

CENTRO PAULA SOUZA

ETEC ITAQUERA II

Técnico em Edificações

Simone da Paixão Gonçalves Freitas Costa

Marcelo Rodrigues

Adealdo Miranda de Souza

TECNOLOGIA DA POLIUREIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

São Paulo

2018

Simone da Paixão Gonçalves Freitas Costa

Marcelo Rodrigues

Adealdo Miranda de Souza

TECNOLOGIA DA POLIUREIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Técnico em
Edificações do Centro Paula Souza -
ETEC Itaquera II, orientado pela
Professora Eliana Cardoso como
requisito para obtenção do título de
Técnico em Edificações

São Paulo

2018

Dedico este trabalho ao meu pai Arivaldo Gonçalves (in memorian) que à sua maneira, sempre me orientou que ser advogada não era uma boa escolha.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família e em especial ao meu marido, Fernando Jorge Martins Freitas Costa, pelo incentivo no meu crescimento, em me reconstruir como pessoa e profissional. Por ter me apresentado o mundo que meu pai tanto falou desde que eu era criança, e que eu não ouvi, o mundo da Química. Agradeço a ele pela consultoria que me prestou neste trabalho, às explicações, às traduções, já que a maior parte dos documentos técnicos disponíveis estão em inglês, aos pedidos de documentos técnicos, cases, publicações, White Papers, ao seu amigo e mentor Dudley J. Primeaux II, me proporcionando material de pesquisa da fonte mais confiável sobre o tema, do criador, do Pai da Tecnologia da Poliureia. E, agradeço pela paciência e dedicação comigo e com nossa família. Agradeço também à Empresa Versaflex Inc. pelos documentos técnicos desde fichas técnicas e de segurança aos White Papers os quais contribuíram muito para este trabalho.

"Para o sucesso de uma aplicação de poliureia, os profissionais envolvidos devem ter três 'C's:

- **COMPETENCIA**
- **COMPROMETIMIENTO**
- **CARÁTER™**

DUDLEY JOSEPH PRIMEAUX II

RESUMO

Os sistemas de revestimento e membranas elastoméricas de alta espessura têm excelentes características de desempenho em uma variedade de trabalhos de proteção à corrosão, impermeabilização e abrasão; incluindo a tecnologia de elastômero de spray de poliureia para esses tipos de aplicações, há uma variedade de aplicações e usos bem-sucedidos e que estão funcionando muito bem. Muito do mito em torno de falhas pode ser identificado por trabalho de especificação incorreto e seleção de material incorreta para uma aplicação específica. E mesmo quando um sistema adequado é selecionado, a preparação inadequada da superfície e/ ou técnicas de aplicação podem levar a falhas na aplicação. O mesmo é verdade para outras tecnologias de revestimento e membranas para essas áreas de aplicação. Ter o treinamento adequado, seleção de material, orientações e padrões adequados pode levar a uma aplicação bem-sucedida. Este documento informará o trajeto ao longo da história da tecnologia de poliureia, tipos de poliureia, características e propriedades, métodos de aplicação, equipamentos, preparação de superfície, normas e diretrizes importantes da indústria, além de projetos bem-sucedidos de proteção e impermeabilização de substratos, que apóiam ainda mais o uso bem sucedido dessa tecnologia.

Palavras Chave: Poliureia. Impermeabilização. Revestimento.

ABSTRACT

Coating systems and high thickness elastomeric membranes have excellent performance characteristics in a variety of corrosion protection, waterproofing and abrasion works; including polyurea spray elastomer technology for these types of applications, there are a variety of applications and uses that are successful and that are working very well. Much of the myth around failures can be identified by incorrect specification work and incorrect material selection for a specific application. And even when a suitable system is selected, improper surface preparation and / or application techniques can lead to application failures. The same is true for other coating technologies and membranes for these application areas. Having the proper training, selection of material, guidelines and appropriate standards can lead to a successful application. This document will inform the history of polyurea technology, polyurea types, characteristics and properties, application methods, equipment, surface preparation, important industry standards and guidelines, and successful projects for the protection and waterproofing of substrates, which further support the successful use of this technology.

Keywords: Polyurea. Waterproofing. Coating

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Molécula de Poliureia - www.polyurea.com	19
Figura 2 - Exposição QUV - Cinza claro, Beje e Vermelho tijolo – Revista JPCL Julho 2010	21
Figura 3 - Poliureia handmix - www.versaflex.com	23
Figura 4 - Aplicação em 1992 após 17 anos de uso – Revista JPCL Julho 2010	26
Figura 5 - Bombas de Processamento de poliureia HotSpray – White Book Getting Started in the Polyurea Application Business.....	28
Figura 6 - Pistolas HotSpray – White Book Getting Started in the Polyurea Application Business.....	29
Figura 7 - Pistola de purga a ar e purga mecânica - apostila de treinamento Polyurea University	29
Figura 8 - Filtros da Pistola	30
Figura 9 - Equipamento baixa pressão cartucho - www.polyurea.com	32
Figura 10 - Equipamento de Proteção Pessoal para espaço confinado - White Book "Getting Started in Polyurea Application Business"	34
Figura 11 - Lâminas do Misturador – White Book "Getting Started in Polyurea Application Business"	38
Figura 12 - Relatório Diário de Aplicação - White Book "White Book "Getting Started in Polyurea Application Business"	40
Figura 13 - Área de apresentação "Mock-up" - White Book "Getting Started in Polyurea Application Business".....	44
Figura 14 - Aplicação em Aquário.....	46
Figura 15 - Preparação de Superfície Inadequada - White Book "Surface Preparation"	48
Figura 16 - Aplicação sobre Alumínio sem o devido Preparo da Superfície - White Book "Surface Preparation"	49
Figura 17 - Aplicação sobre superfície enferrujada e sem tratamento - White Book "Surface Preparation".....	50
Figura 18 - Aplicação em Concreto sem preparo e sem primer - White Book "Surface Preparation"	51
Figura 19 - Aplicação sem tratamento das "bicheiras" - White Book "Surface Preparation"	51

Figura 20 - Teste "Holiday" - White Book "Surface Preparation"	52
Figura 21 - Certificações Polyurea University - www.polyureauniversity.com	54
Figura 22 - Técnicas de Spray	56
Figura 23 - Sobreposição de Spray	56
Figura 24 - Cruzamento do Spray	57
Figura 25 - Perfis CSP - Apostila Polyurea University	58
Figura 26 - Discos de Preparação de Superfície de Concreto - Apostila Polyurea University	59
Figura 27 - Superfície Preparada - Apostila Polyurea University	59
Figura 28 - Bicheiras - Apostila Polyurea University	60
Figura 29 - Spray sobre bicheiras	60
Figura 30 - Reação do Revestimento quando aplicada sobre bicheira sem tratamento - Apostila Polyurea University	60
Figura 31 - Pinhole - Apostila Polyurea University	61
Figura 32 - Aplicação sobre Parafusos em Tanque - www.versaflex.com	62
Figura 33 - Tratamento sobre a área dos parafusos - www.versaflex.com	62
Figura 34 - Parafusos em Tanque Metálico - www.versaflex.com	63
Figura 35 - Preparação do Rodapé de Tanque - www.versaflex.com	63
Figura 36 - Rodapé do Tanque finalizado - www.versaflex.com	63
Figura 37 - Aplicação sobre geotextil - www.versaflex.com	65
Figura 38 - Aplicação de Poliureia sobre Geotextil em Bacia de Contenção - www.versaflex.com	65
Figura 39 - Esquema de Instalação de Poliureia sobre Geotextil em Bacia de Contenção - Apostila Polyurea University	65
Figura 40 - Ancoramento do Geotextil em Bacia de Contenção - www.versaflex.com	66
Figura 41 - Acabamento de Aplicação de Geotextil em Bacia de Contenção - www.versaflex.com	66
Figura 42 - Spray nas emendas do Geotextil - www.versaflex.com	66
Figura 43 - Acabamento de Aplicação sobre Geotextil em Bacia de Contenção - www.versaflex.com	66
Figura 44 - Acabamento de Aplicação com Geotextil - www.versaflex.com	67
Figura 45 - Aplicação sobre Geotextil - www.versaflex.com	67
Figura 46 - Aplicação Finalizada - www.versaflex.com	68

Figura 47 - Teste de Espessura - Apostila Polyurea University	68
Figura 48 - Aplicação de Selante de Poliureia em Junta de Dilatação - www.versaflex.com	70
Figura 49 - Preparação de Superfície de Concreto - www.versaflex.com.....	70
Figura 50 - Aplicação de Primer em Concreto - www.versaflex.com	71
Figura 51 - Aplicação sobre Concreto - Arquivo Pessoal.....	71
Figura 52 - Aplicação em Parede de Indústria Farmacêutica em São Paulo - Arquivo Pessoal	83
Figura 53 - Aplicação no Aquário Marinho do Rio de Janeiro - Arquivo Pessoal	84
Figura 54 - Aquário Marinho do Rio de Janeiro já em funcionamento. Arquivo Pessoal	84
Figura 55 - Aplicação edifício RSF Pentagono - www.versaflex.com.....	85
Figura 56 - Vista aérea edifício RSF Pentágono - www.versaflex.com.....	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados de testes em Poliureia Alifática – JPCL, Julho 2010.....	22
Tabela 2 - Propriedades	24
Tabela 3 - Propriedades Físicas após teste de exposição - Revista JPCL Julho 2010	25
Tabela 4 - Resultado dos testes de propriedades físicas após 17 anos da aplicação – Revista JPCL Julho 2010.....	26
Tabela 5 - Conversão de tamanho de malhas	30
Tabela 6 - Tabela de Preparação de Superfície SSPC.....	82

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 A TECNOLOGIA DA POLIUREIA	19
2.1 Definição	19
2.2 Os Elementos que a Compõe	19
2.3 Processo de Fabricação/ Formulação.....	20
2.3.1 Principais Fornecedores/ Formuladores	20
2.4 Tipos de Poliureia Segundo sua Base Química	20
2.4.1 Aromáticas	20
2.4.2 Alifáticas.....	21
2.5 Tipos de Poliureia Segundo Processos de Aplicação	22
2.5.1 Poliureia Hot Spray	22
2.5.2 Poliureia Low Pressure	22
2.5.3 Selantes	22
2.5.4 Hand Mix.....	23
2.5.5 Poliaspárticas.....	23
2.6 Propriedades Típicas sistema de Poliureia Aromática	24
2.7 Durabilidade/Expectativa de vida da Poliureia	24
3 EQUIPAMENTOS	27
3.1 Equipamentos – Bombas de Processamento Hot spray.....	27
3.2 Pistolas	29
3.3 Equipamentos – Bombas de Transferência ou Alimentação.....	31
3.4 Equipamentos – Baixa Pressão	31
3.5 Outros Equipamentos – Compressor / Gerador.....	32
3.6 Equipamentos de Segurança.....	33

3.7 Organização do local de trabalho	35
3.8 Material – Estocagem e Utilização	37
3.9 Controle de Qualidade em Campo.....	38
4. PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS.....	40
4.1 Aplicador	40
4.1.1 Diário de obra	40
4.2 Especificador	41
4.2.1 A Especificação	41
4.2.1.1 Seção Geral	42
4.2.1.1.1 Escopo	42
4.2.1.1.2 Referências e Padrões.....	42
4.2.1.1.3 Definições	43
4.2.1.1.4 Apresentações	43
4.2.1.1.5 Garantia da Qualidade	44
4.2.1.1.6 Entrega, Armazenamento e Manipulação de Materiais.....	45
4.2.1.1.7 Visita, conferência e condições prévias do local de trabalho:.....	45
4.2.1.2 Produtos.....	47
4.2.1.3 Execução	49
4.2.1.3.1 Preparação da superfície	49
4.2.1.3.2 Aplicação da Poliureia.....	51
4.3 Comprador	52
4.4 Formulador/Distribuidor.....	53
4.5 Treinamento.....	53
5 O USO DA POLIUREIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL	55
5.1 Quais posso utilizar.....	55
5.2 Qual a sua importância	55
5.3 Qual a sua finalidade	55

5.4 Onde pode ser usada.....	55
5.5 Como pode ser aplicada	55
5.6 Técnicas de Aplicação	55
5.7 Garantias	57
5.8 Métodos de Execução.....	57
6. PREPARO DE SUPERFÍCIE	58
6.1 Concreto	58
6.1.1 Métodos de Execução de Perfil	58
6.1.2 Bicheiras	59
6.1.3 Primer	60
7. MEMORIAL DE PROCEDIMENTOS	62
7.1 Tanques Metálicos – Combustíveis, óleos, água.....	62
7.1.1 Avaliações Prévias.....	62
7.1.2 Reparação do Substrato Costado.....	62
7.1.3 Instalação.....	63
7.1.3.1 Aplicação da poliureia.....	63
7.1.3.2 Controles de Qualidade em Campo.....	64
7.1.3.3 Limpeza	64
7.1.3.4 Proteção Pessoal.....	64
7.1.3.5 Considerações Importantes	64
7.1.3.6 Garantia	64
7.2 Contenção Secundária sobre Geotêxtil	64
7.2.1 Avaliações Prévias.....	64
7.2.2 Preparações.....	64
7.2.3 Instalação do Geotêxtil e aplicação da poliureia	65
7.2.4 Controles de Qualidade em Campo	68
7.2.5 Limpeza	68
7.2.6 Proteção Pessoal.....	68
7.2.7 Considerações Importantes	69
7.2.8 Garantia	69

7.3 Estacionamento	69
7.3.1 Avaliações Prévias.....	69
7.3.2 Reparação de Juntas e Fissuras	69
7.3.3 Preparação de Superfície	70
7.3.4 Aplicação de Primer.....	70
7.3.5 Aplicação da poliureia	71
7.3.6 Controles de Qualidade em Campo.....	71
7.3.7 Limpeza	71
7.3.8 Proteção Pessoal.....	72
7.3.9 Considerações Importantes	72
7.3.10 Garantia	72
8 Normas	73
8.1 Normas ABNT	73
8.1.1 ABNT NBR 16545.....	73
8.1.2 ABNT NBR 9575.....	73
8.1.3 ABNT NBR 15575.....	73
8.1.4 ABNT NBR 9545.....	74
8.1.5 Outras Normas ABNT em comitê.....	74
8.2 Normas SSPC.....	74
8.2.1 SSPC-PA 14 "Aplicação de Revestimentos de Poliuréia e Poliuretano de Película Espessa em Concreto e Aço Usando Equipamento Plural-Componente"...	75
8.2.2 SSPC-Paint 44 "Revestimentos Poliméricos Orgânicos Aplicados a Líquido e Revestimentos para Estruturas de Concreto em Instalações municipais de águas residuais, baseadas em desempenho"	75
8.2.3 SSPC-Paint 45 "Revestimentos híbridos de poliuréia de dois componentes, poliuréia de espessura espessa e poliuretano / poliuretano,	75
8.2.4 SSPC-Paint 39 Acabamento de Poliureia Alifática de Dois Componentes, Secagem Rápida ou Moderada - Desempenho".....	76
8.2.5 SSPC-PS 28.01 "Primer poliuretano rico em zinco com dois revestimentos / sistema de acabamento de poliureia alifática – Desempenho"	76
8.2.6 SSPC-Paint 43 "Revestimento de poliureia alifática direta ao metal, baseado em desempenho"	76
8.2.7 Orientação Técnica Conjunta SSPC-TR 5 / ICRI 03741 / NACE 02203	77

8.2.8 PDA - Polyurea Development Association	77
8.2.9 Outras Normas de Poliureia.....	78
8.3 Normas para Preparação de Superfície	78
8.3.1 SSPC-SP 1 Limpeza por Solvente.....	78
8.3.2 SSPC-SP 2 / ISO 8501- 1 St 2 Limpeza da Ferramenta de Mão.....	78
8.3.3 Limpeza da Ferramenta Elétrica SSPC-SP 3 / ISO 8501-1 St 3.....	78
8.3.4 SSPC-SP 5 / NACE 1 / ISO 8501-1 Sa 3 Detonador de jateamento de metal branco.....	78
8.3.5 SSPC-SP 6 / NACE 3 / ISO 8501-1 Sa 2 Limpeza por jateamento commercial	79
8.3.6 SSPC-SP 7 / NACE 4 / ISO 8501-1 Sa 1 Limpeza por jateamento	79
8.3.7 SSPC-SP 10 / NACE 2 / ISO 8501-1 Sa 2 1/2 – jateamento abrasivo quase branco.....	79
8.3.8 SSPC-SP 11 Limpeza de Ferramentas Elétricas para Metal Desencapado	79
8.3.9 SSPC-SP 12 / NACE 5 Preparação de Superfícies e Limpeza de Aço e Outros metais Duros.....	80
8.3.10 SSPC-SP 13 / NACE 6 Preparação de Superfície do Concreto (EN 1504) ...	80
8.3.11 SSPC-SP 14 / NACE WAB 8 Lavagem de jateamento industrial.....	80
8.3.12 SSPC-SP 15 Limpeza de Ferramentas Elétricas de Grau Comercial.....	80
8.3.13 SSPC-SP 16 Limpeza por jateamento de aço galvanizado revestido e não revestido, Aços Inoxidáveis e Metais Não Ferrosos	81
8.3.13 SSPC-SP 12 / NACE 5 Preparação de Superfícies e Limpeza de Aço e Outros Materiais Duros por Jato de Água de Alta e Ultra Alta Pressão	81
9 CASES NACIONAIS E INTERNACIONAIS	83
9.1 Proteção Viral em Fabrica de Vacina para a Febre Aftosa	83
9.2 Revestimento tanques do Aquário Marinho do Rio de Janeiro	83
9.3 Maior telhado verde do Mundo, Edifício RSF do Pentágono	84
Conclusão	86
REFERÊNCIAS	87

1 INTRODUÇÃO

A poliureia é uma tecnologia recente, e seu uso vem crescendo em todo o mundo, e não poderia ser diferente no Brasil. Suas propriedades físicas e mecânicas vêm chamando a atenção do público nos vídeos apresentados nas redes sociais que mostram um material que adere a "água", "gelo", mantém melancias e ovos intactos após queda do topo de prédios, e o pior, é "à prova de balas". Embora espetaculares e chamem à atenção, esses vídeos levam ao engano.

Como a tecnologia ainda é uma grande desconhecida do mercado, tem dado margens à entrada de outros produtos que recebem o nome de poliureia, mas não são. Esses produtos podem ter aplicação semelhante (ou não), aspecto muito semelhante, mas quimicamente não são poliureias, e não terá o desempenho de uma poliureia, somente será vendida como. A intenção deste trabalho é dar a conhecer o que é a Tecnologia da Poliureia.

A tecnologia da Poliureia foi criada na década de 70 pela Texas Chemical Co., ou Texaco, como é mais conhecida. A princípio, era utilizada para fabricação de pára-choques de automóveis pelo sistema de produção RIM (Reaction Injection Molding) que quer dizer Material Injetável que Reage dentro do Molde. Apesar da resistência e eficiência dos pára-choques de poliureia, o custo era alto e ao longo dos anos foi perdendo mercado para o SMC (Compression Molding Sheet) que eram, e ainda são, peças em termoplásticos (polietileno e polipropileno) moldadas em prensa, que tinham o custo mais baixo.

Acreditando no potencial da tecnologia da poliureia, a Texaco queria desenvolver outras aplicações já que os termoplásticos estavam tomando conta do mercado que outrora era da poliureia. Não poderia ser "in mold" pois os termoplásticos tinham melhor custo e estavam tomando conta do mercado americano, havia necessidade de se desenvolver um outro método de aplicação – spray, mas como se a reação química da poliureia era muito rápida?

O departamento de desenvolvimento dizia que não era possível. Até que em 1987 um jovem químico, Dudley Joseph Primeaux II, lotado em uma outra unidade, se candidatou a uma vaga no departamento de pesquisa e desenvolvimento em Austin. Sua primeira tarefa foi "tentar" desenvolver uma maneira de aplicar a poliureia por spray. Em parceria com engenheiros da Gusmer Corp (hoje Graco),

empresa que produzia equipamentos para spray de poliuretano, conseguiu em seis meses que o sistema de mistura dentro da pistola (câmara de mistura, bicos) e a máquina fossem modificadas para aplicação de poliureia. No ano seguinte, 1988, foi feita a primeira aplicação comercial de poliureia, sobre espuma de poliuretano em uma cobertura de um Galpão em Nebraska.

Várias fórmulas foram patenteadas pela Texaco como abertas, ou seja, qualquer empresa poderia produzir, pois objetivo não era somente vender sistemas de poliureia, interessava também vender as matérias primas que a Texaco fabricava, em especial as polietraminas (Jeffamine®), e assim, à partir de 1990, surgiram novos fabricantes de sistemas de poliureia, e conseqüentemente, novas formulações.

Em 2000, como a poliureia ainda era a grande desconhecida do mercado, com escassez de bons aplicadores e desconhecimento de como era aplicada, foi criada a PDA – Polyurea Development Association, tendo como fundadores os fornecedores de matérias primas – Dow Química, Basf, Huntsman (havia comprado a Texaco em 1996), Bayer, alguns formuladores – Versaflex, Poliverse, Chemline, etc, empresas de equipamentos - Graco e Gusmer, alguns aplicadores e, escolhido como o primeiro presidente, Dudley Primeaux II.

O principal objetivo com a criação da PDA era a clara definição do que era poliureia, divulgar a tecnologia, dar treinamento para a correta aplicação e assim ampliar a quantidade de aplicadores capacitados. Com os mesmos objetivos, em 2005 foi criada a PDA Europa.

2 A TECNOLOGIA DA POLIUREIA

2.1 Definição

"Poliureia é a descrição de uma tecnologia de polímero orgânico semelhante a plástico e/ou borracha que pode ser utilizado em muitas das mesmas maneiras que tecnologias mais antigas - poliuretano, epoxi, vinil éster, neoprene, etc."¹

"Poliureia é a descrição de uma tecnologia de polímero orgânico termofixo."²

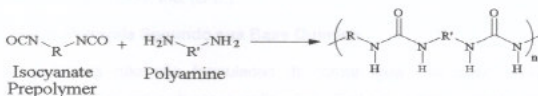
Poliureia é um produto verde, pois é 100% sólido, sem libertação de gases tóxicos na sua reação, e isento de VOC – Compostos Orgânicos Voláteis. Como são aplicadas "in loco" não há desperdícios ou sobras de material, é sustentável, pois se houver necessidade de retirada do revestimento, este pode ser moído e usado como agregado de concreto, proporcionando maior leveza e resistência à tração. Não é necessário o uso de recursos naturais durante e após a aplicação e por isso, cumprem os requisitos EQ Credit 4 da Green Building Council.

2.2 Os Elementos que a Compõe

O revestimento de poliureia propriamente dito, é o resultado da reação química do componente poliisocianato(s) com o componente de resina(s) amino terminada sem adição de qualquer catalisador.

Isocianato + Amina = Poliureia

Figura 1 - Molécula de Poliureia - www.polyurea.com



De 1987 até os dias de hoje algumas características mais impressionantes da poliureia se modificaram devido a novas matérias primas, ou proibição do uso de outras da sua formulação, e também a necessidade de adaptar a formula à necessidade do mercado. A secagem ao toque foi um exemplo delas, antes era extremamente rápida - 3 a 5 segundos dependendo da formulação, nos dias de hoje é de 20 segundos a 2 minutos. No entanto tal como antigamente uma hora após a

¹ Polyurea Development Association Europe

² Dudley Primeaux II, ASM Handbook, Volume 5B, Protective Organic Coatings

aplicação, já é possível caminhar sobre a poliureia, ou pode encher um tanque/reservatório que foi revestido com poliureia. A cura total, ou seja, quando a poliureia atinge 100% das suas propriedades físicas e mecânicas, é de 12 a 24 horas.

A reação química (formação da nova molécula) é tão rápida que condições ambientais não interferem, podendo ser aplicada em temperaturas de -30C à 70C.

2.3 Processo de Fabricação/ Formulação

Fornecedores/ formuladores não vendem "Poliureia", e sim "Sistemas de Poliureia", em kits com dois tambores metálicos ou de plástico – componente A e componente B, de aproximadamente 200kg cada um. Estes sistemas costumam ter validade de um ano, lembrando que o componente B é sensível à umidade e por isso devem ser armazenados sobre paletes para não ficarem em contato direto com o chão.

2.3.1 Principais Fornecedores/ Formuladores

1. VersaFlex Inc. (U.S.)
2. PPG Industries, Inc. (U.S.)
3. Sherwin-Williams Company (U.S.)
4. Rhino Linings Corporation (U.S.)
5. Kukdo Chemical Co., Ltd. (South Korea)
6. Nukote Coating Systems (U.S.)
7. VIP GmbH (Germany)
8. Specialty Products, Inc. (U.S.)

2.4 Tipos de Poliureia Segundo sua Base Química

As poliureias não são formuladas de forma igual. Há diversos tipos de formulações para as mais diversas aplicações. Embora a base seja Isocianato + Amina, as formulações variam consoante as propriedades que se requer para determinada aplicação ou projeto. Pode ser usado um ou mais tipos de Isocianatos e Aminas, assim como aditivos e pigmentos. Uma boa poliureia não sofre adições na hora da aplicação. Ela sai de fábrica pronta para uso. Quimicamente as poliureias podem ser aromáticas ou alifáticas.

2.4.1 Aromáticas

O componente Isocianato é Aromático, o produto final pode sofrer alteração de cor quando exposto a UVs ou luzes fluorescentes. Esta alteração irá depender da

qualidade das matérias primas utilizadas na formulação do sistema. Um sistema bem formulado, com matérias primas de qualidade, irá, ao longo do tempo – 1 a 2 anos - desbotar nos lugares onde sofre maior exposição aos raios UV, e essa mudança de cor será notada se comparada com uma amostra executada na mesma época da aplicação.

Figura 2 - Exposição QUV - Cinza claro, Beje e Vermelho tijolo – Revista JPCL, Julho 2010



Já um sistema formulado com matérias primas de baixa qualidade ou mal formulada, irá sofrer sob incidência de UV ou luzes fluorescentes, alteração da cor, podendo passar de branco para amarelo, cinza para verde em pouco tempo, dependendo da cor, branco por exemplo, em semanas, sem necessidade de amostras para a percepção desta mudança.

O custo médio de 1kg é de R\$ 55,00. O custo de aplicação varia de R\$ 100,00 a R\$ 250,00, dependendo da preparação necessária, dificuldade de acesso, riscos, salubridade.

2.4.2 Alifáticas

O componente Isocianato é Alifático, e o produto final terá altíssima solidez de cor e brilho, podendo ficar exposta à radiação UV ou luzes fluorescentes sem sofrer alterações ao longo de anos. O custo médio de 1kg é de R\$ 72,00, sem aplicação.

Mesmo com essa diferença entre Aromáticas e Alifáticas com relação à solidez de cor, tanto uma quanto outra sofrem pouquíssimas alterações nas propriedades mecânicas quando expostas ao UV conforme artigo publicado por Dudley J Primeaux II na tabela a seguir.

Tabela 1 - Resultados de testes em Poliureia Alifática - JPCL, Julho 2010

Table 4: Aliphatic Polyurea Spray Accelerated Testing (16,17)

	QUV ¹	Xenon Arc ²	Xenon Arc ³
Appearance	6000 hours	1000 hours	SAE J 1885 (18)
Chalking / Cracking, visual	none	none	none
Color Change, ΔE	< 2.0	< 2.0	< 2.0

¹ QUV using UVB-313 bulbs, 4 hour cycles ² Heraeus SUNTEST CPS, 765 W/m²

³ SAE J 1885, 1993 KJ/m²

Os sistemas podem ter em sua formulação aditivos para dar-lhes características especiais, como maior Resistência à Chama, agentes antibacterianos, agentes slip que proporcionam ao produto final baixa tensão superficial.

2.5 Tipos de Poliureia Segundo Processos de Aplicação

2.5.1 Poliureia Hot Spray

São as mais conhecidas e mais utilizadas, normalmente para impermeabilização e revestimento. Necessita de equipamento específico, com aquecimento para que o componente A – Isocianato, e B – Resina tenham a mesma viscosidade já que o equipamento doseia cada componente por volume, e assim se consegue que o volume de saída, e a mistura na câmara da pistola sejam exatamente 1:1.

2.5.2 Poliureia Low Pressure

Poliureia de baixa pressão, também conhecidas por poliureia a frio, também são pulverizadas, porém são formuladas para não haver necessidade de aquecimento no equipamento para equilibrar a viscosidade dos componentes. O preço, em média é de R\$ 64,00/Kg e, embora seja um pouco mais cara, os equipamentos necessários para aplicação são mais baratos, menores e mais leves. São muito usadas em pequenas aplicações. Assim como a Hot Spray, também podem ser Aromáticas ou Alifáticas.

2.5.3 Selantes

Sua principal utilização é para preencher juntas de dilatação horizontais, sejam elas serradas, semi serradas, estruturais. Também é uma poliureia baixa pressão sem necessidade de aquecimento. São fornecidas em baldes de aprox. 20Kg (kits de 40Kg) para grandes aplicações ou em cartuchos de 600 ou 1500ml, para

pequenas. Os equipamentos para grandes aplicações são os mesmos usados para poliureia de baixa pressão, difere apenas a pistola de aplicação que deve possuir misturador estático na ponta. Quando aplicados em cartucho são usadas pistolas que podem ser manuais, pneumáticas ou elétricas. Com equipamento pneumático, usando um compressor e algumas peças específicas ela também pode ser pulverizada. Podem ser aromáticos ou alifáticos.

2.5.4 Hand Mix

Poliureia misturada à mão, ideais para reparo rápido de uma aplicação de poliureia e para reparo fissuras e buracos em concreto. Os componentes são misturados com uma pá ou espátula, sempre o misturando o componente B ao A. Se for um reparo de concreto, como um buraco no chão, a mistura homogênea pode ser adicionada ao cimento com areia, ou não, e rapidamente preencher o buraco com essa mistura, estará curado em 30 minutos. Se for um reparo de aplicação de poliureia, as bordas deverão ser lixadas e a pega ativada com o uso de solvente ou um primer indicado pelo fabricante, e em seguida a mistura despejada com cuidado para não exceder à quantidade necessária.

Figura 3 - Poliureia handmix - www.versaflex.com



2.5.5 Poliaspárticas

Poliaspárticas são poliureias normalmente usadas como topcoat. Quimicamente, são diferentes das demais poliureias pois a amina utilizada é uma éster aspártica e as outras são polieteteraminas. As poliaspárticas têm excelente solidez de cor, pois são alifáticas, e o brilho é superior. A principal utilização é decorativa, em lugares onde solidez de cor, brilho e durabilidade são indispensáveis. Exemplos de aplicações são pisos, fachadas, platibandas, heliportos, etc. Não é necessário equipamento especial para aplicação, ela pode ser aplicada por

equipamento Airless, ou por rolo, que é o mais comum. A espessura máxima recomendada é de 0,5mm.

2.6 Propriedades Típicas sistema de Poliureia Aromática

Tabela 2 - Propriedades

Resistência à tração, Mpa	até 27.57
Dureza Shore	A30 a D65
Alongamento,%	até 1000
Resistencia Rasgamento, pli	250-600
100% Modulus, Mpa	3,45-13,79
Resistencia á ruptura, MPa	1,72-3,45
Flex / Crack Bridging	>3,81mm(-26°C)
Temperatura de trabalho	-50 a >150°C
Expectativa de vida da membrana	>50 anos

2.7 Durabilidade/Expectativa de vida da Poliureia

Uma das maiores dúvidas e ceticismo em relação a um produto e/ou tecnologia é a sua durabilidade ou sua expectativa de vida, e isto é mais agravante quando se trata de uma nova, ou melhor, uma recente tecnologia como a Poliureia. Sendo assim "Quanto tempo isso durará"?

Como já sabemos, a tecnologia de elastômero de spray de poliureia é relativamente nova na indústria em relação aos sistemas convencionais de revestimento de poliuretano e epóxi. Existem dados e informações disponíveis sobre a tecnologia que podem sugerir o desempenho a longo prazo. Esses dados incluem testes acelerados na tecnologia em comparação com as propriedades físicas básicas.

O teste mais comum em relação à exposição acelerada é o teste do "weatherometer", ou, envelhecimento acelerado. Durante o trabalho de desenvolvimento da tecnologia de poliureia na Texaco Chemical Company, vários sistemas de poliureia com base aromática foram expostos à ASTM G 53 (Prática de Operação de Aparelhos de Exposição de Água e Luz (Tipo de Condensação de

Fluorescência UV) para Exposição de Materiais Não-Metálicos). Isso tem sido comumente referido como teste de envelhecimento acelerado. O número de horas de exposição pode ser extrapolado para anos de serviço ao ar livre.

Durante esse trabalho, os sistemas aromáticos foram expostos a um total de 3800 horas, utilizando os bulbos UVB-313, a 50°C. Mostrou-se que os bulbos desse tipo proporcionam maior produção de UV, proporcionando testes mais rápidos e uniformidade aprimorada no teste.

Após essa exposição, as amostras foram novamente testadas e comparadas com os dados originais da propriedade física. O que foi mostrado foi que a retenção da propriedade física era pelo menos 80% dos resultados originais da propriedade física do elastômero. Enquanto a superfície do elastômero mostrava descoloração, isso era apenas na superfície. Não houve calcinação ou rachadura da superfície do elastômero após a exposição.

Tabela 3 - Propriedades Físicas após teste de exposição - Revista JPCL Julho 2010

Table 2: Aromatic Polyurea Spray Accelerated Exposure Elastomer Physical Property Results

	Initial	QUV, UVB-313 ¹		Xenon Arc ²
		1000 hrs	3800 hrs	1000 hrs
Tensile strength, psi	2265	2260	2175	2260
Shore D Hardness	52	50	50	47
Elongation, %	190	165	150	160
Tear strength, pli	460	450	450	450

¹ QUV using UVB-313 bulbs, 4 hour cycles

² Heraeus SUNTEST CPS, 765 W/m²

Mas Dudley J Primeaux II quis ir mais longe e verificar em teste real a durabilidade de sua criação. Em 1992 Dudley aplicou o revestimento de poliureia na caçamba se sua nova pick-up Dodge. O fez para proteger e aumentar a vida útil de sua nova aquisição, mas tinha outro objetivo, quanto tempo o revestimento iria durar e quanto as propriedades mecânicas iriam ser alteradas. Em 2009 (17 anos depois), o cientista, retirou uma amostra do revestimento da caçamba, testou-o e comparou-o com os valores originais e a conclusão está demonstrada abaixo.

3 EQUIPAMENTOS

3.1 Equipamentos – Bombas de Processamento Hot spray

A escolha do equipamento de aplicação adequado, técnicas de preparação de superfície, equipamentos auxiliares e treinamento serão cruciais para o sucesso da aplicação. Organização e preparação adequadas do trabalho ajudarão numa instalação profissional. Mais uma vez lembramos que quem realmente faz a poliureia é o aplicador. Afim de processar os revestimentos de poliureia, considerações devem ser dadas ao equipamento de processamento. A chave para processamento está dentro da bomba e pistola de pulverização. Isto é o sistema de "suporte de vida" para instalação e aplicação. Há dois tipos de bomba de dosagem, vertical ou oposta horizontal. Estas podem ser acionadas pneumaticamente, hidraulicamente ou eletricamente. Estes equipamentos executam a proporção volumetricamente, sendo assim as viscosidades dos dois produtos devem ser a mais aproximada possível. A maioria dos sistemas é processada em uma proporção de volume de 1: 1.

Para proporção e aplicação adequadas de sistemas spray de elastômero de poliureia, você deve ter o seguinte:

- pressão
- temperatura
- e volume de fluxo de material

Independente do tipo de bomba de processamento utilizada, estas devem ter a capacidade de aquecer os dois componentes do sistema de elastômero de poliureia.

Lembramos que o calor não é necessário para promover a reação do sistema, isso está embutido na formulação, o calor é necessário para diminuir a viscosidade da mistura dos dois componentes, pois a reação é iniciada dentro da câmara de mistura da pistola de pulverização. Esta reação provoca um rápido aumento da viscosidade na mistura do sistema. O calor permite a atomização adequada e pulverização do sistema de poliureia. O Delta T mínimo (diferença térmica) deve ser de 20°C em pleno funcionamento. Sistemas de pré aquecimento podem ser instalados para ajudar a obter esse Delta quando as condições climáticas estão abaixo das temperaturas ideais de processamento.

3.2 Pistolas

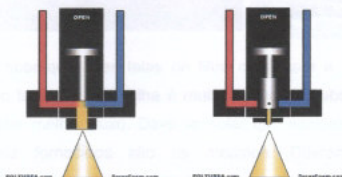
Agora que temos os fundamentos da bomba descritos, vamos nos debruçar no sistema de spray.

Figura 6 - Pistolas HotSpray – White Book Getting Started in the Polyurea Application Business



Para as pistolas de pulverização, apenas os tipos de mistura de impacto são apropriados para sistemas de pulverização de poliureia com 100% de sólidos. Existem dois tipos de pistolas de spray de mistura de impacto, aqueles com uma câmara de mistura fixa com hastes de válvulas móveis ou purga mecânica e aquelas com uma câmara de mistura em movimento ou purga a ar.

Figura 7 - Pistola de purga a ar e purga mecânica - apostila de treinamento Polyurea University



O conceito básico para a pistola de mistura é que o material deve entrar, misturar e deixar a câmara de mistura da pistola de pulverização o mais rapidamente possível, devido à reação instantânea e aumento da viscosidade na câmara de mistura. O fluxo não deve ser restringido à câmara em relação ao volume total da câmara de mistura da pistola de pulverização. Tenha em mente também que a

configuração correta da pistola é crucial para instalação bem sucedida, como nas pistolas convencionais.

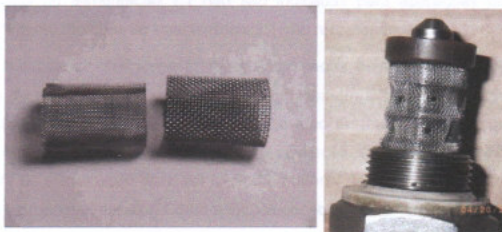
Independente da pistola usada, se você tiver uma câmara de mistura com orifícios de 0,020 polegadas, qualquer filtro de pistola maior que uma malha de 40 mesh irá resultar na restrição do fluxo de material na câmara de mistura e possível aplicação fora de proporção.

Tabela 5 - Conversão de tamanho de malhas

Particle Size Conversions

<u>US Mesh</u>	<u>Inches</u>	<u>mils</u>	<u>Microns</u>	<u>mm</u>
30	0.0232	23.2	595	0.60
40	0.0165	16.5	420	0.42
60	0.0098	9.8	250	0.25
80	0.0070	7.0	177	0.177

Figura 8 - Filtros da Pistola



Se você perceber que suas telas de filtro continuam a entupir, é uma boa indicação de que o tamanho da malha é muito pequeno. Substitua as telas, NÃO faça furos para obter melhor fluxo. Deve-se notar que nem todos os sistemas de spray de poliureia fornecidos são os mesmos. Diferentes condições de processamento podem necessitar diferentes configurações da pistola para melhorar o desempenho.

Perguntar sempre ao fornecedor do sistema de poliureia qual a melhor configuração da pistola para processar seus sistemas. A configuração também poderá ser modificada devido ao tipo de aplicação ou tipo de área onde vai ser aplicado o sistema de poliureia.

Não esquecer que os acessórios de manutenção, lavar, limpar e reparar as pistolas são imprescindíveis.

3.3 Equipamentos – Bombas de Transferência ou Alimentação

O fluxo de material em toda a configuração do equipamento deve ser correspondido. O que isso significa? Bem, deve-se ter uma configuração de pistola para 5,82 litros por minuto, a Bomba de Processamento pode entregar até 3 litros por minuto, mas as bombas de abastecimento de material e a Bomba de processamento, emitem apenas cerca de 3,8 litros por minuto para materiais de baixa viscosidade. Com essa configuração, terá problemas. Isso levará a graves problemas de cavitação e áreas de pulverização fora da proporção. Muitas das bombas de tambor 1:1 são projetadas para oferecer boas taxas de fluxo de materiais de baixa viscosidade. No entanto nos sistemas de poliureia, as viscosidades são muito superiores aos sistemas de pintura usuais. As bombas de transferência ou alimentação 1:1 não são indicadas para aplicações de grande escala. Portanto, bombas de transferência 2:1 são recomendadas.

As bombas de diafragma também são usadas com bastante sucesso em sistemas de poliureia. Para estas bombas funcionarem corretamente, uma válvula de pé deve ser instalada na parte inferior do tubo de imersão. Caso contrário, o material será drenado da bomba e levar à cavitação. Além disso, o diâmetro da mangueira de alimentação deve ser tal que o material de maior viscosidade use um diâmetro de mangueira maior. Como a tecnologia dos equipamentos de aplicação de poliureia é derivada dos equipamentos de aplicação de espuma de poliuretano, o conceito de mangueiras de suprimento de material seguiu para a área de revestimentos. Para sistemas de espuma de poliuretano, o componente resina tende a ter uma viscosidade mais alta do que o componente isocianato e, portanto, a mangueira para a resina tem um diâmetro maior. Nos sistemas de poliureia é o oposto. As mangueiras de suprimento de material devem ter pelo menos o mesmo diâmetro. Recomendamos um diâmetro de 19 mm para cada. Isso garantirá uma boa alimentação do material para a unidade/bomba de processamento.

3.4 Equipamentos – Baixa Pressão

A principal, ou a mais conhecida poliureia é aplicada usando sistema de processamento descrito atrás. No entanto, certos sistemas de poliureia também

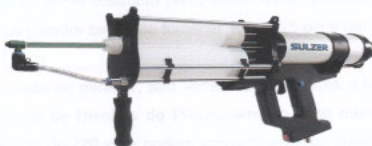
podem ser aplicados usando unidades de baixa pressão e através de um procedimento de mistura por tubo estático. Esta aplicação está encontrando um grande uso no mercado em áreas de aplicação de selantes e juntas de dilatação. Estas unidades são tipicamente menores que as unidades descritas atrás ou chamadas de *"hot spray"*.

Estas unidades são bombas do tipo de engrenagem de entrega contínua. Os sistemas de poliureia para baixa pressão reagem mais lentamente e tem excelente fluidez, comparado aos sistemas de poliureia de alta pressão.

Tenha em mente que este equipamento será usado apenas encher uma junta muito pequena em uma superfície horizontal.

Mas estes sistemas de poliureia também podem ser pulverizados, usando os mesmos equipamentos, os mesmos sistemas de mistura (tubos de mistura estática), no entanto precisa de um pequeno dispensor alimentado por ar comprimido, conforme figura 12 abaixo.

Figura 9 - Equipamento baixa pressão cartucho - www.polyurea.com



3.5 Outros Equipamentos – Compressor / Gerador

O gerador e o compressor, utilizados são essenciais para o funcionamento adequado do equipamento de aplicação. Isto é uma área que muitos aplicadores e empreiteiros ficam aquém. Antes de configurar um, é necessário saber os completos requisitos elétricos do seu equipamento, a pressão e fluxo necessários para operar corretamente as bombas de transferência, pistola e algumas unidades de bombas de processamento. Todas essas informações são fornecidas nos manuais dos equipamentos.

Parece bastante simples, mas é surpreendente o que é usado para cortar custos.

Para uma unidade de dosagem elétrica ou hidráulica, o suprimento de ar só é necessário para operar as bombas de transferência e a pistola de pulverização. Ao usar uma pistola de purga de ar, os requisitos de fluxo de ar podem ser ligeiramente

superiores. Para as bombas de processamento operadas a ar, é necessário um fluxo de ar significativamente maior. Também deve ser notado que essas unidades de processamento pneumáticas são propensas a congelar em ambientes frios e úmidos.

Para saber qual o compressor de ar será necessário, tenha em mãos o guia geral dos manuais de equipamento:

- Fluxo de Ar do Equipamento a 100 psi
- Bombas de tambor 2.0 cfm, cada
- Pistola de pulverização 2.0 - 4.0 cfm
- Proporcionador hidráulico 0 cfm
- Proporcionador pneumático 50 cfm
- Misturador pneumático de tambor até 75 cfm

À partir disso, para operar corretamente uma unidade de dosagem hidráulica, será necessário um compressor de ar mínimo de 10 hp, equipado com tanque de 80 litros. Para uma unidade de dosagem pneumática, será necessário um compressor de classe comercial gerador capaz de fornecer 100 - 125 psi e um mínimo de 75 cfm continuamente.

Do ponto de vista do gerador, tem varias considerações a ter em conta. Uma delas é se a unidade de Bombas de Processamento é de mono ou trifásica. As unidades monofásicas de 220 volts podem simplesmente ser ligadas a uma fonte de alimentação normal. No entanto não irá lidar com os necessários 75 - 100 amps para alimentar corretamente a unidade. Uma unidade trifásica requer apenas um mínimo de 50 amperes para a operação. Uma configuração de 3 fases também é mais eficiente e menos propensa a sofrer com picos de corrente.

Em qualquer caso, um gerador com o mínimo de 25 - 45 kW será necessário para ligar corretamente a unidade de Bomba de Processamento e qualquer outro equipamento auxiliar. Observe que uma unidade de dosagem acionada por ar não exclui dos requisitos elétricos indicados. Os aquecedores primários e o aquecimento da mangueira requerem uma quantidade considerável de energia.

3.6 Equipamentos de Segurança

Não se pode enfatizar mais do que suficiente a importância de equipamentos de segurança adequados associados à aplicação de sistemas de elastômeros de poliureia de componentes plurais. Isto inclui não apenas a proteção respiratória, mas

também a pele, os olhos e para outras pessoas na área. Nas primeiras aplicações, foi sugerido que apenas uma máscara de pó era necessária. Isso simplesmente não é suficiente nos dias atuais!

Figura 10 - Equipamento de Proteção Pessoal para espaço confinado - White Book "Getting Started in Polyurea Application Business"



A SSPC publicou recentemente a Atualização Tecnológica No. 8, "O Uso de Tintas Contendo Isocianato como Revestimentos de Manutenção ", que observa o uso de sistemas de "poliureia". O relatório contém informações detalhadas sobre o uso de tipos de isocianato e a proteção respiratória requerida. No mínimo, você precisará um respirador de cartucho orgânico apropriado equipado com filtros HEPPA para partículas de poeira.

Os isocianatos não são a única parte do sistema que requer segurança. Como o componente da mistura de resina é rotulado como material corrosivo, a proteção adequada da pele é uma obrigação. Tenha em mente estar lidando com estes materiais sob pressão, proteção adequada para segurança dos olhos também são necessários.

Além das informações apresentadas nesse relatório, além de outras, deve-se seguir também as regras exigidas conforme apresentado pela OSHA e pelo Departamento de Transporte local. O transporte dos materiais também requer documentação adequada.

A segurança no manuseio desses materiais de aplicação por spray é uma questão importante e este documento não foi projetado para lidar com todos os aspectos. O aplicador, tem a responsabilidade de implementar um programa de segurança e ter comunicação com o fornecedor do sistema quanto aos equipamentos de segurança necessários para trabalhar com seus sistemas.

Deve-se ter ampla oferta dos equipamentos de segurança relacionados:

- Máscaras Extras: inclui filtros de cartuchos extras;
- Abastecimento de ar fresco: deve estar em uma área limpa, armazenada adequadamente;
- Óculos/ óculos de segurança: escudo facial para pulverização/ respingo na despressurização da mangueira;
- Proteção auditiva;
- Rádios de comunicação: entre aplicador e operador do equipamento;
- Capacetes;
- Botas de bico de aço;
- Estação de lavagem de olhos portátil;
- Kit de primeiros socorros;
- Extintor de incêndio;
- Luvas de nitrilo azul: aprovadas para os materiais utilizados;
- Macacões Tyvek;
- Água potável;
- Toalhas de papel industriais;
- Areia de gato: é um bom absorvente;
- Baldes vazios: para materiais residuais e lavagem de pistolas;
- Vassoura/ pá;
- Sacos de lixo;
- Solução de descontaminação com isocianato, a formulação desta solução deve ter de 90 a 95 partes de água, 3 a 8 partes de solução aquosa de amoníaco, 2 a 5 partes de detergente líquido.

3.7 Organização do local de trabalho

Uma das chaves para uma instalação bem-sucedida é estar preparado e pronto para essa instalação. O mesmo é válido para os seus equipamentos. Pode parecer difícil para alguns mas há necessidade de ser ORGANIZADO!

Esta organização começa com as "ferramentas" corretas para fazer o trabalho, o que inclui ter suas "ferramentas" de um modo que seja prontamente acessível. As sugestões a seguir vão ajudar a mantê-lo organizado e pronto para o próximo projeto.

Com o equipamento de pulverização vem uma pequena caixa de ferramentas, mas isso não é suficiente. É sugerido que esta caixa de ferramentas seja usada para as chaves, alicates, etc. Também é recomendado possuir uma caixa de ferramentas que tem gavetas seccionais e compartimentos para armazenar tudo que for relacionado com pistola de pulverização e peças de reposição de cada equipamento. Isso inclui os módulos de mistura, bicos, gaxetas, vedações e kits de reconstrução do gatilho. Assim possibilita avaliar rapidamente o estoque e pedir peças de reposição antes de esgotar o suprimento. Se tiver vários tipos de pistolas, deve-se ter uma caixa para cada uma. Dessa forma as peças não se misturam.

Uma cópia completa dos manuais do equipamento deve acompanhar sempre. Dessa forma, pode-se facilmente se referir às peças necessárias ou à solução de problemas nos equipamentos. Também é recomendado fazer cópias das páginas em papel lamindado do manual do equipamento que mostram as vistas explodidas da bomba e da pistola, e coloque acima de uma bancada para fácil referência durante a desmontagem e remontagem. Também tenha os esquemas elétricos para resolução de problemas.

Além das ferramentas normais, alguns itens adicionais também serão necessários:

- Kit de lavagem da pistola: um item indispensável para limpeza da pistola;
- Peças de reposição: para pistolas, bombas, equipamento de segurança;
- Torno de bancada: este é um item importante e ajuda na desmontagem da pistola e peças das bombas;
- Chave de batoque: para abrir os tambores de material;
- Tubo de 2": tenha um pedaço com cerca de 30 cm de comprimento, use isso com uma alavanca de chave para abrir aqueles tambores presos ou congelados;
- pistola de calor: pistola de calor elétrica, de modo a aquecer e ajude a soltar os batoques presos;
- Vaselina: aplique nas roscas dos batoques de tambor para não grudar;
- Carrinho para tambor: faz com que a movimentação dos tambores seja mais fácil, rápida e segura;
- Funis: para transferência de material de forma a evitar derrames;
- Graça: De lítio branca ou superlube para lubrificação de bombas, motores de ar e gatilho das pistolas;

- Fita adesiva supertape (a cinza): material multiuso, tem várias funcionalidades;
- Voltímetro: importante para verificar volts de entrada, potência de calor da mangueira;
- Toalhas de papel: também pode ter uma caixa de panos para trabalhos de limpeza
- Corda de amarração.

3.8 Material – Estocagem e Utilização

Um aspecto muito importante da aplicação de revestimento bem-sucedida é o armazenamento adequado do material. Os fabricantes e os fornecedores do sistema fornecem recomendações para o armazenamento adequado. Estes devem ser seguidos para garantir as boas condições do sistema.

Esses procedimentos básicos exigem que os materiais sejam armazenados longe de temperaturas frias, calor e umidade extremos. Isso significa que os materiais devem ser armazenados dentro de um prédio para proteção.

A parte mais sensível do sistema é, evidentemente, o componente isocianato. Este material deve ser protegido de temperaturas baixas, umidade e calor extremo prolongado. Os produtores e fornecedores observam que o isocianato irá congelar quando exposto a temperaturas abaixo de 5°C por longos períodos. Tecnicamente, o material começará a "polimerizar" em temperaturas abaixo de 21°C. Quando isso acontece, pequenos cristais se formam e se for deixado descoberto, isso arruinará o componente isocianato.

Uma característica geral do uso de um componente de isocianato que foi exposto a baixas temperaturas por longos períodos é que o sistema de elastômero resultante pode apresentar trincas quando aplicado nos substratos. Isso inclui a pulverização sobre uma membrana geotêxtil ou uma junta. O isocianato também reagirá com a umidade e especialmente com a água. Isso fará com que o produto solidifique e isso não é reversível. Caso a umidade ou a água entrem no tambor e estes sejam fechados, pressões extremas serão geradas e os tambores podem explodir!

É sempre uma boa prática tratar o componente da mistura de resina da mesma forma que o componente isocianato mesmo que não seja sensível como o

componente isocianato. Para o componente de mistura de resina, a umidade não faz o componente reagir, mas pode contaminar o componente, o que levará à formação de espuma no sistema de elastômero durante em processamento. Descobriu-se que alguns sistemas de poliureia são menos sensíveis a essas condições do que sistemas de poliuretano, mas o ideal é seguir boas práticas. Isto vai poupar tempo e dinheiro.

Procedimentos gerais para armazenamento:

- Armazene o material entre 16°C e 45°C. Não guarde fora exposto ao tempo.
- Armazene sobre paletes e não no piso sem proteção;
- Mantenha as tampas seladas e os tambores afastados da umidade;
- Mantenha longe do calor extremo;
- Abra os recipientes apenas quando estiver pronto para uso;
- Use dessecante de ar ou manta de nitrogênio antes de vedar os recipientes abertos;
- Agite sempre a mistura de resina antes de usar, pois os pigmentos depositam.

Quando usar misturadores de tambor, use lâminas de mistura colapsáveis de forma que o diâmetro das lâminas de mistura tenha um terço do diâmetro do recipiente ou tambor. Isto dá a melhor mistura mecânica ao sistema.

Figura 11 - Lâminas do Misturador - White Book "Getting Started in Polyurea Application Business"



3.9 Controle de Qualidade em Campo

"Controle de qualidade no campo? Eu pensei que o fornecedor do sistema manipulava o controle de qualidade da preparação, Eu só aplico".

Bem, isso pode ser verdade, mas os fabricantes de sistemas têm pouco ou nenhum controle de como os aplicadores aplicam o sistema em todos os trabalhos.

O fabricante/ fornecedor do sistema de revestimento utilizam os máximos controles de qualidade para produzir os componentes para sistema de revestimento. O aplicador é quem realmente está fazendo o revestimento/ produto de revestimento.

Para proteger seus interesses como aplicador e a integridade do sistema de revestimento, deve de possuir registros da aplicação e do material usados.

Para fazer isso, existem várias etapas que devem ser seguidas:

a. Mantenha relatórios diários do campo / aplicação;

- Condições climáticas / ponto de orvalho;
- Condição / preparação do substrato;
- Sistemas de revestimento utilizados, incluindo números de lote;
- Tempo de gel / aderência;
- Configuração do equipamento de pulverização;
- Áreas problemáticas;

b. Pulverize uma amostra de filme livre do material usado;

- Isso pode ser usado no caso de um problema atual ou problema em uma data posterior;
- A amostra pode ser enviada para o laboratório de teste para confirmar as propriedades físicas do sistema;
- Esta amostra também é um registro de durabilidade do revestimento;

c. Verifique a espessura do filme do sistema em vários locais:

- Pode usar técnicas não destrutivas e destrutivas;

d. Verifique a adesão do sistema de revestimento ao substrato:

- Use o teste de aderência do Elcometer.

Ao implementar um Programa de Controle de Qualidade, pode-se garantir a aplicação, consistência e desempenho do revestimento. Este programa de qualidade pode ser usado para ajudar a proteger esse projeto/ aplicação quando lidar com o cliente final ou empresa de engenharia. Para que o programa funcione, deve-se usá-lo.

Deve-se também ter um procedimento de manutenção de equipamentos. Isso garantirá uma operação sem problemas do equipamento de aplicação de um projeto para outro. Muitos fornecedores de equipamentos/ sistemas têm cronogramas documentados.

4.2 Especificador

O Especificador tem papel primordial para o sucesso de um projeto com poliureia. Como tecnologia que é, com diversas formulações, o especificador é o profissional responsável por indicar a formulação que melhor atende à demanda do cliente, por isso, é importante a comunicação entre o especificador e o formulador do sistema para que o produto especificado seja o mais adequado para o tipo de aplicação.

4.2.1 A Especificação

As especificações também devem atender à OSHA, EPA e às exigências locais de segurança, exposição e possíveis emissões. Esta é uma área de uma especificação que tem sido freqüentemente negligenciada ou desconsiderada nas aplicações de revestimento de poliureia.

E, claro, o mais importante no que diz respeito aos sistemas de revestimento/ revestimento de poliureia é a seleção do material. É o sistema de poliureia projetado/ adequado para a área de aplicação da especificação do projeto.

As especificações são geralmente preparadas pelo fornecedor do sistema de revestimento de poliureia e serão específicas sobre o produto que eles fornecem. Normalmente, um arquiteto ou engenheiro especializado nesse tipo de trabalho prepara as especificações.

No entanto, a comunicação clara entre fornecedores de tecnologia de poliureia e esses arquitetos ou engenheiros é necessária para garantir que a tecnologia de poliureia seja adequada para esse tipo de trabalho de revestimento. Então, em revisão, uma especificação fornece os seguintes propósitos:

- Obtenha um projeto específico de revestimento de poliureia;
- Garantir a qualidade/ sistema de poliureia adequado e mão de obra qualificada;
- Assegurar a conclusão oportuna do trabalho;
- Evitar atrasos e disputas;
- Garantir custos mínimos ou razoáveis ao trabalho;
- Inibir pedidos e pedidos de alteração dispendiosos;
- Garantir que todos os requisitos de segurança, ambientais e legais sejam cumpridos;
- Assegurar que o sistema de revestimento de poliureia seja aplicado.

Como observado anteriormente, uma especificação é basicamente um documento instrutivo sobre como proceder com a aplicação de um revestimento, bem como uma receita para cozinhar. As "Diretrizes Gerais: Revestimento/ Revestimento Elastomérico de Sistemas de Poliureia" da PDA - Polyurea Development Association é uma visão geral, de uma diretriz de especificação. Este papel não pretende ensinar sobre a preparação de uma especificação, mas para identificar certas áreas-chave dentro de uma especificação que levou a alguns problemas ou problemas com aplicações de revestimento de poliureia. Existem três componentes básicos de uma especificação:

- Parte 1 - Geral
- Parte 2 - Produtos
- Parte 3 – Execução

4.2.1.1 Seção Geral

A Seção Geral contém informações relacionadas a um resumo do trabalho a ser executado. Isso incluiria tipo de trabalho de revestimento/ revestimento a ser executado, bem como tipo de poliureia e produtos relacionados fornecidos ao projeto. Isso nos diz exatamente o que vamos fazer e quem fará isso. É referido na descrição do trabalho.

4.2.1.1.1 Escopo

Escopo é onde está descrito o projeto, um breve resumo é necessário, pois é aqui que muitas das perguntas e problemas começam. Por exemplo, um escopo inicial foi muito amplo e vago sem nenhuma indicação como será a preparação da superfície requerida, nem qual a situação de exposição ou qual o ambiente a que será exposta é meio caminho para o desastre.

4.2.1.1.2 Referências e Padrões

Esta é a seção onde se referencia o material ou materiais, bem como todos os documentos relacionados para a especificação/ projeto. Para projetos de revestimento, isso incluiria, mas não necessariamente limitado a:

- Sociedade Americana de Testes e Materiais (ASTM)
- Associação Nacional de Engenheiros de Corrosão (NACE) - incluiria Procedimentos Recomendados, Padrões

- Sociedade de Revestimentos Protetores (SSPC) - Atualizações Técnicas, Padrões Visuais
- Instituto Internacional de Reparação de Concreto (ICRI) - Diretrizes Técnicas, Padrões Visuais
- Polyurea Development Association (PDA) - Diretrizes Gerais, Definições
- Folhas de Dados de Segurança de Material do Produto (MSDS)
- Folhas de Dados de Especificação de Produto

Todos esses documentos fornecerão referência aos testes que podem ser exigidos no produto ou, uma vez instalados, isto é, adesão, espessura, teste de falha, etc. Outros documentos podem descrever os padrões para a limpeza do substrato e preparação de superfície exigidos. As folhas de dados das especificações do produto identificam o produto, resultados de desempenho/ propriedades física e requisitos de aplicativo. As Fichas de Dados de Segurança de Material identificarão os perigos associados ao trabalho dos sistemas de poliureia.

4.2.1.1.3 Definições

Também é comum ter uma seção de definição com termos relacionados ao escopo de trabalho da especificação.

Estes podem incluir termos como bicheiras, teste Holiday, fornecedor, aplicador, prazo de validade, poliureia, etc. Ou seja, termos que podem estar sujeitos a diferentes interpretações.

Se uma especificação exige um sistema de poliureia, então esses sistemas considerados devem ser um sistema de poliureia como definido pela Polyurea Development Association. De acordo com essa definição, não há provisões para uma percentagem de poliureia, digamos 70%, por exemplo, apenas sistemas de poliureia.

4.2.1.1.4 Apresentações

Essa é uma área importante que nem sempre é descrita pelo especificador do projeto. Elas são muito importantes para garantir que o revestimento/ sistema apropriado está sendo usado e o cliente está recebendo o que pagou.

O envio de amostras pulverizadas do sistema de revestimento de poliureia ou área de "mock-up" são comuns. Deve-se ter cuidado aqui para que as amostras enviadas realmente reflitam a aparência do trabalho final.

Muitas vezes, o acabamento de revestimento de spray de poliureia tem "linhas de pulverização" que não afetam o desempenho, mas que não aparecem nas amostras enviadas. Como resultado, o "cliente" pode ficar insatisfeito com o trabalho e pode atrasar o pagamento até que alguma resolução ou explicação seja dada.

"Mock-ups" são partes importantes de alguns grandes projetos. É importante notar que estes devem ser realizados e aprovados antes do trabalho de revestimento de poliureia ser iniciado.

A Figura a seguir é um exemplo de uma área pequena (2X2m) sobre um tecido geotêxtil antes de prosseguir uma aplicação de forro de aterro para pulverização de poliureia.

Figura 13 - Área de apresentação "Mock-up" - White Book "Getting Started in Polyurea Application Business"



4.2.1.1.5 Garantia da Qualidade

Esta seção fornece garantia de qualidade no trabalho de revestimento de poliureia. Muitas vezes, a garantia de qualidade é confundida com controle de qualidade. O controle de qualidade é a parte física da garantia de qualidade. Garantia de qualidade é que a ação planejada e sistemática necessária para fornecer confiança de que o revestimento de poliureia execute como esperado.

Usamos o controle de qualidade para monitorar materiais, métodos de aplicação e mão-de-obra para garantir que a revestimento de poliureia/ trabalho de revestimento atende às especificações. Muitas vezes, a seção de garantia de qualidade pode dirigir o contratante/ aplicador questões relativas à experiência na área do projeto de revestimentos.

Isto não é para manter fora certos contratantes/ aplicadores ou fornecedores de sistema de poliureia, mas para ajudar a garantir que o sistema de poliureia está sendo fornecido e aplicado por aqueles que são experientes com o material específico e procedimentos de aplicação. Isso ajudará a garantir que a aplicação seja feita corretamente e em tempo hábil. Um recente projeto de revestimento de poliureia tinha uma especificação razoavelmente sólida, mas esse foi o primeiro trabalho do contratado. A fase de aplicação de poliureia no projeto deveria ser concluída em 7 a 10 dias. Após 3 meses, o contratante ainda estava no local realizando algum trabalho de revestimento

4.2.1.1.6 Entrega, Armazenamento e Manipulação de Materiais

Por mais simples que pareça ser a entrega, o armazenamento e o manuseio de materiais para o projeto parece ser uma questão importante e é muitas vezes esquecido. Um projeto menor pode exigir que o sistema de revestimento de poliureia e produtos relacionados sejam entregues no local do contratante/ aplicador. Isto pode ser ideal desde que haja espaço no interior do armazém, do contrário, isso exigirá que o produto seja transportado de um lado para outro no local.

Projetos maiores podem permitir que o sistema de revestimento de poliureia e produtos relacionados sejam entregues diretamente para o local de trabalho. Isso pode ser ideal do ponto de vista do contratante/ aplicador, mas nem sempre permite armazenamento interno adequado dos materiais. Em um novo canteiro de obras, os produtos podem permanecer em paletes ao ar livre expostos ao meio ambiente. Dependendo da temperatura e condições climáticas, isso pode não ser bom para o produto. Lembrando que o componente isocianato de um sistema de poliureia pode começar a "congelar" quimicamente a temperaturas abaixo de 70°F (25°C).

Os materiais devem ser armazenados adequadamente, pois isso pode afetar a reatividade/ cura, a instalação e o desempenho de um projeto de poliureia. Os materiais devem sempre ser armazenados de acordo com os procedimentos de armazenamento indicado pelos fabricantes/ fornecedores.

4.2.1.1.7 Visita, conferência e condições prévias do local de trabalho:

A maioria dos principais projetos de revestimentos de poliureia exigirá uma visita e conferência no local de trabalho, bem como uma revisão das condições do

projeto. Aqui, o escopo do trabalho pode ser revisado, assim como a revisão completa da especificação e quaisquer problemas que possam existir.

Em muitos casos, essas revisões e conferências podem ser realizadas durante todo o procedimento do progresso do trabalho de revestimento. A comunicação aberta é importante para o sucesso de um projeto e potencial trabalho futuro.

Isso permite a inspeção do local e das condições antes do início do trabalho. Condições que podem afetar o trabalho serão contidas nesta seção. Por exemplo, a instalação ainda pode estar em operação e surge a necessidade de parar para execução de outros trabalhos, e isso poderá criar algumas preocupações de aplicação. Também devem estar incluídos os utilitários (energia elétrica, água, etc) disponíveis para o contratante/ aplicador, bem como mencionar quaisquer ambientes perigosos e itens de segurança que possam ser exigidos. Informações relativas a qualquer tipo de reconstrução que possa ser necessária antes do revestimento em uma instalação existente. Atenção especial deve ser dada a esta fase, quem será responsável por executar este trabalho e que a conclusão seja antes do início do trabalho de revestimento.

Figura 14 - Aplicação em Aquário



Esta seção também conterá informações relativas ao cronograma completo do projeto, bem como outras atividades que estarão a trabalhar na área. Se o projeto de revestimento for executado ou outros trabalhos na mesma área, isso pode criar atrasos no trabalho de revestimento. Uma dessas questões é ter tráfego na área, quando o revestimento está sendo aplicado ou logo após a aplicação. A Figura 17

mostra um belo projeto de revestimento de aquário que tinha excedido o cronograma de aplicação e o próximo contratado argueu andaimes quando os trabalhos de revestimento ainda não tinham sido concluídos.

Um dos itens mais importantes desta seção também abordará os problemas de segurança e perigo associados ao projeto. Isso incluiria projetos que exigem trabalho em espaços altos, onde a proteção contra quedas é necessária. Além disso é comum para projetos de revestimento de poliuréia o trabalho em espaços confinados. Todas essas questões de segurança são reguladas pela OSHA, EPA, NIOSH e regulamentos locais.

O empreiteiro/ aplicador de um projeto onde a especificação observa que o trabalho em espaço confinado será feito, é obrigado a ter todas as ferramentas e equipamentos necessários para fazer esse trabalho.

O não cumprimento do programa de entrada em espaços confinados para esse trabalho pode resultar em ferimentos graves ou possível morte.

4.2.1.2 Produtos

Este item é onde se descreve qual o sistema de poliureia e de outros produtos que vão ser utilizados na aplicação.

Em muitos casos, um produto de poliureia específico é nomeado ou especificado devido a experiências passadas ou a certas qualificações que o material possui na área de aplicação da especificação do projeto. Tenha em mente que nem todos os sistemas de poliureia são iguais!

Por exemplo, em uma situação de revestimento de tanques de água potável, apenas sistemas de poliureia que possuem a aprovação da ANSI / NSF-61 podem ser usados. Estes sistemas de poliureia foram submetidos a testes específicos e avaliações de capacidade de extração e assim obter a certificação da National Sanitation Foundation (NSF) ou do Underwriters Laboratory (UL) nos Estados Unidos.

Neste item também fornece informações sobre materiais relacionados a serem usados com o sistema primário de revestimento. Isso inclui itens como:

- Reparação/ recapeamento de materiais para betão;
- Primers;

- Sistemas de topcoat;
- Outros produtos, como selantes, agregados, tecido geotêxtil

Para os produtos relacionados mencionados, você precisa garantir a compatibilidade entre o sistema de poliureia e esses produtos. Com relação ao sistema de primer, deve-se assegurar que o primer irá suportar as condições do projeto de revestimento bem como qual a janela de reaplicação.

Figura 15 - Preparação de Superfície Inadequada - White Book "Surface Preparation"



Alguns produtos relacionados neste item também podem ser incluídos, como por exemplo, os produtos que removem sais solúveis do substrato. Esses são itens muito importantes, especialmente na aplicação de revestimento de poliureia metal. Foi demonstrado que a contaminação por sais solúveis pode levar à formação de bolhas e delaminação do sistema de revestimento de poliureia. Bom procedimento de utilização destes produtos exige um procedimento de remoção específico antes da aplicação do sistema de poliureia. Se isso não for seguido, a falha da aplicação de revestimento pode ocorrer.

A figura 19, a seguir mostra onde um sistema de revestimento de elastômero de poliureia foi aplicado a um sistema de substrato de alumínio que foi tratado com o sistema de remoção de sal solúvel. A não remoção adequada do sistema de tratamento de sal solúvel resultou na delaminação o sistema de revestimento de poliureia.

Figura 16 - Aplicação sobre Alumínio sem o devido Preparo da Superfície - White Book "Surface Preparation"



4.2.1.3 Execução

Agora que identificamos o escopo do trabalho de revestimento e os produtos a serem usados, falaremos da instalação. Esta seção detalhará toda a preparação de superfície que será necessária, bem como a aplicação do revestimento de poliureia.

4.2.1.3.1 Preparação da superfície

A preparação da superfície é crucial para o sucesso de qualquer projeto de revestimento, e não apenas para aplicações de poliureia. Foi estimado que 70 - 80% de todas as falhas de revestimento se devem à preparação deficiente ou inadequada da superfície. Isso é especialmente verdade com os sistemas de revestimento de poliureia, devido à reatividade e cura muito rápidas da tecnologia. Outro grande fator tem sido a falta de experiência de muitos dos aplicadores de revestimento de poliureia.

No caso de trabalhos de revestimento sobre aço, uma forma de jateamento abrasivo é comumente necessária para criar um perfil de rugosidade na superfície para permitir a adesão mecânica. Isso é extremamente importante no trabalho de revestimento. Não use jateamento de água de baixa pressão, pois isso pode simplesmente "limpar" a superfície. A Figura 20 mostra um tanque de armazenamento de águas residuais revestido com poliureia que falhou em poucas semanas. Apenas uma técnica de lavagem com água foi usada e a poliureia aplicada sobre ferrugem.

Figura 17 - Aplicação sobre superfície enferrujada e sem tratamento - White Book "Surface Preparation"



Muitos acham que o concreto é um substrato fácil de revestir. No entanto, o concreto pode ser um dos substratos mais difíceis. Pode ser referido como um substrato vivo, pois respira, é poroso e fraco na superfície.

Esta porosidade permite a penetração de muitos contaminantes que podem causar estragos em qualquer projeto de revestimento se eles não forem removidos. A superfície pode ser muito empoeirada e fornece uma superfície de pouca aderência.

Existem diferentes métodos de preparação de substratos para concreto que são baseados no tipo de exposição, condição do concreto e do tipo de revestimento utilizado. Em todos os casos, a camada superior deve ser lavada e assim remover quaisquer contaminantes da superfície. Outra questão muito importante a considerar no concreto é a emissão de vapor de umidade através do concreto. Isso pode potencialmente dissolver e empolar o melhor dos revestimentos.

Qualquer que seja o projeto de revestimento sobre concreto, uma simples varredura desse substrato não será suficiente. A figura 21 mostra uma falha de um sistema de poliureia aplicado no estacionamento de um grande cassino onde a preparação da superfície foi uma simples varredura da sujeira do substrato, e não foi usado qualquer primer.

Figura 18 - Aplicação em Concreto sem preparo e sem primer - White Book "Surface Preparation"



Outra questão a ser enfrentada com o trabalho de revestimento sobre concreto são os buracos e as bicheiras. Se não são pré-preenchidos, ou se existirem orifícios no sistema de revestimento ocorrerão falhas. Esses vazios, ao contrário do que alguns têm observado na indústria de poliureia, percorre completamente o sistema de revestimento até o substrato. Isso vai permitir que o líquido chegue ao substrato e resulte em vazamento ou ataque nesse substrato. O resultado final é o fracasso.

A Figura 22 mostra uma situação de falha em uma estação elevatória de concreto revestida com poliureia, onde numerosos orifícios estavam presentes.

Figura 19 - Aplicação sem tratamento das "bicheiras" - White Book "Surface Preparation"



4.2.1.3.2 Aplicação da Poliureia

Uma vez abordada a preparação de superfície especificada, é hora de aplicar o sistema de revestimento. Este pode envolver primeiro a aplicação de um sistema de primer, seguido pelo material de revestimento de poliureia e topcoat. Aqui, a

especificação observará a espessura mínima exigida de filme do revestimento de poliureia.

Esta seção também pode observar que outra avaliação de controle de qualidade de campo pode ser necessária. Isso pode incluir testes de adesão, bem como teste Holiday. Seja qual for o caso, isso deve ser feito em uma sequência especificada.

A Figura 23 mostra o teste Holiday de um sistema de revestimento de poliureia aplicado ao concreto. Isso exigia testes após a camada de base de poliureia, mas antes da aplicação do revestimento topcoat mais caro.

No entanto, o teste foi feito após a aplicação do sistema de revestimento e numerosas descontinuidades foram encontradas.

Isso exigiu lixamento do topcoat, reaplicação do revestimento de base em algumas áreas, tratamento direto de algumas das áreas vazias seguidas de reaplicação do sistema de revestimento topcoat. Um erro muito caro e que atrasou todo o projeto e operação.

Figura 20 - Teste "Holiday" - White Book "Surface Preparation"



4.3 Comprador

O comprador têm um papel fundamental, pois é quem contata e toma decisão de qual o fornecedor do sistema e de mão de obra que irá executar a aplicação. Infelizmente a maioria dos profissionais de compras não conhecem poliureia e por desconhecimento e falta de qualificação recorrem ao parâmetro mais fácil – Preço. Como sabemos no nosso dia a dia, preço é um parâmetro muito importante, mas

não o único nem o principal. É importante que as empresas que acionam seu departamento de compras para a compra de um sistema e aplicação de poliureia, forneçam a ferramenta mais importante, o conhecimento sobre o que está a comprar/ contratar.

4.4 Formulador/Distribuidor

Guardando para ultimo, mas não na sua importância, o formulador/distribuidor do sistema de poliureia é primordial.

Sem estes agentes todos os outros não existiriam. Por isso é fundamental que os profissionais dessas empresas sejam acima de tudo técnicos e que conheçam a fundo todos os processos, desde a especificação, aplicação e controle de qualidade. Além disso, tem o dever de fornecer o sistema mais indicado para o tipo de aplicação.

4.5 Treinamento

O artigo 5.1 da norma brasileira ABNT 16545 descreve quais os requisitos que o aplicador deverá possuir "A empresa aplicadora deve apresentar comprovação atestando a capacidade técnica às necessidades do projeto como treinamentos de seus colaboradores, históricos de obras já realizadas, certificações emitidas por fabricantes de sistemas ou acervos técnicos emitidos pelos órgãos competentes."

A maioria dos treinamentos de poliureia são feitos fora do Brasil pelos formuladores do sistema e por entidades relacionadas a pintura e coatings. Os certificados com maior aceitação e credibilidade em todo o mundo são dos treinamentos oferecidos pela:

- Polyurea University
- SSPC
- Nace
- PDA U.S.
- PDA Europe
- Primeaux Associates

A Poliurea University e Primeaux Associates se destacam das demais, pois não oferecem treinamento somente para aplicadores, há também treinamento para especificadores, inspetores e máster.

Figura 21 - Certificações Polyurea University - www.polyureauniversity.com



Tem como instrutor Dudley J. Primeaux II, PCS, CCI – reconhecido mundialmente como o maior expert da tecnologia da poliureia, responsável, pelo desenvolvimento da poliureia em spray na antiga Texaco. Dudley também é o instrutor de treinamento de poliureia da SSPC e Nace.

5 O USO DA POLIUREIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

5.1 Quais posso utilizar

A maioria dos sistemas de poliureia podem ser usados na construção civil, no entanto, deve-se atentar para qual tipo é recomendada para cada situação. Para uma aplicação vertical, recomenda-se uma poliureia com Gel Time mais curto, de dois a cinco segundos, e para uma aplicação horizontal, em que não há escorrimento, o Gel time poderá ser mais longo. Numa aplicação exposta ao sol, onde há necessidades estéticas, a poliureia hot spray aromática sofrerá alterações de cor. Neste caso, pode-se optar por um sistema alifático, que é mais caro, ou a aplicação de uma poliureia poliaspartica como top coat, a uma espessura de 0,25 mm. A escolha do sistema depende da situação.

5.2 Qual a sua importância

A Poliureia é uma tecnologia inovadora e duradoura. No Brasil é mais utilizada para impermeabilização num mercado que por anos foi exclusivo das mantas asfálticas. Ela proporciona para a construção civil execuções mais eficientes e rápidas, além de ser mais leves.

5.3 Qual a sua finalidade

A principal finalidade é proteger os substratos de elementos como água, produtos químicos, gases, etc. É usada na maioria das vezes para impermeabilização, proteção anticorrosiva, proteção antiabrasão, barreira a vírus, decorativo, etc.

5.4 Onde pode ser usada

Pode ser usada em vários tipos de substrato tais como concreto, metal, madeira, poliestireno.

5.5 Como pode ser aplicada

A aplicação vai depender da formulação escolhida, indo de equipamentos específicos (alta ou baixa pressão) a rolo e até pincel. A aplicação deve seguir os procedimentos da norma ABNT NBR 16545.

5.6 Técnicas de Aplicação

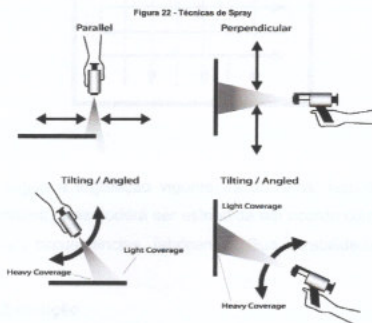
A técnica de aplicação da poliureia não difere muito da técnica de aplicação de espuma de Poliuretano. Deve ser executada de forma contínua. A distância e ângulo deve ser adequada e sempre perpendicular e paralela à superfície. Assim, temos:

Baixo output = 30.5 cm

Médio output = 45 – 50 cm

Alto output = 50 – 76 cm

O engatilamento/ desengatilamento devem ser minimizados, para que não haja a possibilidade de "cross over" e entupimentos.

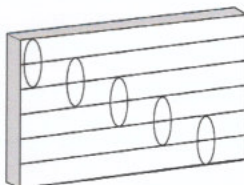


Se assegurar que a espessura fique uniforme, reduza o overspray e melhore a aparência da superfície.

Cada passagem deve ser sobreposta cerca de 50% à anterior.

Figure 23 - Sobreposição de Spray

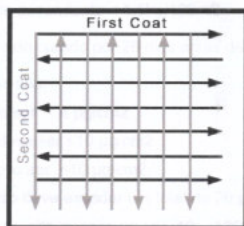
> 50% Overlap on Passes



Para haver o asseguramento e vazios e também para melhora a uniformidade deverá haver cruzamento das passagens conforme imagem 15.

Figura 24 - Cruzamento do Spray

Coating Cross-Hatching



5.7 Garantias

A garantia segue a legislação vigente de 05 anos, isso é comum à todos aplicadores do sistema, mas poderá ser estendida em acordo com cliente, aplicador e em determinadas circunstancias, fabricantes. Sua durabilidade é superior a 50 anos.

5.8 Métodos de Execução

Os métodos são vários, de acordo com o projeto. Mas há um ponto comum e essencial entre todos os sistemas, um bom preparo de superfície é essencial para uma aplicação bem-sucedida.

6. PREPARO DE SUPERFÍCIE

6.1 Concreto

O substrato deve estar limpo, seco, sólido e livre de contaminantes. Sem óleos, graxas ou hidrocarbonetos. O pH deverá estar o mais próximo de 7, a umidade <5,5% e vapor de umidade ascendente < 1,5kg/100m².

O concreto deve ter sido curado por 28 dias antes de ser revestido.

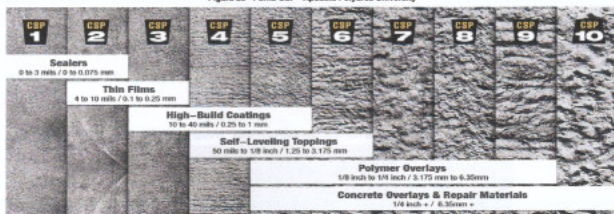
Os níveis máximos de sais são:

- Cloreto (Cl-) o nível deve ser < 5 µg/cm²
- Sulfato (SO₄-2) o nível deve ser <10 µg/cm²
- Nitrato (NO₃-) o nível deve ser <10 µg/cm²

(a combinação dos três não deve exceder um total de 20 µg/cm²)

Para revestimentos de alta espessura, de 10 - 125 mils (250 µm - 3 mm) de poliureia aplicada, a rugosidade da superfície deve ser de CSP 3 à CSP 6 para um bom ancoramento do sistema.

Figura 25 - Perfis CSP - Apostila Polyurea University



6.1.1 Métodos de Execução de Perfil

Limpeza com água, equipamento de baixa pressão e detergente, faz perfil tipo CSP 01 que não é ideal para a ancoragem, mas é necessário para remover óleos, sujeiras superficiais e neutralizar contaminações por ácidos e equilibrar o pH. A lavagem é necessária antes de qualquer método de criação de perfil.

Lixamento Mecânico consegue perfis CSP 2 e CSP 3, o equipamento tem baixo custo e é bom para áreas de difícil acesso, mas se a superfície for muito lisa, corre-se o risco de ser polida, e se no substrato houver um outro revestimento elastomérico, não é efetivo para remoção. O processo é lento e cria muita poeira. Deve-se evitar este método em concreto selado.

Figura 26 - Discos de Preparação de Superfície de Concreto - Apostila Polyurea University



O jateamento abrasivo cria perfil CSP 2 – CSP 5, este método promove um perfil adequado para a aplicação, além de remover a nata, abrir bicheiras e remover revestimentos já existentes. Tem boa produtividade, e deve incluir um injetor de água para evitar poeira.

Jateamento Granalha (Blastrac) cria perfis de CSP 3 a CSP 8, cria um perfil eficiente e consistente para a aplicação, remove revestimentos existentes e faz pouca poeira. O equipamento é caro, mas pode ser alugado. Tem a desvantagem de redistribuir os contaminantes. O operador do equipamento deve ter experiência e treinamento pois pode danificar o concreto deixando sulcos e acarretando problemas estéticos.

Figura 27 - Superfície Preparada - Apostila Polyurea University



Hidrojateamento Alta Pressão ou Ultra Alta Pressão, cria perfis CSP 5 e CSP 10, ideais para aplicação, além de remover revestimentos e contaminantes existentes. O equipamento é de alto custo e o operador precisa ter experiência e treinamento pois o processo poderá danificar o concreto.

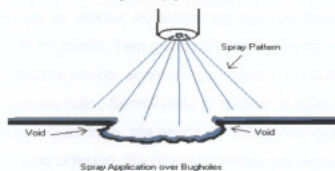
6.1.2 Bicheiras

Devem ser tratadas. O preenchimento é indispensável para uma boa aplicação, pois dependendo da forma como estão, o spray não consegue cobrir toda a superfície do concreto. Devem ser preenchidas com Polímero de cimento modificado ou epóxi com agregados.

Figura 28 - Bicheiras - Apostila Polyurea University



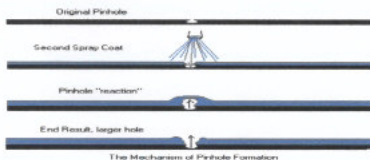
Figura 29 - Spray sobre bicheiras



6.1.3 Primer

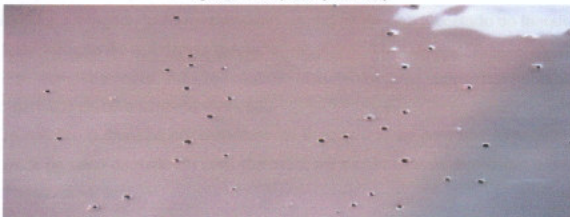
O primer é recomendado para melhorar a adesão do sistema e eliminar a desgasificação. Toda poliureia sobre concreto necessita primer antes da aplicação, mas no caso da Hot Spray o cuidado deve ser maior. Como ela está quente assim que toca a superfície, este calor, ficará preso entre a abertura do buraco e o revestimento, e tentará sair, formando assim uma bolha, o pinhole.

Figura 30 - Reação do Revestimento quando aplicada sobre bicheira sem tratamento - Apostila Polyurea University



Pode ser um primer de base epóxi ou uretano, sempre o recomendado pelo fornecedor do sistema de poliureia. Poderá ser aplicado conforme indicação do fabricante, normalmente, pincel, rolo, rodo ou spray e em condições ambientes conforme informado em ficha técnica. Deve ser aplicado em camada fina, e caso o concreto esteja muito poroso, poderá ser necessário uma segunda demão.

Figura 31 - Pinhole - Apostila Polyurea University



É muito importante se atentar ao tempo de cura, se houver secagem total do primer, a poliureia não irá aderir. Tem que estar em ponto de pega, ou seja, coloca-se a mão sobre o primer aplicado, sente-se que grudou no substrato mas quando a retira, não fica resíduo na mão. Semelhante à colocar a mão numa fita adesiva ou etiqueta adesiva de boa qualidade, ela gruda na mão, mas quando retira a mão ela não fica com resíduos do adesivo. Se passar o tempo de pega, o primer deverá ser reaplicado.

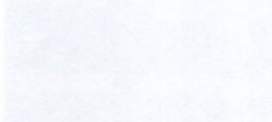
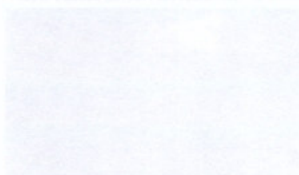


Figura 32 - Aplicação de primer em concreto poroso



7. MEMORIAL DE PROCEDIMENTOS

7.1 Tanques Metálicos – Combustíveis, óleos, água

7.1.1 Avaliações Prévias

a) Assegurar que foram removidos itens de propriedade do Proprietário e que todos os equipamentos foram calafetados e protegidos com plástico antes do início da preparação e instalação do coating.

b) Verificar a integridade do revestimento interno como piso e costado do tanque.

7.1.2 Reparação do Substrato Costado

a) Se completamente íntegro realizar lixamento leve para retirar o brilho característico do revestimento vitrificado.

b) Os parafusos deverão ser devidamente lixados e fazer com que eles obtenham um perfil no caso de estarem com corrosão, principalmente os que estão a ancorar as chapas na vertical.

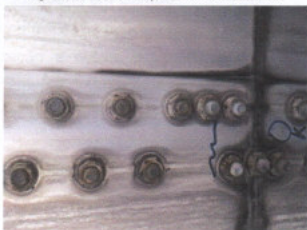
c) Os parafusos que estão na horizontal devem ser preparados conforme os anteriores e se deverá fazer um tratamento de junta conforme as fotos abaixo usando um TNT no caso apresentarem ponto de corrosão. Isto se não houver estanqueidade nessa região.

Figura 32 - Aplicação sobre Parafusos em Tanque - www.versaflex.com



Figura 33 - Tratamento sobre a área dos parafusos - www.versaflex.com



Figura 34 - Parafusos em Tanque Metálico - www.versaflex.com

d) O encontro do piso com a vertical se trata deverá ser meia cana. Se não estiver com meia cana deverá ser tratada conforme imagem abaixo, usando um geotêxtil para que não haja possível ruptura ou rachaduras.

Figura 35 - Preparação do Rodapé de Tanque - www.versaflex.com

7.1.3 Instalação

7.1.3.1 Aplicação da poliureia

Aplicar o sistema Hot Spray com máquina de alta pressão e temperatura na espessura de indicada para cada tipo de área e a textura escolhida pelo cliente com técnica de spray.

Figura 36 - Rodapé do Tanque finalizado - www.versaflex.com

7.1.3.2 Controles de Qualidade em Campo

- a) Realizar testes de espessura de película seca, conforme necessário.
- b) Manter a pulverização e outros equipamentos de instalação em condições adequadas de funcionamento durante toda a instalação. Fornecer equipamentos de reserva, conforme necessário.

7.1.3.3 Limpeza

Limpar todas as áreas com overspray ou spraydust e deixar o local conforme encontrado.

7.1.3.4 Proteção Pessoal

Todos os colaboradores deverão estar com óculos de proteção, máscaras contra solventes orgânicos, luvas de látex e sapatos de trabalho, além de obedecer às normas de segurança da contratante.

7.1.3.5 Considerações Importantes

O aplicador deverá ter treinamento com entidade de credibilidade como a NACE, PDA, Polyurea University, etc, ou possuir experiência comprovada de mais de três anos com este tipo de aplicação e declaração de aptidão para trabalhar com o sistema, fornecido pelo fabricante, conforme item 5.1 da NBR 16545.

Para aplicações onde a estética é importante o piso deve estar em condições ideais, sem defeitos, buracos, fissuras, etc. No caso do piso não estar em condições ideais poderá haver necessidade de aplicar maior espessura, consequentemente mais material por m².

7.1.3.6 Garantia

A garantia de aplicação do sistema é de 05 anos podendo ser estendida conforme acordo entre cliente, aplicador e em alguns casos fornecedor.

7.2 Contenção Secundária sobre Geotêxtil

7.2.1 Avaliações Prévias

Assegurar que foram removidos itens de propriedade do Proprietário e que todos os equipamentos foram calafetados e protegidos com plástico antes do início da preparação e instalação de membrana.

7.2.2 Preparações

Limpar as áreas metálicas onde irá haver ancoragem da poliureia e preparar a superfície de acordo com a SSPC SP- 10 perto metal branco.

7.2.3 Instalação do Geotêxtil e aplicação da poliureia

a) Cortar o Geotêxtil e colocar sobre o piso lavado, sobrepondo entre 10 a 12 cm nas emendas quer lateral ou dos topos sempre mantendo o geotêxtil esticado e liso.

Figura 37 - Aplicação sobre geotêxtil - www.versaflex.com

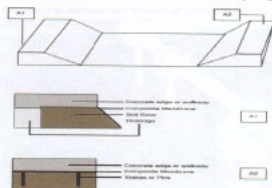


Figura 38 - Aplicação de Poliureia sobre Geotextil em Bacia de Contenção - www.versaflex.com



b) Para a ancoragem do geotêxtil em bacias do tipo vala fazer conforme esquema abaixo

Figura 39 - Esquema de Instalação de Poliureia sobre Geotextil em Bacia de Contenção - Apostila Polyura University



c) Nas emendas, aplicar a poliureia no piso, sobre as emendas e por cima da emenda de geotêxtil.

Figura 40 - Ancoramento do Geotextil em Bacia de Contenção - www.versaflex.com



Figura 41 - Acabamento de Aplicação de Geotextil em Bacia de Contenção - www.versaflex.com



d) Aplicar uma camada com $\pm 1\text{mm}$ de poliureia sobre todas as emendas do geotêxtil

Figura 42 - Spray nas emendas do Geotextil - www.versaflex.com



Figura 43 - Acabamento de Aplicação sobre Geotextil em Bacia de Contenção - www.versaflex.com



- e) Aplicar uma fina camada de poliureia sobre os parafusos e rodela metálica de reforço

Figura 44 - Acabamento de Aplicação com Geotextil - www.versaflex.com



- f) Nas paredes se necessário fazer um corte (fistula) com 1 a 1,5cm para ancorar a poliureia
- g) ancorar no metal diretamente.
- h) Após fazer todos os detalhes – pontos de ancoragem, emendas, parafusos e rodela de reforço aplicar sobre toda a área uma camada uniforme de poliureia de $\pm 2\text{mm}$.

Figura 45 - Aplicação sobre Geotextil - www.versaflex.com



- i) Pulverizar para dar acabamento antiderrapante se for previamente escolhido

Figura 46 - Aplicação Finalizada - www.versaflex.com



j) Aplicar se necessário em áreas onde a espessura estiver a menor ou em áreas de reforço

k) Retirar todos os plásticos de proteção e lavar as áreas onde houver spray dust.

7.2.4 Controles de Qualidade em Campo

Realizar testes de espessura de película seca, conforme necessário.

Manter a pulverização e outros equipamentos de instalação em condições adequadas de funcionamento durante toda a instalação. Fornecer equipamentos de reserva, conforme necessário.

Figura 47 - Teste de Espessura - Apostila Polyurea University



7.2.5 Limpeza

Limpar todas as áreas com overspray ou spraydust e deixar o local conforme encontrado.

7.2.6 Proteção Pessoal

Todos os colaboradores estarão com óculos e mascaras contra solventes orgânicos, luvas de látex e sapatos de trabalho, para além de obedecer às normas de segurança da contratante.

7.2.7 Considerações Importantes

- a) O aplicador deverá ter treinamento com entidade de credibilidade como a NACE, PDA, Polyurea University, etc, ou possuir experiência comprovada de mais de 3 anos com este tipo de aplicação e declaração do fornecedor que ele está apto a fazer a aplicação do sistema.
- b) Para aplicações onde a estética é importante o piso deve estar em condições ideais, sem defeitos, buracos, fissuras, etc. No caso do piso não estar em condições ideais poderá haver necessidade de aplicar maior espessura, consequentemente mais material por m².
- c) Tempo de vida útil considerando as condições normais de uso para tipo de aplicação é de 50 anos.

7.2.8 Garantia

A garantia de aplicação do sistema é de 5 anos.

7.3 Estacionamento

7.3.1 Avaliações Prévias

Assegurar que foram removidos itens de propriedade do Proprietário e que todos os equipamentos foram calafetados e protegidos com plástico antes do início da preparação e instalação do coating.

7.3.2 Reparação de Juntas e Fissuras

- a) A área de trabalho deve estar livre de obstruções
- b) O piso deverá estar visivelmente seco e todas as atividades de lavagem, devem ser suspensas pelo menos 48 horas antes da instalação do sistema de juntas de poliureia.
- c) O material devera ser estocado em lugar acessível, seco, coberto e com temperatura até 35°C
- d) A temperatura ambiente para instalação devera ser superior a 20°C e a superfície deve estar completamente seca.
- e) A temperatura do substrato deve estar 3°C acima do ponto de orvalho e a subir

Figura 48 - Aplicação de Selante de Poliureia em Junta de Dilatação - www.versaflex.com



7.3.3 Preparação de Superfície

Figura 49 - Preparação de Superfície de Concreto - www.versaflex.com



- a) Lavar a superfície com máquina de pressão para remoção de todos os contaminantes, óleos, gorduras, etc.
- b) Hidrojatear ou fresar (conforme necessário) até obter o perfil ideal para ancorarem do sistema de poliureia
- c) Verificar se o piso está com um perfil ideal ICRI CSP3 a CSP4

7.3.4 Aplicação de Primer

Figura 50 - Aplicação de Primer em Concreto - www.versaflex.com

Aplicar com rolo, rodo sem deixar empessar. A técnica de aspersão pode ser usada nos casos de áreas onde ira haver maior circulação ou potencial desgaste (curvas, acessos, etc).

7.3.5 Aplicação da poliureia

Após cura de 4 a 6 horas aplicar o sistema de poliureia com máquina de alta pressão e temperatura na cor escolhida pelo cliente á espessura de indicada para cada tipo de área. Aplicar a textura escolhida pelo cliente com técnica de spray ou aspersão de Quartzo com 20 a 30mesh.

Figura 51 - Aplicação sobre Concreto - Arquivo Pessoal



7.3.6 Controles de Qualidade em Campo

Realizar testes de espessura de película seca, conforme necessário. Manter a pulverização e outros equipamentos de instalação em condições adequadas de funcionamento durante toda a instalação. Fornecer equipamentos de reserva, conforme necessário.

7.3.7 Limpeza

Limpar todas as áreas com overspray ou spraydust e deixar o local conforme encontrado.

7.3.8 Proteção Pessoal

Todos os colaboradores estarão com óculos e mascaras contra solventes orgânicos, luvas de látex e sapatos de trabalho, para além de obedecer às normas de segurança da contratante.

7.3.9 Considerações Importantes

- a) O aplicador deverá ter treinamento com entidade de credibilidade como a NACE, PDA, Polyurea University, etc, ou possuir experiência comprovada de mais de 3 anos com este tipo de aplicação.
- b) Para aplicações onde a estética é importante o piso deve estar em condições ideais, sem defeitos, buracos, fissuras, etc. No caso do piso não estar em condições ideais poderá haver necessidade de aplicar maior espessura, conseqüentemente mais material por m².

7.3.10 Garantia

Garantia de 05 (cinco) anos conforme legislação vigente. Poderá ser estendida em acordo com aplicador e fornecedor.

8 Normas

8.1 Normas ABNT

Desde 1950, a ABNT atua também na avaliação da conformidade e dispõe de programas para certificação de produtos, sistemas e rotulagem ambiental. Esta atividade está fundamentada em guias e princípios técnicos internacionalmente aceitos e alicerçada em uma estrutura técnica e de auditores multidisciplinares, garantindo credibilidade, ética e reconhecimento dos serviços prestados.

8.1.1 ABNT NBR 16545

- Define Poliureia e Híbrido poliureia / poliuretano
- Teste de resistência e desempenho
- 2 níveis de desempenho para envelhecimento acelerado
- Propriedades físicas, cura de encolhimento, resistência química, permeabilidade, resistência à abrasão e de espessura de película aplicada para aplicação típica
- Os valores mínimos de adesão exigidos para os substratos de concreto e aço
- Utilização segundo tipos de ambiente
- Dispõe sobre os requisitos para a aplicação no campo - concreto e aço, equipamentos, técnicas, segurança
- Requisitos de preparação de superfície
- Requisitos de perfil mínimo, testes de espessura e reparação

8.1.2 ABNT NBR 9575

- 4.1.2 A impermeabilização do tipo flexível deve ser de...
 - alínea i – membrana de Poliureia
- 5.1 Impermeabilização contra água de percolação
- 5.2 Impermeabilização contra água de condensação
- 5.3 Impermeabilização contra umidade do solo
- 5.4 Impermeabilização contra fluidos que atuam sob pressão unilateral ou bilateral

8.1.3 ABNT NBR 15575

A poliureia se enquadra nestes itens com a vantagem de sempre ser MANUTENÍVEL sem necessitar de quebra!!!!

h) Impermeabilizações manuteníveis sem quebra de revestimentos (de caixa d'água, de jardineiras e áreas externas com jardins, de coberturas não utilizáveis e calhas, etc.)

i) Impermeabilizações manuteníveis apenas com a quebra dos revestimentos (de áreas internas, de piscina, de áreas externas com pisos, de coberturas utilizáveis, de rampas de garagem, etc.)

8.1.4 ABNT NBR 9545

- Cumpre com todos os requisitos do item 6.3:
- Resistência ao impacto e punção
- Baixa permeabilidade
- Elástica, flexível
- Alta resistência á tração
- Alta resistência á abrasão
- Alto poder de "flex Bridge"
- Excelente resistência térmica e UV
- Excelente resistência química, biológica, raízes, etc
- Excelente aderência

8.1.5 Outras Normas ABNT em comitê

- Está em pré elaboração no comitê CB22 a norma de impermeabilização com poliureia e híbridos poliureia/poliuretano em estruturas de concreto
- O Comitê CB22 vai adicionar a poliureia na norma ABNT NBR 9574
- O Comitê CB46 (corrosão) está em pré elaboração de várias normas de poliureia com base em normas da SSPC.

8.2 Normas SSPC

SSPC: A Society for Protective Coatings foi fundada em 1950 como o Steel Structures Painting Council, uma sociedade profissional sem fins lucrativos dedicada

ao uso de revestimentos para proteger estruturas de aço industriais. Em 1997, o nome da associação foi mudado para SSPC: The Society for Protective Coatings, para melhor refletir a natureza mutável da tecnologia de revestimentos e os tipos de materiais de construção em constante expansão.

A SSPC é uma organização sem fins lucrativos focada na proteção e preservação do concreto, aço e outras estruturas e superfícies industriais e marítimas através do uso de revestimentos protetores, marítimos e industriais de alto desempenho. O SSPC é a principal fonte de informações sobre preparação de superfícies, seleção de revestimentos, aplicação de revestimento, regulamentações ambientais e problemas de saúde e segurança que afetam a indústria de revestimentos de proteção.

8.2.1 SSPC-PA 14 "Aplicação de Revestimentos de Poliuréia e Poliuretano de Película Espessa em Concreto e Aço Usando Equipamento Plural-Componente"

- Define filme espesso: > 20 mils (> 500 µm)
- Fornece os requisitos para aplicação em campo - concreto e aço
- Equipamento de componentes plurais / técnicas / segurança
- Requisitos de preparação de superfície
- Requisitos mínimos de aderência, teste de espessura e reparo
- Treinamento / Certificação de Spray de Componente Plural SSPC C-15

8.2.2 SSPC-Paint 44 "Revestimentos Poliméricos Orgânicos Aplicados a Líquido e Revestimentos para Estruturas de Concreto em Instalações municipais de águas residuais, baseadas em desempenho"

- Específico para instalações municipais de tratamento de águas residuais
- Identifica várias áreas de substrato de concreto que exigem revestimentos
- Requisitos típicos de desempenho
- Transmissão/ permeação de vapor de água, abrasão e resistência química, tração, propriedades e máximos de retração linear
- NACE TG 466, desenvolvimento similar relacionado aos tipos de corrosão/ renovação

8.2.3 SSPC-Paint 45 "Revestimentos híbridos de poliuréia de dois componentes, poliuréia de espessura espessa e poliuretano / poliuretano,

- Baseado em desempenho "
- Híbridos de Poliuréia e Poliuréia/ Poliuretano, 2 tipos cada
- Define poliuréia e híbridos de poliuréia/ poliuretano
- Intemperismo e Teste de Desempenho
- 2 níveis de desempenho para intemperismo acelerado
- Propriedades físicas, encurtar a cura, resistência química, permeabilidade, abrasão resistência e espessura de filme aplicada típica para aplicação
- Valores mínimos de adesão exigidos
- Para substratos de concreto e aço
- Notas de uso para Zonas Ambientais

8.2.4 SSPC-Paint 39 Acabamento de Poliureia Alifática de Dois Componentes, Secagem Rápida ou Moderada - Desempenho"

- Abrange os sistemas de poliureia Tipo 1 e Tipo 2, como tempo de secagem
- Inclui spray rápido e ésteres poliaspárticos definido na seção Notas
- Teste de desempenho de intemperismo
- 3 níveis de desempenho para intemperismo acelerado
- 2 níveis de desempenho para intemperismo natural natural
- Valores mínimos de adesão exigidos
- Zonas Ambientais de Uso

8.2.5 SSPC-PS 28.01 "Primer poliuretano rico em zinco com dois revestimentos / sistema de acabamento de poliureia alifática – Desempenho"

- Observa um tipo específico de primer, & poliureia da SSPC-Paint 39, Tipo 2
- Para substratos de aço, não imersão, filme fino
- Testes de Resistência ao Intemperismo e Resistência à Corrosão
- 3 níveis de desempenho para intemperismo acelerado
- 2 níveis de desempenho para intemperismo natural natural
- Valores mínimos de adesão exigidos
- Observações Zonas Ambientais de uso

8.2.6 SSPC-Paint 43 "Revestimento de poliureia alifática direta ao metal, baseado em desempenho"

- SSPC-Paint 39, poliureia alifática tipo 2, aplicação direta ao aço
- Para uso não imerso, baixa espessura
- Testes de Resistência ao Intemperismo e Resistência à Corrosão
- 1 nível de desempenho para intemperismo acelerado
- 1 nível de desempenho para intemperismo natural natural
- 1 nível de teste de resistência UV / corrosão
- sem bolhas de revestimento aplicado
- Valores mínimos de aderência e impacto requeridos

8.2.7 Orientação Técnica Conjunta SSPC-TR 5 / ICRI 03741 / NACE 02203

- Relatório do Comitê (novembro de 2003)
- Projeto, instalação e manutenção de sistemas de revestimento de polímero de proteção para concreto "
- Fornece padrões industriais para preparação de superfícies
- SSPC-SP 13 / NACE No. 6 / EN 1504
- Diretriz ICRI N° 310.2R-2013
- Fornece orientação para trabalhos detalhados

8.2.8 PDA - Polyurea Development Association

A partir de 2000, a Polyurea Development Association (mais tarde encurtada para PDA) foi a associação comercial que representou a tecnologia da poliureia. Seus voluntários trabalharam incansavelmente para ajudar a explicar, treinar e promover essa incrível tecnologia.

Por mais de uma década, a PDA tem se esforçado para avançar e promover o mercado de tecnologias de elastômero de poliuretano e poliuretano, aproveitando o conhecimento compartilhado de nossos membros.

Durante este anos a PDA lançou alguns documentos técnicos, são eles:

- Orientação Geral: Sistemas de membrana / Revestimento Elastomérico de Poliureia (Dezembro de 2002)
- Orientação Geral: Sistemas de Selantes / Enchimento Elastomérico de Poliureia (Dezembro de 2002)

- Orientação geral: Sistemas de revestimento elastomérico de poliuréia / geotêxtil (Abril de 2006)

8.2.9 Outras Normas de Poliureia

- ACI 515.2R-13: "Guide to Selecting Protective Treatments for Concrete"
- ETAG 005, part 6
- ETAG 033
- NACE 6A198: "Introduction to Thick-Film Polyurethanes, Polyurea and Blends"
- NACE 43107: "The Application of Solvent-Free Coatings to Railcars Using Plural Component Equipment"

8.3 Normas para Preparação de Superfície

Esses padrões básicos para a preparação de substratos de metal e concreto são uma esforço entre o SSPC: The Society for Protective Coatings; NACE: a Associação Nacional de Corrosão Engenheiros Internacionais; ICRI: Instituto Internacional de Reparação de Concreto; e, ISO: International Organization for Estandardização. São elas:

8.3.1 SSPC-SP 1 Limpeza por Solvente

Remoção de todos os óleos, graxas, sujidades visíveis, compostos de estampagem e corte e outros contaminantes solúveis de superfícies de aço com solvente, vapor, composto de limpeza, agente alcalino, emulsionante ou vapor.

8.3.2 SSPC-SP 2 / ISO 8501- 1 St 2 Limpeza da Ferramenta de Mão

Remove toda a massa solta, ferrugem solta, tinta solta e outros materiais estranhos soltos à mão lascar, raspar, lixar e escovar os arames.

8.3.3 Limpeza da Ferramenta Elétrica SSPC-SP 3 / ISO 8501-1 St 3

Remove todas as incrustações soltas, ferrugem solta, tinta solta e outros materiais estranhos soltos e prejudiciais pelo cabo de alimentação escovação, lixamento de energia, esmerilhamento de energia, lascamento de ferramentas elétricas e descalcificação de ferramentas elétricas.

8.3.4 SSPC-SP 5 / NACE 1 / ISO 8501-1 Sa 3 Detonador de jateamento de metal branco

Quando visto sem ampliação, a superfície deve estar isenta de todo o óleo, gordura, pó, sujeidade, incrustações, ferrugem, revestimento, óxidos, produtos de corrosão e outras matérias estranhas.

8.3.5 SSPC-SP 6 / NACE 3 / ISO 8501-1 Sa 2 Limpeza por jateamento comercial

Quando visto sem ampliação, a superfície deve estar isenta de todo o óleo, gordura, pó, sujeidade, incrustações, ferrugem, revestimentos, óxidos, produtos de corrosão e outros materiais estranhos de pelo menos 66-2 / 3% da área da unidade, que deve ser um quadrado 3 pol. x 3 pol. (9 pol. pol.). Sombras claras, ligeiras estrias ou pequenas descolorações causadas por manchas de ferrugem, manchas de escala de moinho, ou manchas de revestimento aplicado anteriormente em menos de 33-1 / 3% da área da unidade é aceitável.

8.3.6 SSPC-SP 7 / NACE 4 / ISO 8501-1 Sa 1 Limpeza por jateamento

Quando visto sem ampliação, a superfície deve estar livre de todo o óleo visível, graxa, sujeira, poeira, moinho solto escala, ferrugem solta e revestimento solto. Escoria de moinho, ferrugem e revestimento firmemente aderentes podem permanecer na superfície. Escala de moinho, ferrugem e revestimento são considerados firmemente aderentes se não puderem ser removidos levantando-os com espátula.

8.3.7 SSPC-SP 10 / NACE 2 / ISO 8501-1 Sa 2 1/2 – jateamento abrasivo quase branco

Quando visto sem ampliação deve estar livre de todo o óleo visível, graxa, poeira, sujeira, ferrugem, ferrugem, revestimentos, óxidos, produtos de corrosão e outras matérias estranhas de pelo menos 95% de cada unidade de área. Coloração deve ser limitada a não mais de 5 por cento de cada área de unidade, e pode consistir em sombras claras, listras leves ou descolorações causadas por manchas de ferrugem, manchas de calcário ou manchas de revestimentos previamente aplicados. Área da unidade será de aproximadamente 3 pol. x 3 pol. (9 sq pol.).

8.3.8 SSPC-SP 11 Limpeza de Ferramentas Elétricas para Metal Desencapado

Quando visto sem ampliação, a superfície deve estar livre de todo o óleo visível, graxa, sujeira, poeira, ferrugem, tinta, óxidos, produtos de corrosão e outros

materiais estranhos. Pequenos resíduos de ferrugem e tinta podem ser deixados na parte inferior das covas se a superfície original estiver sem caroço. O perfil da superfície não deve ser inferior a 1 mil (25 microns).

8.3.9 SSPC-SP 12 / NACE 5 Preparação de Superfícies e Limpeza de Aço e Outros metais Duros

Materiais por jacto de água de alta e ultra alta pressão antes da recobragem Este padrão requer jato de água a alta ou ultra alta pressão para preparar uma superfície para recobrimento usando pressão acima de 10.000 psi. O jacto de água não produzirá um perfil; em vez disso, expõe o abrasivo jateado original perfil de superfície. O jato de água deve ser executado para atender a quatro condições: WJ-1, WJ-2, WJ-3 e WJ-4, e uma superfície mínima aceitável deve ter toda a ferrugem solta, escala de laminação solta, e revestimentos soltos uniformemente removido.

8.3.10 SSPC-SP 13 / NACE 6 Preparação de Superfície do Concreto (EN 1504)

Fornece requisitos para a preparação da superfície do concreto por métodos mecânicos, químicos ou térmicos antes de a aplicação de revestimentos protetores ligados ou sistemas de revestimento. Consulte também a Diretriz ICRI N° 310.2R-2013 e o SSPC-Guide 20.

8.3.11 SSPC-SP 14 / NACE WAB 8 Lavagem de jateamento industrial

Remoção de todo o óleo visível, graxa, poeira e sujeira, quando visto sem ampliação. Vestígios de aderência Os resíduos de escala milimetrada, ferrugem e revestimento podem permanecer em 10% de cada unidade de área da superfície se distribuído uniformemente. Sombras, estrias e descoloração causadas por manchas de ferrugem, manchas de calcário e manchas de revestimento previamente aplicado pode estar presente no restante da superfície.

8.3.12 SSPC-SP 15 Limpeza de Ferramentas Elétricas de Grau Comercial

Esta norma cobre os requisitos para limpeza de ferramentas elétricas para fornecer uma ferramenta elétrica de classe comercial. superfície de aço limpa e para reter ou produzir um perfil de superfície mínimo de 25 micrômetros (1,0 mil). Este padrão permite que a coloração aleatória permaneça em uma porcentagem definida da superfície limpa, onde o SSPC-SP 11 remoção de manchas superficiais

8.3.13 SSPC-SP 16 Limpeza por jateamento de aço galvanizado revestido e não revestido, Aços Inoxidáveis e Metais Não Ferrosos

Esta norma destina-se a limpeza por jateamento de superfícies de metal revestidas ou não revestidas que não sejam carbono aço antes da aplicação de um sistema de revestimento protetor. A preparação de superfície usando este padrão é destinados a tornar ásperos e limpos substratos de metais não-ferrosos revestidos e não-revestidos, incluindo, mas não se limitando a superfícies galvanizadas, aço inoxidável, cobre, alumínio e latão. SP 16 requer que a superfície limpa seja livre de contaminantes soltos e revestimento solto, conforme determinado por inspeção visual. Um perfil de superfície mínima de 19 micrômetros (0,75 mil) na superfície de metal nua é necessária. Revestimentos intactos precisam ser tornados ásperos grau especificado na especificação do projeto.

8.3.13 SSPC-SP 12 / NACE 5 Preparação de Superfícies e Limpeza de Aço e Outros Materiais Duros por Jato de Água de Alta e Ultra Alta Pressão

Este padrão requer jato de água a alta ou ultra alta pressão para preparar uma superfície para recobrimento usando pressão acima de 10.000 psi. O jato de água não produzirá um perfil; em vez disso, expõe o abrasivo jateado original perfil de superfície. O especificador deve usar uma das definições de preparação da superfície visual (WJ-1 a WJ-4) e uma das definições de preparação da superfície não visual (SC-1 a SC-3) para especificar o grau de matéria superficial não visível a ser removida.

Tabela 6 - Tabela de Preparação de Superfície SSPC

SURFACE PREPARATION BY SUBSTRATE

	Iron or Steel	Galvanized	Aluminum	Pre-Finished Metals	Stainless Steel	Non-Ferrous Metals	Plastic - PVC/FRP	Concrete	Previously Painted Surfaces
SSPC-SP 1 Solvent Cleaning	X	X	X	X	X	X		X	X
SSPC-SP 2 Hand Tool Cleaning	X								
SSPC-SP 3 Power Tool Cleaning	X						X	X	
SSPC-SP 11 Power Tool Cleaning to Bare Metal	X								
SSP C-SP 7 / NACE 4 Brush-Off Blast Cleaning	X			X				X	X
SSPC-SP 14 / NACE 8 Industrial Blast Cleaning	X								
SSP C-SP 8 / NACE 3 Commercial Blast Cleaning	X								
SSPC-SP 10 / NACE 2 Near-White Blast Cleaning	X								
SSP C-SP 6 / NACE 1 White Metal Blast Cleaning	X								
SSPC-SP 12 / NACE 6 High- and Ultrahigh-Pressure Water Jetting Prior to Recoating	X			X			X	X	X
SSPC-SP 13 / NACE 9 Surface Preparation of Concrete								X	
SSPC-SP 16 Commercial Grade Power Tool Cleaning	X							X	X
SSPC-SP 18 Brush-Off Blast Cleaning of Non-Ferrous Metals		X	X		X	X			

Concrete can also be cleaned and prepared using ASTM D 4260 (Acid Etch - Floors), ASTM D 4258 (Solvent Cleaning), ASTM D 7234 (To Check Adhesion), and ASTM D 4259 (To Abrade Concrete).

9 CASES NACIONAIS E INTERNACIONAIS

9.1 Proteção Viral em Fabrica de Vacina para a Febre Aftosa

A maior fábrica de vacinas contra febre aftosa do mundo foi recentemente concluída em Paulínia, SP é uma instalação que pertence a uma grande empresa multinacional de medicamentos e vacinas para animais. O piso, as paredes e o teto exigiam um sistema de revestimento que proporcionasse um alto nível de proteção contra bactérias, resistência à água, resistência química e que também fosse fácil de limpar.

O revestimento usado foi poliureia aromática com 2mm de espessura e um topcoat poliaspartico com 0,5mm. Foram 6.600m² realizados em 60 dias.

Figura 52 - Aplicação em Parede de Indústria Farmacêutica em São Paulo - Arquivo Pessoal



9.2 Revestimento tanques do Aquário Marinho do Rio de Janeiro

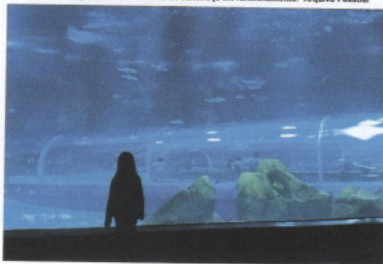
O maior aquário de água salgada da América do Sul foi construído no porto marvilha, Rio de Janeiro. O tanque principal com mais de 7 metros de altura é o aquário principal onde estão os tubarões. Este tanque para além de ser o maior tanque de água salgada da América do Sul é um dos maiores do Mundo, foi colocado em cima de vigas e não sobre o solo. Foram mais de 6000m² de poliureia aplicada na cor escolhida pelo cliente. A aplicação sofreu atrasos devido as

constantes paragens devido a obras de tuneis adjacentes ao aquario. Poliureia aromatica com 4mm de espessura.

Figura 53 - Aplicação no Aquário Marinho do Rio de Janeiro - Arquivo Pessoal



Figura 54 - Aquário Marinho do Rio de Janeiro já em funcionamento. Arquivo Pessoal



9.3 Maior telhado verde do Mundo, Edifício RSF do Pentágono

O Pentágono construiu o edifício RSF para recepção e envio de correio e encomendas. Este Edifício tem um jardim em sua cobertura. A poliureia utilizada neste projeto de 40.000m² foi uma poliureia aromática com apenas 2 mm de espessura. Sobre a poliureia foram colocados milhares de toneladas de terra, plantadas arvores, arbustos, etc.

O Pentágono exigiu uma garantia de durabilidade de 100 anos do revestimento.

Poliureia cumpre a norma Americana e Europeia de polímeros/membranas resistentes a raízes.

Figura 55 - Aplicação edifício RSF Pentagono - www.versaflex.com



Figura 56 - Vista aérea edifício RSF Pentagono - www.versaflex.com



Conclusão

Nos anos 2000, nos Estados Unidos, houve uma grande expansão do uso da Tecnologia, e com isso, cresceram também, as formulações híbridas de baixa qualidade, e aplicadores que com capital suficiente para adquirir o equipamento de aplicação, e algum conhecimento em impermeabilização e revestimentos, já se sentiam qualificados para utilizar a nova tecnologia. Como consequência, houve muitas aplicações sem sucesso, e isso levou o mercado à desconfiança da eficiência da poliureia. Sobreviveram as empresas com boas formulações e aplicadores capacitados. Hoje o mercado americano é o maior consumidor de poliureia no mundo pois o "boom" dos anos 2000 separaram o trigo do joio.

Nos mesmos anos 2000, houve o crescimento desacelerado do Dubai, que interessou a empreiteiros, construtores e prestadores de serviço de todo o mundo, e o mesmo ocorreu com a poliureia. Para quem atendia essa região, não faltava capital para investir em equipamento de alta pressão, mas faltava tempo para capacitação e sobrava a ideia de que "quem aplica poliuretano ou epóxi aplica poliureia também". O uso da poliureia foi proibido neste País. Neste momento, volta a acontecer algumas aplicações, com fornecedores e aplicadores cuidadosamente selecionados, e o uso dos sistemas poliaspárticos para pisos artísticos é mais comum do que dos sistemas hot spray para revestimentos e impermeabilização.

O "boom" que aconteceu nos Estados Unidos e no Dubai, está acontecendo neste momento no Brasil, e a desconfiança da eficácia da Tecnologia é comum no meio construtivo.

Embora, desde 2016 já esteja em vigor a ABNT NBR 16545, que distingue o que é Poliureia e Híbrido Poliureia-Poliuretano, ainda se vende e se aplica, sistemas híbridos como se fossem poliureia. E o resultado disso, na maioria das vezes, não é dos melhores.

A Poliureia é uma tecnologia fantástica e desconhecida. É altamente técnica e requer qualificação para quem está especificando, vendendo e aplicando. Esse conhecimento será fundamental para que no futuro possa ser usada com a segurança de se estar optando por algo eficaz e durável.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 16545

ABNT NBR 9575

ABNT NBR 15575

ABNT NBR 9545

SSPC Coatings Standard n.45

SSPC Paint Specification n.39

SSPC Coating Specification n.44

SSPC Coating Application Standard n.14

SSPC Coating Standard n.43

SSPC Paint Specification 28.01

ACI 515.2R-13: "Guide to Selecting Protective Treatments for Concrete"

SSPC-TR 5 / ICRI TG 07341 / NACE 02203

ETAG 005, part 6

ETAG 033

NACE 6A198: "Introduction to Thick-Film Polyurethanes, Polyurea and Blends"

NACE 43107: "The Application of Solvent-Free Coatings to Railcars Using Plural Component Equipment"

Dudley Primeaux II, ASM Handbook, Volume 5B, Protective Organic Coatings

Polyurea University – Apostila Treinamento Nível 1 a 5

Primeaux II, D. J. and J. P. Courier, "Equipment and Organization for Application of Polyurea Elastomer Systems, Polyurea, The Future is Now, PDA 2nd Annual Meeting, Orlando, Florida, November, 2001, pp. 1 – 20.

Primeaux II, Dudley J. and Kenneth C. Anglin, "The Processing of Spray Polyurea Elastomer Systems", Polyurethanes 1992, SPI 34th Annual Technical / Marketing Conference, October 1992, pp. 598 – 604.

Primeaux II, Dudley J., "Spray Application of 100% Solids, Plural-Component Aliphatic Polyurea Elastomer Systems", JPCL, March 2001, pp. 26 – 32.

Hose Pressure Calculation Chart Courtesy of GUSMER Corporation.

The Use of Isocyanate-Containing Paints as Industrial Maintenance Coatings, Technology Update No. 8. SSPC: The Society for Protective Coatings, SSPC-TU 8, February 1, 2001, pp. 1 – 8.

"Mixing Technology for Two-Component Coatings", Finishing Technology, The Sherwin-Williams Company, Spring 2000, pp. 8 – 9.

Primeaux II, D. J., "Specifications and Polyurea Elastomeric Coating / Lining Systems," Bet on Success, 2003 PDA Annual Conference, Reno, Nevada, August 19 – 20, 2003, pp. 1 – 16.

Mahaffey, Murph and Cullen Ryan, "Polyurea Spray Equipment Maintenance Tips for the Coatings Applicator", JPCL, September 2001, pp. 46 – 47.

Corrosion Prevention by Protective Coatings, 2 Louis D. Vincent, National Association of Corrosion Engineers, 1999.

The Fundamentals of Cleaning and Coating Concrete, Randy Nixon and Richard Drisko, SSPC: The Society for Protective Coatings, 2001.

Fundamentals of Protective Coatings for Industrial Structures, SSPC C-1 Course, The Society for Protective Coatings, Pittsburgh, PA.

"General Guidelines: Polyurea Elastomeric Coating / Lining Systems," Polyurea Development Association, Kansas City, MO, 2003.

Lichtenstein, Joram, "The Importance of Specifications: A Good Specification is Vital to a Project's Success," Material Performance, December 2001, pg.

"Preparation of a Protective Coating Specification for Atmospheric Service," Joint Technical Report, SSPC-TR 4 / NACE 80200, December 2000.

