

ANÁLISE COMPARATIVA DOS BLOCOS DE SOLO-CIMENTO, DE CONCRETO E CERÂMICOS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL DO SUDESTE BRASILEIRO

Luciana Nunes de Magalhães

Universidade FUMEC – Mestrado em Construção Civil, Belo Horizonte,
Minas Gerais, Brasil

Tel: (031)33780350, 87820350

e-mail: lununes@fea.fumec.br

Tema 3: Técnicas, construção, investigação e desenvolvimento

Palavras-chave: Alvenaria, blocos de solo-cimento, blocos cerâmicos.

Resumo

No Brasil, as alvenarias, seja de vedação ou estrutural, são realizadas frequentemente com a utilização de blocos de concreto ou cerâmicos. É de fundamental importância, dentro do contexto de sustentabilidade em que a construção civil hoje se encontra, que sejam contempladas alternativas de carácter sócio-ambientais positivas para a continuidade do crescimento deste setor. Neste sentido, a técnica do solo-cimento é introduzida em comunidades do interior do território brasileiro, pela facilidade de obtenção da matéria-prima e assimilação do sistema construtivo. Como os blocos de solo-cimento podem ser moldados no próprio canteiro de obras, torna-se mais vantajosa, a construção com essa técnica, fora dos grandes centros metropolitanos. Esses blocos podem ser considerados uma evolução dos blocos cerâmicos que além de serem constituídos por um composto de baixo custo, introduzem simultaneamente, um produto industrializado e de qualidade controlada: o cimento. Desde meados da década de 50, essa técnica é utilizada no Brasil e encontra-se, hoje, bastante difundida. Entretanto, para que a arquitetura brasileira possa se beneficiar de tal técnica em sua plenitude, existe uma carência de informações sobre qualidade e aplicabilidade que deve ser superada.

Este trabalho visa a contribuição no sentido ampliação do conhecimento, na aplicabilidade dos blocos de solo-cimento na alvenaria da arquitetura brasileira. Pretende-se demonstrar a capacidade de resistência dos blocos de solo-cimento, apresentando resultados de testes experimentais e análise comparativa desses, entre os blocos cerâmicos e de concreto.

1.A CONSTRUÇÃO CIVIL NO SUDESTE BRASILEIRO

Mais da metade do valor das construções executadas no país é de responsabilidade da região sudeste, como mostrou a Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC), divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) , em 2006. Nesta pesquisa, os quatro estados do Sudeste são responsabilizados por 56,3% do valor das construções.

As edificações da região do sudeste brasileiro são diversificadas em função da grande extensão territorial e sua respectiva variabilidade econômica e cultural. Nas regiões metropolitanas das grandes capitais, entre elas, Rio de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte, onde se concentram os mais importantes grupos empresariais do país, os processos construtivos são atualizados e cada vez mais, a arquitetura moderna se destaca. Materiais novos, leves e de considerável custo, processos industrializados e renováveis, são empregados com frequência. A sustentabilidade é justificada através do uso resíduos de materiais construtivos das constantes demolições.

Ao contrário, ao ser analisado o interior dos Estados desta região, quanto mais distante dos grandes centros, verifica-se a abundância de recursos naturais, o conservadorismo da arquitetura e grandes preocupações com questões ambientais nos processos construtivos. Além disso, o interior do sudeste é contemplado por várias

idades históricas, cuja arquitetura colonial traz fonte de renda pelo turismo de admiradores do mundo inteiro.

Neste contexto, é que a aplicação de técnicas simples e antigas, como a alvenaria encontra boa aceitação. Entretanto, para que a arquitetura brasileira possa se beneficiar de tal técnica em sua plenitude, deve-se explorá-la, fornecendo o máximo de informações para facilitar sua aplicabilidade e aprimorar sua qualidade.

Tendo em vista a disponibilidade de matéria prima e mão de obra, o baixo custo dos equipamentos utilizados no processo, além de empresas das capitais disponibilizarem diversos modelos de prensas para a fabricação dos blocos, o interior do Sudeste apresenta público e mercado promissor para a alvenaria em blocos de solo cimento.

2. ALVENARIAS EM BLOCOS

Em relação à concepção de habitação no interior do Sudeste, de acordo com pesquisa realizada (Shimbo et al., 2005, p.6), muitas famílias anseiam por uma habitação em alvenaria, pois consideram o material básico para se construir sendo a composição de cimento, tijolos, areia, pedra, ferro, telha, madeira e cal. Outros materiais sequer são considerados como possível de ser utilizado na construção de uma casa durável, segura e agradável.

A alvenaria no Brasil constitui o processo construtivo mais empregado para vedação de habitações. Normalmente, para esta aplicação utiliza-se blocos cerâmicos e, para alvenaria auto portante, os blocos de concreto são os preferidos. Na década de 80, o governo brasileiro, ao implementar um programa habitacional popular, proporcionou intensificação dos estudos de métodos construtivos em alvenaria, pelo fato de ser um sistema de baixo custo e de rapidez na execução.

Contribuindo para análise de viabilidade do solo cimento na construção de alvenarias, este trabalho apresenta os blocos atualmente usados no sudeste brasileiro, bem como suas características e propriedades. Assim, pretende-se fornecer dados comparativos entre os blocos de concreto, cerâmicos e solo cimento, evidenciando seu valor estrutural e viabilidade técnica, com interesse na sua inclusão no mercado das construções de populações menos favorecidas.

2.1 Blocos cerâmicos

A matéria prima dos blocos cerâmicos, a argila, é utilizada na fabricação de uma série de produtos cerâmicos por apresentar boa plasticidade e resistência mecânica após queima para uma série de aplicações; além disso, é disponível em grandes quantidades no território brasileiro.

O interior do sudeste apresenta grandes reservas de argilas. Nos depósitos deste material, encontram-se dois tipos de argilas de forma estratificadas, uma argila "gorda" na camada inferior e uma argila "magra", porém de boa plasticidade, na camada superior. Segundo Vieira et al., 2000, p.2, para a fabricação de blocos, deve-se contemplar os dois tipos. Fora dos grandes centros metropolitanos, isso é feito de forma empírica, pela visibilidade de que 50% de cada tipo de argila na mistura proporcione plasticidade adequada para conformação via extrusão, e, além disso, facilidade de secagem.

Entretanto, é de se esperar produtos com propriedades bem diversificadas pela variedade de solos existentes na região. Cabe ressaltar que cada produtor deve se

adequar às suas condições sociais, econômicas e tecnológicas para definir sua produção e com respectiva função. A fabricação dos blocos cerâmicos constitui na moldagem de elementos de arestas vivas retilíneas, com furos cilíndricos ou prismáticos, produzidos a partir da queima da cerâmica vermelha. Durante este processo toda a umidade é expulsa e a matéria orgânica é queimada, ocorrendo a vitrificação com a fusão dos grãos de sílica.

Os blocos cerâmicos podem ser utilizados em vedação ou para paredes estruturais, dependendo de sua resistência. Para vedação, utiliza-se blocos de resistência à compressão de 2,5 MPa. Já na alvenaria estrutural, que só teve uso no Brasil à partir da década de 80, a resistência mínima recomendada é de 4,5 MPa, sendo que no Sudeste, poucas são as fábricas destes blocos comparados às numerosas fábricas de blocos de concreto.

Diante do cenário de qualidade desses blocos, acontece hoje um controle ambiental, pela CETESB no estado de São Paulo, sobre a obtenção da matéria prima para este produto (destruição de matas ciliares). Além disso, tenta-se implementar a obrigatoriedade de colocação de filtros para evitar o “efeito estufa” no processo de fabricação. Assim, torna-se crescente a alta nos preços dos blocos cerâmicos. Portanto, se nos antigos níveis de preço desses produtos já havia um substancial vantagem na utilização dos tijolos de solo-cimento, no momento atual existe uma forte tendência no uso deste produto.

2.2. Blocos de concreto

Ainda que insuficiente o volume de recomendações e normas, segundo Sabattini et al., 1993, p.18) a alvenaria em blocos de concreto com função estrutural, cresceu na região Sudeste e vem se transformando em uma alternativa cada vez mais viável para construção de edifícios de baixa altura. Para edificações, a alvenaria de vedação em blocos de concreto, também encontra popularidade em função do baixo custo.

Os blocos com função estrutural são classificados em A e B, de acordo com a NBR 6136 “Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria Estrutural”. O bloco de classe A aplica-se às alvenarias externas sem revestimento devendo o bloco possuir resistência característica à compressão maior do que 6 MPa, além de sua capacidade de vedação. O bloco de classe B aplica-se à alvenarias internas ou externas com revestimento devendo possuir resistência característica à compressão de no mínimo 4,5 MPa. Já os blocos para vedação, são recomendados com resistência característica à compressão de no mínimo 2,5 MPa.

Os blocos de concreto da região sudeste, são de quantidade e variedade de formas, tamanhos, texturas e resistências consideráveis, uma vez que o processo de fabricação é muito simples, entretanto, da mesma forma que os blocos cerâmicos, por questões ambientais, têm provocado uma série de discussões na busca de alternativas para aliviar seus impactantes.

2.3. Blocos de solo-cimento

O solo-cimento é considerado material construtivo que remete à humanização dos ambientes edificados. Diante de um cenário onde materiais leves e frios como o concreto e o plástico dominam, ele agrada. Desde populações de baixa renda que podem fabricá-los e ter uma economia significativa, até classes sociais mais altas que podem utilizá-lo para fazer edificações personalizadas o solo-cimento é referenciado.

Para redução de custos, baixo impacto ambiental e aproveitamento de matéria prima, a técnica de solo cimento apresenta excelente alternativa como material construtivo para alvenaria.

Historicamente, está presente no Brasil desde o período colonial aliada a outras técnicas construtivas, como a taipa de pilão, adobe e pau-a-pique constituintes da arquitetura com terra. De acordo com pesquisadores brasileiros (Lima et al., 2009, p. 16) em 1948, o solo cimento foi empregado na construção de habitações em Petrópolis RJ, e atualmente, após verificação de pesquisadores da área, essas casas ainda se encontram em bom estado de conservação.

A mistura solo-cimento resulta num material fofo, que após processo de compactação e cura, enrijece, adquire impermeabilização e estabiliza-se formando um produto de massa específica superior a dos componentes dos solos puros, que lhe confere alta resistência. Entretanto, como a terra não é padronizada existem, limitações ao uso de determinados solos, geralmente vinculadas à trabalhabilidade e ao consumo de cimento (Segantini et al., 2000, p.3). Os limites de consistência; LL – limite de liquidez e LP – limite de plasticidade, são as variáveis que melhor expressam as condições de trabalhabilidade. Ressalta-se, ainda, que a proporção de materiais deve ser criteriosa, uma vez que, a conseqüente retração da mistura é responsável por aparição de trincas indesejáveis que devem ser controladas.

O solo-cimento na construção de habitações populares permite uma redução de custos que podem atingir até 40% do valor da alvenaria quando bem executado. A utilização é concentrada em habitações, podendo ser utilizado em alvenarias de até três pavimentos.

No Brasil, foi amplamente aplicado em moradias por volta de 1978, quando o antigo BNH aprovou a técnica para construções de habitações populares. Na região metropolitana da capital de Minas Gerais, Município de Contagem, pode-se citar o Projeto Habitacional Sapucaias, construído em 1998, para abrigar 600 famílias, em excelente estado de conservação. Além dessas construções, várias residências isoladas ao adentrar pelo interior dos estados da região sudeste fazem uso do solo cimento.

3. ENSAIOS EXPERIMENTAIS DE RESISTÊNCIA MECÂNICA À COMPRESSÃO

Para demonstrar o valor estrutural dos blocos em solo cimento moldados no interior da região sudeste, optou-se por realizar ensaios demonstrativos de resistência à compressão de blocos de solo cimento moldados na região sudeste por comunidade do interior, e de blocos em concreto e cerâmicos adquiridos em pequenas fábricas desta região.

Posteriormente, são relacionados resultados de ensaios de outras pesquisas encontradas na literatura com a intenção de reafirmar o valor estrutural dos blocos. Assim, pretende-se evidenciar a pertinência do uso de blocos de solo cimento diante dos demais materiais para alvenarias com comparações dos resultados e futuramente, poder contribuir para melhorias nas normatizações.

3.1 Blocos Cerâmicos

Para determinação de resistência, foi selecionada uma amostra de 12 unidades de dimensões 14 x 19 x 39 cm de blocos do interior de 3 estados da região sudeste – Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, escolhidos aleatoriamente. A resistência nominal fornecida pelos fabricantes desses blocos é de 4,5 Mpa. Os ensaios foram realizados no laboratório de materiais de Construção da Universidade Fumec.

O ensaio de resistência à compressão destes blocos segue o método prescrito e especificado na NBR 6461 “Bloco Cerâmico para Alvenaria – Verificação da Resistência à Compressão”. Apresenta-se na tabela 1, o resultado da média de cada amostra.

Tabela 1 – Resultados de ensaios à compressão de blocos cerâmicos

cp` s	Tensão de compressão Média (Mpa)
MG	4,6
RJ	4,8
SP	4,6
MÉDIA	4,7

4.2 Blocos de Concreto

A determinação das propriedades mecânicas de um bloco de concreto segue prescrições da NBR 7184 “Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Determinação da resistência à compressão”.

Seguindo a mesma metodologia, para determinação de resistência, foi escolhida uma amostra de 12 unidades de dimensões 14 x 19 x 39 cm de blocos das mesmas regiões, e de mesma resistência nominal, 4,5 Mpa que os anteriores. Os ensaios foram realizados no mesmo laboratório fazendo parte de um projeto de pesquisa da Universidade. Apresenta-se na tabela 2, a média dos resultados das amostras.

Tabela 2 – Resultados de ensaios à compressão de blocos de concreto

Média dos cp` s	Tensão de compressão Média (Mpa)
MG	4,1
RJ	4,4
SP	4,5
MÉDIA	4,3

4.3 Blocos de Solo-cimento

No interior do Estado de Minas Gerais, próximo a capital, em jazida previamente estudada através de ensaios físico mecânicos, o solo com LL = 36%, LP = 15% foi utilizado para moldagem dos blocos de solo cimento.

De acordo com recomendações do item 4.1.1 da NBR 10836 com proporções em volume utilizou-se o traço de 1:10 (solo cimento). Com auxílio de betoneira molhou-se o solo e adicionou-se o cimento. Após o transporte da mistura para o local de moldagem, utilizou-se uma prensa manual e os blocos foram feitos com dimensões de 10 x 15 x 40 cm. Posteriormente, curaram por 28 dias em ambiente protegido para manutenção da umidade.

Para ensaio à compressão, foi utilizada as recomendações da NBR10836 e os ensaios foram realizados no mesmo laboratório dos demais blocos. De acordo com a NBR10834, a resistência à compressão para blocos vazados de solo cimento deve ser maior ou igual a 2,0 MPa para valores médios, e maior ou igual a 1,7 MPa para

valores individuais, aos 28 dias de idade. A tabela 3 apresenta os resultados de 6 corpos de prova e a respectiva média da tensão de compressão.

Tabela 3 – Resultados de ensaios à compressão de blocos de solo cimento moldados in loco

cp	Tensão de compressão (Mpa)
1	4,5
2	4,6
3	4,1
4	3,9
5	3,9
6	4,6
média	4,3

Além dos blocos moldados in loco foram utilizados para a montagem da tabela 4, os resultados de duas outras pesquisas, com blocos de solo cimento com similar proporção de materiais (solo cimento) utilizada nesta pesquisa, realizadas na região sudeste com intenção de agregar valores ao estudo.

Tabela 4 – Resultados de ensaios à compressão de blocos de solo cimento de pesquisas na região Sudeste brasileiro

Média dos cp`s	Tensão de compressão Média (Mpa)
A	3,2
B	4,4
C	2,6

Sendo:

A = Resultados da pesquisa 1 (Albuquerque et al., 2006, p.02)

B = Resultados da pesquisa 2 (Assis et al., 2002, p.22)

C = Resultados de pesquisa 3 (Lima et al., 2009, p. 8)

As pesquisas relacionadas foram realizadas por pesquisadores na região sudeste em épocas diferentes, entretanto todas no interior do sudeste brasileiro. Apesar da diferenciação dos resultados de resistência à compressão, estes apresentam-se acima dos admitidos pelas normas brasileiras para blocos de vedação. Essa diferenciação é atribuída aos diferentes tipos de solo utilizados, que não são objeto desta pesquisa.

5. ANÁLISE DOS ENSAIOS E RESULTADOS

Através dos ensaios à compressão, verificou-se a incoerência de alguns resultados dos blocos de concreto, apresentados na tabela 2, relacionadas à normalização brasileira vingente. Pode-se entender, que a segurança na utilização destes blocos para alvenaria estrutural, embora de custo relativamente baixo fica comprometida. Neste aspecto os blocos cerâmicos não apresentaram problemas.

Para utilização em alvenaria com função estrutural, de acordo com a tabela 1, os blocos cerâmicos podem ser adotados com segurança, pois possuem média acima de 4,5 Mpa. Entretanto, pelas tabelas 2 e 3, os blocos de concreto e solo-cimento não

possuem resistência suficiente para alvenaria estrutural, podendo serem utilizados com função de vedação.

Para alvenaria de vedação, todos os blocos analisados podem ser utilizados, portanto, o requisito de resistência mecânica pode ser suprimido em função de outros requisitos, como custo. As demais pesquisas citadas, na tabela 4, embora tenham sido realizadas com solos de jazidas diferentes e em épocas diferentes, demonstram que os blocos de solo-cimento da região sudeste possuem resistência adequada para uso em alvenaria de vedação.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de blocos de solo-cimento no Brasil, principalmente nas regiões menos favorecidas, como parte do interior da região sudeste, constitui uma alternativa de valor construtivo, uma vez demonstrado a capacidade de absorção de esforços para alvenarias de vedação. Acredita-se mediante os resultados de elevadas resistências à compressão dos blocos apresentados que, brevemente, poderão ser utilizados em alvenaria estrutural, ressaltando que as pesquisas se intensificam nas Universidades.

Diante do exposto na revisão de literatura para execução desta pesquisa, pode-se entender que a arquitetura com terra tende a ocupar espaço. Devido as contribuições das notórias preocupações ambientais, o agravamento do efeito estufa provocado pela fabricação dos demais blocos, juntamente, com os custos dos resíduos minerais e industriais rapidamente, esse fato se tornará uma realidade.

Obviamente, espera-se que cada região, em função de sua particularidade cultural, condição ambiental, tipos de solos disponíveis e em função de sua necessidade, desenvolva sua técnica construtiva com blocos de solo cimento de forma particularizada, ainda que tenham muitas semelhanças e possam ser normalizadas suas aplicações.

Além do exposto, a oportunidade de trabalho e renda que a fabricação dos blocos de solo cimento podem trazer às populações do interior da região sudeste brasileiro torna-se explícito o valor deste tipo de sistema construtivo.

Bibliografia

Albuquerque, L. Q. C. Et AL. (2008) *Resistência de Tijololos de Solo Cimento fabricados com o montículo do Cupim*. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 32, n. 2, p. 553-560, mar./abr.

Assis, J. B. E Chahud, E. (2002) *Avaliação do comportamento Estrutural de paredinhas, submetidas a cargas axial, construídas com blocos de solo cimento, isentas de argamassa de assentamento*. Tijolito Sistemas AG de Construção Industrializada. VII International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. “*Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria Estrutural*” ABNT -NBR 6136, 1994.

Associação Brasileira de Normas Técnicas “*Bloco Cerâmico para Alvenaria*” ABNT - NBR 7171, 1989.

Associação Brasileira de Normas Técnicas “*Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural - Formas e dimensões*”. ABNT – NBR10835,1994.

Associação Brasileira de Normas Técnicas “Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural - Formas e dimensões”. ABNT-NBR 10835, 1994

Associação Brasileira de Normas Técnicas “*Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Determinação da resistência à compressão*”. ABNT - NBR 7184, 1989.

Associação Brasileira de Normas Técnicas “*Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto, procedimento*”. ABNT -10837, 1989.

Gutierrez, N. H. M, Martins, D. das N, Pietrobon, C. e Pietrobon, C.L. da R. (1994) *Caracterização Física de Componente Alternativo Industrializado: Bloco Vazado Auto-Portante em Solo-Cimento*. 5th International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries, Florianópolis, Brasil.

Lima, T. V. E Alves, M. G. (2009) *Estabilização de solos argilosos para a produção de blocos ecológicos*. IME – Instituto Militar de Engenharia. SE/4 Departamento de Engenharia Mecânica e dos Materiais.

Medeiros, J. S. e Sabbatini, F . H. (1993) *Alvenaria Estrutural não armada de Blocos de Concreto: Produção de componentes e Parâmetros de projeto*. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

Segantini A. A. S. (2000) *Utilização de solo-cimento plástico em estacas escavadas com trado mecânico em Ilha Solteira - SP*, Tese de Doutorado, Campinas, SP,FEAGRI, UNICAMP, 176p.

Shimbo L. Z. e Akemi I. (2005) *Questões, Conflitos e Potencialidades do diálogo entre moradores e arquitetos sobre materiais construtivos sustentáveis para habitação*. Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Escola de Engenharia de São Carlos – EESC-USP. Available et www.habitare.org.br/doc/docs-revista/artigo-lucia-shimbo.pdf

Vieira, J. N. F. De Holanda e D. G. Pinatti (2000) *Caracterização de massa cerâmica vermelha utilizada na fabricação de tijolos na região de Campos dos Goytacazes – RJ* UENF-CCT-LAMAV, Cerâmica vol.46 n.297 São Paulo Jan./Feb./Mar.

Curriculum

Luciana Nunes de Magalhães: Engenheira civil (Universidade Fumec), Mestre e Doutora em Engenharia de Estruturas (Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG)), Coordenadora do setor de Extensão, professora na graduação e Mestrado em Construção Civil da Universidade FUMEC, professora do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário – UNIBH.