



## ESCOLA DE MINAS DA UFOP: ESTUDO DE CASO DE UMA EDIFICAÇÃO ESTRUTURADA EM AÇO

**Rovadavia Aline de Jesus Ribas (1); Urânia Costa Sales (2); Henor Artur de Souza (3)**

(1) Departamento de Engenharia de Civil – Escola de Minas – Universidade Federal de Ouro Preto,

Brasil – e-mail: metálica@em.ufop.br

(2) Departamento de Arquitetura e Urbanismo do Unicentro Izabela Hendrix da Igreja Metodista – UNIHENDRIX, Belo Horizonte, MG, Brasil. e-mail: urânia.sales@gmail.com

(3) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, área de concentração Construção Metálica, Escola de Minas – UFOP, Ouro Preto/MG. e-mail: henor@ufop.br

### RESUMO

**Proposta:** A construção industrializada em aço é uma promessa de solução racional para a construção civil, no que diz respeito à otimização de prazos, redução de mão de obra, diminuição de desperdícios e obtenção de qualidade final. Esse tipo de construção possui, no Brasil, um grande espaço para desenvolvimento e atuação, tanto no que diz respeito ao desenvolvimento tecnológico dos materiais de construção, quanto à atividade profissional dos arquitetos. Entretanto, ainda se vê com freqüência o uso de sistemas de fechamentos convencionais em alvenaria, o que é problemático, pois são sistemas que possuem tempos de execução não condizentes e interfaces construtivas de solução delicada. Fazendo-se uma investigação acerca do processo de projeto e de execução praticados no prédio da Escola de Minas da UFOP, que é uma construção estruturada em aço com sistema de fechamento externo constituído em sistemas convencionais (alvenaria e vidro), identificam-se os problemas existentes durante o uso, as patologias e as causas das mesmas. **Método de pesquisa/Abordagens:** Por meio de investigação exploratória, levantamento fotográfico e coleta de dados *in loco*, faz-se um mapeamento a respeito das condições físico-construtivas e das principais patologias. **Resultados:** Com os dados obtidos chega-se a uma avaliação qualitativa da construção, de sua manutenção e das causas que contribuíram para o aparecimento das patologias. Considerando-se o processo de projeto e construtivo utilizados e o estado de manutenção, soluções para correção das patologias e uma adequada manutenção são discutidas e apresentadas. **Contribuições/Originalidade:** Diminuição da ocorrência de problemas patológicos na construção em aço.

Palavras-chave: construção metálica; estrutura de aço; patologias das construções.

### ABSTRACT

**Propose:** The steel construction is a promise of rational solution for the building because of the optimization of periods, reduction of work hand, decrease of wastes and obtaining of final quality. Here, in the Brazil, that type of the construction possesses a great space for development and performance, so much in what it concerns the technological development of the construction materials and for the architects' activity. However, it is still seen frequently the use of systems of conventional closings in masonry, what is problematic, because they are systems that possess times of execution no suitable and constructive interfaces of delicate solution. In this paper presents an investigation of the project process and of execution practiced at the building of the School of Mines of Federal University of Ouro Preto. The building is a construction structured in steel with system of external closing constituted in conventional systems (masonry and glass). Problems during the use, the pathologies and the causes of the same ones are identified. **Methods:** Through exploratory investigation, photographic rising and collection of given in loco, the physical-constructive conditions and of the main pathologies are observed. **Findings:** With the results makes a qualitative evaluation of the construction, of its maintenance and of the causes that contributed to the appearance of the pathologies. Being considered the project process and constructive used and the maintenance state, solutions for correction of the pathologies and an appropriate maintenance are discussed and presented. **Originality/value:** Decrease of the occurrence of pathological problems in the steel construction.

Keywords: steel construction, project process, maintenance building, pathologies.

## **1 INTRODUÇÃO**

A tendência de industrialização da construção mundial indica o crescente desenvolvimento de edificações em aço, que utilizado como componente estrutural traz diversas vantagens, mas problemas patológicos específicos surgem, por ser esse material de natureza e características bastante diferenciadas das do concreto armado, cuja cultura é bastante difundida no Brasil. O domínio de uma metodologia construtiva apropriada para o seu uso acarretaria uma segura aplicação do mesmo e dificilmente ocorreriam tais problemas, que muitas vezes são resolvidos de maneira inadequada e ineficiente. Saber lidar com esses problemas significa manter o desempenho das edificações em níveis aceitáveis durante toda sua vida útil.

Face à carência de desenvolvimento tecnológico, do conhecimento de suas características e da mão de obra especializada, os novos sistemas de fechamentos disponíveis, que deveriam acompanhar uma edificação industrializada encontram, entre os profissionais da construção e no mercado consumidor, bastante resistência quanto à sua aplicação, fazendo com que o uso de sistemas de fechamento convencionais em alvenaria sejam ainda utilizados, levado a uma semi-industrialização da construção, de caráter antagônico, pois os sistemas industrializados e o convencional demandam velocidades de execução diferentes e a compatibilização das interfaces construtivas, de solução não tão simples, pode comprometer a qualidade final e o desempenho da edificação.

Além da falta de conhecimento técnico na execução, são fatores que levam ao aparecimento de patologias nas construções: a concepção incorreta de projetos, o emprego de materiais impróprios, a falta de manutenção e a simples utilização da edificação. Segundo Castro (1999), uma edificação deve oferecer condições de uso, segurança e conforto de modo que as atividades ali desenvolvidas não sejam interferidas pelo meio no qual essa construção está inserida. As patologias que venham a ocorrer podem trazer alterações dessas atividades, vindo daí a necessidade de se estar preparados para identificar e propor soluções para os problemas. Assim, investigações seguidas de avaliações de espaços edificados após sua ocupação levam à melhoria da qualidade na construção civil e à solução de problemas decorrentes da racionalização, possibilitando avaliar os sistemas construtivos empregados quanto às questões da utilização, do conforto interno e das patologias da edificação, favorecendo a evolução de futuros projetos.

## **2 OBJETIVO**

O objetivo desse trabalho é, por meio de um estudo de caso, fazer uma avaliação qualitativa do processo construtivo e identificação dos problemas existentes durante o uso, as patologias e as causas das mesmas, além de indicação de soluções para correção dessas patologias, de uma edificação estruturada em aço, que utiliza fechamento externo constituído por sistema convencional (alvenaria e vidro).

Estuda-se o prédio da Escola de Minas (EM) da Universidade Federal de Ouro Preto-MG, construído entre 1994 e 1996, em pleno uso, onde funcionam cursos de engenharia dessa instituição.

## **3 METODOLOGIA**

Segundo Sales (2001), deve-se ressaltar a importância de estudos de pós-ocupação com o intuito de pesquisar e destacar claramente os problemas enfrentados por usuários ao longo do tempo de utilização do edifício. Bastos (2004) informa que no estudo das avaliações pós-ocupação (APOs) que vem sendo realizado no Brasil por meio de pesquisas, percebe-se uma ênfase em estudos de caso relacionando aspectos técnicos funcionais e comportamentais.

Partindo desses pressupostos, para que a meta proposta seja atingida, o desenvolvimento do trabalho de avaliação da concepção estrutural, e suas interferências no processo construtivo e na utilização da edificação, é realizada por meio de uma investigação exploratória *in loco* seguida de análise de projeto. Para a identificação dos problemas existentes, das patologias e suas causas, realiza-se, também, um levantamento fotográfico documentando os principais fenômenos decorrentes do uso e da manutenção do edifício.

## 4 A EDIFICAÇÃO EM ESTUDO

Situado no campus Morro do Cruzeiro, Ouro Preto, MG, o prédio da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, construído para abrigar os cursos de engenharia dessa instituição, é uma edificação estruturada em aço, que teve sua obra iniciada no final do ano de 1994, sendo inaugurada em julho de 1996 e ocupado com as atividades docentes a partir de 1997. A estrutura metálica possibilitou um período de construção relativamente rápido, aproximadamente de um ano e meio, e já na praça de entrada, vê-se um expressivo pórtico em aço de onde flui toda a trama estrutural aparente em estrutura metálica (Figura 1).



Figura 1 – Fachada principal do Prédio da Escola de Minas em 1998 (a) e em 2005 (b)

### 4.1 Aspectos construtivos

A edificação, que segue a disposição do terreno de 15.000 m<sup>2</sup>, possui área construída de 7.310 m<sup>2</sup>, é em dois pavimentos e comprehende salas da diretoria, laboratórios de computação, salas de professores e de pós-graduandos e secretarias no primeiro bloco. No segundo bloco, encontram-se salas de aula e uma biblioteca. Na Figura 2 apresenta-se a planta baixa do andar térreo da edificação.

Da entrada à praça final, um eixo simetriza a edificação providenciando a modulada ortogonalidade adequada à estrutura metálica e permitindo uma progressiva graduação de espaços que vai do público do *hall* de entrada, passando por espaços semi-públicos dos pátios internos, até chegar aos espaços de máxima privacidade que seriam as salas de aula e a biblioteca. O eixo de simetria se orienta de leste a oeste permitindo disposição ambiental ideal de luz e ventilação para as salas de aula e os departamentos cujas aberturas ficam orientadas para norte-sul. Entretanto o volume transversal da biblioteca é fechado a oeste preservando o acervo de isolamento indesejada (OLIVEIRA *et al*, 1996).

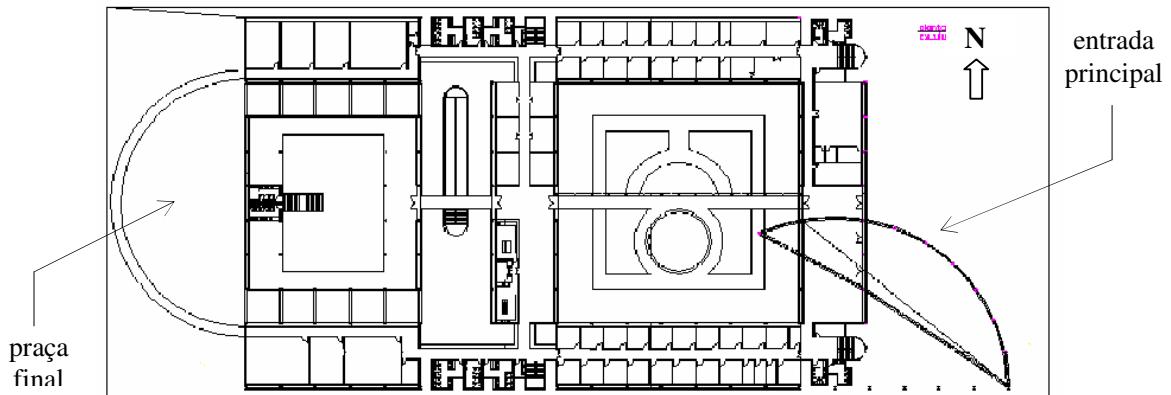


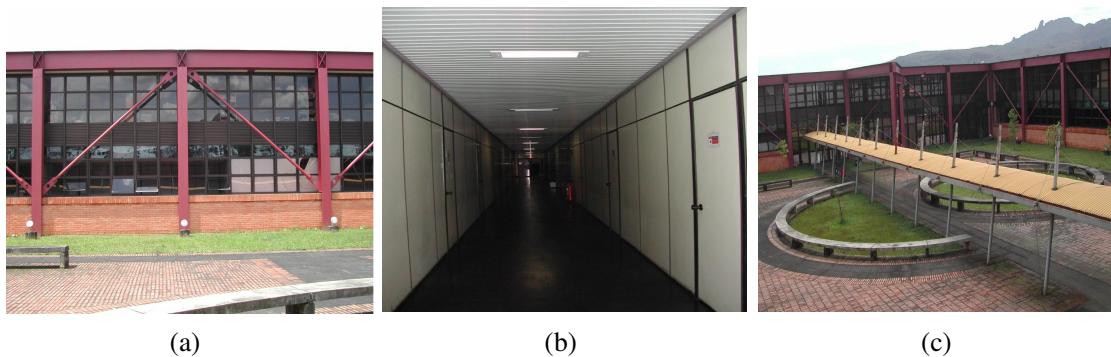
Figura 2 – Planta baixa do andar térreo

No primeiro pavimento, o fechamento externo é em alvenaria (tijolo a vista por fora e revestimento em reboco por dentro) até meia altura e vidro no restante da parede. No segundo pavimento, o fechamento externo é todo feito em esquadria e vidro (Figura 3(a)). A área administrativa do primeiro bloco, devido à necessidade de flexibilização e adaptação de sua área conforme o uso, foi construída internamente com material de fechamento industrializado. Assim, foram utilizadas divisórias de fácil

instalação e manutenção, constituídas de chapas de fibras de eucalipto prensadas com acabamento em resina melamínica, de 35 mm de espessura e modulação de 1,20 m de largura (Figura 3(b)).

A iluminação e a ventilação naturais vêm de janelas do tipo máximo ar que ocupam toda a largura das paredes. A modulação dessas janelas, de 1,00 m, marca a fachada principal e as laterais do prédio, sendo que a fachada principal que possui pé direito duplo, é envidraçada inteiramente, sem vigamento intermediário. A cobertura é feita em telhas de aço zincadas pré-pintadas, apoiadas sobre perfis de chapas dobradas e fixadas por parafusos também zincados.

Na entrada do prédio e atravessando o pátio interno, há uma passarela central coberta com telhas metálicas em formato arredondado presas por tirantes de aço, fixados em pilares unilaterais, os quais prestam uma certa leveza a essa cobertura (Figura 3(c)).



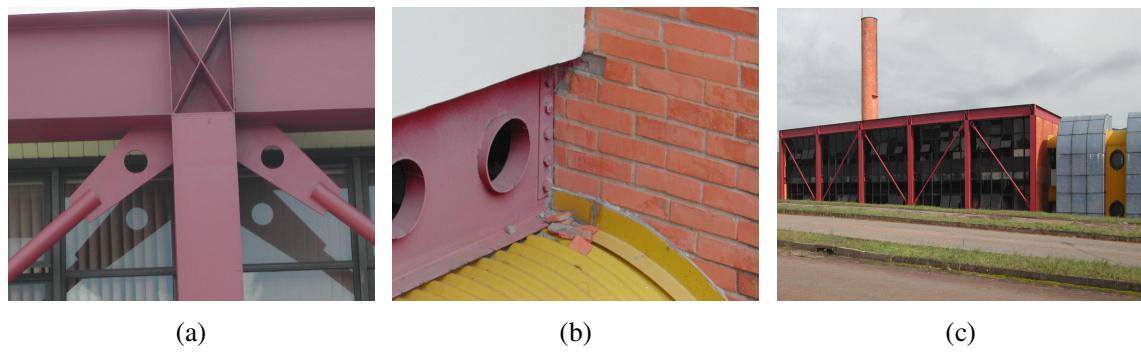
**Figura 3 – Fechamento externo (a) e interno (b), passarela central (c)**

#### 4.2. O aço estrutural

O aço empregado na estrutura foi o USI-SAC-41, das Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A (USIMINAS), de propriedades anti-corrosivas e alta resistência mecânica. As ligações são soldadas, na maior parte da estrutura, exceto em algumas vigas, bases de pilares e alguns pontos da passarela central (Figura 4(a), (b)).

A estrutura em aço, composta de perfis I, cujas chapas possuem espessuras de 4, 8 ou 16 mm conforme a função estrutural da peça, é afastada do fechamento de vidro de aproximadamente 0,40 m. A distância entre eixos dos pilares dos pórticos, que modulam todo o prédio, é de 6 m.

Para prestar destaque à edificação, a mesma foi concebida em cores fortes: vermelho para os perfis aparentes, amarelo para as coberturas arredondadas das passarelas e paredes externas de banheiros e azul para as pastilhas cerâmicas dos volumes das escadas (Figura 4(c)).



**Figura 4 – (a), vigas em ligação soldada (b), vigas em ligação parafusada (c), pintura marcante (c)**

### 5 CONDIÇÕES FÍSICO-CONSTRUTIVAS DA EDIFICAÇÃO

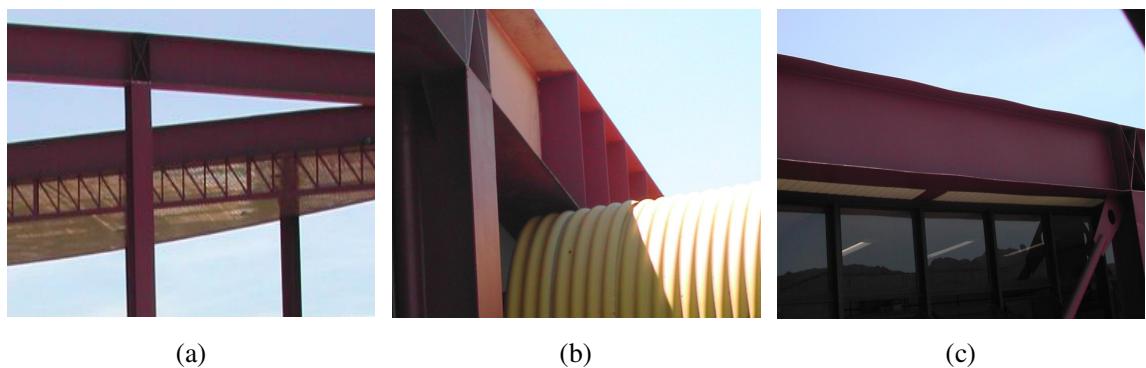
Para determinar as condições físico-construtivas é realizada uma análise de projeto e investigação exploratória *in loco* na estrutura e nos fechamentos.

## 5.1 Segurança estrutural

Os perfis utilizados são robustos e as ligações, tanto as parafusadas quanto as soldadas, foram executadas corretamente, sem nenhum erro aparente de fabricação ou projeto, ou problemas de dimensionamento, de ajuste das peças ou de incompatibilidade entre os projetos envolvidos. A estrutura não apresenta nada que signifique risco para os usuários do prédio.

O uso de reforços estruturais é verificado em algumas peças. No pórtico da entrada e atravessando o *hall* há uma viga I de 0,50 m de altura, que possui um dos vãos livres com 30 m de comprimento. Soldada a essa viga, uma treliça de 0,60 m de altura a acompanha em todo o seu comprimento (Figura 5(a)). Outras vigas mais solicitadas recebem reforço estrutural por meio de conectores (Figura 5(b)). Também, contraventamentos em aço tubular de 0,12 m de diâmetro são encontrados no contorno do prédio, exceto na fachada posterior onde não há aberturas (Figura 3(a)).

Algumas vigas da cobertura apresentam um aspecto ondulado nas suas mesas, mas como são de chapas relativamente finas, conclui-se que as deformações são devidas ao processo de soldagem ainda na fase de fabricação (Figura 5(c)).



**Figura 5 – Reforço estrutural em vigas (a), (b), empenamento em mesa de viga da cobertura (c)**

## 5.2 Fechamentos

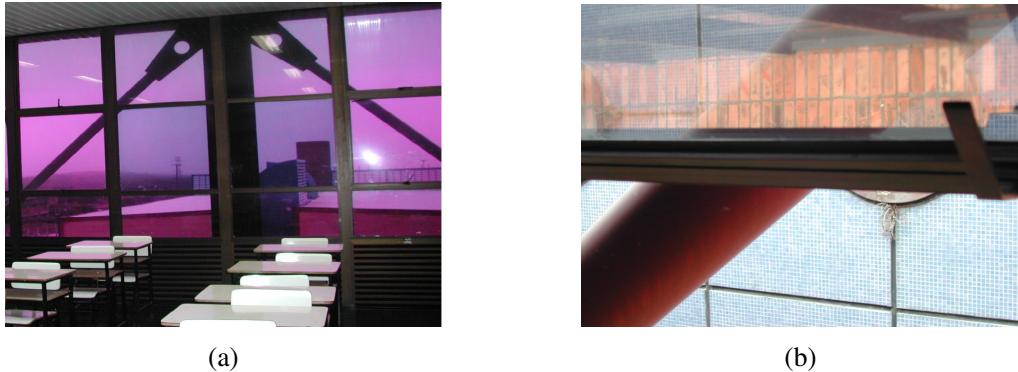
O desempenho final de uma edificação também está relacionado à compatibilização entre a estrutura de aço e o sistema de fechamento, sendo essa associação feita por meio de junções que devem fornecer isolamento térmico, acústico e estanqueidade. No entanto, essa associação, é, às vezes, dificultada devido ao fato de que os dois sistemas, estrutural e de fechamento, devem trabalhar independentemente (SALES, 2001). Desvincular a alvenaria da estrutura é uma das soluções utilizadas pelos projetistas para minimizar os problemas de contato que surgem sob a forma de fissuras, descascamentos e infiltrações.

Outras soluções de projeto garantem maior estanqueidade, tais como a elevação do piso interno e a adoção de fechamento externo mais compatível com a industrialização, como painéis de placas cimentícias e pré-moldados de concreto. Para melhor aproveitamento do espaço, esses fechamentos poderiam ser fixados diretamente na estrutura, desde que fosse aplicada técnica adequada de execução. Para fechamento interno, os painéis de gesso acartonado, ou *dry wall*, que também são de montagem rápida, poderiam ser usados. Paredes duplas e recheadas de materiais isolantes proporcionam desempenho acústico próximo ao da alvenaria (SALES, 2001). Entretanto, esses painéis devem ser colocados após a instalação de dutos, pois não permitem improvisos durante a obra (SOUZA, 2005).

### 5.2.1. Isolamento térmico

O uso de fachadas inteiras envidraçadas proporciona à edificação o aproveitamento máximo da iluminação natural da luz solar. Porém, o efeito térmico proveniente da radiação solar, quando ela atua diretamente sobre o vidro, causa bastante desconforto, em dias quentes, aos usuários do segundo andar do edifício, principalmente. A radiação solar penetra nos ambientes através dos vidros e é absorvida pelas superfícies internas, causando o chamado efeito estufa, que implica na elevação da temperatura no interior da edificação (Figura 6(a)).

A aplicação de películas de controle solar sobre o vidro tende a minimizar esse efeito e as janelas de máximo ar promovem boa ventilação interna, mas em alguns pontos o contraventamento impede que seja aproveitada a máxima abertura das janelas (Figura 6(b)). Outras soluções arquitetônicas são propostas para amenizar os efeitos da radiação solar: a instalação de *brises* nas janelas mais ensolaradas e uma arborização adequada nos arredores do prédio.



**Figura 6 – Fechamento em vidro (a), janela impedida de abrir completamente (b)**

#### 5.2.2. Isolamento acústico

O fechamento externo em alvenaria possui desempenho acústico superior à maioria dos fechamentos industrializados do mercado, sendo que apenas os painéis de concreto apresentam desempenho similar (SALES, 2001). No entanto, nas dependências onde foi utilizado o fechamento com divisórias pré-fabricadas moduladas, observa-se que os ruídos de uma sala interferem em outra. Além disso, a falta de rodapés em todo o prédio contribui para a passagem do som de um andar para o outro.

As paredes de duas salas de aula, que ficam localizadas na região de divisórias, foram modificadas com a adição de uma manta de lã de vidro entre elas. Outra modificação foi no auditório de eventos do prédio, que passou por uma reforma em 2005 e a divisória foi trocada por placas de gesso acartonado com revestimento interno em feltro, para melhor isolamento acústico.

## 6 MANUTENÇÃO DA EDIFICAÇÃO E PATOLOGIAS IDENTIFICADAS

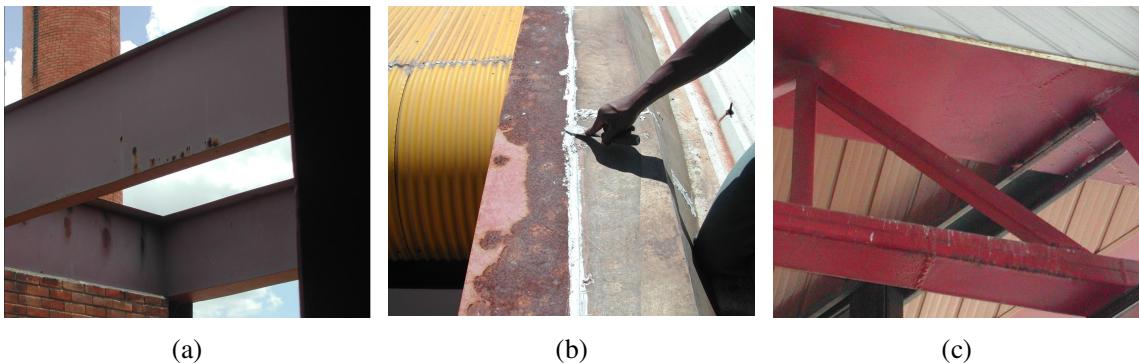
Para identificar as patologias existentes e suas causas, realiza-se, um levantamento fotográfico documentando os principais fenômenos decorrentes do uso e da manutenção do edifício. Essa documentação, feita entre novembro e dezembro de 2005, ou seja, após nove anos de ocupação, mostra que as patologias não chegam ainda a comprometer estruturalmente a edificação, mas prejudicam seu desempenho e causam certo desconforto visual. Vê-se também que alguns dos problemas estão relacionados à concepção do projeto, enquanto outros, às interfaces entre os componentes construtivos e à falta de manutenção. Assim, os fenômenos mais comumente encontrados são: processos corrosivos, desgaste de pintura, fissuras, infiltrações na cobertura e no revestimento, descascamentos de revestimentos, dentre outros.

### 6.1 Processos corrosivos

Processos de corrosão uniforme foram detectados em vários pontos da estrutura metálica, da passarela central e em outras áreas da edificação. Em alguns locais faz-se necessária uma intervenção no sentido de interromper o fenômeno que poderá futuramente comprometer o aço, o qual apesar de ser resistente à corrosão, devido à umidade da atmosfera local e ao contato dos pilares com o solo, está bastante deteriorado em pontos específicos (Figura 7(a), (b)). Essa intervenção consiste em remoção da camada de óxido e outras substâncias como poeira por jato de areia ou outro esquema de limpeza que permita a eliminação da corrosão, seguida de aplicação de tinta de boa aderência e compatível com a existente.

Todos os elementos da passarela, calhas, tubos e tirantes, deveriam ser galvanizados, conforme indicação de projeto. Mas como essa requisição parece não ter sido atendida, é recomendável fazer-se manutenção periódica com limpeza e repintura com tinta adequada.

Na união de perfis de chapa dobrada sem solda contínua, diante da exposição das intempéries e de fezes de aves, e junto a parafusos localizados nas bases dos pilares tem-se instalado o processo de corrosão em frestas (Figura 7(c)). Recomenda-se, então, uma limpeza, de modo a eliminar a umidade e poeira, e vedação da entrada das frestas, antes de nova aplicação de tinta protetora.



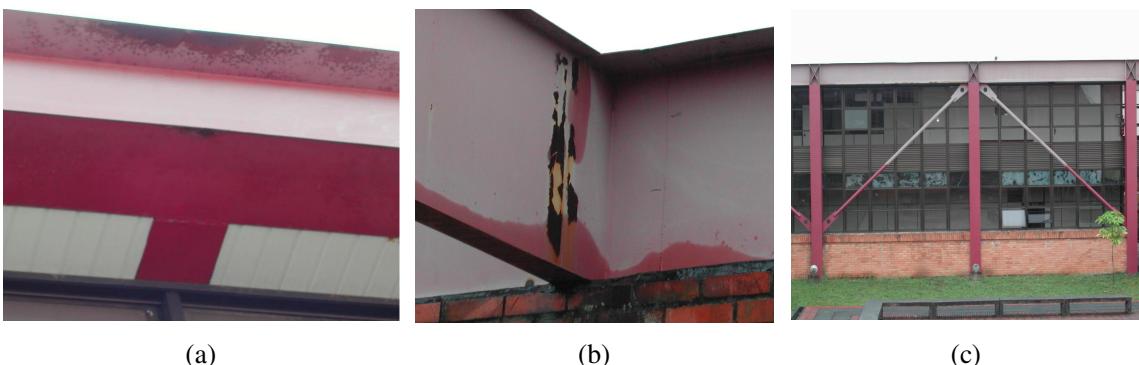
**Figura 7 – Processos corrosivos uniformes em vigas (a) (b) e em frestas (c)**

As bases dos pilares por estarem abaixo no nível do terreno, devem ser mantidas limpas e livres de material orgânico ou receber uma proteção de concreto que fique um pouco acima da superfície. Uma revisão no processo de drenagem do terreno, que é gramado nos pátios internos e no contorno do prédio, também é necessária, para impedir que a água fique empoçada nessa região, o que sempre acontece em períodos de chuva.

Nas mesas das vigas da cobertura, devido às chuvas e poeira, a corrosão é mais acentuada (Figura 7(b)). Os rufos foram instalados de maneira que ocorre infiltração entre eles e as mesas das vigas, favorecendo a corrosão nas frestas entre essas mesas e os rufos. Sugere-se que novos rufos galvanizados sejam instalados cobrindo inteiramente as mesas das vigas e que tenham uma pequena dobraria na extremidade para contribuir com o escoamento da água de chuva.

## 6.2 Pintura

A estrutura metálica foi pintada em tom avermelhado, sendo que no projeto de arquitetura foi especificada a utilização de tinta automotiva brilhante, de cor estável e resistente ao intemperismo. Entretanto, devido ao desbotamento da pintura em locais sujeitos à ação dos raios ultravioletas do sol, supõe-se que tenha sido aplicada uma tinta epóxi (Figura 8). Essa degradação da resina que ocorre quando a pintura perde o brilho superficial, tornando-se fosca, é denominada de empoamento, diminui a eficiência da película e compromete a estética.



**Figura 8 – Estado da pintura da estrutura metálica (a) (b) e repintura (c)**

Em áreas sujeitas à insolação, a estrutura metálica deve receber pintura com tinta poliuretânica alifática que, apesar do custo elevado, possui como vantagem a excelente resistência ao intemperismo, sem perder o brilho e a cor, além de boa flexibilidade, dureza e aderência, podendo ser aplicada sobre a pintura antiga (CASTRO, 1999).

### 6.3 Fissuras

Fenômeno de maior ocorrência nos fechamentos, as fissuras causam efeito estético desagradável e instalam infiltrações e descascamento do revestimento. As fissuras podem surgir quando os fechamentos verticais ficam solicitados a esforços de tração ou de cisalhamento. Elas são resultantes também de movimentações causadas por coeficientes de dilatação térmica distintos dos materiais (movimentação higrotérmica) e por movimentação excessiva da estrutura (CASTRO, 1999). Outra causa de fissuras são as infiltrações.

Quando se utiliza alvenaria comum como fechamento de edificações em aço, torna-se necessário que o projetista detalhe as uniões entre os diferentes materiais para evitar o surgimento de fissuras. Nas junções entre pilar e alvenaria usam-se barras de aço de espera, também conhecidas como "ferro cabelo", soldadas ao perfil e solidarizadas à alvenaria durante seu assentamento. Nas junções entre viga e alvenaria, aplica-se entre a face inferior da viga e a alvenaria, material deformável que pode ser cortiça, isopor ou poliestireno, arrematados por mata-juntas ou selantes flexíveis.

Em alguns pontos do prédio da Escola de Minas ocorrem fissuras verticais devido à infiltração (Figura 9(a)) e em outros, geralmente em faces opostas de paredes comuns de salas de aulas, aparecem fissuras horizontais devido à passagem de eletrodutos, mostrando que houve falta de sincronismo entre projeto elétrico e estrutural, pois a parede, apesar de ter apenas seu peso como carga atuante, ficou com sua resistência diminuída quando interligações de pontos de tomadas foram feitas (Figura 9(b)).

Para as fissuras verticais, a terapia seria a eliminação das infiltrações da cobertura, seguida de reconstituição da parede. Fissuras verticais também ocorrem devido ao excesso de deformação por flexão da estrutura (Figura 9(c)). Uma análise, seguida de reforço ou substituição dos perfis estruturais, se fazem necessárias antes da reparação da fissura.

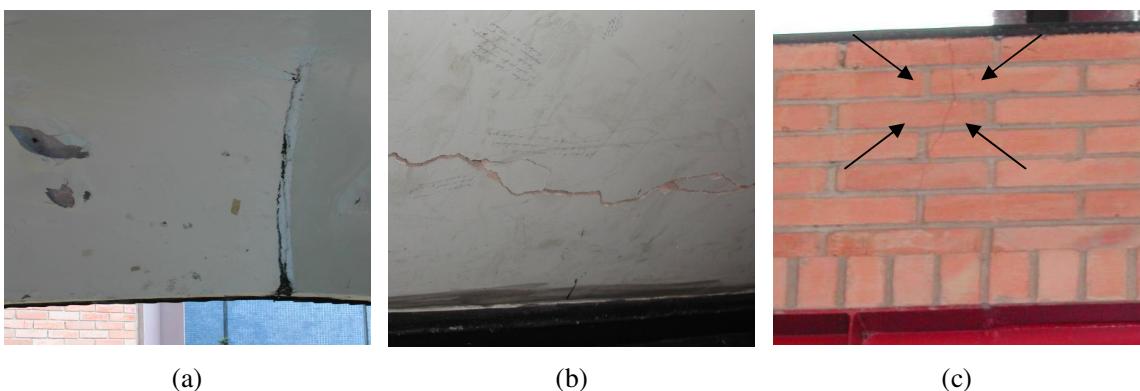


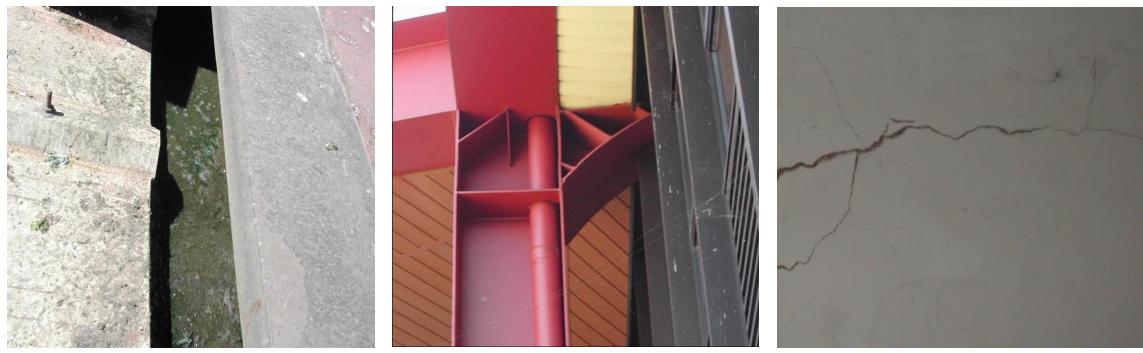
Figura 9 – Fissura em cobertura (a), fissura horizontal (b) e vertical (c) em fechamento de alvenaria

### 6.4 Infiltrações na cobertura e no revestimento

As telhas de aço zinckadas da cobertura possuem um pequeno cimento, mas que é inadequado para chuvas fortes (Figura 10(a)). Para impedir a penetração da água de chuva sobre a laje de forro, foram empregados rufos metálicos de chapa zinckada, apoiados sobre as vigas metálicas e nas calhas, que foram dimensionadas para dar vazão à água pluvial. Tubos de 100 mm de diâmetro, que passam pelos cantos de alguns pilares, recebem a água de chuva proveniente do telhado, desembocando-a na rede pluvial (Figura 10(b)).

Apesar desses cuidados, há várias infiltrações de água de chuva pelo prédio que causam desconforto, umidade e fissuras em paredes (Figura 10(c)). A água escorre entre os rufos e as mesas das vigas, infiltrando-se sobre a laje e sobre o forro de PVC, pingando em determinadas salas e na biblioteca (Figura 11(b)). As causas dessa patologia, que favorece também a corrosão do aço, seriam a falta de capacetes nas muretas de contorno da cobertura, impermeabilização ineficiente ou de má qualidade e instalação incorreta dos rufos sobre as mesas das vigas.

Entre 1999 e 2000 foi feita uma troca de calhas, que eram de fibra de vidro e apresentavam rachaduras, e passaram a ser de zinco com pintura anticorrosiva para prolongar sua vida útil.



(a)

(b)

(c)

**Figura 10 – Cobertura e calha (a), tubos condutores de água de chuva (b), fissura devido à infiltração (c)**

Mas atualmente outra manutenção se faz urgente para eliminar as infiltrações (Figura 11). As medidas a serem tomadas podem ser: troca de telhas e calhas que estiverem em mau estado; limpeza periódica das calhas para evitar transbordamentos e entupimentos dos tubos condutores (Figura 11(a)); nova aplicação de silicone ou outro produto entre rufos e mesas de vigas e entre estrutura e fechamentos.



(a)

(b)

(c)

**Figura 11 – Calha suja (a) infiltração na cobertura da biblioteca (b) e no contato da estrutura-vidro (c)**

## 6.5 Descascamentos

O descascamento do revestimento ocorre no contato entre estrutura e fechamentos (Figura 12(a), (b)) e em locais de infiltração como se observa nas paredes internas das escadas e das rampas, as quais são revestidas externamente com pastilhas, tendo perfis leves como juntas de dilatação. Nessas juntas, do lado de dentro do prédio, vê-se infiltrações e consequentes descascamentos (Figura 12(c)). Eliminação da infiltração, raspagem do local afetado, recomposição do revestimento e pintura são recomendadas.



(a)

(b)

(c)

**Figura 12 – Descascamento no contato estrutura-alvenaria (a), (b) e devido à infiltração (c)**

Vê-se também o descascamento de tijolos que compõem as fachadas, principalmente em regiões que recebem respingos de água de chuva. A qualidade dos tijolos e da película de impermeabilizante que a parede recebeu são outras causas desse fenômeno, que provoca também limbo nas paredes externas. Uma revisão nos sistemas de captação das águas do telhado e de drenagem, replantio de grama junto às paredes, limpeza dos tijolos e nova aplicação de impermeabilizante são aconselháveis.

## 7 CONCLUSÃO

As divisórias apresentam as vantagens já mencionadas, sendo que as principais são a rapidez e facilidade de instalação. Contudo, destacam-se desvantagens, além da falta de isolamento acústico, tais como: são combustíveis por serem de chapas de eucalipto; os perfis metálicos que as compõem se soltam facilmente; apresentam dificuldade de embutimento de fiação volumosa. Esse problema de dificuldade de embutimento de fiação também é encontrado no fechamento em tijolo aparente (Figura 13(a)). Além disso, o contato do vidro com a estrutura metálica, de difícil solução, deixa espaços abertos, que facilitam a entrada de aves e água de chuva no interior do edifício (Figura 13(b)).



**Figura 13 – Dificuldade de embutimento de fiação (a), incompatibilização entre fechamento e estrutura (b)**

Esse levantamento foi importante para contribuir com a APO de edificações estruturadas em aço. A edificação em estudo não apresenta nenhum inconveniente de ordem estrutural, mas problemas construtivos surgiram em detrimento do uso de alvenaria convencional com a estrutura metálica. Outras opções de painéis de fechamento interno e externo estão disponíveis no mercado, e, desde que sejam aplicados adequadamente, com conhecimento tecnológico e respeito às técnicas de execução e aos condicionantes de cada situação, apresentam alto potencial de racionalização. De qualquer modo, manutenções periódicas devem ser feitas, pois patologias estão em processo de avanço, sendo que as que mais comprometem são a corrosão e a infiltração que aparece nos fechamentos e na cobertura.

## 8 REFERÊNCIAS

- BASTOS, M.A.R. **Avaliação de sistemas construtivos semi e/ou industrializados de edifícios de andares múltiplos através da perspectiva de seus usuários.** 2004. 458 f. Dissertação (Mestrado em Construção Metálica) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2004.
- CASTRO, E.C. **Patologia dos edifícios em estrutura metálica.** 1999. 199 f. Dissertação (Mestrado em Construção Metálica) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1999.
- OLIVEIRA, E.N.M.B.; RAMOS, F.M.G.; MEYER, M.V.R.; SILVA, M.A.F. Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto. **AP Revista de Arquitetura.** B. Horizonte, n. 5, p. 24-31, 1996.
- SALES, U.C. **Mapeamento dos problemas gerados na associação entre sistemas de vedação e estrutura metálica e caracterização acústica e vibratória de painéis de vedação.** 2001. 249 f. Dissertação (Mestrado em Construção Metálica) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2001.
- SOUZA, H.A.; SALES, U.C. **Sistemas de fechamento para estrutura metálica.** Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2005. 41 p. (Notas de aula).