



## Comparative study of the physical and mechanical properties between the conventional concrete using brita 0 and rolled pebble of the city of Manaus-Am

Jesus Ramon Almada Lima de Paula<sup>1</sup>, Murilo Ferreira dos Santos<sup>2</sup>, Alexandre de Pina Braga<sup>3</sup>, Darlei dos Anjos Lavor<sup>4</sup>, David Barbosa Alencar<sup>5</sup>, Jorge Almeida Brito Júnior<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Centro Universitário do Norte (UniNorte) – Laureate International Universities – Manaus-AM.

<sup>5,6</sup> Instituto de Tecnologia Galileo da Amazônia (ITEGAM). Manaus – AM, Brasil.

Email: [ramonlima1995@hotmail.com](mailto:ramonlima1995@hotmail.com), [mullasantos@gmail.com](mailto:mullasantos@gmail.com), [ale\\_pbraga@yahoo.com.br](mailto:ale_pbraga@yahoo.com.br), [darleilavor27@gmail.com](mailto:darleilavor27@gmail.com), [david002870@hotmail.com](mailto:david002870@hotmail.com), [jorgebritojr@gmail.com](mailto:jorgebritojr@gmail.com)

### ABSTRACT

This research has the objective of comparing the physical and mechanical properties of two large aggregates used in the city of Manaus: gravel 0 and rolled pebbles and their behavior in the manufacture of concrete for various purposes. The tests performed and the dosing of the traces for this evaluation are in accordance with the specifications of the ABNT / NBR technical standards used as references. In the characterization of the materials were carried out analyzes of granulometry, specific mass, unit mass, water absorption, and compressive strength at 07, 28 and 63 days according to the curing of samples denominated as T1 and T2. The results showed a similar behavior between the materials, both in the physical behavior and in the mechanical analysis of the samplings. The fact that the pebble is more abundant and have a more affordable price in our region makes the use of this material more feasible, both in small and medium buildings, which does not have such strict technological control.

**Keywords:** Concrete, brita 0, rolled pebble, technological control.

## Estudo comparativo das propriedades físicas e mecânicas entre o concreto convencional utilizando brita 0 e seixo rolado da cidade de Manaus-Am

### RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo cotejar as propriedades físicas e mecânicas de dois agregados graúdos utilizados na cidade de Manaus: a brita 0 e o seixo rolado e, o comportamento destes na fabricação do concreto para diversas finalidades. Os ensaios realizados e a dosagem dos traços para esta avaliação estão de acordo com as especificações das normas técnicas da ABNT/ NBR usadas como referências. Na caracterização dos materiais foram executadas análises de granulometria, de massa específica, de massa unitária, de absorção de água, e de resistência à compressão aos 07, 28 e 63 dias conforme a cura das amostras denominadas como T1 e T2. Os resultados obtidos revelaram um comportamento semelhante entre os materiais, tanto no comportamento físico quanto na análise mecânica das amostragens. O fato do seixo ser mais abundante e ter um preço mais acessível em nossa região faz com que o uso desse material seja mais viável, tanto em pequenas quanto em médias edificações, do qual não se tem um controle tecnológico tão rigoroso.

**Palavras-Chaves:** Concreto, brita 0, seixo rolado, controle tecnológico.

### I INTRODUÇÃO

A seleção dos materiais apropriados e a dosagem são, sem dúvida, passos importantes para produzir um concreto que atenda

as especificações de resistência e durabilidade na estrutura. Desde os primeiros momentos após a mistura dos elementos constituintes, cimento, areia, água e brita, iniciam-se reações químicas, principalmente entre a água e o cimento, com grande liberação de energia. Esta matriz, como hoje é conhecida, é

considerada a fase mais importante do concreto, pelo comprometimento que ela pode causar, se for manipulada de forma despreziosa, na resistência mecânica do concreto nas primeiras idades e também na durabilidade [1].

Agregados são relativamente baratos e não entram em reações químicas complexas com a água; portanto tem sido usualmente tratados como um material de enchimento inerte no concreto. Entretanto, devido à crescente compreensão do papel desempenhado pelos agregados na determinação de muitas propriedades importantes do concreto, este ponto de vista tradicional, dos agregados como materiais inertes estão sendo seriamente questionados [2].

Hoje eles representam cerca de oitenta por cento do peso do concreto e sabemos que além de sua influência benéfica quanto à retração e à resistência, o tamanho, a densidade e a forma dos seus grãos podem definir várias das características desejadas em um concreto [3]. Antes tido como um material inerte, o agregado passou a ser visto não só como um componente do concreto, mas sim um elemento capaz de influenciar o desempenho do concreto. Assim, quando esta influência passou a ser conhecida cuidou-se melhor da seleção dos agregados, sempre levando em consideração o ambiente de inserção da estrutura de concreto que estará sendo produzida [4].

As características dos agregados que são importantes para a tecnologia do concreto incluem porosidade, composição granulométrica, absorção de água, forma e textura superficial das partículas, resistência à compressão, módulo de elasticidade e os tipos de substâncias deletérias presentes. Estas características derivam da composição mineralógica da rocha matriz (que é afetada pelos processos geológicos de formação da rocha), das condições de exposição às quais a rocha foi submetida antes de gerar o agregado, e dos tipos de operação e equipamento usados para a produção do agregado [2]. Considerando que grande parte do volume de concreto é ocupado pelos agregados, é de se considerar que suas propriedades físicas e químicas vão interferir significativamente nas propriedades do concreto [5]. As propriedades físicas e químicas dos agregados e das misturas ligantes são essenciais para a vida das estruturas (obras) em que são usados. São inúmeros os exemplos de falência de estruturas em que é possível chegar-se à conclusão que a causa foi a seleção e o uso inadequado dos agregados [6].

Os agregados devem ser adaptados a certas normas para um uso otimizado em engenharia: limpos, duros, resistentes, duráveis, com partículas livres de substâncias ou camadas de argilas e livres e outros materiais finos em quantidades que poderiam afetar a hidratação e a ligação com a pasta de cimento [7].

De acordó com [8], as propriedades do concreto dependem das propriedades de seus componentes (matriz da pasta e agregados e das interações entre eles), a diferença de dureza entre os agregados e a matriz da pasta produz concentração de tensões nas interfaces que podem diferir das tensões do material, com a possibilidade de ocorrer formações de fissuras no concreto, nas argamassas e nas partículas dos agregados, sendo esses efeitos intensificados com o aumento do tamanho do agregados, especialmente quando esse valor for maior do que 5 mm (agregado graúdo).

Para [9] os agregados devem ser compostos por grãos de minerais duros, compactos, estáveis, duráveis e limpos, e não devem conter substâncias de natureza e em quantidade que possam afetar a hidratação e o endurecimento do cimento, a

proteção da armadura contra a corrosão, a durabilidade ou, quando for requerido, o aspecto visual externo do concreto.

Segundo [10] a trabalhabilidade de um concreto fresco pode ser influenciada por diversos fatores, como as características do cimento e dos agregados presentes na mistura, a presença de qualquer adição química e mineral, a sinergia entre os vários materiais constituintes etc. Assim, diversos fatores devem ser considerados e a situação é posteriormente complicada pelo fato de que existem interações entre eles, isto é, os fatores não são independentes um dos outros em seus efeitos.

## II REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### II.1 CARACTERÍSTICAS DOS AGREGADOS PARA O CONCRETO

Agregado é um material particulado ou granular, incoesivo, geralmente inerte (não tem atividade química), e constituído de partículas que cobrem uma extensa gama de tamanhos. Suas dimensões e propriedades são adequadas para preparação de argamassa ou concreto [11].

A ABNT NBR 7211 fixa as características exigíveis na recepção e produção de agregados, miúdos e graúdos, de origem natural, encontrados fragmentados ou resultante da britagem de rochas. Dessa forma, define areia ou agregado miúdo como areia de origem natural ou resultante do britamento de rochas estáveis, ou a mistura de ambas, cujos grãos passam pela peneira ABNT de 4,8 mm e ficam retidos na peneira ABNT de 0,075 mm. Define ainda agregado graúdo como pedregulho ou brita proveniente de rochas estáveis, ou a mistura de ambos, cujos grãos passam por uma peneira de malha quadrada com abertura nominal de 152 mm e ficam retidos na peneira ABNT de 4,8 mm. Outro fator que define a classificação dos agregados é sua massa específica aparente, onde podemos dividi-los em leves (argila expandida, pedra-pomes, vermiculita), normais (pedras britadas, areias, seixos) e pesados (hematita, magnetita, barita).

### II.2 A IMPORTÂNCIA DO CONTROLE TECNOLÓGICO DOS AGREGADOS

Para [12] é de fundamental importância que se conheça as propriedades físicas dos agregados para atingir o nível de qualidade exigido para o concreto desejado. Com a granulometria não é diferente, pois tal propriedade irá ajudar a definir escolhas importantes no processo de fabricação do concreto [6] O uso de agregados inadequados tem causado rápida deterioração de concreto de cimento portland em condições severas de temperatura. Pelo mesmo motivo, o material ligante em pavimento asfáltico pode se descolar das partículas dos agregados, provocando rápida deterioração do pavimento. Portanto, uma seleção adequada dos agregados é essencial para atingir a uma desejada performance da estrutura.

Segundo [13] como pelo menos três quartas partes do volume do concreto são ocupadas pelos agregados, não surpreende que a sua qualidade seja de considerável importância. O agregado não só pode influenciar a resistência do concreto, pois agregados com propriedades indesejáveis podem não apenas produzir um concreto pouco resistente, mas também podem comprometer a durabilidade e o desempenho estrutural do concreto.

Devido à importância dos agregados dentro da mistura, vários são os ensaios necessários para sua utilização e servem para definir sua granulometria, massa específica real e aparente, módulo de finura, torrões de argila, impurezas orgânicas, materiais pulverulentos, etc. [3].

### III MATERIAIS E MÉTODOS



Figura 1: Agregados expostos e separados conforme a granulometria - a) Pó de brita; b) Brita 0; c) Areia; d) Seixo Rolado.  
Fonte: Autores, (2018).

#### III.1 CARACTERÍSTICA DO CIMENTO

Na utilização do cimento, optou-se pelo modelo CP II-E-32 da marca MIZU. A opção por esse tipo de cimento é devido ao baixo custo encontrado e por se tratar de um material que funciona tanto para concreto simples quanto para concreto armado, o fato do cimento CP II – E ser um dos cimentos mais utilizados nas construções em nossa região mostrou ser o material mais adequado para esta pesquisa.

Para analisar as características do cimento selecionado para este trabalho, foram utilizados os seguintes procedimentos:

- Determinação da massa específica; NBR 16605 – Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica, de 2017;
- Determinação da Finura; NBR 11579 - Cimento Portland — Determinação do índice de finura por meio da peneira 75 µm (nº 200), de 2012;
- Determinação da pasta de consistência normal; NBR 16606 - Determinação da pasta de consistência normal, de 2017;
- Determinação dos tempos de pega; NBR 16607 - Cimento Portland - Determinação do tempo de pega, de 2017.

#### III.2 AGREGADOS: MIÚDO E GRAÚDO

Os procedimentos usados para as análises de caracterização e qualidade dos agregados miúdos e graúdos destinados à produção dos concretos analisados foram embasados conforme as normas NBR 7211/2005 e 7211/2009 - Agregados para concreto – Especificação.

A areia usada, o seixo e a brita foram comprados em uma loja de materiais de construção da cidade de Manaus, abaixo segue a relação das NBR utilizadas como embasamento para caracterização dos agregados.

- NBR NM 248:2003 - Agregados - Determinação da composição granulométrica;
- NBR NM 45:2006 - Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios;
- NBR NM 46:2003 - Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 µm, por lavagem;
- NBR NM 52:2009 - Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente;
- NBR NM 53:2009 - Agregado graúdo - Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água.

As análises granulométricas dos agregados foram realizadas no agitador de peneiras disponibilizado pelo Centro universitário do norte da marca Lab1000, obedecendo a norma NBR NM 248:2003.



Figura 2: Agitador de peneira utilizado para a análise e caracterização dos agregados graúdo e miúdo (areia, brita e seixo).  
Fonte: Autores, (2018).

#### III.3 MOLDAGEM, CURA E RUPTURA DE CORPOS DE PROVA

No processo de moldagem e cura úmida dos corpos-de-prova, às premissas técnicas estabelecidas seguiram a NBR 5738:2015 - Concreto — Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Atentando atenciosamente para o preparo dos moldes, controle geométrico e dimensão ambos com 20 centímetros de altura e 10 de diâmetro, adensamento, moldagem, manuseio, transporte e cura úmida inicial após 24 horas de moldados.



Figura 3: Corpos de prova de concreto endurecido, 24 horas pós moldagem no tamanho 10/20 cm seguindo as especificações.

Fonte: Autores, (2018).

As rupturas dos corpos-de-prova foram realizadas com o auxílio da prensa elétrica (I3025-B) da marca CONTENCO, obedecendo a norma NBR 5739:2007.



Figura 4: Prensa hidráulica utilizada para ruptura de corpos de prova de concreto.

Fonte: Autores, (2018).

#### IV RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a caracterização dos materiais, a dosagem do mesmo foi encontrada de acordo com o método da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) e resultou em um traço de referência igual a 1:1,68:2,13:0,50.

Tabela 1: Informações preliminares para a dosagem do concreto, caracterização necessária dos agregados.

CIMENTO	
Resistência normal aos 28 dias (MPa)	32
Massa específica (Kg/m <sup>3</sup> )	3100,96
AGREGADO MIÚDO	
Módulo de finura	2,51
Massa específica Areia (Kg/m <sup>3</sup> )	2620,0
Massa unitária Areia (Kg/m <sup>3</sup> )	1560,0
AGREGADO GRAÚDO (BRITA)	
Dimensão Máxima característica (mm)	12,5
Massa específica Brita (Kg/m <sup>3</sup> )	2770,0
Massa unitária Brita (Kg/m <sup>3</sup> )	1531,0
AGREGADO GRAÚDO (SEIXO)	
Dimensão Máxima característica (mm)	12,5
Massa específica Seixo (Kg/m <sup>3</sup> )	1980,0
Massa unitária Seixo (Kg/m <sup>3</sup> )	1827,0

Fonte: Autores, (2018).

#### IV.1 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DOS AGREGADOS GRAÚDO

Para compor o quadro de dosagem dos traços estudados nesta pesquisa a primeira etapa de avaliação e comparação física dos agregados se deu na análise granulométrica dos materiais. Na coluna referente a porcentagem retida observa-se um comportamento parecido em ambos os materiais, como mostram as tabelas 2 e 3.

Tabela 2: Análise granulométrica do agregado graúdo (brita) para análise física e caracterização do traço – T1 BRITA.

Análise granulométrica da BRITA				
PENEIRA	MASSA RETIDA 1 e 2 (g)	MÉDIA	% RETIDA	
12,50mm	10,9	13,6	12,25	2,45
9,5mm	43,2	71,7	57,45	11,53
4,75 mm	294,4	283,0	288,7	57,84
2,0 mm	131,0	114,5	122,75	24,59
1,18 mm	4,8	5,4	5,1	1,02
600µm	4,1	3,1	3,6	0,72
300µm	2,9	1,0	1,95	0,39
150µm	2,5	1,0	1,75	0,35
FUNDO	4,8	6,40	5,6	1,12
TOTAL	498,6	499,7	499,15	100,0

Fonte: Autores, (2018).

Tabela 3: Análise granulométrica do agregado graúdo (seixo) para análise física e caracterização do traço – T2 BRITA.

Análise granulométrica do SEIXO			
PENEIRAS	MASSA RETIDA 1 e 2 (g)	MÉDIA	% RETIDA
12,50mm	14,1	15,7	14,9
9,5mm	137,0	110,7	123,85
4,75 mm	214,1	205,3	209,7
2,0 mm	112,8	136,2	124,5
1,18 mm	4,4	6	5,2
600µm	3,5	5,4	4,45
300µm	4,6	7,4	6
150µm	5,7	8,3	7
FUNDO	3,7	4,70	4,2
TOTAL	499,9	499,7	499,8

Fonte: Autores, (2018).

Na figura 5 é possível observar o gráfico do comportamento dos materiais em uma analogia entre o número de peneiras da série normal e a porcentagem retida em cada etapa da verificação granulométrica.

Ao fim da análise obteve-se um diâmetro máximo de 12,5 milímetros para ambas as amostras.

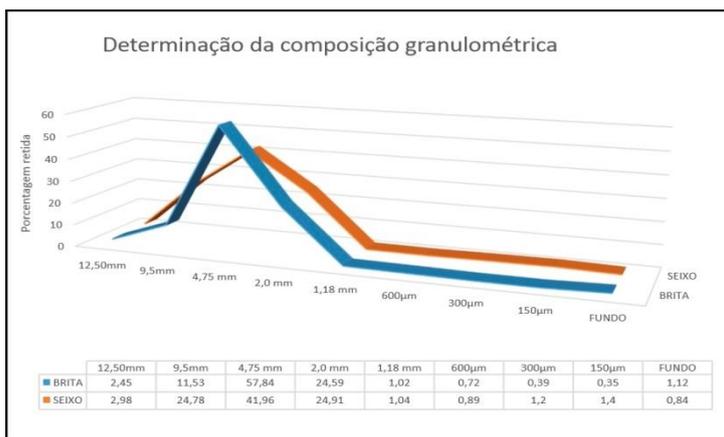


Figura 5: Gráfico da análise granulométrica: comparação do percentual retido entre as peneiras da série normal .  
Fonte: Autores, (2018).

#### IV.2 ANÁLISE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA POR IMERSÃO DOS CORPOS DE PROVA

A Tabela 4 e Figura 6 apresentam os resultados do ensaio de absorção de água em ambos os traços analisados nesta pesquisa.

Tabela 4: Análises dos corpos de prova de absorção de água conforme suas idades de cura

ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA						
(CPs) Corpos de prova	Massa Seca g	Massa Úmida g	Absorção g	Teor de Absorção	MÉDIA	
07 dias	CPI - BRITA	3723,0	3756,8	33,8	0,91	1,07
	CP2 - BRITA	3717,4	3762,9	45,5	1,22	
28 dias	CP3 - BRITA	3719,8	3764,2	44,4	1,19	1,16
	CP4 - BRITA	3721,4	3763,6	42,2	1,13	
07 dias	CP1 - SEIXO	3619,7	3655,1	35,4	0,98	0,95
	CP2 - SEIXO	3640,0	3673,4	33,4	0,92	
28 dias	CP3 - SEIXO	3636,6	3675,7	39,1	1,08	1,06
	CP4 - SEIXO	3623,8	3661,3	37,5	1,03	

Fonte: Autores, (2018).

Na observação do traço um T1-BRITA observou-se uma média de 0,09% de absorção entre as etapas. No segundo traço T2-SEIXO observou-se uma diferença de 0,11% entre os dias de observação. Em seguida foi verificado uma comparação entre as duas amostras e a etapa de análise para este teste dividiu-se em duas: A 1ª análise foi aos sete dias de imersão dos corpos de prova, o resultado do teste entre os traços um T1 com o traço dois T2 mostrou uma diferença de 0,12% de absorção, já na 2ª etapa aos 28 dias a diferença foi de 0,1%.

O resultado da comparação dos traços nos diferentes dias de observação é possível notar claramente na figura 6 onde podemos verificar que o traço dois T2 possui uma menor absorção de água.

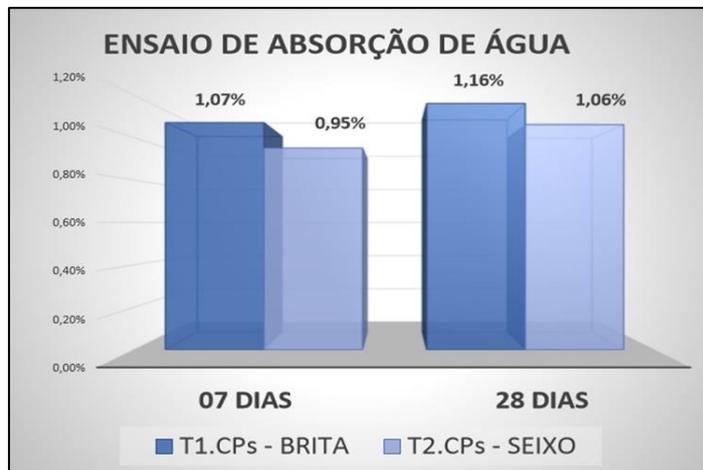


Figura 6: Gráfico do ensaio de absorção de água dos corpos de prova dos traços T1 e T2, de acordo com a tabela 4.  
Fonte: Autores, (2018).

#### IV.3 ANÁLISE DA RESISTENCIA À COMPRESSÃO AXIAL DOS CORPOS DE PROVA

A resistência à compressão é dada através da ruptura dos corpos de prova que para este trabalho se deu em 7 e 28 dias após o período de cura das amostras. O resultado de cada Cp = corpo de prova é expresso pela prensa hidráulica em Kgf (quilograma-força), após a coleta de dados, cada valor foi convertido em Mpa para assim ser feita a comparação das duas amostras. Todos os traços produzidos apresentaram crescimento em ambas as etapas, além de apresentarem a resistência mínima para concreto de uso estrutural de acordo com a NBR 6114.

Os resultados apresentados na tabela 5 e figura 7 correspondem as análises dos concretos endurecidos e analisados. Ambas as amostras foram dosadas e confeccionadas com os dados fornecidos na figura 5 após caracterização dos agregados.

A nomenclatura dos traços se deu da seguinte forma:

Traço um = T1 – BRITA

Traço dois = T2 – SEIXO.

Tabela 5: Tabela da resistência à compressão dos corpos de prova de concreto, conforme as idades e a média aritmética em Mpa

Resistência à compressão AXIAL		
TRAÇO	Carga de ruptura (Kgf)	
	07 DIAS	28 DIAS
T1 - BRITA	26920,0	31470,0
	27750,0	35950,0
T2 - SEIXO	25720,0	32770,0
	24390,0	31820,0
Resistência à compressão (Mpa)		
T1 - BRITA	34,29	42,63
	35,35	45,79
T2 - SEIXO	32,75	41,72
	31,06	40,51
Resistência média entre as amostras (Mpa)		
T1 - BRITA	34,82	44,21
T2 - SEIXO	31,91	41,12

Fonte: Autores, (2018).

A tabela 5 demonstra a ruptura de cada traço de concreto confeccionado, a carga aplicada em (kgf) e a resistência mecânica em (Mpa) de acordo com cada idade de cura dos corpos de prova; e a figura 7, a demonstração em blocos da resistência à

compressão para cada traço de concreto. Na figura 7 pode-se observar que mesmo com o traço dois (Seixo) estando com a resistência aos 28 dias abaixo do traço um (Brita), ambos os experimentos se encaixam dentro do padrão estabelecido para esta pesquisa, de 25 MPa.

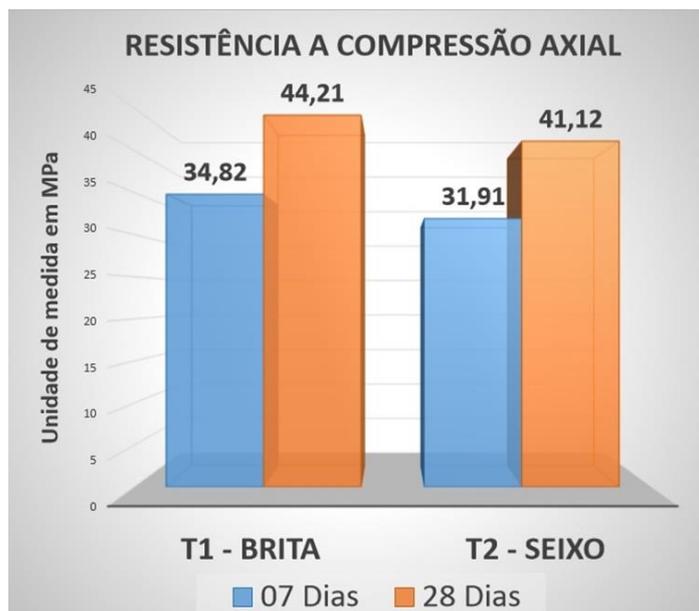


Figura 7: Gráfico da resistência à compressão dos corpos de prova de concreto, conforme as idades e a média aritmética em Mpa disposto em blocos.

Fonte: Autores, (2018).

## V CONCLUSÃO

A busca por soluções e materiais mais viáveis tem crescido nos últimos anos e utilizar produtos de menor valor com o mesmo ou parecido grau de resistência é a chave para a economia e custo final de grandes, médias e pequenas construções. Os agregados representam a maior parte da composição do concreto, exercendo grande influência nas suas propriedades físicas e mecânicas. O desenvolvimento desta pesquisa permitiu verificar que o seixo abundante em nossa região ainda que menos resiste que a brita, é viável e se encaixa nos padrões estabelecidos e no cálculo dosado para a resistência encontrada aos 28 dias.

Então para este estudo nota-se a grande viabilidade em usar o seixo principalmente em pequenas construções por ser um material mais econômico e com resistência aproximada da brita. Verificou-se também a semelhança na caracterização dos materiais, mesmo se tratando de uma comparação entre uma rocha sedimentar (seixo) e uma magmática (brita) o comportamento de ambas é bem semelhante tanto nas características físicas quanto nas análises mecânicas.

## VI. AGRADECIMENTOS

A todos que colaboraram com esta pesquisa, em especial a coordenação do curso de engenharia civil do Centro Universitário do Norte (UNINORTE/ LAUREATE), pela disponibilidade do laboratório de Materiais de Construção, juntamente com o apoio técnico tanto dos professores responsáveis quanto do meu orientador Murilo Santos.

## VII REFERENCIAS

- [1] Mehta, P. K.; Monteiro, P. J. M. “**Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais**” – 1ª Edição – Ed. Pini, São Paulo, 1994.
- [2] Bernardi, T. **Materiais de Construção II**. Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Joinville, 2006. METHA, P. K. E MONTEIRO, P. J. M. – Concreto, estrutura, propriedades e materiais. Editora PINI. Edição 1. 2000.
- [3] Portal do Concreto – **Agregados para concreto**. Disponível em:<<http://www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/agregado.html>>. Acessado em Abril de 2018.
- [4] Neto, C.S., “**Agregados para concreto**”, Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações- IBRACON, 2005, São Paulo.
- [5] Alhadas, M. F. S. **Estudo da influência do agregado graúdo de diferentes origens mineralógicas nas propriedades mecânicas do concreto**. Belo Horizonte, 2008. [Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia – Programa de Pós Graduação em Construção Civil].
- [6] Valverde, F. M. **Agregados para construção civil**. 2001. Balanço Mineral Brasileiro. Disponível em:<<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes-economia-mineral/arquivos/agregados-para-contrucao-civil.pdf>>. Acessado em Abril de 2018.
- [7] Neto, B. B. P.; Oliveira, D. R. C.; Ramos, D. **Efeitos do tipo, tamanho e teor de agregado graúdo no módulo de deformação do concreto de alta resistência**. Revista Matéria. v.16, n.2, 690-702p, 2001.
- [8] Giaccio, G., Rocco, C., Violini, D., Zappitelli, J., Zerbino R., “**High strength concretes incorporating different course aggregates**”, ACI Materials Journal, v. 89, n. 3, pp. 292 – 246, 1992.
- [9] Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Agregados para concreto - Especificações**. NBR 7211. Rio de Janeiro 2005.
- [10] Castro, A. L. de; Liborio, J. B. L. **A Influência dos agregados sobre o comportamento do concreto de alto desempenho no estado fresco**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONCRETO, 48., 2006, Rio de Janeiro. Anais... [CD-ROM]. 10p.
- [11] Bauer, F.L.A. **Materiais de Construção**. 5ed. São Paulo: LTC, Editora S.A., 1995. V.1.
- [12] Azevedo, F. F.; Martins, R. H. B.; Paranaíba, N. S. C. T.; Olivo, J. S. **Agregados miúdos: a importância dos agregados miúdos no controle tecnológico do concreto**. Revista Conexão Eletrônica. Três Lagoas, MS. 2017. v.14, n.1, 2079-2086p.
- [13] Neville, A. M., **Propriedades do Concreto**. São Paulo: PINI, 1997. 828p. PETRUCCI, E. Concreto de cimento Portland. Porto Alegre: Ed. Globo, 1982. 307p.
- [14] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5732 – **Cimento Portland comum**. Rio de Janeiro, 2014.