

VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE PÓ DE BRITA NA DOSAGEM DO CONCRETO

GABRIEL PEREIRA MASO¹
PEDRO MATIAZZI DA SILVA²

RESUMO: A utilização de concreto nas obras tem aumentado no mercado de engenharia civil, devido ao constante aumento de construções, dessa forma se torna necessário ter um maior conhecimento sobre o mesmo, afim de trazer qualidade e segurança evitando futuros acidentes. A presente pesquisa buscou analisar a viabilidade em relação da resistência à compressão do uso de pó de brita substituindo a areia convencional na fabricação de concreto. Um dos maiores diferenciais da qualidade do concreto é a qualidade de seus agregados, dessa forma os materiais utilizados na pesquisa foram o cimento CP II F-40, dois agregados miúdos, sendo eles: areia natural e pó de brita; o agregado graúdo (Brita1); aditivo polifuncional e água. Pode se notar ao longo da análise que os corpos de provas de areia e pó foram os que apresentaram maior resistência comparados aos demais, já os que foram feitos apenas com o pó de brita foram os que apresentaram menor resistência, o que pode ter ocorrido devido à falta de água na hora da fabricação do concreto, pois decidiu-se utilizar a mesma quantidade de água para ambas as amostras, mesmo sabendo que, pelo fato do pó de brita conter filer em sua composição, ele necessitaria de mais água no processo de confecção. Trazendo consigo a análise econômica do concreto, visto que o corpo de prova que trouxe maior custo benefício foi o de substituição parcial de areia por pó de brita.

PALAVRAS-CHAVE: resistência, água, fabricação, agregados.

ECONOMIC FEASIBILITY OF USE OF BRITE POWDER IN CONCRETE DOSAGE

ABSTRACT: The use of concrete in works has increased in the civil engineering market, due to the constant increase in construction, in this way it becomes necessary to have a greater knowledge about it, in order to bring quality and safety, avoiding future accidents. The present research sought to analyze the feasibility in relation to the compressive strength of the use of crushed stone to replace conventional sand in the manufacture of concrete. One of the biggest differentials in the quality of concrete is the quality of its aggregates, so the materials used in the research were CP II F-40 cement, two fine aggregates, namely: natural sand and crushed stone powder; the large aggregate (Brita1); polyfunctional additive and water. It can be noted throughout the analysis that the sand and dust specimens were the ones that showed the highest resistance compared to the others, since those that were made only with crushed stone powder were the ones that showed the lowest resistance, which may have occurred due to the lack of water at the time of manufacturing the concrete, as it was decided to use the same amount of water for both samples, even knowing that, because the crushed stone powder contains filler in its composition, it would need more water in the process of confection. Bringing with it the

¹ Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, Faculdade FASIPE CUIABÁ, R. Jornalista Amaro de FigueiroFalcão, Cpa I, Cuiabá - MT. CEP: 78055-125. Endereço eletrônico: gabrielmaso@hotmail.com

² Professor Especialista, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIPE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: eng.pedro@concreart.net.br

economic analysis of concrete, since the specimen that brought the greatest cost benefit was the partial replacement of sand by crushed stone powder.

KEYWORDS: Resistance, Water, manufacturing, aggregates.

1. INTRODUÇÃO

O mercado de trabalho em inúmeros ramos de atividade, buscam qualidade, tanto em produtos, quanto em serviços, sendo assim na área de construção civil não seria diferente, em prol de segurança e melhor acabamento de suas obras, as construtoras exploram uma melhor qualidade de seus insumos.

No âmbito de construção civil um dos materiais mais utilizado é o concreto e está relacionado diretamente com acabamento e segurança, sendo assim o concreto é um material que possui inúmeras variáveis de seus agregados envolvidos em suas propriedades, assim sua qualidade está diretamente relacionada com a sua dosagem, que consiste na proporção adequada dos materiais que o constituem. (Sandovânio Ferreira Lima, 2014)

Por tanto, um dos maiores diferenciais da qualidade do concreto é a dosagem de seus agregados pois, visto que o concreto é um material composto, é plausível aceitar que as partes que o compõem regem suas características e propriedades de desempenho nos estados fresco e endurecido, estando diretamente ligados à sua durabilidade e resistência, aliados ao traço desejado. (PORTAL DO CONCRETO, 2013)

Em muitas obras pode-se observar que frequentemente o concreto usinado ou até mesmo os de poucos volumes produzidos em betoneiras de queda livre, não atendem a especificação do traço solicitado pelo engenheiro, principalmente com relação a sua resistência, uma das explicações para que isso ocorra é o desconhecimento dos profissionais, devido a carência do ensino relacionado a materiais de construção. (PORTAL DO CONCRETO, 2013)

A falta de conhecimento ou investimento em seus insumos traz grandes problemas no longo prazo, muitas dessas problematizações se vêm pelo fato da construtora e/ou proprietário buscarem um baixo custo de suas obras, reduzindo gasto de materiais, serviços, matéria prima, entre outros.

Em razão dessas problematizações, é preciso conhecer cada vez mais os materiais empregados, ter um controle de qualidade, mesmo que visto como gasto desnecessário, para o longo prazo o conceito se torna investimento, por trazer resultados precisos, evitando futuros prejuízos. (PORTAL DO CONCRETO, 2013)

Tendo em vista as problematizações citadas acima que acontecem diariamente no mercado de engenharia civil o presente trabalho tem como objetivo analisar a parte econômica com relação à resistência a compressão do concreto fabricado com pó de brita em substituição a areia natural, buscando otimizar a qualidade, o desempenho, o aspecto do mesmo e custo benefício.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cimento Portland

Conforme a NBR 11578 (1991, p. 2), o cimento Portland composto é denominado pelas siglas E, Z e F, que representam às suas classes de resistência e às adições de acordo com " a Tabela 01.

Tabela 01: Teores dos componentes do cimento Portland composto

Sigla	Classe de resistência	Componentes (% em massa)			
		Clínquer + sulfatos de cálcio	Escória granulada de alto-forno	Material pozolânico	Material carbonático
CP II-E	25 32 40	94-56	6-34	—	0-10
CP II-Z	25 32 40	94-76	—	6-14	0-10
CP II-F	25 32 40	94-90	—	—	6-10

Fonte: ABNT NBR 11578

Ainda segundo a NBR 11578 (1991, p. 5) os cimentos Portland compostos E, Z e F são determinados para efeito da verificação de conformidade, nas três classes exibidas na Tabela 02, segundo a resistência à compressão alcançada aos 28 dias de idade, de acordo com o método retratado na NBR 7215”. O qual utilizado nesta pesquisa foi o Cimento Portland CP II-F 40.

Tabela 02: Classe de resistência do cimento Portland composto

Classe de resistência	Resistência à compressão aos 28 dias de idade (MPa)	
	Limite inferior	Limite superior
25	25,0	42,0
32	32,0	49,0
40	40,0	-

Fonte: ABNT NBR 11578

2.2 Areia Natural

Também conhecida como areia lavada é a matéria prima mais utilizada na construção civil, considerado um agregado miúdo a qual é o resultado de fragmentação de rochas como calcário, quartzo, basalto, granito, sílica e gnaiss. Retirado dos leitos dos rios, através de dragas de sucção e é feito a decantação, depois de lavada, a areia é transportada para comercialização e separadas nas granulações fina, média e grossa.

Conforme a NBR 7211 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005, p. 5) “a distribuição granulométrica, determinada segundo a ABNT NBR NM 248, deve atender aos limites estabelecidos na Tabela 03.”

Tabela 03: Limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo

Peneira com abertura de malha (ABNT NBR NM ISO 3310-1)	Porcentagem, em massa, retida acumulada			
	Limites inferiores		Limites superiores	
	Zona utilizável	Zona ótima	Zona ótima	Zona utilizável
9,5 mm	0	0	0	0
6,3 mm	0	0	0	7
4,75 mm	0	0	5	10
2,36 mm	0	10	20	25
1,18 mm	5	20	30	50
600 µm	15	35	55	70
300 µm	50	65	85	95
150 µm	85	90	95	100

NOTAS

- 1 O módulo de finura da zona ótima varia de 2,20 a 2,90.
- 2 O módulo de finura da zona utilizável inferior varia de 1,55 a 2,20.
- 3 O módulo de finura da zona utilizável superior varia de 2,90 a 3,50.

Fonte: ABNT NBR NM 248

2.3. Brita

As britas são fragmentos de rochas maiores e duras, como gnaiss, granito, basalto e calcário por exemplo, que foram detonadas com dinamite nos maciços rochosos, mas para ficar da forma como é vendido no mercado, os fragmentos de rocha ainda passam por um processo de trituração, conhecido como britagem, e por peneiramento após a detonação.

Considerado um agregado graúdo, a brita é um material com um vasto uso e diversificado no ramo da construção. Agregado cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 4,75 mm, em ensaio realizado de acordo com a ABNT NBR NM 248, com peneiras definidas pela ABNT NBR NM ISO 3310-1. (FILHO, Julio Cesar de Paiva. Análise da resistência à compressão e consistência de concreto produzido com brita calcária e aditivo plastificante, Rio Grande do Norte, jan. 2017)

Na presente pesquisa foi utilizado a brita de classe 1, a qual é a mais utilizada pelas construtoras, com malha variando entre 9,5 mm e 19 mm. É o agregado graúdo mais encontrado na produção de concreto, além de servir como base para construção de vigas, lajes e colunas.

2.4. Pó de brita

No processo de britagem os minérios são levados para o britador para que sejam reduzidos em sua granulometria, passando por várias etapas de fragmentação, até atingir a granulometria desejada, com todo esse processo de britagem, acaba resultando em um material mais fino, considerado pó de brita ou rejeito de britagem, com uma granulometria correspondente a uma fração inferior a 4,8 mm, conforme NBR 7211, (MENOSSI, 2004).

O pó de brita (figura 1), é resultado da fragmentação de rochas maiores que passam por peneiras resultando em um rejeito fino, no entanto deve-se obedecer a alguns critérios para utilização do pó de brita em substituição da área natural, pois os resíduos de pó de pedra tem formato alongado e para o uso desse material no concreto é necessário o formato cubico arredondado, o qual é obtido através de britagem, além disso, também é necessário que apresente resistência mecânica e ausência de impurezas..

Com esse processo para a produção de brita que nos traz a areia artificial ou pó de brita, traz junto com ela também o Fíler, que é o agregado que possui um dimensionamento da

granulometria inferior a 0,075 mm e passa na peneira 200, sua grandeza é da mesma ordem do cimento. Esse material pode nos trazer ganhos de resistência e impermeabilidade, devido seu melhor empacotamento do concreto, preenchendo os vazios. (MENOSSI, 2004).

Figura 1: Pó de Brita



Fonte: Própria (2020)

2.5. Escassez de recursos naturais

Existem diversas formas de extração da areia in natura, a mais comum na região Centro Oeste do estado de Mato Grosso é lavra de areia em leitos de rio, que consiste em uma draga de sucção com escarificador instalado em balsas que extraem o material do leito do rio e os armazenam em silos existentes nas próprias dragas, ou o material é transportado até o porto através de tubulações, onde passa por peneiramento e está pronta para comercialização.

No entanto, há uma preocupação em relação a preservação do meio ambiente considerando que o recurso natural não se regenera, ou seja, é finito, e o impacto ambiental que a extração prolongada causa como degradação de vegetação, aumento de turbidez da água e até o desvio do curso da água. Dessa forma, busca-se diversas alternativas para suprir o uso de agregados naturais com a utilização de rejeitos. Nesse contexto, o rejeito de britagem das rochas, considerado pó de brita, apresenta-se com potencial para utilização em substituição do agregado miúdo ou a implementação dele junto para confecção do concreto. (GONTIJO, 2019).

2.6. Concreto

Nada mais é que o resultado da combinação de cimento, pedra, areia e água, pode-se utilizar aditivos em sua composição, ademais cimento ao entrar em contato com a água, sofre uma hidratação, formando uma massa resistente e viscosa a fração de agregados graúdos (pedra) e agregados miúdos (areia), formando um bloco monolítico.

Na dosagem do concreto deve-se atentar a qualidade e a quantidade de água utilizada no traço, pois ela é utilizada para ativar a reação química do cimento, que o transforma em uma pasta aglomerante, isto é a relação do cimento e da água utilizados na dosagem, é denominado de fator água/cimento (a/c), bem como entender que se a quantidade de água for pouca, a reação não se completará e se for superior ao ideal, a resistência diminuirá. (PORTAL DO CONCRETO, 2013)

O item 7.4 da ABNT NBR 6118 referente a qualidade de concreto de cobrimento traz a tabela 04 (abaixo) que estabelece critérios mínimos de qualidade para o fck e a relação água/cimento do concreto.

Tabela 04: Correspondência entre classe de agressividade e qualidade do concreto

Concreto	Tipo	Classe de agressividade (tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

NOTAS

1 O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

2 CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

3 CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Fonte: ABNT NBR 6118

A proporção dos materiais compostos no concreto é chamado de dosagem ou traço e a fim de preencher todos os vazios deve se ter uma boa divisão granulométrica, buscando um melhor “empacotamento”, pois a porosidade tem domínio na resistência do concreto e na permeabilidade.

2.6.1 Slump Test

O teste de Slump tem como propósito avaliar a fluidez do concreto produzido, isto é a trabalhabilidade que está relacionado com a capacidade de moldagem do concreto determinando a consistência do concreto em massa, sendo a medida do seu abatimento executado no ensaio.

Quanto maior o Slump, maior o volume de água, maior sua fluidez e menor a resistência e quanto menor consecutivamente, menor a quantidade de água e maior a resistência, surgindo a necessidade de aumentar ou diminuir a quantidade de cimento, estando diretamente relacionado com o fator água/cimento.

2.6.1.1 Aparelhagem

Para realizar o ensaio em acordo com a NBR NM 67 é necessário de:

- Molde em forma de cone;
- Haste de compactação reta e com seção circular, com diâmetro de 1,6cm e 60 cm de comprimento e extremidades convexas;
- Placa de base metálica quadrada, com as dimensões dos lados não menor que 50cm e 0,3cm de espessura igual ou superior.

2.6.1.2 Procedimento

Molhar a placa base e o molde, colocando o molde sobre a placa base, durante o enchimento do molde. Encher com rapidez o molde com o concreto, em três camadas, cada um com cerca de um terço da altura do molde. (NBR NM 67, 1998, p. 4)

Compactar cada camada com 25 golpes de haste, distribuindo uniformemente os golpes sobre o compartimento de cada camada. Compactar a camada anterior em toda a sua espessura. Compactar a segunda camada e a camada subsequente, cada uma através de toda sua espessura e de forma que os golpes apenas penetrem na camada anterior. (NBR NM 67, 1998, p. 4)

Limpar a placa de base e remover o molde do concreto, elevando-o cuidadosamente na direção vertical. A execução de remover o molde deve ser executado em um tempo de 5 s a 10 s, com um movimento constante para cima, sem subordinar a movimentos de torção lateral, no concreto. (NBR NM 67, 1998, p. 4)

No mesmo instante após a retirada do molde, encontrar a medida do abatimento do concreto, determinando a relação entre a altura do molde e a altura da parte superior do corpo-de-prova no seu eixo, que confere à altura média do corpo-de-prova desmoldado. (NBR NM 67, 1998, p. 4)

2.6.2 Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos

Temos que entender sobre moldagem e cura de corpos de provas, além disso este ensaio, trará corpos de provas que serão utilizados para o ensaio de resistência a compressão.

2.6.2.1 Aparelhagem

- Molde com formato cilíndrico de aço com diâmetro de 150mm e altura de 300mm;
- Haste de compactação reta e com seção circular, com diâmetro de 1,6cm e 60 cm de comprimento e extremidades convexas;
- Concha confeccionada em aço.

2.6.2.2 Preparação dos moldes

No espessamento de cada camada devem ser executados golpes de socamento, uniformemente distribuídos em toda área transversal do molde, no espessamento de cada divisão, a haste de socamento não deve adentrar na camada anterior já executada o adensamento, se a haste de socamento produzir vazios no concreto, deve-se bater levemente na lateral externa do molde até o fechamento deste. (ABNT NBR 5738, 1993, p. 8)

Os corpos-de-prova devem ficar nos moldes, nas condições de cura inicial, durante o tempo de 24 horas, desde que as condições de endurecimento do concreto permitam a desforma sem causar danos ao corpo-de-prova. (ABNT NBR 5738, 1993, p. 8)

Até o começo do ensaio, os corpos-de-prova devem ser mantidos submersos em um reservatório com água.

2.6.3 Ensaio de compressão

O ensaio mecânico de compressão tem como propósito o controle da qualidade do concreto que está relacionado a estabilidade estrutural e à segurança, por meio da compressão mecânica medir a força para deformação de um corpo de prova e com isso nos traz resultados como, módulo de elasticidade, resistência à compressão e tensão de escoamento.

2.6.3.1 Equipamento

A máquina de ensaio de compressão dos corpos-de-prova pode ser da classe I, II ou III, conforme a NBR 6156, a estrutura de aplicação da carga deve ter capacidade compatível com os ensaios a serem realizados, permitindo a aplicação controlada de carga sobre o corpo-de-prova colocado entre os pratos de compressão. (ABNT NBR 5739, 1994, p. 1)

2.6.3.2 Procedimento

Até o momento do ensaio, os corpos-de-prova devem ser conservados em desenvolvimento de cura úmida, a cura deve ser considerada úmida quando a face do corpo-de-prova for conservada permanentemente úmida. (ABNT NBR 5739, 1994, p. 3)

3. MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa busca analisar a viabilidade econômica em relação à resistência de compressão do uso de pó de brita, substituindo a areia convencional na fabricação de concreto.

O material utilizado para a confecção dos corpos de prova foi cedido pelo Laboratório de Materiais de Construção da UNIFASIPE, com exceção do pó de brita que foi cedido por uma pedreira na região de Sinop-MT.

Para a confecção dos corpos de prova serão utilizado o traço: C(1): A(3,30): B(4,55): X(1,28), sendo C = Concreto, A = Areia, B = Brita e X = Água, buscando-se alcançar 25 MPa de resistência à compressão. O concreto dos corpos de prova, foram confeccionados no Laboratório de Materiais de Construção da UNIFASIPE – Campus Florença.

Os materiais utilizados foram o cimento CP II F-40, dois agregados miúdos, sendo eles: areia natural e pó de pedra; o agregado graúdo (Brita1); aditivo polifuncional e água. Foram elaborados 30 litros de concreto para cada traço, de acordo com as dosagens apresentadas na Tabela 06, sendo os materiais separados, pesados e adicionados na betoneira para a mistura seguindo as recomendações da ABNT NBR 5738:2015. Não serão realizadas adequações do traço na betoneira.

Foi feito orçamento do material de areia natural de uma empresa fornecedora na região de Cuiaba, a qual saiu no valor de R\$ 96,00 (noventa e seis reais) o metro cubico, contudo também foi orçado o valor do metro cubico de pó de brita em uma mineradora, na região de Cuiaba, a qual o custo é de R\$ 48,00 (quarenta e oito reais) a tonelada. Pegando esses valores e passando para o Kg (quilo) unidade de medida utilizada na pesquisa, o valor da Areia natural fica R\$ 0,096 e o Pó de brita R\$ 0,048 o Kg de ambos os agregados.

Tabela 06: Traço dos corpos de provas a serem analisados

MATERIAIS	Corpo de prova 01 - Uso de 100% de areia natural	Corpo de Prova 02 - Substituição de 50% da areia convencional por pó de brita	Corpo de Prova 03 - Substituição de 100% da areia convencional pelo pó de brita
Cimento CP II F-40	7,08 Kg	7,08 Kg	7,08 Kg
Areia	28,38 Kg	14,19 Kg	0 Kg
Pó de brita	0 Kg	14,19 Kg	28,38 Kg
Brita 1	32,22 Kg	32,22 Kg	32,22 Kg
Água	5,5 L	5,5 L	5,5 L
Aditivo polifuncional	0,057 L	0,057 L	0,057 L

Fonte: Própria

Tabela 07: Custo de agregado miúdo de cada corpo de prova

CORPO DE PROVA	CUSTO (AGREGADO MIÚDO)
CP I	R\$ 2,73
CP II	R\$ 2,04
CP III	R\$ 1,36

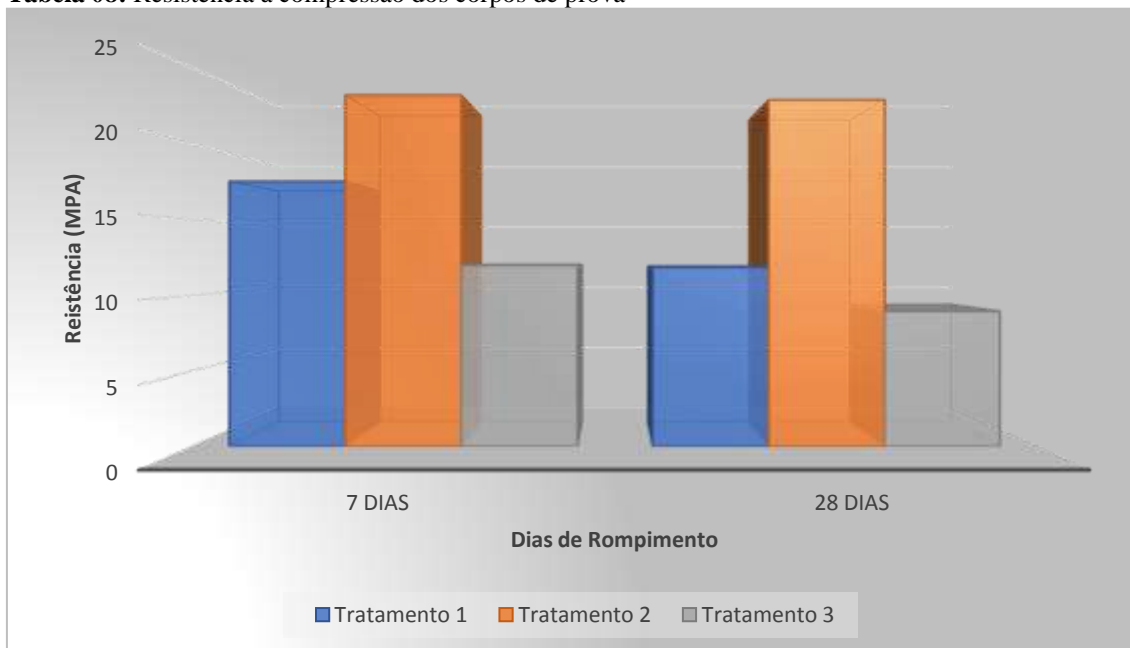
Fonte: Própria

Os corpos de prova foram deixados em cura por um dia em seguida foram desmoldados e submersos em água. Os seis corpos de provas foram submetidos ao ensaio de resistência à compressão axial (ABNT NBR 5739, 1994). Sendo as primeiras três amostras rompidas aos 7 dias e as outras aos 28 dias em prensa mecânica para ensaio de resistência.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 08 a seguir apresentará os valores de resistência observados para os tratamentos aos 7 e aos 28 dias.

Tabela 08: Resistência à compressão dos corpos de prova



Fonte: Própria

A Figura 02 apresentará abaixo o corpo de prova 2 e evidenciará o seu aspecto do corpo de prova feito com areia e pó de brita.

Figura 02: corpo de prova 02



Fonte: Própria (2020)

Os corpos de prova 03 apresentaram as menores resistências dentre as amostras. Pode-se notar pela Figura 03 que o corpo de prova feito com pó de brita apresenta um aspecto mais poroso.

Figura 03: corpo e prova 03



Fonte: própria (2020)

Pode se notar ao longo da análise que os corpos de provas confeccionados com junção de areia e pó de brita foram os que apresentaram maior resistência comparados aos demais.

Os que foram feitos apenas com o pó de brita foram os que apresentaram menor resistência, o que pode ter ocorrido devido à falta de água na hora da fabricação do concreto, pois decidiu-se utilizar a mesma quantidade de água para ambas as amostras, mesmo sabendo que, pelo fato do pó de brita conter filler em sua composição, ele iria necessitar de mais água no processo de confecção.

Lembrando que o peso específico do pó de brita é diferente do peso específico da areia, o que faria com que a divisão dos 50% areia 50% pó resultasse em quantidades distintas, porém nesse trabalho não será levado em consideração esse fator para a divisão dos materiais no momento de fabricar o corpo de prova de areia + pó de brita.

Obteve resultados satisfatórios quanto ao acréscimo de resistência à compressão do concreto com a utilização de agregado miúdo de britagem. Aos 7 dias, o concreto com 100% de agregado miúdo de britagem obteve um acréscimo de aproximadamente 31% em relação ao concreto normal, sendo que esses valores evoluíram para 66% aos 28 dias e 70% aos 91 dias de idade. O estudo ainda mostrou que o aumento de resistência observado nos concretos com 100% de substituição compensou as condições desfavoráveis de cura que o concreto possa estar submetido. (R - D - HELOISA FUGANTI CAMPOS-2005).

Nota-se ao analisar os dados apresentados na Tabela 02, que os valores do rompimento aos 28 dias apresentaram uma resistência menor quando comparados aos que foram rompidos aos 7 dias, essa variação pode ter ocorrido pelo fato de que os corpos de prova com 7 e 28 dias foram rompidos em locais diferentes, além de que, os que foram rompidos aos 7 dias já se encontravam secos quando foram rompidos, e os que foram rompidos aos 28 dias estavam molhados, pois não tiveram tempo para secar como os anteriores, o que pode ter levado a obter-se uma menor resistência, pois a água é expansiva, o que pode afetar diretamente na hora de romper o corpo de prova.

Observa-se também, que os corpos de provas com maior resistência foram os de areia mais pó de brita, o que pode ter ocorrido por que o pó de brita é um material fino, que preenche os vazios que a areia não ocuparia, pois, o pó de brita possui uma granulometria inferior a uma fração de 4,8 mm, e a areia sendo ela fina uma granulometria de 0,06 a 0,2 mm, conforme NBR 7211.

Em contrapartida em relação ao custo, o corpo de prova III, qual foi utilizado somente pó de brita foi o que apresentou o menor valor e o com maior custo foi o corpo de prova I, que foi utilizado somente areia natural, pode-se entender fazendo correlação da Tabela 07 e Tabela 08 que o corpo de prova que trouxe o melhor custo/benefício foi o corpo de prova II, o qual foi utilizado substituição parcial da areia natural pelo pó de brita, pois foi o que apresentou uma melhor resistência e um custo intermediário entre os três corpos de prova.

5. CONCLUSÃO

Em um mercado, onde há inúmeras problematizações como a dos materiais em escassez, a deficiência do ensino referente aos materiais de construção, entre outros, torna de grande valia a especialização de um engenheiro na viabilidade técnica e econômica dos seus materiais e mão de obra.

No presente artigo tem como objetivo o estudo aprofundado do concreto, visando o melhor entendimento das partes de seus agregados, a realização do procedimento de dosagem de concreto, seguindo a Norma ABNT NBR 5738:2015, desde a parte de moldagem e cura dos corpos de provas em análise, juntamente com o procedimento de rompimento dos moldes em uma prensa mecânica, devidamente nivelada, seguindo as indicações da ABNT NBR 5739:2018.

O controle tecnológico analisado só pode ter sucesso e uma melhor precisão quando o procedimento é realizado com qualidade, quando todas as partes da realização são feitas com perícia e seguindo à risca a normativa brasileira. A excelência do processo é citada na revisão bibliográfica, transparecendo a influência de suas variáveis, não somente pelo ensaio de resistência, mas por suas outras inúmeras variáveis, como, os agregados constituintes, equipamentos, moldagem, entre outros fatores.

Em meio a tantas variáveis, o presente trabalho tem como intuito ressaltar a viabilidade econômica, utilizando da viabilidade técnica, para o melhor custo benefício, buscando um melhor desempenho em sua resistência, juntamente com um aspecto melhor para o concreto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. Fundamentos do concreto armado. Bauru: UNESP, 2006. < <http://coral.ufsm.br/decc/ECC1006/Downloads/FUNDAMENTOS.pdf> >. Acesso em: dezembro. 2020

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. Fundamentos do concreto armado. Bauru: UNESP, 2006. < <https://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/Fundamentos%20CA.pdf> >. Acesso em: dezembro. 2020

DOSAGEM E CONTROLE DA QUALIDADE DE CONCRETOS CONVENCIONAIS DE CIMENTO PORTLAND, 4ª Edição, Editora edi PUCRS

DOS SANTOS BEZERRA, Anaiza Anália Silva et al. ESTUDO DE VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO DO PÓ DE PEDRA COMO AGREGADO MIÚDO EM CONCRETO. <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2017/III-030.pdf>>. Acesso em: dezembro. 2020

GONTIJO, Marcos Delgado. **Controles ambientais em portos de areias**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 02, Vol. 03, pp. 137-150. Fevereiro de 2019. ISSN: 2448-0959. <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/meio-ambiente/portos-de-areias>>. Acesso em: dezembro. 2020

LEÔNIDAS, CLÓVES et al. FACULDADE CAPIXABA DE NOVA VENÉCIA–MULTIVIX ENGENHARIA CIVIL. Disponível em < <https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2018/12/utilizacao-do-po-de-pedra-em-substituicao-a-areia-natural-na-producao-do-concreto.pdf> >. Acesso em: dezembro. 2020

LUZ, Adão Benvindo da; ALMEIDA, Salvador Luiz Matos de. Materiais substitutivos (Alternativos).<<http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/2058/1/Cap%2016%20Material%20Substitutivo.pdf>>. Acesso em: dezembro. 2020

MENOSSE, Rômulo Tadeu. Utilização do pó de pedra basáltica em substituição à areia Natural do concreto. 2004.
<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90740/menossi_rt_me_ilha.pdf?se>. Acesso em: dezembro. 2020

NOGUEIRA, Geovane Rangel Ferreira. A extração de areia em cursos d'água e seus impactos: proposição de uma matriz de interação. Trabalho Final de Curso (Engenharia Sanitária e Ambiental). Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF, 2016.
<https://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2014/02/TFC_Vers%c3%a3oFinal.pdf>. Acesso em: dezembro. 2020

SILVA, L. S.; DEMETRIO, JCC; DEMETRIO, FJC. Concreto Sustentável: Substituição da areia natural por pó de brita para confecção de concreto simples. Universidade Estadual do Maranhão, UEMA, São Luís-MA, 2015.
<http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sexoes/5A/1/silva_ls_et_al_academic.pdf>. Acesso em: dezembro2020.