
Copyright 2018, ABRACO

Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2018, em São Paulo, no mês de maio de 2018.

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

EVOLUÇÃO NA RESISTÊNCIA À CORROSÃO DOS REVESTIMENTOS DAS FECHADURAS DE EMBUTIR COMERCIALIZADAS NO BRASIL

Guilherme Pereira Gulman^a, Mariana Caro Barleta^b, Edwiges Ribeiro^c, Vera da Conceição Fernandes Hachich^d

Abstract

The aim of this work is to present the evolution in the corrosion resistance of mortise locks verified in the Quality Assurance Program for Locks since 2006. Corrosion resistance tests are carried out through the exposure of the components separately and from the lock assembly in the neutral salt-spray chamber. The exposure time varies between 24 h and 144 h, and is determined by the product classification, indicated by the manufacturer, as established by the standard ABNT NBR 14913/11- Mortise locks - Requirements, classification and test methods. More than 3000 tests were carried out between 2006 and 2017. As a way of quantifying the evolution of the quality of the mortise locks available in Brazilian domestic market in recent years, in 2017 a study was carried out that verified the behavior of the components of the locks in the maximum exposure time established by the standard, that is, 144 h of exposure to neutral salt-spray, irrespective of the classification of the product. The results of this evaluation will be used to assist in the revision of the Brazilian standard and also for manufacturers to broaden the knowledge of the major problems presented by mortise locks, thus guiding actions to improve the quality and durability of the product.

Keywords: corrosion, locks, coating.

Resumo

O objetivo deste trabalho é apresentar a evolução na resistência à corrosão dos revestimentos das fechaduras de embutir verificadas no âmbito do Programa Setorial da Qualidade de Fechaduras desde 2006. Os ensaios de resistência à corrosão são realizados por meio da exposição dos componentes separadamente e também do conjunto da fechadura em câmara de névoa salina neutra. O tempo de exposição varia entre 24 h e 144 h, e é determinado pela classificação do produto, indicada pelo fabricante, conforme estabelece a norma ABNT NBR 14913/11 - Fechadura de embutir - Requisitos, classificação e métodos de ensaio. Entre 2006 e 2017 foram realizados mais de 3000 ensaios. Como forma de quantificar a evolução da qualidade das fechaduras de embutir comercializadas no Brasil nos últimos anos, em 2017 foi realizado um estudo que verificou o comportamento dos componentes das fechaduras de embutir no tempo máximo de exposição estabelecido pela norma brasileira, ou seja, 144 h de

^a Engenheiro Civil – TESIS - Tecnologia e Qualidade de Sistemas em Engenharia Ltda.

^b Engenheira Civil – TESIS - Tecnologia e Qualidade de Sistemas em Engenharia Ltda.

^c Engenheira Civil – TESIS - Tecnologia e Qualidade de Sistemas em Engenharia Ltda.

^d Doutora, Engenheira Civil – TESIS - Tecnologia e Qualidade de Sistemas em Engenharia Ltda.

exposição à névoa salina neutra, independentemente da classificação do produto. Os resultados desta avaliação serão utilizados para auxiliar na revisão da norma brasileira e também para que os fabricantes ampliem o conhecimento dos principais problemas apresentados por componente da fechadura, orientando assim ações para melhoria da qualidade e durabilidade do produto.

Palavras-chave: Corrosão, Fechaduras de embutir, Revestimento.

Introdução

Com o objetivo de contribuir para melhoria da qualidade do revestimento das fechaduras de embutir comercializadas no Brasil, o Programa Setorial da Qualidade de Fechaduras realiza – desde 2006 – avaliação sistemática da resistência à corrosão dos produtos disponíveis no mercado nacional. A avaliação é feita de acordo com a norma *ABNT NBR 14913 - Fechadura de embutir - Requisitos, classificação e métodos de ensaio (1)*, que estabelece, entre os requisitos de desempenho, a metodologia e os critérios para avaliação da resistência à corrosão das fechaduras de embutir comercializadas no Brasil. Até o momento, foram analisadas cerca de 3000 amostras. Estas amostras são constituídas pelos componentes da fechadura que ficam aparentes na condição da porta fechada (maçanetas, espelho ou roseta, parafusos e cilindro), com as diversas combinações de substrato e 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 h, dependendo da classificação do produto. A classificação é informada pelo fabricante de acordo com o uso recomendado do produto, conforme define a Tabela 1. Além destas avaliações, foi realizado em 2017 um estudo que verificou o comportamento das amostras após 144 h de exposição em névoa salina neutra, independentemente da classificação do produto. Ressalta-se que o foco deste estudo foi avaliar apenas o revestimento dos componentes constituintes das fechaduras, porque, ao longo das avaliações realizadas no âmbito do Programa Setorial da Qualidade, a avaliação do funcionamento (operações de manuseio e características funcionais) após exposição à névoa salina neutra não se mostrou crítica. Com o resultado do trabalho é possível orientar os fabricantes do setor quanto aos componentes do conjunto fechadura que são mais suscetíveis à corrosão (parafusos, maçaneta, cilindro, espelho etc.), para a tomada de ações corretivas mais eficientes, contribuindo significativamente para o aumento da resistência à corrosão das fechaduras comercializadas no país e para a melhoria da qualidade e durabilidade dos produtos.

Um estudo que avaliou a evolução na verificação da resistência à corrosão das fechaduras de embutir foi apresentado durante o INTERCORR 2012, em Salvador/BA, no mês de maio de 2012, sob o título **AUMENTO DA RESISTÊNCIA À CORROSÃO DAS FECHADURAS DE EMBUTIR COMERCIALIZADAS NO BRASIL (2)**.

Metodologia

1 Justificativa

O Programa Setorial da Qualidade de Fechaduras foi implementado em 2000 pela ABIMCON - Associação Brasileira da Indústria de Artefatos Metálicos para Construção com o objetivo

de garantir que as fechaduras de embutir comercializadas no Brasil atendam às Normas Técnicas Brasileiras, além de criar uma estrutura técnica e administrativa que permita a produção e comercialização de fechaduras com características controladas, de modo a garantir um desempenho satisfatório, segundo especificações técnicas.

A estrutura do Programa está de acordo com o regimento do Sistema de Qualificação de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos – SiMaC do PBQP-H - Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat, 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 Setorial 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://pbqp-h.cidades.gov.br/>.

Uma das atividades realizadas pelo Programa Setorial da Qualidade consiste em coletar amostras tanto em auditorias em fábricas de fechaduras de diferentes empresas como também 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 e Qualidade de Sistemas em Engenharia Ltda. Atualmente, o Programa conta com um banco de dados com mais de 5500 fechaduras de embutir avaliadas segundo a norma brasileira.

Um dos ensaios preconizados pela ABNT NBR 14913/11 para avaliação das fechaduras é a verificação da resistência à corrosão do revestimento dos produtos, quando expostos à câmara de névoa salina neutra. Até o momento, este ensaio já foi realizado em cerca de 3000 amostras de fechaduras de embutir. Este ensaio é classificatório, conforme pode ser visto na Tabela 1, e a classificação das fechaduras deve estar clara na embalagem do produto, assim como a recomendação do local de instalação.

Conforme apresenta o gráfico da Figura 1, dentre todas as amostras coletadas nas fábricas das empresas que participam do Programa no ano de 2017, 58% foram declaradas como Grau 1, ou seja, revestimentos recomendados para uso em ambientes sem umidades e sem intempéries. Já nas demais amostras, 16% foram declaradas como Grau 2, 18% como Grau 3 e 9% como Grau 4.

Como a norma brasileira está em processo de revisão junto à Comissão de Estudos Especial de Ferragens (ABNT/CEE-188), o estudo forneceu subsídios para que o setor possa trabalhar em novas possibilidades de classificação, além de identificar os componentes mais suscetíveis à falha neste requisito.

2 Escolha das amostras

Entre fevereiro de 2006 e dezembro de 2017 foram avaliadas 2925 amostras de fechaduras de embutir em relação à resistência à corrosão do revestimento. As amostras foram coletadas trimestralmente pelo Programa Setorial da Qualidade, nas fábricas de fechaduras ou em lojas de material de construção. As combinações de substrato e revestimento das amostras foram escolhidas respeitando o volume de produção das empresas. Assim, o estudo abrange todas as combinações de substrato e acabamento comercializadas no Brasil, embora o maior número

de amostras analisadas corresponda aos modelos mais comercializados pelas empresas. A análise destes dados mostra a evolução da resistência à corrosão das fechaduras de embutir comercializadas no Brasil.

Além disso, para avaliar a evolução da resistência à corrosão dos componentes das fechaduras de embutir, foram testadas 127 amostras, de todas as empresas participantes do Programa Setorial da Qualidade, coletadas entre outubro de 2016 e agosto de 2017. Estas amostras foram avaliadas em relação ao tempo máximo de exposição estabelecido pela norma brasileira, ou seja, 144 h de exposição, independentemente da classificação estabelecida pelo fabricante.

Vale ressaltar que este estudo também considerou as combinações de substrato e acabamento que foram consideradas como mais críticas no estudo que avaliou a influência das diversas combinações substrato/revestimento na resistência à corrosão dos produtos, combinações tais como ZAMAC CROMADO, ZAMAC LATONADO OXIDADO, entre outros. Este estudo foi apresentado durante o INTERCORR 2010, em Fortaleza/CE, no mês de maio de 2010, sob o título INFLUÊNCIA DOS COMPONENTES E DA COMBINAÇÃO SUBSTRATO/REVESTIMENTO NA RESISTÊNCIA À CORROSÃO DAS FECHADURAS DE EMBUTIR COMERCIALIZADAS NO BRASIL (3).

3 Propriedades avaliadas e métodos de ensaio

As amostras de fechaduras de embutir cujos resultados embasaram esse estudo foram coletadas diretamente nas fábricas ou revendas de materiais de construção e conduzidas ao laboratório da TESIS, onde foram realizados os ensaios. 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 2).

Os componentes são expostos em câmara de névoa salina neutra, posicionadas na câmara numa inclinação de 25° em relação à vertical. (Figura 3), conforme *ABNT NBR 8094/83 - Material metálico revestido e não revestido: corrosão por exposição à névoa salina* (4). A cada 24 h, os corpos de prova são retirados da câmara por no máximo 30 min e submetidos à análise visual, verificando o aparecimento de manchas de corrosão ou deterioração do revestimento das peças.

Na primeira parte do estudo foi realizada a compilação dos resultados dos ensaios de resistência à corrosão realizados entre 2006 e 2017. Foram consideradas aprovadas as amostras que não apresentaram alterações, visíveis a olho desarmado, no revestimento dos componentes após os tempos de exposição indicados na Tabela 1, de acordo com a sua classificação

Para a segunda parte do estudo, foram selecionadas 127 amostras que aprovaram no ensaio de resistência à corrosão conforme a sua classificação. Para estas amostras, o ensaio prosseguiu até as 144 h com análises de cada uma das peças a cada 24 h, observando o tipo da alteração do revestimento e o tempo em que apareceu. Vale ressaltar que mesmo constatando alterações do revestimento de um componente, o ensaio dos demais componentes continuou até o tempo de 144 h. Portanto, uma mesma amostra pode ter apresentado alterações em diferentes

componentes com tempos de exposição distintos. As Figuras 4, 5 e 6 mostram alguns exemplos de peças que apresentaram alterações no revestimento.

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 foco deste estudo foi a verificação visual dos componentes aparentes na condição de porta fechada após exposição à névoa salina neutra, pois se mostrou mais crítica ao longo do tempo, como um fator limitante para a classificação da fechadura. O Programa já desenvolveu um estudo para a verificação funcional que 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 (5). Portanto, a avaliação das características funcionais e de torque das amostras não é assunto desse trabalho.

Resultados e discussão

A primeira parte do estudo consistiu na tabulação dos resultados do ensaio de resistência à corrosão, ano a ano, a partir de 2006. Essa compilação mostrou a evolução no percentual de amostras aprovadas.

A segunda parte do estudo observou o comportamento dos componentes das amostras de fechaduras de embutir que foram submetidas até 144 h de exposição em névoa salina neutra. A partir deste estudo foi possível verificar quais os componentes das fechaduras de embutir mais suscetíveis a apresentar alteração do revestimento.

1 Levantamento dos resultados do ensaio de resistência à corrosão desde 2006

Analisando os resultados apresentados nas Tabelas 2 e 3 e os gráficos das Figuras 7 e 8, verifica-se que:

- Houve aumento significativo do percentual de amostras aprovadas, que passou de 36% em 2006 para 98% em 2017. Como o número de amostras avaliadas cresceu ao longo deste tempo, um maior percentual de aprovação significa inclusive um aumento do número absoluto de produtos aprovados.
- Houve queda significativa tanto do percentual como do número de amostras reprovadas.

2 Verificação do comportamento dos componentes das amostras submetidas até 144 h de exposição à névoa salina neutra

Analisando os resultados apresentados nas Tabelas 4, 5 e 6 e os gráficos das Figuras 9 e 10, verifica-se que:

- Os componentes que apresentaram falhas no revestimento foram os parafusos do espelho/roseta, maçaneta e espelho/roseta. Os demais componentes (parafuso da maçaneta e cilindro/tranqueta) não apresentaram alterações no revestimento.
- Nenhuma combinação específica de substrato e revestimento se mostrou mais suscetível à corrosão.

-
- Das amostras declaradas como Grau 3 (72 h), apenas 1 (5% das amostras ensaiadas) apresentou falha no revestimento com 144 h. Esta falha foi verificada no espelho da fechadura.
 - Das amostras declaradas como Grau 2 (48 h), apenas 4 (19% das amostras ensaiadas) apresentaram falhas no revestimento quando ensaiadas até 144 h. Todas as alterações foram verificadas na maçaneta da fechadura, sendo 50% das falhas com 72 h e 50% com 144 h.
 - Das amostras declaradas Grau 1 (24 h), 18 (21% das amostras ensaiadas) apresentaram falhas no revestimento de um ou mais componentes quando ensaiadas até 144 h. Dentre as alterações do revestimento constatadas, destaca-se que:
 - 11 amostras (61% das amostras reprovadas) apresentaram alterações no revestimento dos parafusos do espelho/roseta. Ressalta-se também que 73% das alterações no revestimento dos parafusos do espelho/roseta aconteceram com 48 h de exposição.
 - 8 amostras (44% das amostras reprovadas) apresentaram alterações no revestimento do espelho/roseta. Destas, 87% foram verificadas com 144 h de exposição.
 - 4 amostras (22% das amostras reprovadas) apresentaram alterações no revestimento da maçaneta. Destas, 75% foram verificadas até 72 h de exposição.
 - 82% das amostras avaliadas não apresentaram alterações no revestimento após 144 h de exposição à névoa salina neutra. Dentre estas, incluem-se as amostras com as combinações de substrato e acabamento que foram consideradas mais críticas no estudo apresentado no INTERCORR 2010.

3 Análise dos resultados

Na análise dos resultados, observou-se que ao longo de mais de dez anos de avaliação sistemática, houve um avanço significativo na resistência à corrosão verificada nos acabamentos das fechaduras de embutir comercializadas no Brasil.

Ao expor os componentes da fechadura até 144 h em névoa salina neutra, constatou-se que:

- Os parafusos de fixação do espelho/roseta e a maçaneta foram os componentes que mais apresentaram alteração do revestimento.
- A combinação de substrato e revestimento não se mostrou como um fator preponderante sobre os resultados na resistência à corrosão. Isto demonstra uma evolução no setor, pois as combinações que eram consideradas críticas apresentaram bom desempenho na avaliação.
- As fechaduras de embutir comercializadas no Brasil possuem potencial para serem classificadas em graus superiores em relação aos que são declarados atualmente.

Conclusões

As avaliações sistemáticas e contínuas das fechaduras coletadas em fábricas ou adquiridas em vendas e a avaliação do desempenho até o tempo máximo normativo foram importantes para o conhecimento dos principais problemas apresentados pelos revestimentos utilizados nos produtos e dos componentes que mais sofrem alteração do revestimento. Além disso, foi possível concluir que a maior parte das fechaduras avaliadas no estudo são declaradas com o grau de resistência à corrosão inferior ao que o produto realmente resiste. Ou seja, os produtos colocados no mercado nacional possuem potencial de atendimento aos graus de resistência à corrosão maiores do que são declarados atualmente nas embalagens.

Portanto, estas avaliações direcionam o setor para a tomada de ações corretivas eficientes e para a reclassificação do produto, o que é possível de fazer sem grandes modificações ou apenas alterando um componente. Atividades como esta, realizadas desde a implementação do Programa Setorial da Qualidade de Fechaduras, resultaram num aumento significativo da resistência à corrosão das fechaduras de embutir comercializadas no Brasil nos últimos dez anos.

Referências bibliográficas

- (1) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Fechadura de embutir - Requisitos, classificação e métodos de ensaio*, ABNT NBR 14913, 2009.
- (2) RIBEIRO, Edwiges, VAIDERGORIN, Evelyne, FERNANDES-HACHICH, Vera. Aumento da resistência à corrosão das fechaduras de embutir comercializadas no Brasil. In: INTERCORR 2012, 2012, Salvador. Intercorr 2012, 2012.
- (3) RIBEIRO, Edwiges, VAIDERGORIN, Evelyne, FERNANDES-HACHICH, Vera. Influência dos componentes e da combinação substrato/revestimento na resistência à corrosão das fechaduras de embutir comercializadas no Brasil. In: INTERCORR 2010, 2010, Fortaleza. Intercorr 2010, 2010.
- (4) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Material metálico revestido e não-revestido: corrosão por exposição à névoa salina*, ABNT NBR 8094, 1983.
- (5) FERNANDES-HACHICH, Vera, VAIDERGORIN, Evelyne, RIBEIRO, Maíse 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 ABNT 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 h
3	Ambiente com umidade e intempéries (ex.: áreas externas urbanas e rurais)	72 h
2	Ambiente com umidade e sem intempéries (ex.: cozinhas e banheiros)	48 h
1	Ambiente sem umidade e sem intempéries (ex.: salas e dormitórios)	24 h

Tabela 2: Número de amostras avaliadas e resultados dos ensaios de resistência à corrosão realizados entre 2006 e 2017

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Amostras avaliadas	143	141	191	255	268	272	277	157	302	296	292	331
Amostras aprovadas 24h	16	38	81	114	117	146	160	85	141	138	150	190
Amostras aprovadas 48h	16	18	38	38	72	62	69	37	75	61	58	58
Amostras aprovadas 72h	7	33	14	14	18	27	30	15	37	20	36	51
Amostras aprovadas 144h	13	4	5	7	5	14	8	9	17	14	23	24
Amostras aprovadas	52	93	138	173	212	249	267	146	270	233	267	323

Tabela 3: Percentual de aprovação e de reprovação dos ensaios de resistência à corrosão realizados entre 2006 e 2017

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Amostras aprovadas	36%	66%	72%	68%	79%	92%	96%	93%	89%	79%	91%	98%
Amostras reprovadas	64%	34%	28%	32%	21%	8%	4%	7%	11%	21%	9%	2%

Tabela 4: Número de amostras avaliadas e resultado do ensaio de resistência à corrosão de acordo com o grau de corrosão declarado pela fabricante na embalagem do produto

	Grau 1	Grau 2	Grau 3
Amostras avaliadas	85	21	21
Amostras que não apresentaram alteração do revestimento com 144 h	67	17	20
Amostras que apresentaram alteração do revestimento com 48 h	8	-	-
Amostras que apresentaram alteração do revestimento com 72 h	5	2	-
Amostras que apresentaram alteração do revestimento com 144 h	5	2	1

Tabela 5: Componentes que apresentaram alteração do revestimento durante o ensaio de resistência à corrosão até 144 h de exposição

	Maçaneta	Parafuso da maçaneta	Espelho/roseta	Parafusos do espelho/roseta	Cilindro/tranqueta
Amostras com alteração do revestimento em 48 h	0	0	1	8	0
Amostras com alteração do revestimento em 72 h	5	0	0	2	0
Amostras com alteração do revestimento em 144 h	3	0	7	1	0

Tabela 6: Componentes que apresentaram alteração do revestimento durante o ensaio de resistência à corrosão até 144 h de exposição

	Maçaneta	Parafuso da maçaneta	Espelho/roseta	Parafusos do espelho/roseta	Cilindro/tranqueta
Amostras declaradas como Grau 1	4	0	8	11	0
Amostras declaradas como Grau 2	4	0	0	0	0
Amostras declaradas como Grau 3	0	0	1	0	0

Ilustrações

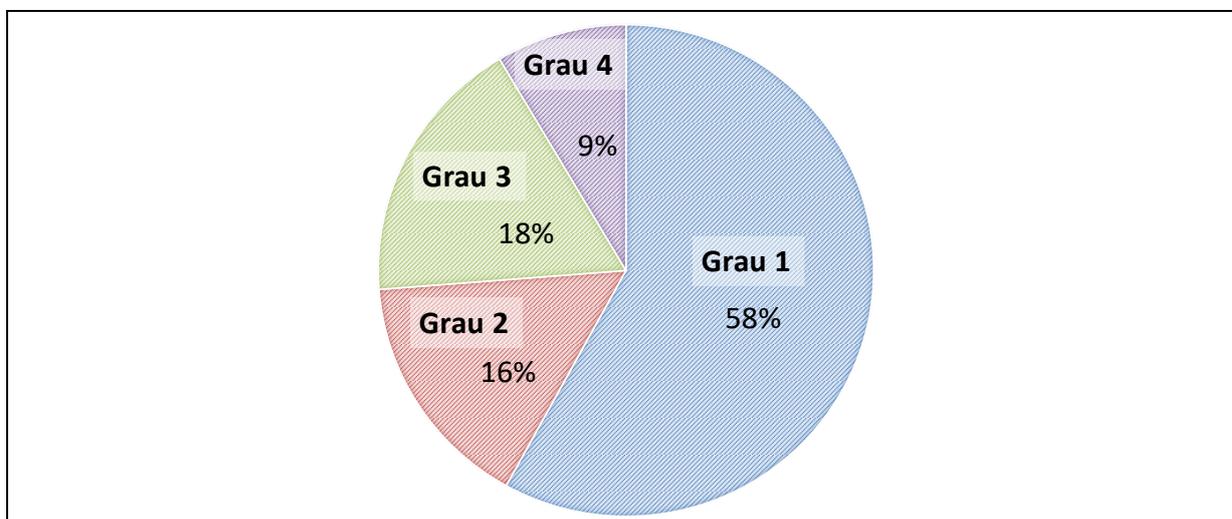


Figura 1: Gráfico com as porcentagens dos graus de corrosão declarados nas amostras avaliadas em 2017 no âmbito do Programa Setorial da Qualidade de Fechaduras

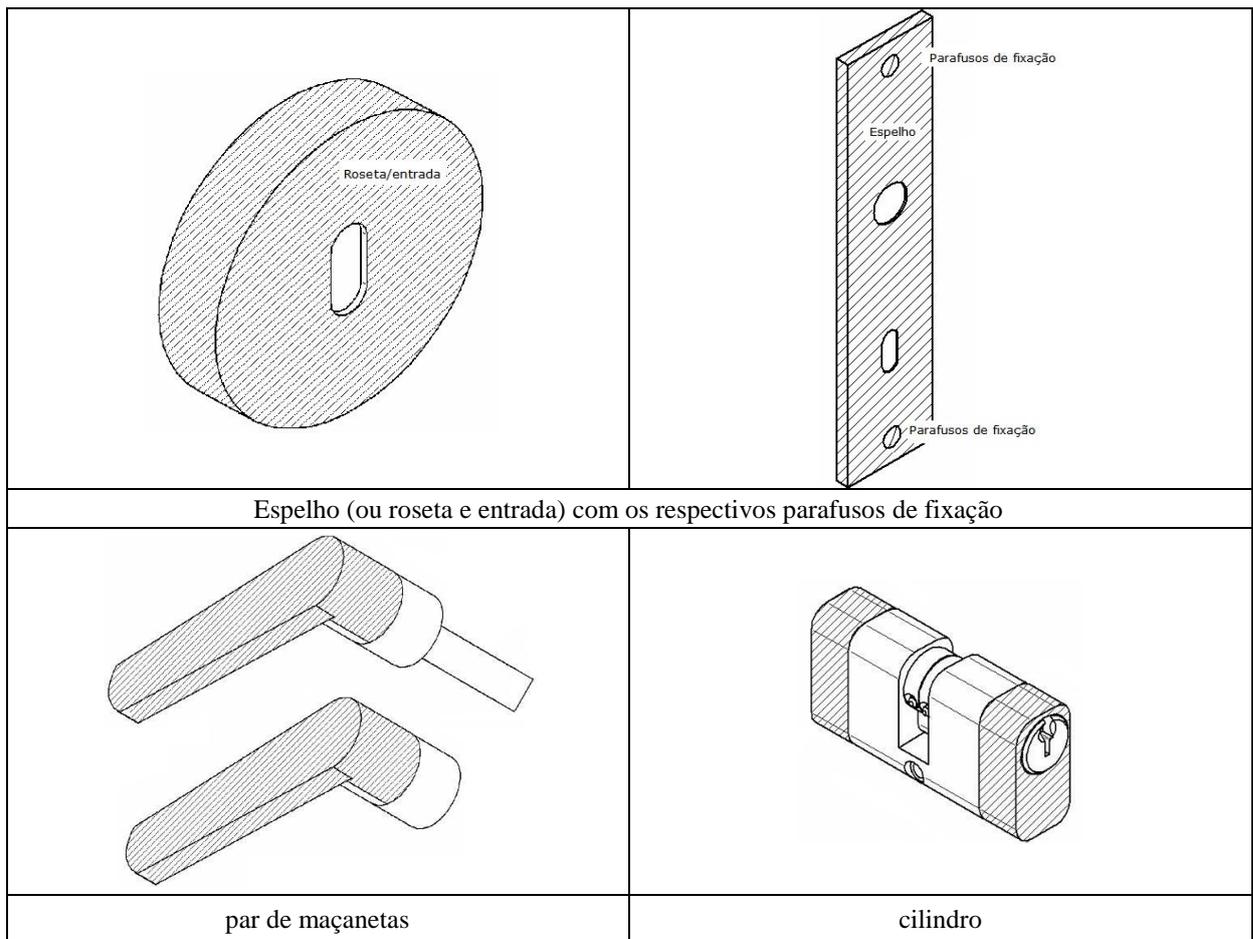


Figura 2: Componentes do conjunto fechadura que ficam aparentes na condição da porta fechada



Figura 3: Posicionamento das amostras na câmara de ensaio

	
<p>Amostra declarada como Grau 2, após 144 h de exposição</p>	<p>Amostra declarada como Grau 2, após 144 h de exposição</p>

Figura 4: Exemplo de alterações de revestimento de maçanetas, com a classificação do produto e o tempo em que ocorreu a alteração do revestimento

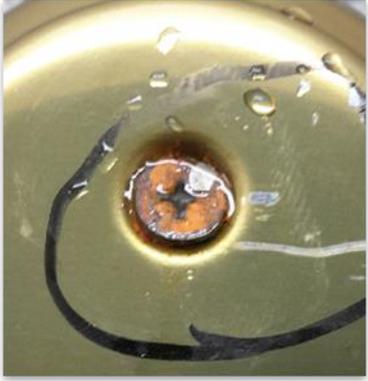
	
<p>Amostra declarada como Grau 1, após 72 h de exposição</p>	<p>Amostra declarada como Grau 1, após 144 h de exposição</p>
	
<p>Amostra declarada como Grau 1, após 48 h de exposição</p>	<p>Amostra declarada como Grau 1, após 48 h de exposição</p>

Figura 5: Exemplo de alterações de revestimento do parafuso do espelho/roseta



Figura 6: Exemplo de alterações de revestimento do espelho/roseta

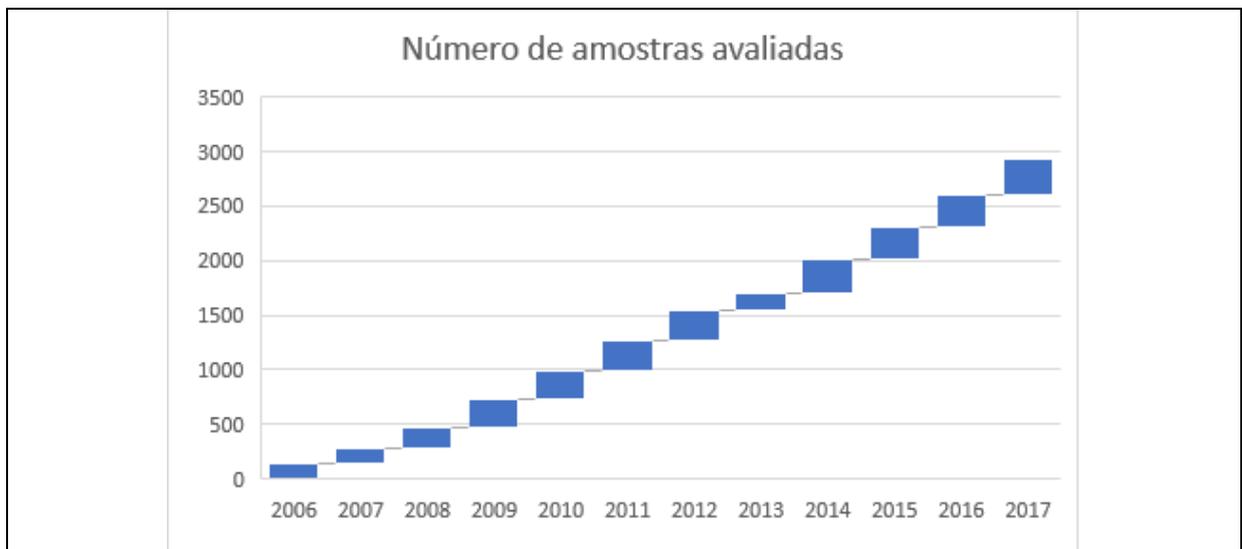


Figura 7: Gráfico que apresenta o número de amostras avaliadas no ensaio de resistência à corrosão no âmbito do Programa Setorial da Qualidade de Fechaduras

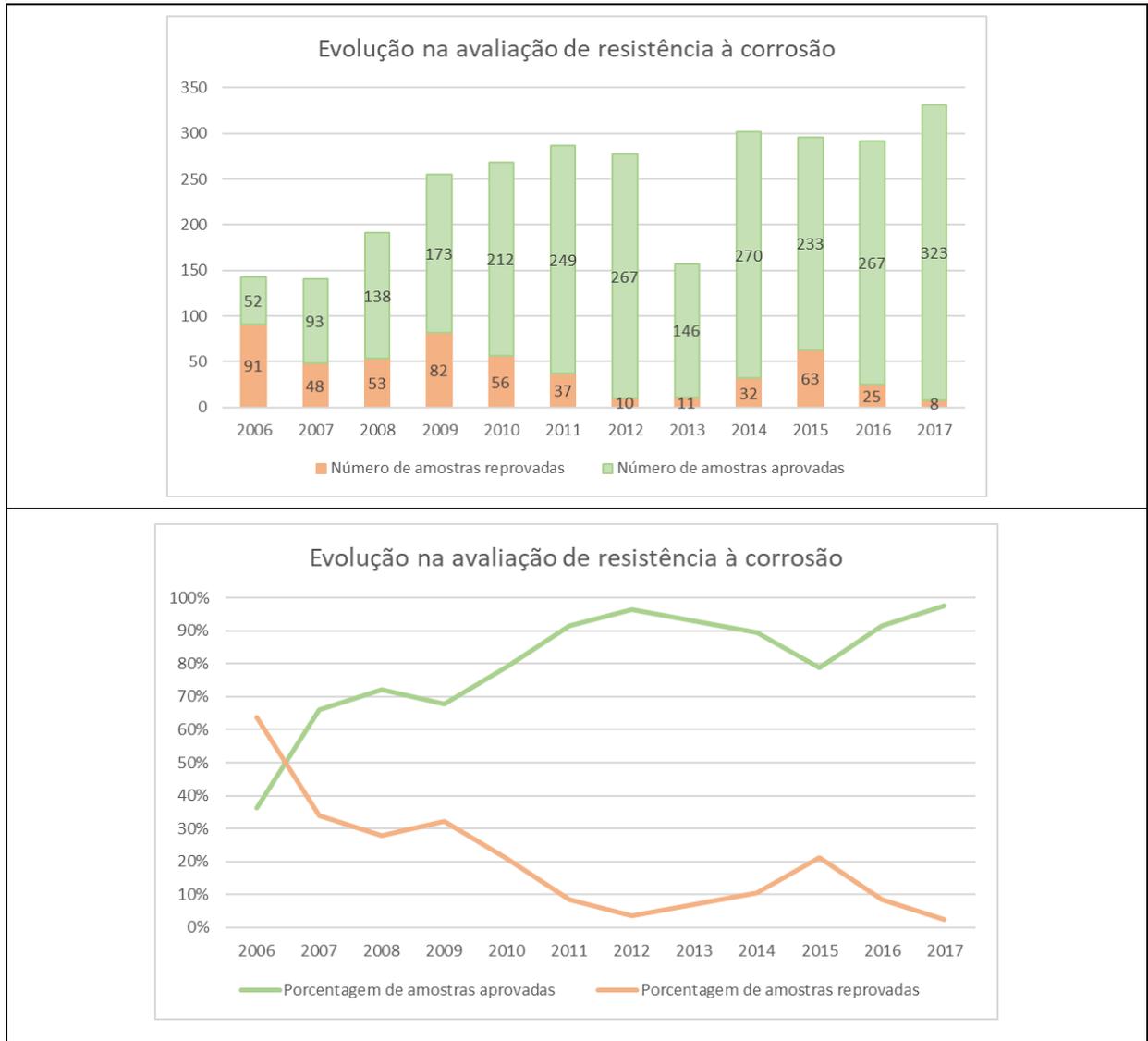


Figura 8: Gráficos que apresentam a evolução na avaliação de resistência à corrosão

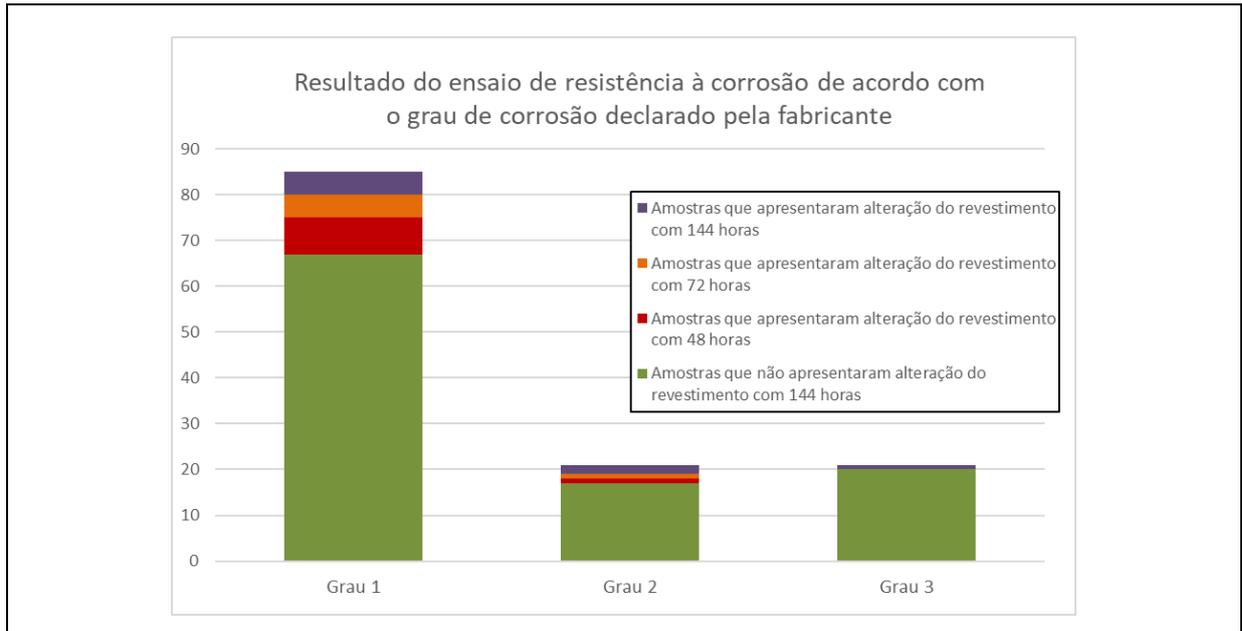


Figura 9: Gráfico que apresenta o resultado do ensaio de resistência à corrosão de acordo com o grau de corrosão declarado pelo fabricante

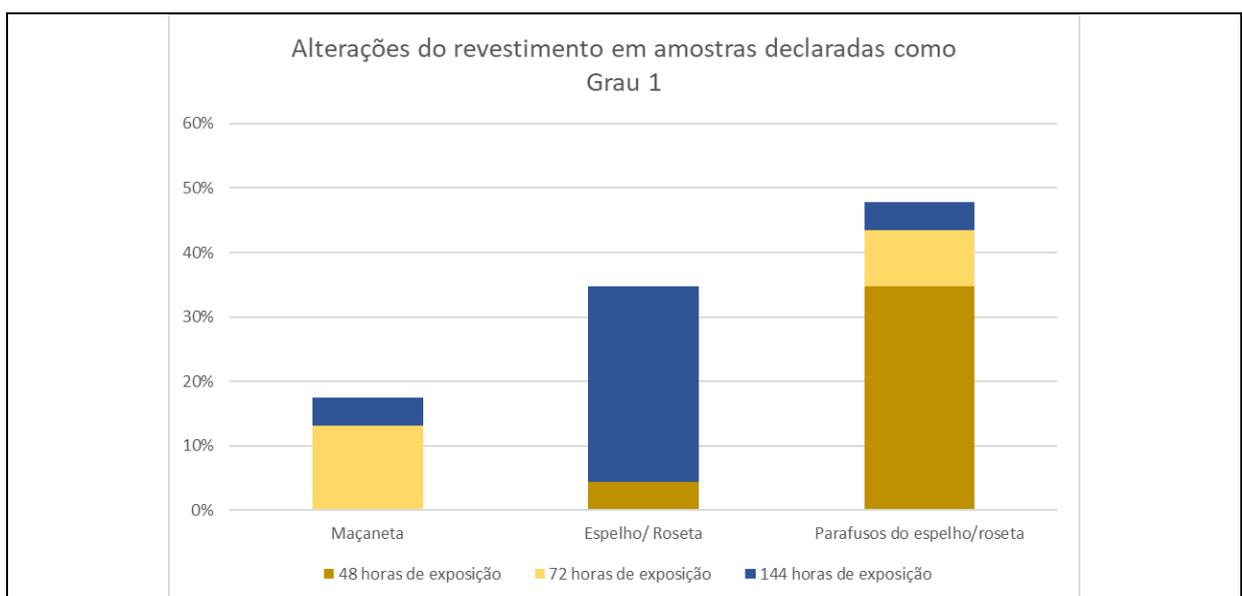


Figura 10: Gráfico que apresenta as alterações do revestimento nas amostras declaradas como Grau 1

* * *