

Eixo Temático ET-14-017 - Outros

REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DO BENEFICIAMENTO DO PORCELANATO NA PRODUÇÃO DE BLOCOS DE VEDAÇÃO

Narawilka Cardoso¹, Rodrigo Gomes de Barros Vasconcelos², Thomas Ewerton Marcelino Sarmiento de Oliveira³, Adna Lúcia Rodrigues de Menezes⁴, Kennedy Dantas Jales⁵, Erica Natasche de Medeiros Gurgel Pinto⁶, Kleber Cavalcanti Cabral⁷

¹Estudante de Engenharia Civil, UFERSA, Caraúbas-RN. narawilkacardoso@hotmail.com; ²Engenharia Civil, Natal-RN. rodrigovasconcelos@me.com; ³Engenharia Civil, Natal-RN. thomas_marcelino@hotmail.com; ⁴Estudante de Engenharia Civil, UFERSA, Caraúbas-RN. adnalucia_@hotmail.com; ⁵Estudante de Engenharia Civil, UFERSA, Caraúbas-RN. kennedy_92@hotmail.com; ⁶Dra. Professora Engenheira Civil, UFERSA, Caraúbas-RN. , erica.gurgel@ufersa.edu.br; ⁷ Dr. Professor Engenheira Civil, UFERSA, Caraúbas-RN. kleber.cabral@ufersa.edu.br.

RESUMO

Com o crescimento da construção civil em nosso país, houve grande necessidade do aperfeiçoamento das técnicas e dos materiais constituintes dos processos de construção. Os blocos de vedação e estrutural fazem parte destes materiais que sofreram mudanças em busca de melhores aproveitamentos técnicos. Seguindo essa tendência de crescimento da construção, muitos materiais aumentaram em massa sua produção, gerando um grande volume de resíduo. Outra indústria que cresceu foi a do porcelanato, que por ser um tipo cerâmico de acabamento refinado, possui polimento em seu processo final, gerando um resíduo com grande quantidade de sílica e de granulometria pequena. Com base no exposto, o objetivo do trabalho é estudar a influência da resistência à compressão da adição do resíduo do polimento do porcelanato na confecção de blocos de concreto, para alvenaria de vedação. Para desenvolver a pesquisa, realizou-se a caracterização dos materiais de partida através da densidade e massa específica. Em seguida, analisou-se os blocos através da caracterização geométrica e resistência a compressão. Observou-se que o incremento do resíduo do polimento do porcelanato nas proporções estudadas, apresenta um acréscimo em sua resistência mecânica, tanto na idade de 7 dias, como na de 28 dias. Conclui-se, portanto que, o resíduo apresenta-se como uma ótima alternativa de utilização na composição de blocos de concreto, desde que o mesmo seja utilizado em proporções ideais para cada traço analisado, objetivando uma resistência mecânica característica.

Palavra-chave: Bloco concreto; Resistência mecânica; Resíduo.

INTRODUÇÃO

O setor da construção civil está em plena expansão no Brasil, o governo vem de forma crescente aumentando os investimentos em infraestrutura e habitação. De olho neste mercado, as grandes empresas de construção do país vêm investindo cada vez mais em novos lançamentos. Juntando isso, com o programa do governo Minha Casa

Minha Vida, são milhares de residências sendo construídas em todo o território nacional. Com isso, cresce a preocupação com os resíduos que este setor está gerando e como estão sendo tratados e descartados no meio ambiente.

O bloco de concreto para alvenaria de vedação está sendo empregado cada vez mais na construção civil, por ser um bloco com um controle de produção maior que o cerâmico, com isso gerando um produto mais homogêneo e com um padrão de qualidade maior. Ele vem substituindo os cerâmicos inclusive nas construções populares, pela fácil disponibilidade, e seu custo vêm a cada dia diminuindo. Outro aspecto importante é a economia gerada pelo fato dos blocos de concreto utilizar menos argamassa no seu assentamento e haver também menos desperdício, pois os mesmos já se encontram nas dimensões corretas para uma melhor paginação, evitando assim os trinchos e quebras.

A produção desses blocos tem um custo elevado, já que utilizam cimento em sua composição, o que faz com que algumas empresas ainda não tenham incorporado esse material em suas obras. Com o objetivo de reduzir os custos e melhorar as propriedades dos blocos cerâmicos, alguns estudos estão sendo desenvolvidos a partir da utilização de resíduos ricos em sílica com o objetivo de sanar essas deficiências.

Na indústria de porcelanato, indústria essa voltada à construção civil, é observado que na sua produção é gerado um volume elevado de resíduos no processo de polimento, resíduo este que é amontoado nos pátios das indústrias e em aterros, causando sérios riscos ao meio ambiente no entorno.

Apesar de este material ser considerado um resíduo, ele é rico em sílica e, estudos realizados com concretos e outros agregados, mostraram resultados promissores quanto ao crescimento das propriedades de resistência à compressão desses materiais.

Com base nas informações acima, o objetivo do trabalho é estudar a influência da adição do resíduo do porcelanato nas propriedades mecânicas do bloco vazado de concreto, sem função estrutural. Para isso, serão realizados testes para caracterização dos componentes do bloco e o ensaio de resistência à compressão do bloco curado.

OBJETIVOS

Com base no exposto, o objetivo do trabalho é estudar a influência da resistência à compressão com a adição do resíduo do polimento do porcelanato na confecção de blocos de concreto, para alvenaria de vedação.

METODOLOGIA

Como de suma importância à confecção dos blocos de concreto e qualidade dos materiais, é necessária a análise dos materiais componentes dos blocos, pois suas características têm influência direta no comportamento do concreto, e consequentemente dos blocos.

As análises contidas neste trabalho foram realizadas em dois momentos distintos: o primeiro com os materiais de partida e o segundo com os blocos de concreto já curados.

Materiais

A areia utilizada é uma areia extraída do leito do rio Potengi, na região de Ielmo Marinho. Para a análise do material, o mesmo foi submetido aos ensaios de massa específica pelo frasco de Chapman, granulometria e densidade aparente.

O resíduo cerâmico gerado pela Indústria de Porcelanato é proveniente do processo de polimento do grés porcelanato. O resíduo de porcelanato foi coletado diretamente na fábrica após o processo de secagem do mesmo. Ao chegar ao laboratório, o resíduo do porcelanato foi levado à estufa sob temperatura média de 100°C durante 24 horas para eliminação da umidade, em seguida foi inserido na máquina Los Angeles para a desagregação do mesmo, uma vez que se encontrava aglomerado em torrões. O pó obtido foi acondicionado em sacos plásticos os quais foram lacrados para evitar o ganho de umidade.

O cascalho utilizado na dosagem para confecção dos blocos é extraído de rochas graníticas da região de Taipu, fornecida pela Natal Brita, onde as mesmas foram submetidas aos ensaios de granulometria, massa específica, densidade aparente e absorção.

Já o cimento utilizado foi o campeão CP II Z 32 RS, composto por pozolana, com resistência característica de 32MPa aos 28 dias, e resistente a sulfato, de fabricação da Lafarge.

Massa específica do agregado miúdo pelo frasco de Chapman

De acordo com a norma DNER-ME 194/98, a massa específica do agregado consiste na relação entre a massa do agregado seco em estufa (100°C a 110°C) até a constância de massa e volume igual do sólido, incluídos os poros impermeáveis.

O ensaio consiste inicialmente na pesagem de 500g de amostra da areia, em balança com sensibilidade de 1g. O frasco de Chapman consiste em um frasco de vidro, composto de dois bulbos e de um gargalo graduado, onde no estrangulamento entre dois bulbos existente, há um traço que corresponde aos 200cm³ e acima dos bulbos situa-se uma graduação de 375cm³ a 450cm³. Após a pesagem da amostra, preenche-se o frasco no limite dos 200cm³, deixando o mesmo em repouso para que a água que ficou retida nas paredes do frasco venha escorrer totalmente. Em seguida é introduzida cuidadosamente à amostra de 500g do agregado miúdo seco do material, o qual foi devidamente agitado para a retirada de todas as bolhas de ar existentes no frasco. A leitura atingida pela água no gargalo do frasco indica o volume, em cm³, ocupando pelo conjunto água-agregado miúdo.

Densidade aparente e absorção do agregado graúdo

De acordo com a norma DNER-ME 081/98, densidade aparente é, a razão entre o peso, ao ar, da unidade de volume de um agregado (porção impermeável), a uma dada temperatura, e o peso, ao ar da massa de igual volume de água destilada, livre de gases de mesma temperatura.

Os equipamentos utilizados para a realização do ensaio são: balança com resolução mínima de 1 g, com dispositivo para prender a amostra suspensa na água pelo centro do prato da balança, para este dispositivo, foi utilizado um fio de arame 18mm recozido. É utilizado um recipiente para colocar a amostra, que evite a perda do material, como também a retenção de ar quando o material for submerso. É usado um cesto aramado de abertura de 3,0 mm, tanque de água impermeável com volume

suficiente para manter submerso o material, e estufa com temperatura entre 105 °C e 110 °C.

O ensaio consiste na pesagem de 500 g de amostra da areia e do cascalho, onde a mesma é colocada em estufa na temperatura média de 110 °C em um período de 24 h, e logo após é retirado e posto para esfriar entre 1 h a 2 h, para deixar a temperatura entre 50 °C, afim de que possa ser feito o manuseio do mesmo, e é pesado para a determinação da massa do agregado seco (MS). Posteriormente o agregado é emerso em água a uma temperatura média de 28 °C por um período de 24 h, e após esse período o agregado é removido da amostra da água, sendo espalhado em papel toalha para retirada do excesso de água, e logo após é determinado o peso da amostra saturada registrada em balança (MR). Em seguida o material é colocado submerso no cesto de arame em água potável a uma temperatura de 28 °C, e o mesmo é apoiado ao prato da balança por meio do fio de arame, onde é feita a sua leitura em escala (L).

Composição granulométrica do agregado graúdo e miúdo

Tem por objetivo analisar as dimensões médias reais dos agregados.

Os equipamentos necessários para realização do ensaio são: balança com resolução de 0,1% da massa da amostra de ensaio, estufa para secagem, peneiras das séries normal e intermediária com tampa de fundo, agitador mecânico de peneiras, bandejas e um pincel de cerdas macias para limpeza das peneiras. O primeiro passo do ensaio é por o material para secagem em estufa, em uma temperatura média de 110°C no período de 24hrs, e logo após fazer seu resfriamento à temperatura ambiente para determinação de sua massa.

Após a determinação de sua massa o próximo passo é fazer o encaixe das peneiras previamente limpas no agitador de peneiras, formando um conjunto único de peneiras com as aberturas de malhas em ordem crescente da base para o topo com o fundo acoplado (prato), onde no caso do agregado as aberturas seguiram tal ordem: 76-50-38-25-19-9, 8-2, 4-1, 2-0, 6-0, 3-0, 15-prato, já no caso do agregado miúdo a sequência foi: 9, 5-4, 8-2, 4-1, 2-0, 6-0, 3-0, 15-prato. O peneiramento do material é feito em tempos de 1 (um) minuto, onde após o final de cada tempo, é retirado o material retido na malha subsequente, e colocado em balança para medida de sua massa. O ensaio foi encerrado quando menos de 1% da massa total do material não passou em nenhuma peneira, durante este período de 1 (um) minuto.

Caracterização dos blocos

Análise dimensional dos blocos. De acordo com a NBR 12118/2010 a análise dimensional consiste na verificação das dimensões do corpo de prova, tais como largura, comprimento, altura, espessura das paredes, dimensões dos furos e raios das mísulas.

A aparelhagem necessária para fazer o ensaio é uma trena calibrada com resolução de 1 mm, e comprimento adequado a maior dimensão máxima do corpo-de-prova.

Resistencia à compressão. De acordo com a NBR 12118/2010, o teste de resistência à compressão, consiste na relação entre a carga de ruptura e a área bruta do corpo de prova, quando submetido ao ensaio de compressão axial. Para a execução do ensaio foi utilizado a prensa manual hidráulica 20t, digital da marca Contenco. Aplicou-se sobre o corpo de prova, tensões em relação a sua área bruta em valores progressivos a

razão de $(0,05 \pm 0,01)$ MPa/s, relatando após o seu rompimento a resistência característica dos copos de provas nas idades de 7 e 28 dias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serão apresentados nestes capítulos os resultados dos ensaios de caracterização dos materiais utilizados para a produção dos blocos, como também os resultados obtidos nos ensaios de resistência a compressão, retração por secagem, análise dimensional e absorção, buscando estabelecer uma correlação entre as diferentes variáveis estudadas, com o objetivo de conhecer o comportamento dos blocos de concretos produzidos com o resíduo de porcelanato a partir de concentrações variadas.

Ensaio de caracterização dos materiais

Areia

Ensaio de massa específica do agregado miúdo pelo frasco de Chapman. Segundo a NBR 9776/1987, extraímos estes valores das leituras feitas no frasco Chapman, e chegou-se ao valor de massa específica da areia de $2,63 \text{ g/cm}^3$.

Esse resultado é importante para o cálculo da quantidade de material que será utilizado dentro da composição do traço, sendo que todas as suas características venham a ser analisadas para execução de um concreto com as especificações desejadas, a massa específica é de essencial importância para conhecimento de sua massa real na dosagem do traço.

Ensaio de granulometria. A partir do ensaio de granulometria é possível determinar o módulo de finura, que é o fator definidor da granulometria do material, sendo a soma das porcentagens retidas, acumuladas, nas peneiras, dividido por cem. O módulo de finura da areia é 3,0, sendo assim caracterizado como agregado miúdo de granulometria média.

A disposição granulométrica do agregado miúdo esta demonstrada através da curva granulométrica exposta na Figura 1.

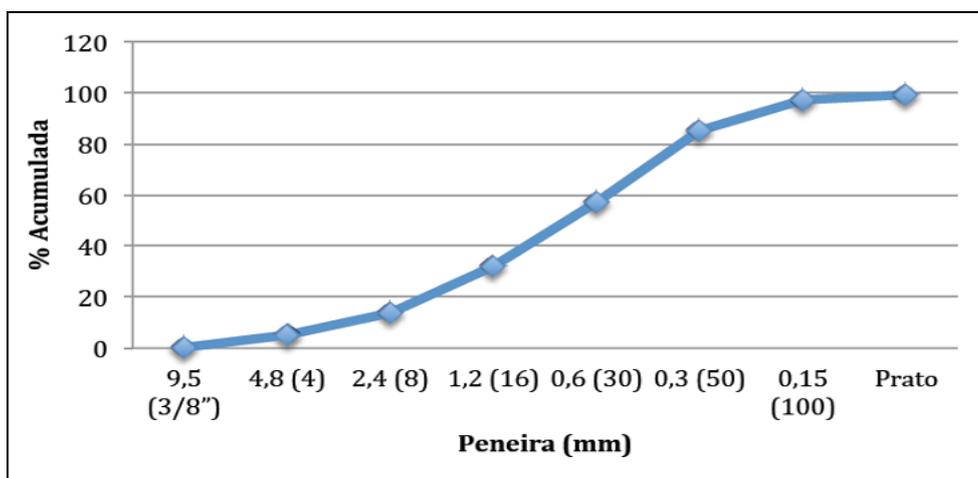


Figura 1. Curva granulométrica do agregado miúdo.

Cascalho

Ensaio de absorção e densidade do agregado graúdo. Após a realização do ensaio, os resultados de absorção de água é de 2,59% e sua densidade em 1.578g/cm³, mostrando-se um material de absorção média, ideal para a produção de concreto.

Ensaio de granulometria. A análise granulométrica revelou um módulo de finura para cascalho de 6,30, que de acordo com a tabela de classificação dos agregados graúdos, é classificado como uma brita (0).

A curva granulométrica do agregado graúdo está indicada na Figura 2.

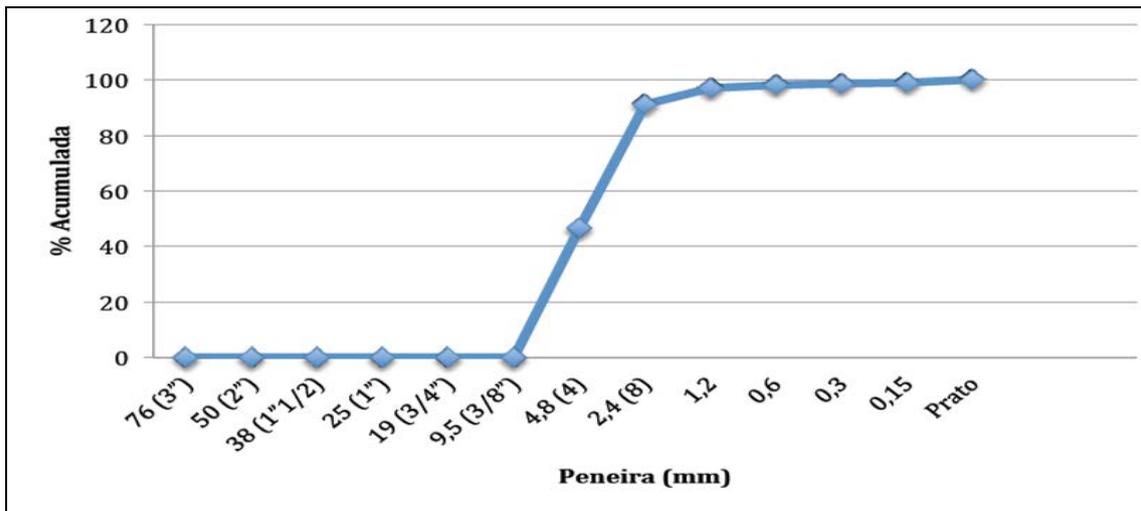


Figura 2. Curva granulométrica agregado graúdo.

Ensaio de caracterização dos blocos

O primeiro passo para o início da caracterização dos blocos, foi a definição da classe do bloco a ser feito, de acordo com a NBR 6136/2006, que diz as especificações dos blocos de acordo com o objetivo o qual será utilizado.

Para fins de teste, foram escolhidos os blocos para fins de vedação, ou seja, blocos de classe “D” que tem função não estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo, e modulo M-10.

Outro ponto importante definido em norma em relação as suas dimensões para fabricação são as suas dimensões de largura dos blocos e espessura mínima de suas paredes, como mostrado na Figura 3.

Classe	Designação	Paredes longitudinais ¹⁾ mm	Paredes transversais	
			Paredes ¹⁾ mm	Espessura equivalente ²⁾ mm/m
A	M-15	25	25	188
	M-20	32	25	188
B	M-15	25	25	188
	M-20	32	25	188
C	M-10	18	18	135
	M-12,5	18	18	135
	M-15	18	18	135
	M-20	18	18	135
D	M-7,5	15	15	113
	M-10	15	15	113
	M-12,5	15	15	113
	M-15	15	15	113
	M-20	15	15	113

¹⁾ Média das medidas das paredes tomadas no ponto mais estreito.
²⁾ Soma das espessuras de todas as paredes transversais aos blocos (em milímetros), dividida pelo comprimento nominal do bloco (em metros).

Fonte: ABNT NBR 6136/2006

Figura 3. Designação por classe, largura dos blocos e espessura mínima das paredes dos blocos.

Com a definição das características dimensionais, físicas e mecânicas dos blocos a serem fabricados, é dado início a sua fabricação, o qual é utilizado um traço de 1:5:1, sendo em unidade de volume de um cimento, para cinco de areia, e um de cascalho, e uma média de 11% de volume de água e posterior substituição em porcentagens de 10%, 20% e 30% do volume do cimento por volume do resíduo de porcelanato. Com isso, iniciaram-se os ensaios especificados na NBR 12118/2010, para blocos vazados de concreto simples para vedação que especifica os ensaios de resistência a compressão, análise dimensional, absorção e área líquida, retração linear por secagem e permeabilidade. Devido à escolha por somente analisar o comportamento dos blocos, no requisito a sua resistência mecânica, foram feitos somente os ensaios de análise dimensional e resistência à compressão.

Análise dimensional

De acordo com a NBR 12118/2010, para fins de análise dimensional dos blocos, a mesma consiste na verificação das dimensões do corpo de prova. Essas dimensões foram extraídas por uma média entre os corpos de prova, sendo passível de erros devido a falha de desforma dos blocos, mostrando na tabela 1 algumas alterações em relação às dimensões especificadas para a classe de bloco escolhido. Foram analisadas as seguintes dimensões:

Tabela 1. Resultados da análise dimensional dos blocos de concreto.

DIMENSÕES	Valor
Altura (h)	192 mm
Largura (b)	100 mm
Comprimento (l)	373 mm
Mísulas (rmis)	16 mm
Espessura das paredes (ei)	14 mm
Área bruta (AB)	37.300 mm ²
Espessura equivalente (e_{Eq})	50,93 mm/m
Largura nominal (l_{nom})	0,373 m

Ensaio de resistência a compressão

Para o ensaio de resistência a compressão foram fabricados um total de 24 blocos na proporção de seis blocos para dosagem padrão de 1:5:1, seis blocos para a proporção de substituição de 10% do volume de cimento pelo resíduo de porcelanato, seis blocos para a proporção de substituição de 20%, e seis para 30%, onde dos seis blocos para cada condição de traço, três foram ensaiados com idade de sete dias e três na idade de 28 dias, obtendo uma media de sua resistência a compressão. A Figura 4 apresenta os resultados e sua análise gráfica de crescimento.

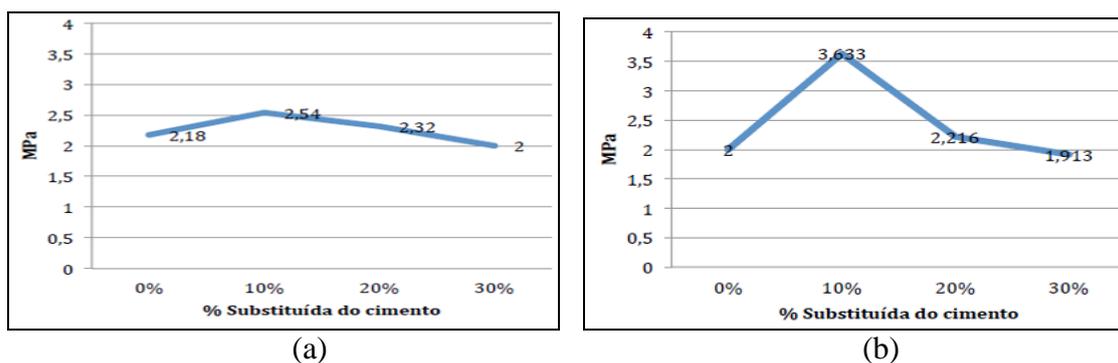


Figura 4. Gráfico de resistência à compressão (a) 7 dias de cura e (b) 28 dias de cura.

Tendo em vista que o principal objetivo da pesquisa de inclusão do rejeito no traço para fabricação de blocos de concreto, foi testar o seu comportamento em relação a sua resistência a compressão nas datas de sete e 28 dias, nas proporções de substituição do cimento pelo resíduo, em 10%, 20% e 30%. Portanto, dentro desse contexto, conclui-se que aos sete dias e com substituição de 10% do volume de cimento pelo do resíduo de porcelanato, o bloco apresentou um considerável aumento de sua resistência, em relação ao traço padrão do bloco de concreto, tendo um acréscimo de 16,51%. Nos 28 dias o aumento apresentado foi ainda maior, com uma taxa de crescimento em torno de 81,5%.

Na substituição de 20% do volume de cimento pelo resíduo de porcelanato, houve um crescimento de sua resistência a compressão, mas já apresentando um decréscimo em relação à proporção de 10%. Portanto, com a idade de sete dias, o mesmo obteve um aumento de 6,42% de sua resistência, 10,09% menor comparado com a proporção de 10%. Aos 28 dias o crescimento de sua resistência manteve o mesmo padrão, com o seu decréscimo em comparação a proporção de 10% de substituição do crescimento pelo resíduo do porcelanato, atingindo um crescimento de 10,5% em relação ao traço padrão.

O aumento da concentração para 30%, mostrou que tanto aos sete dias, como também aos 28, dentre todas as proporções analisadas, foi a que não obteve crescimento, tendo uma queda de sua resistência em torno de -8,25% aos sete dias e -4,25% aos 28 dias em relação ao traço padrão.

Com isso nota-se que a utilização da água de amassamento foi de fundamental importância para a análise da dosagem, pois a mesma foi agente fundamental para decréscimo da resistência do bloco, mostrando que a sua porcentagem em torno de 11%

de volume, tornou-se pouca para o aumento da proporção do resíduo, causando a queda da resistência devido a alta taxa de absorção do resíduo.

Outro fato a ser analisado, foi que em alguns blocos a sua resistência com 28 dias foi menor que aos sete dias. Notou-se que pode ter havido alguma falha na execução, tanto no processo de desforma, ocasionando rachaduras nos blocos, como também no processo de rompimento dos blocos, já que o mesmo foi feito em prensa manual, que é totalmente passível de erros.

CONCLUSÃO

Analisando os resultados obtidos neste trabalho, concluiu-se que não só é viável tecnicamente, como o produto final teve ótima qualidade e principalmente, apresentou um crescimento considerável de sua resistência, dentro de um limite de porcentagem de substituição do cimento. Outro ponto importante foi a conclusão da geração de uma nova alternativa econômica e sustentável, de reutilizar tal material que agride o meio ambiente, item que atualmente está sendo altamente procurado pelos consumidores e exigido por alguns selos e certificações.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12118 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria: métodos de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6136 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria: requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7217 - Agregados: determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7211 - Agregados para concreto: especificações**. Rio de Janeiro, 2009.