

DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PADRÕES DE ESQUEMAS DE PINTURA PARA PREVENÇÃO CONTRA CORROSÃO NOS ATIVOS DO SANEAMENTO: FOCO EM DESEMPENHO

Allan Saddi Arnesen⁽¹⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental (UFSC), Mestre em Sensoriamento Remoto (INPE), Especialista em Gerenciamento de Projetos – Práticas do PMI (SENAI). Gerente do Departamento de Acervo e Normalização Técnica da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp).

Marco Aurélio Lima Barbosa⁽²⁾

Engenheiro Civil (FAAP), Pós-graduado em Engenharia de Produção (Universidade São Judas), Mestre em Engenharia da Construção Civil (USP). Engenheiro do Departamento de Acervo e Normalização Técnica da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp).

Sidney Oswaldo Pagotto Júnior⁽³⁾

Engenheiro de Materiais (UFSCAR), Mestre em Engenharia Mecânica (UNICAMP). Pesquisador do Laboratório de Corrosão e Proteção do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT).

Endereço⁽¹⁾: Rua Costa Carvalho, 300 - Pinheiros – São Paulo - SP - CEP: 05429-900 - Brasil - Tel: +55 (11) 3388-9541 - e-mail: aarnesen@sabesp.com.br.

RESUMO

Usualmente, sistemas de proteção anticorrosiva de estruturas metálicas são definidos em colaboração com os principais fabricantes globais de tintas, sendo desenvolvidos a partir de veículos comuns e tecnologias similares. Como esse segmento industrial é muito competitivo e tem uma dinâmica peculiar própria, os avanços tecnológicos nas matérias primas são frequentes, especialmente àquelas tecnologias que estão em consonância com as questões ambientais. A cada ação desta natureza, novos esquemas precisam ser testados e novas especificações técnicas, desenvolvidas. Este trabalho apresenta uma metodologia para qualificação dos esquemas de pintura com base no desempenho de esquemas de pintura proteção dos ativos de saneamento. Serão apresentados os ensaios realizados em laboratório e campo em esquemas de pintura propostos pelos fornecedores de tinta para cinco condições de agressividade comuns em estruturas de companhias de saneamento.

PALAVRAS-CHAVE: Esquemas de pintura, Proteção contra Corrosão, Desempenho.

INTRODUÇÃO

A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp - é a 3ª maior empresa de saneamento do mundo em termos de receita. A Companhia presta serviços em 372 municípios do Estado de São Paulo e conta com cerca de 29 milhões de clientes atendidos. Seus ativos são valorados em mais de 8 bilhões de US\$, sendo grande parte representados por sua infraestrutura operacional (Relatório de Sustentabilidade da Sabesp, 2019).

Essa infraestrutura aplicada aos sistemas de água e esgoto tem parcela significativa fabricada em material metálico, como por exemplo: tubulações, registros, válvulas, bombas, reservatórios etc. Esses componentes estão expostos a agentes agressivos inerentes aos processos de água e esgoto, como o íon cloro, gás sulfídrico, sulfatos, entre outros.

Assim, são fundamentais especificações técnicas com requisitos de qualidade de revestimentos e sistemas de pintura que protejam esses ativos, visando prolongar sua vida útil e otimizar os altos investimentos com a sua implantação e manutenção.

Para atender a essa necessidade, a Sabesp contratou, entre 1998 e 2001, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT) para elaboração de um acervo de mais de trinta normas técnicas empresariais que especificam tintas e sistemas de pintura.

Passados quase 20 anos, o acervo de normas da Sabesp requeria uma revisão, especialmente pelos seguintes aspectos:

- Descontinuidade de produção de tintas com componentes que podem representar riscos à saúde humana e ao meio ambiente (ex: alcatrão de hulha e solventes), previstos no acervo inicial de NTS;
- Definição de novos esquemas de pintura em função de avanços tecnológicos que produzem tintas de secagem mais rápida e maior espessura, além de novos equipamentos de aplicação;
- Adoção de nova metodologia que defina o desempenho, considerando determinada condição de agressividade, e não o tipo de tinta como critério de seleção, trazendo benefícios tecnológicos e financeiros, pois estimula desenvolvimentos de novas tecnologias, além de evitar a necessidade de revisões frequentes de normas à medida que novos produtos surjam no mercado.

Para realizar essa revisão do acervo de Normas Técnicas Sabesp (NTS), a Companhia contratou novamente o IPT, considerando a excelência de seus profissionais e a infraestrutura laboratorial para estudos de corrosão. Também participaram do trabalho engenheiros e técnicos da Sabesp com ampla experiência em projetos, qualificação e inspeção de materiais, operação e manutenção dos ativos da empresa.

As atividades foram desenvolvidas por meio de ensaios em laboratório e campo, reuniões de acompanhamento dos resultados e de elaboração conjunta dos textos normativos.

OBJETIVO

Realizar estudos que subsidiassem a atualização do acervo de normas técnicas de tintas e sistemas de pintura para prevenção da corrosão em estruturas metálicas.

METODOLOGIA UTILIZADA

Inicialmente, foram definidas cinco condições específicas de agressividade tradicionalmente encontradas em empresas prestadoras de serviços de saneamento: exposição em ambientes úmidos ou quimicamente agressivos (incluindo imersão em água), em situações sujeitas a abrasão e desgaste, em ambientes de baixa agressividade, em contato ou imersão em esgoto, e para proteção de materiais poliméricos expostos aos raios solares. A Tabela 1 apresenta os substratos e algumas considerações de cada condição.

Tabela 1: Condições de exposição principais de empresas de saneamento a serem protegidas contra corrosão.

Condição	Considerações	Substratos
1. Umidade ou agentes químicos	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de imersão em água com e sem tratamento; • Se em contato com água, requisito de potabilidade; • Não se aplica a esgoto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ferrosos novos • Ferrosos em uso (manutenção) • Não ferrosos
2. Abrasão e desgaste	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamentos ou componentes sujeitos à abrasão ou desgaste. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ferrosos novos • Ferrosos em uso (manutenção) • Não ferrosos.
3. Baixa agressividade	<ul style="list-style-type: none"> • Ambientes de escritório ou abertos em locais não-agressivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ferrosos novos • Ferrosos em uso (manutenção) • Não ferrosos
4. Esgoto	<ul style="list-style-type: none"> • Contato ou imersão em esgoto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ferrosos novos • Ferrosos em uso (manutenção) • Não ferrosos
5. Exposição a raios solares	<ul style="list-style-type: none"> • Proteção dos raios solares quanto à degradação; • Aspecto estético é importante. 	<ul style="list-style-type: none"> • Materiais plásticos (poliméricos)

Observação: Exemplos de materiais ferrosos: Ferro Fundido e Aço Carbono.

Para cada uma destas condições de exposição, foram propostos ensaios de desempenho específicos, os quais estão apresentados nas tabelas 2 a 6.

Tabela 2: Condição de Exposição 1: Exposição à umidade ou agentes químicos.

Ensaio	Norma Técnica	Requisito / Condição de ensaio
Aderência	ASTM D4541	12 MPa
Envelhecimento cíclico C5 High, ciclos	ISO 12944-6	10 ciclos
Imersão em água destilada, 40°C, h	ASTM D1141	2 000 h
Imersão em H ₂ SO ₄ a 30%, h	ASTM D1308	2 000 h
Imersão em NaOH a 10%, h	ASTM D1308	2 000 h
Imersão em 3,5% de NaCl, h	ASTM D1308	2 000 h
Descolamento Catódico (30 d)	ASTM G8	A ou B

Tabela 3: Condição de exposição 2: Abrasão e desgaste.

Ensaio	Norma	Requisito / Condição de ensaio
Aderência	ASTM D4541	12 MPa
Envelhecimento cíclico C5 High, ciclos	ISO 12944-6	10 ciclos
Resistência à imersão em xileno, h	ASTM D1308	2 000
Resistência à abrasão 1000 ciclos, mg	ASTM D4060	1 000 ciclos
Resistência ao Impacto, J	ASTM D2794	2,5 J (min)

Tabela 4: Condição de Exposição 3: Baixa agressividade.

Ensaio	Norma	Requisito / Condição de ensaio
Aderência	ABNT 11003	Gr 0 or X ₀ Y ₀
Resistência à névoa salina, h	ABNT 8094	480 h
Exposição a 100% de umidade relativa, h	ABNT 8095	240 h

Tabela 5: Condição de Exposição 4: Contato ou Imersão em Esgoto.

Ensaio	Norma	Requisito / Condição de ensaio
Aderência	ASTM D4541	12 MPa
Envelhecimento cíclico C5 High, ciclos	ISO 12944-6	16 ciclos
Imersão em esgoto in natura, h	ASTM D1308	2 160 h
Resistência à abrasão 1 000 ciclos, mg	ASTM D4060	200 mg (máx.)
Resistência ao Impacto, J	ASTM D2794	2,5 J (min)
Descolamento Catódico (30 d)	ASTM G8	A ou B

Tabela 6: Condição de Exposição 5: Materiais de base polimérica expostos a raios solares.

Ensaio	Norma	Requisito / Condição de ensaio
Aderência	ABNT 11003	Gr 0 or X ₀ Y ₀
Resistência à UV-A e umidade, h	ASTM G154	960 h

Para os ensaios acelerados e cíclicos, foi definida a realização de incisão nos corpos de prova, de acordo com a ASTM D1654, de forma a se avaliar a penetração da corrosão na região da incisão ao final do ensaio. Para a Condição 1, foi solicitado que os esquemas a serem propostos tivessem certificado de potabilidade, uma vez que poderiam vir a ser imersos em água.

A seguir, foi solicitado às empresas de tinta nacionais que fornecessem corpos de prova revestidos para os esquemas de pintura propostos, de forma que os requerimentos fossem avaliados e ajustados de acordo com os resultados obtidos em laboratório. É importante observar que não foi especificado o esquema a ser aplicado ou o tipo de tinta a ser utilizado. As empresas deveriam fornecer esquemas que julgassem adequados às cinco condições apresentadas e aptos a atingirem os requisitos mínimos propostos.

RESULTADOS OBTIDOS

Sete empresas atenderam à solicitação, fornecendo corpos de prova revestidos para os ensaios propostos nas Tabelas 2 a 6, os quais foram realizados no primeiro semestre de 2020.

De forma a apresentar o aspecto visual de alguns corpos de prova ao final dos ensaios, as Figuras 1 e 2 apresentam o aspecto de corpos de prova de dois fornecedores (A e B, respectivamente), após as avaliações de penetração na incisão e aderência à tração (pull off) realizadas ao final do ensaio cíclico na condição C5 High da ISO 12944-9.



Figura 1: Aspecto dos corpos de prova do fornecedor A após o ensaio cíclico na condição C5 High da ISO 12944-6. Fonte: IPT, 2020.



Figura 2: Aspecto dos corpos de prova do fornecedor B após o ensaio cíclico na condição C5 High da ISO 12944-6. Fonte: IPT, 2020.

A partir dos resultados obtidos, os requisitos mínimos de cada esquema foram ajustados, de maneira que cada esquema proposto tivesse pelos menos três fornecedores cujos esquemas atenderiam aos requisitos mínimos. De maneira geral, foram necessários ajustes mínimos, uma vez que a maioria dos esquemas ensaiados atingiu os requisitos mínimos previamente estabelecidos.

Após concluídos os ensaios e revisados os requisitos mínimos, foram geradas cinco novas normas de qualificação para a Sabesp, cada uma específica para a condição de exposição avaliada. Cabe acrescentar que, para os esquemas de pintura onde a Sabesp considera que o aspecto decorativo é importante, acrescenta-se a exigência de que o brilho dos corpos de prova submetidos aos ensaios acelerados e cíclicos deve ser determinado antes e ao final dos ensaios cíclicos segundo a ASTM D523, devendo apresentar uma retenção de brilho de no mínimo 70 a 80 % do brilho inicial, dependendo da situação.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Tomando como base os resultados dos ensaios de laboratório, está sendo elaborada uma nova série de normas de ensaios de desempenho para qualificação e de aplicação dos esquemas de pintura para as cinco condições definidas.

Também está sendo revisada a NTS 084 – Revestimento Guia, que será a norma a estabelecer os critérios para a especificação de revestimentos, a qualificação e inspeção de revestimentos, e a aplicação e manutenção de revestimentos. Essa norma deverá ser utilizada como um guia geral para os serviços de aplicação de revestimentos para proteção contra corrosão.

Atualmente, estas novas normas, elaboradas segundo esta nova metodologia, estão em fase de revisão final devendo ser implementadas em curto prazo.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Uma vez desenvolvida e implementada, espera-se que esta nova metodologia de qualificação de revestimentos resulte na flexibilização de especificações técnicas, facilitando o controle dos processos e servindo como indutor de novas tecnologias.

O trabalho também estabeleceu alternativas, pela abordagem de desempenho, que possibilitem a descontinuidade do uso de tintas com componentes que podem representar riscos à saúde humana e ao meio ambiente (ex: alcatrão de hulha e solventes).

Vale ressaltar, ainda, que uma seleção da solução de proteção anticorrosiva adequada deve promover um significativo aumento da vida útil dos esquemas de pintura e, conseqüentemente, aumentar intervalos de manutenção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT NBR 11003 - Tintas — Determinação da aderência.
2. ABNT NBR 8094 - Material metálico revestido e não revestido - Corrosão por exposição à névoa salina - Método de ensaio.
3. ABNT NBR 8095 - Material metálico revestido e não revestido - Corrosão por exposição à atmosfera úmida saturada - Método de ensaio.
4. ASTM D1141 - Standard Practice for the Preparation of Substitute Ocean Water.
5. ASTM D1308 - Standard Test Method for Effect of Household Chemicals on Clear and Pigmented Organic Finishes.
6. ASTM D1654 - Standard Test Method for Evaluation of Painted or Coated Specimens Subjected to Corrosive Environments.
7. ASTM D2794 - Standard Test Method for Resistance of Organic Coatings to the Effects of Rapid Deformation (Impact).
8. ASTM D4060 - Standard Test Method for Abrasion Resistance of Organic Coatings by the Taber Abraser.
9. ASTM D4541 - Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers.
10. ASTM D523 - Standard Test Method for Specular Gloss.
11. ASTM G154 - Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials.
12. ASTM G8 - Standard Test Methods for Cathodic Disbonding of Pipeline Coatings.
13. ISO 12944-9 - Paints and varnishes — Corrosion protection of steel structures by protective paint systems — Part 9: Protective paint systems and laboratory performance test methods for offshore and related structures.
14. Relatório de Sustentabilidade da Sabesp, 2019, disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=93>