

**Estudo do Massará lavado no processo de dosagem do concreto**  
**Study of washed Massará in the concrete dosing process**  
**Estudio de Massará lavado en el proceso de dosificación de hormigón**

Recebido: 18/05/2020 | Revisado: 24/05/2020 | Aceito: 26/05/2020 | Publicado: 08/06/2020

**Francisca das Chagas Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6262-9125X>

Instituto Federal do Piauí, Brasil

E-mail: francisca.mat@hotmail.com

**Francisco Arlon de Oliveira Chaves**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5503-0923>

Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil

E-mail: arlonoliv@hotmail.com

**Marcelo Henrique Dias Sousa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8146-4565>

Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil

**Evandro de Carvalho Ribeiro**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6972-7644>

Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil

E-mail: evribeiro55@gmail.com

**Milton de Sousa Falcão**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2560-8114>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: sf.milton@gmail.com

**Resumo**

Tendo em vista que a areia utilizada como agregado miúdo no concreto fabricado na Cidade de Teresina é toda advinda dos rios Poti e Parnaíba, e o massará extraído da lavagem do material que dá origem ao seixo encontrado em jazidas. O presente trabalho tem como objetivo a caracterização mecânica dos materiais que compõe o concreto, utilizando o massará lavado como agregado miúdo, obedecendo às mesmas proporções de agregados, água e cimento CP IV-32RS para o concreto convencional. Realizou-se os ensaios de granulometria,

abatimento tronco de cone e compressão axial de corpo de provas cilíndrico. Após a realização de todos os procedimentos observou-se que os resultados alcançados têm similaridade de resistência à compressão, quando comparado à dosagem de concreto convencional, comprovando que é possível utilizar o massará lavado como uma alternativa de agregado miúdo para a produção de concreto.

**Palavras-chave:** Areia grossa; Massará lavado; Concreto.

### **Abstract**

Bearing in mind that the sand used as fine aggregate in the concrete manufactured in the City of Teresina comes entirely from the Poti and Parnaíba rivers, and the massara extracted from washing the material that gives rise to the pebble found in deposits. The present work aims at the mechanical characterization of the materials that make up the concrete, using the washed massará as fine aggregate, obeying the same proportions of aggregates, water and CP IV-32RS cement for conventional concrete. The particle size tests, cone trunk reduction and axial compression of cylindrical specimens were performed. After carrying out all the procedures, it was observed that the results achieved have similar compressive strength when compared to conventional concrete dosing, proving that it is possible to use the washed massará as an alternative of fine aggregate for the production of concrete.

**Keywords:** Coarse sand; Washed pasta; Concrete.

### **Resumen**

Teniendo en cuenta que la arena utilizada como agregado fino en el concreto fabricado en la Ciudad de Teresina proviene enteramente de los ríos Poti y Parnaíba, y la masasa se extrae del lavado del material que da lugar al guijarro que se encuentra en los depósitos. El presente trabajo apunta a la caracterización mecánica de los materiales que conforman el concreto, utilizando el massará lavado como agregado fino, obedeciendo las mismas proporciones de agregados, agua y cemento CP IV-32RS para concreto convencional. Se realizaron pruebas de granulometría, reducción del tronco cónico y compresión axial de la muestra cilíndrica. Después de llevar a cabo todos los procedimientos, se observó que los resultados logrados tienen una resistencia a la compresión similar en comparación con la dosificación de concreto convencional, lo que demuestra que es posible usar el massará lavado como una alternativa de agregado fino para la producción de concreto.

**Palabras clave:** Arena gruesa; Massará lavado, Hormigón.

## 1. Introdução

Atualmente o setor da construção civil no Brasil percorre um amplo progresso, em obras de pequeno ao grande porte sendo executadas em todo o território nacional, como shopping centers, prédios comerciais e habitacionais, pontes, viadutos, grandes condomínios, ampliação e duplicação de rodovias e esta realidade se deve à facilidade de crédito e programas que o governo federal criou, disponibilizando recursos financeiros para a execução de grande número de atividades da construção civil, proporcionando avanços e melhorias para o país em curto tempo (Alves & Dreux, 2015).

Com a recuperação a passos lentos da crise que começou no mercado imobiliário americano e acabou afetando a construção civil brasileira em 2008, é importante ressaltar que devido à expansão que o setor da construção civil teve no ano de 2018, a potência desse mercado reaquece muitos setores do mercado. Imediatamente, empresas que prestam serviços relativos à construção civil reagiram proveitosamente ao progresso. São empreendimentos responsáveis desde a sondagem do solo, produção, beneficiamento e entrega de material. Algumas dessas empresas aprenderam a buscar alternativas de produção de materiais com custo menor, para continuar atuando no mercado regional (Nascimento, Vieira, Barroso & Lopes, 2015).

A natureza se encarregou de disponibilizar uma grande quantidade de materiais para que o homem possa fazer uso. Os processos geológicos com seu tempo infinitamente longo e sua ação amplamente distribuída deram origem às principais matérias-primas, dentre as quais se observam os materiais cerâmicos de composição argilosa, provenientes da decomposição de rochas por intemperismos físicos e químicos (Gouveia, 1999).

Para a produção do concreto é utilizado cimento, agregado e água, em algumas composições também pode ser adicionado o uso de aditivos químicos como forma de atingir características específicas. Os aditivos são produtos empregados na produção de concreto e argamassa de cimento, para alterar as propriedades no estado fresco ou endurecido, suas particularidades são o aumento da trabalhabilidade ou plasticidade, redução no consumo de cimento, alteração no tempo de pega, diminuição ou aumento da durabilidade do material (Bauer, 2014).

De acordo com Correia Filho (1997), o massará é um termo bem regional, bastante conhecido no entorno de Teresina capital do Estado do Piauí. É um material ligante, de pouca consistência, facilmente desagregável, contendo seixos brancos de sílica bem arredondados, utilizado como material construtivo componente da argamassa e é processado por tamisação

(peneiramento), no qual o pedregulho existente é utilizado na fabricação do concreto convencional.

Em função das propriedades ligantes, tem uso diversificado no setor da construção civil. A sua matriz areno argilosa é largamente utilizada como aglomerante nas argamassas para assentamentos e revestimentos, e o seixo resultante do peneiramento é, por sua vez, bastante utilizado como agregado graúdo para a produção do concreto. Buscando a produção mais econômica do concreto convencional e sob as mesmas condições de uso, surgiu à idéia de utilizar o massará como agregado, substituindo o uso da areia na composição do material (Petrucci, 1975).

Um dos maiores desafios para quem utiliza à areia dos rios nas composições do concreto é o aumento do seu valor nos períodos de grandes chuvas, pois sua extração é feita com grande dificuldade em virtude da incapacidade de dragagem do resíduo. Do lado oposto, o massará é obtido através do processo de lavagem do material extraído de jazidas, onde é separado do seixo, ao final deste processo, o massará é lavado novamente para retirar os finos que compõem este material e com isso é obtido o massará lavado, que é comercializado com preço bem a baixo comparado com a areia (Correia Filho, 1997).

O massará é obtido através do processo de lavagem do material extraído de jazidas, onde é separado do seixo, onde ao final deste processo, o massará é lavado novamente para retirar os finos que compõem este material e com isso é obtido o massará lavado, que é comercializado com preço bem a baixo comparado com a areia (Correia Filho, 1997).

Segundo Santiago (2007), a tecnologia do concreto envolve várias fases. Uma dessas é a definição de dosagem ou traço, que deve atender as condições especificadas. O concreto fresco busca ter uma trabalhabilidade adequada às condições de utilização definidas pelo transporte, lançamento e adensamento. A dosagem do concreto tem que atender a uma mistura econômica com características capazes de satisfazer às condições de serviço e dos materiais disponíveis.

Partindo desse pressuposto, esta pesquisa tem como objetivo demonstrar a possibilidade de utilização do massará lavado como agregado miúdo de tal forma que não altere as características físicas e mecânicas do concreto, tendo em vista que a areia utilizada no traço de concreto na região de Teresina é em sua maior parte proveniente dos rios Poti e Parnaíba e sua extração causa prejuízos ao meio ambiente, como a incidência de processos erosivos e alteração do curso d'água dos rios.

## **2. Revisão Bibliográfica**

### **2.1 Agregado Miúdo**

Para Neville (1982) os agregados são materiais granulares sem forma e volume definidos, geralmente inertes e com dimensões e propriedades adequadas para o uso na construção civil. Para poder ser utilizado o agregado deve ter uma boa resistência mecânica à compressão e abrasão e uma boa durabilidade, apresentando boa resistência a elementos agressivos, além de não possuir substâncias deletérias.

Areia é um agregado miúdo que resulta da fragmentação de rochas como granito, gnaisse, basalto, sílica, quartzo e calcário e, segundo a NBR 7211/2009 - Agregados para Concreto, deve passar por peneira com abertura de malha de no máximo 4,8 mm. Pode ser obtida de fontes naturais, como leitos de rios, ou industrializada, decorrente de britagem. A reciclada, proveniente de demolição, ainda é pouco usada e exige checar se há contaminação com metais, madeiras, cerâmica ou impurezas (Carrión, 2001).

Através da composição granulométrica de uma areia pode-se definir sua dimensão máxima característica que corresponde à abertura nominal da malha da peneira de série normal ou intermediária, na qual o agregado fica retido em valor igual ou inferior a 5% segundo a NBR 7211/2009, e pode-se estabelecer seu módulo de finura que é a soma das porcentagens retidas acumuladas, nas peneiras de série normal. O conhecimento da quantidade de material pulverulento é extremamente importante, pois o excesso deste material prejudica a aderência entre a pasta de cimento e a argamassa e aumenta o consumo de água devido maior superfície de contato, ocasionando uma diminuição da resistência de concretos e argamassas (Andrade et al., 2020).

### **2.2 Agregados Alternativos para Concreto**

Muito já se tem feito para utilizar agregados alternativos no concreto, a utilização da argila expandida na formação de concreto leve é uma delas que além de diminuir consideravelmente o peso, também diminui significativamente os custos, mostrando-se como um material cada vez mais vantajoso se comparada à utilização de estruturas em concreto convencional, esse tipo de agregado leve se apresenta em forma de bolinhas de cerâmica leves e arredondadas, com uma estrutura interna formada por uma espuma cerâmica (CINEXPAN, 2020).

O pó de brita possui várias vantagens, pelo fato de sua utilização eliminar um rejeito do processo de britagem dando um fim adequado, de reduzir os danos causados pela exploração, muita das vezes, indiscriminada da areia natural nos leitos dos rios oferecendo ao construtor uma alternativa diferente do emprego apenas da areia natural na confecção de concreto simples. A vantagem econômica está no valor unitário do metro cúbico que por ser menor garantiu a elaboração de uma composição de preço unitária com custos mais baixos se comparado a uma composição de preço de concreto confeccionado apenas com areia natural de rio (Menossi, 2004).

Estudos já realizados demonstraram que o pó de pedra possui essas qualidades exigidas, por possuir uniformidade de suas propriedades. A trabalhabilidade e por consequência a resistência à compressão, são influenciadas pelo formato que os grãos possuem. O pó de pedra também melhora essas duas características, pois possuem partículas equidimensionais (Tanno & Sintoni, 2003).

De acordo com Moravia (2006), a argila expandida é um material cerâmico refratário fundido a temperaturas de até 1.250°C, o que explica a ausência de matéria orgânica em sua composição e a não emissão de gases tóxicos quando exposto a altas temperaturas. Sendo assim, o produto possui baixos coeficientes de condutividade, o que permite uma alta resistência ao fogo e evita a propagação de chamas.

### **2.3 Massará**

É um material cerâmico, geralmente de textura areno argiloso encontrado em grandes volumes na cidade de Teresina, capital do Estado do Piauí, que quando era associado ao cimento portland, formava a argamassa para assentamento e reboco na construção civil, deixando de ser utilizada por problemas de durabilidade nas obras. O massará, objeto de estudo deste trabalho, é um material muito empregado como aterro e outras atividades sem relevância na atualidade, com isso, seu valor de comercialização é baixo, pois os construtores não acham empregabilidade importante para esse material nas obras (Correia Filho, 1997).

O massará é um material coeso e formado por camadas de seixos numa matriz areno argilosa, juntamente com o material de granulometria mais fina encontrado nas camadas superiores, permanece, pois, até os dias atuais, como material estratificado em acamamentos, os quais já sofreram litificação e são continuamente dissecados por processos erosivos, principalmente por águas pluviais (Pinheiro, 1989).

O uso do massará foi tão difundido na região de Teresina que a prefeitura da capital implantou um programa denominado “Massará do Povo”, de cunho puramente social e político. O programa objetivava atender a população de baixa renda, na construção de casas populares. A prefeitura, através desse programa, fornecia gratuitamente o massará e outros materiais, sendo que a própria população, em regime de mutirão ou isoladamente, construía suas casas (Correia Filho, 1997).

Há quase duas décadas, a maioria dos pontos de extração de massará e seixos ao redor de Teresina utilizavam métodos rudimentares de extração, caracterizando uma típica atividade garimpeira, sendo que o desmonte era feito com picaretas e alavancas. Porém, nos últimos anos, os investimentos em recursos tecnológicos nos equipamentos usados para a extração de minerais voltados para a construção civil foram evoluindo, sendo utilizados, atualmente, equipamentos mecânicos, que visam à extração a seco, a exemplo das pás carregadeiras com comando hidráulico. O descarregamento é realizado por trabalhadores braçais, com uso de pás, quando o transporte é realizado por caminhões com carroceria de madeira, ou depositados diretamente no local quando são usados caminhões tipo caçamba (Levy, 1997).

### **3. Metodologia**

Por meio da pesquisa de campo como preconiza Pereira et al. (2018), realizou-se a visita a uma beneficiadora de seixo e areia, localizada na cidade de Teresina-PI, com o objetivo de se obter o material necessário para ser iniciado o estudo de comparação dos agregados miúdos para a composição do concreto. Além da areia grossa e do massará lavado como agregados miúdos, também foram utilizados brita como agregado graúdo, cimento Portland e água para se realizar as dosagens de concreto e, com isso, obter-se o material para serem iniciadas as comparações conforme a ABNT 7211/2009

O presente estudo tem como finalidade a obtenção de um traço de concreto composto por massará lavado como agregado miúdo. Os ensaios de granulometria, abatimento tronco de cone e compressão axial foram aplicados para comprovar a eficácia na utilização desse material. Os ensaios ocorreram no laboratório de uma empresa de fornecimento de concreto usinado, localizada na região norte da cidade de Teresina-PI e no laboratório de solos e concreto do Centro Universitário Santo Agostinho- UNIFSA entre os meses de janeiro a março de 2018. Foram moldados 8 tipos de corpos de prova dos quais 4 possui em sua composição por areia grossa e os outros 4 possui em sua composição massará lavado com traços de concreto utilizando diferentes dosagens de aditivos plastificantes para observar qual

composição apresentaria maior resistência à compressão nas idades de 7 e 28 dias Os dados foram coletados pelos resultados obtidos nos ensaios de compressão dos corpos de prova, pois assim foi possível comparar as vantagens e as desvantagens que ocorreram com a utilização do massará lavado em substituição à areia grossa no traço do concreto, verificando-se sempre que a amostra de concreto deve ter resistência, trabalhabilidade e um custo-benefício dentro dos parâmetros para se tornar utilizável nas obras.

#### **4. Resultados e Discussão**

Neste item são apresentados os resultados e discussões acerca da utilização do massará lavado em substituição a areia grossa como agregado miúdo no traço de concreto.

##### **4.1 Ensaios de Granulometria**

O ensaio de granulometria é o processo utilizado para a determinação da porcentagem em peso que cada faixa especificada de tamanho de partículas representa na massa total ensaiada. O massará lavado e a areia foram ensaiados em conformidade com as NBR 7211/2009 e NBR NM 248/2003.

As amostras de agregados foram coletadas conforme a NBR NM 26/2009. O massará passou por um processo de lavagem na peneira de nº 200 (0,074mm) extraindo todo o material pulverulento de sua composição. Logo após permaneceu em estufa para secagem durante um período de 24 horas, utilizou-se a série normal com peneiras de malha circular conforme Figura 1, seguindo todos os parâmetros das normas NBR NM 248/2003 e NBR NM ISO 3310-1/2010.

**Figura 1**– Jogo de peneiras usado para a análise granulométrica.



Fonte: Autor (2018).



As amostras usadas nos dois ensaios têm peso de 2000g, passaram por um processo de secagem em estufa, depois foram peneiradas nas malhas de números 3,8mm; 4mm; 8mm; 16mm; 30mm; 50mm e 100mm. A caracterização serve para compará-lo com outros elementos envolvidos no traço de concreto. Diante do resultado, observou-se que o massará lavado pode ser comparado à granulometria da areia grossa. O diâmetro máximo é a grandeza associada à distribuição granulométrica do agregado, correspondente à abertura nominal, em milímetros, da malha da peneira da série normal ou intermediária, na qual o agregado apresenta uma porcentagem retida acumulada igual ou imediatamente inferior a 5% em massa. O ensaio de granulometria mostrou que o massará lavado possui seu módulo de finura igual a 2,8, conforme o diâmetro mínimo de 9,5 mm e com esses dados conclui-se que as características desse material podem ser comparadas às da areia grossa com base nos resultados obtidos após ensaio apresentado na Tabela 1.

**Tabela1** – Análise granulométrica do massará lavado.

Peneira		Total Inicial 2000g		Total Retido 1997 g
Nº	mm	Peso Retido (g)	% Retida	% Retida Acumulada
3,8"	9,5	16	0,8	0,8
4	4,8	135	6,76	7,56
8	2,6	286	14,31	21,87
16	1,2	190	9,51	31,38
30	0,6	205	10,26	41,64
50	0,3	733	36,69	78,33
100	0,15	384	19,22	97,55
Fundo		49	2,45	100

Fonte: Autor (2018).

De acordo com a Tabela 2, pode-se observar que o módulo de finura da areia grossa é de 2.0 enquanto o seu diâmetro máximo é de 1,2 mm.

**Tabela 2** – Análise granulométrica da Areia grossa.

Peneira		Total Inicial 2000g		Total Retido 1997 g
Nº	mm	Peso Retido (g)	% Retida	% Retida Acumulada
3,8"	9,5	0	-	0
4	4,8	12	0,60	0,6
8	2,6	21	1,05	1,65
16	1,2	52	2,60	4,25
30	0,6	165	8,26	12,51
50	0,3	1371	68,65	81,16
100	0,15	355	17,78	98,94
Fundo		21	1,06	100

Fonte: Autor (2018).

Com base nos resultados alcançados, mostrou-se que o massará lavado apresenta as características semelhantes às da areia grossa na sua composição e, com isso, pode ser aplicado no traço do concreto sem causar problemas posteriores, tornando as construções mais econômicas e com a mesma qualidade do concreto com agregado miúdo composto com areia grossa.

#### **4.2 Slump test**

A primeira amostra de concreto buscou atender todas as exigências da norma NBR-12655/2015. Composta por cimento CP IV-32 RS, areia grossa retirada do Rio Poti, brita fornecida por uma usina instalada na cidade de Lagoa do Piauí-PI e o aditivo, que é um plastificante multifuncional retardador do início do processo de pega no concreto, age como dispersor das partículas de cimento evitando a sua aglomeração, reduz a tensão superficial da água da mistura, melhora a coesão e a trabalhabilidade da massa de concreto. O cimento utilizado no traço de concreto, aos 28 dias, apresentou uma resistência superior à dos cimentos comuns, inclusive a ambientes agressivos. Para a obtenção do concreto composto com massará lavado, utilizou-se o mesmo traço da primeira amostra e o aditivo para realizar a comparação de forma correta e igualitária, verificando-se todos os resultados obtidos a fim de comprovar se a utilização do massará como agregado miúdo satisfaz as características específicas para sua aplicação em obras.

Tendo em vista que a dosagem do concreto deve conter uma mistura econômica, com característica capaz de atender às condições de serviço, utilizou-se o primeiro traço do

concreto de 25 MPa conforme a composição a seguir buscando-se atender ao padrão especificado em norma, conforme Tabela 3.

**Tabela 3** – Traço utilizando areia como agregado miúdo.

<b>Materiais</b>	<b>Kg</b>	<b>ml</b>
Cimento	4,00	-
Brita	13,93	-
Areia	9,52	-
Aditivo	-	32
Água	-	2273
Total	27,45	2305

Fonte: Autor (2018).

A segunda composição do concreto de 25 MPa (Tabela 4) utilizou-se o massará lavado como agregado miúdo, para verificar se a substituição da areia modificou as características do material.

**Tabela 4** – Traço utilizando massará lavado como agregado miúdo.

<b>Materiais</b>	<b>Kg</b>	<b>ml</b>
Cimento	4,00	-
Brita	13,93	-
Massará	9,52	-
Aditivo	-	32
Água	-	2181
Total	27,45	2213

Fonte: Autor (2018).

Utilizou-se uma máquina betoneira mecanizada para dosagem do concreto convencional nas duas composições, com o material todo homogêneo iniciou o ensaio de consistência pelo método de abatimento do tronco de cone, que mede a consistência e a fluidez do material, permitindo que se controle a uniformidade do concreto. A consistência do abatimento indicará a uniformidade da trabalhabilidade do material que influencia diretamente na sua aplicação.

Nessa etapa realizou-se a determinação de consistência pelo abatimento do tronco de cone, também conhecido como *Slump test*. Neste ensaio, uma massa de concreto é colocada dentro de uma forma tronco-cônica, em três camadas igualmente adensadas, cada uma com 25 golpes, ao final desse ensaio observou-se os seguintes resultados: O concreto dosado com areia grossa (Figura 2) como agregado miúdo obteve um resultado de  $3 \pm 2$  cm e a massa de concreto dosada com massará lavado (Figura 3) também obteve a mesma proporção de  $3 \pm 2$  cm.

**Figura 2** – *Slump test* do concreto utilizando areia grossa como agregado miúdo.



Fonte: Autor (2018).

**Figura 3** – *Slump test* do concreto utilizando massará lavado como agregado miúdo.



Fonte: Autor (2018).

### 4.3 Ensaios de resistência à compressão

Moldou-se 04 (quatro) corpos de prova para o concreto composto com areia grossa e 04(quatro) corpos de provas para o concreto dosado com o massará lavado (Figura 4). Os moldes utilizados de modelo cilíndrico 10 cm de diâmetro x 20 cm de altura. A realização da moldagem seguiu conforme estabelecida pela NBR 7182/2016, colocou-se o material

homogêneo dentro dos moldes em duas camadas, realizando 12 golpes em cada seção com a utilização de haste metálica lisa de 600 mm por 16 mm.

**Figura 4**– Moldagem dos corpos de provas com massará lavado.



Fonte: Autor (2018).

Com as amostras armazenadas em área protegida de interferências climáticas os moldes foram posicionados em base regularizada e plana, ao final do processo de moldagem os corpos de provas permaneceram por 24 horas, com a principal finalidade de preservar as características principais de cada composição de concreto. A desforma ocorreu após as 24 horas do início da moldagem, seguindo os cuidados necessários para não abalar ou danificar o material de estudo, marcado com cera na sua base superior para identificar o número de cada lote dos corpos de provas. Ao finalizar as marcações iniciou-se o processo denominado de cura conforme Figura 5, onde os mesmos foram inseridos em um tanque com água e permaneceram submersos, sendo retirados do tanque 40 minutos antes de serem realizados os testes de ruptura.

**Figura 5** – Cura dos corpos de provas.



Fonte: Autor (2018).

O processo de cura é uma das principais etapas na execução do concreto e tem participação direta no desenvolvimento do processo de hidratação da pasta de cimento. A resistência à compressão do concreto é obtida por meio de corpos de prova cilíndricos.

A moldagem dos corpos de prova e a realização dos ensaios seguem as normas NBR 5738/2015 e NBR 5739/2018. O rompimento do material (Figura 6) realizou-se em uma prensa hidráulica, a máquina exerce uma força gradual de compressão sobre o corpo de prova até que o mesmo venha a romper, utilizou-se o neoprene nas bases dos testemunhos para evitar que ocorra a diminuição dos valores de resistência.

**Figura 6** - Rompimento dos corpos de provas massará lavado.



Fonte: Autor (2018).

O resultado em média atingido pelo rompimento do corpo de prova (Figura 7) utilizando massará lavado como agregado miúdo na idade de 07 dias, obteve resistência igual a 23,43 MPa e o resultado atingido pelo rompimento do corpo de prova utilizando massará lavado como agregado miúdo na idade de 28 dias, obteve resistência igual a de 29,59 MPa.

**Figura 7**– Rompimento dos corpos de provas com areia grossa.



Fonte: Autor (2018).

A resistência do corpo de prova em média (Figura 7) com 7 dias composto por areia grossa como agregado miúdo, obtendo-se resultado de 23,59 MPa e o resultado atingido pelo rompimento do corpo de prova utilizando areia grossa como agregado miúdo na idade de 28 dias, obteve resistência de 27,51 MPa. As Tabelas 5 e 6 apresenta os resultados obtidos pelo ensaio de resistência à compressão.

**Tabela 5** – Resultado do Ensaio de resistência à compressão massará lavado como agregado miúdo.

Testemunhos	7 dias	28 dias
1	22,92	29,36
2	23,94	29,82
<b>Média</b>	23,43	29,59

Fonte: Autor (2018).

**Tabela 6** – Resultado do Ensaio de resistência à compressão areia grossa como agregado miúdo.

Testemunhos	7 dias	28 dias
1	22,24	26,74
2	24,94	28,28
<b>Média</b>	23,59	27,51

Fonte: Autor (2018).

Ao comparar os resultados obtidos na idade de 28 dias, o concreto composto por massará lavado obteve um bom resultado em relação à amostra contendo areia grossa. Ao realizar os rompimentos dos corpos de provas os resultados obtidos foram satisfatórios em relação aos traços de concreto utilizados para o ensaio.

#### **4. Considerações Finais**

De acordo com os resultados dos ensaios demonstrados neste trabalho, confirmou-se a resistência necessária em todas as verificações, sendo possível o uso do massará lavado como agregado miúdo do concreto, tendo em vista que o material apresenta um valor de mercado 40% abaixo do valor da areia e sua extração causam menos impactos ao meio ambiente. Recomenda-se sempre fazer uma boa lavagem do material, para extrair os sais e material pulverulento que o mesmo possa ter em sua composição.

Como ganho social, a utilização do massará lavado como uma alternativa de agregado miúdo na fabricação do concreto ajuda na preservação da natureza, redução da poluição, além do desenvolvimento sustentável que inclui aspectos sociais e econômicos.

Os resultados mostraram que é possível a substituição de 100% do agregado natural pelo massará lavado sem prejuízo das resistências à compressão e à tração do concreto, apesar das normas brasileiras ainda não permitir a sua utilização, por falta de interesse em estudar o material. Para garantir esse comportamento, é fundamental a adequada seleção do material que dará origem ao agregado miúdo para o concreto. Recomendam-se sempre fazer uma boa lavagem do material, para extração dos sais e materiais pulverulentos que possa ter em sua composição.

Como sugestão para trabalhos futuros com o objetivo de aprimorar os conhecimentos em relação a esse tema indica-se: o estudo de durabilidade da utilização do massará lavado na composição do traço de concreto; A aceitação deste material ao mercado da construção civil na região da Capital Piauiense.

#### **Referências**

Alves J (2015). Resíduos da construção civil em obras novas. *Interfaces Científicas-Exatas e Tecnológicas*, 1(1): 53-65.



Andrade DTM, Chaves FADO, Oliveira FDC, Nascimento LG, Lopes PD, Melo ST, Freitas GJC & Sousa RML (2020). Estudo sobre a influência da inserção do Massará em argamassas de assentamento de blocos cerâmicos. *Brazilian Journal of Development*, 6(2), 7532-45.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. (2003). *NBR NM 248: Agregados- Determinação da composição granulométrica - Especificação*. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. (2009). *NBR 7211: Agregados para concreto-Especificação*. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. (2009). *NBR NM 26: Areia normal para ensaio de cimento – Especificação*. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. (2010). *NBR NM ISO 3310-1: Peneiras de ensaio – Requisitos técnicos e verificação - Parte 1: Peneiras de ensaio com tela de tecido metálico - Especificação*. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. (2015). *NBR 12655. Concreto de cimento Portland – preparo, controle e recebimento – Procedimento*. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. (2015). *NBR 5738: Moldagem e cura de corpos-de-prova de concreto cilíndricos ou prismáticos*. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2016). *NBR 7182: Solo – Ensaio de compactação*. Rio de Janeiro, 2016, 9p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. (2018). *NBR 5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos - Especificação*. Rio de Janeiro.

Bauer LAF (2014). *Materiais de construção*, Rio de Janeiro, LTC.

CINEXPAN. (2020). *Concreto Leve Estrutural*. Recuperado de: <https://www.cinexpan.com.br/concreto-leve-estrutural.html>.

Correia Filho, F. L. (1997). Projeto Avaliação de Depósitos Minerais para a Construção Civil-PI/MA. Teresina: CPRM – *Ministério das Minas e Energia*. 170p.

Gómez Carrión, C. (2001). Visão empresarial europeia: Conferência. *In: Anais do Seminário Internacional sobre Agregados para Construção Civil*. ANEPAC. Campinas, 44p.

Gouveia N (1999). Saúde e meio ambiente nas cidades: os desafios da saúde ambiental. *Saúde e sociedade*, 8, 49-61.

Levy SM & Helene PR (1997). *Reciclagem do entulho de construção civil, para utilização como agregado de argamassas e concretos*. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 145p.

Lopes JP (2015). Reutilização e Reciclagem de Resíduos Sólidos Gerados na Construção Civil. *Revista Ciências Exatas e Tecnológicas*, 3(1), 141-52.

Moravia WG et al. (2006). *Caracterização Microestrutural da Argila Expandida Para Aplicação Como Agregado em Concreto Estrutural Leve*. *Cerâmica*, 52: 193-99.

Menossi RT. (2004). *Utilização de Pó de Pedra Basáltica em substituição a Areia Natural do Concreto*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 110p.

Neville AMTSG. (1982). *Propriedades do Concreto*. São Paulo, PINI, 738p.

Petrucci EGR (1982). *Concreto de Cimento Portland*, Rio Grande do Sul, Editora Globo.

Pinheiro TT (1989). Necessidade e importância dos agregados para a indústria da construção civil no Brasil. *In: Anais do Seminário Internacional sobre Mineração em Áreas Urbanas*. Pró-Minério. São Paulo.

Santiago CC (2017). *Argamassas tradicionais de cal [online]*. Salvador: UDUFBA, 2007. 202 p. ISBN 978-85-232-0471-6. Recuperado de: <http://books.scielo.org/id/w2>.

Tanno LC & Sintoni A (2003). *Mineração e Município: base para planejamento e gestão dos recursos minerais*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

**Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Francisco Arlon de Oliveira Chaves – 25%

Marcelo Henrique Dias Sousa – 25%

Evandro de Carvalho Ribeiro – 20%

Francisca das Chagas de Oliveira – 15%

Milton Sousa Falcão – 15%