

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE DOIS TIPOS DE AGREGADOS UTILIZADOS EM OBRAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE NO MUNICÍPIO DE TUCURUÍ - PA

Comparative analysis between two types of aggregates used in small and middle size works in the Municipality of Tucuruí - PA

Diego Lucena de Sousa ¹, Mateus Gonçalves de Oliveira ², Paulo Sérgio Lima Souza ³

Recebido em 08 de junho de 2017; aceito em 22 de outubro de 2017; disponível on-line em 09 de março de 2018.



PALAVRAS CHAVE:

Agregados;
Resistência à compressão;
Concreto;
Índices de vazios;
Dosagem.

KEYWORDS:

Aggregate;
Compressive strength;
Concrete;
Empty indices;
Dosage.

RESUMO: O objetivo deste estudo consiste no fato de se realizar uma comparação concisa entre o seixo lavado e o seixo misto utilizados com frequência na composição de traços de concreto em obras de pequeno e médio porte no município de Tucuruí/PA-Brazil. Desse modo, a partir dos ensaios de resistência à compressão, a determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica e a partir do uso de uma dosagem pré-estabelecida para o seixo lavado, pode-se realizar uma comparação entre os dois tipos de agregados. Assim, em posse dos resultados, notou-se que o seixo misto obteve certa superioridade em relação ao seixo lavado e que apesar disso, tal material não pode ser considerado ideal para a produção de concreto estrutural, visto que o mesmo não possibilita a utilização de um teor de argamassa ideal para viabilizar seu uso. A pesquisa corroborou o quanto é importante a realização de estudos na área em foco para o desenvolvimento local, assim, tal estudo evidencia a possibilidade do emprego do seixo misto em obras de pequeno e médio porte, visto que o mesmo apresentou resultados considerados satisfatórios para esta finalidade.

ABSTRACT: *The objective of this study is to perform a concise comparison between the washed pebble and the mixed pebble used frequently in the composition of concrete traces in small and medium size works in the municipality of Tucuruí / PA-Brazil. Like this, from the tests of compressive strength, determination of water absorption, voids index and specific mass and from the use of a pre-established dosage for the washed pebble, a comparison can be made between the two types of aggregates. Thereby, in the possession of the results, it was noticed that the mixed pebble obtained some superiority in relation to the washed pebble and that nevertheless, such material cannot be considered ideal to produce structural concrete, since it does not allow the use of an ideal mortar content to enable its use. The research corroborated how important it is to carry out studies in the area in focus for local development, so, this study evidences the possibility of the use of the mixed pebble in small and medium sized works, since it presented results considered satisfactory for this finality.*

* Contato com os autores:

¹ e-mail: engdiegolucena@gmail.com (D. L. de Sousa)

Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Infraestrutura e Desenvolvimento Energético (Universidade Federal do Pará/Campus de Tucuruí).

² e-mail: eng.mateusoliveira03@gmail.com (M. G. de Oliveira)

Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Infraestrutura e Desenvolvimento Energético (Universidade Federal do Pará/Campus de Tucuruí).

³ e-mail: paseliso@ufpa.br (P. S. Lima Souza)

Prof. Dr., Programa de Pós-Graduação em Infraestrutura e Desenvolvimento Energético (Universidade Federal do Pará/Campus de Tucuruí).

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, tem-se no concreto um material de grande utilização na construção civil, sendo adotado em um vasto campo de aplicações. Segundo Metha e Monteiro (1994), estima-se que o consumo mundial deste produto seja da ordem de 5,5 bilhões de toneladas, ou seja, quase uma tonelada por habitante do nosso planeta.

Sendo assim, a união dos constituintes do concreto, sendo seus principais elementos os agregados, aglomerantes e água, tal mistura deve apresentar coesão suficiente para manejo em operações manuais ou equipamentos destinados para se obter uma ótima homogeneidade. Sendo, verificado que a resistência do concreto aumenta com o tempo; e seu endurecimento é devido às reações de hidratação do cimento com água, oferecendo uma eficiente coesão com os agregados. (MENDES, 2012).

Ainda, segundo Mendes (2012), “a combinação dos constituintes do concreto, bem como as características do processo como o grau de compactação da mistura e as condições de cura, definirão a qualidade final do concreto e os custos envolvidos”.

De acordo com Silva et al. (2014), o concreto é o material mais utilizado na construção civil devido à sua excelência de resistência à água, praticidade no manuseio e fácil obtenção no mercado da construção civil. Assim, a resistência característica do mesmo à compressão (F_{ck}) é uma das suas principais propriedades, sendo que a mesma está associada ao seu tempo de cura. Esta é a última etapa do processo de produção do concreto, ao passo que, é necessário ter bastante cuidado na execução do concreto, pois quanto maiores forem tais cuidados, melhor é o seu desempenho mecânico e resistência aos agentes agressivos do meio ambiente, como ressalta Mony (2001).

“Com isso, o concreto, por ser um dos materiais mais utilizados na construção civil, é de suma importância na composição estrutural, seja em obras de pequeno, médio e grande porte. Visto que sua principal característica, a resistência à compressão, a

qual indiretamente pode ser utilizada como parâmetro para avaliação da durabilidade de um concreto é a grandeza largamente conhecida pelo meio técnico e, universalmente aceita como parâmetro para avaliação da qualidade, sendo seu controle facilmente executável por um laboratório devidamente equipado para tal finalidade.” (MONY, 2001).

Nas últimas décadas têm-se buscado cada vez mais em melhorar tecnologicamente a produção do concreto, seja a partir do uso de aditivos ou de fibras, a fim de que se possa a partir da interação do mesmo com o aço, conseguir atingir maiores resistências e com isso se consiga atingir vãos maiores e estruturas mais esbeltas podendo atender as arquiteturas modernas da atualidade.

Assim, o elevado consumo justifica-se pelo fato do concreto apresentar, quando dosado e executado adequadamente, uma alta durabilidade, facilidade de execução dos elementos numa variedade de formas e tamanhos, e, visto que os principais ingredientes para sua execução são relativamente baratos e de fácil obtenção, o que resulta num produto de custo final menor, quando comparado a outros materiais, como o aço e a madeira.

Como exposto acima, pode-se afirmar que a maioria dos municípios brasileiros ainda está aquém quanto à produção de um concreto com o controle tecnológico adequado para as obras em execução até o presente momento, visto que há a necessidade de um estudo de dosagem para que se possa determinar a quantidade apropriada dos materiais que compõem o mesmo, de acordo com os agregados disponíveis na região. Assim, no Município de Tucuruí, localizado na região sudeste do Estado do Pará, não é diferente, principalmente quando se trata de obras corriqueiras de pequeno e médio porte executadas na localidade, onde ocorrências de manifestações Patológicas, como exsudação e segregação entre outras, são constantes nestes tipos de obras em que a produção do concreto é realizada sem controle.

A respeito dessa questão, Taylor (1986) explica que as principais diferenças entre os

métodos de dosagem envolvem dois aspectos importantes: a quantidade de argamassa e as quantidades relativas de areia e pedra. Helene e Terzian (1993) reforçam que todos os métodos disponíveis têm como objetivo obter a proporção ótima entre os agregados miúdos e graúdos, de forma a conseguir a máxima compacidade, ou seja, o menor volume de vazios e o menor custo, garantindo uma trabalhabilidade adequada à mistura fresca.

Dessa forma, tem-se considerado o concreto como um material de duas fases, constituído de pasta (cimento, água e ar) e agregado (miúdo e graúdo). Na dosagem da pasta, tem-se como principal fator a definição da quantidade de água, pois, além de ter uma influência direta sobre a trabalhabilidade do concreto, é a responsável pela fixação do fator a/c , que gerencia as principais propriedades do concreto no estado endurecido, como durabilidade e resistência mecânica (TAYLOR, 1986).

Em relação a sua consistência, o concreto pode ser classificado em plástico ou seco. Com isso, o tipo de consistência concreto o diferencia, sendo mais conhecido como: “farofa” e plástico – este apresenta uma grande quantidade de água, assim, necessita permanecer no molde até o dia seguinte (MENDES, 2012).

Assim, a importância de se analisar o concreto no estado fresco, visando garantir a trabalhabilidade adequada ao lançamento do mesmo e a coesão para que o este possa se manter homogêneo evitando a segregação dos agregados e possíveis problemas futuros na estrutura executada.

2. OBJETIVO

Assim, o objetivo deste trabalho tende a desenvolver uma pesquisa utilizando dois tipos de agregados graúdos que são bastante utilizados em obras corriqueiras deste Município, a fim de que se pudesse compará-los e verificar o tipo de agregado mais adequado para tais obras que vêm

sendo executadas na localidade. Com isso, espera-se demonstrar que a utilização do agregado não serve apenas para diminuir custo com a redução do percentual de argamassa, mas também contribui principalmente para o ganho de resistência e durabilidade da peça concretada.

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

3.2. AGREGADOS

Conforme (Neville e Brooks, 2013), aproximadamente 3/4 do volume de concreto são ocupados pelos agregados, assim a qualidade deste material é de grande importância. Os agregados não só limitam a resistência do concreto, como também suas propriedades afetam significativamente a durabilidade e o desempenho estrutural do concreto. Anteriormente os agregados eram tidos no início como materiais inertes, de baixo custo, dispersos na pasta de cimento de forma a produzir um grande volume de concreto. Porém, na realidade, eles não são realmente inertes, já que suas propriedades físicas, térmicas e algumas vezes químicas influenciam no desempenho do concreto, por exemplo, melhorando sua estabilidade dimensional e durabilidade em relação as da pasta de cimento. E do ponto de vista econômico, é vantajoso produzir misturas com o maior teor de agregados e a menor quantidade de cimento possível, mas a relação custo/ beneficia deve ser contrabalançada com as propriedades desejadas do concreto no estado fresco e endurecido.

Assim, as características desses materiais podem interferir na aderência com a pasta de cimento, alterando a homogeneidade e a resistência do concreto obtido. Também tais características dos agregados influem decisivamente nas propriedades finais do concreto obtido como a porosidade, forma, textura, módulo de elasticidade, resistência à compressão, absorção de água, distribuição granulométrica, entre outras. A relação entre essas características e as propriedades finais do concreto podem ser

descritas em três categorias definidas por Mehta e Monteiro (2008):

- Características dependentes da porosidade: massa específica, absorção de água, resistência, dureza, módulo de elasticidade e sanidade;
- Características dependentes das condições prévias de exposição e condicionantes de fabricação: tamanho, forma e textura das partículas;
- Características dependentes da composição química e mineralógica: resistência, dureza, módulo de elasticidade e substâncias deletérias presentes.

3.2.1 Resistência à Compressão, Resistência à Abrasão, e Módulo de Elasticidade

A resistência à compressão, a resistência à abrasão e o módulo de elasticidade dos agregados são propriedades interrelacionadas, que são muito influenciadas pela porosidade. Os agregados naturais, comumente usados para a produção de concreto normal, são geralmente densos e resistentes. Quanto as rochas sedimentares, a porosidade varia numa faixa mais larga, e da mesma forma a sua resistência à compressão e características relacionadas, sendo estas mais baixas (MEHTA & MONTEIRO, 2006).

3.2.2 Umidade

“O conhecimento do teor de umidade dos agregados é de extrema importância no proporcionamento da quantidade de água de um traço e isso afeta diretamente a trabalhabilidade da mistura e a resistência à compressão do concreto” (MENDES, 2012).

A umidade dos agregados pode ser determinada de diversas formas, pelo método de secagem em estufa ou pelo frasco de Chapman (MENDES, 2012).

4. PROGRAMA EXPERIMENTAL

Para que se pudessem realizar as proposições determinadas para o presente

trabalho, foi desenvolvido um programa experimental visando à aquisição de maior quantidade de informações possíveis para que se pudesse aferir de forma concisa a comparação entre o seixo lavado e o seixo misto para a produção de concreto.

4.1 PLANEJAMENTO DOS ENSAIOS

Buscando organizar o programa experimental e realizar o levantamento de algumas características para que se pudesse obter uma comparação entre o concreto produzido a partir do seixo lavado e com o seixo misto, foram definidas as seguintes variáveis como objetivo de se obter suas respostas:

- trabalhabilidade, medida a partir do abatimento do tronco de cone – Norma NBR NM 6798 (ABNT, 1998);
- resistência à compressão axial;
- absorção por imersão em água;
- comparação do valor do m^3 do concreto produzido para os dois tipos de agregados.

4.2 Caracterização dos materiais

Para a realização da dosagem do concreto procurou-se conhecer algumas características físicas dos materiais empregados para que assim, se obtivesse uma referência sobre tais materiais. Seguem-se assim, os resultados da caracterização realizada dos materiais.

4.2.1 Cimento

Foi utilizado o cimento Portland CII-Z-32 e suas características, conforme fabricante, apresentadas na Tabela 1:

4.2.2 Água

A água utilizada foi a fornecida pela rede de distribuição da Vila Permanente, provenientes da ETA que atende a população local.

4.2.3 Agregado miúdo

Para o agregado miúdo, foi adotado para o concreto produzido a partir do seixo lavado, a areia disponível em uma das baías situada no pátio

do laboratório de engenharia civil/UFPA - Campus de Tucuruí.

Já para o seixo misto (extraído de jazida situada na cidade de Breu Branco/PA), visto que o mesmo já em sua composição, certo percentual de agregado miúdo e graúdo, foi necessário primeiramente realizar a caracterização do material, segundo a norma NBR MN 248 (Agregados – Determinação da Composição granulométrica), para uma amostra de 5 kg, obtendo-se os quantitativos que ficaram retidos nas peneiras e verificou-se que 30,664% é de agregado graúdo, conforme Tabela 2.

Assim, com base nas normas NBR NM 52 (ABNT, 2009) e NBR NM 30 – Agregado Miúdo – Determinação da absorção de água (ABNT, 2001), foi determinada a absorção para os dois tipos de agregados miúdos, utilizando-se como base 1 Kg para cada amostra, seguindo, assim, os resultados da Tabela 3.

Após o ensaio de absorção para os dois tipos de agregados miúdos a serem utilizados na composição do concreto, pode-se verificar que os percentuais da aferição nas amostras estão muito próximos, o que se admite a utilização da areia para a dosagem de referência, realizada a partir do seixo lavado sem que haja interferência durante a análise comparativa.

4.2.4 Agregado graúdo

Para o agregado graúdo, adotou-se o seixo lavado disponível em uma das baias situada no pátio do laboratório de engenharia civil/UFPA – Campus de Tucuruí e o seixo obtido a partir da separação por peneiramento do seixo misto. Assim, com base na norma NBR NM 53 – Agregado Graúdo – Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água (ABNT, 2009), foi determinado para cada amostra, o resultado de absorção conforme Tabela 4.

Após o ensaio de absorção para os dois tipos de agregados graúdos a serem utilizados na composição do concreto, pode-se verificar que os percentuais da aferição nas amostras do seixo misto são bastante elevados em relação ao seixo lavado, o que poderá gerar em um maior volume de água de amassamento para o seixo misto.

4.3 ENSAIOS

Para o estado fresco foi realizado o ensaio de consistência pelo abatimento de tronco de cone, seguindo os procedimentos descritos na NBR NM 67 (ABNT, 1998).

TABELA 1: Características físicas do cimento.

Descrição	Cimento
Massa específica	3,1 Kg/dm ³
Resistência à compressão – 28 dias	32 MPa

FONTE: Itaguassu Agro Industrial S/A – Cimento Nassau (2017).

TABELA 2: Séries de peneiras para caracterização de agregado graúdo – seixo misto.

Diâmetro (mm)	Retido (g)
12,7	451,0
9,5	308,6
6,3	329,4
4,76	214,1
Total	1533,2 g

FONTE: Própria (2017).

Já no estado endurecido, foram realizados os seguintes ensaios neste estudo: resistência à compressão simples e ensaio de absorção por imersão de acordo com os procedimentos prescritos nas NBR 5739 (ABNT, 2007) e NBR 9778 (ABNT, 2005), respectivamente. Adotando-se a média de dois corpos de prova para

cada ensaio.

4.3.1 Definição do número de corpos de prova

Para a realização dos ensaios foram moldados 64 corpos de provas cilíndricos 10 x 20 cm, conforme NBR 5738 (ABNT, 2008), sendo disponibilizados conforme Tabelas 5 e 6.

TABELA 3: Dados do ensaio de absorção para os agregados miúdos.

Areia Branca		Areia – Seixo Misto	
Amostra	Absorção (%)	Amostra	Absorção (%)
01	0,13	01	0,13
02	0,12	02	0,11

FONTE: Própria (2017).

TABELA 4: Dados do ensaio de absorção para os agregados graúdos.

Seixo Lavado		Seixo Misto	
Amostra	Absorção (%)	Amostra	Absorção (%)
01	0,833	01	2,028
02	0,887	02	1,796

DMC: 19 mm

FONTE: Própria (2017).

TABELA 5: Distribuição dos corpos de prova (resistência à compressão).

Fator a/c: 0,55

		7 dias	28 dias
Seixo Lavado	Normal	2	2
	Rico	2	2
	Pobre	2	2
Seixo Misto	Normal	2	2
	Rico	2	2
	Pobre	2	2

Fator a/c: 0,57

		7 dias	28 dias
Seixo Lavado	Normal	2	2
	Rico	2	2
	Pobre	2	2
Seixo Misto	Normal	2	2
	Rico	2	2
	Pobre	2	2

FONTE: Própria (2017).

TABELA 6: Distribuição dos corpos de prova (absorção por imersão).

	Fator a/c: 0,55	Fator a/c: 0,57
Seixo Lavado	4	4
Seixo Misto	4	4

FONTE: Própria (2017).

4.3.2 Dosagem da mistura e moldagem dos corpos de provas

Para a realização da dosagem, foi considerado o teor de argamassa fixo e decidiu-se adotar como fixo o fator a/c . A escolha consistiu no fato de o estudo incidir em uma comparação entre traços que utilizam o seixo lavado como constituinte do concreto e o seixo misto, conhecido também como “areixo”, pois segundo a literatura, para certo conjunto particular de materiais, a resistência do concreto é função da relação a/c , assim, com os valores fixos e com a mesma proporção nos traços, pressupõe que haverá uma comparação efetiva e condizente com as características dos respectivos materiais em análise.

Para a realização de um método comparativo entre os dois tipos de agregados graúdos disponíveis na região foi necessário determinar um traço para o seixo lavado, assim, para que com base neste, pudesse compor a formação do traço do seixo misto, visto que tal

agregado é uma composição de agregado graúdo e miúdo, sendo que para a composição do referido traço foi utilizado apenas a adição da massa do cimento e da água pré-determinado para o traço do seixo lavado.

Assim, considerando os traços 1:3, 1:4 e 1:5, como rico, normal e pobre, e inicialmente partindo do traço normal com *slump* de 12 ± 2 para o seixo lavado, foi encontrado o teor de argamassa ideal de 48%, para um fator a/c de 0,55, alcançando o *slump* de 125 mm (conforme Tabela 7), utilizando-o como base para os demais traços.

Sendo que foi necessário realizar mais um traço utilizando outro fator a/c , visando garantir outros valores para que se possa obter uma comparação mais confiável. Utilizando-se a relação a/c de 0,57 devido ao *slump* do traço normal de referência ter ficado muito próximo ao intervalo adotado como base. Dessa forma, foram encontrados os traços unitários para cada proporção de materiais, como visto na Tabela 7.

TABELA 7: Composição dos traços e abatimento – seixo lavado.

Traço unitário (1:a:p)	Quant. Areia (kg)	Quant. Cimento (kg)	Quant. Água (kg)	Seixo Lavado (kg)	Slump (mm)
Relação $a/c= 0,55$					
Para o seixo lavado – Teor de argamassa de 48%					
1:0,92:2,08	6,63	7,21	3,97	15	150
1:1,4:2,6	8,08	5,77	3,17		125
1:1,88:3,12	9,04	4,81	2,64		20
Relação $a/c= 0,57$					
1:0,92:2,08	6,63	7,21	4,11	15	190
1:1,4:2,6	8,08	5,77	3,29		130
1:1,88:3,12	9,04	4,81	2,74		75

FONTE: Própria (2017).

Já, para a determinação da massa de seixo misto a ser utilizado nos traços, foi considerado como base os traços pré-determinados para o seixo lavado, sendo assim, somou-se as massas do agregado graúdo e miúdo que foram compostos nos traços do seixo lavado. Com isso, a partir da composição dos traços foram encontrados os respectivos *Slump*, notando-se que teve um

decréscimo em relação aos traços do seixo lavado (Tabela 8).

Após 24 horas em que os corpos de prova permaneceram nos moldes, foi realizada a desmoldagem dos mesmos e seguida colocados na câmara úmida para a realização do processo de cura para posterior rompimento aos 7 e 28 dias. Figura 1, corpos de prova em câmara úmida.

TABELA 8: Composição dos traços e abatimento – seixo misto.

Traço unit. (1:m)	Quant. Seixo Misto (kg)	Quant. Cimento (kg)	Quant. Água (kg)	Relação a/c	Slump (mm)
Para o seixo misto (“areixo”)					
1:3	21,63	7,21	3,97	0,55	145
1:4	23,08	5,77	3,17		20
1:5	24,04	4,81	2,64		0
1:3	21,63	7,21	4,11	0,57	150
1:4	23,08	5,77	3,29		55
1:5	24,04	4,81	2,74		0

FONTE: Própria (2017).



FIGURA 1: Corpos de prova em câmara úmida para realização da cura.

FONTE: Própria (2017).

5. ANÁLISES DOS RESULTADOS

5.1 ABATIMENTO DO TRONCO DE CONE

Pode-se verificar a partir das Tabelas 7 e 8, para os fatores a/c 0,55 e 0,57, que os traços 1:4 executados com o seixo lavado atingiram os valores de abatimento esperado de 12 ± 2 , porém os traços para o seixo misto ficaram abaixo dos valores limites. Assim, a partir dos resultados, o seixo misto atingiu uma trabalhabilidade esperada apenas para os traços 1:3, o que se pode admitir a grande presença de material fino, tendendo absorver mais água para aumentar o abatimento.

5.2 ABSORÇÃO POR IMERSÃO

Com base nas NBR 5739 (ABNT, 2007) e NBR 9778 (ABNT, 2005) foram obtidos os valores

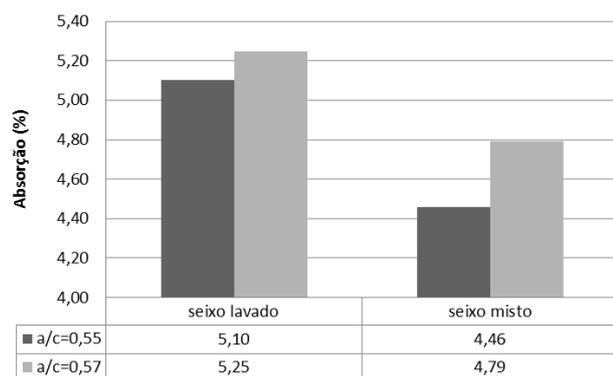


FIGURA 2: Resultado do ensaio de absorção por imersão.
FONTE: Própria (2017).

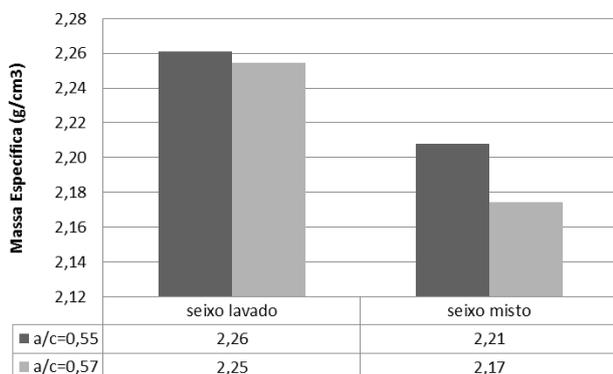


FIGURA 4: Massa específica – Amostra seca.
FONTE: Própria (2017).

referentes à absorção por imersão das misturas experimentais realizados para os traços normais. Assim, foram disponibilizados os resultados deste ensaio nos gráficos a seguir, Figuras 2, 3, 4 e 5.

Desta forma, diante dos resultados, fica notório que o aumento do fator a/c de 0,55 para 0,57, conseqüentemente consistiu em uma diminuição da massa específica (Figura 4), aumento do índice de vazios (Figura 3) e, por conseguinte, em um aumento do percentual de absorção por imersão das amostras tanto para o seixo misto quanto para o seixo lavado.

Assim, por meio dos resultados de absorção por imersão, percebe-se um menor percentual para o seixo misto em relação ao seixo lavado, podendo acarretar certa vantagem para a mistura produzida com o seixo misto com relação aos ensaios de compressão.

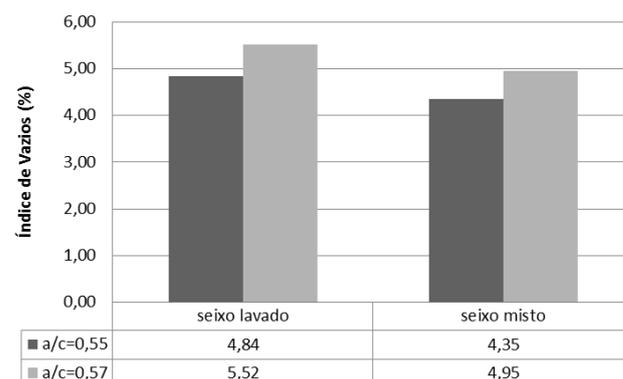


FIGURA 3: Índice de vazios das amostras.
FONTE: Própria (2017).

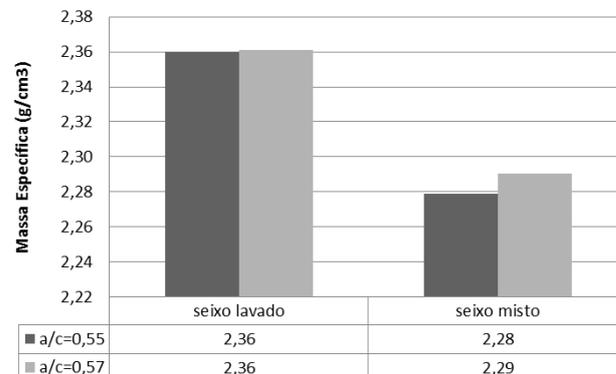


FIGURA 5: Massa específica – Amostra saturada.
FONTE: Própria (2017).

5.3 ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES

Diante dos resultados dos ensaios, a compressão pode-se notar que o seixo misto leva certa vantagem com relação ao seixo lavado (conforme Tabelas 9 e 10, e Figuras 6, 7, 8 e 9), fato este que pode ser em decorrência de um maior percentual de argamassa e uma menor granulometria de seu agregado graúdo em relação ao seixo lavado.

Porém pode-se perceber que para o fator a/c de 0,57, na comparação entre os traços ricos, houve uma inversão dos resultados de resistência à compressão, e isto pode ter ocorrido na medida em que o teor de materiais finos (menores que areia) se elevou, ou seja, o acréscimo de cimento na mistura, assim, o teor de argamassa deveria ser reduzido, até atingir um valor crítico em que precisa voltar a subir, com uma taxa de variação diferente,

porém como o material já vem constituído de materiais miúdos e graúdos, há esta desvantagem na utilização deste material para a constituição de traços de concreto.

Outro fato a ser considerado foi o resultado alcançado por um dos corpos de prova do seixo misto para o fator a/c igual a 0,57, sendo para o traço pobre a resistência a compressão atingida aos 28 dias obteve-se um valor menor que o de 7 dias (Tabela 10), e isto pode ter ocorrido por uma deficiência no momento da execução da moldagem do mesmo.

5.4 CONSUMO E CUSTO DOS MATERIAIS POR M³

Foi realizado o levantamento dos preços médios dos materiais necessários para a dosagem do concreto no município desta pesquisa, a saber, Tucuruí, bem como no município de Breu Branco. Assim, de acordo com as Tabelas 11 e 12, apresenta o consumo e o custo dos mesmos.

TABELA 9: Resultados dos ensaios de resistência a compressão – seixo lavado.

a/c=0,55						
Traço	7 dias			28 dias		
	1° Corpo de Prova	2° Corpo de Prova	Média	1° Corpo de Prova	2° Corpo de Prova	Média
Rico	15,28	15,22	15,25	17,17	17,88	17,52
Normal	15,90	12,74	14,32	16,67	15,72	16,19
Pobre	13,53	10,64	12,09	12,00	13,53	12,76
a/c=0,57						
Rico	14,72	15,69	15,21	17,43	20,89	19,16
Normal	13,98	13,65	13,82	16,46	14,98	15,72
Pobre	13,12	10,55	11,84	14,57	14,42	14,49

FONTE: Própria (2017).

TABELA 10: Resultados dos ensaios de resistência a compressão – seixo misto.

a/c=0,55						
Traço	7 dias			28 dias		
	1° Corpo de Prova	2° Corpo de Prova	Média	1° Corpo de Prova	2° Corpo de Prova	Média
Rico	15,39	14,98	15,19	18,02	18,94	18,48
Normal	18,53	19,27	18,90	20,45	19,50	19,97
Pobre	11,73	12,74	12,24	16,49	13,71	15,10
a/c=0,57						
Rico	12,59	10,08	11,34	17,05	17,85	17,45
Normal	15,51	15,31	15,41	17,08	21,07	19,07
Pobre	14,45	14,33	14,39	13,83	18,05	15,94

FONTE: Própria (2017).

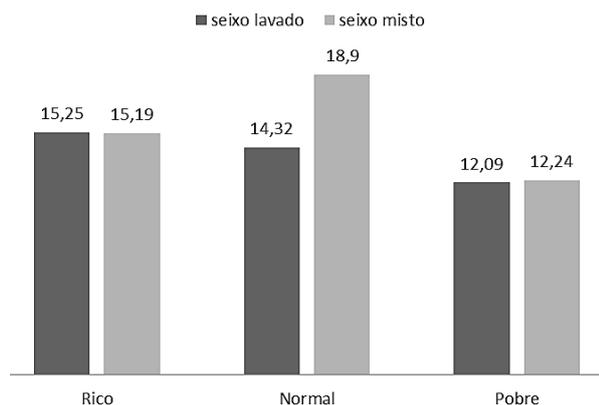


FIGURA 6: Resultado do ensaio de resistência a compressão aos 7 dias - a/c=0,55.

FONTE: Própria (2017).

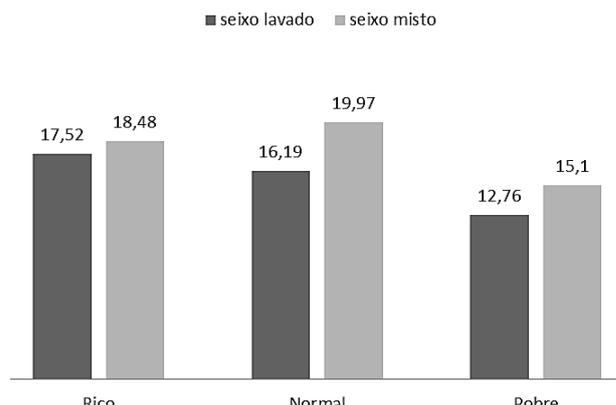


FIGURA 7: Resultado do ensaio de resistência a compressão aos 28 dias - a/c=0,55.

FONTE: Própria (2017).

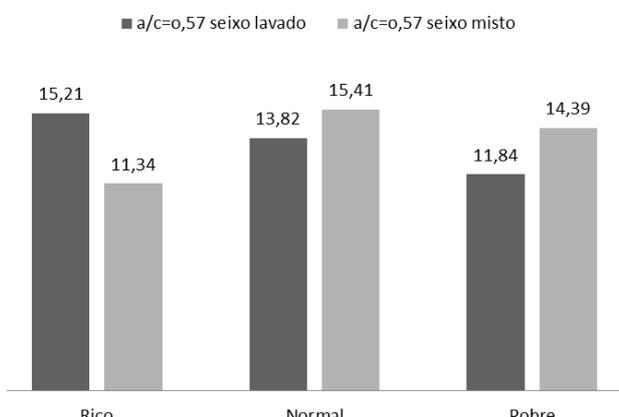


FIGURA 8: Resultado do ensaio de resistência a compressão aos 7 dias - a/c=0,57.

FONTE: Própria (2017).

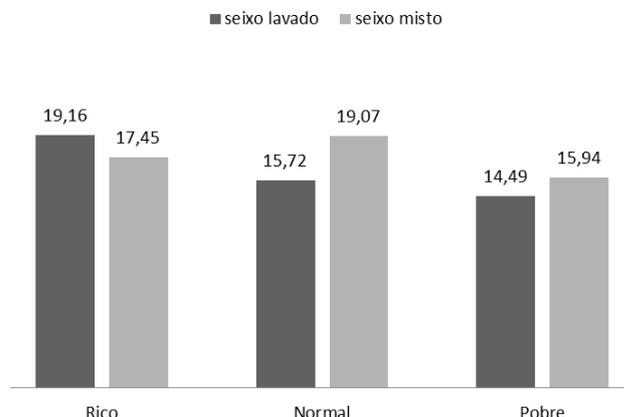


FIGURA 9: Resultado do ensaio de resistência a compressão aos 28 dias - a/c=0,57.

FONTE: Própria (2017).

TABELA 11: Consumo dos materiais por m³.

Para o seixo lavado – Teor de argamassa de 48%				
Traço unit. (1:a:p)	Quant. Areia (m ³)	Quant. Cimento (unidade)	Quant. Água (m ³)	Seixo Lavado (m ³)
Relação a/c= 0,55				
1:1,4:2,6	0,253	4	0,100	0,468
	Relação a/c= 0,57			
	0,251	4	0,102	0,467
Para o seixo misto (“areixo”) – Teor de argamassa de 48%				
Traço unit. (1:m)	Quant. Seixo Misto (m ³)	Quant. Cimento (unidade)	Quant. Água (m ³)	
Relação a/c= 0,55				
1:4	0,721	4	0,100	
	Relação a/c= 0,57			
	0,718	4	0,102	

FONTE: Própria (2017).

TABELA 12: Custo dos materiais por m³.

Para o Seixo Lavado – Teor de Argamassa de 48%			
Relação a/c= 0,55			
MATERIAIS	PREÇO (R\$)	QUANTIDADE (m³)	CUSTO (R\$/m³)
Cimento (unidade)	28	4	112
Seixo Lavado (m³)	55	0,468	25,75
Areia (m³)	50	0,253	12,65
Total			150,40
Relação a/c= 0,57			
Cimento (unidade)	28	4	112
Seixo Lavado (m³)	55	0,467	25,70
Areia (m³)	50	0,251	12,55
Total			150,25
Para o seixo misto (“areixo”) – Teor de argamassa de 48%			
Relação a/c= 0,55			
Cimento (unidade)	28	4	112
Seixo Misto (m³)	45	0,721	32,45
Total			144,45
Relação a/c= 0,57			
Cimento (unidade)	28	4	112
Seixo Misto (m³)	45	0,718	32,30
Total			144,30

FONTE: Própria (2017).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de agregados sem um prévio estudo para a produção de concreto é bastante comum nos médios e pequenos municípios do país, e isto possibilita o surgimento de falhas nas estruturas prejudicando a utilização das mesmas.

Mediante os resultados dos ensaios de resistência à compressão foi possível obter uma avaliação sobre os dois tipos de agregados utilizados em obras de pequeno e médio porte no município de Tucuruí/PA, e fazendo uso de uma dosagem pré-estabelecida para o seixo lavado, pode-se realizar uma comparação entre os dois tipos de agregados.

Assim, em posse dos resultados, notou-se que o seixo misto obteve certa superioridade em relação ao seixo lavado e que apesar dos resultados, este tipo de material não é considerado ideal para a produção de concreto estrutural, visto que o mesmo não possibilita a utilização de um teor de argamassa ideal e para que se possa viabilizar seu uso deve-se realizar estudos mais detalhados

com uso de aditivos para determinar o comportamento deste e a possibilidade de sua utilização em grandes obras.

Portanto, segundo Neville (1997), “o concreto é mais do que apenas misturar cimento, agregados e água. Os ingredientes para um bom concreto e um “mau” concreto são os mesmos, o que faz a diferença é apenas o conhecimento”.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALHADAS, M. F. **Estudo da influência do agregado graúdo de diferentes origens mineralógicas nas propriedades mecânicas do concreto**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. Brasil, 2008.
- ASSUNÇÃO, J. W. **Curvas de dosagem para concretos convencionais e com materiais da região noroeste do Paraná**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, PR, Brasil, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9778**. Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por imersão – Índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, Brasil, 2005.

____ **NBR MN 248.** Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, Brasil, 2003.

____ **NBR NM 52.** Agregado Miúdo – Determinação da massa específica e massa aparente. Rio de Janeiro, Brasil, 2009.

____ **NBR NM 30.** Agregado Miúdo – Determinação da absorção de água. Rio de Janeiro, Brasil, 2001.

____ **NBR NM 53.** Agregado Graúdo – Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, Brasil, 2009.

____ **NBR 5739.** Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova. Rio de Janeiro, Brasil, 2007.

____ **NBR 5738.** Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, Brasil, 2015.

____ **NBR NM 67.** Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, Brasil, 1998.

M. Pinheiro, L., D. Muzardo, C., & P. Santos, S. **Estruturas de concreto.** Brasil, 2014.

MENDES, V. A. **Estudo comparativo das propriedades mecânicas e estruturais de blocos de concreto produzidos com brita ou seixo rolado.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Escola de Engenharia de Lorena, Lorena, SP, Brasil, 2012.

MEHTA, P. K., MONTEIRO, P. J. M., **Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais.** 1ª Edição, São Paulo: Editora Pini LTDA, 2008.

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J. **Tecnologia do Concreto.** 2ª Edição, São Paulo: Editora Bookman LTDA. Brasil, 2013.

MONY, S. L. **Contribuição ao estudo da durabilidade de concretos, produzidos com resíduos de concreto e alvenaria.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. Brasil. 2001.

PERDIZ, R. S. **Avaliação da utilização do granito da região de moura do município de Barcelos como agregado graúdo em concreto.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM. Brasil, 2009.

SERNA, H. A. **Agregados para a Construção Civil.** Sindicato da Indústria de Mineração de Brita do Estado do Rio de Janeiro, 2012.