

MANUTENÇÃO DE ESTRUTURAS DE AÇO DE OBRAS PÚBLICAS EM SALVADOR: O CASO DA CONCHA ACÚSTICA

MAINTENANCE OF PUBLIC WORK STEEL STRUCTURES IN SALVADOR: THE CONCHA ACÚSTICA CASE

João M. Santos Dias ¹
Sandro Fábio César ²
Landson Soares Marques ³
Florêncio M. Oliveira Filho ⁴
Rita D. Araújo Cunha ⁵
Marcelo C. Reis ⁶

RESUMO

A falta de manutenção preventiva das estruturas de aço pode originar falhas estruturais devidas à corrosão, gerando prejuízos financeiros e sociais. Localizado em zona de alta agressividade ambiental, o desabamento da cobertura da entrada do Gran Hotel de Stella Maris e o colapso parcial do Centro de Convenções da Bahia (CCB) são exemplos de causas provocadas por programas de manutenção inadequados de estruturas metálicas na cidade de Salvador – BA. Devido à importância sociocultural que a Concha Acústica (CA) representa na cidade de Salvador – BA, em 2016 foi inaugurada a obra de requalificação deste equipamento público, que contou com a introdução de estruturas de aço. Por conseguinte, o objetivo deste trabalho é verificar e analisar as prescrições referentes às estruturas metálicas constantes no Manual de Uso, Operação e Manutenção (MUOM) da Concha Acústica (CA). Foram analisados os detalhes referentes aos editais da obra de requalificação e o conteúdo do MUOM da CA, considerando as prescrições das normas em vigor e os parâmetros fundamentais para estabelecimento de um programa de manutenção preventiva de estruturas metálicas. Foi constatado que o MUOM não dispunha, à data da realização deste trabalho, disposições referentes às estruturas metálicas introduzidas durante a obra da sua requalificação.

Palavras-chave: estruturas de aço, manutenção, inspeção, corrosão.

ABSTRACT

The lack of preventive maintenance of steel structures can lead to structural failures due to corrosion, generating financial and social losses. Located in a high environmental aggression zone, the Stella Maris Gran Hotel main entrance ruin and the partial collapse of the Bahia's Convention Center are two examples of structural malfunction due to lack of maintenance in Salvador – BA. Due the important role in the social and cultural context in Salvador – BA, the Concha Acústica's (CA) upgrading work was inaugurated in 2016, which brought new steel structures to this building. The aim of this paper is to verify and assess the information contained in the facilities management procedures manual related to the new steel structures. CA's upgrading work tender protocols were analysed as well as the information contained in the facilities management procedures manual, considering fundamental parameters for the

¹ jmsantosdias@gmail.com, Centro Universitário Estácio da Bahia, Engenharia Civil

² sfcesarpaz@uol.com.br, Univ. Federal da Bahia, Dep. de Construção e Estruturas

³ land_ufba@hotmail.com, Centro Universitário Estácio da Bahia, Engenharia Civil

⁴ florenciofh@yahoo.com.br, Centro Universitário Estácio da Bahia, Matemática

⁵ ritadi@uol.com.br, Univ. Federal da Bahia, Dep. de Tecnologia Aplicada à Arquitetura

⁶ marcelo.c.reis@hotmail.com, Centro Universitário Estácio da Bahia, Engenharia Civil

establishment of a steel structures preventive maintenance program. In the day of the analysis, it was found that the facilities management procedures manual had no information related with the new steel structures maintenance program.

Keywords: steel structures, maintenance, inspection, corrosion.

INTRODUÇÃO

Aspectos inerentes à durabilidade das estruturas deverão ser necessariamente integrados no processo de concepção das estruturas (PRAVIA, BETINELLI, 1998). Segundo a ABNT 14037:2011, a durabilidade é a manutenção das características de um produto que permitem satisfazer as necessidades dos seus usufruidores durante um determinado tempo. A ABNT NBR 8800:2008 estabelece que esse período deverá ser entendido como vida útil de projeto (VUP). Segundo a mesma norma, para se cumprir a VUP da estrutura, deverão ser cumpridos os requisitos de uso e manutenção estipulados pelo projetista e construtor. Segundo Costa (2012), além dos materiais e das condições ambientais, a qualidade do projeto e as ações de manutenção também influenciam o desempenho das estruturas, podendo fazer com que a VUP não seja atingida.

Manutenção é toda a ação de monitoramento e controle da situação funcional de uma estrutura com o objetivo de garantir a conservação do seu desempenho previamente estipulado durante a sua concepção (ROSA, PRAVIA, 2011; COSTA, 2012). Este aspecto é de particular importância nas estruturas metálicas, uma vez que seu o ponto fraco não é de caráter estrutural, mas sim de manutenção (LOURENÇO et al., 2009). Costa (2012) refere que a falta de manutenção poderá resultar em situações de prejuízos financeiros e sociais, o que faz com que as ações inseridas neste contexto assumam especial relevância, uma vez que permitem obter conhecimento atualizado do desempenho da estrutura.

Para Odrobinak e Hlinka (2016), a ausência de manutenção preventiva origina falhas das estruturas metálicas decorrentes da corrosão. Segundo a Scndt (2010) e Costa (2012), esta é uma das principais causas de colapso das estruturas. A corrosão poderá ser devido à exposição atmosférica (SANTOS et al., 2014; SACCHI, SOUZA, 2016), ao contato da estrutura com solos (BRAGA, 2014) ou fluídos (SCNDT, 2010). A corrosão atmosférica pode ser causada pela conjugação de fatores tais como vento, proximidade ao mar, alta umidade e temperatura, poluição, poeiras (SILVA, PANNONI, 2010; MORCILLO et al., 2013; SACCHI, SOUZA, 2016) e exposição à insolação (ABNT NBR 8800:2008).

No Brasil, estima-se que sejam gastos por ano US\$ 10 bilhões em reparos estruturais devido à corrosão (BRAMBILLA, 2009), apesar dos custos de manutenção serem entre 0,7% e 2,0% dos custos de operação anuais de um edifício tradicional (COSTA, 2012). As intervenções de manutenção realizadas atempadamente tendem a ser mais duráveis, eficientes, menos onerosas (ODROBINAK, HLINKA, 2016) e reduzem a depreciação dos bens (ROSA e PRAVIA, 2011).

Exemplos de falhas devido à corrosão, provocadas por falta de manutenção, são os dois casos que ocorreram na cidade de Salvador, onde a agressividade atmosférica é intensa (BRAMBILLA, 2009): o Gran Hotel Stella Maris, em 2013 (CARVALHO et al., 2014) e o Centro de Convenções da Bahia (CCB), em 2016, nos quais ambas estruturas colapsaram prematuramente. Segundo Globo (2017), a estrutura do Gran Hotel Stella Maris colapsou durante as obras de manutenção preventiva. No caso do CCB, o elemento estrutural de aço que originou o colapso apresentava de um terço da seção transversal mínima requerida (GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA, 2017). Lourenço et al. (2009) e Odrobinak e Hlinka (2016) dão mais exemplos de obras públicas com estrutura metálica sem um devido plano de manutenção estabelecido.

Apesar da obrigatoriedade imposta pelas legislações em vigor (ABNT NBR 5674:2012; ABNT NBR 14037:2011), a elaboração e utilização do Manual de Uso, Operação e Manutenção (MUOM) não é prática comum devido à falta de sensibilidade no que concerne à tomada de decisões no âmbito da manutenção preventiva (ROSA e PRAVIA, 2011; HIPPERT et al., 2015). A Concha Acústica (CA) é um equipamento público cuja obra de requalificação inaugurada em 2016 introduziu novas estruturas metálicas na edificação. Esta edificação está localizada em zona de forte agressividade ambiental (VILASBOAS, MACHADO, 2010) e apresenta relevância no contexto sociocultural da cidade de Salvador – BA. Por conseguinte, o objetivo deste trabalho é verificar e analisar as prescrições referentes às estruturas metálicas constantes no MUOM da CA. Foram analisados os detalhes referentes aos editais da obra de requalificação e o conteúdo do MUOM da CA, considerando as prescrições das normas em vigor e os parâmetros fundamentais para estabelecimento de um programa de manutenção preventiva de estruturas metálicas.

A OBRA DE REQUALIFICAÇÃO DA CONCHA ACÚSTICA

A Concha Acústica (CA), localizada no bairro do Campo Grande em Salvador – Bahia, é um anfiteatro público para eventos culturais inaugurado em 1958, com capacidade para cerca de cinco mil espectadores, tendo sido tombada pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional em 2014 (GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA, 2017). A CA passou por várias reformas, sendo que a última foi inaugurada em maio de 2016 (GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA, 2017).

Esta obra consistiu no acréscimo de um edifício-garagem e de uma passarela técnica (Figura 1) em substituição à lona tensionada (Figura 2) que compunha a cobertura do palco. A estrutura do edifício-garagem é pré-fabricada com laje em *steel deck* (Figura 3), pilares em concreto e vigas de aço (Figura 4). A passarela técnica é composta por uma estrutura treliçada de aço A572 Grau 50.



Figura 1 – Passarela técnica (atual cobertura do palco). Fonte: os autores



Figura 2 – Antiga cobertura do palco. Fonte: Curto Sim (2017).



Figura 3 - Laje em steel deck da estrutura do edifício-garagem da CA. Fonte: os autores



Figura 4 - Pilares em concreto e vigas de aço da estrutura do edifício-garagem da CA. Fonte: os autores

O edital de licitação da obra de requalificação inaugurada em 2016 permite a contratação de serviços especializados de fabricação e montagem das estruturas metálicas treliçadas e das lajes *steel deck*, sem especificar detalhes em relação ao método construtivo destas estruturas (GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA, 2013a). No edital é ainda possível encontrar detalhes

inerentes ao recebimento definitivo da obra, que incluem a entrega do MUOM, conforme as disposições da ABNT NBR 5674:2012, independentemente do sistema estrutural adotado.

Após o lançamento do concurso da obra de requalificação da CA, foi publicado o edital para o pregão presencial com o intuito de contratar um sistema de manutenção preventiva, corretiva e sistemática das instalações (GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA, 2013b). Este documento estipula a obrigatoriedade da apresentação de planos de manutenção, uso e operação, bem como programas de manutenção periódica para diversos equipamentos da CA, sob cumprimento das normas vigentes. A empresa vencedora deveria dispor de um *software* gerenciamento das atividades executadas no âmbito da gestão de manutenção, no qual deverão constar todos os procedimentos executados e as características operacionais necessárias. O edital do pregão presencial contemplava as estruturas existentes em 2013, nomeadamente a estrutura que servia de suporte à tela tensionada da cobertura do palco da CA (Figura 2).

O MUOM, previsto na ABNT NBR 8800:2008 e na ABNT NBR 14037:2011, é um instrumento do sistema de manutenção da edificação, cuja criação e execução tem respaldo na ABNT NBR 5674:2012. Por conseguinte, procedeu-se à análise deste documento, para avaliar quais as prescrições foram adotadas referentes às estruturas metálicas introduzidas durante a obra de requalificação. A análise do referido documento ocorreu durante o primeiro semestre de 2017. Foi constatada a inclusão de procedimentos de manutenção referentes aos equipamentos de ar-condicionado, sistema de combate a incêndios, esquadrias e revestimentos.

Foram também constatadas disposições referentes à estrutura de suporte da tela tensionada (Figura 2), nomeadamente a descrição do sistema estrutural e das cargas máximas admissíveis, relatório fotográfico, notas fiscais, certificados de garantia e o *as built*. No entanto, não foram encontrados procedimentos de manutenção referentes às estruturas metálicas do edifício-garagem e da passarela técnica.

DISCUSSÃO

O edital de construção refere a obrigatoriedade da entrega do MUOM como premissa fundamental para o recebimento definitivo da obra, o que está de acordo com as normas ABNT NBR 5674:2012 e ABNT NBR 14037:2011. No entanto, a diversidade de sistemas construtivos permitida pelo edital de construção (GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA, 2013a) não

providenciou diretrizes mais específicas inerentes ao conteúdo do MUOM no que concerne à parte estrutural da edificação.

Paralelamente à divulgação do edital de construção, foi publicado edital do pregão presencial. Este refere que o MUOM deveria ser elaborado em consonância com a ABNT NBR 5674 e que deveria ser implementado um sistema de gerenciamento de manutenção dos equipamentos através de um *software* de gerenciamento (GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA, 2013a). Apesar da manutenção preventiva ter de ser considerada desde a fase de concepção do empreendimento (ABNT NBR 8800:2008), a não inclusão das estruturas metálicas posteriormente inseridas na edificação não foram previstas durante a elaboração do edital do pregão para contratação do sistema de manutenção da CA.

Segundo Pravia e Betinelli (1998), a concepção do empreendimento interfere no planejamento das ações corretivas. Por conseguinte, a divulgação quase em simultâneo destes dois instrumentos legais e a ausência da definição do sistema estrutural no edital de construção, pode ter contribuído para a não inclusão dos planos de manutenção referentes às estruturas de aço no MUOM. Dado que os editais constituem instrumentos legais para a fiscalização, poderão ser originadas interpretações dúbias em caso de litígio, acarretando disputas judiciais que implicarão em encargos financeiros para o erário público.

Quando o MUOM foi analisado, constatou-se a ausência de prescrições referentes às novas estruturas metálicas. Esta situação implica na necessidade de atualização do MUOM, uma vez que a corrosão em estruturas metálicas deverá ser permanentemente monitorada através de ações de manutenção preventiva, de forma a garantir o desempenho estrutural (BRAGA, 2014) e suas condições de segurança (COSTA, 2012), sobretudo locais de intensa atividade corrosiva. Também é relevante referir que a garantia da não depreciação do imóvel (ABNT NBR 5674:2012) não está assegurada, uma vez que não existem diretrizes para o monitoramento do desempenho das estruturas metálicas através de operações de inspeção rotineiras.

Em relação às estruturas metálicas, o MUOM da CA deverá conter, em linguagem acessível, os certificados, prazos e as condições nas quais a garantia das estruturas permanece assegurada (ABNT 14037:2011). Além disso, a norma ABNT NBR 5674:2012 refere ainda que deverá constar uma lista de fornecedores, executantes e projetistas, os quais poderão ser solicitados a prestar assistência técnica futuramente.

Considerando ainda a disposição dos conteúdos, presente no item 4.2.3 da norma ABNT NBR 14037:2011, o MUOM referente às estruturas metálicas da CA deverá conter uma descrição detalhada dos elementos estruturais de aço. Nessa descrição devem ser incluídas: descrição dos sistemas estruturais acompanhada de peças desenhadas da estrutura, incluindo os detalhes de ligações (ABNT NBR 14037:2011); identificação dos locais propensos à corrosão, nomeadamente locais de concentração de esforços, de secagem/molhagem ou passíveis de acumulação de poeiras (SCNDT, 2010); identificação dos riscos da exposição da estrutura (COSTA, 2012; ABNT NBR 5674:2012) e as medidas de proteção adotadas, como por exemplo: a sobre-espessura dos elementos estruturais (ABNT NBR 8800:2008) e das características da pintura anticorrosiva (MORCILLO et al., 2013).

Ainda na descrição da estrutura, deverão ser incluídas as cargas máximas admissíveis (ABNT NBR 14037:2011); a listagem dos locais que foram sujeitos a reparações anteriores (SCNDT, 2010); especificações dos materiais utilizados, tais como os tipos de aço e revestimentos (ABNT NBR 8800:2008); descrição do modelo de programa de manutenção preventiva (ABNT NBR 14037:2011).

O MUOM deverá conter ainda prescrições referentes à operação, uso e limpeza das estruturas, para evitar locais de concentração de poeiras, condensações e acumulação de água que podem potenciar a corrosão dos elementos metálicos (COSTA, 2012; MORCILLO *et al.*, 2013; ODROBINAK e HLINKA, 2016).

O conteúdo do MUOM também deverá incluir, detalhadamente, um capítulo no qual são inseridas informações referentes ao programa de manutenção nomeadamente a sugestão de modelo de programa de manutenção preventiva (ABNT NBR 14037:2011), no qual se definem as metodologias de inspeção, como por exemplo ensaios não destrutivos (SCNDT, 2010; COSTA, 2012). A periodicidade de inspeção permite a constante monitoração da degradação do sistema (ABNT NBR 5674:2012), sendo que Costa (2012) refere que, para estruturas metálicas, as operações de manutenção preventiva deverão ser realizadas em intervalos entre um a cinco anos, a depender das condições de exposição da estrutura.

No capítulo das informações referentes ao programa de manutenção devem ainda ser incluídos todos os registros referentes às intervenções, tais como listas de verificação relatórios das inspeções e intervenções (ROSA, PRAVIA, 2011). A Figura 5 apresenta um exemplo de lista de verificação, na qual se inserem informações referentes à descrição da situação em que

um determinado elemento estrutural se encontra, a conformidade do seu desempenho e as fotos que possam auxiliar na compreensão da situação do problema.

| Check-list de Inspeção | | | |
|------------------------|---------------|----------------------------------|------------|
| Cliente: | | Data da Insp. | |
| Endereço Empreend. | | Responsável | |
| Fechamentos | | | |
| Grupos | Situação | Descrição das Falhas Encontradas | Ref. Fotos |
| Fechamento Superior | Telhas | | |
| | | | |
| | Terças | | |
| | | | |
| | Lanternim | | |
| | | | |
| | Peças Fixação | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Figura 5 – Exemplo de lista de verificação para inspeção. Adaptado de: Rosa e Pravia (2011).

Ainda no capítulo das informações referentes ao programa de manutenção são ainda inseridos o registro do histórico das ações de manutenção (CBIC, 2015), as recomendações para ações preventivas, a previsão financeira para as ações de manutenção e a identificação dos responsáveis pela manutenção preventiva (ABNT NBR 5674:2012).

É ainda relevante referir que a norma ABNT NBR 14037:2011 estipula um capítulo final referente às informações complementares. Neste capítulo, é referido que a responsabilidade da elaboração do MUOM é atribuída a uma entidade responsável técnica, enquanto que a entrega do referido documento. Devido à possibilidade de introdução de novos elementos estruturais, o MUOM também deverá prever uma periodicidade de atualização do seu conteúdo, prevista nas normas ABNT NBR 14037:2011 e ABNT NBR 5674:2012. O Quadro 1 apresenta uma proposta para atualização do MUOM da CA, com as informações referentes às estruturas metálicas.

Quadro 1 – Proposta de diretrizes de manutenção preventiva das estruturas metálicas da CA. Fonte: os autores.

| Capítulo | Subitem | Conteúdo |
|-------------------------------------|------------------|---|
| 1 - Apresentação | 1.1 - Índice | - |
| | 1.2 - Introdução | Informações sobre o empreendimento e comentários sobre este documento |
| | 1.3 - Definições | Inclui informações necessárias para uma melhor compreensão de termos técnicos |
| 2 - Garantias e assistência técnica | | Inclui os certificados, prazos, responsabilidades e as condições referentes à garantia das estruturas |

| Capítulo | Subitem | Conteúdo |
|---------------------------------------|--|---|
| 3 - Memorial descritivo | 3.1 - Descrição das estruturas | Descrição do sistema construtivo e do materiais utilizados, condições de utilização, peças desenhadas (incluindo detalhes), locais propensos à corrosão, exposição da estrutura à agressividade atmosférica, características dos revestimentos, intervenções de manutenção anteriores |
| | 3.2 - Cargas máximas admissíveis | Identificação das cargas máximas para as quais as estruturas apresentam desempenho estrutural aceitável |
| | 3.3 - Relação dos materiais | Especificações dos materiais |
| | 3.4 - Programa de manutenção preventiva | Descrição do programa de manutenção preventiva sugerido |
| 4 - Fornecedores | 4.1 - Fornecedores de material | Contatos dos fornecedores de cada tipo de material |
| | 4.2 - Empresa(s) calculista(s) | Contatos das empresas que realizaram o dimensionamento das estruturas |
| | 4.3 - Empresa(s) executante(s) | Contatos das empresas que realizaram a execução das estruturas |
| 5 - Operação, uso e limpeza | | Descrição das instruções de uso e de limpeza dos elementos estruturais, assim como respectiva periodicidade |
| 6 - Manutenção | 6.1 - Metodologia de inspeção | Descrição do método de inspeção adotado |
| | 6.2 - Periodicidade de inspeção | Informação das datas para a realização da inspeção |
| | 6.3 - Lista de verificação de inspeção | Listagem dos elementos estruturais, com respectivo relatório fotográfico e descrição da situação de serviço e eventuais falhas detectadas |
| | 6.4 - Registros de inspeção | Descrição das atividades, data de realização, componentes da estrutura analisados, anomalias detectadas e identificação dos responsáveis |
| 7 - Informações complementares | 7.1 - Segurança | Identificação dos riscos que poderão afetar as atividades dos responsáveis durante as ações inerentes ao programa de manutenção preventiva (por. exemplo: quedas em altura) |
| | 7.2 - Documentação técnica e legal | Documentações referentes ao capítulo 2 e subitens 3.3, 3.4, 4.1, 4.2, 4.3 |
| | 7.3 - Elaboração e entrega do manual | Disposições legais e identificação das responsabilidades de elaboração e entrega do MUOM |
| | 7.4 - Atualização do manual | Periodicidade e responsabilidades na atualização do MUOM |

CONCLUSÃO

Foi constatado que o Manual de Utilização, Operação e Manutenção da Concha Acústica não dispunha, na data da realização deste trabalho, disposições referentes às estruturas metálicas introduzidas durante a obra da sua requalificação inaugurada em 2016. Por conseguinte, urge a necessidade de atualização do referido documento com as prescrições referentes às estruturas metálicas, com base na normatização em vigor, uma vez que a localização do equipamento se encontra em um local de forte agressividade atmosférica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674:2012 - Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção.** Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800:2008 - Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios.** Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14037:2011 - Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações - Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos.** Rio de Janeiro, 2011.

GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA. **Laudo de exame pericial/ECAP nº 2017 00 IC 023352-01.** Salvador: Secretaria de Segurança Pública – Departamento de Polícia Técnica, 2017.

GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA. **Edital de Licitação Nº 068/2013.** Superintendência de Construções Administrativas da Bahia, 2013a.

GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA. **Pregão Presencial nº 003/2013.** Secretaria de Cultura / Fundação Cultural do Estado da Bahia, 2013b.

BRAGA, G. E. Avaliação da integridade estrutural e gestão de ativos de fundações metálicas de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica devido a corrosão. **Revista da Estrutura de Aço.** CBCA, v. 3, n. 3, p. 223-242, 2014.

BRAMBILLA, K. J. C., **Investigação do grau de corrosividade sobre os materiais metálicos das redes aéreas de distribuição de energia elétrica (RD) da região metropolitana de Salvador-BA.** Dissertação de Mestrado, UFPR, 2009.

BRAGA, G. E. Avaliação da integridade estrutural e gestão de ativos de fundações metálicas de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica devido a corrosão. **Revista da Estrutura de Aço.** CBCA, v. 3, n. 3, p. 223-242, 2014.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Dúvidas sobre a norma de desempenho: especialistas respondem às principais dúvidas e elencam requisitos de suportes para elaboração de projetos.** Brasília: CBIC, 158, 2015.

CARVALHO, R. F.; WAHRHAFTIG, A. M.; DIAS, J. M. S.; BEZERRA, L. Estrutura de madeira projetada em substituição a uma metálica que colapsou. In: XIV Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, 2014, Natal - RN. **Caderno de Resumos XIV Ebramem.** Natal - RN: Moura Ramos Gráfica Editora, v. 1, p.50, 2014.

COSTA, F. G. **Manutenção das estruturas metálicas com utilização dos ensaios não destrutivos.** In: Construmetal, São Paulo, 2012.

CURTO SIM. Concha Acústica. Disponível em: <<http://www.curtosim.com.br/concha-acustica>>. Acesso em: 30 ago 2017.

GLOBO. **Estrutura metálica de hotel desaba em Stella Maris, em Salvador**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/bahia/noticia/2013/04/estrutura-metalica-de-hotel-desaba-em-stella-maris-em-salvador.html>>. Acesso em: 14 maio 2017.

HIPPERT, M. A.; MATTOS JR., V. H. C.; CÂNDIDO, L. R. Qualidade e desempenho: a contribuição do manual do usuário. In: SIBRAGEC ELAGEC, São Carlos, 2015.

LOURENÇO, L. C.; LOURENÇO, M. V. C.; MENDES, L. C. Verificação da corrosão e de outras patologias em pontes metálicas. **Teoria e Prática na Engenharia Civil**. Dunas, n. 14, p. 25-29, 2009.

MORCILLO, M.; CHICO, B.; DÍAZ, I.; CANO, D. F. Atmospheric corrosion data of weathering steels. A review. **Corrosion Science**. Elsevier, v. 77, p. 6-24, 2013.

ODROBINAK, J.; HLINKA, R. Degradation of steel footbridges with neglected inspection and maintenance. **Revista da Estrutura de Aço**. Elsevier, v. 33, p. 304-311, 2016.

PRAVIA, Z. M. C.; BETINELLI, E. A. Conceitos de Casos de Estudo de Casos de Falhas em Estruturas Metálicas. **Construção Metálica**, São Paulo, v. 35, p. 56-61, 1998.

ROSA, G. R.; PRAVIA, Z. M. C. Planos de manutenção para empreendimentos em estruturas de aço. **Construção Metálica**. ABCEM, ed. 103, p. 38-42, 2011.

SACCHI, C. C.; SOUZA, A. S. C. Manifestações patológicas e controle de qualidade na montagem e fabricação de estruturas metálicas. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**. UFG, v. 13, n. 1, p. 20-34, 2016.

SILVA, V. P.; PANNONI, F.D., **Estruturas de Aço para Edifícios – aspectos tecnológicos e de concepção**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

SCOTTISH SCHOOL OF NON-DESTRUCTIVE TESTING (SCNDT). Chapter 31: Non-Destructive Testing. In: BOYES, W. Instrumentation Reference Book. Burlington, MA: Elsevier, p. 567-592, 2010.

VILASBOAS, J. M. L.; MACHADO, S. L. An attempt to classify environmental aggressiveness in the city of Salvador – BA. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**. IBRACON, v. 3, n. 2, p. 219-247, 2010.