A APLICABILIDADE DO USO DO AÇO INOXIDÁVEL NA COBERTURA E DO AÇO ASTM A572-345 NA ESTRUTURA DE EDIFICAÇÕES – ESTUDOS DE CASO

G. D. OLIVEIRA
Arquiteto/Doutorando
UFOP/Engenharia Civil
Ouro Preto/MG; Brasil
diogo@fadibrama.com.br

R. A. J. RIBAS
Eng. Civil/Docente
UFOP/Engenharia Civil
Ouro Preto/MG; Brasil
roviaaline@gmail.com

G. D. PAULA
Eng. Civil/Docente
UFOP/Engenharia Civil
Ouro Preto/MG; Brasil
itaguara@fadibrama.com.br

RESUMO

A industrialização da construção civil no Brasil vem ganhando espaço para desenvolvimento e um dos caminhos para a sua realização é a construção em aço. O adequado desempenho das construções metálicas está diretamente ligado ao sistema de cobertura e fechamento empregados. Encontra-se no mercado nacional uma significativa quantidade de sistemas de telhados industrializados e, nesse cenário, o aço inoxidável é uma das opções. Nesse contexto, em vista a necessidade de maior conhecimento desse material quando aplicado nessas condições e sua relação com as edificações estruturadas em aço, nesse artigo trata-se de um estudo acerca da utilização do aço inoxidável em coberturas de edifícios estruturados em aço. O método de investigação consiste de estudos de casos em duas edificações que possuem cobertura em aço inoxidável. Na avaliação, procura-se encontrar quais as vantagens arquitetônicas, econômicas e funcionais ao se utilizar o aço inoxidável nessa situação. Pela análise conclui-se que o aço inoxidável mostra-se como excelente material em coberturas, destacando-se pela sua funcionalidade, uma vez que a necessidade de manutenção das telhas é quase inexistente, e que seu alto custo inicial pode ser compensado pela durabilidade e continuidade de seu efeito estético.
Palavras-chave: Aço inoxidável. Sistema de fechamento. Cobertura. Telha metálica.

ABSTRACT

The industrialization of civil construction in Brazil has been gaining space for development and one of the ways to achieve it is steel construction. The adequate performance of the metal constructions is directly connected to the system of covering and closing employed. A significant number of industrialized roof systems are on the national market, and in this scenario, stainless steel is one of the options. In this context, in view of the need for greater knowledge of this material when applied under these conditions and its relationship with the structures structured in steel, this article is a study about the use of stainless steel in roofs of buildings structured in steel. The research method consists of case studies in two buildings that have stainless steel cover. In the evaluation, it is tried to find out the architectural, economic and functional advantages when using the stainless steel in this situation. From the analysis, it can be concluded that stainless steel is an excellent material in roofs, especially because of its functionality, since the need to maintain the tiles is almost non-existent, and its high initial cost can be compensated for by the durability and continuity of its aesthetic effect.
Keywords: Stainless steel. Closure system. Roof. Stainless steel metal tile.

1. INTRODUÇÃO

A construção em aço está em crescente desenvolvimento no Brasil, constituindo um meio para a industrialização da construção civil e o desempenho adequado da edificação se deve também ao sistema de cobertura empregado. As coberturas são estruturas que se definem pela forma, observando as características de função e estilo arquitetônico das edificações e têm como função principal a proteção das edificações contra a ação das intempéries, atendendo a funções utilitárias, estéticas e econômicas.

Encontra-se no mercado nacional uma significativa quantidade de coberturas industrializadas e, nesse cenário, o aço inoxidável é uma das opções. Entretanto, em vista a necessidade de maior conhecimento desse material quando aplicado dessa forma e sua relação com as edificações estruturadas em aço, são necessários estudos que investiguem acerca de sua utilização em coberturas de edificações estruturadas em aço.

Nos países desenvolvidos é comum a utilização de coberturas de metais especiais em edificações estruturadas em aço, como aço carbono, alumínio e aço inoxidável. Nos Estados Unidos, o edifício Chrysler, construído no início do século XX e projetado pelo arquiteto William van Allen, representa bem a Art Déco, movimento ocorreu entre 1925 e 1939 em resposta ao estilo Art Noveau francês, que vogou entre 1890 a 1910. Nesse edifício, seu coroamento, que equivale a sete andares, é construído de aço inoxidável, ou aço inox, e vidro, tornando o edifício um símbolo estético de força e poderio da indústria automobilística que a Chrysler, maior fabricante de carros do mundo na época, ostentava (Figura 1). Outro edifício imponente e símbolo do poder empresarial e tecnológico, é a torre Burj Khalifa em Dubai, nos Emirados Árabes, que possui toda a caixilharia externa em aço inoxidável.

Figura 1 – Edifício Chrysler, Nova York



Fonte: PORTAL NOVA YORK, 2016.

O aço inoxidável, conhecido especialmente por ser um material durável e versátil, pode conter em sua liga de ferro, carbono e cromo, outros elementos como níquel, molibdênio e nióbio de acordo com as operações de fabricação a serem empregadas e as propriedades finais desejadas. Em geral, são materiais caracterizados por exibirem elevada resistência à corrosão, podendo apresentar outras propriedades, como tenacidade e resistência mecânica, inclusive em altas temperaturas (CASTRO, 1999; SALES, 2013).

Sua resistência à corrosão está associada basicamente à presença do cromo, em uma quantidade mínima de 10% a 12% em peso (CHIAVERINI, 2005; SILVA; MEI, 2010), que favorece a formação de uma fina camada protetora passiva, resistente e invisível, que protege o aço inoxidável da corrosão e é capaz de auto-regenerar quando danificada por arranhões, em diferentes ambientes (CASTRO, 1999; APERAM, 2016).

Com essas características, o aço inoxidável vem sendo utilizado em diversos segmentos de mercado, como cutelaria, bens de capital, cervejarias, vinícolas e usinas de açúcar e álcool, bem como na arquitetura e construção civil (AsBEA, 2014). A grande vantagem da utilização do aço inoxidável em coberturas é a sua

característica anti-corrosiva e os inúmeros acabamentos superficiais que esse material pode receber, obtidos por meio da própria laminação.

A construção civil no Brasil vem se modernizando e caminha no sentido de se industrializar por completo. Nesse contexto, o objetivo desse artigo é apresentar a aplicabilidade do aço inoxidável em coberturas de edificações estruturadas em aço, procurando-se mostrar quais as vantagens arquitetônicas, econômicas e funcionais ao se aplicar esse material nessas condições e quais os métodos de manutenção e limpeza utilizados.

2. METODOLOGIA

Os estudos de caso consistem em métodos investigativos que descrevem situações precedentes, trazendo dados e produzindo um material descritivo que permite reinterpretações e releituras para novos estudos (ALVES, 2011). Segundo Bastos e Souza (2005) e Ribas (2006), investigações e avaliações de espaços edificados em uso tendem a contribuir para a melhoria da qualidade na construção civil e um estudo desse tipo torna possível avaliar os sistemas construtivos empregados quanto às questões da utilização, conforto interno e patologias da edificação, favorecendo a evolução de futuros projetos. Dessa forma, o desenvolvimento do trabalho consiste em fazer uma avaliação físico-construtiva de duas edificações, adotadas como estudos de caso, a Quadra Poliesportiva do Acesita Esporte Clube (AEC), ou Quadra Poliesportiva Joaquim Desidério da Silva Netto, e o Ginásio do SESI Timóteo, ou Quadra poliesportiva Carlos Fernando Mairinck, ambas situadas na cidade de Timóteo, MG.

Assim, são realizadas uma análise dos projetos e uma investigação exploratória na estrutura e na cobertura, ou seja, uma inspeção visual do estado da estrutura e das ligações entre os elementos estruturais e entre esses elementos com o telhado, visando avaliar a concepção estrutural e suas interferências no processo construtivo e na utilização da edificação. Essa avaliação qualitativa das construções procura também identificar as patologias existentes e suas causas, expondo o estado de manutenção das edificações, bem como indicar medidas de prevenção das patologias.

2.1 Quadra Poliesportiva do Acesita Esporte Clube

A Quadra Poliesportiva do Acesita Esporte Clube foi inaugurada em 2007 e possui 88m de comprimento, 32m de largura e 12m de altura e área total coberta de 2816m². Sua estrutura metálica, em aço estrutural ASTM A572-345 (limites de escoamento e de resistência no mínimo de 345MPa e 450MPa, respectivamente), é formada a partir de arcos treliçados biarticulados, cujos banzos inferiores e superiores são compostos principalmente por perfis tipo U enrijecidos e duplos, unidos com cordão de solda intermitente, apoiados sobre bases de concreto. Os arcos treliçados alinhados são intercalados quanto a fixação das telhas, ora sobre a treliça, ora sob a treliça, possibilitando aberturas na parte superior da quadra que proporcionam ventilação e iluminação natural.

Os montantes e as diagonais das treliças também são formados por perfis tipo U enrijecidos e são parafusados nas terças e soldados nos banzos das treliças. Ainda, as terças da estrutura da cobertura também são compostas por perfis tipo U enrijecidos e parafusadas aos arcos treliçados. A ligação das telhas de aço inoxidável com a estrutura é feita por parafusos e entre as telhas e a estrutura foi aplicada uma fita emborrachada para neutralizar o efeito da corrosão galvânica. As telhas são trapezoidais e de aço inoxidável do tipo 304 (AISI) ou P304 A/B (da Aperam), austenítico, indicado para construção civil e arquitetura, cujo módulo de elasticidade é de 193GPa (DAVIS, 1994). As telhas foram colocadas diagonalmente umas com as outras para um melhor aproveitamento das mesmas, posto que se tratava de um lote que apresentava defeitos de fabricação em algumas partes (Figura 2).

2.2 Ginásio do SESI Timóteo

O Ginásio do SESI Timóteo foi inaugurado em 2009 e possui 54m de comprimento, 39m de largura e 16m de altura e área total coberta de 2106m². Sua estrutura metálica, semelhante à estrutura da edificação anterior, é formada a partir de arcos treliçados biarticulados, cujos banzos inferiores e superiores são compostos principalmente por perfis tipo U enrijecidos e duplos, unidos com cordão de solda intermitente,

apoiados sobre bases de concreto. Eles também são intercalados quanto a fixação das telhas, ora sobre a treliça, ora sob a treliça, possibilitando aberturas na parte superior que proporcionam ventilação e iluminação natural.

Os montantes e as diagonais das treliças assim como as terças da estrutura da cobertura são montadas como na edificação anterior, destacando-se porém que, além das telhas, as calhas e os condutores de água pluvial são de aço inoxidável. A ligação das telhas com a estrutura é feita por meio de parafusos, tendo-se aplicado também a fita emborrachada entre as telhas e a estrutura para evitar corrosão galvânica. As telhas, do mesmo modo, são trapezoidais e de aço inoxidável do tipo 304 (AISI) ou P304 A/B (Aperam), austenítico. Nesse caso, elas não foram colocadas na diagonal. Existem na edificação de brises horizontais colocados nas duas extremidades da quadra, estruturados em perfis metálicos e cobertos por telhas de aço inoxidável, que, além de reter a insolação, contribuem para evitar respingos de chuva dentro do ginásio (Figura 3).

Figura 2. Vista interna - Quadra poliesportiva AEC



Fonte: OLIVEIRA, 2016.

Figura 3. Vista externa - Ginásio SESI Timóteo



Fonte: OLIVEIRA, 2016.

3. RESULTADOS

O sistema construtivo das duas edificações avaliadas atribui a elas um caráter industial, onde se buscou racionalidade, aproveitamento do espaço, rapidez de execução, utilização de material disponível na região (devido à proximidade com a usina siderúrgica da Aperam, fabricante de aços inoxidáveis), aumento de vida útil da edificação, baixo custo de manutenção e preservação ambiental.

3.1 Avaliação da concepção estrutural e das ligações

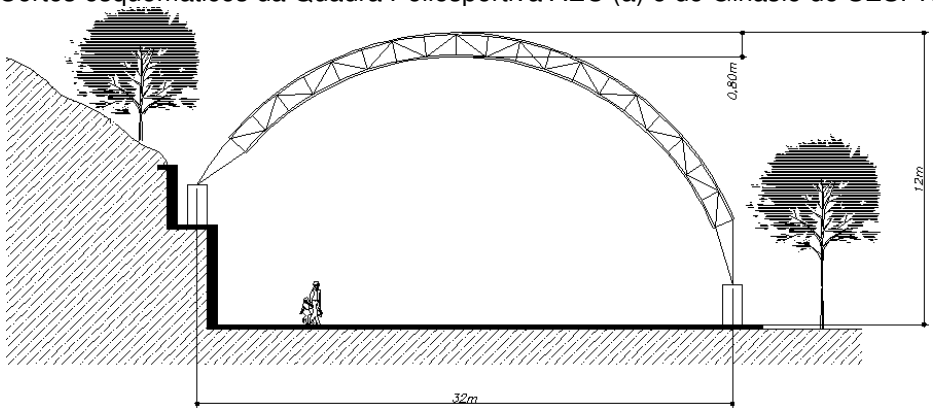
O conceito estrutural das coberturas, em arcos treliçados, contribui para uma melhor utilização do espaço, principalmente em se tratando de quadras poliesportivas, posto que a prática de esportes exige amplo espaço disponível, para que se tenha facilidade de mobilidade, visibilidade e acessibilidade de atletas e público (Figura 4). A aplicação da estrutura metálica é recomendada nesse caso, pois permite, ao mesmo tempo, que se tenha grandes vãos na edificação, reduzindo a quantidade de pilares, vigas, tirantes e estruturas auxiliares, proporcionando grandes áreas livres, e possibilita uma altura considerável entre o piso e a cobertura. Nessas edificações isso foi primordial, destacando-se que a altura, nos pontos mais altos das coberturas, é de 12m para a Quadra Poliesportiva do Acesita Esporte Clube e de 16m para o Ginásio do SESI Timóteo.

A similaridade da estruturação metálica das duas edificações, formada a partir dos arcos treliçados rotulados nas extremidades, cuja união desses arcos com a base de concreto ocorre fora dos limites das quadras onde são praticados os esportes, justifica-se por ser essa concepção estrutural ideal para vencer grandes vãos, com peso próprio relativamente pequeno quando comparada a outros tipos de estruturas, o que gera economia de material.

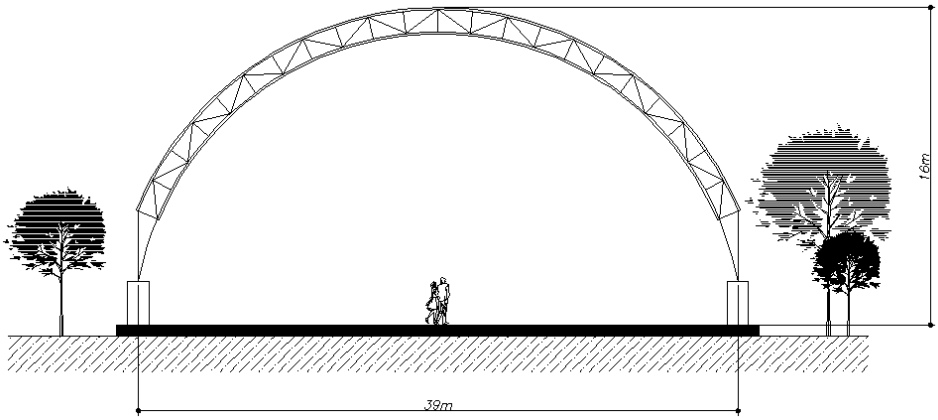
Quanto às ligações entre o sistema estrutural, em que foram aplicadas ligações rígidas (soldas) e ligações flexíveis (parafusos), pode-se constatar que foram executadas adequadamente, aparentemente sem erros de fabricação, projeto ou montagem, de modo que apresentam desempenho previsto em projeto. Não foram encontrados problemas de dimensionamento ou ajuste das peças, que comprometam sua função estrutural.

A forma treliçada, os perfis tipo U enrijecidos duplos, compondo os banzos inferiores e superiores, bem como a distância adequada entre os elementos de travamento (diagonais e montantes), contribuiram para a estabilização do sistema estrutural e a não ocorrência de patologias estruturais, tendo-se registrado que as estruturas das quadras não apresentam deformações que devessem ser consideradas. Aliadas aos recursos citados foram observados outros elementos de estabilização, como tirantes e mãos francesas (Figura 5).

Figura 4. Cortes esquemáticos da Quadra Poliesportiva AEC (a) e do Ginásio do SESI Timóteo (b)



(a)



(b)

Fonte: OLIVEIRA, 2016.

As peças soldadas possuem cortes regulares. Os cordões de solda não apresentam defeitos como porosidades, trincas ou outros. Os conjuntos soldados possuem encaixes adequados e compatibilidade de dimensões. Nas ligações parafusadas, não foram detectados problemas como rasgamento ou esmagamento das chapas ou indícios de cisalhamento ou dobramento de parafusos.

Para compor a união entre os vários perfis tipo U enrijecidos dos banzos das treliças foram soldadas chapas de aço de 9,5mm de espessura. Também, na interface entre estrutura e fundação, as extremidades das treliças foram fixadas em bases de concreto utilizando-se nesse contato uma chapa de aço ASTM A36, com espessura de 25mm, unida ao concreto por quatro barras rosqueadas (Figura 6).

Figura 5. Detalhe de fixação do tirante da estrutura do Ginásio do SESI Timóteo



Fonte: OLIVEIRA, 2016.

Figura 6 – Ligação da extremidade da treliça com a base de concreto da quadra do AEC



Fonte: OLIVEIRA, 2016.

3.2 Avaliação do sistema de cobertura

O sistema de cobertura das duas edificações constituído por telhas de aço inoxidável mostra mais uma aplicação desse material, que, dentre outras vantagens, possui elevada resistência às intempéries. Essa característica é notada devido ao estado de conservação das telhas. Além disso, destacam-se a boa soldabilidade e estampabilidade desse material. O valor do módulo de elasticidade do aço inoxidável utilizado para a fabricação das telhas, 193GPa, é bem próximo do valor dessa propriedade física dos aços estruturais em geral, que é 200Gpa.

As edificações são relativamente novas, possuindo a Quadra Poliesportiva do Acesita Esporte Clube dez anos e o Ginásio do SESI Timóteo oito anos, e a estrutura metálica já apresenta deterioração, enquanto as telhas em aço inoxidável mantêm-se visualmente intactas, destacando-se que, devido a sua textura lisa e brilho, tanto interna quanto externamente, apresentam-se como se tivessem sido colocadas recentemente. Esse estado de conservação pode ser visto nas Figuras 7 e 8, que mostram a face interna das coberturas das duas edificações, ressaltando-se sua aparência espelhada.

Figura 7. Face interna da cobertura da Quadra Poliesportiva AEC



Fonte: OLIVEIRA, 2016.

Figura 8. Face interna da cobertura do Ginásio do SESI Timóteo



Fonte: OLIVEIRA, 2016.

No entanto, uma desvantagem do uso desse tipo de cobertura é o custo, pois seu preço chega a ser cinco vezes maior do que o preço das telhas de aço galvanizado de mesma espessura e o dobro do preço das telhas duplas de aço galvanizado com material isolante termoacústico entre as chapas (Tabela 1).

Tabela 1 – Comparação de custos de telhas industrializadas

Telha	Preço/m2
Telha trapezoidal em chapa de aço com revestimento em liga alumínio zinco AZ 150 - 0,5mm	R$32,88
Telha trapezoidal em chapa de aço com revestimento em liga alumínio zinco AZ 150 - 0,65mm	R$41,33
Telha trapezoidal com termoisolante (30mm espessura) em chapa de aço com revestimento em liga alumínio zinco AZ 150 - 0,43mm	R$89,04
Telha trapezoidal em aço inoxidável 0,5mm	R$179,13

Fonte: ARCELLORMITTAL, 2018.

3.3 Identificação das patologias e estado de manutenção das edificações

Na avaliação qualitativa das edificações, algumas patologias são identificadas e aqui apresentadas, mostrando-se sua condição de manutenção e as causas dos problemas encontrados, propondo-se soluções para sua correção e uma melhor manutenção.

Nas coberturas, a utilização do aço inoxidável reduziu a incidência de patologias, devido a alta durabilidade e facilidade de manutenção desse material. No entanto, a disposição das telhas, que possibilitou vazados interessantes e proporciona iluminação e ventilação, deixa passar respingos de água, molhando os ocupantes, comprometendo a estanqueidade da cobertura da edificação e consequentemente favorecendo a corrosão dos elementos estruturais em aço (Figura 9).

Os processos corrosivos identificados, em alguns casos já avançados e localizados na estrutura dos arcos treliçados e nas terças, principalmente na Quadra Poliesportiva do AEC, são, do tipo uniforme, alveolar (pitting) e em fresta. Na Figura 10 são destacados pontos de corrosão em frestas na estrutura dessa edificação.

Figura 9. Disposição das telhas da Quadra Poliesportiva AEC



Fonte: OLIVEIRA, 2016.

Figura 10. Pontos de corrosão em frestas



Fonte: OLIVEIRA, 2016.

Essa patologia é agravada pelo uso do perfil U enrijecido, principalmente nas terças, em que, devido a seu posicionamento, tornou-se um local vulnerável exposto à umidade e sujidades, que facilitam a instalação da corrosão deixando as peças estruturais bastante deterioradas em pontos específicos. Também, a falta de manutenção, traduzida pelo desgaste da pintura dos perfis metálicos, compromete a estética e colabora para o desenvolvimento dessa patologia (Figura 11).

O sistema de captação das águas pluviais das edificações, constituído por calhas, canaletas e condutores, mostra-se adequado. No caso da Quadra Poliesportiva do Acesita Esporte Clube, no lado da edificação onde existe um muro de contenção, canaletas de concreto recolhem a água do telhado conduzindo-a até caixas coletoras aparentes de concreto e direcionado-a para a rede pluvial. No lado oposto dessa

edificação, a água de chuva é recolhida por calhas metálicas e também são conduzidas a caixas coletoras aparentes de concreto atingindo a rede pluvial.

No Ginásio do SESI Timóteo a água é captada pelas calhas e desce pelos condutores diretamente para a rede pluvial. Na primeira edificação, as calhas são de aço inoxidável e na outra tanto as calhas quanto os condutores são de aço inoxidável. Apesar do sistema de coleta de água mostrar-se eficiente, destaca-se que a falta de manutenção pode comprometer a coleta da água pluvial do telhado devido ao congestionamento das calhas decorrente principalmente de folhas que caem das árvores próximas (Figura 12).

3.3.1 Indicação de medidas de prevenção e recuperação das patologias

O Ginásio do SESI Timóteo foi construído dois anos após a Quadra Poliesportiva do Acesita Esporte Clube, tendo um aprimoramento na sua execução, tais como a colocação de condutores de aço inoxidável e dos brises para controlar a insolação em seu interior.

Essas edificações não apresentam nenhum inconveniente de ordem estrutural, mas concepções de projeto trouxeram problemas patológicos, que surgiram em detrimento do uso e da posição do perfil tipo U enrijecido em parte da estrutura. Esse perfil na forma em que foram colocados tende a acumular água de chuva, facilitando a corrosão em diversos pontos. Uma vez que eles estão em locais de difícil acesso e sua manutenção é mais complicada, uma adequação da estrutura metálica nas edificações avaliadas poderia evitar essa patologia. Uma medida mais simples seria a adoção de furos de drenagem em quantidade e tamanho suficientes nas abas dos perfis.

Figura 11. Detalhe de processo corrosivo avançado em terça da cobertura



Fonte: OLIVEIRA, 2016.

Figura 12. Calha congestionada por folhas de árvores dos arredores



Fonte: OLIVEIRA, 2016.

A ocorrência de processos corrosivos avançados, observados com maior intensidade na Quadra Poliesportiva do Acesita Esporte Clube, denota a necessidade de um urgente tratamento da estrutura e aplicação de pintura anticorrosiva de todo o conjunto indicada para esse tipo de estrutura, acompanhado de manutenção periódica por se tratar de estruturas e componentes expostos às intempéries. Dentre as medidas a serem adotadas para a recuperação da estrutura e manutenção das edificações destacam-se:

- Remoção da corrosão, por lixamento ou outro processo mecânico. Mas se a peça estiver sujeita a um nível de corrosão mais avançado, deve ser reforçada ou até mesmo à sua substituição, o que pode ser viável pois uma das vantagens da construção metálica é a facilidade de substituir elementos estruturais por perfis de mesmo material e com estabilidade e resistência equivalentes às dos perfis iniciais.

- Pintura das peças metálicas com tinta apropriada resistente ao intemperismo, sem perda de brilho e cor, que seja compatível com a pintura antiga. O esquema de pintura deve abranger a aplicação de primer epóxi e acabamento em poliuretano alifático sobre perfis expostos ao sol;

- Limpeza periódica das calhas e colocação de telas protetoras sobre elas para evitar seu congestionamento e dos tubos coletores de água ocasionado por folhas e flores de árvores.

Sugere-se ainda uma otimização do sistema de coleta de águas pluviais com o armazenamento dessas águas permitindo um reaproveitamento das mesmas em instalações sanitárias, em serviços de limpeza de pisos em geral e irrigação dos jardins dos clubes.

4. CONCLUSÕES

Nesse trabalho pode-se investigar o estado de duas edificações estruturadas em aço que possuem cobertura de telhas de aço inoxidável. A localização de uma usina siderúrgica de aço inoxidável em um determinado local pode contribuir para a escolha desse material, além das diversas aplicações já conhecidas, também como sistema de fechamento vertical e coberturas de edificações próximas, tirando-se partido das inúmeras vantagens aqui apresentadas.

Foram também realizados estudos in loco de detalhes da cobertura feita em aço inoxidável e da estrutura de duas edificações estruturadas em aço. A partir dessa investigação pode-se concluir que o aço inoxidável apresenta ser um excelente material também em coberturas. Em ambos os casos nota-se nitidamente a conservação das telhas, principalmente se comparada à estrutura. As edificações têm menos de uma década de existência e, enquanto a estrutura já apresenta sinais do tempo, as telhas em aço inoxidável mantêm-se em bom estado de conservação.

Considera-se ainda que, a médio e longo prazo, o maior investimento inicial na aquisição das telhas em aço inoxidável pode ser compensado frente à sua durabilidade e continuidade do efeito estético ao longo do tempo. Também se destacam pela funcionalidade, uma vez que a manutenção das telhas quase não é necessária e, do ponto de vista arquitetônico, seu acabamento de fábrica lhes confere um ar de modernidade e sofisticação à edificação.

Os problemas patológicos detectados, caracterizados primordialmente pela corrosão da estrutura metálica e de seus componentes, que se tornou acentuado em uma das edificações, são passíveis de serem sanados e evitados. Essa investigação mostra que, qualquer que seja o sistema estrutural e material escolhidos, devem ser programadas e realizadas manutenções periódicas adequadas, independente da finalidade da edificação. Além disso, um tratamento anti-corrosivo adotado em projeto e durante o uso de uma edificação tende a proporcionar um maior tempo de vida útil da estrutura metálica.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a UFOP e a CAPES.

6. REFERÊNCIAS

APERAM SOUTH AMERICA (APERAM). **Aço Inox. Presente no mundo inteiro**. Em um mundo de Aplicações. Disponível em: http://brasil.aperam.com. Acesso em: 26 abr. 2016.

ARCELORMITTAL PERFILOR. **Suporte Assistência Comercial**. Consulta em: 01 mar. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (AsBEA). **A Versatilidade do Aço Inoxidável na Arquitetura foi tema de workshop promovido pela AsBEA e Abinox**. São Paulo, 2014. Disponível em: http://www.asbea.org.br/ escritorios-arquitetura/noticias/a-versatilidade-do-aco-inoxidavel-na-arquitetura-foi-tema-de-333802-1.asp. Acesso em: 12 fev. 2016.

ALVES, C.E.A. **Construção em aço no Vale do Aço do Estado de Minas Gerais**. 2011. 177 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). UFOP, Ouro Preto, 2011.

BASTOS, M. A. R.; SOUZA, H. A. **O Usuário versus a cadeia produtiva do espaço edificado**. In: Simpósio Brasileiro e I Encontro Latino-Americano de Gestão e Economia da Construção, 4, 2005, Porto Alegre. Anais do IV SIBRAGEC-I ELAGEC: ANTAC, 2005. 1 CD-ROM.

CASTRO, E.M.C. **Patologia dos edifícios em estrutura metálica**. 1999. 202 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). UFOP, Ouro Preto, 1999.

CHIAVERINI, V. **Aços e ferros fundidos**. 7 ed. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais - ABM, 2005. 599 p.

DAVIS, J.R (ed.). **ASM Special Handbook: Stainless Steels**. ASM International. The Materials Information Society. Ohio, 1994.

OLIVEIRA, G.D. **A aplicabilidade do uso do aço inoxidável em coberturas de edificações estruturadas em aço – Estudos de caso**. 2016, 94 p. Dissertação (Mestrado em Construção Metálica). UFOP, Ouro Preto, 2016.

PORTAL NOVA YORK. Disponível em: http://www.novayork.com/chrysler-building. Acesso em: 22 mar. 2016.

RIBAS, R.A.J. **Avaliação das condições físico-construtivas e de desempenho de uma edificação estruturada em aço**. 2006. 186 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). UFOP, Ouro Preto, 2006.

SALES, V. **Análise do comportamento dos aços inoxidáveis AISI 304 e SAF 2205 em diferentes condições de dobramento**. 2013. 115 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais). CEFET, Belo Horizonte, 2013.

SILVA, A.L.V.C.; MEI, P.R. **Aços e ligas especiais**. 3 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2010. 648 p.