

## **AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DO CONCRETO COM ADIÇÃO DE RESÍDUOS DA CERÂMICA VERMELHA**

Amanda Siqueira Gonçalves

*Bacharelanda do Curso de Engenharia Civil da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA  
(amandasg.as@gmail.com)*

Guilherme Gonzaga Elizeu

*Bacharelando do Curso de Engenharia Civil da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA  
(guilherme.elizeu82@gmail.com)*

Kássia Deusyllenne Ferreira

*Bacharelanda do Curso de Engenharia Civil da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA  
(kassiadeusa@gmail.com)*

Walan Galber Santos

*Bacharelando do Curso de Engenharia Civil da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA  
(walangabi@gmail.com)*

Kíria Nery Alves do Espírito Santo Gomes

*Professora Mestra do Curso de Engenharia Civil da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA  
(kiriagomes@gmail.com)*

### **RESUMO**

O setor da construção civil é um dos principais geradores de resíduos de. Buscando alternativas para dar destino apropriado para parte desses resíduos o presente trabalho consiste em analisar a substituição parcial do agregado miúdo pelo resíduo de cerâmica vermelha no concreto. As proporções das substituições realizadas foram de 5%, 10% e 20% em relação a massa da areia. Foram realizadas as caracterizações dos materiais utilizados no concreto bem como ensaios de *slump test* e resistência à compressão axial para analisar os resultados, por meio da comparação com o concreto de referência, sem teor de substituição. Os corpos-de-prova foram submetidos aos ensaios de resistência à compressão axial realizado aos 7, 14 e 28 dias. Após a análise dos dados a porcentagem de substituição de 5% de resíduos da cerâmica vermelha foi o que mais se enquadrou dentro dos parâmetros relacionados à trabalhabilidade. Já em relação à resistência de compressão axial a porcentagem de substituição de 20% de resíduos da cerâmica vermelha foi a que mais demonstrou aumento na resistência. sendo assim uma alternativa adequada para diminuir a grande quantidade de resíduos descartados pela construção civil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Concreto. Cerâmica vermelha. Agregados. Substituição. Construção Civil.

# 1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é um dos setores de grande impacto na economia do Brasil, e mesmo após o início da pandemia da Covid 19 o setor se mantém em plena atividade. Segundo a Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios (PNAD, 2020), divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), a construção civil teve um aumento de 10,7% em 2020. Desde os primórdios até o dia de hoje a construção civil é reverenciada, citada e estudada, com um avanço de grande aspecto no mundo, suas estruturas, levantes, pontes, prédios, rodovias hidrovias e etc. inebria a todos que observam com minuciosidade aos detalhes ao longo da história desde o Egito, com suas grandes pirâmides, até o maior de todos os arranhas céus já feitos atualmente pelo homem, a construção civil está presente e se refazendo com mais qualidade, segurança, viabilidade, sustentabilidade e a busca por máxima de contenção de custos.

Se todo o resíduo gerado pelo setor da construção civil no país, em apenas um dia fosse reciclado, poderia ajudar a construir 2.134 estádios de futebol do tamanho do Maracanã. A informação é da ABRECON (2019) e é calculada a partir da informação de que são produzidos 520 kg de resíduo por habitante por dia – valor que está de acordo com o do Ministério do Meio Ambiente. Porém, das 290, 5 toneladas de entulhos gerados diariamente no país, apenas 21% dele é reciclado. Segundo informações do Comitê de Incentivo à Formalização na Construção Civil (2019) cerca de 50% das obras no Brasil são irregulares, ou seja, não possuem responsável técnico e/ou possuem trabalhadores sem vínculo empregatício. De acordo com o presidente da Abrecon, Hewerton Bartoli, são essas as obras que produzem entre 60 a 70% dos resíduos da construção civil – o qual tem grande probabilidade de ser descartado de maneira incorreta. (GAZETA DO POVO, 2019).

Com a pandemia do COVID, a construção civil, rodoviária, residencial e afins obteve um crescimento de 10%. Mesmo com o aumento de agregados e matéria de suprimentos como: aço, cimento, agregado miúdo e graúdo, a construção civil se mantém em avanço constante, com isso gerando continuamente entulho e resíduos (CBIC, 2020). Em meios a todos esses descartes de entulho foram observados ao decorrer das décadas que podem ser reutilizados na própria construção alguns materiais que sirvam de agregados para o concreto, visando a melhoria de resistência mecânica e físicas do mesmo, sem perder a qualidade, durabilidade e maleabilidade do concreto.

O crescimento do setor também fez com que houvesse crescimento na indústria ceramista. Segundo a Associação Nacional da Indústria Cerâmica (ANICER, 2020) os ceramistas representam 90% das alvenarias e coberturas do Brasil, 4,8% da indústria da construção civil e possuem 6.903 fábricas registradas. Conforme Souza (2018), no que concerne ao índice de perdas nas indústrias de cerâmica vermelha, este oscila de 5% a 20%, a depender do tipo de indústria. No Brasil, estima-se que em média de 10% da produção das fábricas seja perdida em decorrência de algum defeito na peça.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 SUSTENTABILIDADE

O termo Desenvolvimento Sustentável, foi mencionado a primeira vez no relatório de Brundtland ou Nosso futuro comum em 1987. O relatório descreve o desenvolvimento sustentável como: “O desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND, 1987, p.46).

O primeiro evento organizado pela Organização das Nações Unidas (ONU), para discutir questões ambientais de maneira global foi a conferência de Estocolmo, como ficou conhecida e ocorreu entre 5 e 16 de junho de 1972, na Suécia. A conferência se tornou histórica, pois pela primeira vez, dirigentes do mundo inteiro se reuniram para falar sobre o tema (BEZERRA, 2021).

O tema central da Conferência de Estocolmo foi as consequências ambientais produzidas pelo modelo de desenvolvimento em voga. Assim, o evento foi um importante momento para conscientização dos líderes mundiais quanto à necessidade de pensar formas de preservar os recursos naturais para as futuras gerações, o que significava romper com a ideia de que a natureza estava disponível para ser explorada a todo custo. Durante o evento, foi discutido o estudo realizado pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), que evidenciava os danos ambientais promovidos pelo desenvolvimento capitalista. Esse documento propunha que as nações mundiais freassem o crescimento econômico para que fosse possível impedir grandes tragédias ambientais (SENA, 2020).

#### 2.1.2 ECO-92

Vinte anos após a conferência de Estocolmo aconteceu no Rio de Janeiro, a ECO-92. A principal pauta da conferência foi, que se todos os países buscassem o mesmo padrão de desenvolvimento dos países ricos (vistos como desenvolvidos) não haveria recursos naturais suficientes para todos sem causar graves danos ao meio ambiente (IGNACIO, 2020).

Segundo (Castro, 1992), compareceram na conferência, 175 países filiados a ONU. Além dos 110 chefes de estado, vieram a ECO-92, no período de 1 a 14 de junho, 10.000 delegados oficiais. 7.000 jornalistas e 1.400 ONG'S todos credenciados.

A Conferência realizada no Brasil colocou o assunto preservação ambiental na agenda pública de uma maneira inovadora, sendo um grande passo e marco de como a humanidade enfrenta sua relação com o planeta. Foi nessa ocasião que o grupo político internacional admitiu abertamente que era preciso conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a utilização dos recursos da natureza. Vários assuntos passaram a ser discutidos para que o avanço e o desenvolvimento acontecessem de acordo com a natureza, garantindo a qualidade de vida tanto para a geração atual quanto para as futuras no planeta.

Do mesmo modo, foi acordado que os países em desenvolvimento receberiam apoio financeiro e tecnológico para arrumarem modelos de desenvolvimento sustentáveis. A partir do principal documento do encontro, a Agenda 21 (IGNACIO, 2020).

### 3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para o desenvolvimento deste trabalho foram confeccionados corpos de prova com resíduos de cerâmica vermelha em substituição do agregado miúdo nas proporções de 5%, 10% e 20% em relação à massa da areia. O experimento foi realizado no Centro tecnológico da Universidade Evangélica de Goiás – Unievangélica, campos de Anápolis-Go.

#### 3.1 MATERIAIS

A confecção dos corpos de prova foi realizada com o uso do cimento Portland CP-II E 32, os agregados utilizados foram brita 1, areia média e resíduos da cerâmica vermelha. A definição do traço utilizado na produção do concreto foi de acordo com o método ABCP/ACI (Associação Brasileira de Cimento Portland/American Concrete Institute).

##### 3.1.1 Ensaios dos agregados

###### 3.1.1.1 Agregado natural miúdo (areia)

O agregado natural miúdo (areia média) utilizado foi fornecido pelo laboratório de engenharia civil da Unievangélica, Figura 1. O ensaio foi realizado de acordo com as diretrizes da NBR NM 248 – Determinação da composição granulométrica (ABNT, 2003) e NBR 16972 – Agregados – determinação de massa unitária (ABNT, 2021). Na Tabela 1 é visto os resultados dos dados coletados no laboratório.

**Figura 1 – Agregado Miúdo (areia)**



Fonte: AUTORES, 2022.

**Tabela 1 - Agregado miúdo**

<b>Peneira (mm)</b>	<b>Massa retida (g)</b>	<b>Massa retida (%)</b>	<b>Massa retida acumulada (%)</b>
<b>4,80</b>	0,616	0,2	0,2
<b>2,40</b>	24,55	8,7	9
<b>1,20</b>	61,119	21,9	31
<b>0,6</b>	85,646	30,7	62
<b>0,3</b>	69,378	24,8	86
<b>0,15</b>	29,357	10,5	97
<b>Fundo</b>	8,827	3,2	100
<b>Total</b>	279,493	100,00	
<b>Modulo de finura Areia</b>		<b>2,85</b>	
<b>DMC areia</b>		<b>4,80 mm</b>	
<b>Massa específica</b>		<b>1510 Kg/m<sup>3</sup></b>	
<b>Massa unitária</b>		<b>1480 kg/m<sup>3</sup></b>	

Fonte: AUTORES, 2022

### 3.1.2 Agregado graúdo (brita 1)

O agregado graúdo (brita 1), Figura 2, utilizado foi fornecido pelo laboratório de engenharia civil da Unievangélica. O ensaio foi realizado de acordo com as diretrizes da NBR NM 248 – Determinação da composição granulométrica (ABNT, 2003) e NBR 16972 – Agregados – determinação de massa unitária (ABNT, 2021). Na Tabela 2 pode ser vista a representação de dados coletados no laboratório.

**Figura 2 – Agregado graúdo**

Fonte: AUTORES, 2022

**Tabela 2 - Caracterização do agregado graúdo**

<b>Peneira (mm)</b>	<b>Massa retida (g)</b>	<b>Massa retida (%)</b>	<b>Massa retida acumulada (%)</b>
<b>0</b>	0	0,00	0,00
<b>19</b>	5,6	0,28	0,2
<b>12,5</b>	345,2	17,34	17
<b>9,5</b>	1520,9	76,42	94

<b>4,80</b>	118,6	5,96	100
<b>2,40</b>	0	0,00	100
<b>1,20</b>	0	0,00	100
<b>0,6</b>	0	0,00	100
<b>0,3</b>	0	0,00	100
<b>0,15</b>	0	0,00	100
<b>Total</b>	1990,3	100,00	
<b>Modulo de finura Brita</b>		<b>6,94</b>	
<b>DMC</b>		<b>19 mm</b>	
<b>Massa especifica</b>		<b>2700Kg/m<sup>3</sup></b>	
<b>Massa unitária</b>		<b>1455 kg/m<sup>3</sup></b>	

Fonte: AUTORES, 2022

### 3.1.3 Resíduo cerâmica vermelha (RCV)

O resíduo da cerâmica vermelha (RCV) utilizado foi fornecido pelos autores deste trabalho. O ensaio foi realizado de acordo com as diretrizes da NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica (ABNT, 2003).

**Tabela 3- Caracterização do Resíduo da cerâmica vermelha**

<b>Peneira (mm)</b>	<b>Massa retida (g)</b>	<b>Massa retida (%)</b>	<b>Massa retida acumulada (%)</b>
<b>4,80</b>	95,449	31,86	32
<b>2,40</b>	44,808	14,96	47
<b>1,20</b>	36,43	12,16	59
<b>0,6</b>	33,976	11,34	70
<b>0,3</b>	32,566	10,87	81
<b>0,15</b>	30,239	10,09	91
<b>Fundo</b>	26,137	8,72	100
<b>Total</b>	299,6	100,00	
<b>Modulo de finura Cerâmica</b>		<b>3,8</b>	
<b>DMC cerâmica</b>		<b>6,30 mm</b>	

Fonte: AUTORES, 2022.

**Figura 3 – Resíduo cerâmico vermelho**



Fonte: AUTORES, 2022

**Figura 4 – Peneiramento do Agregado miúdo artificial**



Fonte: AUTORES, 2022

O resíduo da cerâmica vermelha se encontrava em pedaços de vários tamanhos, sobras de telhas e blocos cerâmicos como pode ser visto na Figura 3. Foi utilizada força braçal com auxílio de marreta e pesos para triturar os fragmentos em seguida foi passado na peneira de abertura 4,75 mm conforme mostra Figura 4, os dados coletados em laboratório estão apresentados na Tabela 3.

### 3.1.4 Cimento

Foi utilizado o cimento CP II E 32 da marca Tocantins adquirido no comércio de Anápolis-GO. Caracterização fornecida pelo fabricante Tabela 4.

**Tabela 4 - Composição Cimento Portland**

Propriedades físicas e químicas	
Estado físico	Sólido, pó cinza
Odor	Sem cheiro
PH em solução aquosa	$12 \leq PH \leq 14$
Massa específica aparente	0,9 a 1,2 g/cm <sup>3</sup> a 20°C

Massa específica absoluta	$2,8 \leq \gamma_r \leq 3,2 \text{ g/cm}^3$ a 20°C
Solubilidade em água	Até 1,5g/l a 20°

Fonte: VOTORANTIM, 2022.

### 3.2 REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS

Para cada traço de concreto feito foi realizado o ensaio de *slump test* no concreto fresco. Para o ensaio no estado endurecido foram moldados 36 corpos de prova cilíndricos com 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura, sendo 12 para cada porcentagem de substituição do agregado miúdo. E foram submetidos ao ensaio de compressão axial com idade de 7, 14 e 28 dias.

#### 3.2.1 Traço Concreto

De acordo com a caracterização dos agregados e especificações do cimento foi calculado o traço (Tabela 5) do concreto conforme método ABCP/ACI.

Tabela 5 – Traço do concreto convencional

CIMENTO (KG)	AREIA (KG)	BRITA (KG)	ÁGUA (L)
410	779	744,79	237,8

Fonte: AUTORES, 2022

A quantidade de materiais utilizados para a confecção de 12 corpos de prova está descrito na Tabela 6.

Tabela 6 – Traço unitário do concreto com adesão de resíduos

TRAÇO UNITÁRIO					
PERCENTUAL	CIMENTO (KG)	AREIA (KG)	BRITA (KG)	ÁGUA (L)	CERÂMICA (KG)
CONVENIONAL	11	20,9	20,02	6,38	0
CERÂMICA 5 %	11	19,85	20,02	6,38	1,05
CERÂMICA 10 %	11	18,8	20,02	6,38	2,1
CERÂMICA 20%	11	16,7	20,02	6,38	4,3

Fonte: AUTORES, 2022

#### 3.2.2 Slump Test

Foi utilizada a betoneira para realizar a mistura. Após a mistura foi realizado o ensaio de *slump test* em cada um dos traços, sendo eles: traço de referência e os demais com a substituição em massa nas porcentagens de 5%, 10% e 20% de agregado miúdo natural pelo RCV. Este ensaio foi realizado de acordo com as diretrizes estabelecidas na NBR 16889 (ABNT, 2020).

#### 3.2.3 Moldagem e cura dos corpos de prova

Após a mistura dos concretos, foi realizada a moldagem e cura dos corpos de prova seguindo as diretrizes da NBR 5738 (ABNT, 2015). Foram utilizados moldes cilíndricos de 10 centímetros de diâmetro e 20 centímetros de altura para confeccionar os corpos de prova (CPs) dos quatro tipos de concreto.

Após a moldagem do concreto, os corpos de prova ficaram em processo de cura em temperatura ambiente em local seco nas primeiras 24 h (Figura 5). Posteriormente, os corpos de prova foram retirados dos moldes e identificados, continuando o processo de cura dentro da câmara úmida durante 7, 14 e 28 dias.

**Figura 5 – Processo de cura inicial**



Fonte: AUTORES, 2022.

### **3.2.4 Ensaio de resistência à compressão axial**

O ensaio de resistência à compressão axial (Figura 6) foi realizado seguindo as diretrizes estabelecidas pela NBR 5739 (ABNT, 2018) no Centro tecnológico da Universidade Evangélica de Goiás (UniEVANGÉLICA).

**Figura 6 – Ensaio compressão axial**



Fonte: AUTORES, 2022.

## **4 RESULTADOS**

De acordo com os resultados obtidos pelo ensaio de slump test (Tabela 7), e rompimento de corpo de provas, foram coletados os seguintes resultados que serão apresentados por gráficos e tabelas a seguir.

No ensaio de slump test o resultado do concreto referência foi de 180 mm (Figura 7). Na adição de 5% de resíduo de cerâmica vermelha os resultados coletados foram 100 mm, conforme (Figura 8).

**Figura 7 – Slump test concreto referência**

**Figura 8 – Slump test substituição 5%**



Fonte: AUTORES, 2022.



Fonte: AUTORES, 2022.

Em relação ao ensaio de *slump test* do concreto com substituição de 10% o resultado obtido foi de 40 mm, conforme (Figura 9). De acordo com o ensaio de *slump test* na adição de 20% o resultado obtido foi de 30 mm, conforme (Figura 10).

Figura 9 – *Slump test* com 10% substituição



Fonte: AUTORES, 2022.

Figura 10 – *Slump test* com 20% substituição



Fonte: AUTORES, 2022.

Tabela 7 – Resultados do ensaio de *Slump test*

Corpos de prova	<i>Slump test</i> (mm)	Percentual de trabalhabilidade (%)
Concreto ref	180	100,00
5%	100	55,56
10%	40	22,22
20%	30	16,67

Fonte: AUTORES, 2022.

Observando o ensaio executado e realizado nos corpos de prova dos quatro tipos de concreto com idade de 7,14 e 28 dias, foram obtidos seguintes resultados para o ensaio de compressão axial.

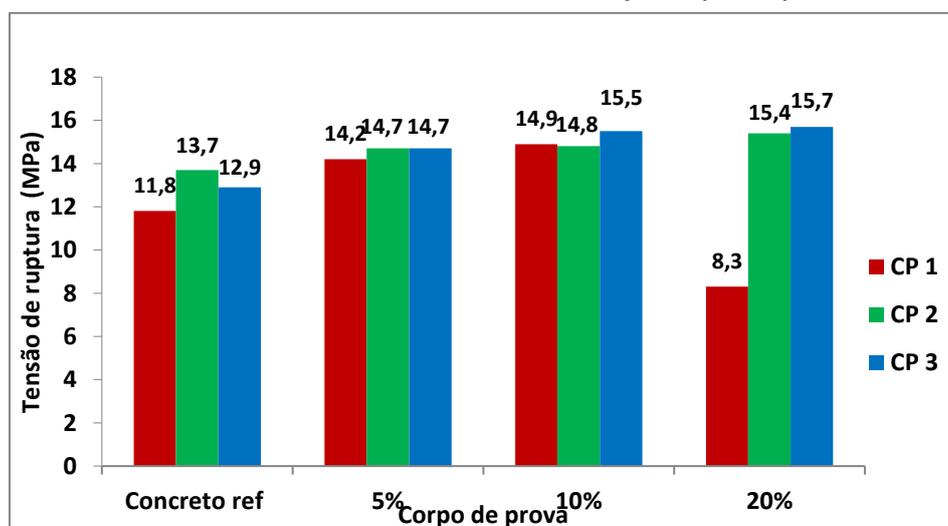
Com os resultados observados na Tabela 8, o ensaio feito com os concretos dos quatro tipos, na idade de 7 dias, a porcentagem de substituição que demonstrou o melhor resultado foi a de 20% com aumento de 19,38% de resistência em relação ao concreto de referência. Pode ser visto no Gráfico 1, as variações de tensões de ruptura com 7 dias.

**Tabela 8 - Resultado ensaio compressão axial (idade 7 dias)**

7 dias					
Corpos de prova	Idade (dias)	CP1	CP2	CP3	Tensão ruptura média (MPa)
Concreto ref	7	11,8	13,7	12,9	12,90
5%	7	14,2	14,7	14,7	14,70
10%	7	14,9	14,8	15,5	14,90
20%	7	8,3	15,4	15,7	15,40

Fonte: AUTORES, 2022.

**Gráfico 1 – Gráfico de tensão de ruptura (7 dias)**



Fonte: AUTORES, 2022.

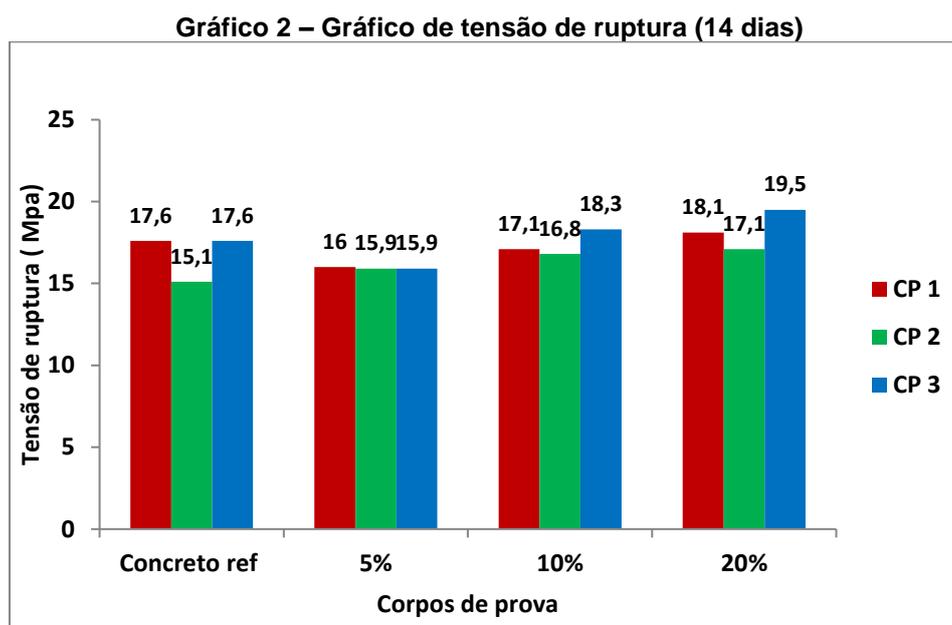
**Tabela 9 - Resultado ensaio compressão axial (idade 14 dias)**

14 dias					
Corpos de prova	Idade (dias)	CP1	CP2	CP3	Tensão ruptura média (MPa)
Concreto ref	14	17,6	15,1	17,6	17,60
5%	14	16	15,9	15,9	15,90
10%	14	17,1	16,8	18,3	17,10
20%	14	18,1	17,1	19,5	18,10

Fonte: AUTORES, 2022.

Com os resultados observados na Tabela 9, o ensaio feito com os concretos dos quatro tipos, na idade de 14 dias, a porcentagem de substituição que demonstrou o melhor resultado foi a de 20% com aumento de 2,84% de resistência em relação ao

concreto de referência. Pode ser visto no Gráfico 2, as variações de tensões de ruptura com 14 dias.



Fonte: AUTORES, 2022.

**Tabela 10 – Resultado ensaio compressão axial (idade 28 dias)**

28 dias					
Corpos de prova	Idade (dias)	CP1	CP2	CP3	Tensão ruptura média (MPa)
Concreto ref	28	20,7	19,7	19,9	19,90
5%	28	20,0	20,6	22,0	20,60
10%	28	21,2	20,4	20,0	20,40
20%	28	20,7	20,7	21,6	20,70

Fonte: AUTORES, 2022.

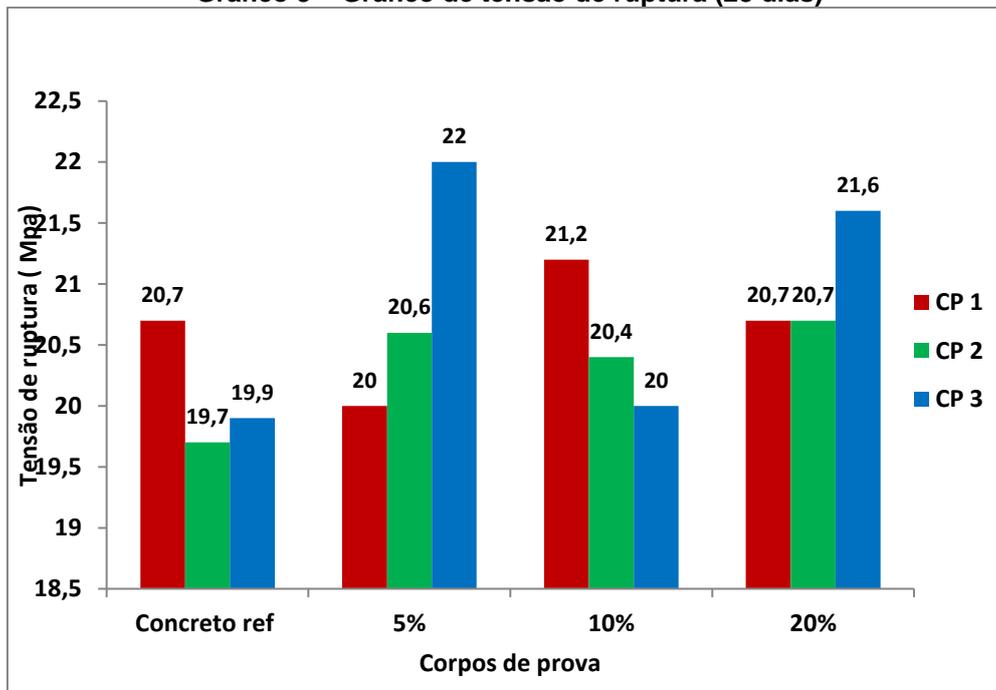
Com os resultados observados na Tabela 10, o ensaio feito com os concretos dos quatro tipos, na idade de 28 dias, a porcentagem de substituição que demonstrou o melhor resultado foi a de 20% com aumento de 4,02% de resistência em relação ao concreto de referência. Pode ser visto no Gráfico 3, as variações de tensões de ruptura com 28 dias.

O Gráfico 4 demonstra a média final das variações de tensão de ruptura dos quatro tipos de corpos de prova nas idades de 7,14 e 28 dias.

Na substituição parcial da areia pelo resíduo da cerâmica vermelha com teor de 5%, foi observada uma diminuição média de 9,66% na resistência à compressão em relação ao concreto de referência. Já no concreto com substituição parcial de 10% em relação à massa da areia observou-se uma diminuição média de 2,84% na resistência à compressão em relação ao concreto de referência. E por fim na substituição de 20% um aumento médio da resistência à compressão foi de 2,84% em relação ao concreto de referência.

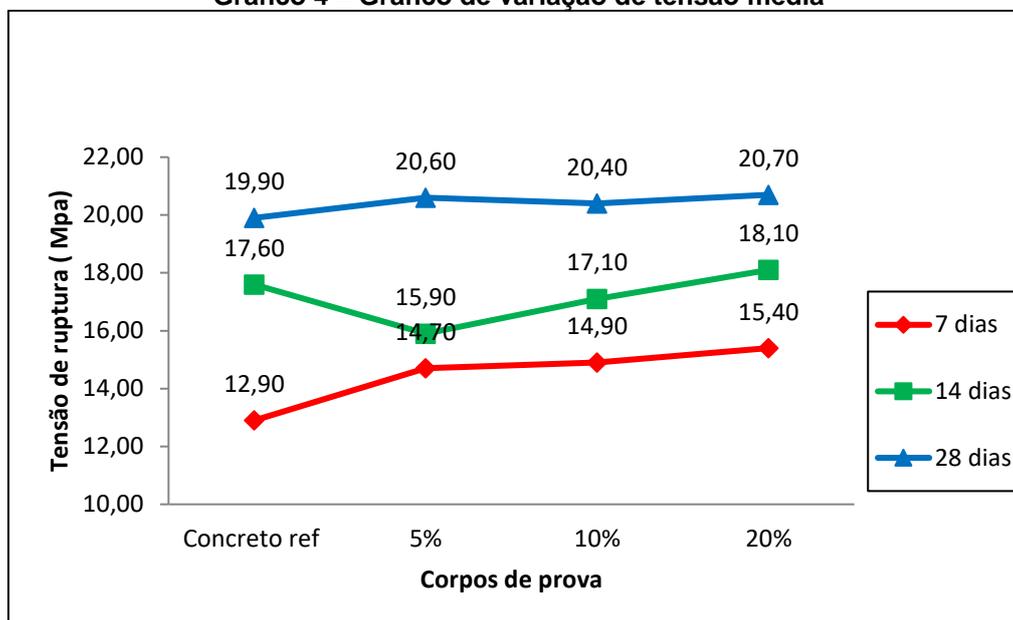
Segundo estudo de (HANSEN,2016), o pó da cerâmica vermelha demonstra moderada atividade pozolânica, o que pode ter influenciado no aumento da resistência à compressão.

**Gráfico 3 – Gráfico de tensão de ruptura (28 dias)**



Fonte: AUTORES, 2022.

**Gráfico 4 – Gráfico de variação de tensão média**



Fonte: AUTORES, 2022.

## 5 CONCLUSÕES

A construção civil é um dos setores que mais geram resíduos sólidos no mundo, a preocupação com a sustentabilidade tornou-se uma prioridade. Por isso é imprescindível buscar novas maneiras de minimizar o acúmulo de resíduos provenientes da construção civil.

Durante a fabricação da cerâmica vermelha é produzido um volume considerável de resíduos devido a peças quebradas ou com defeito que vão direto para o descarte de a maioria das vezes não é o correto.

Neste trabalho, foi analisado o uso de resíduos da cerâmica vermelha como material parcial de substituição do agregado miúdo na confecção de concreto. As porcentagens de substituição usadas foram as seguintes: 5%, 10% e 20% em relação à massa da areia. A partir dos ensaios realizados para esta pesquisa foram obtidas as seguintes conclusões.

Na substituição parcial da areia pelo resíduo da cerâmica vermelha e após passar pelo ensaio de compressão axial todas as porcentagens de substituição demonstrou aumento na resistência em relação ao concreto de referência. O melhor resultado dentre as três porcentagens de substituição foi a de 20% com aumento de resistência média de 2,84% em relação ao concreto de referência. No quesito do ensaio de *slump test* concluímos que o concreto feito que contém a melhor trabalhabilidade na adição do resíduo de cerâmica vermelha foi no percentual de 5% que, foi visto que em relação do concreto convencional para a do concreto com adição de 5 % chegou ao abatimento de 10 mm, com o percentual de trabalhabilidade de 55,56% do concreto referência, assim assumindo uma trabalhabilidade que atenda, e possa suprir a resistência solicitada.

Diante desses resultados é viável o uso do resíduo da cerâmica vermelha (RCV) na substituição parcial da areia, os resultados obtidos foram satisfatórios podendo ser possível até aumentar a porcentagem de substituição fazendo o uso de algum aditivo plastificante para obter resultados ainda mais satisfatórios, chegando previamente à resistência máxima do concreto.

O trabalho conclui que há a viabilidade do uso, no quesito a resistência à compressão axial, do resíduo da cerâmica vermelha na confecção do concreto, sendo assim uma alternativa adequada para dar destino à parte da grande quantidade de resíduos descartados na construção civil, visando sustentabilidade e uso de materiais que se tem acesso no canteiro de obras, com uma opção de conter gastos, e aplicações reais em obras civis na engenharia, com conceito sustentável.

## REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 15575: Edificações habitacionais** - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 16972: Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios**. Rio de Janeiro, 2021.

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

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos - Método de ensaio**. Rio de Janeiro 1994.

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

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

Disponível em: < <http://professor.pucgoias.edu.br/sitedocente/admin/arquivosuplod/pdf>>. Acesso em: 02 fev.2022.

ALMEIDA, L. C. **Concreto. Campinas: Universidade Estadual de Campinas**, 2002, p. 03. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~almeida/au405/Concreto.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2021.

BEZERRA, Juliana. **Conferencia de Estocolmo: toda matéria**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/conferencia-de-estocolmo/>>. Acesso em: 25 out. 2021.

COUTO, J.A.S.C. et al. ARTIGO. **Cadernos de graduação- ciências exatas e tecnológicas**, Sergipe, v. 1, ano 2013, n. 17, p. 49-58, out 2013. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br> >. Acesso em: 11 fev. 2022.

CALADO, C. F; CAMÕES, A.; JALALI, S.; JUNIOR, B. B. **Concreto autoadensável (CAA), mais do que alternativa ao concreto convencional (CC)**. Recife: EDUPE, 2005.

CASTRO, T. Eco-92: **Aspecto Global. A Defesa Nacional, n. 758, 22 jul. 2020**. Disponível em: <http://www.ebrevistas.eb.mil.br/ADN/article/view/5710>. Acesso em: 26 OUT. 21.

CAVALCANTI, Eduardo. **Introdução às estruturas pré-moldadas de concreto**. Blog da Engenharia, 7 set. 2014. Disponível em: . Acesso em: 21 fev. 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Construção Sustentável: a mudança em curso / Confederação Nacional da Indústria, Câmara Brasileira da Indústria da Construção – Brasília: CNI, 2017**

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **O QUE É CONAMA?**. Disponível em: <<http://conama.mma.gov.br/o-que-e-o-conama>>. Acesso: 07 nov. 2021.

ECOTELHADO. **“O que é preciso para conquistar o selo verde da construção civil.”** Disponível em: < <https://ecotelhado.com/o-que-e-preciso-para-conquistar-selo-verde-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 01 nov. 2021.

SANTOS, Vivianni. Exatas e tecnológicas, Interfaces científicas, **Resíduos da construção civil em obras novas**. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/profile/Vivianni-Santos/publication/316306180> > Acesso em: 27 out. 2021.

FREITAS, Eduardo de. **"Agenda 21 "; Brasil Escola**. Disponível em: < <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/agenda-21.htm>>. Acesso em: 27 out. 2021.

GLÊDSON, José. **Produção de concreto cimentício com agregado de resíduos de vidro plano temperado**. Campina Grande – PB: UFCG, 2015.

HANSEN, Débora Magali. **Avaliação das propriedades pozolânicas de um resíduo de cerâmica vermelha para emprego como material científico suplementar**. São Leopoldo: UNISINOS, 2016.

HENRIQUE, Valério. **Aderência Aço-Concreto – Uma análise do comportamento do concreto fabricado com resíduos de borracha**. Ilha Solteira: UNESP, 2004.

IGNACIO, Julia. “**Eco-92**”; **politize**. Disponível em: <<https://www.politize.com.br/eco-92/>>. Acesso em 21 out. 2021.

LIEBSCH, Adilson. “**Sustentabilidade na construção civil: Aplicação em obras populares**” **Ambar**. Disponível em: <<https://ambar.tech/2019/07/31/sustentabilidade-na-construcao-civil-aplicacoes-em-obras-populares/>>. Acesso em: 01 nov 2021.

LIMA, C.I.V.L *et al.* ARTIGO. **Caderno de graduação - Ciências exatas e tecnológicas**, Maceió, v. 1, ano 2014, n. 1, p. 31-40, maio/2014 2014. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/>>. Acesso em: 11 fev. 2022.

MAGALHÃES, Lana. **Agenda 21: Toda matéria**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/agenda-21/>>. Acesso em: 27 out. 2021.

MAUA, **Concreto, o que é concreto pesado**. Disponível em <<https://cimentomaua.com.br/o-que-e-concreto-pesado-veja-suas-caracteristicas-e-aplicacoes/>>. Acesso em: 01 nov. 2021.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: PINI, 1994, p. 01-02.

PEREIRA, Caio. **O que é slump do concreto e como fazer o teste?**. Escola Engenharia, 2019. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/slump-test/>. Acesso em: 29 Mar. 2022.

SEBRAE. “**Tendências para o setor da construção civil em 2022.**” Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/>>. Acesso em: 03 mai. 2022.

SENTHAMARAI, RM., MANOHARAN, P. D., GOBINATH, D. “**Concrete made from ceramic industry waste: Durability properties**”, *Construction and Building Materials*, v. 25, pp. 2413–2419, 2011.

SALLES, João Gabriel. **Avanços na Gestão de Resíduos de Construção Civil após a Resolução CONAMA**. Ouro preto: UFOP, 2016.

SALES, Angela; FILHO, Ricardo. **Efeito do pó de resíduo cerâmico como adição ativa para o concreto**. Scielo Brasil, [s. l.], 28 abr. 2014.

SENA, Ailton. **Conferencia de Estocolmo: Educa mais Brasil**. Disponível em: <<https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/biologia/conferencia-de-estocolmo.>>. Acesso em: 25 out.2021.

VGR.” **Descubra soluções eficientes para reaproveitamento dos resíduos da construção civil.**” Disponível em: <https://www.vgresiduos.com.br/blog/descubra-solucoes-eficientes-para-reaproveitamento-dos-residuos-da-construcao-civil/> acesso em: 03 de dezembro de 21

VOTORANTIM, **Cimentos. Concretagem submersa exige soluções adequadas**. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/negocios/concretagemsubmersa-exige-solucoes-adequadas/>>. Acesso em 01 de novembro. 2021.