

A UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO PARA FABRICAÇÃO DE BLOCOS VAZADO SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL

Mariana de Faria Gardingo Diniz*, Pedro Genuíno de Santana Júnior, Rosilene Souza, Naiara Paula Gomes da Silva.

* Faculdade Vértice - UNIVÉRTIX, mariana_gardingo@yahoo.com.br

RESUMO

O setor da Construção Civil consome grandes quantidades dos recursos naturais, e possui um alto desperdício de materiais, e descarte inapropriados dos resíduos ou conhecidos como entulhos, que geralmente são descartados em locais como lixões ou até mesmo a margem de rios, agravando ainda mais a gestão ambiental do município. A reciclagem desses resíduos busca diminuir as áreas de aterro e a preservação dos recursos naturais, com a reutilização do mesmo, evitando que seja feita uma nova retirada desse recurso. Com o objetivo de fazer o levantamento e quantificação dos resíduos de uma determinada construção civil e produção de blocos a partir desses entulhos, aplicando teste de resistência destes blocos, comparando com as normas verificando se está apropriado para uso e expondo para os profissionais da construção civil e demais para que possam compreender melhor a importância da reutilização de materiais para preservação e cuidados com meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo Sólidos da Construção, Reciclagem, Blocos.

ABSTRACT

The construction industry consumes large amounts of natural resources, and has a high waste of materials, and improper waste disposal or known as debris, which are usually discarded in places such as dumps or even riverbanks, further aggravating management of the municipality. The recycling of these wastes seeks to reduce landfill areas and the preservation of natural resources, with the reuse of the same, avoiding a retreat of this resource. With the objective of surveying and quantifying the residues of a given civil construction and block production from these debris, applying resistance test of these blocks, comparing with the norms verifying if it is appropriate for use and exposing to the professionals of the civil construction and others so that they can better understand the importance of the reuse of materials for preservation and care with the environment.

KEY WORDS: Construction Solid Waste, Recycling, Blocks.

INTRODUÇÃO

A Construção Civil é responsável por um consumo significativo dos recursos naturais extraídos e por uma produção de aproximadamente metade da massa total de resíduos sólidos urbanos (ANGULO, 2005). Na maioria dos municípios um grande problema das construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, de acordo com Porto e Silva (2008) é que a grande parcela desses resíduos é depositada em locais inadequados, ocasionando assim sérios impactos ambientais.

A reciclagem dos resíduos é uma das soluções encontradas, tendo em vista que além de diminuir as áreas de aterro, gera a preservação de recursos naturais com a substituição destes por resíduos, prolongando a vida útil das reservas naturais e reduzindo o impacto ambiental e gerando novos empregos com o surgimento das empresas de reciclagem, entre outros aspectos importantes.

No Brasil a questão da reciclagem vem sendo abordado depois de algumas mudanças e leis, mas que se comparado aos países de primeiro mundo, a abordagem é lenta. Para redução desses impactos e reutilização de resíduos da construção civil, são confeccionados os tijolos ecológicos, estes são assim chamados por permitirem o uso de areia, resíduos de usinas siderúrgicas e petroquímicas que, através do emprego de cimento e água, geram peças padronizadas e altamente resistentes. Por não usar o barro vermelho (matéria-prima tradicional dos tijolos convencionais), evita-se também a degradação do meio ambiente causada por sua extração. A grande vantagem logística destes tijolos é que podem ser fabricados e armazenados na própria obra. (SEBRA, 2010)

O segmento da construção civil é de grande importância para o município de Matipó/MG. Com a chegada da de várias empresas incluindo a Faculdade Univértix que se iniciou em 2008, com uma obra de grande porte para o município, e o aumento da população inclusive a migratória, incentivou o crescimento das construções no município, tendo em vista que a grande maioria da mão de obra civil é de fácil acesso na região, gerando emprego e renda.

OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo principal a confecção de tijolos/blocos ecológicos vazados sem função estrutural, e a sua comparação de resistência com blocos confeccionados de forma convencional no município. Além de contribuir para que os profissionais da construção civil possam compreender melhor a importância da reutilização de materiais para preservação e cuidados com meio ambiente.

METODOLOGIA

A presente proposta trata-se de uma pesquisa de natureza explicativo-aplicada, com abordagem quantitativa, nesse tipo de pesquisa são utilizados métodos experimentais em laboratórios para de coleta de dados, como objetivo investigar, comprovar ou rejeitar hipóteses sugeridas pelos modelos teóricos.

A área de referência escolhida para o presente estudo está localizada na cidade de Matipó-MG, situado na região da Zona da Mata Mineira. De acordo com o censo de 2010 realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), sua população é de 17.639 habitantes urbanos e rurais, com uma forte fonte de renda a agropecuária e a cafeicultura.

Os experimentos em escala de bancada foram executados nos laboratórios da Faculdade Vértice, antes dos experimentos serão realizados um levantamento de quantas e quais obras estão sendo executadas na Cidade e seus principais aspectos (quantidade de resíduos), esses resíduos serão coletados e levados para laboratório. Os resíduos serão triturados e a partir desse material serão produzidos tijolos com materiais reciclados, os mesmos serão testados quanto a resistência e comparados com tijolos vendidos no mercado, isso irá nos possibilitar uma comparação e um entendimento real se esses resíduos podem ser reutilizados na forma de reciclagem para produção de blocos.

Foi realizada a análise das dimensões dos blocos, e teste de resistência a compressão dos mesmos, comparando com a resistência (solicitada pela norma) adquirida pelos blocos fabricados de forma convencional sem uso de resíduos, e verificando se estes atendem ou não as normas regulamentadoras. O ensaio de índice resistência a compressão, de acordo como os procedimentos definidos nas normas da ABNT.

Na produção dos tijolos, a terra é misturada ao cimento e à água em dosagens apropriadas, sendo esta mistura colocada em uma prensa de onde sai o tijolo prensado. Note-se que, ao invés de serem levados ao forno, como é o caso dos tijolos de barro cozido, neste caso os tijolos são produzidos a frio, mas devem ser curados por sete dias à sombra, ficando assim prontos para serem utilizados (CASANOVA, 2009).

Etapas no processo de fabricação e teste

- Coleta e separação dos resíduos: pré-seleção dos resíduos, isento de matéria orgânica.
- Trituração com a separação granulométrica dos resíduos.
- Definição do traço.
- Mistura
- Cura
- Capeamentos /Testes

RESULTADOS

Em conformidade com as pesquisas e ensaios realizados no presente trabalho sobre reutilização e reciclagem dos resíduos da construção civil, segue os gráficos e tabelas demonstrando, comparando e discutindo os resultados obtidos.

Segundo Dos Santos et al. (2014), o tijolo ecológico, além de contribuir para o meio ambiente por evitar a emissão de gases de efeito estufa, contribuirá maciçamente na economia do país, tendo vista o reaproveitamento de matérias vegetais descartáveis, pois é um produto que possui as características de ser durável e resistente, além de baixo custo e alto potencial de aplicabilidade na construção civil no que se refere a construção de moradias populares.

Todos os ensaios foram realizados de acordo com a NBR 10836/2013, esses resultados devem apresentar:

- a) o valor médio de cada uma das dimensões reais dos blocos;
- b) a resistência à compressão, expressa em MPa, de cada corpo-de-prova, obtida dividindo-se a carga máxima, em N, pela média das áreas das duas faces de trabalho, em mm²;
- c) a resistência média dos corpos-de-prova, obtida pela média das tensões de ruptura.

De acordo com a NBR10834/2012, as amostras ensaiadas devem apresentar aos vinte e oito (28) dias de idade, uma média dos valores de resistência à compressão igual ou maior que 2,0 Mpa e valores individuais iguais ou maiores que 1,7 MPa. As medidas dos blocos foram de acordo com a NBR 10835/1994, que foi cancelada, e revisada pela NBR 10834/2012, apesar de estar cancelada somente ela orientava como obteríamos as medidas dos blocos.

Foram feitos 3 traços com dosagens diferentes, para testar um melhor resultado ao teste de resistência à compressão e comparados a o traço do bloco da fábrica.

Em relação as tensões médias (Mpa) de cada traço em relação a sua idade, utilizamos material reciclado com as dimensões de acordo com as granulometrias das peneiras do britador.

O traço I, nas proporções 1 : 4 : 8 : 2,6, (brita 0, pó de pedra, cimento e água), fabricamos 6 blocos e foram feitos o teste à resistência a compressão com as idades de cura dos blocos. Obtivemos os testes de resistência à compressão aos 7 dias de 1,39 MPa, aos 14 dias a resistência foi de 1,603 MPa e aos 28 dias a resistência obtida foi 1,607 MPa. O resultado obtido aos 28 dias não condiz com a NBR 10834/2012. Segundo a norma, a média dos valores à resistência a compressão para bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural, tem que ser igual ou maior que 2 MPa, aos 28 dias de idade.

O traço II, 1 : 1,11 : 5,11 : 1,22, fabricamos 6 blocos e foram feitos o teste à resistência a compressão com as idades de cura dos blocos. Obtivemos os testes de resistência à compressão aos 7 dias de 1,089 Mpa, aos 14 dias a resistência foi de 0,797 Mpa e aos 28 dias a resistência obtida foi 0,913 MPa. Assim como o traço I os resultados não estão de acordo com a NBR 10834/2012.

O traço III 1 : 1,23 : 2,41 : 0,78, fabricamos 6 blocos e foram feitos o teste à resistência a compressão com as idades de cura dos blocos. Obtivemos os testes de resistência à compressão aos 7 dias de 4,605 Mpa, aos 14 dias a resistência foi de 4,071 MPa e aos 28 dias a resistência obtida foi 4,037 MPa. O resultado aos 28 dias foi obtido de acordo com a NBR 10834/2012. Segundo a norma, a média dos valores à resistência a compressão para bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural, tem que ser igual ou maior que 2 MPa, aos 28 dias de idade.

A fábrica obtém o traço IV, 1 : 4 : 8 : 1,5, e é fabricado 24 blocos e foram feito o teste à resistência a compressão em 3 blocos com as idades de cura. Obtivemos os testes de resistência à compressão aos 7 dias de 1,988 Mpa, aos 14 dias a resistência foi de 1,68 MPa e aos 28 dias a resistência obtida foi 1,79 MPa. O resultado aos 28 dias foi obtido de acordo com a NBR 10834/2012. Segundo a norma, a resistência a compressão para bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural, para bloco individual tem que ser igual ou maior que 1,7 MPa, aos 28 dias de idade

Nota-se que o traço III adquiriu a resistência almejada aos vinte oitos (28) dias de 4,037 MPa, de acordo com a NBR 10834/2012 a média dos valores à resistência a compressão para bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural, tem que ser igual ou maior que 2 MPa, aos 28 dias de idade e o traço III superou a resistência desejada. Contudo ele é o que utilizou maior quantidade cimento obtendo um bloco um pouco mais caro, e em relação ao consumo de água manteve a mesma porcentagem que o traço II e em torno de 2,47 % menos água que o traço I.

O traço IV, bloco da fábrica obteve a resistência à compressão almejada aos vinte e oito (28) dias de 1,790 MPa, de acordo com a NBR 10834/2012 a resistência a compressão para bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural, para bloco individual tem que ser igual ou maior que 1,7 MPa, aos 28 dias de idade.

Segundo ALBURQUERQUE (2013) a unidade do tijolo ecológico é mais cara que a convencional. Enquanto o primeiro sai ao consumidor por cerca de R\$ 0,90, o tradicional custa R\$ 0,75. Mas ele assegura que essa diferença compensada com folga, já que os blocos modulares, também chamados de “solo-cimento” dispensam a utilização de argamassas para assentamento, revestimentos de efeitos cosméticos como reboco para regularização e acabamento, paredes, além de acelerarem a obra com seus encaixes que facilitam o alinhamento e o prumo das paredes. Todas essas características tornam o processo construtivo mais econômico, em especial com a redução significativa de matérias caras como o cimento, areia e brita, madeira, ferragens, mãos de obra e tempo de construção.

Se analisarmos o fator água/cimento como essencial para adquirir a resistência, o traço III é o que tem uma dosagem próxima entre os elementos água 14,47% e o cimento 18,42% da mistura, apresentando um fator a/c menor ($14,47/18,42=0,785$). Nos outros traços esse fator é acima de 1, isso confirma a informação nos dada pela lei de Abrams, quanto menor o fator a/c maior a resistência do concreto.

Segundo NEVILLE (1997), a relação entre agregado e cimento e um fator secundário na resistência do concreto, pois para a mesma relação água/cimento, misturas pobres em cimento podem resultar em resistências superiores. Este fato ocorre devido a maior quantidade de agregado, exigindo maior quantidade de água absorvida pelos agregados, reduzindo assim a relação água/cimento efetiva. Além disso, o aumento na quantidade de agregado, reduz a porcentagem de cimento que é responsável pela retração e exsudação, reduzindo a possibilidade de danos patológicos na aderência entre pasta de cimento e agregado, bem como variações térmicas oriundas da elevada liberação de energia de hidratação do aglomerante.

Embora a relação água cimento seja o parâmetro mais importante na determinação da porosidade, e conseqüentemente da resistência, fatores como adensamento, condições de cura e outros podem também ter um efeito importante sobre a resistência (MEHTA E MONTEIRO, 1994).

Segundo a ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) os agregados podem possuir algumas substâncias nocivas, mais comuns por exemplo as impurezas orgânicas, que interferem na hidratação do cimento (podendo até inibir). Levando em conta que os materiais recolhidos e triturados são desconhecidos sua origem, podemos considerar a possibilidade de algumas impurezas como situado acima que podem interferir na hidratação do cimento logo na sua resistência.

O traço I, como mostra o gráfico 3 absorveu uma grande quantidade de água em relação ao fator água/cimento, os agregados absorvem mais água, com esse fator teve uma diferença mínima de resistência a compressão. O traço IV, com o fator água/cimento de acordo com a fábrica perdeu um pouco a resistência a compressão entre os dias do teste, mas obteve aos 28 dias o valor desejado pela NBR 10834/2012. Segunda a norma a resistência a compressão para bloco

vazado de solo-cimento sem função estrutural, para bloco individual tem que ser igual ou maior que 1,7 MPa, aos 28 dias de idade. O resultado do traço I não obtiveram a resistência suficiente exigidos pela NBR 10834/2012.

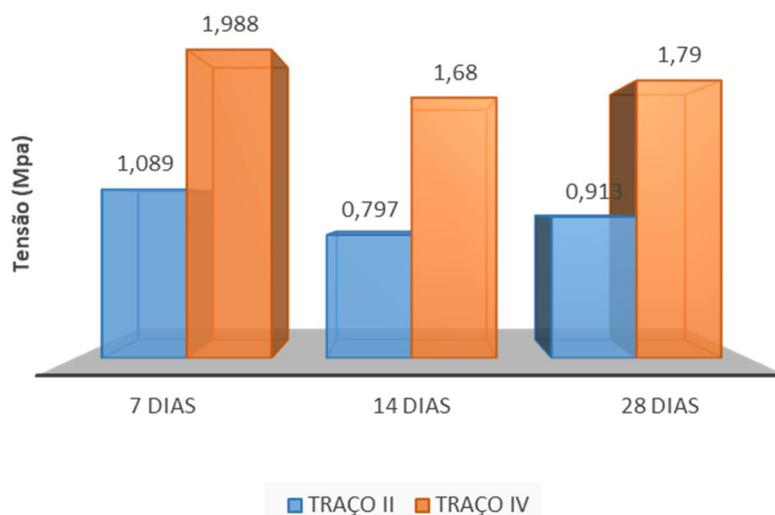
Segundo LEVY (2001), afirma que o decréscimo da resistência nos concretos com agregados reciclados se dá, principalmente, devido à alteração da relação entre água e cimento. Zahareiva et al. (2002) enfatizam que a alteração da relação água cimento provoca diminuição das resistências, mas o acréscimo de água na mistura, e em função da alta taxa de absorção dos agregados reciclados, que é necessário para atingir a trabalhabilidade adequada.

Como mostra o gráfico 1 abaixo, o traço II teve uma quantidade maior de agregado fino, assim fazendo com que perdesse sua resistência à compressão de acordo com os dias de cura. O traço IV, com o fator água/cimento de acordo com a fábrica perdeu um pouco a resistência a compressão entre os dias do teste, mas obteve aos 28 dias o valor desejado pela NBR 10834/2012. Segunda a norma a resistência a compressão para bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural, para bloco individual tem que ser igual ou maior que 1,7 MPa, aos 28 dias de idade.

O resultado do traço II não obteve a resistência suficiente exigida pela NBR 10834/2012. Segundo a norma a média dos valores à resistência a compressão para bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural, tem que ser igual ou maior que 2 MPa, aos 28 dias de idade.

Segundo ÂNGULO, (1998) em virtude do mesmo processo de aderência pasta-cimento, concreto utilizando agregados reciclados de concreto melhoraram a interface pasta-cimento, obtendo resistência a compressão dos concretos quase no valor de duas vezes a resistência dos agregados, quando os agregados não estavam pré-saturados em água. Para este caso, a resistência dos agregados deveria ser o fator limitante da resistência dos concretos reciclados.

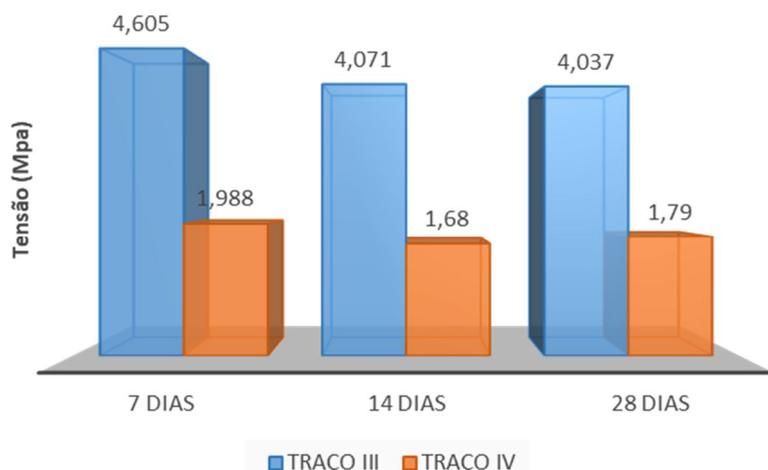
Gráfico 1: Resistência a compressão dos traços II e IV, com a relação ao processo de cura dos blocos.



Como mostra o gráfico 2, no traço III, o cimento teve uma dosagem maior que os outros traços, e obteve melhor trabalhabilidade com o fator água/cimento. Suas resistências a compressão foram atendidas de acordo com a NBR 10834/2012. Mas por ter uma maior dosagem de cimento não se torna viável para a fabricação, pois a relação custo benefício não adequada. O traço IV, com o fator água/cimento de acordo com a fábrica perdeu um pouco a resistência a compressão entre os dias do teste, mas obteve aos 28 dias o valor desejado pela NBR 10834/2012. Segunda a norma a resistência a compressão para bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural, para bloco individual tem que ser igual ou maior que 1,7 MPa, aos 28 dias de idade.

Deve-se sempre salientar quando se faz aplicação de matérias, de acordo com sua composição específica, uma vez que em casos de materiais com porosidade elevada proveniente de argamassa, concretos estruturais e cerâmicos vermelhas podem apresentar propriedades mecânicas consideradas menores, afetadas de maneira significativa a resistência dos agregados e podendo ser bastante percolados pela água devido a sua absorção (AGOPYAN et al., 1998).

Gráfico 2: Resistência a compressão dos traços III e IV, com a relação ao processo de cura dos blocos.



Os ensaios de resistência à compressão não foram suficientes para determinar uma dosagem adequada para a fabricação dos blocos, precisaria de uma grande quantidade de material reciclado para a fabricação de um número maior de blocos para o teste.

O resultado obtido no traço III foram satisfatórios com a NBR 10834/2012 atendendo o resultado da média dos blocos com a resistência à compressão de 2,0 MPa. Mas para a fabricação deste bloco não é economicamente viável, pois a produção dele exige uma grande dosagem de cimento onde torna seu custo benefício maior que convencional. O traço IV da fábrica teve o resultado esperado pela NBR 10834/2012 que obteve a resistência à compressão 1,7 Mpa.

CONCLUSÕES

De acordo com os dados analisados podemos inferir que as dosagens dos materiais aplicados para produção dos blocos não foram satisfatórias, porém obtivemos um bloco com resíduos da construção civil (argamassa, tijolos cerâmicos e telhas), com resultado de acordo com a norma, mas não é viável, pois seu processo de fabricação se torna mais caro que o convencional, este em si mostrou que sua resistência à compressão atenderam a norma exigida.

O presente trabalho gerou uma melhoria na vida social e ambiental, devido à reutilização dos resíduos da construção civil, através de um processo de reaproveitamento dos resíduos.

A reciclagem do entulho na construção civil permite uma economia na aquisição de matéria prima, substituindo pelo material reciclado, garanti a sustentabilidade ambiental diminuindo o acumulo de entulho em locais inadequados e benefício econômico gerando novos empregos e social. O bloco sustentável e um dos materiais reciclados que podemos obter através do reaproveitamento do entulho.

O trabalho teve uma metodologia para reaproveitamento dos resíduos da construção civil na fabricação de blocos sem função estrutural e testar sua resistência à compressão de acordo com as normas citadas.

Com os resultados obtidos através da metodologia apresentada, podemos perceber que devemos aprofundar mais em um estudo dos agregados de resíduos da construção civil, para uma melhor trabalhabilidade nos traços.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANGULO, Sérgio Cirelli. CARACTERIZAÇÃO DE AGREGADOS DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO REICLADOS E A INFLUÊNCIA DE SUAS CARACTERÍSTICAS NO COMPORTAMENTO DE CONCRETOS. (2005).236 f. Tese (Doutorado em Construção civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
2. ALCÂNTARA, Cícero Alves de. Reutilização de resíduos sólidos para construção civil. São Paulo, 2005. Universidade Anhembi Morumbi.
3. BUSSAB, S; CURY, F. J. Arquitetura. In: ABCI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA LTDA (São Paulo). Carlos Alberto Tauil (Org.). Manual Técnico de alvenaria. São Paulo: Pw Gráficos e Editores Associados Ltda, 1990. Cap. 2, p. 17-42.
4. CASANOVA, Francisco José. O solo como material de construção. Revista Habitare, 2004. Acesso em: 3 ago. 2009. Disponível em: <http://www.habitare.org.br/conteudoget.aspx?cd_conteudo=262>.

5. GONCALVES et al. ANALISE DE VIABILIDADE DE APLICAÇÃO DO TIJOLO ECOLOGICO NA CONSTRUÇÃO CIVIL CONTEMPORANEA – Revista Pensar Engenharia, v.2, n.2, julho 2014.
6. JOHN, Vanderley M. RECICLAGEM DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: CONTRIBUIÇÃO À METODOLOGIA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO. 2000. 102f. Tese (Livre Docência em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.
7. JOHN, Vanderley M., AGOPYAN, Vahan. RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO. Seminário – Reciclagem de Resíduos Sólidos Domiciliares. São Paulo, 2001. 13p. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
8. LEVY, Salomon Mony. CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA DURABILIDADE DE CONCRETOS PRODUZIDOS COM RESÍDUOS DE CONCRETO E ALVENARIA. 2001. 199 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
9. MARTINS, I. R.; BARBOSA, M. P.; LAZARI, C. R.; SALLES, F. M.: Otimização dos Materiais para a Composição do Concreto de Alto Desempenho. IBRACON – V. 2 – Construções em Concreto – Trabalho CBC0164 – p. 1381 - 1395. 46º Congresso Brasileiro do Concreto, 2006.
10. MOTTA, R. S., Estudo laboratorial de agregado reciclado de resíduo sólido da Construção civil para aplicação em pavimentação de baixo volume de tráfego. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. SP, 2005.
11. NEVILLE, A.M. (1997). Propriedades do concreto. 2. ed. São Paulo, Pini.
12. PABLOS, Javier Mazariegos. UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO SÓLIDO GERADO PELO DESCARTE DAS AREIAS DE FUNDIÇÃO AGLOMERADAS COM ARGILA NO SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL. 1995.86 f. (Mestrado em Arquitetura). Universidade de São Paulo, 1995.
13. PORTO, Maria Edelma Henrique de Carvalho e SILVA Simone Vasconcelos. REAPROVEITAMENTO DOS ENTULHOS DE CONCRETO NA CONSTRUÇÃO DE CASAS POPULARES. XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2008.
14. SANTIAGO, O. N.; OLIVEIRA, F. D.; SOUZA, A. A. ESTUDO DO FATOR ÁGUA/CEMENTO PARA A CONFECÇÃO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS DE SOLO-CIMENTO INCORPORADOS COM RESÍDUOS GERADOS NO BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS. Paraíba: Encontro nacional de educação, ciência e tecnologia/UEPB, 2012.
15. TRICHÊS, G., KRYCKYJ, P. R. Aproveitamento de entulho da construção civil na pavimentação urbana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOTECNIA AMBIENTAL, 4, São José dos Campos, 1999. Anais. São Paulo: ABMS, 1999. p.259- 265.