



Fabricação de blocos de concreto para vedação com o uso de agregados reciclados em canteiro de obras

Manufacture of concrete blocks for sealing wall with recycled aggregates in construction sites

Isadora Andrade Bastos¹, Leandro Faria Da Cruz¹, Anderson Buss Woelffel²

¹ Graduado em Engenharia Civil (FAESA), e-mail: isadoraab@hotmail.com, leandrocruzf@gmail.com

² Mestre em Engenharia Civil (FAESA), e-mail: andersonbwarquiteto@gmail.com

Resumo: A construção civil, desde o princípio, sofre com problemas como os elevados custos de produção e a alta geração de resíduos. Com o objetivo de minimizar o impacto ambiental e de alcançar redução dos gastos orçamentários, este trabalho avalia a viabilidade de produção do bloco de concreto reciclado para alvenaria de vedação, ou seja, sem função estrutural, utilizando-se agregados provenientes do entulho de construção e de demolição em substituição aos agregados naturais. Os ensaios de resistência à compressão axial, absorção e umidade foram realizados em laboratório, conforme a NBR 6136 (ABNT, 2006), e os resultados obtidos, comparados ao bloco de concreto convencional. Constatou-se que a solicitação mínima para resistência à compressão foi atingida e superada, enquanto o índice de absorção ultrapassou o limite estabelecido por norma. Deste modo, concluiu-se que a interferência do resíduo no bloco torna-o apropriado para alvenaria de vedação em ambientes internos.

Palavras-chave: Entulho. Agregados. Bloco de concreto.

Abstract: The civil construction, from the beginning, suffers from problems such as high production costs and high waste generation. In order to minimize the environmental impact and achieve reduction of budget expenditures, this paper evaluates the viability of production of recycled concrete block to seal masonry - no structural function - using aggregates from the construction and demolition debris to replace the natural aggregates. The axial compressive strength tests, absorption and humidity, were performed in the laboratory, according to NBR 6136 (ABNT, 2006), and the results compared to conventional concrete block. It was found that the minimum request for compressive strength was reached and surpassed while the absorption rate exceeds the limit set by the standard. In this way, it was concluded that the interference of the residue block makes it suitable for sealing masonry indoors.

Keywords: Rubble. Aggregates. Concrete block.

INTRODUÇÃO

O setor da construção civil, como afirma John (2000), é o maior responsável pelo consumo de recursos naturais do planeta, ao explorar intensamente o meio ambiente. Segundo ele, a indústria da construção civil consome entre 15 a 50% de todos os recursos extraídos da natureza, resultando, assim, em uma enorme geração de resíduos. De acordo com Pinto e González (2005), os impactos ambientais produzidos pela atividade de construção civil vêm despertando maior atenção em decorrência da grande quantidade de resíduos gerados pelo crescimento acelerado das

cidades brasileiras nas últimas décadas. Só no país, a construção gera quase 25% do total de resíduos da indústria, concluiu Mendes (2013).

A partir de 2002, quando foram estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002) diretrizes, critérios e procedimentos para o descarte de resíduos de construção e demolição (RCD), a fiscalização quanto a essa problemática tornou-se efetiva por parte do governo.

Além do problema ambiental e da fiscalização vigente, a dificuldade de gerenciar os elevados custos

de produção foi outro fator que contribuiu para a alternativa de se utilizar materiais reciclados no processo construtivo, o que proporciona benefícios não só ambientais, mas também relacionados à diminuição do custo, tanto para quem gera resíduos quanto para quem compra materiais novos.

Neste trabalho, optou-se por confeccionar blocos de concreto reciclados para vedação dentro do canteiro de obras, avaliando a interferência do RCD nas propriedades do bloco, além da viabilidade econômica e ambiental que a alternativa proporciona. O agregado foi obtido a partir do peneiramento do entulho, como resíduos de concreto, argamassa e cerâmicos – classificados dessa maneira segundo a Resolução CONAMA nº 307. Foram analisados os seguintes aspectos: resistência mecânica à compressão axial dos blocos de concreto, taxa de absorção e umidade, comparando-os aos blocos de concreto convencionais.

ENTULHO

Os RCD são provenientes das atividades de construção, reforma ou demolição e são classificados, de acordo com a Resolução CONAMA nº 307, como resíduos de classe A, que abrangem os materiais reutilizáveis ou recicláveis como agregados.

Além disso, essa Resolução considera que “[...] é dos geradores a responsabilidade sobre os resíduos produzidos pelas atividades de construção, reforma, reparos e demolições, bem como daqueles oriundos da remoção de vegetação e escavação de solos” (CONAMA, 2002, p. 571). Porém Pinto e Gonzalez (2002, p. 06) afirmam que “[...] cabe ao poder público disciplinar, regulamentar e fiscalizar a atividade dos diversos agentes privados, além da implantação de serviços destinados à manutenção da limpeza pública”.

Outro fator a se considerar é que, com o elevado custo dos materiais e seu aumento constante, tornou-se vantajoso investir em agregados reciclados. Porém, no Brasil, essa alternativa depara-se com o preconceito em relação ao uso dos materiais reciclados. Em matéria publicada na Revista Construção e Mercado, Tarcísio Pinto concluiu que “[...] primeiramente, a preocupação é de se criar a cultura da possibilidade de uso seguro desse material” (CORSINI, 2011).

Embora ainda não seja habitual a produção de concreto com material reciclado, percebe-se uma tendência generalizada por parte da iniciativa privada e do poder público em equacionar e gerenciar a geração de entulhos de construção, pois é algo que vem se transformando em um problema de grandes proporções nas maiores metrópoles do país (CORSINI, 2011).

AGREGADOS RECICLADOS

Os concretos com agregados reciclados proporcionam características diferentes dos convencionais, e o grau de diferença depende do tipo e da qualidade do agregado. Verificam-se variações ligadas à relação água/cimento, ao consumo de aglomerantes, à variabilidade na composição e a outras características físico-químicas dos agregados. Portanto, deve ser cautelosa a produção do agregado durante a escolha do resíduo, classificação, eliminação de contaminantes, entre outros (LIMA, 1999). O Quadro 1 compara algumas das diferenças proporcionadas pelos agregados reciclados e convencionais ao concreto.

O agregado reciclado confere ao concreto uma alta porosidade, o que influencia na resistência do concreto produzido, pois quanto maior a porosidade, menor tende a ser a resistência.

Dentre os possíveis empregos do agregado reciclado, tem-se: a fabricação de argamassa, contrapisos, PAVI-S, meio-fio, granilite, blocos e tijolos de vedação, pavimentação, pisos intertravados, manilhas de esgoto, encascamento e outras alternativas.

BLOCOS DE CONCRETO

De acordo com Medeiros e Sabbatini (1993), citado por Buttler (2007), a resistência à compressão do bloco é o principal parâmetro de projeto da parede de alvenaria. Portanto, essa propriedade torna-se a principal variável de controle do processo produtivo do bloco. Além disso, para se garantir um bom desempenho dos blocos, alguns parâmetros devem ser analisados: matéria-prima, fator água/cimento, granulometria dos agregados, traço, tempo de mistura, vibração, prensagem, condições de cura, execução e manuseio do material.

A resistência à compressão dos blocos deve ser determinada seguindo a NBR 6136 (ABNT, 2006),

Quadro 1. Comparativo das propriedades dos agregados reciclados com agregados convencionais

Propriedades	Agregado		
	reciclado ↑	X	↓ convencional
Absorção de água	reciclado ↑	X	↓ convencional
Massa específica	reciclado ↓	X	↑ convencional
Módulo de elasticidade	reciclado ↓	X	↑ convencional
Retração do concreto	reciclado ↑	X	↓ convencional
Resistência à compressão	reciclado =	X	= convencional
Fluência	reciclado ↑	X	↓ convencional

ou seja, eles são classificados quanto ao seu uso em elementos com função estrutural (classes A, B e C) ou sem função estrutural (classe D) (Quadro 2).

Para o ensaio de resistência à compressão axial, utiliza-se uma amostra de seis unidades nas condições de umidade natural e secos ao ar. Antes do rompimento, devem ser nivelados com uma pasta de cimento, com no máximo 3mm, nas duas superfícies – superior e inferior –, procedimento chamado de capeamento dos blocos, prescrito na NBR 7184 (ABNT, 1992).

O ensaio de absorção de água verifica o percentual de água absorvido pela amostra e simula o comportamento dos blocos de concreto quando expostos às condições ambientais, com o objetivo de verificar se as amostras são impermeáveis ou não à água, ou seja, se absorvem umidade (INMETRO, 2002).

A absorção inicial de água influencia diretamente a aderência do bloco com a argamassa. A absorção total indica a quantidade de vazios existentes no bloco e permite determinar sua densidade. Tanto a absorção inicial quanto a total são propriedades determinadas na dosagem e dependem do grau de compactação definido durante a moldagem (MEDEIROS; SABBATINI, 1993).

Silva et al. (2005) citam que a porosidade do concreto promove o avanço dos processos de degradação pela entrada de agentes agressivos, influenciando na durabilidade do material.

O Quadro 3 da NBR 6136 (ABNT, 2006) apresenta os índices máximos de absorção de água adequados para blocos de concreto, segundo a classe em que se encontra e o tipo de agregado utilizado.

METODOLOGIA

Esta pesquisa é de caráter exploratório e foi composta por três etapas distintas: levantamento de dados; caracterização dos agregados e produção em laboratório dos blocos e ensaios normatizados; análise, conclusão e divulgação dos resultados.

Quadro 2. Requisitos para resistência característica à compressão

Classe	Resistência característica (Fbk) (MPa)
A	≥ 6,0
B	≥ 4,0
C	≥ 3,0
D	≥ 2,0

Quadro 3. Absorção do bloco de concreto

Classe	Absorção média em %	
	Agregado normal	Agregado leve
A	≤ 10,0%	≤ 13,0% (média) ≤ 16,0% (individual)
B		
C		
D		

Na primeira etapa, foram pesquisados artigos publicados sobre blocos de concreto, geração de resíduos na construção civil e utilização de entulho como agregado na fabricação de concreto reciclado. Foram consultadas normas da ABNT acerca da produção, ensaios e solicitações de blocos de concreto, e da classificação dos agregados, além de livros, de artigos publicados em periódicos e de revistas técnicas sobre formas de reaproveitamento de resíduos na construção civil, blocos de concreto e materiais de construção.

A segunda etapa da pesquisa foi composta pela confecção dos blocos de concreto no canteiro de obras e, posteriormente, realização dos ensaios de resistência à compressão, umidade e absorção em laboratório especializado.

O RCD foi coletado em uma construção predial da cidade de Vitória, no Estado do Espírito Santo, e, a partir daí, obteve-se o agregado miúdo reciclado por meio do peneiramento manual do entulho.

Os agregados utilizados para a fabricação dos blocos de concreto foram submetidos a ensaios de granulometria por intermédio de peneiras normatizadas pela ABNT, com o passante da peneira de malha #4,8mm, ou seja, selecionou-se apenas o agregado miúdo, que possui dimensão característica inferior a esse valor.

Após a caracterização granulométrica dos agregados, a partir de uma forma manual, foram produzidos blocos de concreto, com o resíduo substituindo totalmente o agregado. O traço utilizado foi de 1:4 (cimento:agregado). Como aglomerante, empregou-se o cimento CP V-ARI RS, de acordo com a norma ABNT NBR 5733 (ABNT, 1991).

Os blocos foram curados em temperatura e umidade ambiente, e capeados com pasta de cimento CP V-ARI, devido à sua alta resistência inicial. Em seguida, foram submetidos aos ensaios de resistência à compressão axial, absorção de água e umidade. Os blocos ensaiados seguiram as especificações estabelecidas pelas Normas NBR 6136 (ABNT, 2006) e NBR 12118 (ABNT, 2010), no laboratório da empresa C, localizada na cidade de Serra, no Estado do Espírito Santo.

Na terceira etapa, a partir dos dados obtidos nos ensaios de resistência mecânica, absorção e umidade, foi feita uma comparação dos resultados com um bloco de concreto convencional industrializado, com apresentação da conclusão técnica sobre a interferência do RCD.

PROCEDIMENTO

Primeiramente, o entulho, que continha restos de blocos de concreto, blocos cerâmicos, argamassa, pregos, arames, madeiras, folhas, plásticos, tubos de PVC e demais resíduos, foi lançado em peneira de malha #4,8mm. No ato do peneiramento, ficaram

retidos os materiais graúdos, ou seja, os não passantes, que foram descartados.

Posteriormente, iniciou-se o processo de execução do bloco. O material foi pesado em balança com traço em massa de 1:4:0,9 (cimento:agregado reciclado:água), e 100% da areia natural foi substituída por agregado reciclado. A água foi adicionada paulatinamente no processo de mistura na betoneira, até se obter uma consistência em que fosse possível aglomerar o material manualmente.

Em seguida, certificou-se de que a forma estava limpa e procedeu-se sua lubrificação com óleo diesel para evitar a aderência do material. Depois, colocou-se o concreto na forma e, em camadas, bateu-se com o molde no chão para compactação. Acrescentou-se o material na última camada até exceder o limite do recipiente e compactou-se com auxílio de uma enxada. Por fim, virou-se a forma e desformou-se com a tampa sobreposta no bloco. Esse foi o procedimento para confecção de um bloco (Figura 1).

DIFICULDADES ENCONTRADAS

Na execução dos blocos de concreto reciclado foram identificadas algumas dificuldades:

- impurezas no entulho, podendo aferir propriedades indesejáveis ao concreto;
- material pulverulento provocou muita poeira no ato do peneiramento;
- imprecisão com o traço em volume na proporção 1:6 (cimento:agregado reciclado);
- dificuldade para adequar a quantidade de água na mistura;
- dispersão do pó na betoneira, ocorrendo perda de material;
- cimento aglomerando na parede interna da betoneira, quando a produção de massa era em pequena quantidade;



Figura 1. Bloco imediatamente após a desforma

- compactação manual (sem utilização de prensas mecânicas para melhor compactação);
- borda superior do bloco de concreto quebrando no momento da desforma, devido à ausência da tampa da forma pressionando o bloco para baixo, para que este não desagregasse;
- demora intencional para desforma, a fim de que o concreto levemente endurecesse e não quebrasse a borda, fazendo com que o material secasse e aderisse no interior do molde, impossibilitando a retirada do bloco inteiriço.

VIABILIDADE ECONÔMICA

Por meio da reciclagem do entulho, é possível se fazer economia dos custos relacionados à compra dos agregados naturais, ao transporte de matérias-primas e do próprio entulho, o que, inclusive, promove redução da emissão de gás carbônico na atmosfera, além dos custos de deposição final do entulho em aterros e dos eventuais custos com remediação de impactos ambientais. Tais medidas tornam efetivamente a reciclagem uma alternativa economicamente viável.

A reciclagem também pode ser incentivada por intermédio de instrumentos legais que promovam o interesse econômico do uso do material reciclado, por exemplo, elevando a taxa de deposição de material potencialmente reciclável em aterros controlados (LAURITZEN, 1994).

A utilização de agregado reciclado permite produzir componentes de construção que, dependendo da sofisticação tecnológica, terão custos significativamente inferiores ao preço de componentes disponíveis no mercado (CARNEIRO et al., 2001).

Os blocos de concreto estudados nesta pesquisa foram os com dimensões 09×19×39cm para vedação. De acordo com o referencial de preços do Instituto de Obras Públicas do Espírito Santo (IOPES, 2015), de agosto de 2015, possuem traço 1:0,5:8 (cimento:cal hidratada:areia) e resistência mínima para compressão de 2,5MPa. Esses blocos têm custo aproximado de R\$43,67/m², com valor unitário igual a R\$1,34, isto é, desconsiderando custos operacionais da fábrica, mão de obra, impostos, fretes, administração, entre outros.

Os blocos confeccionados pelos autores deste artigo tiveram traço de 1:4 (cimento:agregado reciclado) com dimensões 09×19×39cm. A média de consumo de cimento por unidade foi de aproximadamente 1,3Kg. O cimento utilizado foi o CP V-ARI RS (Cimento Portland de Alta Resistência Inicial e Resistente a Sulfato), que possui um custo de R\$25,00 o saco de 50Kg, quando comprado em grande quantidade. Assim, o custo médio de um bloco é de R\$0,65, obtido por meio da Equação 1 a seguir:

$$C_t = q \times \frac{S}{Q} \quad (1)$$

Em que: C_t é o custo total (R\$); q , a quantidade de cimento por bloco (Kg); S , o preço do saco de cimento (R\$); Q , a quantidade para um saco de cimento (Kg).

Resolvendo a equação, tem-se:

$$C_t = 1,300 \times \frac{25,00}{50} \quad (2)$$

$$C_t = R\$0,65 \quad (3)$$

Nesse caso, o custo da mão de obra pode ser desconsiderado no custo total, pois a mão de obra empregada para confeccionar o bloco é a mesma que faria o transporte e a deposição do entulho na caçamba. Dessa forma, reduziram-se atividades que não agregam valor, como o transporte do material dentro do canteiro de obras, e empregou-se a mão de obra em uma atividade que agrega valor, ou seja, a confecção dos blocos. Ademais, tem-se custo zero com a areia natural, que foi 100% substituída pelo entulho peneirado. Também não se teve gasto com o triturador, visto que o entulho foi exclusivamente peneirado.

Para empresas de grande e médio porte, pode ser viável a aquisição de um triturador de entulho ou até mesmo o aluguel da máquina, devido à praticidade e à velocidade de se obter o agregado reciclado na

granulometria desejada, assim como um melhor aproveitamento na reciclagem do resíduo.

Tais atitudes trazem não só o ganho ambiental e social, mas economia quanto à redução do número de caçambas e no transporte destas. De acordo com o IOPEs (agosto de 2015), o índice de preço para remoção de entulho decorrente da execução de obras (Classes A e B do CONAMA), incluindo aluguel da caçamba, carga, transporte e descarga em área licenciada, é de R\$51,34/m³. Portanto, uma caçamba que comporta 5m³ tem o custo unitário de R\$256,70.

Foi realizado um comparativo entre duas obras na cidade de Vitória: uma de médio porte e outra de grande porte. A primeira faz uso de cinco caçambas em média mensalmente, o que representa um custo de R\$1.283,50 por mês. A segunda, de grande porte, chega a uma quantidade de 14 caçambas, gerando um custo de R\$3.593,80. Com isso, evidencia-se o quão vantajosa é a reciclagem do entulho, quando comparada a esses elevados custos.

RESULTADOS OBTIDOS

No ensaio de resistência à compressão, obteve-se a força máxima a que cada bloco foi submetido, em toneladas-força (tf), imediatamente antes do rompimento. Para analisar a tensão suportada, foi necessário conhecer milimetricamente as dimensões de cada bloco, mostradas no Quadro 4, com o objetivo de determinar a área de atuação da força axial.

Quadro 4. Determinação dimensional dos blocos

Corpo de prova	Dimensões (mm)											
	Largura				Altura				Comprimento			
	1	2	3	Média	1	2	3	Média	1	2	3	Média
1	101,1	102,4	101,2	101,6	201,1	202,2	202,3	201,9	385,3	386,1	385,2	385,5
2	100,1	101,1	101,1	100,8	198,4	198,1	203,2	199,9	386,1	388,2	386,1	386,8
3	100,4	101,1	101,1	100,9	198,2	198,1	203,4	199,9	385,3	388,1	386,6	386,7
4	100,8	102,1	101,3	101,4	198,2	199,1	201,3	199,5	389,1	389,3	389,7	389,4
5	101,5	100,9	101,9	101,4	200,3	200,8	201,9	201,0	387,3	388,1	389,0	388,1
6	101,3	101,4	101,8	101,5	201,0	199,9	201,0	200,6	386,0	389,8	388,1	388,0
												Conforme

Corpo de prova	Longitudinais				Transversais					Espessura equivalente* (mm/m)	Menor dimensão do furo (mm)
	1	2	3	Média	1	2	3	Média	Soma		
1	20,6	22,5	28,1	23,7	18,1	21,1	21,2	20,1	60,4	156,67	62,2
2	20,1	22,2	29,1	23,8	19,5	20,6	19,4	19,8	59,5	153,83	61,6
3	20,1	19,1	28,1	22,4	19,8	20,5	21,1	20,5	61,4	158,79	63,1
4	20,3	21,4	21,3	21,0	20,0	21,3	21,3	20,9	62,6	160,77	62,9
5	20,8	21,3	20,8	21,0	20,3	20,3	21,4	20,7	62,0	159,74	62,3
6	21,3	21,4	21,9	21,5	20,4	21,8	20,8	21,0	63,0	162,39	61,3

Item 4.3.2	*E=T1+T2+T3 (mm)/comprimento nominal (m)	E ≥ 113mm/m	Conforme
	Paredes longitudinais e transversais	M-10: L ≥ 15 mm e T ≥ 15 mm	Conforme
Item 4.3.3	Menor dimensão do furo	M-15: ≥ 70mm	Não conforme

Quadro 5. Determinação da resistência à compressão (NBR 12118/10)

Corpo de prova	Carga (tonelada)	Área média (mm ²)	Carga máxima de ruptura (N)	Resistência à compressão					
				Individual (MPa)	Média (MPa)	85% média	fb1 x Ψ_6	fbk,est	fbk,est adotado (MPa)
1	27,73	39157,34	272931,30	6,95	7,41	6,29	5,94	6,47	6,47
2	26,50	38976,55	259965,00	6,67					
3	28,40	39001,78	278904,00	7,14					
4	33,10	39481,78	324711,00	8,22					
5	32,38	39369,66	317647,80	8,07					
6	29,62	39378,62	290572,20	7,38					

fb1 - menor valor de resistência à compressão obtido.

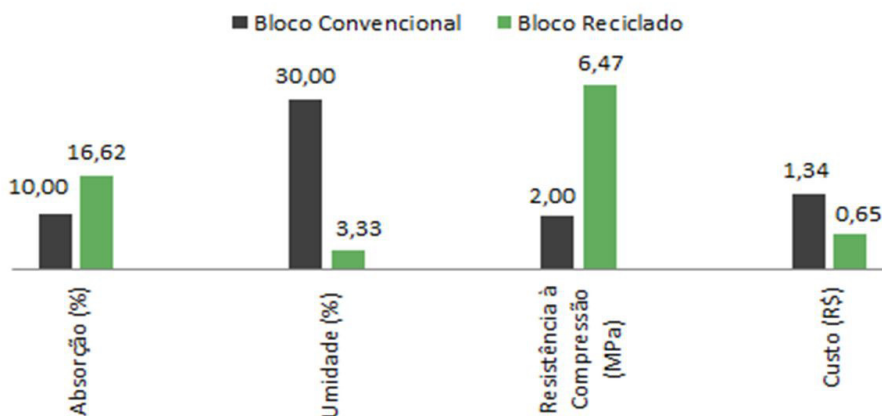
Ψ_6 - variável segundo norma NBR 6136.

fbk,est - resistência à compressão característica estimada do lote.

Quadro 6. Taxas de absorção e de umidade médias dos blocos (NBR 6136/06)

Exemplar n°	Absorção (média %)	Umidade (média %)
7, 8, 9 e 10	16,62	3,33

Bloco Convencional X Bloco Reciclado

**Gráfico 1.** Comparação do bloco convencional com o bloco reciclado

O Quadro 5 exibe os resultados de resistência característica à compressão, obtidos por meio do ensaio de compressão, certificando que os blocos atendam aos requisitos da NBR 12118 (ABNT, 2010), de 2MPa para a Classe D.

Por meio do ensaio de absorção de água, verificou-se que o índice de absorção não está em conformidade com a NBR 6136/06, ultrapassando o limite de 10% para agregados normais, conforme o Quadro 6.

A partir dos resultados obtidos nos ensaios de resistência à compressão, absorção e umidade, e do estudo da viabilidade econômica, elaborou-se o Gráfico 1, que apresenta o comparativo entre o bloco de concreto convencional e o bloco de concreto reciclado.

CONCLUSÃO

Os resultados alcançados pela pesquisa foram satisfatórios, visto que atenderam aos objetivos previamente estabelecidos de minimizar os impactos ambientais e de reduzir os gastos orçamentários, obedecendo aos requisitos solicitados pela NBR 6136 (ABNT, 2006).

Ademais, provou-se que a produção de blocos de concreto reciclados para vedação é uma alternativa ambiental e economicamente viável, executada de forma simples e eficaz, utilizando-se apenas elementos básicos existentes em uma obra, sem a necessidade de equipamentos mais específicos ou sofisticados.

Inicialmente, a resistência para blocos tipo vedação (Classe D) apresentou-se acima do esperado para essa

classe, superando o valor de 2MPa. A alteração do traço para 1:5 ou 1:6 (cimento:agregado reciclado) é uma possibilidade a ser avaliada, visto que a resistência característica à compressão do bloco atingiu valores elevados.

O índice de umidade *in natura* no bloco de 3,33% é regular/normal. Já em relação à absorção, está acima do parâmetro da NBR 6136/06, ultrapassando o limite de 10% regulamentado pela norma. Sendo assim, o bloco possui melhor aproveitamento se empregado para vedação em áreas internas. Entretanto, sua dosagem pode ser adaptada para correção com o uso de aditivos que promovam redução na quantidade de cimento e de água no traço do concreto, melhorando, assim, o desempenho funcional do bloco.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 5733**: cimento Portland de alta resistência inicial. Rio de Janeiro: ABNT, 1991.
- _____. **NBR 7184**: blocos vazados de concreto simples para alvenaria: determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, ABNT, 1992.
- _____. **NBR 6136**: blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.
- _____. **NBR 12118**: blocos vazados de concreto simples para alvenaria: métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
- BUTTLER, A. M. **Uso de agregados reciclados de concreto em blocos de alvenaria estrutural**. 2007. 62 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.
- CARNEIRO, A. P. et al. **Características do entulho e do agregado reciclado**: reciclagem de entulho para materiais de produção. Salvador: Projeto Entulho Bom, 2001. 143 p.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002**: Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 jul. 2002.
- CORSINI, R. Agregados reciclados. **Revista Construção e Mercado**, São Paulo, v. 123, out. 2011. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/123/agregados-reciclados-299541-1.aspx>>. Acesso em: 20 jul. 2015.
- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA - INMETRO. **Blocos de concreto para alvenaria sem função estrutural**. Rio de Janeiro: INMETRO, 2002. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/blocoConcreto.asp>>. Acesso em: 01 out. 2015.
- IOPES. **Referencial de preços**. 2015. Disponível em: <http://www.iopes.es.gov.br>. Acesso em: 10 set. 2015.
- JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil**: contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000. 113 p. Tese (Livro Docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- LAURITZEN, E. K. **Economic and environmental benefits of recycling waste from the construction and demolition of buildings**. Paris: Industry and Environment, 1994.
- LIMA, J. A. R. **Proposição de diretrizes para produção e normalização de resíduo de construção reciclado e de suas aplicações em argamassas e concretos**. 1999. 240 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.
- MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H. **Alvenaria estrutural não armada de blocos de concreto**: produção de componentes e parâmetros de projeto. 1993. 4 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- MENDES, H. **A construção civil e seu papel no meio ambiente**. 2013. (On-line). Disponível em: <<http://www.neutralizecarbono.com.br>>. Acesso em: 2 jul. 2015.
- PINTO, T. P.; GONZÁLEZ, J. L. R. **Guia profissional para uma gestão correta dos resíduos da construção**. São Paulo: CEMA, 2005. 3 p.
- SILVA, L. B. et al. Estudo da absorção capilar em concretos brancos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 2005, Olinda. **Anais...** Pernambuco: IBRACON, 2005. p. 709-720 p.