

3. Corrosão – Mecanismos, Prevenção e Teste	
GalvInfoNote	<b>Ensaio de Névoa Salina</b> Rev 1.1 Jan 2011
<b>3.4</b>	

## Introdução

Esta GalvInfoNote fala sobre o desempenho das chapas de aço revestidas em ensaios de corrosão acelerada. Especificamente, a discussão será concentrada no ensaio *por névoa salina* ou *de neblina salina*. Os dois termos se referem ao mesmo procedimento de ensaio e serão utilizados de maneira alternada na descrição e discussão deste ensaio.

## Ensaio de Corrosão Acelerada

O propósito do ensaio de corrosão acelerada é duplicar em laboratório o desempenho perante corrosão em campo de um produto. Ele proporciona aos cientistas e engenheiros meios de rapidamente desenvolver novos produtos. Por muitos anos, o ensaio por névoa salina foi utilizado amplamente por pesquisadores para este propósito, na avaliação de revestimentos metálicos novos, novas pinturas de revestimentos, bem como para testar tipos variados de tratamentos químicos e pré-tratamentos de pintura para utilização em chapas de aço com revestimento metálico.

Para que um ensaio de corrosão acelerada seja verdadeiramente útil, um requisito primordial é que os resultados se correlacionem com o desempenho no mundo real, algo que nunca foi demonstrado com o ensaio névoa salina. Isso levou pesquisadores a concluir que o ensaio não tem relevância e deve ser descontinuado. Entretanto, os resultados do ensaio de névoa salina são utilizados exclusivamente em literatura sobre produtos, especificações de clientes, dados de chapas, bem como em literatura técnica. Os dados comuns dão a “vida” de um tipo de revestimento, os benefícios de novos sistemas de pintura, as exigências de névoa salina para aceitação por parte do cliente final de um produto alternativo, etc., então parece virtualmente impossível interromper a utilização do ensaio por névoa salina neste momento. Na realidade, há tantas especificações em uso hoje em dia que exigem que o produto exiba um *número específico de “horas até falha” no ensaio por névoa salina*, que qualquer alteração no ensaio ou sua eliminação é improvável. Claramente, qualquer pressão para eliminá-lo precisaria que arquitetos, escritores de especificações, etc., aceitassem um ensaio(s) de corrosão acelerado(s) alternativo(s). Em suma, o desempenho perante corrosão de diferentes produtos tem sido comparado utilizando este ensaio por tanto tempo que seria difícil os pesquisadores atuais não terem os resultados do ensaio por névoa salina quando eles apresentassem dados de desempenho de um novo produto a um usuário final em potencial. É assim que o ensaio e seus dados são comumente aceitos pela comunidade de usuários finais. Além disso, o ensaio por névoa salina, embora severo, é um bom teste de peneira, pois os resultados podem ser gerados de maneira adequada e “concorrentes ruins” já possam talvez ser eliminados antecipadamente em um processo de avaliação.

## Procedimento do Ensaio por Névoa Salina

Basicamente, o procedimento de ensaio por névoa salina envolve a pulverização de uma solução salina sobre as amostras testadas. Isso é feito em uma câmara de temperatura controlada. A solução é de 5% de sal (cloreto de sódio – NaCl). As amostras testadas são inseridas na câmara; depois, a solução salina é pulverizada como uma fina névoa sobre as amostras. A temperatura dentro da câmara é mantida em nível constante. Já que a pulverização é contínua, as amostras estão constantemente úmidas e, portanto, sujeitas à corrosão. Com o passar dos anos, algumas mudanças foram acrescentadas para simular melhor as condições ambientais especiais, mas o procedimento mais comum na América do Norte é, de longe, o ensaio conforme descrito na especificação ASTM B117 para Operar Instrumentos de Névoa (Nevoeiro) Salina.

Em resumo, o procedimento é o seguinte:

- Armações de madeira são colocadas na câmara de névoa salina (3' de altura, 3' de profundidade, 5' de largura)
- Amostras são colocadas na armação de madeira em um ângulo um pouco oblíquo
- Água de torneira com 5% NaCl é bombeada do reservatório para esguichos de pulverização

- Solução é misturada com ar comprimido umidificado nos esguichos
- A solução NaCl é atomizada em uma névoa nos esguichos pelo ar comprimido
- A temperatura do ambiente é mantida em 95°F (35°C) por aquecedores
- A duração do ensaio pode ser de 24 a 1000 horas, ou até mais para alguns materiais

Dentro da câmara, as amostras são frequentemente giradas, de modo que todas as amostras sejam expostas a névoa salina o mais uniformemente possível.

Quando o ensaio por borrião salino é utilizado para chapas de aço com revestimento metálico, o desempenho perante corrosão é classificado das seguintes formas:

- Número de horas até que o enferrujamento do aço possa ser visto pela primeira vez
- Número de horas até que 5% da área de superfície esteja enferrujada
- Número de horas até que 10% da área de superfície esteja enferrujada, etc.

O início da ferrugem vermelha em uma amostra de chapa galvanizada, por exemplo, significa que o revestimento foi consumido pela reação de corrosão e começa a corrosão do aço-base. Não há outro critério de desempenho melhor. Simplesmente depende do que o usuário define como falha. A tabela a seguir é um guia que pode ser utilizado como uma medida de desempenho esperado de três revestimentos por processo de imersão a quente contendo zinco.

## Guia de Resistência de Névoa Salina para Revestimentos por Processo de Imersão a Quente Contendo Zinco

Produto	Tempo Aproximado para 5% de ferrugem vermelha (por micron [µm] de espessura de revestimento)
Galvanizado (zincado)	10 horas <sup>A</sup>
Galfan® (liga revestida de alumínio com zinco-5%)	25 horas <sup>B</sup>
Galvalume® (liga revestida com 55% alumínio-zinco)	50 horas <sup>C</sup>

® Galfan é uma marca registrada da Galfan Technology Center, Inc. ® Galvalume é uma marca registrada da BIEC International, Inc.

<sup>A</sup> Galvanizado Z275 – espessura de revestimento comum/lado é de 20,5 µm. Então, o tempo aproximado para 5% de ferrugem vermelha é de 205 horas em borrião salino.

<sup>B</sup> Galfan ZGF275 – espessura de revestimento comum/lado é de 21,5 µm. Então, o tempo aproximado para 5% de ferrugem vermelha é de 540 horas em borrião salino.

<sup>C</sup> Galvalume AZM150 – espessura de revestimento comum/lado é de 21,5 µm. Então, o tempo aproximado para 5% de ferrugem vermelha é de 1075 horas em borrião salino.

Quando o ensaio de névoa salina é utilizado para classificar o desempenho de pré-tratamentos de pintura, primers e/ou acabamentos de tinta, os esquemas de classificação regulares envolvem:

- Medição de largura de rebaixamento de pintura através de linha traçada na tinta ou em bordas cisalhadas após 250, 500, 750 ou mais horas de exposição na câmara de ensaio,
- Medição da quantidade de bolhas de tinta ocorridas na superfície do painel de aço pintado em 250, 500, 750 ou mais horas.

Há outros meios de definir falha, mas os dois mencionados acima são muito comuns.

Visto que o ensaio de névoa salina não envolve qualquer exposição à luz ultravioleta, desbotamento e apodrecimento de pintura não são medidas neste ensaio.

Uma norma ASTM foi desenvolvida para ensaios por névoa salina modificados. É a *Prática G85 para Ensaio por Névoa (Neblina) Salina Modificado* e há diversas modificações envolvendo adições cíclicas de ácido e SO<sub>2</sub>. Esta norma não é tão amplamente utilizada quanto a B117. Produtores descobriram que o método A5 da G85 é capaz de classificar materiais e revestimentos semelhantes ao serviço atual<sup>1</sup>.

## Problemas Históricos

Através dos anos, foram propostos muitos desafios para a aplicabilidade dos dados do ensaio por névoa salina. Obviamente, muitas aplicações de campo não envolvem exposição a substâncias químicas salinas e raramente em

concentrações de 5%. Dessa forma, os dados de neblina salina podem ser significativos? Por exemplo, o aço galvanizado sofre uma taxa de corrosão maior em atmosferas de sulfeto em comparação a atmosferas sem sulfeto e as reações de corrosão não serão as mesmas em uma atmosfera com cloreto ou uma com sulfeto; então, não é esperado que os resultados de ensaios por névoa salina se correlacionem ao desempenho externo em ambientes com presença de sulfeto. Além disso, os fabricantes não recomendam a utilização de chapas de aço revestidas para aplicações que envolvem exposição contínua à umidade (como ocorre no ensaio por névoa salina). Na realidade, o bom desempenho dos revestimentos zincados em aço exige secagem entre períodos de umidade e a necessidade dos ciclos seco e molhado é geralmente bem conhecida. É o desenvolvimento de um filme de carbonato e/ou óxido passivo e relativamente estável durante o ciclo de secagem que contribui para o bom desempenho dos revestimentos galvanizados. A umidade contínua durante o ensaio de névoa salina não permite este desenvolvimento de camada de carbonato/óxido passivo.

Quando o material pintado é avaliado utilizando o ensaio de névoa salina, não há exposição à luz ultravioleta, uma causa comum de deterioração de tintas e primers. Essa é uma omissão séria, uma vez que os mecanismos de falha que consequentemente fazem com que a chapa de aço pintada se deteriore normalmente não estão incluídos como condições no ensaio de névoa salina.

Há outros elementos incomuns que geralmente aparecem no ensaio por borriço salino. Por exemplo, a variabilidade entre amostra supostamente idênticas é grande. Além disso, dados de ensaio coletados em duas cabines diferentes, mesmo que idênticos e que operem de acordo com o recomendado, mostraram uma alta quantidade de variação.

Há muitas razões pelas quais o ensaio por névoa não possui relação com a maioria das condições de exposição no mundo real. Três das mais significativas são:

- A superfície das amostras é constantemente umedecida, sem ciclo de secagem, o que não acontece em campo.
- A temperatura da câmara de ensaio fica constante a 95°F(35°C), o que aumenta o transporte de água, oxigênio e íons em comparação com ambientes externos.
- O conteúdo do cloreto é muito alto, 5%, evitando que o zinco forme um filme passivo como faz em campo.

Estas são condições severas e incomuns que raramente, ou nunca, ocorrem durante exposição natural a intempéries.

## O Ensaio Tem Algum Valor?

Há pessoas na comunidade científica que dizem que o ensaio tem valor limitado ou nulo. É possível ter um argumento sólido para esta conclusão. Certamente, a prática de utilização de ensaios por névoa salina para classificar o desempenho relativo de diferentes revestimentos e/ou pinturas é insignificante quando se considera o desempenho em serviço. Entretanto, em parte por haver tantos dados históricos na literatura, o ensaio pode ter valor de uma forma mais geral.

Por exemplo, considere o desempenho do revestimento galvanizado em aço. O ensaio por névoa salina mostra uma relação linear entre a espessura do revestimento e sua vida (como o tempo até a primeira ferrugem). Isso é similar à correlação de desempenho em exposições no mundo real. Na maior parte de exposições ao ambiente, a vida do revestimento é linear, isto é, ao duplicar a espessura do revestimento de zinco, a vida do produto também é duplicada. Embora o ensaio por névoa salina não estabeleça correlação com a exposição externa o bastante para declarar que um número específico de horas no ensaio de névoa salina proporcionará "x" anos de vida na aplicação no mundo real, ele pode ser utilizado para confirmar que uma leva específica de material tem aproximadamente a espessura de camada declarada pelo vendedor. Por exemplo, se a vida para 10% de ferrugem é somente de 40 horas, é quase certo que o revestimento não atende às exigências de espessura da maioria dos revestimentos G60 E G90 mais comumente utilizados.

Para mostrar o valor do ensaio de outra maneira, considere o desempenho dos painéis galvanizados pintados. O benefício de ter um revestimento galvanizado espesso por baixo do revestimento pintado pode ser mostrado no ensaio de neblina salina. Ao comparar um revestimento de zinco eletro galvanizado fino e um revestimento galvanizado por processo de imersão a quente G90 mais espesso, após ensaio por névoa salina, a fina amostra de zinco revestido exibirá bem mais corrosão de tinta nas bordas cisalhadas do painel quando comparada a um painel G90 pintado. Este resultado significa que um revestimento de zinco mais espesso é preferível sob um revestimento de tinta para aplicações onde altas taxas de corrosão são esperadas (coberturas externas, por exemplo). De fato, o valor de um revestimento de zinco mais espesso foi claramente demonstrado para aplicações onde o fator corrosivo de uma aplicação é severo. Através dos anos, houve um número de aplicações indevidas de chapas de aço galvanizadas pintadas onde a espessura do revestimento zincado não foi suficiente para proporcionar o tempo de vida esperado pelo usuário.

O ensaio por névoa salina pode ser utilizado para demonstrar o benefício de utilizar um revestimento galvanizado mais espesso para melhorar a vida do produto em campo. Fique atento, entretanto, para o fato de que essas avaliações são

qualitativas. A limitação é: *Utilizar um revestimento de zinco mais espesso para reduzir pela metade o índice de corrosão de tinta em bordas cisalhadas no ensaio de névoa salina não significa, de maneira alguma, que a mesma redução na corrosão será observada em aplicações do mundo real.*

Outro exemplo de onde o ensaio de névoa salina tem algum valor reconhecido é como teste de controle de qualidade para chapas pintadas. Se um sistema de tinta bem aplicado (pré-tratamento, primer e acabamento) for bem considerado para desempenhar um serviço, a amostragem periódica dos materiais de produção tem valor. Por exemplo, se o desempenho normal no ensaio por névoa salina é de 500 horas antes do início de uma quantidade específica de corrosão, os ensaios periódicos de amostras de lotes de produção são uma rápida maneira de determinar se há algum problema de produção maior afetando a qualidade do produto. O ensaio de névoa salina pode não mostrar conclusivamente que a qualidade do produto é aceitável, mas se o desempenho neste ensaio é abaixo do padrão, o desempenho externo também pode ser diminuído. Neste caso, uma falta de controle de qualidade apropriado pode ser apontada.

Pode haver alguns ambientes naturais onde o ensaio por névoa salina pode estar mais proximamente relacionado de modo qualitativo com os resultados de campo. Um exemplo de tal ambiente são as áreas muito próximas da costa.

Como mencionado anteriormente, outro valor do ensaio é que ele é rigoroso – materiais candidatos podem ser eliminados mais cedo no processo de seleção e talvez economizar gastos com testes de campo.

## O Futuro

Hoje, o ensaio por névoa salina é uma parte tão presente na mentalidade de muitos usuários de chapas de aço revestidas que sua eliminação como procedimento de ensaio parece impossível. Há duas principais razões para isso:

- A conformidade com o ensaio de névoa salina está contida em muitas especificações de indústria e de cliente e em quase todas as indústrias consumidoras. Além disso, muitas empresas que utilizam essas especificações fazem declarações em sua própria literatura sobre seus produtos e sobre a “vida de corrosão” no ensaio por névoa salina que eles usam.
- Não há nenhum ensaio de aceleração de corrosão universal que possa substituir o ensaio por névoa salina. Se a indústria do aço, a indústria da tinta e os fornecedores de tratamentos realmente desejarem substituí-lo, eles precisam de uma alternativa fácil de utilizar. Hoje, tal alternativa não existe. Muitos ensaios cíclicos foram desenvolvidos especificamente para as indústrias de painéis automotivos e de construção pré-pintados, mas eles não foram amplamente aceitos como substitutos do ensaio de nevoeiro salino. Pode ser muito simplista esperar que qualquer ensaio de aceleração de corrosão se correlacionará com todos os tipos de aplicações.

Se a comunidade de usuários entender o que o ensaio por névoa realmente significa, eles podem entender suas limitações e utilizar os resultados de modo inteligente.

Copyright 2011 – IZA

---

### Isenção de Responsabilidade:

Artigos, relatórios de pesquisas e dados técnicos são fornecidos apenas para fins informativos. Embora os editores esforcem-se para fornecer informações precisas e atuais, a Associação Internacional do Zinco não abona os resultados das pesquisas e informações relatadas neste comunicado e se isenta de toda e qualquer responsabilidade por danos resultantes da confiança nos resultados relatados ou outras informações contidas neste comunicado, incluindo, mas não limitando a, danos acidentais ou consequentes.

---

<sup>1</sup> K.M. DeSouza, ASTM Prohesion Test Predicts Service Performance of Prepainted Steel Sheet, Galvatech '04 Conference, Chicago, IL, April 4-8, 2004