTM D 624. Standard Test Method for Tear Strength of Conventional Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers. 2012. 9p.
- ASTM D 903. Standard Test Method for Peel or Stripping Strength of Adhesive Bonds. 2010. 3p.
- ASTM D 2240. Standard Test Method for Rubber Property — Durometer Hardness. 2010. 13p.
- ASTM D 2621. Standard Test Method for Infrared Identification of Vehicle Solids From Solvent-Reducible Paints. 2011. 24p.
- ASTM D 6694. Standard Specification for Liquid-applied Silicone Coating Used in Spray Polyurethane Foam Roofing. 2013. 3p.
- ASTM E 96/E 96M. Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials. 2014. 13p.
- ASTM E 108. Standard Test Methods for Fire Tests of Roof Coverings. 2011. 13p.
- ASTM G 154. Standard Practice for Operating Fluorescent Ultraviolet (UV) Lamp Apparatus for Exposure of Nonmetallic Materials. 2012. 12p.
- BAYER, A.G. Manual for the rubber industry, Development Section, Leverkusen, 1993.
- GACO. Silicone coatings – Gacoflex. <http://www.gaco.com/silicone.html>
- JORDY, J. C. Impermeabilização em planos horizontais, verticais e inclinados, com membranas de poliuretano, sem utilização de proteção mecânica. 12º Simpósio Brasileiro de Impermeabilização, IBI – Instituto Brasileiro de Impermeabilização, 2003. 26p.
- MOMENTIVE. SCM3400 Silicone Roofing Coating. GE.
http://www.siliconeforbuilding.com/pdf/speciality/Data_Sheet_SCM3400_Roofcoat.pdf
- MORTON, M. – Rubber technology, 2nd Edition, Van Nostrand Reinhold, New York, 1989.
- NAGDI; KHAIRI. Manuale della Gomma, Tecniche Nuove, 1987.
- PICHI, F.A. PINI; Impermeabilização de coberturas. São Paulo. Editora PINI. 1986. 216p.
- PIRONDI, Z. Manual prático de impermeabilização e isolamento térmica. 2ª edição. São Paulo. Editora Pini. 1988. 303p.
- RUBBERPEDIA. <http://www.rubberpedia.com/borrachas/borracha-silicone.php>
- U.S. Pat. N°. 4.297.265. Silicone rubber coating material having reduced surface tension. USPTO. Pub. 27/10/1981. 3p.
- U.S. Pat. N° 4.421.581. Single ply roofing system. USPTO. Pub 20/12/1983. 4p.
- U.S. Pat. N°. 2.751.314. Bonding silicone rubber to solid materials. USPTO. Pub. 19/06/1956. 7p.
- U.S. Pat. N°. 2,934,464. Organosiloxane resin compositions and glass laminates impregnated therewith. USPTO. Pub. 26/04/1960 6p.
- U.S. Pat. N°. 2.979.420. Silicone primers for room temperature vulcanizing silicone rubber .USPTO. Pub. 11/04/1961
- U.S. Pat. N°. 3.455.762. Methods of bonding silicone rubbers to surfaces. USPTO. Pub. 15/07/1969.