Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções
CBPAT2016

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

ESTUDO DE PRÁTICAS DE EXECUÇÃO QUE PODEM GERAR MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFÍCIOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL NA CIDADE DE BELO HORIZONTE - MG

A. M. DIAS
Mestrando em Engenharia Civil
CEFET-MG
Minas Gerais; Brasil
anieldias@globo.com

F. C. S. SANTOS
Mestrando em Engenharia Civil
CEFET-MG
Minas Gerais; Brasil
felipecarvalho.bio@gmail.com

L. A. C. RAPOSO
Engenheiro Civil
UFSJ
Minas Gerais; Brasil
lucas.raposo@hotmail.com

RESUMO

O Brasil apresenta uma grande quantidade de construções em alvenaria estrutural. O crescimento da utilização desse método construtivo é consequência do programa *Minha Casa Minha Vida* do Governo Federal, que estimula as construtoras a produzirem edifícios a custos mais baixos. Apesar de economicamente vantajosos em relação ao concreto armado, é necessário um sistema eficaz de controle de qualidade para inibir o surgimento de manifestações patológicas que comprometam a estrutura e garantir a durabilidade da edificação, como é exigido pela norma de desempenho ABNT NBR 15575. Devido ao surgimento dessas manifestações em vários edifícios em alvenaria estrutural no Brasil, o trabalho pretendeu analisar obras na cidade de Belo Horizonte, construídas com esse método, com o objetivo de avaliar práticas empregadas durante a execução da obra que contribuem para o surgimento das manifestações.
Palavras-chave: alvenaria estrutural, manifestações patológicas, edifícios.

ABSTRACT

Structural masonry is widely used in brazilian´s construction industry. Growth utilization of this constructive method is due to *Minha Casa Minha Vida*, a Federal Government social program that stimulates constructors to produce lower cost buildings. Although it is more profitable in comparison to reinforced concrete, it demands a quality control system in order to prevent pathological manifestation that can harm the structure and assure buildings durability, as required by the performance standard ABNT NBR 15575. Due to several pathological manifestation in structural masonry buildings in Brazil, this work will analyze under constructions masonry buildings in the city of Belo Horizonte aiming evaluate constructions practices that can contribute to future pathological manifestation.
Keywords: structural masonry, patological manifestation, buildings.

1. INTRODUÇÃO

Corrêa *et al.* [1] afirma que “a alvenaria é um sistema construtivo bastante tradicional, tendo sido muito utilizado desde o início da atividade humana de executar estruturas para os mais variados fins. Com a utilização de blocos de diversos materiais, como argila, pedra e outros, foram produzidas obras que desafiaram o tempo, atravessando séculos ou mesmo milênios, e chegando até nossos dias como verdadeiros monumentos de grande importância histórica”.

Segundo Tauil *et al.* [2], neste sistema, a alvenaria é a estrutura da edificação, pois as paredes distribuem as cargas uniformemente ao longo das fundações, além de promover segurança, resistir a impactos, isolar e proteger os ambientes e impedir a entrada de vento e chuva no interior dos ambientes.

De acordo com Hoffmann *et al.* [3], as principais vantagens da alvenaria estrutural são a racionalização, redução de custos e de prazos de execução. Por outro lado, as desvantagens são as limitações do projeto, falta de mão de obra qualificada e a falta de fornecedores.

Para que as vantagens sejam maiores que as desvantagens e o resultado do empreendimento seja satisfatório, é necessário que a obra tenha qualidade. Barros Neto [4] destaca que a possibilidade de construir uma edificação durável

é maior quando se utiliza materiais e componentes de boa qualidade e a execução é realizada respeitando as normas técnicas estabelecidas.

Nesse contexto, este trabalho visa identificar a utilização dos materiais e os erros na execução de obras de alvenaria estrutural na cidade de Belo Horizonte - MG que, por consequência, podem gerar manifestações patológicas e, além de esteticamente ruins, podem diminuir a vida útil da edificação ou até mesmo comprometer a estabilidade da estrutura.

2. METODOLOGIA

Para atingir o objetivo, foram realizadas visitas a duas obras de diferentes construtoras e diferentes regiões da cidade de Belo Horizonte. Nelas foram observados aspectos importantes como os materiais escolhidos pelas construtoras para execução das paredes e os métodos de estocagem desses materiais, o processo de fabricação e transporte de argamassa e o aspecto visual da alvenaria construída como: espessura de juntas, integridade dos blocos e preenchimento das juntas verticais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Obra A

A construtora responsável por esta obra possui mais de 20 anos de mercado e já realizou dezenas de empreendimentos residenciais, tanto em concreto armado, quanto em alvenaria estrutural. O edifício possui 6 pavimentos e 1.270,40 m² de área construída e é composto por 8 apartamentos de médio padrão, com área de 90,00 m² cada (apartamento tipo). A Figura 1 mostra o esboço do projeto arquitetônico de sua fachada principal.

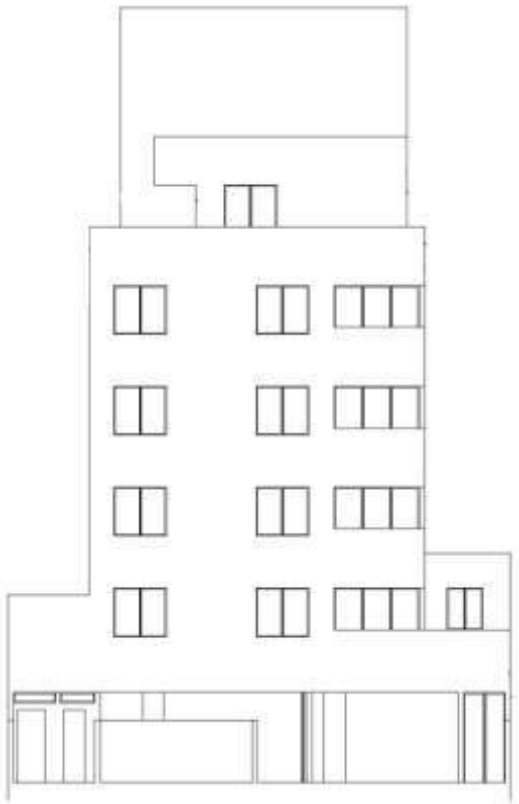

Figura 1: Fachada principal do Edifício.

3.1.1 Materiais da obra A

Para a execução da alvenaria estrutural da obra, foram utilizados os seguintes materiais: blocos estruturais de concreto, blocos estruturais cerâmicos, cimento e areia. Os blocos de concreto foram utilizados no primeiro pavimento (primeiro andar da edificação). A justificativa para a sua utilização nesse pavimento foi pelo fato do bloco ter uma resistência de 6 MPa, maior que a do bloco cerâmico disponível no mercado.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

Já os blocos cerâmicos foram utilizados nos pavimentos superiores ao primeiro pavimento. A justificativa para a sua utilização nos pavimentos superiores foi o fato do bloco cerâmico ser mais barato que o bloco de concreto. Apesar de ter uma resistência de 4 MPa, menor que a do bloco de concreto, a carga suportada por ele é menor, sendo assim, suficiente. Tanto os blocos cerâmicos quanto os de concreto foram entregues na obra em paletes e foram armazenados próximos aos locais de aplicação, conforme se vê na Figura 2. Os blocos também são transportados através de guinchos.



Figura 2 – Armazenamento de blocos na obra A.

Foram feitos ensaios visuais, de esquadro e de planicidade em obra, assim como dos blocos de concreto. Não foram enviadas amostras a laboratórios para ensaios. A utilização desse material fora das especificações, pode ocasionar em uma planicidade irregular da alvenaria. Observa-se que os dois tipos de blocos não estão armazenados separadamente e não estão cobertos para evitar a absorção de umidade que dificulta e pode prejudicar a execução da alvenaria.

O cimento utilizado, não apenas na parte estrutural, mas também em toda a obra, foi o cimento do tipo CPII-E-32. O material foi entregue pelo fornecedor em embalagens de 50 kg e foram transportados em paletes até o local de armazenamento. Os sacos foram armazenados na garagem da edificação e não foram cobertos com lona, já que o local era coberto e de baixa umidade. A Figura 3 mostra como foi feita a estocagem do cimento utilizado na obra.



Figura 3 – Estocagem de cimento na obra A.

Como é mostrado na Figura 3, o material não está armazenado como é exigido pela NBR 12655 ABNT [5], que determina que “o cimento fornecido em sacos deve ser guardado em pilhas, em local fechado, protegido da ação de chuva, névoa ou condensação. Cada lote recebido numa mesma data deve ser armazenado em pilhas separadas e

individualizadas". Os sacos poderiam estar cobertos por uma lona e separados de outros materiais. A utilização do cimento em mal estado de conservação pode baixar a resistência da argamassa, podendo causar fissuras, já que o material pode não resistir as cargas previstas em projeto.

As faixas de areia especificadas apresentavam as granulometrias média e grossa. Foram compradas por tonelada e chegaram à obra em caminhões tipo caçamba. Esse material não foi pesado para conferência e não passou por ensaios de laboratório. Foi armazenado em baias na garagem e, assim como o cimento, não foram cobertos por lonas. Esse material, assim como o cimento, também pode comprometer a qualidade da argamassa e causar fissuras pelo mesmo motivo citado anteriormente.

A distância da areia até a betoneira era de, aproximadamente, 3 metros e o transporte era feito também por um operário, utilizando carrinho de mão ou padiolas, dependendo da quantidade usada. A Figura 4 mostra como foi feito o armazenamento da areia utilizada na obra e também a distância da betoneira.



Figura 4 – Estocagem de areia e distância até a betoneira.

Como vimos na Figura 4, o material não foi armazenado como é exigido na NBR 12655 ABNT [5], que diz que "o depósito destinado ao armazenamento dos agregados deve ser construído de maneira tal que evite o contato com o solo e impeça a contaminação com outros sólidos ou líquidos prejudiciais ao concreto". A areia está em contato direto com o chão, permitindo que ele se misture a outros materiais, além de estar exposto, semelhante ao cimento.

3.1.2 Produção e transporte da argamassa da obra A

A dosagem dos materiais para a argamassa de assentamento é realizada em uma betoneira de 400 litros, envolvidos na dosagem estão um operador de betoneira e dois serventes, como ilustrado na Figura 5.



Figura 5 – Mistura de argamassa.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

Em uma “betonada” são adicionados um saco de cimento (CPII-E-32), 8 “carrinhos” de areia industrializada e 25 litros de água (utilizando 2,5 baldes de 10 litros).

Além da orientação dos encarregados da obra para melhor realização do traço, os funcionários da obra são orientados por placas junto a betoneira, como a mostrada na Figura 6.



Figura 6 – Traço para argamassa.

A construtora buscou a realização de um traço 1:4 (em volume), para obter uma argamassa de assentamento com 6 MPa. É importante salientar que a empresa solicitou, em uma ocasião, a realização de um ensaio de resistência à compressão dessa argamassa e os resultados possuíram valores acima da resistência esperada.

A betoneira foi instalada no primeiro pavimento da obra (nível da rua) e muito próxima ao guincho que realizava a suspensão dos materiais para os outros pavimentos. O transporte até o guincho era realizado por um servente por meio de carrinhos do tipo jericas, com as dimensões de 60x40x25 cm, como mostrado na Figura 7.


Figura 7 – Carrinho jerica utilizado para transporte da argamassa.

O guincho do tipo mini grua que realizou a suspensão da argamassa foi operado por um operador de guincho. No pavimento onde a argamassa foi utilizada, um servente usou o mesmo carrinho jerica para levar o material até a parede a ser construída. Como a obra possui apenas 6 pavimentos, o processo de transporte normalmente não ultrapassava 5 minutos.

3.1.3 Alvenaria da obra A

Foi informado pela construtora que as paredes da obra foram executadas de acordo com um projeto de paginação, porém esse projeto não foi fornecido para conferência. Foi utilizada toda a família dos blocos com largura de 14 cm e as juntas verticais tem a especificação de 1 cm de espessura e as horizontais de 1,5 cm. Porém as juntas horizontais obtiveram variações e várias estavam visivelmente com espessuras menores. Problemas também foram detectados com

as juntas verticais, nas quais a maioria estava mal preenchida ou sem preenchimento. Outro erro encontrado foi a integridade dos blocos, foram encontradas quantidades significativas de blocos quebrados. Esses defeitos podem ser vistos na Figura 8.



Figura 8 – Alvenaria executada na Obra A.

3.2 Obra B

A construtora responsável por esta obra possui mais de 30 anos de mercado e já realizou inúmeros empreendimentos residenciais, tanto em concreto armado, quanto em alvenaria estrutural. A obra possui 38 pavimentos e 298 unidades autônomas com uma área total de 24.505,29 m². Existem dois modelos de apartamento tipo, de dois quartos com área de 59,78 m² e de três quartos com área de 73,61 m². A Figura 9 mostra visão geral do canteiro de obras.



Figura 9 – Canteiro de Obras.

3.2.1 Materiais da obra B

Para a execução da alvenaria estrutural da obra, foram utilizados blocos estruturais de concreto de 8 Mpa nos primeiros quatro pavimentos e de 4,5 Mpa nos últimos quatro pavimentos. Os blocos de concreto foram entregues na obra em paletes e foram armazenados próximos aos locais de aplicação, conforme se vê nas Figuras 10 e 11. Foram feitos ensaios visuais, de esquadro e de planicidade em obra e foram enviadas amostras para laboratórios para verificação da resistência dos blocos, conforme se vê na Figura 12. Observa-se que os blocos estão cobertos com filmes plásticos para evitar a absorção de umidade que dificulta e pode prejudicar a execução da alvenaria.



Figura 10 – Transporte dos blocos Obra B.



Figura 11– Armazenamento dos Blocos Obra B.



Figura 12 – Ensaio de Resistência do concreto e do prisma.

O cimento utilizado, não apenas na parte estrutural, mas também em toda a obra, foi o cimento do tipo CPII-32. O material foi entregue pelo fornecedor em embalagens de 50 kg e foram transportados em paletes até o local de

armazenamento. Os sacos foram armazenados sobre paletes e cobertos por lona para evitar a umidade. A Figura 13 mostra como foi feita a estocagem do cimento utilizado na obra.



Figura 13– Estocagem de cimento na obra B.

Como é mostrado na Figura 13, o material está armazenado como é exigido pela NBR 12655 ABNT [5].

A brita 0 foi especificada para o graute e as faixas de areia especificadas apresentavam as granulometrias média e grossa. Foram compradas por tonelada e chegaram à obra em caminhões tipo caçamba. Esse material não foi pesado para conferência e não passou por ensaios de laboratório. As areias foram armazenadas em baias devidamente cobertas e próximas as betoneiras. As britas foram armazenadas em baias no canteiro de obras e não foram cobertas por lonas, conforme se vê na Figura 14.



Figura 14– Estocagem de areia e brita.

Em relação ao armazenamento de areia e brita, a obra B apresenta a mesma situação da obra A.

O aço utilizado na obra possui certificado de qualidade dado pelo fabricante, não sendo necessários passar por outros ensaios no canteiro de obras. Conforme se vê na Figura 15, o aço foi armazenado de forma a não haver o contato direto com o solo e organizado de forma a separar as barras por feixes e agrupadas por bitolas, porém não estava coberto e protegido das intempéries, sendo o armazenamento feito em parte obedecendo a regulamentação exigida conforme NBR 12655 ABNT [5]

Abril de 2016
ISSN 2448-1459



Figura 15 – Estocagem de aço.

3.1.2 Produção e transporte da argamassa da obra B

A dosagem dos materiais para a argamassa de assentamento é realizada em betoneiras de 400 litros, o traço e a resistência de uma "betonada" é mostrado na Figura 16. Foram feitos ensaios da argamassa e de prisma, conforme se vê na Figura 12, com o intuito de verificar a resistência final do conjunto bloco/argamassa. A betoneira foi instalada em lugar estratégico do canteiro de obras de forma a atender todos os edifícios.

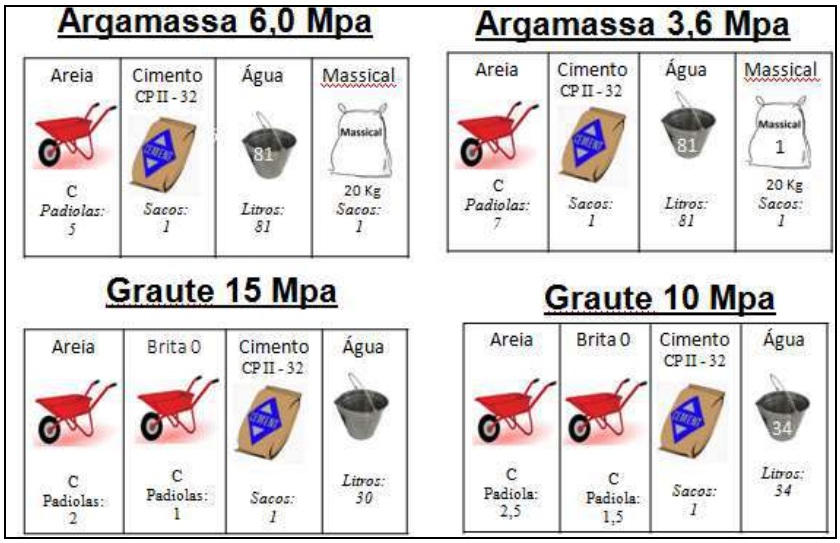

Figura 16 – Tabela de Traço.

3.1.3 Alvenaria da obra B

As paredes da obra foram executadas de acordo com um projeto de paginação, ficando o projeto disponível no canteiro de obras para conferência e esclarecimento de dúvidas por parte dos pedreiros. Foi utilizada toda a família dos blocos com largura de 14 cm e as juntas verticais e horizontais com especificação de 1 cm de espessura. Conforme se vê na Figura 17, as juntas verticais obtiveram variações em relação ao preenchimento e as horizontais se encontravam em perfeito estado. Em relação à integridade dos blocos, não foram encontradas quantidades significativas de blocos quebrados.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459



Figura 17 – Alvenaria executada na Obra B.

4. CONCLUSÕES

O estudo das duas obras mostrou alguns aspectos em comum entre elas. Apesar de serem obras com porte bastante diferentes, pouca diferença foi observada quanto ao cuidado no armazenamento dos materiais. Contudo é nítido uma maior preocupação com este armazenamento dos materiais na obra B que na obra A. Quanto aos cuidados com os blocos, apenas a obra B se preocupou em enviar os blocos para ensaio em laboratório.

Quanto à argamassa utilizada, em ambas as obras optou-se por fazer o traço em obra mesmo existindo diversas opções de argamassas prontas no mercado. A metodologia adotada em ambas as obras pode produzir um resultado não uniforme e de difícil aferição da qualidade final do produto, já que as condições de armazenamento dos materiais foram inadequadas. Face à importância das características da argamassa no desempenho da alvenaria, é recomendada a adoção de argamassas prontas, já que oferecem maior homogeneidade do traço e, consequentemente, maior qualidade.

As espessuras das juntas horizontais afetam diretamente a resistência à compressão do conjunto. Foi observado que a obra A adotou junta horizontal de 15mm enquanto a obra B adotou junta de 10mm. Segundo Parsekian *apud* Camacho [6] enquanto a junta horizontal de 10mm reduz a resistência a compressão em 89%, a junta de 16mm reduz em 62%. Desta forma fica claro como a prática construtiva adotada na obra A pode vir a ser fonte de patologias.

Quanto às juntas verticais, estas não interferem diretamente na resistência a compressão dos blocos, mas na resistência ao cisalhamento e à tração na flexão. Essas resistências abaixo do previsto em projeto podem causar maiores fissuras, permitindo a infiltração de água, gerando manchas de umidade nas paredes. Em ambas as obras, o preenchimento não foi homogêneo, evidenciando o pouco cuidado nos trabalhos de assentamento.

A alvenaria estrutural constitui em um método construtivo, em vários casos, mais barato que o concreto armado, principalmente devido à grande velocidade de execução e, consequentemente, expressiva redução nos custos indiretos da obra. Contudo, são necessários vários cuidados para garantir a qualidade e durabilidade do produto final. O que se observou nas obras estudadas é uma maior preocupação com o tempo de obra do que com a qualidade do produto final. O fato de as habitações possuírem padrão de médio a baixo contribui para esta realidade.

Uma vez que a análise foi restrita a duas obras, é recomendado que seja feito um estudo mais amplo, de longo prazo, acompanhando a evolução das práticas construtivas de modo a orientar os agentes fiscalizadores, principalmente aqueles envolvidos no financiamento destas obras, no tocante à fiscalização e às exigências de qualidade.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

5. REFERÊNCIAS

[1] Corrêa, M. R. S.; Ramalho, M. A.. "Projeto de edifícios de alvenaria estrutural", *São Paulo: Editora PINI Ltda*, 2003, 169 p.

[2] Tauil, C. A.; Nese F. J. M. "Alvenaria estrutural", *São Paulo: Editora PINI Ltda*, 2010, 183 p.

[3] Hoffmann, L. G. ; Bressiani, L. ; Furlan, G. ; Thomaz, W. A. . "Alvenaria Estrutural: Um levantamento das vantagens, desvantagens e técnicas utilizadas, com base em uma pesquisa bibliográfica nacional". In: *II Simpósio de pós graduação em engenharia urbana, 2012, Maringá. SIMPGEU 2012*, 2012, 10 p.

[4] Barros Neto, J. P. "Proposta de um modelo de formulação de estratégias de produção para pequenas empresas de construção habitacional". *Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração, Curso de Doutorado em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS*, 1999, 350 p.

[5] ABNT. "Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento – Procedimento". *NBR 12655*. Rio de Janeiro, 2006, 18 p.

[6] Parsekian, G. A; Hamid, A. A; Drysdale, R. G; Comportamento e Dimensionamento de Alvenaria Estrutural. 2ª edição, São Carlos, EdUFSCar 2013, 625p.