

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL
CENTRO UNIVERSITÁRIO DOCTUM DE TEÓFILO OTONI**

CAIO VIANA RAMALHO

**AVALIAÇÃO DA VARIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DO BLOCO DE CONCRETO
COM A SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGREGADO MIÚDO POR PÓ DE
SERRAGEM**

TEÓFILO OTONI

2019

CAIO VIANA RAMALHO
CENTRO UNIVERSITÁRIO DOCTUM DE TEÓFILO OTONI

**AVALIAÇÃO DA VARIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DO BLOCO DE CONCRETO
COM A SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGREGADO MIÚDO POR PÓ DE
SERRAGEM**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil
do Centro Universitário Doctum de Teófilo
Otoni, como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil.**

**Área de Concentração: Materiais da
Construção**

**Orientador: Prof. MSc Jouseberson Miguel
da Silva**

TEÓFILO OTONI
2019

Avaliação Da Variação Das Propriedades Do Bloco De Concreto Com A Substituição Parcial Do Agregado Miúdo Por Pó de Serragem

Caio Viana Ramalho

Centro Universitário Doctum de Teófilo Otoni - MG, Brasil, caiovianaramalho@gmail.com

RESUMO

Tendo em vista a busca por meios inovadores que possam reaproveitar materiais que seriam descartados na natureza, este trabalho visa apresentar um novo material a ser usado como matéria prima em substituição do agregado miúdo na confecção dos blocos de concretos, que hoje em dia, é muito utilizado na construção civil, sendo ele o pó de serragem, que muitas vezes é descartado de forma incorreta na natureza. Os blocos foram confeccionados com 5 traços, o de referência e com substituição de 25%, 50% e até 100% da areia por pó de serragem, variando-se a relação água e cimento. Após o tempo de cura, foram feitos os testes de resistência a compressão e de absorção de umidade, que trouxeram a conclusão que se substituído até cerca de 25% da areia por pó de serragem e com a dosagem correta de água, os blocos de concreto obtiveram uma resistência a compressão maior e uma porcentagem de absorção menor que o traço de referência, tornando-se então uma boa opção para quem busca as vantagens apresentadas além de apresentar uma nova forma de reaproveitar o material.

PALAVRA CHAVE: Reaproveitamento, alvenaria, resistência à compressão, absorção de umidade.

ABSTRACT

In view of the search for innovative means that can reuse materials that would be discarded in nature, this paper aims to present a new material to be used as a raw material to replace the aggregate in the manufacture of concrete blocks, which today is very It is used in civil construction, which is sawdust, which is often incorrectly discarded in nature. The blocks were made with 5 different traces with the substitution of 25%, 50% and up to 100% of the sand with

sawdust. humidity, which led to the conclusion that if up to 25% of the sand was replaced by sawdust and with the correct dosage of water, the concrete blocks had a higher compressive strength and a lower absorption percentage than the reference trace, thus becoming a good option for those who seek the advantages presented and present a new way to reuse the material.

KEYWORDS: Reuse, masonry, compressive strength, moisture absorption.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente estão sendo desenvolvidas pesquisas visando novas tecnologias a fim de aumentar cada vez mais as vantagens que os blocos proporcionam com sua utilização, como por exemplo aumento de resistência a compressão, diminuição do peso, melhor conforto térmico, melhor acústica, entre outros, buscando novos materiais para sua composição a fim de melhorar suas características técnicas e propriedades do produto final. Com isso são descobertos novos materiais que podem melhorar as características dos blocos trazendo mais pontos positivos em sua utilização. Por isso é importante o estudo dos materiais que são usados na composição do bloco com a finalidade de obter o conhecimento de vários aspectos, identificando quais são os melhores materiais para serem utilizados e os mais viáveis de acordo com necessidades que se busca com a utilização dos blocos.

Devido a grande utilização dos blocos de concreto, os materiais que o compõem, acabam tendo uma demanda maior também, e com isso, os materiais utilizados vão ficando mais escassos, como é o caso da areia natural extraída dos leitos dos rios, que é um dos agregados miúdos mais utilizados não só na elaboração do bloco, mas também na construção civil em geral. A grande demanda da utilização da areia natural gera uma grande procura por esse material, e assim, levando a um esgotamento da areia nos lugares mais próximos onde o seu consumo é maior, obrigando aos órgãos do meio ambiente fiscalizar, controlar e diminuir a extração desse material natural dos rios.

Em consequência da exploração desse material surge muitos problemas ambientais pois agredem as calhas naturais dos rios, levando a um aumento da vazão de água e acelerando o processo de erosão das margens. Essa erosão acaba retirando a cobertura vegetal dessas áreas e tornando o solo estéril, sem crescimento de vegetação e sem possibilidade de recomposição do ambiente explorado. Outro grande problema da extração da areia está associado à dificuldade de se encontrar esse material próximo aos locais onde são confeccionados os blocos, fazendo

com que o valor do transporte do material fique cada vez mais alto, com isso, esse valor é inserido no valor final do bloco (MENDES, 2001).

Devido à busca por novos materiais para fabricação de blocos de concreto, uma alternativa que está sendo analisada é o acréscimo do pó de serragem como agregado miúdo nos blocos. Entretanto é necessário que se faça estudos e experimentos para o conhecimento da porcentagem de areia que pode ser substituído por esse material.

O transporte da areia contribui para elevar o custo dos blocos de concreto, portanto, substituí-la por pó de serragem, além de diminuir o custo do bloco, pode trazer outros benefícios como: aumento da resistência à compressão e diminuir a absorção de umidade.

Conforme Melo (2006), para continuar a estar em um contexto de mudanças tecnológicas, é importante que os profissionais possam absorver as transformações e é desejável que sejam criativos e capazes de apresentar inovações nos ambientes em que atuam.

O reaproveitamento do pó de serragem é de grande importância, pois quando ele não tem o descarte correto podem ocorrer diversos problemas não só ambientais, mas também pode diretamente prejudicar a saúde, podendo causar irritação nos nariz, garganta e olhos. Além de que fragmentos que saem de alguns tipos de madeiras podem causar doenças de pulmão, reações alérgicas ou até mesmo intoxicação sistêmica, além de aumentar a possibilidade de explosões e incêndios, devido ao fato de que o fogo tem facilidade de se espalhar rapidamente sobre o pó de serragem que cobre os locais e superfícies que ele se encontra (FORMÓBILE, 2019).

O objeto de estudo do presente trabalho de conclusão de curso é o bloco de concreto celular, recurso de grande importância na construção civil, sendo um material largamente utilizado nas edificações.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo contribuir com informações através de uma análise comparativa entre o uso da areia e o pó de serragem como agregados miúdos na composição do bloco de concreto, avaliando a absorção de umidade e resistência à compressão do bloco concreto com cada agregado.

1.1 Alvenaria De Vedação

O preenchimento dos espaços entre partes da estrutura pode ser aplicado na fachada da obra ou na criação de espaços internos com a função de isolamento térmico e acústico dos ambientes.

Segundo definição estabelecida por Lordslem (2004), alvenaria de vedação descreve-se como alvenaria que não é dimensionada para resistir a ações além de seu próprio peso. O

subsistema vedação vertical é responsável pela proteção do edifício contra agentes indesejáveis (chuva, vento, etc) e também pela compartimentação dos ambientes internos.

A alvenaria de vedação, no Brasil, é a maneira mais utilizada para vedar e/ou dividir os cômodos de edifícios e casas, ela geralmente é feita com blocos de concreto ou blocos cerâmicos, sobrepostos, com a argamassa (mistura de cimento, areia e água) sendo utilizada entre os blocos (PEREIRA, 2019).

1.2 Blocos De Concreto

O bloco de concreto é um componente industrializado, produzido em equipamentos que realizam a mistura, vibração e prensagem dos componentes utilizados na sua fabricação. Esses blocos possuem passagens suficientemente satisfatórias para o uso de eletro-dutos sem o recorte e desperdício desse material, também podendo ser passado por fora dos blocos em alguns casos.

Os blocos de concreto simples para alvenaria de vedação devem cumprir as disposições da norma da NBR 6136 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos. Para utilizar o bloco de concreto é necessário analisar a família dos blocos que é o conjunto de componentes que interatuam modularmente entre si e com outros elementos construtivos. Os blocos que compõem uma família, segundo suas dimensões, são designados como: bloco inteiro (bloco predominante), meio bloco, blocos de amarração L e T (blocos para encontros de paredes), blocos compensadores A e B (blocos para ajustes de modulação) e blocos tipo canaleta (ABNT, 2007).

A figura 1 apresenta um bloco de concreto simples vazado:



Figura 1. Bloco de Concreto (www.fortblocos.webnode.com.br, 2019).

Os blocos de concreto são materiais vibro prensados e compostos de uma combinação de cimento Portland, agregados e água. Precisam exibir um aspecto homogêneo e compacto, com arestas vivas, sem trincas e textura com aspereza apropriada à aderência de revestimentos. (SABBATINI, 2003).

Os blocos de concreto são divididos em três classes (A, B e C). As classes A e B têm função estrutural e a classe C pode ou não ter função estrutural, sendo que sem função estrutural o uso é para elementos de alvenaria acima do nível do solo. Tais produtos podem ser empregados tanto para acabamento, na forma de alvenaria aparente, quanto para estruturas em alvenaria convencional, estruturação de casas térreas, sobrados e até mesmo prédios (ABNT, 2016).

1.3 O Pó De Serra Como Resíduo Sólido

Resíduo é a qualificação para qualquer material que sobra após uma ação ou processo produtivo. Diferentes tipos de resíduos (sólidos, líquidos e gasosos) são originados nos processos de extração e transformação de recursos naturais, de fabricação, de utilização de produtos e serviços.

Conforme estudos desenvolvidos pela *Réunion Internationale des Laboratoires d'Essais et Matériaux* – foi estabelecido uma proposta de critério geral de avaliação do resíduo para uso na construção civil, a saber:

- a) a quantidade de resíduo disponível deve ser suficientemente grande para justificar o desenvolvimento de sistemas de manuseio, processamento e transporte; b) as distâncias de transporte envolvidas devem ser compatíveis com as dos materiais convencionais; c) o material não deve ser potencialmente nocivo durante a construção ou posteriormente à sua incorporação ao produto final (DANTAS FILHO, 2004 apud RILEM, 1994).

Já a norma brasileira NBR 10004 (ABNT, 2004) define os “resíduos sólidos como sendo os resíduos no estado sólido e semissólido, que resultem de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, e de serviços de varrição”. Ficam compreendidos nesta definição os lodos derivados de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, assim como determinados líquidos cujas peculiaridades tornem inviáveis o seu lançamento na rede pública de esgotos ou

corpos de água, ou demandem para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

1.4 Resistência à compressão

Se tratando do concreto, a resistência está ajustada com tensão máxima necessária para ocasionar a ruptura. Ainda que não existam sinais visíveis de fratura externa, o corpo de prova é avaliado rompido quando não suportar uma carga maior, isso devido à condição avançada de fissuração interna atingida (KUMMER, 2016 apud MEHTA; MONTEIRO, 2014).

A tabela 1 abaixo, retirada da NBR 6136:2016, mostra a resistência a compressão mínima e as porcentagens de absorção de umidade máxima admitidas pela norma:

Tabela 1. Resistência a compressão e porcentagem de absorção (ABNT, 2016).

Classificação	Classe	Resistência característica à compressão axial ^a MPa	Absorção %				Retração ^d %
			Agregado normal ^b		Agregado leve ^c		
			Individual	Média	Individual	Média	
Com função estrutural	A	$f_{bk} \geq 8,0$	$\leq 9,0$	$\leq 8,0$	$\leq 16,0$	$\leq 13,0$	$\leq 0,065$
	B	$4,0 \leq f_{bk} < 8,0$	$\leq 10,0$	$\leq 9,0$			
Com ou sem função estrutural	C	$f_{bk} \geq 3,0$	$\leq 11,0$	$\leq 10,0$			

^a Resistência característica à compressão axial obtida aos 28 dias.
^b Blocos fabricados com agregado normal (ver definição na ABNT NBR 9935).
^c Blocos fabricados com agregado leve (ver definição na ABNT NBR 9935).
^d Ensaio facultativo.

A resistência à compressão de blocos de concreto, pode ser obtida seguindo a NBR 12118:2013, que descreve uma forma de ensaio tendo como corpos de prova os blocos de concreto. Resumidamente, o ensaio consiste em posicionar o corpo de prova em uma prensa que aplicará uma força a uma velocidade constante até que haja uma queda de força, que é quando é considerado que o material se rompeu. O teste de resistência a compressão é de grande importância para que se possa saber a quantidade de força os materiais em análise irão suportar, no caso dos blocos de alvenaria de vedação, eles devem suportar somente o peso próprio da parede.

1.5 Absorção de umidade

A absorção de umidade é algo que está relacionado à impermeabilidade dos materiais, a adição não prevista de peso à parede saturada e também ao quanto ela durará. Para se determinar a absorção de umidade total nos blocos de concreto estrutural, é utilizada a norma da ABNT NBR 6136 (ABNT, 2016). A absorção média dos blocos de concreto deve ter uma porcentagem igual ou menor que 10%, para agregados normais, e menor ou igual a 13%, para agregados leves.

A porosidade dos blocos influencia a absorção, quanto mais alto o nível de porosidade, mais alto também será o percentual de absorção do bloco. É de grande importância achar o ponto de equilíbrio correto, pois a absorção na certa quantidade, ajuda na penetração dos aglomerantes, que tornam monólito o grupo de blocos, argamassa e revestimento ao endurecer. Em contrapartida, quando é muito alta a absorção, as reações químicas necessárias ao endurecimento podem ser comprometidas. Por isso, para que se garanta o equilíbrio, é de grande importância, que se utilize uma argamassa que tenha características de retenção apropriada, por essa questão é feito o teste de resistência a absorção de umidade, para que se saiba quando a mistura do concreto chegou em um estado ótimo.

2 MATERIAIS E PROGRAMA EXPERIMENTAL

O método de pesquisa utilizado no desenvolvimento do trabalho foi a pesquisa descritiva, quanto aos fins, onde foi estabelecida uma correlação entre dois tipos de variáveis e quanto aos meios, foi uma pesquisa experimental, pois foram analisados dois elementos com características granulométricas semelhantes que se submeteu a iguais testes.

Os estudos desse trabalho foram realizados em dois locais: uma fábrica de blocos situada na cidade de Itaipé-MG no bairro Pedra do Vale, rua Pedra Bonita N° 1, onde foram elaborados os blocos de concreto para análise e o laboratório de materiais de construção da Uniductum de Teófilo Otoni, Bairro São Jacinto, Rua Gustavo Leonardo, onde foram feitos os testes com as amostras dos blocos de concreto.

O material utilizado para elaboração dos blocos de concreto foi cimento, pó de pedra, areia, pó de serragem e água. O Cimento utilizado foi o Portland CP-4 da marca Liz, o pó de pedra juntamente com a areia industrial foi adquirido na Pedreira Sta. Cruz, no município de Novo Cruzeiro-MG, o pó de serra foi adquirido na serralheria JJ Madreira da cidade de Itaipé-

MG oriundo do resíduo do processo de serragem da *Dinizia excelsa* Ducke, madeira também conhecida como faveira-ferro.

Os testes com os blocos de concretos foram feitos usando as seguintes normas:

- NBR 12118 - Métodos de ensaio para blocos vazados de concreto simples para alvenaria- (ABNT, 2013).
- NBR-6136 - Determinação de requisitos para blocos vazados de concreto simples para alvenaria - (ABNT, 2016).

Posteriormente, os resultados foram compilados em gráficos, analisados de forma a compreender a influência do pó de serra nas propriedades do concreto a partir de diferentes teores.

Aqui será descrito os 5 traços A, B, C, D e E utilizados para análise, contendo como foram feitos e a forma de execução dos ensaios.

Foram feitos, como mencionados acima, 5 traços para elaboração dos blocos de concreto e de cada traço foram feitos 4 blocos para testes. O primeiro, traço A de 5:1 (relação cimento e agregados) que foi utilizado para referência, foi feito com a quantidade de materiais já usada normalmente pelas fábricas de bloco para se ter uma referência para os testes com os outros blocos que houve substituição da areia por pó de serragem. O segundo, traço B, foi feito com substituição de 25% da areia utilizada no traço A, por pó de serragem. O terceiro, traço C, foi feito com substituição de 25% da areia utilizada no traço A, por pó de serragem, só que com uma quantidade maior de água do que o traço B. O quarto, traço D, foi feito com substituição de 50% da areia utilizada no traço A por pó de serragem. O quinto, traço E, foi feito com substituição de 100% da areia utilizada no traço a por pó de serragem. A descrição e dosagem dos traços dos blocos estão descritos na tabela 2:

Tabela 2. Dosagem dos traços (O Autor, 2019).

TRAÇO	Cimento (Kg)	Pó de Pedra (L)	Areia (L)	Pó de Serragem (L)	Água (L)
A (ref.)	50	90	60	0	20
B (25%)	50	90	45	15	26,67
C (25%)	50	90	45	15	33,33
D (50%)	50	90	30	30	36,67
E (100%)	50	90	0	60	46,67

Todos os traços descritos acima foram baseados no traço A (ref), substituindo a areia por pó de serragem em mesma quantidade, utilizando como unidade de medida o Litro, e a água

foi dosada através de testes das texturas das massas na hora da confecção dos traços B(25%) e C(25%) de forma empírica, apertando o concreto na palma das mãos até que ele chegasse a uma textura ótima, onde foi observado que a cada 25% de pó de serragem adicionada, precisou-se adicionar também cerca de 10% de água a mais também, que foi o padrão utilizado para a confecção dos traços D(50%) e E(100%), que coincidiu com textura ótima desses traços também.

A figura 2 apresenta o material utilizado no traço: cimento, pó de pedra, areia e pó de serragem, prontos para mistura com a água, antes de ser colocado na prensa do bloco:



Figura 2. Material do traço (O Autor, 2019).

Observando-se outros estudos feitos na área, onde houve a substituição da areia pelo pó de serragem, em um teste semelhante realizado por Filho em 2004 constatou-se que: a quantidade de água passou por variações em cada traço, de maneira a identificar o teor de umidade que acarretaria em um maior valor de compactidade, o que equivale a procurar a umidade ótima da mistura a fim de produzir o maior adensamento possível no bloco. Apertar o concreto nas palmas, das mãos foi o método empregado na avaliação visual do aspecto do concreto (FILHO, 2004).

Para confecção dos traços nesse trabalho também se usou o mesmo método usado por Dantas Filho, que para se obter a umidade ótima foi feito o teste apertando o concreto nas palmas das mãos o concreto até que fosse possível notar pelo tato a quantidade correta de água na mistura.

Após ser calculada a dosagem dos traços a serem feitos, foram então confeccionados os mesmos, utilizando a dosagem descrita na tabela 1. Depois de prontos, os traços foram

colocados na prensa onde, o concreto é prensado e então toma-se a forma do bloco. Abaixo, na figura 3, pode-se ver a prensa utilizada para prensagem dos traços na fábrica de blocos JAJ:



Figura 3. Prensagem dos traços (O Autor, 2019).

Dando prosseguimento, depois de passado pela prensa, a massa se transforma em blocos, que foram submetidos ao processo de cura (processo de hidratação do cimento, fazendo com que as peças atinjam a resistência proporcionada pela massa de concreto) por 21 dias. Durante esse período, a cura foi feita com a molhagem dos blocos 3 vezes ao dia: 7h, 12h e 17h, e foram molhados superficialmente. A figura 4 ilustra alguns dos blocos confeccionados:



Figura 4. Cura dos blocos (O Autor, 2019).

Ao final do período de cura, os blocos foram transportados para a cidade de Teófilo Otoni, para o laboratório de materiais de construção do Centro Universitário Doctum, onde foram feitos os testes de absorção de umidade e de resistência à compressão.

O teste de resistência à compressão e de absorção de umidade foram feitos segundo a norma da NBR 12118 (ABNT, 2013) e depois comparados aos requisitos mínimos da NBR 6136 (ABNT, 2016). Para o teste de resistência a compressão dos blocos, foi utilizado a prensa hidráulica manual digital 100T I-3001-C, onde foram ainda adaptadas duas chapas de metal resistente, para auxiliar na distribuição da carga ao longo da superfície dos blocos, como indicado na figura 5 abaixo:



Figura 5. Compressão dos blocos (O Autor, 2019).

Após a prensa dos corpos de prova de cada traço, foram obtidos os resultados que foram utilizados na formula a seguir da NBR 6136 (ABNT, 2016):

$$f_{bk,est} = 2 \left[\frac{f_{b(1)} + f_{b(2)} + \dots + f_{b(i)}}{i - 1} \right] - f_{bi} \quad (1)$$

sendo

$i = n/2$, se n for par;

$i = (n-1)/2$, se n for ímpar;

onde

$f_{bk,est}$ é a resistência característica estimada da amostra expressa em megapascals;

$f_{b(1)}, f_{b(2)}, \dots, f_{b(i)}$ são os valores de resistência à compressão individuais dos corpos de prova da amostra, ordenados crescentemente;

n é igual à quantidade de blocos de amostra.

Após o teste de resistência a compressão, foi feito também o teste de absorção de umidade, segundo a NBR 12118:2013. Como demonstrado na figura 7 abaixo, o primeiro passo para esse teste foi colocar os blocos submersos na água durante o período de 24h:



Figura 7. Teste de absorção de água (O Autor, 2019).

Depois de 24h submersos, os blocos foram retirados da água, e após esperar 60 segundos para que a água superficial escorresse, foi medido o peso dos blocos, como a figura 8 abaixo demonstra:



Figura 8. Pesagem do Bloco (O Autor, 2019).

Em seguida, os blocos foram colocados na estufa por um período de 24 horas também, para que fosse retirada toda a umidade deles, como demonstrado na figura 9 abaixo:



Figura 9. Estufa (O Autor, 2019).

Depois de 24 horas na estufa, os blocos foram novamente pesados assim como demonstrado na figura 8, para se obter o peso dos blocos com a ausência de umidade.

Após esse passo-a-passo, foi utilizada a formula a seguir da NBR 12118 (ABNT, 2013), para encontrar a absorção total de água em porcentagem:

$$a = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100 \quad (2)$$

onde

a é a absorção total, expressam em porcentagem (%);

m₁ é a massa do corpo de prova seco em estufa, expressa em gramas (g);

m₂ é a massa do corpo de prova saturado, expressa em gramas (g);

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como é possível observar no gráfico 3 de resistência a compressão abaixo, os blocos do traço C foram os que mais resistiram à compressão chegando a 5,45Mpa, seguidos dos blocos do traço A, com 3,71Mpa, traço B, com 2,04Mpa e o traço B, com 0,67Mpa. Não pôde ser feito os ensaios de compressão com o traço E (100%), pois o mesmo não resistiu o manuseio antes dos testes, por isso foi colocado resistência igual a 0Mpa.

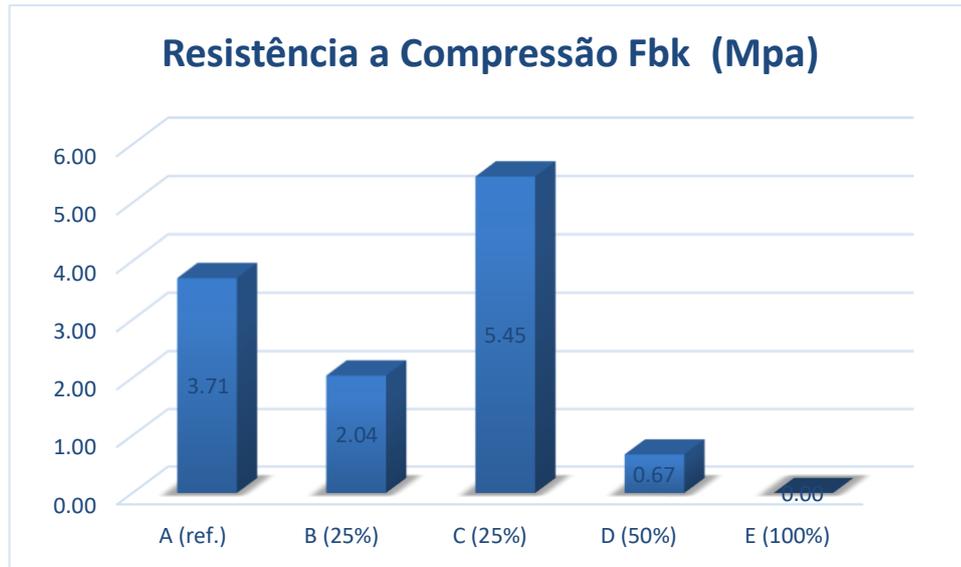


Gráfico 2. Resistência à Compressão (O Autor, 2019).

Fazendo um comparativo entre os resultados obtidos nesse trabalho e o trabalho feito por Dantas Filho em 2004, que é um dos únicos encontrados nessa área, pode-se perceber que no quesito resistência, os resultados dele foram melhores em quase todos os traços, só não foi melhor do que o traço C, que foi feita a substituição de 25% da areia por pó de serragem. É importante ressaltar que ele não fez o traço com a substituição de 25% e o que chegou mais próximo disso foi o de substituição de 30% da areia por pó de serragem, um dos motivos pelo melhor desempenho da maioria dos traços dele, pode ser devido ao fato de que o traço que ele usou como referência é mais resistente a compressão do que o traço utilizado como referência por esse presente trabalho, sendo que o traço de referência dele tem uma resistência a compressão de 5,2Mpa, enquanto o desse presente trabalho obteve apenas 3,71Mpa.

Em seguida, no gráfico 2 pode-se observar a relação entre Resistência a compressão de cada traço, e a quantidade de água adicionada no traço:

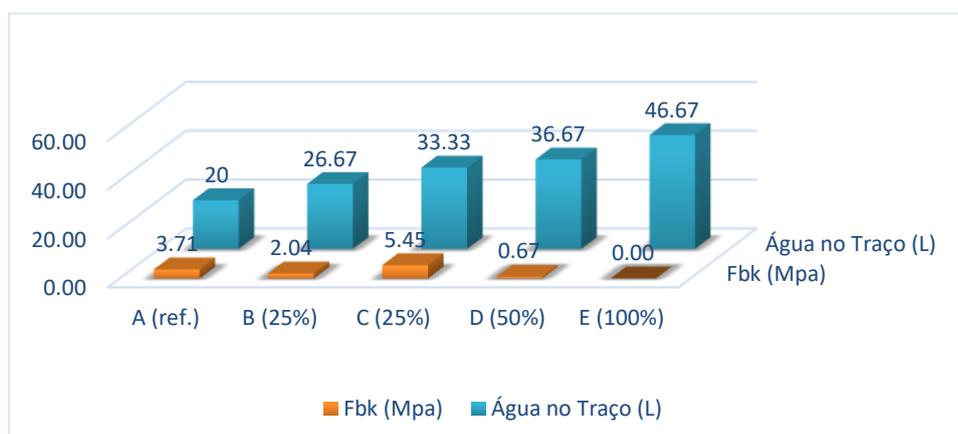


Gráfico 2. Relação absorção umidade x resistência à compressão (O Autor, 2019).

O gráfico aponta que a dosagem influenciou muito na resistência a compressão, principalmente nos traços B e C, onde foi alterado somente a quantidade de água no traço, e teve assim, um grande aumento de resistência, não só em relação ao traço C, mas também em relação ao traço de referência, que é o traço utilizado normalmente pelas fábricas de bloco. Entretanto, quando se adicionou uma grande quantidade de água como verificado no traço E, a resistência não pôde ser calculada, devido à deformidade que o bloco desse traço teve ao ser manuseado e/ou transportado dentro do laboratório e da fábrica. A figura 6 a seguir mostra como ficou o bloco feito com o traço E, ao tentar transportá-lo:



Figura 6. Bloco Traço E (O Autor, 2019).

No gráfico a seguir, estão os valores médios de absorção de umidade em porcentagem de cada traço testado:

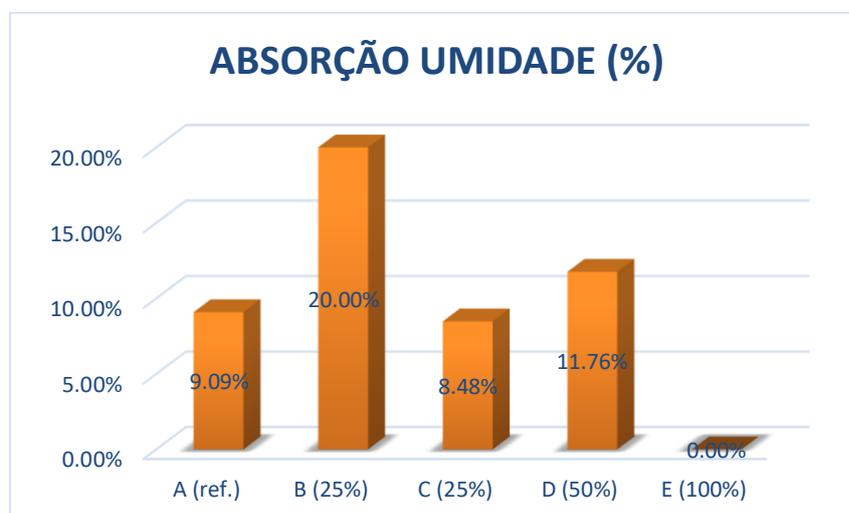


Gráfico 3. Absorção de Umidade (O Autor, 2019).

O gráfico aponta que o traço que absorve menos água é o traço C, que teve o índice de absorção de 8,48%. O Segundo com menos absorção de umidade foi o traço A, com 9,09%, seguido pelo traço D, com 11,76% de absorção, e pelo traço B, com 20% de absorção.

Tendo em vista que os blocos que está sendo testado neste trabalho são da classe C, pois são para alvenaria de vedação sem função estrutural, segundo a norma, os traços A, C e D, são admissíveis quanto a absorção de umidade, já o traço B não é admissível por ter a média maior do que 13%.

O gráfico abaixo mostra a correlação entre a porcentagem de absorção de umidade e a quantidade de água adicionada ao traço:

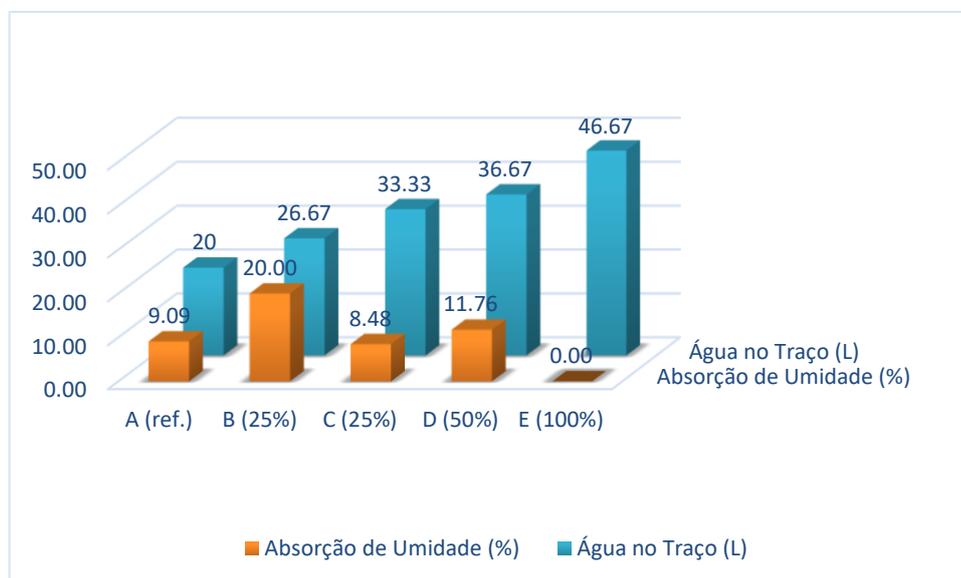


Gráfico 4. Relação absorção de umidade x água adicionada (O Autor, 2019).

Observando os traços B e C, que são os traços de mesma quantidade de agregados, alterando apenas a quantidade de água, dá para se notar que quando foi adicionada uma quantidade maior de água, a absorção de umidade foi mais do que a metade, o que levou o traço B a ser reprovado e o traço C a ser aprovado no quesito absorção de umidade segundo o que diz na tabela acima mencionada da NBR 6136:2016.

4 CONCLUSÃO

Diante de todos os dados colhidos e relatados nesse trabalho, pôde-se observar que o traço que obteve os melhores resultados foi o traço C, com substituição de 25% da areia natural utilizada no traço A de referência, por pó de serragem, e com a dosagem de água maior do que o traço

B. Esse traço obteve bom resultado na resistência a compressão, que foi uma média de 5,45Mpa e 8,48% de média na absorção de umidade, sendo aprovado pela norma NBR 6136 (ABNT, 2016), que determina que os blocos de concreto não estrutural, tenham uma resistência a compressão média mínima de 3,0Mpa e uma absorção de umidade com uma média de no máximo 13% para traços com agregados leves, e sendo aprovado até para blocos com função estrutural da classe B, que determina que os blocos tenham uma resistência a compressão média entre 4 e 8 Mpa e uma absorção a umidade máxima de 9%, com isso obtendo um resultado melhor do que o traço A de referência, que obteve média de resistência a compressão de 3,71Mpa e 9,09% de absorção de umidade, sendo também aprovado pela norma que determina que para os blocos não estruturais de agregados normais tenha resistência a compressão média mínima de 3,0Mpa e uma absorção de umidade média máxima de 10,0%. O traço B e o traço D, não foram aprovados pela norma, ambos tiveram resistência a compressão baixa de 2,04Mpa e 0,67Mpa respectivamente, não atendendo assim então os valores mínimos exigidos pela NBR 6136 (ABNT, 2016) acima mencionada, que determina que tenha uma média mínima de resistência a compressão de 3,0Mpa. No quesito absorção de umidade, o traço B foi reprovado com uma média de 20%, sendo que o máximo exigido pela norma seria uma média de 13%, já o traço D foi aprovado com 11,76% de absorção de umidade, mas pelo fato de não ter sido aprovado quanto a resistência a compressão, no geral, ele também foi reprovado.

Uma análise sobre os traços feitos é que, quanto maior a quantidade de pó de serragem adicionada ao traço, maior também será a quantidade de água necessária para que o traço fique no estado ótimo. Cabe uma ressalva sobre o que aconteceu no traço E, que substituiu 100% da areia por pó de serragem, e por isso teve que adicionar muita água na mistura, e então quando o bloco ficou pronto, acabou não resistindo aos esforços.

Com tudo isso, pode-se concluir que o pó de serragem é sim um ótimo material para substituir a areia na confecção dos blocos de concreto, sempre lembrando que deve-se respeitar a dosagem correta para obter bons resultados, resultados que podem superar o traço de referência convencional, o que na verdade não se esperava ao pensar em fazer essa substituição.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus pelo dom da vida, pela sabedoria e inteligência a mim concebido, por dar um destino e propósito a cada um de nós, por nos ajudar a sermos melhor a cada dia, e poder ajudar no convívio social. Se tive o melhor orientador que eu poderia ter, o caro Prof. MSc Jouseberson Miguel da Silva, que me ajudou em tudo o que podia, fazendo até além do que eu esperava,

graças te dou oh Deus, por colocar uma pessoa como ele para que pudesse me ajudar nessa tarefa tão fundamental na minha trajetória. Se tenho os melhores familiares que sempre me ajudaram quando precisei, graças dou oh Deus. Se tenho um excelente patrão, que sempre atendeu as minhas solicitações, graças te dou oh Deus. Se tive os melhores amigos e colegas que me ajudaram, me incentivaram e me alegraram, graças te dou oh Deus. Se pude estudar em uma boa instituição de ensino, onde o que aprendi levarei para o resto da minha vida, com professores, mestres e funcionários em geral que levarei para sempre na minha vida, graças te dou oh Deus. Se sempre tive um transporte para me locomover da minha cidade até a faculdade, sem que nenhum acidente acontecesse, graças te dou oh Deus. Se tive parceiros que em meio a elaboração deste trabalho me ajudaram com as suas empresas cedendo materiais e o local para a confecção dos blocos de concreto, que são as empresas JAJ Construtora e Projetos representada pelo engenheiro Jonathan Alves e também do seu ilustre funcionário o sr. Juscelino Alves que prontamente me ajudou na confecção dos corpos de prova, e a JJ Madeireira representada pelo caro Luiz Felipe Vasconcelos, graças te dou oh Deus. Se esse projeto irá ou não ser aprovado, graças te dou oh Deus. Pelo que ainda irá acontecer no futuro, graças te dou o Deus. A Ele, autor e consumidor da fé, ao que existe muito antes que o mundo fosse fundado, ao verbo que se tornou carne, viveu entre nós e morreu pelos nossos pecados, hoje ressuscitado e assentado a direita de Deus Pai está, a Ele seja toda honra, toda glória e todo louvor!

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVENARIA ESTRUTURAL. Blocos e tijolos de concreto. Disponível em: https://lume-re-demonstracao.ufrgs.br/alvenaria-estrutural/blocos_concreto.php. Acesso em 29 de Nov de 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6136. Blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural: especificação. Rio de Janeiro: ABNT 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12118. Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT 2013.
- LORDSLEEM JÚNIOR, A. C. Execução e inspeção da alvenaria racionalizada. 3.ed São Paulo: O Nome da Rosa, 2004. 104 p.
- MELO, M. C. Projeto Arquitetônico: Necessidades e Dificuldades do Projeto Arquitetônico Frente às Particularidades do Processo Construtivo de Alvenaria Estrutural. Florianópolis. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.
- PEREIRA, Caio. Alvenaria de Vedação – Vantagens e Desvantagens. Escola Engenharia, 2018. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/alvenaria-de-vedacao/>. Acesso em: 28 de Nov de 2019.
- REDAÇÃO FORMÓBILE. Por que é importante descartar corretamente o pó da madeira nas marcenarias? Disponível em: <https://digital.formobile.com.br/gest-o/por-que-importante-descartar-corretamente-o-p-da-madeira-nas-marcenarias>. Acesso em 28 de Nov de 2019.
- SABBATINI, F. H.; Alvenaria Estrutural: Materiais, execução da estrutura e controle tecnológico. Requisitos e Critérios Mínimos a serem Atendidos para Solicitação de Financiamento de Edifícios em Alvenaria Estrutural junto à Caixa Econômica Federal. Brasília, 2003.