

CONCRETO PRODUZIDO COM PÓ DE BRITA EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE AREIA NATURAL DA REGIÃO DO BAIXO AMAZONAS

Adilson Guilherme Feitosa de Oliveira (adilsonguilherme1@gmail.com)

Bianca Fernanda Figueira da Silva (biasilva.eng@gmail.com)

Brasilina Torres Melo (brasilinastm@hotmail.com)

Heldon Soares da Silva (heldonsoaresstm@gmail.com)

Larissa Mayumi Pimentel Okada (mayumiookada@hotmail.com)

Resumo

A construção civil é responsável por extrair matéria prima e produzir expressivos volumes de resíduos, bem como, descarta-los na natureza causando desequilíbrio ao meio ambiente e provocando a inutilidade de tais materiais que poderiam ser reaproveitados. Nesse sentido, o objetivo da pesquisa é apresentar o uso de pó de brita em substituição parcial de 50% do agregado miúdo (areia de rio, região do baixo amazonas) na mistura do concreto simples e estrutural com resistência estimada para 30 MPa. No intuito de apresentar uma solução para a redução de danos ambientais causado pelo rejeito do processo de britagem e pela extração de areia dos leitos dos rios. Provando assim, resultados satisfatórios para uma nova alternativa de confecção de concreto considerando apenas as propriedades mecânicas analisadas nesta pesquisa.

Palavras-chave: Pó de brita. Agregado miúdo. Alternativa. Concreto.

Introdução

Apesar da crise pelo qual o Brasil passa, a construção civil ainda é considerada umas das áreas com mais capacidade de erguer a economia do país, o bem-estar da população e elevar a taxa de empregos diretos e indiretos. É um setor primordial para o desenvolvimento do Brasil. Entretanto, se destaca negativamente como uma das áreas que mais consomem recursos naturais e degradam o meio ambiente. De acordo com John (2000), o consumo estimado de agregados naturais, somente na produção de concretos e de argamassas, era, no ano 2000, de aproximadamente 220 milhões de toneladas. Nesse contexto, pode-se notar a problemática a respeito da considerável geração de resíduos e uso excessivo de matéria prima, provenientes das atividades desse setor. Sabe-se que a maior parte dos processos de fabricação de um produto gera resíduos, por isso, cresce a preocupação em torno de seus reaproveitamentos. Já que se este material não for reutilizado, será depositado no ecossistema e provocará problemas vindouros para o meio ambiente, o que poderá perdurar por décadas.

Santos & Silva (2012), afirmam que no Brasil, de acordo com estudos, ultrapassa mais de 30% o desperdício de matéria prima por parte da construção civil, índice preocupante quando comprovado que os materiais desperdiçados em vez de se tornarem resíduos, deveriam ser destinados de forma correta para não causar impactos ao meio ambiente. Segundo Oliveira (2002), a adoção de uma política de incentivo para o reaproveitamento dos materiais descartados pelas obras civis pode reduzir a quantidade de minerais extraídos das jazidas e,

consequentemente, diminuir o impacto ambiental pela reutilização e reciclagem dos rejeitos minerais.

Entre os materiais mais extraídos e utilizados de atividades mineradoras empregados na construção, além do cimento estão os agregados. Que segundo Silva *et al.* (2015), possuem elevada importância para fabricar um concreto de boa resistência e qualidade, sendo que um dos agregados miúdos mais utilizados hoje em dia é a areia natural. E que pelo crescente aumento na demanda por esse material, os recursos naturais estão ficando cada vez mais escassos. Barbosa *et al.* (2008), complementa que ainda se referindo ao problema da extração de areia natural retirada de leitos de rios, a mesma é responsável pela supressão vegetal, pela degradação dos cursos d'água e por consideráveis prejuízos ao meio ambiente. Por causa disso, os órgãos responsáveis pela fiscalização ambiental, como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, estão restringindo progressivamente tal prática.

Dentro desse contexto, surgem novas alternativas que visem a substituição total ou parcial da areia natural como agregado miúdo. Uma delas é o pó de pedra/brita, que já tem sido utilizado em muitos países na produção de concreto, blocos de concreto, base de asfalto, etc. E no Brasil, de acordo com Andriolo (2005), a utilização desse material aconteceu na década de 80, a partir de estudos feitos na hidrelétrica de Itaipu. Desde então, o emprego dessa tecnologia é cada vez mais comum principalmente na região Sul e Sudeste do país, onde o agregado natural fica gradativamente mais difícil de ser extraído por falta de fontes de recursos naturais, por questões ambientais e custo elevado.

Nesta situação, a reintrodução de resíduos/rejeitos, surge como uma esperança para amenizar os impactos provocados pelo homem e pelo setor da construção civil. Tendo em vista que o mesmo é responsável por produzir expressivos volumes de resíduos, bem como, descartá-los na natureza causando desequilíbrio ao meio ambiente e provocando a inutilidade de tais materiais que poderiam ser transformados em matéria-prima. Deste modo, o reaproveitamento destes materiais vem como solução para minimizar os impactos ambientais.

1 Metodologia

Para o desenvolvimento do estudo em questão, foi definido que o objetivo do mesmo se limita em verificar o comportamento da resistência à compressão do concreto com o emprego e substituição parcial de pó de brita (areia artificial) no lugar do agregado miúdo tradicional (areia natural de rio).

A princípio estabeleceu-se que o FCK - Feature Compression Know (resistência característica à compressão do concreto) a ser elaborado seria de 30 Mpa. Normalmente empregado em obras de médio a grande porte, como na confecção de baldrame, pisos, vigas, pilares e lajes.

Antes de iniciar os procedimentos em laboratório, foram realizadas pesquisas bibliográficas com intuito de reunir mais informações a respeito do assunto abordado. Posteriormente definiu-se que a ordem do estudo se dividiria em caracterização dos materiais e etapa de dosagem. O método de dosagem utilizado foi o Método da ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland. A etapa de caracterizar os agregados se deu a partir dos ensaios de:

Massa específica do agregado miúdo (areia natural e pó da brita) de acordo com a Norma ABNT NBR 9776/1987 “Agregados Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman”. Onde o resultado foi a média da amostra 1 e 2.

Usando a seguinte expressão:

$$Y = \frac{500}{L - 200}$$

Onde;

Y = massa específica do agregado miúdo; deve ser expressa em g/cm³;

L = leitura do frasco (volume ocupado pelo conjunto água-agregado miúdo).



Figura 1 – Pesagem da areia

Fonte: Autores, 2018



Figura 2 – Pesagem do pó de brita/pedra

Fonte: Autores, 2018

Massa específica do agregado graúdo de acordo com a norma IPT M9/76. Utilizando um picnômetro de 1000mL. Onde o resultado obtido foi a média da amostra 1 e 2.

Expressa pela formula:

$$\rho = \frac{ms}{(m1 - ms) - m2}$$

Onde:

ρ = massa específica; em g/cm³;

ms = massa da amostra; em g;

$m1$ = massa do conjunto picnômetro-água; em g;

$m2$ = massa do conjunto picnômetro-água-amostra; em g.



Figura 3 – Pesagem da brita/pedra

Fonte: Autores, 2018

Ensaio de granulometria dos agregados miúdos (areia natural e pó de brita) foram feitos de acordo com norma ABNT NBR 7217/1987 “Agregados – Determinação da Composição Granulométrica”. Por meio de peneiras o ensaio é feito, separação do agregado e, assim, é determinado o módulo de finura do agregado e o diâmetro máximo do material. Onde D_{max} correspondente ao valor do número da peneira da série normal na qual a porcentagem acumulada seja inferior ou igual a 5%.

Ensaio de granulometria dos agregados graúdos (pedra/brita) realizados conforme ABNT NBR 7217/1987 “Agregados – Determinação da Composição Granulométrica”. Onde utilizou-se amostra equivalente a 5000g de brita, sendo aplicada na série normal de peneiras.

A etapa de dosagem: Foi realizada a partir do Método da ABCP, onde o traço base produzido foi 1:1,34:1,76:0,43. Onde foi dividido a massa de cada material pela massa do cimento, e apresentado da seguinte forma:

$$c : a : b : a/c$$

Onde:

c = Quantidade de cimento em peso (igual a 1) para 1 m³ de concreto;

a = Quantidade de agregado miúdo em peso para 1 m³ de concreto;

b = Quantidade de agregado graúdo em peso para 1 m³ de concreto;

a/c = Fator água cimento para 1 m³ de concreto.

Foi definido o fck de 30Mpa, com Sd de 5,5 Mpa, abatimento de 60 +- 20mm e com lançamento convencional. O cimento utilizado foi o CP II 32Z.

O método consistiu em utilizar duas amostras para estudo da resistência mecânica no decorrer de 7, 14 e 28 dias. A primeira contendo 100% da areia natural e a segunda amostra foi substituída do total de areia natural por 50% de pó de brita, uma vez que, esse agregado foi substituído de forma empírica.

2 Resultados

De acordo com valores verificados na tabela 1, foram apresentadas diferenças na granulometria, densidade, módulo de finura e diâmetro máximo dos agregados miúdos areia de rio e pó de brita.

ENSAIOS	AREIA NATURAL	PÓ	BRITA
DIÂMETRO MAX	4,8	2,4	9,5
MÓDULO FINURA	1,66	2,53	3,94
MASSA ESPECÍFICA	2,69	2,56	2,55
MASSA UNITÁRIA	1,55	1,49	1,4

Tabela 1 – Valores obtidos através de ensaios de caracterização

Fonte: Autores, 2018.

Através do ensaio de resistência à compressão axial regido pela Norma Brasileira NBR 5739 (ABNT, 1994), onde o teor sugere que sejam feitos corpos-de-prova cilíndricos de dimensão igual: 100 mm x 200 mm (diâmetro x altura) e que após a cura dos corpos-de-prova sejam estabelecidas a idade do rompimento, chegou-se aos resultados de resistência à compressão axial. Cujo é dado pela expressão:

$$f_c = F/A$$

Onde:

f_c – resistência à compressão axial (MPa);

F – força máxima obtida no ensaio (N);

A – área da seção transversal do corpo-de-prova (mm²).

A norma recomenda ainda que a força de ensaio seja aplicada continuamente e sem choques, com velocidade de carregamento de 0,3 MPa/s a 0,8 MPa/s, sendo a força de ruptura verificada em quilograma-força por centímetro quadrado e transformada em megapascal. Conforme figura 4.



Figura 4 – Ensaio de compressão axial

Fonte: Autores, 2018.

Com base nos resultados mostrados nas tabelas 2, 3 e 4, foram observados relevantes aumentos na resistência à compressão das amostras feitas com pó de brita relacionadas com suas idades de 7, 14 e 28 dias. Entretanto, a mistura que areia natural não alcançou a resistência prevista no cálculo do traço de 30 MPa. Sendo assim, a mistura com pó de brita mostrou-se mais eficaz.

Material	Carga aplicada (KN)		Limite de resistência (MPa)	
	CP I	CP II	CP I	CP II
Areia natural	167,78	164,53	21,40	21
Pó de brita	186,5	177	23,75	23

Tabela 2 – Resistência aos 7 dias

Fonte: Autores, 2018

Material	Carga aplicada (KN)		Limite de resistência (MPa)	
	CP I	CP II	CP I	CP II
Areia natural	203,09	197,76	25,86	25,18
Pó de brita	228,38	214,55	29	27,3

Tabela 3 – Resistência aos 14 dias

Fonte: Autores, 2018

Material	Carga aplicada		Limite de resistência (MPa)	
	CP I	CP II	CP I	CP II
Areia natural	223,58	221,54	28,50	28,20
Pó de brita	246,05	244,86	31,32	31,18

Tabela 4 – Resistência aos **28** dias

Fonte: Autores, 2018

3 Considerações finais

De uma forma geral, os resultados encontrados nesse trabalho consideram-se satisfatórios tendo em vista que o objetivo do mesmo foi atingido com sucesso. A partir desse estudo, constatou-se, que a mistura do pó de brita/pedra ao agregado miúdo na elaboração do concreto, teve maior resistência à compressão do que o concreto feito apenas com areia natural. Provando assim, a sua viabilidade na confecção de concreto simples e estrutural, considerando apenas as propriedades mecânicas analisadas nesta pesquisa. E nesse contexto, sugerindo uma nova alternativa de agregado reutilizado da sobra do processo de britagem, dando um fim adequado para os rejeitos, bem como reduzindo os impactos ambientais causados pela extração de areia natural das jazidas e leitos de rios.

Contudo, para um melhor aproveitamento desse tema, recomenda-se uma análise mais aprofundada das propriedades do concreto produzido com pó de brita, como exemplo: absorção por imersão, módulo de elasticidade, trabalhabilidade, bem como a sua viabilidade técnica e econômica.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7217** – Agregados determinação granulométrica dos agregados. Rio de Janeiro, 1987.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739** – Concreto ensaio de corpos de provas cilíndricos . Rio de Janeiro, 1994.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9776** – Agregados determinação massa específica chapmam . Rio de Janeiro, 1987.

ANDRIOLO, F.R. **Usos e abusos do pó de pedra em diversos tipos de concreto**. In: Seminário: O uso da fração fina de britagem. II SUFFIB, São Paulo, 2005. Anais, São Paulo, EPUSP, 2005.

BARBOSA, Maria Tereza Gomes *et al.* **Estudo sobre a areia artificial em substituição à natural para confecção de concreto**. Porto Alegre, 2008.

IPT. INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA. M9: Determinação da massa específica do agregado graúdo pelo método do picnômetro. Brasil, 1776.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na Construção Civil: Contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** 2000. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

OLIVEIRA, Márcio Joaquim Estefano de. **Materiais descartados pelas obras de construção civil: estudo dos resíduos de concreto para reciclagem.** Tese de doutorado elaborada no Curso de Pós-Graduação em Geociências, Área de concentração em Geociências e Meio Ambiente. São Paulo: Rio Claro, 2002.

SANTOS, Vito; SILVA, Mayssa. **Reciclagem e Reaproveitamento de resíduos sólidos da construção civil em São Luís – MA: um processo sustentável.** São Luiz, 2012.

SILVA, L.S. *et al.* **Concreto Sustentável: Substituição da Areia Natural por Pó de Brita para Confeção de Concreto Simples.** Universidade Estadual do Maranhão, UEMA. São Luís – MA, 2015.