

ALVENARIA INTERNA DE BLOCO DE GESSO COM ADIÇÃO DO RESÍDUO DA FABRICAÇÃO DO PAPEL

VIVIANNE MACHADO DA COSTA^{1*}, JÉSSICA DE QUADROS SILVA²
JEFFERSON MAIA LIMA³, JOSÉ RAIMUNDO SERRA PACHA⁴

¹Engenheira Civil, DEVERY FACI, Belém-PA, viviannemachadoc@gmail.com;

²Engenheira Civil, DEVERY FACI, Belém-PA, jessika_quadros@hotmail.com;

³Msc. em Engenharia Civil, DEVERY FACI, Belém-PA, jlima20@faculdadeideal.edu.br

⁴Msc. em Engenharia Civil, DEVERY FACI, Belém-PA, jpacha@faculdadeideal.edu.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017
8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil

RESUMO: O interesse mais recente na execução das alvenarias internas com blocos de gesso vem despontando como uma opção à vedação vertical dos edifícios. No entanto, no Brasil há ainda um amplo desconhecimento a respeito de sua tecnologia de produção, bem como do seu comportamento. Dentro desse contexto, este trabalho tem o escopo de expandir o conhecimento relativo à utilização da alvenaria em blocos de gesso em substituição as tradicionais alvenarias em blocos cerâmicos que se constitui em uma alternativa viável devido principalmente ao seu baixo custo e sua praticidade. Além disso, do ponto de vista da reciclagem e, visando reduzir o custo do artefato de estudo deste trabalho, substituiu uma parcela do gesso na fabricação do bloco por um resíduo gerado durante a fabricação do papel, visando um aproveitamento eficaz e a diminuição da quantidade do descarte deste rejeito no meio ambiente. Através do cálculo estrutural de uma edificação fictícia, foi feito um comparativo da estrutura carregada com alvenaria cerâmica e com alvenaria de bloco de gesso com adição do resíduo da fabricação do papel, e assim analisada a viabilidade técnica, econômica e ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Alvenaria interna, Blocos de gesso, Resíduo da fabricação do papel.

ABSTRACT: The latest interest in the execution of internal walls with gypsum blocks is emerging as an option to the vertical sealing of buildings. However, in Brazil there is still a great lack of knowledge about its production technology, as well as their behavior. In this context, this work has the scope to expand the knowledge about the use of masonry plaster blocks to replace traditional masonry ceramic blocks which constitutes a viable alternative mainly due to its low cost and practicality. Moreover, from the point of view of recycling and, in order to reduce the cost of the study artifact of this work, it replaced a portion of the gypsum in the block production by a residue generated during the paper production, aiming at an efficient use and the reduction of the disposal of this waste in the environment. Through the structural calculation of a fictitious building, a comparison was made of the structure loaded with ceramic masonry and with plaster block masonry with addition of papermaking residue, thus analyzing the technical, economic and environmental viability.

KEYWORDS: Internal masonry, Gypsum blocks, Waste of paper manufacture.

INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil desempenha um papel de grande importância no desenvolvimento econômico e social do país. Com o grande crescimento da construção civil o mercado está exigindo a implantação de métodos construtivos mais eficazes e produtivos, a fim de baratear e acelerar o processo construtivo.

O gesso é uma importante alternativa para minimizar o problema de moradia no país, uma vez que é o principal derivado da gipsita, cuja uma das maiores reservas mundiais encontra-se no Brasil. Quase toda gipsita produzida no mercado nacional é voltada para o mercado da construção civil, mesmo assim, apesar de ter crescido nos últimos anos, o consumo per capita de gesso no Brasil é bastante baixo se comparado a outros países da América do Sul (Rocha, 2007).

Quando tecnicamente bem construídas, respeitando o limite do material e do sistema de vedação e da interação com demais sistemas de um edifício, as divisórias internas construídas em blocos de gesso apresentam vantagens significativas quando comparadas à construção de divisórias em alvenaria de blocos cerâmicos e/ou de blocos de concreto (Sobrinho et al., 2010). Entende-se também que, na construção civil, peso é sinônimo de custo e, conseqüentemente, sendo as paredes divisórias de blocos de gesso, mais leves que as paredes divisórias convencionais de alvenaria cerâmica, acredita-se que os impactos, tanto na estrutura quanto na fundação, são bastante positivos quanto as reduções de cargas e insumos de materiais nas edificações (Ciarlini et al., 2001).

Visando a redução de custos aliado a diminuição dos impactos ambientais, observou-se que dentre as atividades industriais que mais causam impactos adversos ao meio ambiente, destaca-se a indústria de papel e celulose, todavia representa um dos mais expressivos setores industriais do mundo (Alves et al., 2012). O Brasil consta como o maior produtor de papéis da América do Sul e, por conseguinte, um dos maiores geradores de elevada quantidade de resíduo (Celulose e Papel, 2016/2017). Uma forma encontrada para diminuir o volume de rejeitos por essas indústrias é a queima da polpa gerando cinzas, as quais, também precisam ser descartadas corretamente.

Neste contexto, vislumbra-se a possibilidade da utilização dessas cinzas como materiais de construção alternativos na produção de blocos de gesso para alvenaria de vedação, contribuindo para a redução das problemáticas apontadas. Outrossim, partindo da necessidade de ampliar os estudos no que tange ao conhecimento das técnicas, cargas atuantes e custos deste elemento nas estruturas e fundações das edificações, o trabalho busca avaliar, de forma preliminar, os impactos da utilização de blocos de gesso em substituição aos tradicionais blocos cerâmicos em paredes de vedação interna.

MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizou-se o gesso beta empregado na indústria da construção civil para fabricação de elementos pré-moldados. Os resíduos empregados são resultantes do processo da queima do tratamento de efluentes de uma indústria de papel localizada na Região Metropolitana de Belém (RMB). As cinzas geradas no calcinador foram coletadas no depósito que recebe tanto as cinzas volantes quanto as cinzas de fundo. Após a coleta, as cinzas foram encaminhadas ao Laboratório de Materiais da Faculdade Ideal – FACI DEVRY, e posteriormente, secas em estufa a uma temperatura de aproximadamente 105° C para eliminar a umidade ambiente. Toda a cinza utilizada foi devidamente peneirada na malha de abertura de 0,75mm. Para a produção dos corpos de prova e dos blocos, foi utilizada água proveniente das dependências do Laboratório de Materiais.

A determinação dos traços foi realizada de forma experimental, a partir de testes variando o teor dos componentes, adotando-se como parâmetro de seleção a resistência à compressão a NBR 15.270-1 (2005), sendo esta para blocos cerâmicos, para efeitos de controle e decisão da melhor proporção.

Devido à falta de normas para blocos de gesso no Brasil, foi utilizada como parâmetro a norma de blocos cerâmicos por ser o material mais comumente utilizado.

Tabela 1. Definição dos traços.

| Traço | Gesso (kg) | Resíduo (kg) | Água (kg) | Relação Resíduo/Gesso |
|-------|------------|--------------|-----------|-----------------------|
| I | 0,40 | 0,40 | 0,55 | 1:1 |
| II | 0,50 | 0,33 | 0,55 | 1:1,5 |
| III | 0,55 | 0,25 | 0,49 | 1:2,2 |
| IV | 0,60 | 0,20 | 0,45 | 1:3 |

Para cada traço, foram moldados três corpos de prova cilíndricos com dimensões 10 cm de altura por 5 cm de diâmetro e, após 7 dias, realizado o ensaio de compressão diametral. Destaca-se que a utilização da resistência à compressão é uma das formas de avaliação da compatibilidade e da degradação do material. Esta é uma grandeza largamente conhecida pelo meio técnico e universalmente aceita como parâmetro para avaliação da qualidade da adição, sendo o seu controle facilmente exequível por um laboratório devidamente equipado para tal finalidade (Levy, 2001).

Tabela 2. Resultado da resistência à compressão dos corpos de prova (5x10 cm).

| Traço | C.P. 1 (MPa) | C.P. 2 (MPa) | C.P. 3 (MPa) |
|-------|--------------|--------------|--------------|
| I | 4,84 | 2,71 | 4,94 |
| II | 6,06 | 7,39 | 6,93 |
| III | 7,95 | 8,18 | 8,03 |
| IV | 13,35 | 11,47 | 10,86 |

Diante dos resultados optou-se pelo traço III para a fabricação dos blocos, pois apresentaram valores aceitáveis comparando-os com a norma brasileira utilizada, no que diz respeito à resistência à compressão, e possui aproveitamento satisfatório do resíduo.

Para o traço definido (traço III), foram moldados três blocos retangulares com dimensões 20 cm de altura, 40 cm de largura e 07 cm de espessura. Para a realização de cada ensaio, os materiais foram pesados e homogeneizados até chegar-se a uma pasta consistente, moldados e secos naturalmente em ambiente sem incidência de sol e vento. Após 7 dias, os blocos foram pesados e realizou-se o ensaio de resistência à compressão em prensa mecânica com capacidade de 100 tf.

Tabela 3. Massa e resultado da resistência à compressão dos blocos moldados com o traço escolhido.

| Blocos (7x20x40 cm) | BL 1 | BL 2 | BL 3 |
|--|-------------|------|------|
| Massa dos blocos (Kgf) | 7,20 | 7,95 | 7,30 |
| Resistência à compressão (MPa) | 3,64 | 2,64 | 2,99 |
| Média da Resistência à Compressão (MPa) | 3,09 | | |

Após a análise do aproveitamento do resíduo da fabricação do papel como substituto de uma parcela do gesso no bloco, com o objetivo de baratear e viabilizar o produto comparou-se a influência no dimensionamento estrutural ao calcular o peso da alvenaria interna executado com o bloco de gesso com adição do resíduo, objeto deste estudo, com o bloco cerâmico convencional sobre a estrutura de um edifício fictício de 6, 14 e 22 pavimentos. O edifício analisado possui 4 apartamentos por pavimento, contendo sala, cozinha, quarto e banheiro.

Na análise da estrutura foram seguidos os procedimentos usuais de projeto, cálculo e detalhamento das estruturas de concreto armado, respeitando-se as normas técnicas pertinentes, como as Normas Brasileiras NBR-6118 (2014) e NBR-6120 (2000). As comparações das cargas nas fundações para estes prédios foram feitas considerando somente as cargas verticais, já que as cargas horizontais e os momentos fletores de 1º ordem são praticamente os mesmos em todos os casos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo de viabilidade foi feito através da análise de diversos parâmetros como: análise econômica estrutural em porcentagem do peso de aço tanto na superestrutura quanto na infraestrutura, assim como as cargas e volume de concreto nas fundações; viabilidade técnica e econômica comparando-a a alvenaria cerâmica; viabilidade da utilização do resíduo da fabricação do papel no bloco de gesso e as vantagens ambientais na sua utilização na construção civil.

Quanto à análise estrutural, no sentido de comparar a influência dos dois tipos de alvenaria de divisória interna (gesso e cerâmica) em edifícios, foram analisadas em modelo de cálculo de dimensionamento de uma estrutura e fundações. Para tanto, foram mantidas as dimensões e posições de alguns elementos estruturais como as vigas e lajes, e foram consideradas as alterações nas armaduras e formas de pilares e armaduras de vigas e lajes, mantendo as formas destes elementos constantes. Já nas fundações, houve variações quanto ao volume do concreto e armaduras, não modificando o tipo que é fundação rasa tipo sapata isolada (Ciarlini, et al 2001).

Na análise comparativa foi calculada uma estrutura de um pavimento devido verificar que a porcentagem de variação da quantidade de armadura em peso ao calcular com a carga da alvenaria cerâmica e a carga da alvenaria de bloco de gesso, é praticamente constante independentemente do número de pavimentos. E, também, foi feito o cálculo considerando três gabaritos verticais para

computar a carga que incide nas fundações: 6, 14 e 22 pavimentos, todos com a mesma planta baixa. O peso considerado do bloco de gesso com a adição do resíduo de papel foi o mais desfavorável, totalizando 8,00 kgf, tomando como base para este, o bloco em estudo que obteve a maior massa que foi de 7,95 kgf. Com isto, o metro quadrado da alvenaria executada com o bloco de gesso com adição do resíduo do papel totalizou 100,00 kgf/m², já a de alvenaria cerâmica foi de 212,00 kgf/m².

Tabela 4. Influência da alvenaria sobre a quantidade de armadura da estrutura.

| Elementos | Tipo de Alvenaria | | Redução de Armadura (%) |
|---|-------------------|-------------|-------------------------|
| | Cerâmica (kgf) | Gesso (kgf) | |
| Lajes | 1.068,40 | 958,36 | -10,30 |
| Vigas | 731,36 | 672,43 | -8,06 |
| Pilares | 534,08 | 478,25 | -10,45 |
| Redução de Consumo de Armadura – 9,63% | | | |

Conforme os resultados na tabela acima houve uma redução de 10,30% nas armaduras de laje, 8,06% nas armaduras de vigas e 10,45% nas de pilares, obtendo um total geral de 9,63 % com a utilização de paredes internas em alvenaria de blocos de gesso com a adição do resíduo do papel em substituição as paredes tradicionais de alvenaria cerâmica.

Com relação as cargas, volume de concreto e armaduras nas fundações, tiveram resultados mais expressivos comparado aos de superestrutura. As cargas que incidem sobre as fundações obtiveram uma redução de 9,92%, o volume de concreto reduziu 16,10% e as armaduras das sapatas reduziram 16,63%.

Ao utilizar nas construções o bloco de vedação interna em questão, têm-se tanto a redução de armaduras na superestrutura e infraestrutura, quanto do volume de concreto da infraestrutura, havendo além de redução do custo de material para execução, redução do valor incidente sobre a execução do serviço como um todo, já que algumas empresas cobram por metro cúbico de concreto para executar o serviço e/ou por kg de aço para fazer o corte e dobra das armaduras.

Quanto a incorporação parcial do resíduo no bloco de gesso estudado, mostrou-se viável tanto em relação à resistência à compressão, quanto a economia do principal material utilizado, o gesso. Com relação à resistência à compressão, alcançou a resistência média de 3,09 MPa. De acordo com a norma brasileira (NBR 15270-1, 2005), utilizada como parâmetro, a resistência mínima para bloco de vedação é de 1,50 MPa, quanto a resistência mínima de bloco estrutural é de 3,00 MPa. Com isto, o bloco estudado com a incorporação da cinza do lodo gerado através da fabricação do papel, alcançou resistências equivalentes à de blocos estruturais. Também se observa que o resíduo é um material de granulometria muito fina e, por ser considerado inerte ao gesso, não apresentou interferências significativas na sua resistência. Porém, devido a finura do resíduo, foi necessária a utilização mais elevada de água na composição do bloco fabricado para atingir a trabalhabilidade necessária.

Com relação a economia do gesso, material este que possui um valor significativo, através do traço estudado, conseguiu a redução de 45,45 % na utilização deste material, sendo este substituído pelo resíduo que não possui valor aquisitivo, até o momento. Ainda assim, deve-se estender a pesquisa para corroborar estes valores considerados expressivos e demais resultados.

De acordo com Sobrinho et al. (2010), do ponto de vista da sustentabilidade a adoção de alvenarias de blocos de gesso conduzem a uma redução em torno de 16% na energia interna incorporada dos materiais utilizados na estrutura, 63% da energia elétrica utilizada na mistura e transporte interno dos materiais e mais de 53% na água utilizada na construção dessas divisórias em relação as construídas com blocos cerâmicos argamassados.

Com relação a utilização do resíduo da queima do lodo, este é de extrema importância para o meio ambiente, pois estima-se um aumento de 2% na produção de papel e quanto maior for a produção, maior será a quantidade de resíduo gerado e depositado nos aterros sanitários. Aterros estes, que não possuem capacidade e nem infraestrutura para receber este tipo de resíduo. Tendo em vista que se pode transformar através da queima do lodo, 70 toneladas de lodo residual em 7 a 8 toneladas de cinza por dia, conforme dados da fábrica de papel, e também havendo a possibilidade da

reutilização deste resíduo em diversos setores industriais, este processo de transformação do resíduo é extremamente eficaz para diminuir a degradação do meio ambiente.

CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo analisar a influência da adição do resíduo da fabricação do papel em bloco de gesso para alvenaria de vedação, comparada com a alvenaria de bloco cerâmico. No estudo realizado, dimensionando a superestrutura e infraestrutura de um edifício fictício, conclui-se que:

- A redução de armaduras da superestrutura que pode ser alcançada é de cerca de 10% quando utilizada a alvenaria de vedação de gesso com adição de resíduo.

- Na infraestrutura tem-se uma redução, com alvenaria de vedação com blocos de gesso com adição do resíduo comparado com alvenaria de vedação com bloco cerâmico, em torno de 16% do volume de concreto e da quantidade de armadura. Já a redução das somatórias das cargas verticais nas fundações é de cerca de 10% com a adição desse resíduo no bloco.

- A redução dos custos não se resume apenas ao custo da diminuição do aço e do concreto, é bem mais abrangente. Com a redução das cargas, pode-se reduzir as dimensões das fundações rasas ou se for utilizado este material em uma estrutura mais robusta, diminui-se o número de estacas na fundação profunda. As paredes de gesso dispensam rejuntamento com argamassa, revestimento (chapisco, emboço e reboco), além do transporte vertical. A execução é mais rápida e, principalmente, diminui os custos com mão-de-obra.

- A falta de normas brasileiras dos produtos derivados de gesso, assim como, a baixa qualidade, em decorrência de sua fabricação quase que totalmente artesanal e, principalmente, a falta de mão-de-obra especializada, são alguns dos problemas enfrentados pela indústria gesseira nacional. Tais problemas reprimem o potencial de consumo dos produtos à base de gesso pelo mercado da construção civil no Brasil.

- Quanto ao resíduo avaliado, nota-se que é viável a sua utilização, pois quando adicionado ao bloco de gesso, mostrou resultado de resistência à compressão satisfatória quando comparado ao bloco cerâmico, possuindo potencial para aproveitamento como incorporador de material para a construção civil. Além de ajudar na diminuição da quantidade deste resíduo depositado nos aterros sanitários ao empregar-lhe uma nova destinação.

REFERÊNCIAS

- Alves, I.; Santos, E.; Silva, J. Gerenciamento do Resíduos Sólidos: Estudo de Caso de Uma Indústria de Papel Tissue em Campina Grande, Revista Eletrônica Polêm!ca v. 9, n. 3, p. 051-061, 2012. Disponível em: <http://www.polemica.uerj.br>. Acesso em: 05 de abril de 2016.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT. NBR 6118: Projetos de Estruturas de Concreto - Procedimento, Abril, 2014.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas -ABNT. NBR 6120: Cargas Para o Cálculo de Estruturas de Edificações, Abril, 2000.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas -ABNT. NBR-15270-1: Componentes Cerâmicos Parte 1: Blocos Cerâmicos, 2005.
- Sobrinho, C. W. A. P.; Bezerra, N. M.; Costa, T. C. T.; Silva, C. B. A. S. Divisórias Internas de Edifícios em Alvenaria de Blocos de Gesso – Vantagens Técnicas, Econômicas e Ambientais. In: Congresso Internacional de Tecnologia Aplicada para a Arquitetura & Engenharia Sustentáveis. CITAES 2010, Recife, Anais... Recife, 2010.
- Celulose e Papel, ABTCP Guide Manufactures and Suppliers – Pulp and Paper. Guia ABTCP de Fornecedores e Fabricantes, p. 22, 2016/2017.
- Ciarlini, A. G. C.; Pinto, D. C.; Osório, A. P. Gesso, Tecnologia que Reduz Cargas e Custos na Construção Civil. Areia: UFPE, 2001. 8f. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.
- Levy, S. M. Contribuição ao Estudo da Durabilidade de Concretos, Produzidos com Resíduos de Concreto e Alvenaria. Areia: USP, 2001. 208f. Tese (Doutor em Engenharia Civil).
- Rocha, C. A. L. O Gesso na Indústria da Construção Civil: Considerações Econômicas Sobre Utilização de Blocos de Gesso. Areia: UFPE, 2007. 104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral).