INTERCORR2008_034

Copyright 2008, ABRACO
Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2008, em Recife/PE, no mês de maio de 2008.
As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

DESENVOLVIMENTO DE MÉTODO DE ENSAIO PARA AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À CORROSÃO DE FECHADURAS DE EMBUTIR COMERCIALIZADAS NO BRASIL

FERNANDES-HACHICH, Vera [1], VAIDERGORIN, Evelyne[2], RIBEIRO, Maíse V.[3], RIBEIRO, Edwiges[4]

Abstract

In order to provide information for the revision of the Brazilian Standard NBR 14913/2002 – Mortise locks – Requirements, classification and test methods, the Brazilian Quality Assurance Program for Locks conducted a review of international standards on the requirements and methodology for corrosion evaluation. Following this revision the external mortise locks were evaluated as defined in DIN EN 12209:2004 - Building hardware - Locks and latches - Mechanically operated locks, latches and locking plates - Requirements and test methods. The tests were performed on samples mounted on a wooden fixture similar to a door application. These samples were subjected to a neutral salt spray test for 96 hours, with visual and functional evaluation every 24 hours. The results made it possible to establish a methodology for the evaluation of the locks corrosion resistance and also to establish a criterion for the test duration adequate for each grade of corrosion resistance as a function of the region of the lock installation.

Resumo

Com o objetivo de fornecer subsídios à revisão da Norma Brasileira NBR 14913/2002 - Fechadura de embutir - Requisitos, classificação e métodos de ensaio, foi realizado, no âmbito do Programa de Garantia da Qualidade de Fechaduras, um estudo das exigências normativas internacionais, para estabelecer critérios e metodologia para avaliação da resistência à corrosão das fechaduras de embutir comercializadas no Brasil. Após este levantamento foram avaliadas amostras de fechaduras de embutir tipo externa, as quais foram ensaiadas com base na metodologia da norma DIN EN 12209:2004 "Building hardware - Locks and latches - Mechanically operated locks, latches and locking plates - Requirements and test methods". O ensaio foi realizado utilizando amostras montadas em cepo de madeira, que simulam a fechadura embutida em uma porta. Estas amostras foram expostas em câmara de névoa salina neutra, com avaliação visual e do funcionamento da fechadura a cada 24 horas de exposição, até um máximo de 96 horas. Como resultado dos trabalhos foi possível definir um método de ensaio para avaliação de resistência à corrosão das fechaduras e também estabelecer tempos de

[1] Doutora – Gerente Técnica da TESIS - Tecnologia de Sistemas em Engenharia Ltda.
[2] Mestre – Gerente do Laboratório da TESIS - Tecnologia de Sistemas em Engenharia Ltda.
[3] Mestre – Coordenadora de Programas da Qualidade da TESIS - Tecnologia de Sistemas em Engenharia Ltda.
[4]Engenheira Civil – Coordenadora de Programas da Qualidade da TESIS - Tecnologia de Sistemas em Engenharia Ltda.

exposição em névoa salina neutra adequados para avaliação das fechaduras, em função do ambiente em que as mesmas serão instaladas.

Palavras-chave: corrosão, fechadura de embutir, características funcionais.

Introdução

Este trabalho apresenta um estudo desenvolvido no âmbito do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) no Programa Setorial de Garantia da Qualidade de Fechaduras, com o objetivo de estabelecer critérios para a avaliação da resistência à corrosão das fechaduras de embutir comercializadas no país. Este estudo foi divido em duas partes, sendo a primeira uma pesquisa de normas internacionais relacionadas ao tema. Com base no estudo das normas internacionais foi planejado um diagnóstico do setor quanto às características funcionais do conjunto fechadura montado em cepo de madeira durante e após exposição em câmara de névoa salina neutra, conforme especifica a norma européia DIN EN 12209:2004 “Building hardware - Locks and latches - Mechanically operated locks, latches and locking plates - Requirements and test methods” (Ferragens para edifícios – Fechaduras e travas – Fechaduras e travas operadas manualmente – Requisitos e métodos de ensaio)(1), que corresponde à norma mais atual sobre o assunto, dentre as pesquisadas pelo Programa.

1 Justificativa

Desde setembro de 2000 vem sendo implementando o Programa de Garantia da Qualidade de Fechaduras, que tem como Associações Setoriais executoras 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. Uma das atividades realizadas por este Programa consiste em coletar em auditorias de fábrica 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.

Um dos ensaios realizados para avaliação das fechaduras é verificar a resistência à corrosão do revestimento dos produtos, quando submetidos à névoa salina neutra. Atendendo a solicitação dos fabricantes de fechaduras, foi realizado um estudo visando analisar a possibilidade de alteração no método de avaliação do produtos, no que se refere à resistência à corrosão.

Até aquele momento o ensaio de resistência à corrosão era realizado apenas para as partes aparentes das fechaduras (espelho ou roseta, cilindro, chapa-testa ou falsatesta e contratesta – ver figura 1), e estas partes eram expostas em separado na câmara. Não havia a avaliação do conjunto ou das possíveis interações entre estas partes, que poderiam formar pontes galvânicas, interferindo não apenas na deterioração do revestimento como também no funcionamento do produto.

Outra dúvida que havia se referia ao fato de poder haver diferentes substratos trabalhando numa mesma situação de exposição, consistindo da mesma peça. Por exemplo, é possível haver maçanetas com substrato em latão fixadas com parafusos de aço. Nesses casos, ao se posicionar os produtos montados na câmara, na posição da instalação (como é o caso do produto montado em cepo), seria possível verificar como a corrosão de parte do produto poderia acelerar a

degradação da peça como um todo e mais, se eventuais fixações entre as partes não funcionariam como pontes galvânicas.

Para sanar estas dúvidas, a partir de março de 2005 iniciou-se, no âmbito do Programa de Garantia da Qualidade, um estudo das exigências normativas internacionais sobre o requisito resistência à corrosão para as fechaduras. Em seguida, foi realizado um diagnóstico do setor, cujos resultados possibilitaram estabelecer critérios para a avaliação da resistência à corrosão das fechaduras de embutir comercializadas no país. Também foi possível, com o resultado do trabalho, auxiliar a revisão da Norma Brasileira NBR 14913/2002 - Fechadura de embutir - Requisitos, classificação e métodos de ensaio (2).

2 Experimento: materiais e métodos

A análise das normas internacionais sobre fechaduras e sobre corrosão mostrou que na maioria das normas pesquisadas, as exigências são função do tipo de substrato e do tipo de utilização do produto com relação à agressividade do ambiente, ou seja, na maioria das normas o grau de proteção requerido depende do grau de agressividade do ambiente em que a peça será utilizada, chamado de condição de serviço. Na tabela 1 está apresentado um resumo das principais exigências das normas pesquisadas em relação aos revestimentos. As normas pesquisadas (3 a 8) estão listadas no item 5 - Referências bibliográficas..

Com base no estudo das normas internacionais foi planejado um diagnóstico do setor quanto às características funcionais do conjunto fechadura montado em cepo durante e após exposição em câmara de névoa salina neutra, conforme especifica a norma européia DIN EN 12209:2004. No diagnóstico, aproveitou-se as fechaduras montadas em cepos para realizar a análise visual dos revestimentos das peças aparentes após a exposição em câmara de névoa salina neutra, apesar deste procedimento não estar contemplado nas normas pesquisadas. O objetivo desta verificação foi analisar se era possível usar o mesmo corpo-de-prova para avaliar, concomitantemente, a funcionalidade do conjunto fechadura e também a resistência à corrosão do revestimento dos produtos.

2.1 Escolha das amostras

Na definição das amostras foram considerados o histórico de resultados das amostras avaliadas até então pelo Programa nos ensaios de resistência à corrosão pela análise visual das peças, as combinações entre substrato e revestimento com maior volume de produção entre as empresas do setor e as distâncias de broca avaliadas pelo Programa de Garantia da Qualidade – 40, 45 e 55 mm. Definidos os modelos a serem avaliados, as empresas enviaram para a TESIS as fechaduras já montadas em cepos. Cada amostra era constituída de dois corpos-de-prova, um para ensaio e uma contra-prova. Foram avaliadas 34 amostras de fechaduras de embutir externas montadas em cepos. As amostras estão detalhadas na tabela 2. Os tipos de combinação substrato/revestimento foram identificados por cores. Estas mesmas cores foram usadas nas tabelas com os resultados apresentados pelas amostras.

2.2 Propriedades avaliadas e métodos de ensaio

A realização do diagnóstico teve como base a DIN EN 12209:2004, sendo as amostras submetidas a 96 horas de exposição em câmara de névoa salina neutra.

A metodologia de exposição à névoa salina foi executada de acordo com a NBR 8094/83 - Material metálico revestido e não-revestido: corrosão por exposição à névoa salina (9), com

exceção à posição do corpo-de-prova, visto que a fechadura montada em cepo foi colocada verticalmente à base da câmara de névoa salina, de modo que ficou na posição de trabalho.

A cada 24 horas os corpos-de-prova foram retirados da câmara por no máximo 30 minutos para que fossem realizadas a análise visual, a análise funcional e a aplicação dos torques, conforme explicado a seguir, lembrando que a análise visual do revestimento das peças montadas em cepo não estava referenciada na norma DIN EN 12209:2004.

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Corrosão e Tratamento de Superfície do IPT, sendo que a análise visual das amostras foi realizada pelos técnicos do IPT e as análises das características funcionais e de torque foram realizadas pela equipe da TESIS. Na figura 2 estão duas fotografias das amostras posicionadas na câmara de ensaio.

A cada 24 horas as amostras foram submetidas as seguintes avaliações:

ANÁLISE VISUAL: nesta avaliação analisou-se o aparecimento de manchas de corrosão e/ou deterioração do revestimento das peças aparentes da fechadura montada em cepo, quais sejam: maçanetas; espelho; roseta e entrada; cilindro; chapatesta/falsatesta; contratesta; lingüeta e trinco.

ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS (ver figura 3): foram analisadas as seguintes características funcionais das amostras, lembrando que o conjunto fechadura (inclusive a chave) estava montado em cepo:

- travamento da lingüeta;
- acionamento frontal do trinco;
- acionamento do trinco pela chave;
- acionamento do trinco pela maçaneta;
- acionamento da lingüeta pela chave.

Este procedimento tem a função de verificar se a fechadura continuará a funcionar adequadamente depois da exposição, conforme prescreve a DIN EN 12209:2004.

TORQUE PARA RECOLHIMENTO DA LINGÜETA PELA CHAVE: esta avaliação é importante para verificar se o esforço necessário para girar a chave na fechadura se altera muito durante o ensaio, indicando que haverá dificuldade na utilização do produto durante a sua vida útil. Em cada avaliação foram realizadas operações para recolhimento da lingüeta pela chave e para recolhimento do trinco pelo cubo por VINTE VEZES consecutivas. Nas últimas três operações os torques aplicados foram registrados.

TORQUE PARA RECOLHIMENTO DO TRINCO PELO CUBO: esta avaliação é importante para verificar se o esforço necessário para acionar a maçaneta se altera muito durante o ensaio, indicando que haverá dificuldade na utilização do produto durante a sua vida útil. Em cada avaliação foram realizadas operações para recolhimento da lingüeta pela chave e para recolhimento do trinco pelo cubo por VINTE VEZES consecutivas. Nas últimas três operações os torques aplicados foram registrados.

3 Resultados do diagnóstico do setor em resistência à corrosão

Nos itens 3.1 a 3.5 estão as análises dos resultados do diagnóstico quanto à análise visual, às características funcionais e aos torques registrados durante a exposição à névoa salina neutra. Os resultados por amostra estão apresentados na tabela 3. Este resumo dos resultados foi

extraído do Relatório Técnico RT 1010/151 (10), emitido pela Tesis em 2006.

3.1 Análise visual

Conforme mencionado anteriormente, o objetivo desta verificação foi analisar se era possível usar o mesmo corpo-de-prova para avaliar, concomitantemente, a funcionalidade do conjunto fechadura e também a resistência à corrosão do revestimento dos produtos, apesar deste procedimento não estar contemplado nas normas pesquisadas.

Durante a execução do ensaio, observou-se que a manipulação da fechadura para a análise funcional e aplicação dos torques pode comprometer a avaliação visual das amostras.

Analisando os resultados das amostras (apresentados na tabela 3), verifica-se um percentual de reprovação de 91% das amostras na primeira avaliação (24 horas). Nota-se ainda que não foi possível observar diferenças de resultados entre os diversos tipos de acabamento, distâncias de broca e nem entre as amostras de uma mesma empresa.

Tais observações comprovam o quanto a análise visual das peças da fechadura montada no cepo e na posição vertical é mais agressiva e pouco sensível às nuanças de alteração da qualidade dos revestimentos.

Em consonância com as normas internacionais e com a NBR 8094, o diagnóstico ratificou que a análise visual deva ser feita nas peças aparentes da fechadura, posicionadas isoladamente na câmara em um ângulo de 15º a 30º com a vertical (conforme determinado na NBR 8094), de forma que a superfície de ensaio a ser considerada seja a área das peças que permanecem expostas à névoa, sem nenhum obstáculo próximo que afete a peça ensaiada.

3.2 Características funcionais

Os problemas verificados na análise funcional estão assim distribuídos:

- em 17 amostras houve falha no acionamento do trinco pela chave;
- em 5 amostras houve falha no acionamento do trinco pela maçaneta;
- em 2 amostras houve falha no recolhimento da lingüeta pela chave;
- em uma das amostras não foi possível o acionamento frontal do trinco.

A análise dos resultados foi feita comparando as diferentes combinações substrato/revestimento, o que poderia mostrar eventuais diferenças de comportamento entre estas combinações, nos tempos avaliados (até 96 horas de ensaio). Também foram comparados produtos com diferentes distâncias de broca, visto que os produtos mais populares e portanto, possivelmente menos resistentes, têm distâncias de broca de 40mm. Esta análise poderia mostrar diferenças de desempenho entre produtos populares e os demais. Os resultados foram os seguintes:

- as diferenças de qualidade das combinações substrato/revestimentos interferiram nos resultados apresentados;
- os resultados da análise funcional não indicaram diferença de desempenho entre as distâncias de broca de 40/45 e 55 mm, para as amostras de uma mesma empresa.

A análise funcional após a exposição à névoa salina neutra das fechaduras montadas em cepos se mostrou adequada para avaliar se uma fechadura conservará a sua funcionalidade ao longo de sua vida útil.

3.3 Torque para recolhimento da lingüeta pela chave

Na aplicação de torque para recolhimento da lingüeta pela chave todos os valores medidos foram inferiores a 0,56 N.m (valor mínimo medido pelo torquímetro).
Considerando como critério de aprovação um torque para recolhimento da lingüeta pela chave inferior a 1,8 N.m (torque máximo permitido pela norma DIN EN 12209) todas as amostras avaliadas foram aprovadas neste requisito.
O estabelecimento de um torque máximo para recolhimento da lingüeta pela chave é importante para garantir que o usuário conseguirá girar a chave na fechadura sem dificuldade.

3.4 Torque para recolhimento do trinco pelo cubo

No caso dos torques para recolhimento do trinco pelo cubo, a análise dos resultados foi feita a partir do valor médio das 3 últimas operações em cada idade de avaliação.

O gráfico da figura 4 apresenta o maior valor entre as médias de torque para recolhimento do trinco pelo cubo obtido para cada amostra, considerando todas as idades de avaliação. Os resultados estão apresentados para cada distância de broca avaliada: 40 mm, 45 mm e 55 mm.

O gráfico da figura 4 mostra que não houve diferenças significativas entre resultados de torques obtidos para as amostras de diferentes distâncias de broca, sendo que as médias estão assim distribuídas:

- amostras com distância de broca de 40mm: as médias variaram de 1,40 N.m a 2,81 N.m;
- amostras com distância de broca de 45mm: as médias variaram de 1,87 N.m a 2,69 N.m;
- amostras com distância de broca de 55mm: as médias variaram de 1,68 N.m a 3,02 N.m.

Enfatizamos que esses dados referem-se ao valor máximo entre as médias das 3 últimas medidas de torque para recolhimento do trinco pelo cubo, entre todas as idades de avaliação.
Considerando como critério de aprovação um torque para recolhimento do trinco pelo cubo inferior a 3,6 N.m (torque máximo permitido pela norma DIN EN 12209 para o grau 2) todas as amostras avaliadas foram aprovadas neste requisito.
O estabelecimento de um torque máximo para recolhimento do trinco pelo cubo é importante para garantir que o usuário conseguirá acionar a maçaneta da fechadura sem dificuldade.

4 Conclusões

A realização do diagnóstico resultou na definição de um procedimento para a avaliação da resistência à corrosão das fechaduras de embutir que consiste em duas análises concomitantes:

<u>Resistência à corrosão do conjunto fechadura montado no cepo</u>: esta resistência é medida através da verificação da manutenção da funcionalidade do produto durante o ensaio.
Através desta análise é possível observar se os dispositivos de fixação, as chaves, a maçaneta, o trinco, a lingüeta etc., continuam funcionando normalmente ao longo do tempo. Caso no ensaio ocorram pontes galvânicas que levem para dentro da máquina produtos contaminantes, que gerarão processos corrosivos internos, em partes não expostas, os mecanismos de acionamento e operação da fechadura poderão não mais funcionar adequadamente.

<u>Resistência à corrosão dos revestimentos</u> medida através da análise visual das peças isoladas da fechadura: esta avaliação é importante na medida que o acabamento destes produtos tem como principal função a estética da fechadura, e não somente a proteção da base (ver figura 5).

A definição e a estruturação dos critérios de avaliação do requisito, a partir do diagnóstico, nortearam as empresas participantes do Programa de Garantia da Qualidade de Fechaduras quanto à implantação de ações corretivas em seus produtos.

Vale destacar que os critérios definidos através do diagnóstico serviram de base para estabelecer a avaliação do requisito resistência à corrosão na revisão da NBR 14913 - Fechadura de embutir - Requisitos, classificação e métodos de ensaio, em 2007.

5 Referências bibliográficas

(1) EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. *Building hardware - Locks and latches - Mechanically operated locks, latches and locking plates - Requirements and test methods*, DIN EN 12209, 2004.

(2) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Fechadura de embutir - Requisitos, classificação e métodos de ensaio*, NBR 14913, 2002.

(3) EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. *Building hardware - Corrosion resistance - Requirements and test methods*, EN 1670, 1998.

(4) INTERNACIONAL STANDARD. *Metallic coatings - Electrodeposited coatings of nickel plus chromium and of copper plus nickel plus chromium*, ISO 1456, 2003.

(5) INTERNACIONAL STANDARD. *Metallic coatings - Electrodeposited coatings of nickel*, ISO 1458, 2002.

(6) INTERNACIONAL STANDARD. *Metallic coatings - Electroplated coatings of zinc on iron or steel*, ISO 2081, 1986.

(7) INTERNACIONAL STANDARD. *Chromate conversion coatings on electroplated zinc and cadmium coatings*, ISO 4520, 1981.

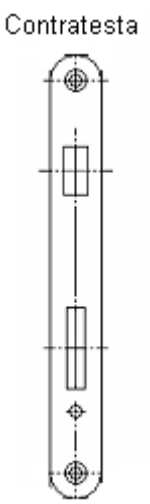
(8) INTERNACIONAL STANDARD. *Anodizing of aluminium and its alloys - General specifications for anodic oxide coatings on aluminium*, ISO 7599,1983

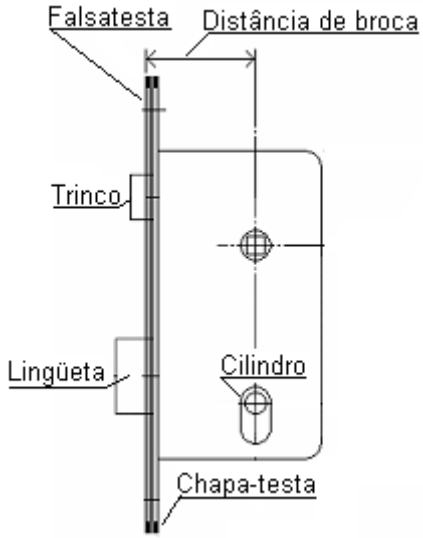
(9) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Material metálico revestido e não-revestido: corrosão por exposição à névoa salina*, NBR 8094, 1983.

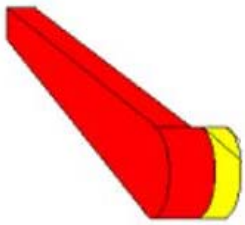
(10) TECNOLOGIA DE SISTEMAS EM ENGENHARIA LTDA – TESIS. RT1010/151 “Relatório Técnico sobre Resistência à Corrosão de Fechaduras de Embutir Externas”, 2006.

6 Ilustrações e tabelas

Máquina da fechadura







maçaneta

Fechadura montada em cepo

Figura 1: componentes da fechaduras e conjunto fechadura montado em cepo

Figura 2: amostras posicionadas na câmara de ensaio

Análise das características funcionais			
travamento da lingüeta	acionamento frontal do trinco	acionamento do trinco e da lingüeta pela chave	acionamento do trinco pela maçaneta
Avaliação dos torques			
torque para recolhimento da lingüeta pela chave		torque para recolhimento do trinco pelo cubo	

Figura 3: análise das características funcionais e de torques das fechaduras

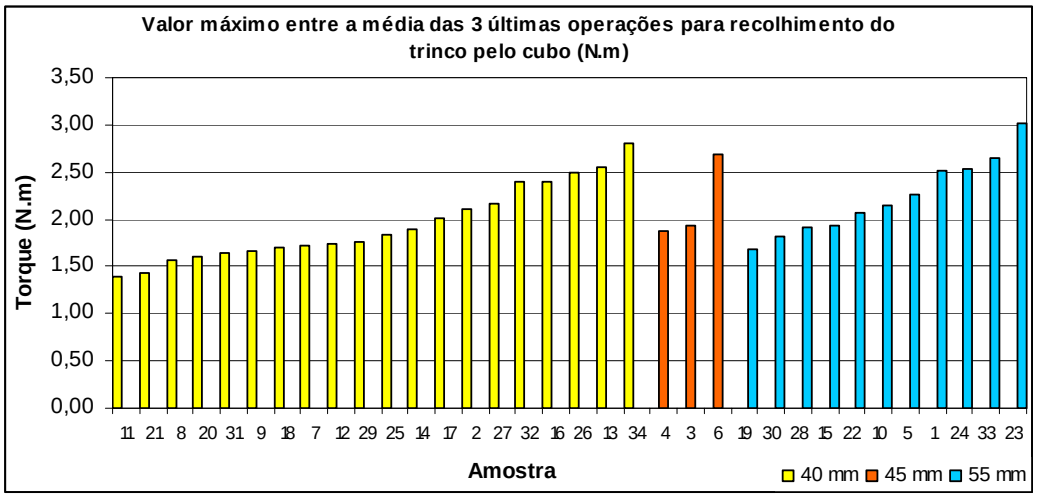


Figura 4: Média dos 3 últimos torques para recolhimento do trinco pelo cubo

Figura 5: exemplos de deterioração dos revestimentos das fechaduras, comprometendo a função estética do produto

Tabela 1 – Resumo de exigências das normas internacionais para os revestimentos

Norma	Revestimento	Condições de serviço	Principais requisitos exigidos
ISO 1456:2003	Níquel + Cromo Cobre + Níquel + Cromo sobre bases metálicas	Grau 0: excepcionalmente branda Grau 1: branda Grau 2: moderada Grau 3: severa Grau 4: excepcionalmente severa	aspecto visual, aderência, espessura e resistência à corrosão
ISO 1458:2002	Níquel e Níquel + Cobre sobre bases metálicas	Grau 0: excepcionalmente branda Grau 1: branda Grau 2: moderada Grau 3: severa	aspecto visual, aderência, espessura e resistência à corrosão
ISO 2081:1986	Zinco sobre ferro ou aço	Condição de serviço 1: branda Condição de serviço 2: moderada Condição de serviço 3: severa Condição de serviço 4: excepcionalmente severa	aspecto visual, aderência e espessura
ISO 4520:1981	Camada protetiva de cromo sobre revestimento eletrolítico de zinco ou cádmio	Classe 1 A: revestimento transparente, proteção leve Classe 1 B: revestimento esbranquiçado, proteção leve Classe 2 C: revestimento brilhante, proteção considerável Classe 2 D: revestimento opaco, proteção considerável	aderência e resistência à corrosão
ISO 7599:1983	Revestimento de oxidação anódica sobre o alumínio	Classe de proteção 1: branda Classe de proteção 2: moderada Classe de proteção 3: severa Classe de proteção 4: excepcionalmente severa	aspecto visual, espessura, qualidade da vedação, resistência à corrosão, resistência à abrasão, resistência à fissuração por deformação, estabilidade a luz e radiação ultravioleta, potencial de isolamento elétrico, continuidade do revestimento, densidade superficial
EN 1670:1998	Outros revestimentos não citados nas normas acima ou superfícies sem revestimentos	Grau 0: sem resistência à corrosão Grau 1: ambientes normalmente seco Grau 2: ambientes às vezes úmidos Grau 3: ambientes freqüentemente úmidos ou sujeitos à leve poluição Grau 4: ambiente muitos poluídos	resistência à corrosão

Tabela 2: Amostras utilizadas no diagnóstico

Amostra	Tipo de substrato e acabamento por peça				Distância de broca
	Maçaneta	Espelho	Trinco/ Lingüeta	Chapa/ falsatesta	
1	Zamac + cromo	Aço inox s/acab.	zamac + cromo	Aço inox s/acab.	55
2	Zamac + cromo	Aço inox s/acab.	zamac + cromo	Aço inox s/acab.	40
3	Zamac + pintura	Aço + pintura	zamac + pintura	Aço + pintura	45
4	Latão + verniz	Latão + verniz	Latão + verniz	Latão + verniz	45
5	Latão + verniz	Latão + verniz	Latão + verniz	Latão + verniz	55
6	Latão + verniz	Latão + verniz	zamac + cromo	Latão + pintura	45
7	Zamac + pintura	Aço + pintura	zamac sub. oxidação	Aço + pintura	40
8	Zamac + verniz	Zamac + verniz	zamac sub. oxidação	Aço + pintura	40
9	Zamac + pintura	Aço + pintura	Zamac + zinco	Aço + pintura	40
10	Zamac + pintura	Aço + pintura	Zamac + zinco	Aço + pintura	55
11	Zamac + cromo	Aço inox s/acab.	Zamac + zinco	Aço inox s/acab.	40
12	Zamac + verniz	Zamac + verniz	Zamac + zinco	Aço + pintura	40
13	Zamac + pintura	Aço + pintura	Zamac + zinco	Aço + pintura	40
14	Zamac + cromo	Aço inox s/acab.	Zamac + níquel	Aço + cromado	40
15	Zamac + cromo	Aço inox s/acab.	Zamac + níquel	Aço + cromado	55
16	Zamac + pintura	Aço + pintura	Zamac + zinco	Aço + pintura	40
17	Zamac + pintura	Aço + pintura	Zamac + zinco	Aço + zinco/pintura	40
18	Zamac + verniz	Zamac + verniz	Zamac + zinco	Aço + pintura	40
19	Zamac + pintura	Aço + pintura	Zamac + zinco	Aço + zinco/pintura	55
20	Zamac + pintura	Aço + pintura	Zamac + zinco	Aço + pintura	40
21	Zamac + cromo	Aço inox s/acab.	Zamac + zinco	Aço inox s/acab.	40
22	Zamac + verniz	Zamac + verniz	Zamac + zinco	Aço + pintura	55
23	Latão + cromo	Latão + cromo	zamac + cromo	Latão + cromo	55
24	Zamac + pintura	Latão+ pintura	zamac + cromo	Ferro + pintura	55
25	Zamac + pintura	Latão+ pintura	zamac + cromo	Ferro + pintura	40
26	Zamac + cromo	Aço inox s/acab.	zamac + cromo	Ferro + cromo	40
27	Zamac + pintura	Aço + pintura	zamac + pintura	Aço + pintura	40
28	Zamac + verniz	Zamac + verniz	zamac + pintura	Aço + pintura	55
29	Zamac + cromo	Zamac + cromo	Zamac + níquel	Aço inox s/acab.	40
30	Latão + verniz	Latão + verniz	Zamac + níquel	Latão + verniz	55
31	Latão + verniz	Latão + verniz	Zamac + níquel	Latão + verniz	40
32	zamac + cromo	Aço inox s/acab.	zamac + cromo	Aço inox s/acab.	40
33	Latão + cromo	Latão + cromo	zamac + cromo	Latão + cromo	55
34	Latão + cromo	Latão + cromo	zamac + cromo	Latão + cromo	40

Tabela 3: resultados do diagnóstico por amostra

						Idade de verificação em que ocorreu a reprovação			Valor máximo entre a média das 3 últimas operações de torques em cada idade	
Amostra	Maçaneta	Espelho	Trinco/ Lingüeta	Chapa/ falsatesta	broca	Características funcionais	Análise visual	Análise visual considerando apenas as peças aparentes na condição de porta fechada	Recolhimento do trinco pelo cubo (N.m)	Recolhimento da lingüeta pela chave
1	Zamac + cromo	Aço inox s/acab.	zamac + cromo	Aço inox s/acab.	55	48 h	24 h	24 h	2,52	inferior a 0,56 N.m
2	Zamac + cromo	Aço inox s/acab.	zamac + cromo	Aço inox s/acab.	40	24 h	24 h	24 h	2,10	inferior a 0,56 N.m
3	Zamac + pintura	Aço + pintura	zamac + pintura	Aço + pintura	45	A	24 h	A	1,93	inferior a 0,56 N.m
4	Latão + verniz	Latão + verniz	Latão + verniz	Latão + verniz	45	48 h	24 h	48 h	1,87	inferior a 0,56 N.m
5	Latão + verniz	Latão + verniz	Latão + verniz	Latão + verniz	55	72 h	24 h	48 h	2,27	inferior a 0,56 N.m
6	Latão + verniz	Latão + verniz	zamac + cromo	Latão + pintura	45	A	24 h	24 h	2,69	inferior a 0,56 N.m
7	Zamac + pintura	Aço + pintura	zamac sub. oxidação	Aço + pintura	40	72 h	24 h	24 h	1,71	inferior a 0,56 N.m
8	Zamac + verniz	Zamac + verniz	zamac sub. oxidação	Aço + pintura	40	72 h	24 h	24 h	1,56	inferior a 0,56 N.m
9	Zamac + pintura	Aço + pintura	Zamac + zinco	Aço + pintura	40	A	24 h	24 h	1,67	inferior a 0,56 N.m
10	Zamac + pintura	Aço + pintura	Zamac + zinco	Aço + pintura	55	A	24 h	24 h	2,14	inferior a 0,56 N.m
11	Zamac + cromo	Aço inox s/acab.	Zamac + zinco	Aço inox s/acab.	40	96 h	24 h	24 h	1,40	inferior a 0,56 N.m
12	Zamac + verniz	Zamac + verniz	Zamac + zinco	Aço + pintura	40	72 h	24 h	24 h	1,73	inferior a 0,56 N.m
13	Zamac + pintura	Aço + pintura	Zamac + zinco	Aço + pintura	40	72 h	24 h	24 h	2,55	inferior a 0,56 N.m
14	Zamac + cromo	Aço inox s/acab.	Zamac + níquel	Aço + cromado	40	72 h	24 h	24 h	1,90	inferior a 0,56 N.m
15	Zamac + cromo	Aço inox s/acab.	Zamac + níquel	Aço + cromado	55	72 h	24 h	24 h	1,93	inferior a 0,56 N.m
16	Zamac + pintura	Aço + pintura	Zamac + zinco	Aço + pintura	40	72 h	24 h	24 h	2,40	inferior a 0,56 N.m
17	Zamac + pintura	Aço + pintura	Zamac + zinco	Aço + zinco/pintura	40	72 h	24 h	24 h	2,02	inferior a 0,56 N.m
18	Zamac + verniz	Zamac + verniz	Zamac + zinco	Aço + pintura	40	A	24 h	24 h	1,70	inferior a 0,56 N.m
19	Zamac + pintura	Aço + pintura	Zamac + zinco	Aço + zinco/pintura	55	96 h	24 h	48 h	1,68	inferior a 0,56 N.m
20	Zamac + pintura	Aço + pintura	Zamac + zinco	Aço + pintura	40	A	24 h	24 h	1,61	inferior a 0,56 N.m
21	Zamac + cromo	Aço inox s/acab.	Zamac + zinco	Aço inox s/acab.	40	48 h	24 h	24 h	1,42	inferior a 0,56 N.m
22	Zamac + verniz	Zamac + verniz	Zamac + zinco	Aço + pintura	55	A	24 h	24 h	2,07	inferior a 0,56 N.m
23	Latão + cromo	Latão + cromo	zamac + cromo	Latão + cromo	55	96 h	24 h	24 h	3,02	inferior a 0,56 N.m
24	Zamac + pintura	Latão+ pintura	zamac + cromo	Ferro + pintura	55	96 h	24 h	24 h	2,54	inferior a 0,56 N.m
25	Zamac + pintura	Latão+ pintura	zamac + cromo	Ferro + pintura	40	48 h	24 h	24 h	1,84	inferior a 0,56 N.m
26	Zamac + cromo	Aço inox s/acab.	zamac + cromo	Ferro + cromo	40	96 h	24 h	24 h	2,50	inferior a 0,56 N.m
27	Zamac + pintura	Aço + pintura	zamac + pintura	Aço + pintura	40	A	24 h	24 h	2,17	inferior a 0,56 N.m
28	Zamac + verniz	Zamac + verniz	zamac + pintura	Aço + pintura	55	A	24 h	24 h	1,92	inferior a 0,56 N.m
29	Zamac + cromo	Zamac + cromo	Zamac + níquel	Aço inox s/acab.	40	A	24 h	48 h	1,77	inferior a 0,56 N.m
30	Latão + verniz	Latão + verniz	Zamac + níquel	Latão + verniz	55	96 h	24 h	48 h	1,82	inferior a 0,56 N.m
31	Latão + verniz	Latão + verniz	Zamac + níquel	Latão + verniz	40	72 h	24 h	A	1,65	inferior a 0,56 N.m
32	zamac + cromo	Aço inox s/acab.	zamac + cromo	Aço inox s/acab.	40	A	48 h	48 h	2,40	inferior a 0,56 N.m
33	Latão + cromo	Latão + cromo	zamac + cromo	Latão + cromo	55	A	72 h	72 h	2,65	inferior a 0,56 N.m
34	Latão + cromo	Latão + cromo	zamac + cromo	Latão + cromo	40	A	48 h	48 h	2,81	inferior a 0,56 N.m

A: amostras que tiveram todas as características funcionais sem alterações após 96 horas de exposição.