



# UTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DE PEDRAS ORNAMENTAIS COMO FÍLER NA COMPOSIÇÃO DE CONCRETO ESPECIAL

## UTILIZATION OF ORNAMENTAL STONE WASTE AS FILLER IN SPECIAL CONCRETE COMPOSITION

**Adriano Luiz Roma VASCONCELOS**

**Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)**

**E-mail: [adriano.vasconcelos@unitpac.edu.br](mailto:adriano.vasconcelos@unitpac.edu.br)**

**ORCID <http://orcid.org/0000-0001-9706-9482>**

**Lucas Bueno Pajeú MORAIS**

**Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)**

**E-mail: [lucasbueno901@gmail.com](mailto:lucasbueno901@gmail.com)**

**ORCID <http://orcid.org/0009-0006-6773-6954>**

**Luís Felipe Rego Bringel RIBEIRO**

**Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)**

**E-mail: [luisfelipebringel@gmail.com](mailto:luisfelipebringel@gmail.com)**

**ORCID <http://orcid.org/0009-0003-4775-3624>**

### RESUMO

A indústria da construção civil é um setor necessário para o desenvolvimento socioeconômico, promovendo o avanço da sociedade a partir da criação de tecnologias e habitações. Porém, tal setor é responsável por 50% dos resíduos gerados no Brasil, tornando urgente a criação de técnicas de reaproveitamento destes e dando relevância ao desenvolvimento sustentável. Dentre os materiais mais descartados, destacam-se as pedras ornamentais, hoje largamente utilizadas e que geram anualmente toneladas de resíduos. Este artigo tem por objetivo analisar a viabilidade técnica da utilização dos resíduos de corte de pedras ornamentais como fíler na composição de um concreto especial, através de ensaios laboratoriais de avaliação da consistência e o desempenho mecânico à compressão axial e tração por compressão diametral dos concretos convencionais e sustentáveis, visando ganho de resistência e, somado a isso, ganho econômico e redução dos impactos ambientais do descarte desse material.

**Palavras-chave:** Concreto. Construção. Rochas Ornamentais. Fíler

## ABSTRACT

The construction industry is a necessary sector for socioeconomic development, promoting the advancement of society through the creation of technologies and housing. However, this sector is responsible for 50% of the waste generated in Brazil, making it urgent to create techniques for their reuse and giving relevance to sustainable development. Among the most discarded materials, ornamental stones stand out, widely used today and which annually generate tons of waste. This article aims to analyze the technical feasibility of using waste cut from ornamental stones as a filler in the composition of a special concrete, through laboratory tests to evaluate the consistency and mechanical performance to axial compression and tension by diametric compression of conventional concretes. and sustainable, aiming to gain strength and, in addition, economic gain and reduction of the environmental impacts of the disposal of this material.

**Keywords:** Concrete. Construction. Ornamental rocks. Filler.

## INTRODUÇÃO

O setor da construção Civil se mantém crescendo e trazendo soluções para a humanidade. Em tempos de crescimento tecnológico exponencial a indústria da construção busca trazer inovações, mas, em um cenário de crise ambiental busca-se também soluções que tragam o bem-estar socioambiental, procurando sempre criar materiais através do reaproveitamento de resíduos do próprio setor.

As rochas ornamentais estão extremamente presentes na construção civil, empregadas nas obras mais simples e nas mais complexas, gerando toneladas e toneladas anuais de pedras processadas.

Apenas 20% da rocha extraída é aproveitada e seu processo produção gera resíduos que dificilmente serão descartados de maneira correta que, por sua vez, causam impactos fortes ao meio ambiente.

Ao olhar sua granulometria e composição mineralógica vê-se a possibilidade de utilizar esses resíduos como fíler na composição do concreto, não só trazendo uma nova possibilidade de aditivo como também reaproveitando um resíduo que produz um impacto ambiental considerável.

## REFERENCIAL TEÓRICO

As rochas ornamentais são aquelas que possuem finalidade estética e/ou estrutural no em uma edificação, fazendo parte do acabamento e do mobiliário. A extração desse material é feita na forma de blocos ou placas e apenas 20% da rocha extraída é aproveitada. Vale também ressaltar que todas as etapas de produção das peças geram resíduos, portanto, atrai especial atenção para pesquisas e estudos, uma vez que se trata de resíduo industrial e busca uma possível utilização e aproveitamento desse material.

Este termo também abrange as rochas de revestimento que por sua vez corresponde ao produto de desmonte de blocos das mais variadas dimensões, sendo desdobrado em placas e chapas posteriormente, logo após são cortadas e polidas

## METODOLOGIA: MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização desta pesquisa foi elaborado os seguintes ensaios, tomando como base a produção de concreto com a adição de resíduos de rochas ornamentais por substituição em massa (5%, 10% e 15%) em relação ao cimento Portland. É importante ressaltar que, os ensaios descritos a seguir, foram realizados na prensa hidráulica de marca EMIC instalada no Laboratório de Materiais de Construção presente no UNITPAC – Araguaína.

### Ensaio

As atividades realizadas se baseiam nas normas disponibilizadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, especificamente: NBR 16889 (ABNT, 2020) – Este ensaio é realizado para avaliar a trabalhabilidade do concreto, isto é, se o mesmo apresenta-se fluído em todas as fases da concretagem sem perder sua homogeneidade; Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova NBR 5738 (ABNT, 2016) – É realizado para posteriormente ser determinado a resistência à compressão axial através de outro ensaio; Resistência à compressão axial NBR 5739 (ABNT, 2018) – Conferir a propriedade mecânica do concreto em relação aos esforços de compressão axial; Resistência à tração por compressão diametral NBR 7222 (ABNT, 2011) – Analisar a capacidade de deformação do concreto frente aos esforços de tração no eixo diametral dos corpos de provas de concreto; Módulo de elasticidade NBR 8522 (ABNT,

2017) – Avaliar a deformação elástica do concreto quando sujeito à tensões de compressão

### **Resíduos de Rochas Ornamentais**

As amostras foram retiradas na marmoraria Pedrita, em Araguaína-TO e guardadas em laboratório seguindo a norma de amostragem de resíduos sólidos NBR 10007 (ABNT, 2004). Após isso, realizou-se a dosagem do concreto segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) e posteriormente a produção do concreto e moldagem dos corpos-de-prova que estão prescritos na NBR 5738 (ABNT, 2016).

8

### **Caracterização dos Materiais**

Neste item estão descritas as características dos materiais utilizados na produção dos concretos, os quais são provenientes do estado do Tocantins. Algumas destas características foram determinadas em laboratório e outras fornecidas por fabricantes e fornecedores.

### **Aglomerante Hidráulico**

Como aglomerante foi empregado o cimento Portland **CP II F-32** disponível comercialmente na cidade de Araguaína-TO.

### **Aditivo dos Resíduos de Pedras Ornamentais**

O aditivo foi feito a partir dos resíduos de pedras ornamentais. O material recolhido em pó foi lavado, secado na estufa e caracterizado em ensaios para extrair sua correta usabilidade. Os resultados posteriormente apresentados verificam a possibilidade de utilizar os resíduos como fíler, material calcário de granulometria pequena que possibilita o preenchimento de vazios.

### **Agregado Miúdo**

Foi utilizada areia de rio, extraída na região norte do estado, obtida em comércio local na cidade de Araguaína-TO. A areia passou por um processo de lavagem com auxílio de peneiras com aro de plástico e tela de arame galvanizado malha 8 (abertura 2,79 mm) e fio 28 BWG (0,36mm) para retirada de matéria orgânica e resíduos

indesejados, por exemplo, e posteriormente, secada em estufa. Após esse processo foram realizados os ensaios de Composição granulométrica (NBR NM 248 - ABNT, 2003), Massa unitária (NBR NM 45 - ABNT, 2006), Massa específica (NBR 16916 - ABNT, 2021), Especificação de agregados para concreto (NBR 7211 - ABNT, 2019).

### **Agregado Graúdo**

O agregado graúdo utilizado é proveniente da cidade de Araguaína - TO. O material passou por um beneficiamento, sendo lavado e seco com auxílio de estufa, posteriormente armazenado. Já seco, o material foi submetido aos ensaios de caracterização estão descritos abaixo:

Massa unitária: NBR NM 45 (ABNT, 2006); Massa específica: NBR 16916 (ABNT, 2021); Composição granulométrica: NBR NM 248 (ABNT, 2003); Classificação: NBR 7211 (ABNT, 2009).

### **Produção de Concretos**

Para o método de dosagem do concreto considerado seguiu-se os procedimentos descritos pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). Este método é baseado no texto da Norma ACI 211.1-81 – Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, do American Concrete Institute (ACI), consiste em uma adequação prática às condições brasileiras.

A moldagem e armazenamento dos corpos de prova seguiu a NBR 5738 (ABNT, 2016) – Procedimento para moldagem e cura dos corpos de prova. Foi fixado o valor do abatimento para a confecção das misturas, que, neste estudo, foi mantido em **12 ± 2**.

### **Análise das Propriedades Mecânicas**

Para analisar a viabilidade técnica do uso dos resíduos de mármore em concretos sustentáveis utilizou-se dos seguintes ensaios:

Avaliação da consistência do concreto NBR 16889 (ABNT, 2020); Resistência à compressão axial NBR 5739 (ABNT, 2018); Resistência à tração por compressão diametral NBR 7222 (ABNT, 2011); Módulo de elasticidade NBR 8522 (ABNT, 2017).

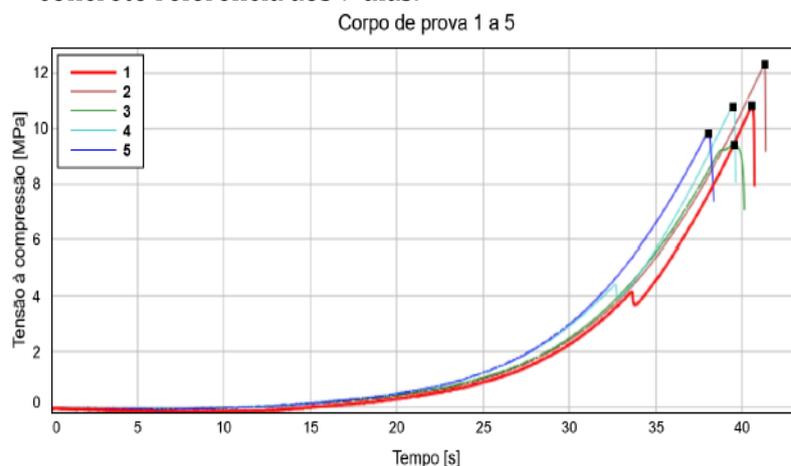
Os teores de substituição foram fixados nos percentuais de 5%, 10% e 15% de substituição do cimento Portland pelos resíduos. Para os ensaios mecânicos, adotou-se

as idades de 7 e 21 dias de cura dos corpos de prova, cujo objetivo foi acompanhar a evolução da resistência ao longo do tempo. Foram realizadas 4 betonadas para a produção de concreto, sendo uma para concreto referência, cada betonada produzindo 20 corpos de prova com dimensões de 10 x 20 cm, totalizando no final 80 corpos de prova para serem analisados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ensaios citados anteriormente obtiveram resultados satisfatórios. O rompimento dos corpos de prova foi feito na prensa hidráulica do laboratório do UNITPAC com auxílio dos técnicos, como citado anteriormente. Os resultados dos ensaios de tração por compressão diametral e compressão axial do concreto de referência e os concretos com 5%, 10% e 15% de substituição, com 7 e 21 dias de cura, estão, respectivamente, citados abaixo:

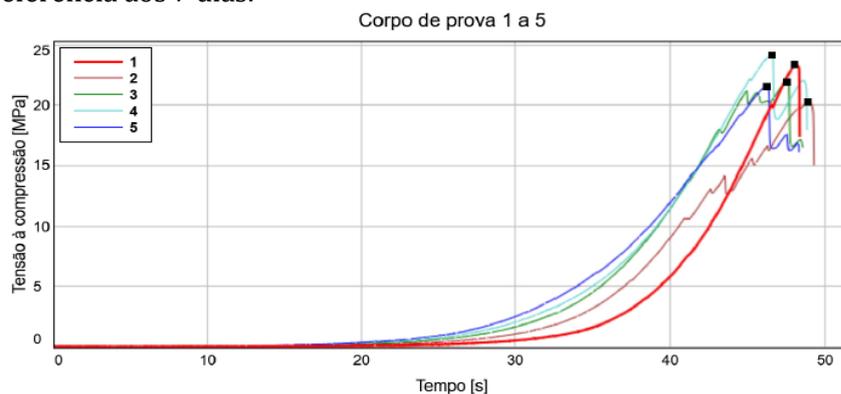
**Figura 1.** Resultados do ensaio de compressão diametral do concreto referência aos 7 dias.



	Força Máxima [kN]	Resistência a TCD [N/mm <sup>2</sup> ]	Tensão Máxima [MPa]	Diâmetro [mm]	Altura [mm]	Resultado	Operador
1	84,75	2,70	10,79	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
2	96,50	3,07	12,29	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
3	73,93	2,35	9,41	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
4	84,51	2,69	10,76	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
5	77,08	2,45	9,81	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
Coefficiente de Variação	10,46	10,46	10,46	0,00	0,00	----	----
Desvio padrão	8,72	0,28	1,11	0,00	0,00	----	----
Máximo	96,50	3,07	12,29	100,00	200,00	----	----
Média	83,35	2,65	10,61	100,00	200,00	----	----

Fonte: Autoria própria.

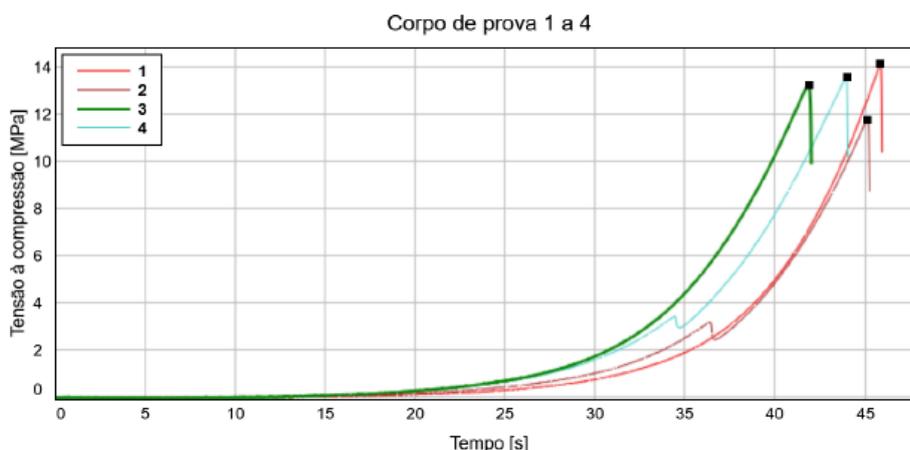
**Figura 2-** Resultados do ensaio de compressão axial do concreto referência aos 7 dias.



	Força Máxima [kN]	Resistência a TCD [N/mm <sup>2</sup> ]	Tensão Máxima [MPa]	Diâmetro [mm]	Altura [mm]	Resultado	Operador
1	183,63	5,85	23,38	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
2	159,43	5,07	20,30	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
3	172,65	5,50	21,98	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
4	189,57	6,03	24,14	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
5	169,46	5,39	21,58	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
Coefficiente de Variação	6,80	6,80	6,80	0,00	0,00	----	----
Desvio padrão	11,89	0,38	1,51	0,00	0,00	----	----
Máximo	189,57	6,03	24,14	100,00	200,00	----	----
Média	174,95	5,57	22,27	100,00	200,00	----	----

Fonte: Autoria própria.

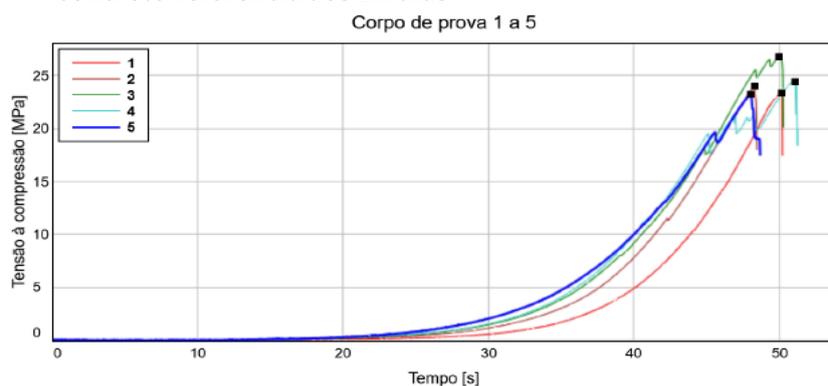
**Figura 3 -** Resultados do ensaio de compressão diametral do concreto referência aos 21 dias.



	Força Máxima [kN]	Resistência a TCD [N/mm <sup>2</sup> ]	Tensão Máxima [MPa]	Diâmetro [mm]	Altura [mm]	Resultado	Operador
1	111,01	3,53	14,13	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
2	92,44	2,94	11,77	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
3	104,17	3,32	13,26	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
4	106,62	3,39	13,57	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
Coefficiente de Variação	7,66	7,66	7,66	0,00	0,00	----	----
Desvio padrão	7,94	0,25	1,01	0,00	0,00	----	----
Máximo	111,01	3,53	14,13	100,00	200,00	----	----
Média	103,56	3,30	13,19	100,00	200,00	----	----

Fonte: Autoria própria.

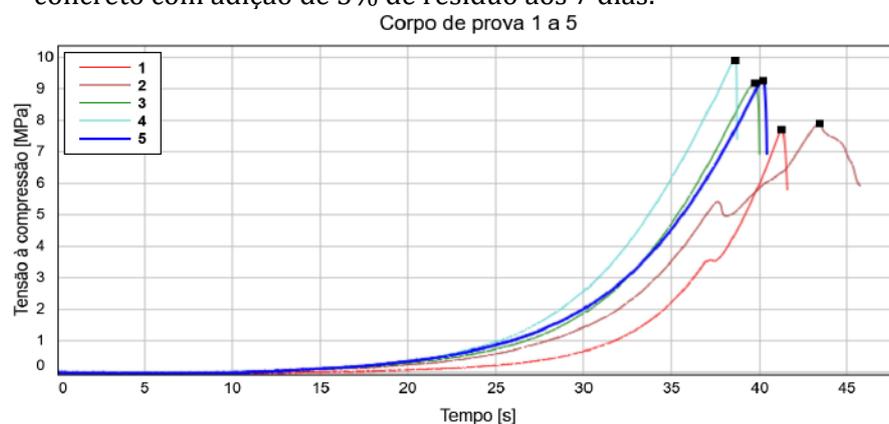
**Figura 4-** Resultados do ensaio de compressão axial do concreto referência aos 21 dias



	Força Máxima [kN]	Resistência a TCD [N/mm <sup>2</sup> ]	Tensão Máxima [MPa]	Diâmetro [mm]	Altura [mm]	Resultado	Operador
1	183,77	5,85	23,40	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
2	188,46	6,00	24,00	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
3	210,35	6,70	26,78	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
4	192,47	6,13	24,51	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
5	182,33	5,80	23,21	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
Coefficiente de Variação	5,89	5,89	5,89	0,00	0,00	----	----
Desvio padrão	11,28	0,36	1,44	0,00	0,00	----	----
Máximo	210,35	6,70	26,78	100,00	200,00	----	----
Média	191,48	6,09	24,38	100,00	200,00	----	----

Fonte: Autoria própria.

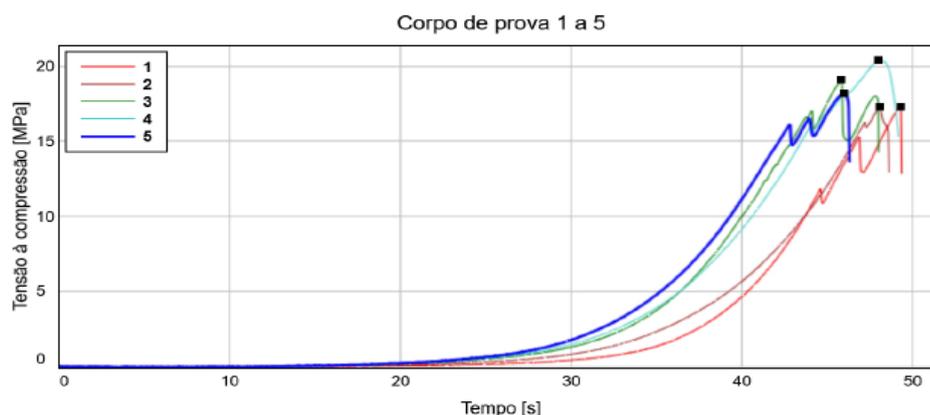
**Figura 5 -** Resultados do ensaio de compressão diametral do concreto com adição de 5% de resíduo aos 7 dias.



	Força Máxima [kN]	Resistência a TCD [N/mm <sup>2</sup> ]	Tensão Máxima [MPa]	Diâmetro [mm]	Altura [mm]	Resultado	Operador
1	60,30	1,92	7,68	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
2	61,81	1,97	7,87	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
3	72,13	2,30	9,18	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
4	77,51	2,47	9,87	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
5	72,75	2,32	9,26	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
Coefficiente de Variação	10,85	10,85	10,85	0,00	0,00	----	----
Desvio padrão	7,48	0,24	0,95	0,00	0,00	----	----
Máximo	77,51	2,47	9,87	100,00	200,00	----	----
Média	68,90	2,19	8,77	100,00	200,00	----	----

Fonte: Autoria própria.

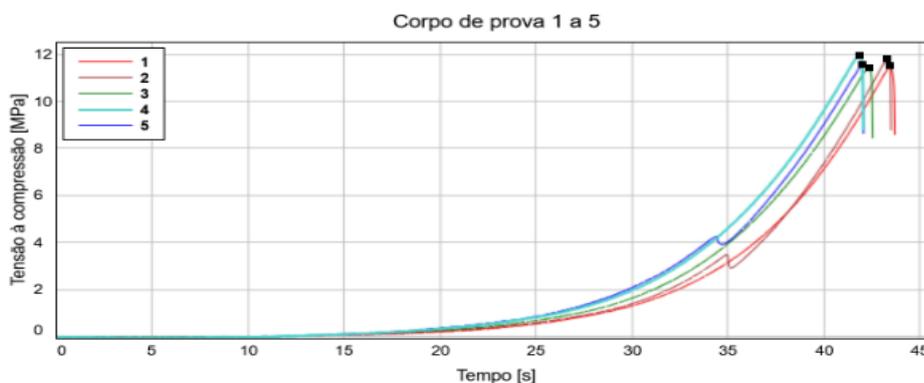
**Figura 5** - Resultados do ensaio de compressão axial do concreto com adição de 5% de resíduo aos 7 dias.



	Força Máxima [kN]	Resistência a TCD [N/mm <sup>2</sup> ]	Tensão Máxima [MPa]	Diâmetro [mm]	Altura [mm]	Resultado	Operador
1	136,01	4,33	17,32	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
2	135,83	4,32	17,30	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
3	149,87	4,77	19,08	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
4	160,06	5,10	20,38	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
5	142,72	4,54	18,17	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
Coefficiente de Variação	7,08	7,08	7,08	0,00	0,00	----	----
Desvio padrão	10,25	0,33	1,31	0,00	0,00	----	----
Máximo	160,06	5,10	20,38	100,00	200,00	----	----
Média	144,90	4,61	18,45	100,00	200,00	----	----

**Fonte:** Autoria própria.

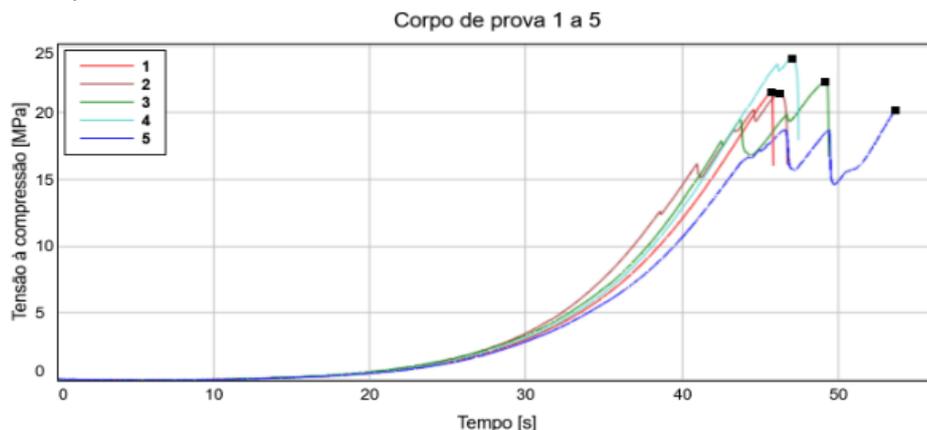
**Figura 6** - Resultados do ensaio de compressão diametral do concreto com adição de 5% de resíduo aos 21 dias



	Força Máxima [kN]	Resistência a TCD [N/mm <sup>2</sup> ]	Tensão Máxima [MPa]	Diâmetro [mm]	Altura [mm]	Resultado	Operador
1	90,58	2,88	11,53	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
2	92,76	2,95	11,81	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
3	89,66	2,85	11,42	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
4	93,75	2,98	11,94	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
5	90,85	2,89	11,57	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
Coefficiente de Variação	1,84	1,84	1,84	0,00	0,00	----	----
Desvio padrão	1,68	0,05	0,21	0,00	0,00	----	----
Máximo	93,75	2,98	11,94	100,00	200,00	----	----
Média	91,52	2,91	11,65	100,00	200,00	----	----

**Fonte:** Autoria própria.

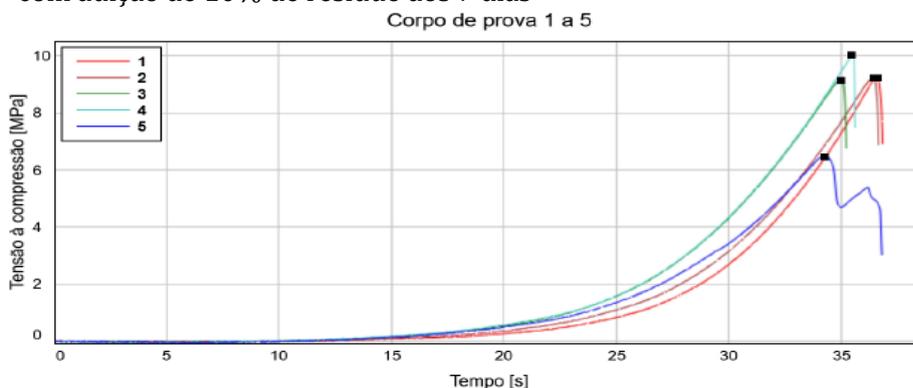
**Figura 7** - Resultados do ensaio de compressão axial do concreto com adição de 5% de resíduo aos 21 dias.



	Força Máxima [kN]	Resistência a TCD [N/mm <sup>2</sup> ]	Tensão Máxima [MPa]	Diâmetro [mm]	Altura [mm]	Resultado	Operador
1	169,06	5,38	21,52	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
2	168,69	5,37	21,48	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
3	175,12	5,57	22,30	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
4	188,74	6,01	24,03	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
5	158,47	5,04	20,18	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
Coefficiente de Variação	6,45	6,45	6,45	0,00	0,00	----	----
Desvio padrão	11,10	0,35	1,41	0,00	0,00	----	----
Máximo	188,74	6,01	24,03	100,00	200,00	----	----
Média	172,02	5,48	21,90	100,00	200,00	----	----

**Fonte:** Autoria própria.

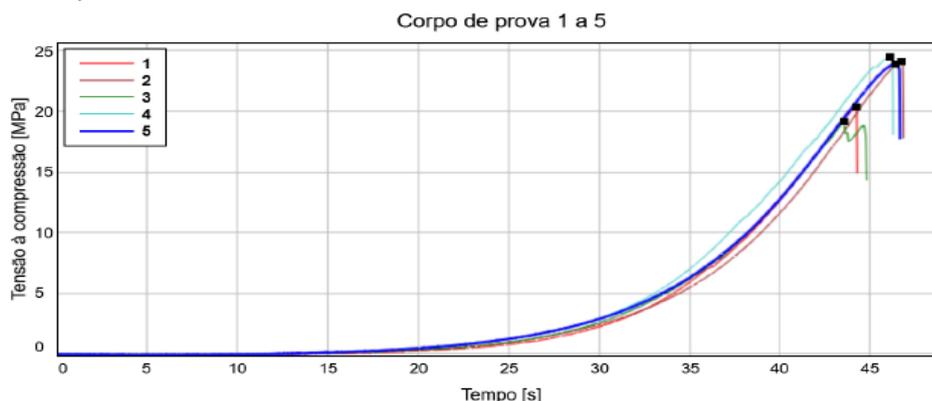
**Figura 9** - Resultados do ensaio de compressão diametral do concreto com adição de 10% de resíduo aos 7 dias



	Força Máxima [kN]	Resistência a TCD [N/mm <sup>2</sup> ]	Tensão Máxima [MPa]	Diâmetro [mm]	Altura [mm]	Resultado	Operador
1	72,42	2,31	9,22	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
2	72,54	2,31	9,24	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
3	71,79	2,29	9,14	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
4	78,71	2,51	10,02	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
5	50,83	1,62	6,47	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
Coefficiente de Variação	15,42	15,42	15,42	0,00	0,00	----	----
Desvio padrão	10,68	0,34	1,36	0,00	0,00	----	----
Máximo	78,71	2,51	10,02	100,00	200,00	----	----
Média	69,26	2,20	8,82	100,00	200,00	----	----

**Fonte:** Autoria própria.

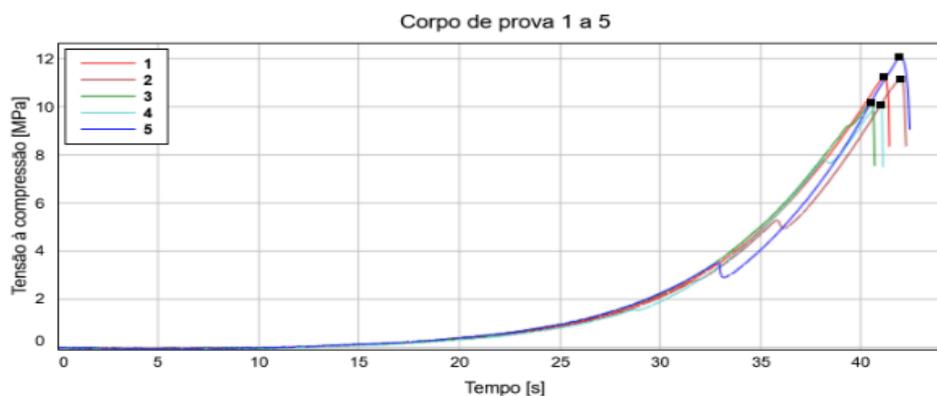
**Figura 8** - Resultados do ensaio de compressão axial do concreto com adição de 10% de resíduo aos 7 dias



	Força Máxima [kN]	Resistência a TCD [N/mm <sup>2</sup> ]	Tensão Máxima [MPa]	Diâmetro [mm]	Altura [mm]	Resultado	Operador
1	159,79	5,09	20,35	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
2	189,30	6,03	24,10	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
3	150,25	4,78	19,13	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
4	192,08	6,11	24,46	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
5	187,70	5,97	23,90	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
Coefficiente de Variação	11,00	11,00	11,00	0,00	0,00	----	----
Desvio padrão	19,35	0,62	2,46	0,00	0,00	----	----
Máximo	192,08	6,11	24,46	100,00	200,00	----	----
Média	175,83	5,60	22,39	100,00	200,00	----	----

**Fonte:** Autoria própria.

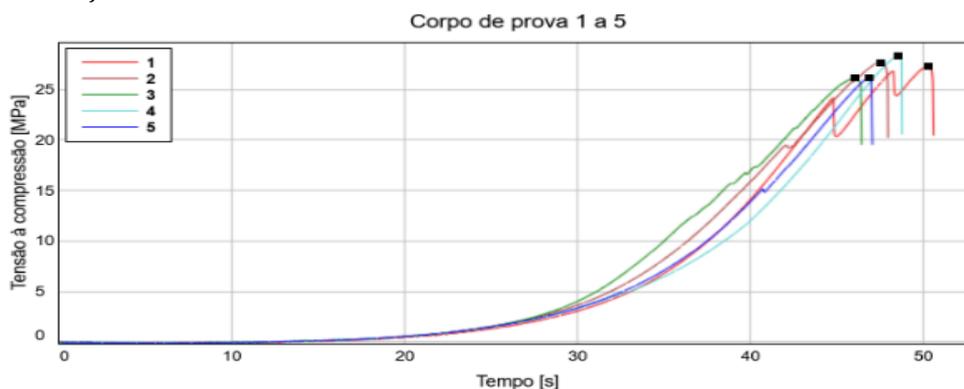
**Figura 9** - Resultados do ensaio de compressão diametral do concreto com adição de 10% de resíduo aos 21 dias.



	Força Máxima [kN]	Resistência a TCD [N/mm <sup>2</sup> ]	Tensão Máxima [MPa]	Diâmetro [mm]	Altura [mm]	Resultado	Operador
1	88,40	2,81	11,26	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
2	87,58	2,79	11,15	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
3	80,02	2,55	10,19	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
4	79,12	2,52	10,07	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
5	94,71	3,01	12,06	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
Coefficiente de Variação	7,52	7,52	7,52	0,00	0,00	----	----
Desvio padrão	6,47	0,21	0,82	0,00	0,00	----	----
Máximo	94,71	3,01	12,06	100,00	200,00	----	----
Média	85,96	2,74	10,95	100,00	200,00	----	----

**Fonte:** Autoria própria.

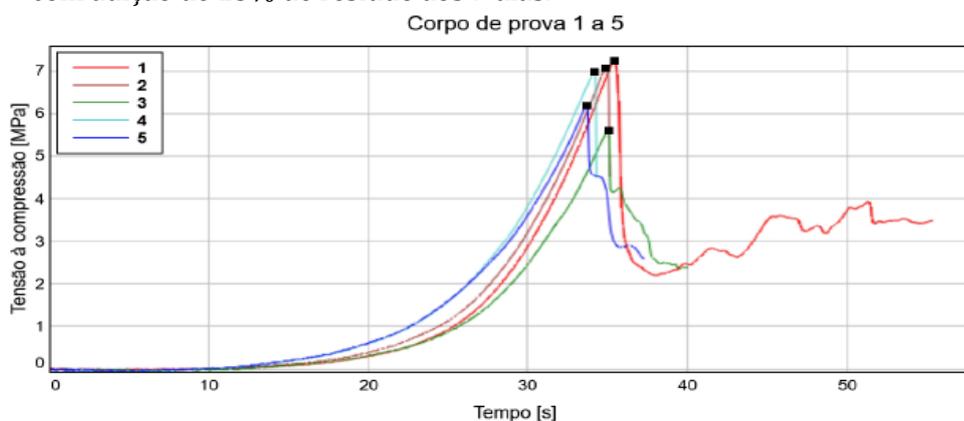
**Figura 10** - Resultados do ensaio de compressão axial do concreto com adição de 10% de resíduo aos 21 dias



	Força Máxima [kN]	Resistência a TCD [N/mm <sup>2</sup> ]	Tensão Máxima [MPa]	Diâmetro [mm]	Altura [mm]	Resultado	Operador
1	214,44	6,83	27,30	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
2	217,23	6,91	27,66	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
3	205,11	6,53	26,12	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
4	222,02	7,07	28,27	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
5	205,25	6,53	26,13	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
Coeficiente de Variação	3,51	3,51	3,51	0,00	0,00	----	----
Desvio padrão	7,47	0,24	0,95	0,00	0,00	----	----
Máximo	222,02	7,07	28,27	100,00	200,00	----	----
Média	212,81	6,77	27,10	100,00	200,00	----	----

**Fonte:** Autoria própria.

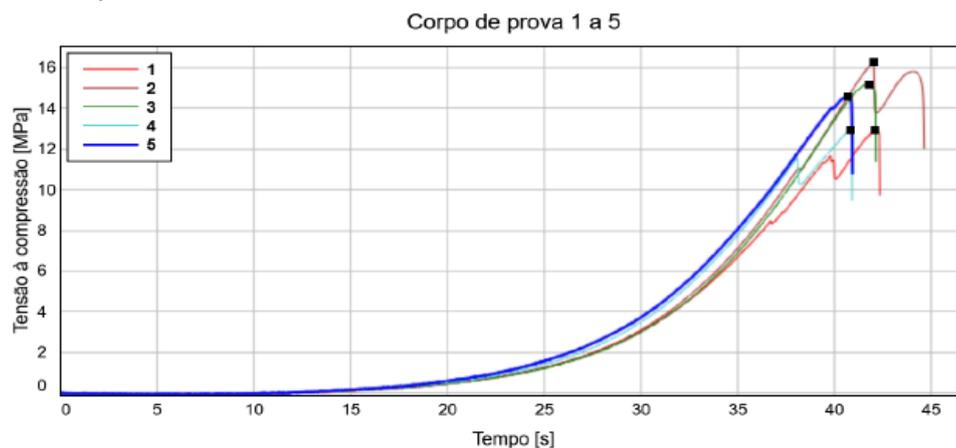
**Figura 11** - Resultados do ensaio de compressão diametral do concreto com adição de 15% de resíduo aos 7 dias.



	Força Máxima [kN]	Resistência a TCD [N/mm <sup>2</sup> ]	Tensão Máxima [MPa]	Diâmetro [mm]	Altura [mm]	Resultado	Operador
1	56,75	1,81	7,23	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
2	55,50	1,77	7,07	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
3	44,07	1,40	5,61	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
4	54,86	1,75	6,98	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
5	48,51	1,54	6,18	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
Coeficiente de Variação	10,46	10,46	10,46	0,00	0,00	----	----
Desvio padrão	5,43	0,17	0,69	0,00	0,00	----	----
Máximo	56,75	1,81	7,23	100,00	200,00	----	----
Média	51,94	1,65	6,61	100,00	200,00	----	----

**Fonte:** Autoria própria.

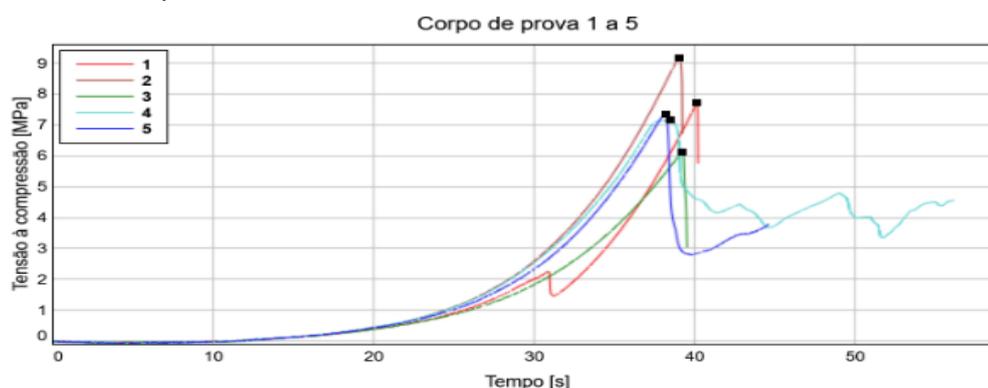
**Figura 12** - Resultados do ensaio de compressão axial do concreto com adição de 15% de resíduo aos 7 dias



	Força Máxima [kN]	Resistência a TCD [N/mm <sup>2</sup> ]	Tensão Máxima [MPa]	Diâmetro [mm]	Altura [mm]	Resultado	Operador
1	101,46	3,23	12,92	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
2	127,75	4,07	16,27	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
3	119,30	3,80	15,19	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
4	101,54	3,23	12,93	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
5	114,66	3,65	14,60	100,00	200,00	APROVADO	<Nenhum>
Coefficiente de Variação	10,14	10,14	10,14	0,00	0,00	----	----
Desvio padrão	11,45	0,36	1,46	0,00	0,00	----	----
Máximo	127,75	4,07	16,27	100,00	200,00	----	----
Média	112,94	3,60	14,38	100,00	200,00	----	----

Fonte: Autoria própria.

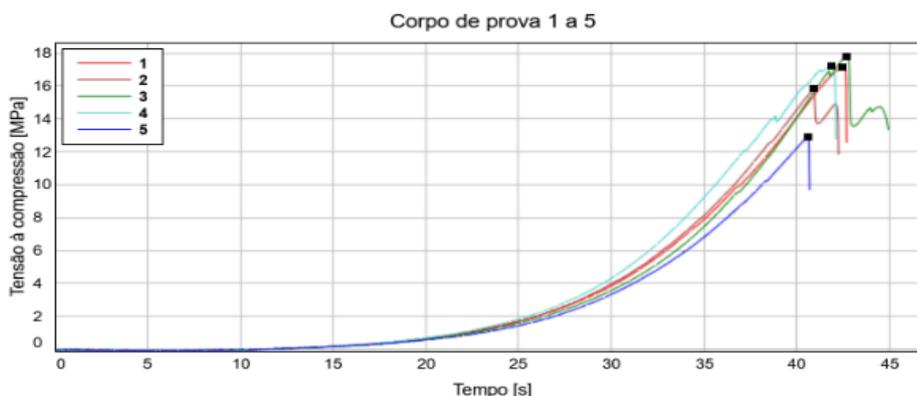
**Figura 13** - Resultados do ensaio de compressão diametral do concreto com adição de 15% de resíduo aos 21 dias



	Força Máxima [kN]	Resistência a TCD [N/mm <sup>2</sup> ]	Tensão Máxima [MPa]	Diâmetro [mm]	Altura [mm]	Resultado	Operador
1	60,62	1,93	7,72	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
2	71,88	2,29	9,15	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
3	48,09	1,53	6,12	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
4	56,24	1,79	7,16	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
5	57,68	1,84	7,34	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
Coefficiente de Variação	14,63	14,63	14,63	0,00	0,00	----	----
Desvio padrão	8,62	0,27	1,10	0,00	0,00	----	----
Máximo	71,88	2,29	9,15	100,00	200,00	----	----
Média	58,90	1,87	7,50	100,00	200,00	----	----

Fonte: Autoria própria.

**Figura 14** - Resultados do ensaio de compressão axial do concreto com adição de 15% de resíduo aos 21 dias.



	Força Máxima [kN]	Resistência a TCD [N/mm <sup>2</sup> ]	Tensão Máxima [MPa]	Diâmetro [mm]	Altura [mm]	Resultado	Operador
1	134,54	4,28	17,13	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
2	124,60	3,97	15,86	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
3	139,53	4,44	17,77	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
4	135,08	4,30	17,20	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
5	101,33	3,23	12,90	100,00	200,00	<Nenhum>	<Nenhum>
Coefficiente de Variação	12,09	12,09	12,09	0,00	0,00	----	----
Desvio padrão	15,36	0,49	1,96	0,00	0,00	----	----
Máximo	139,53	4,44	17,77	100,00	200,00	----	----
Média	127,01	4,04	16,17	100,00	200,00	----	----

**Fonte:** Autoria própria.

Ao analisar os dados acima explanados, a partir de uma análise comparativa observa-se um ganho de resistência nos concretos com 5% e 10% de substituição, com ênfase nos esforços axiais, apresentando excelente resistência aos 21 dias. Interessante ressaltar a semelhança das porcentagens que apresentaram aumento de resistência no concreto especial com a porcentagem recomendada para adição por substituição parcial de fíler. Neste, tem-se a porcentagem de 8 a 10% como ideais para obter ganho de resistência, ao passar disso pode-se observar perda de resistência, assim como nos resultados apresentados pela porcentagem de 15% de adição do material residual em estudo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos ensaios realizados constatamos grande semelhança entre os materiais estudados. Observa-se semelhança granulométrica entre o Fíler (75µm a 150µm) e o resíduo das pedras ornamentais (75 µm); semelhança mineralógica os quais são produto da trituração da rocha calcária que pode ser calcítica ou dolomítica;

e semelhança na aplicabilidade a partir das porcentagens de adição bem próximas, evidenciando sua função de aditivo ao Cimento Portland.

Vê se a possibilidade do desenvolvimento de um produto ecologicamente sustentável, necessário nas obras civis e que tem baixo custo de produção, sendo facilmente escalável

## REFERÊNCIAS

AMERICAN CONCRETE. ACI 211,1-81: **Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight and mass concrete**: ACI manual of concrete Practice. Detroit, Michigan, 1985. (revised 1988). Part 1: materials and general properties of concrete.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211**: Agregado para concreto – especificação. Rio de Janeiro, 2019.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Aglomerante Mineral. **NBR 11172**. Rio de Janeiro, 1990.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Agregado graúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente. **NBR NM 53**. Rio de Janeiro, 2009.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Agregado graúdo – Ensaio de abrasão “Los Angeles”. **NBR NM 51**. Rio de Janeiro, 2001.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente. **NBR NM 52**. Rio de Janeiro, 2011.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Agregados – Determinação da composição granulométrica. **NBR NM 248**. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Concreto – Determinação dos módulos estáticos de elasticidade e de deformação à compressão. **NBR 8522**. Rio de Janeiro, 2017.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Concreto e argamassa – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos. **NBR 7222**. Rio de Janeiro, 2011.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2016.

**UTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DE PEDRAS ORNAMENTAIS COMO FÍLER NA COMPOSIÇÃO DE CONCRETO ESPECIAL**. Adriano Luiz Roma VASCONCELOS; Lucas Bueno Pajeú MORAIS; Luís Felipe Rego Bringel RIBEIRO. JNT Facit Business and Technology Journal. QUALIS B1. 2023. FLUXO CONTÍNUO – MÊS DE OUTUBRO. Ed. 46. VOL. 02. Págs. 05-20. ISSN: 2526-4281 <http://revistas.faculdefacit.edu.br>. E-mail: [jnt@faculdefacit.edu.br](mailto:jnt@faculdefacit.edu.br).

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**: Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2018.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 45**: Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16605**: Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 2017.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16889**: Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 2020.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11579**: Determinação do índice de finura por meio da peneira 75 µm (nº 200). Rio de Janeiro, 2013.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16916**: Determinação da densidade e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2021.

MARIANI, Bruna. BATALHA, Laura. Potencial para aproveitamentos de resíduos de rochas ornamentais na construção civil. Bahia, Pag. 63-66 Dez. 2019. Disponível em: <[http://ibracon.org.br/Site\\_revista/Concreto\\_Construcoes/pdfs/revista96.pdf](http://ibracon.org.br/Site_revista/Concreto_Construcoes/pdfs/revista96.pdf)>. Acesso em: 30 de abril de 2021.

MÁRMORE e granito. **Marioteca Sustentável**, UFSC, Santa Catarina, set. 1998. Disponível em: <<https://materioteca.paginas.ufsc.br/marmore-e-granito/>>. Acesso em: 09 de setembro de 2021.

ISAIA, Gustavo de Aguiar. RIZZATTI, Eduardo. O Filer Calcário no Concreto: Uma Revisão. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 05, Ed. 12, Vol. 15, pp. 132-172. Rio de Janeiro, Dez. 2020. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/calcario-no-concreto>>. Acesso em: 6 de maio de 2021.