

Copyright 2010, ABRACO

Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2010, em Fortaleza/CE no mês de maio de 2010.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

INFLUÊNCIA DOS COMPONENTES E DA COMBINAÇÃO SUBSTRATO/REVESTIMENTO NA RESISTÊNCIA À CORROSÃO DAS FECHADURAS DE EMBUTIR COMERCIALIZADAS NO BRASIL

¹Vera Fernandes Hachich, ²Edwiges Souza Ribeiro, ³Evelyne Vaidergorin

Abstract

This paper presents a study developed by the Brazilian Quality Assurance Program for Locks, in order to provide subsidies to the manufacturers for the classification of the products corrosion resistance, defining which combinations of substrate and coating are more suitable for different environments. The results also contribute to the knowledge of the main problems presented by each combination of substrate and coating used by the industry, collaborating to improve quality and increase durability of the products. As prescribed by the *ABNT NBR 14913/2009 standard – Mortise locks – Requirements, classification and test methods (1)*, which establishes the criteria and methodology for evaluating the built-in locks commercialized in Brazil, the evaluation of corrosion resistance is carried out by exposing the components of the lock in a neutral salt spray chamber. Thus, it is also possible to consider whether any of these components is more susceptible to corrosion, guiding more effective corrective actions for each combination of substrate / coating.

Resumo

Este trabalho apresenta um estudo desenvolvido no âmbito do Programa Setorial da Qualidade de Fechaduras, com o objetivo de fornecer subsídios aos fabricantes do setor para a classificação da resistência à corrosão dos produtos, definindo quais combinações de substrato e revestimento são mais indicadas para os diversos ambientes. Os resultados também contribuem para o conhecimento dos principais problemas apresentados por cada uma das combinações de substrato e revestimento utilizadas pelo setor, colaborando para a melhoria da qualidade e aumento da durabilidade do produto. Como prescreve a norma *ABNT NBR 14913/09 - Fechadura de embutir - Requisitos, classificação e métodos de ensaio*, que estabelece os critérios e metodologia para avaliação das fechaduras de embutir comercializadas no Brasil, as avaliações da resistência à corrosão são realizadas através da exposição dos componentes do conjunto fechadura em câmara de névoa salina neutra. Assim, também é possível analisar se alguns desses componentes são mais suscetíveis à corrosão, de forma a orientar ações corretivas mais eficientes para cada combinação substrato/revestimento.

Palavras-chave: corrosão, fechadura de embutir, substrato, revestimento

¹Doutora - Engenheira Civil - TESIS – Tecnologia e Qualidade de Sistemas em Engenharia Ltda.

²Engenheira Civil - TESIS - Tecnologia e Qualidade de Sistemas em Engenharia Ltda.

³Mestre - Química - TESIS – Tecnologia e Qualidade de Sistemas em Engenharia Ltda.

Introdução

Com o objetivo de contribuir para melhoria da qualidade do revestimento das fechaduras de embutir comercializadas no Brasil, o Programa de Garantia da Qualidade de Fechaduras realiza – desde 2006 – avaliação sistemática da resistência à corrosão dos produtos disponíveis no mercado nacional. Atualmente a avaliação é feita segundo a norma *ABNT NBR 14913/09 - Fechadura de embutir - Requisitos, classificação e métodos de ensaio*, que estabelece, entre outras coisas, os critérios e metodologia para avaliação da resistência à corrosão das fechaduras de embutir comercializadas no Brasil. Até o momento, foram analisadas 349 amostras, compostas pelos componentes da fechadura que ficam aparentes na condição da porta fechada, ou seja, maçaneta, espelho ou roseta, parafusos e cilindro, com as diversas combinações substrato/revestimento comercializadas no mercado nacional. Estas amostras são expostas em câmara de névoa salina neutra, com avaliação visual para verificação da deterioração do revestimento a cada 24 horas. Com o resultado do trabalho é possível auxiliar os fabricantes do setor na classificação da resistência à corrosão dos produtos, definindo quais combinações de substrato e revestimento são mais indicadas para os diversos ambientes. Outro resultado importante da análise é conhecer quais componentes do conjunto fechadura são mais suscetíveis à corrosão (parafusos, maçaneta, cilindro, espelho etc.), de forma a orientar ações corretivas mais eficientes para cada combinação substrato revestimento. As avaliações também contribuem para o conhecimento dos principais problemas apresentados por cada uma das combinações de substrato e revestimento utilizadas pelo setor, colaborando para a melhoria da qualidade e aumento da durabilidade do produto.

1 Justificativa

Desde setembro de 2000 existe o Programa Setorial da Qualidade de Fechaduras, que tem como Entidades Setoriais Mantenedoras a ABIMCON - Associação Brasileira da Indústria de Artefatos Metálicos para Construção - e o SIAMFESP - Sindicato da Indústria de Artefatos de Metais Não-Ferrosos no Estado de São Paulo. A estrutura do Programa está de acordo com a estratégia do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H, que contempla o desenvolvimento de programas setoriais da qualidade por empresas privadas que estejam em parceria e cooperação, compreendendo a cadeia produtiva desde a matéria-prima até o produto final. Maiores detalhes sobre o Programa de Garantia da Qualidade de Fechaduras, assim como a relação das empresas qualificadas, não qualificadas e não conformes, podem ser obtidos no seguinte endereço da Internet: <http://www.cidades.gov.br/pbqp-h>.

Uma das atividades realizadas por este Programa Setorial da Qualidade consiste em coletar amostras em auditorias em fábricas de fechaduras de diferentes marcas e também adquirir fechaduras em revendas do Brasil, para submetê-las aos ensaios exigidos pela norma brasileira. Os resultados dos ensaios são avaliados por uma entidade de terceira parte independente, responsável pela gestão técnica do Programa, a TESIS – Tecnologia de Sistemas em Engenharia Ltda. Atualmente, o Programa conta com um banco de dados com mais de 2600 fechaduras de embutir avaliadas segundo a norma brasileira. Um dos ensaios preconizados pela *ABNT NBR 14913/09* para avaliação das fechaduras é a verificação da resistência à corrosão do revestimento dos produtos, quando submetidos à névoa salina

neutra. Esse ensaio é classificatório, conforme pode ser visto na tabela 1. Segundo a norma brasileira *ABNT NBR 14913/09*, a classificação das fechaduras deve estar clara na embalagem do produto (figura 1).

Como a norma brasileira foi publicada em abril/09, o setor precisou de subsídios para classificar seus produtos. Atendendo a solicitação dos fabricantes de fechaduras, foi feito um levantamento dos resultados dos ensaios realizados dentro do Programa, para auxiliar na classificação da resistência à corrosão dos produtos, verificando se haviam combinações de substrato e revestimento mais indicadas para os diversos graus de resistência à corrosão prescritos pela norma.

1.1 Escolha das amostras

Até o momento, 349 amostras passaram pelo ensaio de resistência à corrosão do revestimento. Essas amostras foram coletadas pelo Programa de Garantia da Qualidade respeitando os volumes de produção de cada uma das empresas, ou seja, as combinações substrato/revestimento mais comercializadas são aquelas com maior número de amostras coletadas. Como pode ser visto na figura 2, dessas 349 amostras, 76% tinham como substrato o zamac e o latão, que são os substratos mais utilizados na fabricação das fechaduras de embutir coletadas no Brasil. Assim sendo, o estudo se concentrou nesse universo, ou seja, nas fechaduras de embutir cujos componentes tinham como base declarada na embalagem do produto o zamac ou o latão.

Das amostras cujos componentes tinham como base declarada na embalagem o zamac, foram analisadas todas as combinações substrato/revestimento produzidas, listadas a seguir.

- Fechaduras em zamac com acabamento cromado brilhante;
- Fechaduras em zamac com acabamento cromado fosco (acabamentos acetinado, perolado etc);
- Fechaduras em zamac com acabamento latonado oxidado (acabamentos antique brass, colonial etc);

No caso das amostras com base em latão, foram analisadas as duas combinações substrato revestimento mais comercializadas pelas empresas:

- Fechaduras em latão com acabamento cromado brilhante;
- Fechaduras em latão com acabamento cromado fosco.

Essas combinações foram escolhidas por representarem mais de 90% das fechaduras de embutir comercializadas no Brasil. Desse modo, a correta classificação desses produtos é a garantia de que o consumidor terá a informação correta para a compra do produto. Como as coletas do Programa de Garantia da Qualidade respeitam os volumes de produção de cada uma das empresas, ou seja, as combinações substrato/revestimento mais comercializadas são aquelas com maior número de amostras coletadas, 73% das amostras avaliadas pelo Programa possuem as combinações substrato/acabamento alvo desse trabalho (254 amostras).

2 Propriedades avaliadas e métodos de ensaio

As amostras de fechaduras de embutir cujos resultados serviram de base para esse estudo foram coletadas diretamente nas fábricas e conduzidas ao laboratório da TESIS, onde foram realizados os testes. Cada amostra é formada pelos componentes do conjunto fechadura que ficam aparentes na condição da porta fechada, quais sejam: par de maçanetas, cilindro, espelho (ou roseta e entrada) com os respectivos parafusos de fixação (figura 3).

Esses componentes são expostos em câmara de névoa salina neutra, posicionadas na câmara numa inclinação de 25° em relação à vertical. (figura 4), conforme *ABNT NBR 8094/83 - Material metálico revestido e não-revestido: corrosão por exposição à névoa salina (2)*. A cada 24 horas os corpos-de-prova são retirados da câmara por no máximo 30 minutos e submetidos a análise visual, verificando o aparecimento de manchas de corrosão ou deterioração do revestimento das peças. São considerados aprovadas as amostras que não apresentam alterações, visíveis a olho nu, no revestimento dos componentes, nos tempos de exposição indicados na tabela 1. A figura 5 mostra alguns exemplos de amostras com e sem reprovações.

Esses ensaios foram realizados entre fevereiro de 2008 e outubro de 2009.

Como esclarecimento, a norma brasileira também prevê, para a avaliação da resistência à corrosão, a análise das características funcionais e de torque das amostras. Entretanto, o Programa já havia estudado o impacto dessa avaliação na classificação das amostras. Esse estudo foi apresentado durante o INTERCORR 2008, em Recife/PE, no mês de maio de 2008, sob o título *DESENVOLVIMENTO DE MÉTODO DE ENSAIO PARA AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À CORROSÃO DE FECHADURAS DE EMBUTIR COMERCIALIZADAS NO BRASIL (3)*. Assim sendo, a avaliação das características funcionais e de torque das amostras não é assunto desse trabalho.

3 Resultados apresentado pelas amostras avaliadas

O primeiro passo do estudo foi compilar os resultados dos ensaios e verificar se algumas das combinações substrato/revestimento analisadas se mostravam mais resistentes e, portanto, mais indicadas para ambientes úmidos ou com intempéries. Na tabela 2 são apresentados os tempos em que as amostras apresentaram alterações no revestimento, para cada uma das combinações de substrato e acabamento avaliadas nesse estudo.

Para as amostras reprovadas, isto, para aquelas amostras que apresentaram alterações no revestimento em até 24 horas de exposição, o estudo foi ampliado num segundo passo. Para essas amostras reprovadas, foram avaliados, dentro de uma mesma combinação substrato/revestimento, os resultados dos componentes do conjunto fechadura (parafusos, maçaneta, cilindro e espelho), para verificar se algum deles se mostrava mais suscetível à corrosão. Na tabela 3 são apresentados os componentes com alterações no revestimento, para cada uma das combinações de substrato e acabamento estudadas. Os componentes podem apresentar problemas simultaneamente. Assim, a soma dos percentuais de componentes com problemas pode ser superior a 100%.

3.1 Análise dos resultados

Analisando os resultados apresentados na tabela 2, verifica-se que todas as combinações cujo substrato é o zamac tiveram o mesmo nível de reprovação, próximo de 40%. Entretanto, analisando a tabela 3 é possível distinguir algumas diferenças significativas:

- Na combinação ZAMAC CROMADO BRILHANTE, 41% das amostras foram reprovadas, 37% aprovadas para o grau 1, 20% para o grau 2 e somente 2% para o grau 3. Nenhuma dessas amostras foi aprovada para o grau 4. Das amostras reprovadas, 69% apresentaram problemas nos parafusos, que usualmente, para esses produtos, são fabricados em aço. Assim sendo, o maior problema aqui detectado não foi na combinação zamac/cromo, mas um componente com outra composição.
- No caso da combinação ZAMAC CROMADO FOSCO, 40% das amostras com foram reprovadas. Das amostras aprovadas, 31% atingiram o grau 1, 24% o grau 2 e somente 5% o grau 3. Nenhuma dessas amostras foi aprovada para o grau 4. Diferente da combinação anterior, aqui os componentes mais críticos foram as maçanetas (53% das reprovações), que possuem exatamente a combinação ZAMAC CROMADO FOSCO.
- Para a combinação ZAMAC LATONADO OXIDADO, o índice de reprovação foi de 41%. Foram aprovadas 39% das amostras para o grau 1 e 20% para o grau 2. Nenhuma das amostras foi aprovada para o grau 3 ou para o grau 4. Nesse caso, o componente com maior índice de reprovação foi o cilindro, que usualmente é fabricado totalmente ou parcialmente em aço, mostrando mais uma vez que o problema pode se localizar não na combinação principal (ZAMAC LATONADO OXIDADO), mas em componentes com outra composição.

No caso das combinações cujo substrato é o latão, analisando os resultados apresentados nas tabelas 2 e 3, temos:

- LATÃO CROMADO BRILHANTE: essa combinação foi a que apresentou menor índice de reprovação, com 92% das amostras avaliadas sendo aprovadas, sendo 44% para o grau 1, 20% para o grau 2, 12% para o grau 3 e 16% para o grau 4. As reprovações estão divididas igualmente entre espelho, maçaneta e parafusos.
- Na combinação LATÃO CROMADO FOSCO, 42% das amostras foram reprovadas e 42% foram aprovadas para o grau 1. Nenhuma das amostras foi aprovada para o grau 2. Foram aprovadas 8% para o grau 3 e outras 8% para o grau 4. Embora a ordem de grandeza das reprovações tenha sido a mesma obtida na combinação zamac cromado fosco, aqui, o componente crítico foi o parafuso, que, na sua maioria, é fabricado em aço.

Esses resultados mostram que, mesmo o índice de reprovação sendo praticamente o mesmo para as combinações de substrato e revestimento mais comercializados nas fechaduras de embutir fabricadas no Brasil, próximo de 40%, o componente mais crítico varia, indicando que a ação corretiva deve ser diferente em cada um dos casos.

Também é possível verificar que, das combinações mais utilizadas atualmente, nenhuma é inadequada para o uso, visto que, em todos os casos, pelo menos 58% das amostras foram aprovadas para algum dos graus de resistência à corrosão previstos na norma.

Conclusões

O resultado mais importante da análise foi conhecer quais componentes do conjunto fechadura são mais suscetíveis à corrosão (parafusos, maçaneta, cilindro, espelho etc.), em cada combinação substrato/revestimento analisada, de forma a orientar ações corretivas mais eficientes para cada uma dessas combinações. Como resultado do trabalho também foi possível auxiliar os fabricantes do setor na classificação da resistência à corrosão dos produtos.

Por fim, o estudo colaborou para a melhoria da qualidade e aumento da durabilidade do produto, visto que contribuiu para o conhecimento dos principais problemas apresentados por cada uma das combinações de substrato e revestimento utilizadas pelo setor, e auxiliou na adequada classificação dos produtos, indicando quais são mais adequados para cada ambiente.

Referências bibliográficas

- (1) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Fechadura de embutir - Requisitos, classificação e métodos de ensaio*, ABNT NBR 14913, 2009.
- (2) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Material metálico revestido e não-revestido: corrosão por exposição à névoa salina*, ABNT NBR 8094, 1983.
- (3) FERNANDES-HACHICH, Vera, VAIDERGORIN, Evelyne, RIBEIRO, Máise V., RIBEIRO, Edwiges. Desenvolvimento de método de ensaio para avaliação da resistência à corrosão de fechaduras de embutir comercializadas no Brasil. In: INTERCORR 2008, 2008, Recife. Intercorr 2008, 2008.

Tabelas

Tabela 1: classificação da resistência à corrosão das fechaduras de embutir, conforme NBR 14913/09

Grau de resistência à corrosão	Utilização da fechadura	Tempo de exposição
4	Ambiente com condições severas quanto à umidade e intempéries (ex: regiões litorâneas e industriais)	144 horas
3	Ambiente com umidade e intempéries (ex: áreas externas urbanas e rurais)	72 horas
2	Ambiente com umidade e sem intempéries (ex: cozinhas e banheiros)	48 horas
1	Ambiente sem umidade e sem intempéries (ex: salas e dormitórios)	24 horas

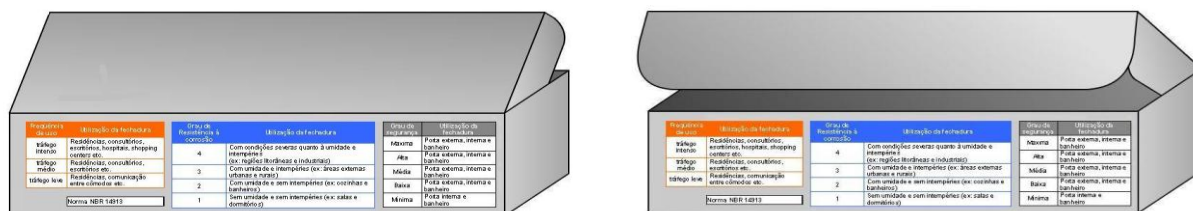
Tabela 2: percentual de amostras que apresentaram alterações no revestimento em cada tempo de avaliação

	Zamac cromado brilhante	Zamac cromado fosco	Zamac latonado oxidado	Latão cromado brilhante	Latão cromado fosco
Reprovadas com 24 horas	41%	40%	41%	8%	42%
Aprovadas com 24 horas	37%	31%	39%	44%	42%
Aprovadas com 48 horas	20%	24%	20%	20%	0%
Aprovadas com 72 horas	2%	5%	0%	12%	8%
Aprovadas com 144 horas	0%	0%	0%	16%	8%

Tabela 3: percentual de componentes que apresentaram alterações no revestimento nas amostras reprovadas

	Zamac cromado brilhante	Zamac cromado fosco	Zamac latonado oxidado	Latão cromado brilhante	Latão cromado fosco
Parafusos	69%	29%	13%	0%	80%
Maçaneta	44%	53%	17%	50%	20%
Cilindro	35%	12%	25%	0%	0%
Espelho ou roseta	13%	18%	67%	50%	0%
Pino da maçaneta	8%	6%	0%	50%	0%

Ilustrações



Grau de Resistência à corrosão		Utilização da fechadura	
4	Com condições severas quanto à umidade e intempéries (ex: regiões litorâneas e industriais)		
3	Com umidade e intempéries (ex: áreas externas urbanas e rurais)		
2	Com umidade e sem intempéries (ex: cozinhas e banheiros)		
1	Sem umidade e sem intempéries (ex: salas e dormitórios)		

Figura 1: Texto obrigatório nas embalagens das fechaduras de embutir comercializadas no Brasil, informando sobre a classificação dos produtos

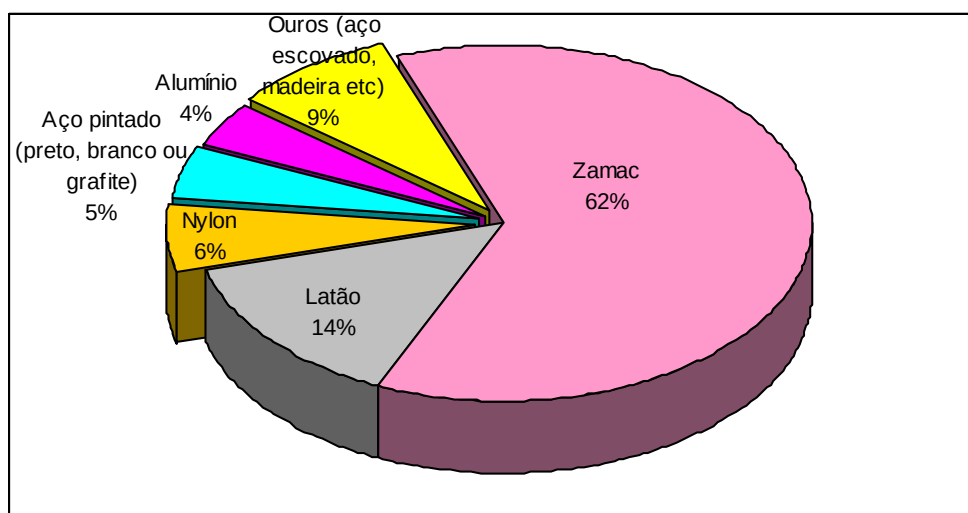


Figura 2: percentual de cada um dos substratos utilizados na fabricação das de fechaduras de embutir coletadas pelo Programa de Garantia da Qualidade

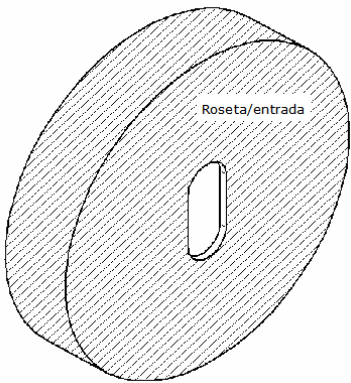
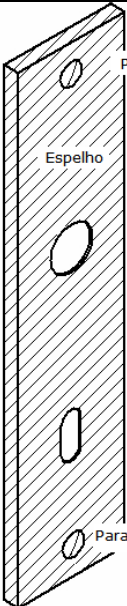
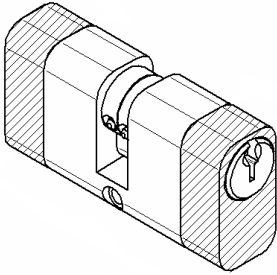
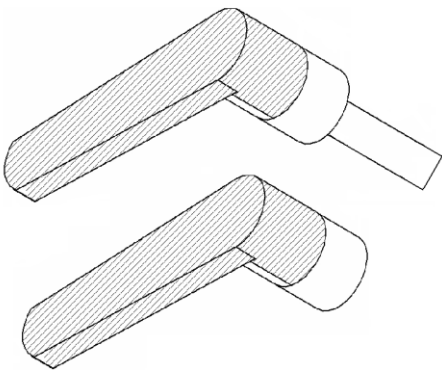
 Roseta/entrada	 Parafusos de fixação Espelho Parafusos de fixação	
Espelho (ou roseta e entrada) com os respectivos parafusos de fixação		cilindro
		
par de maçanetas	Fechadura montada	

Figura 3: componentes do conjunto fechadura que ficam aparentes na condição da porta fechada

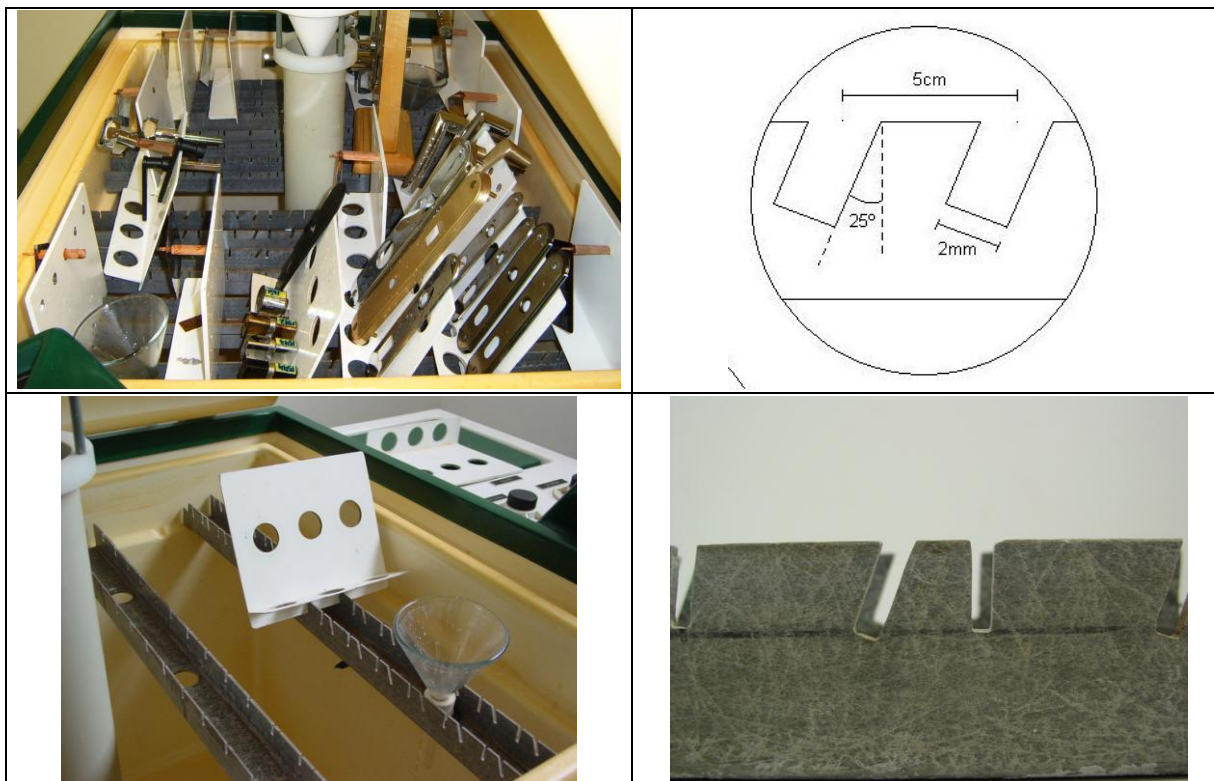


Figura 4: posicionamento das amostras na câmara de ensaio



Figura 5: análise visual - diferença no comportamento de amostras com a mesma combinação substrato/revestimento

* * *