

## **ESTUDO DA INCORPORAÇÃO DE CASCAS DE CAFÉ EM CERÂMICA VERMELHA E A SUA INFLUÊNCIA NO DESEMPENHO DE ESTRUTURAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.**

Oliveira, O. M.<sup>1 2</sup>, Brasil, M. D.<sup>2</sup>, Munhoz-Jr. A.H.<sup>3</sup>, Silva-Valenzuela, M.G.<sup>1</sup>,  
Valenzuela-Diaz, F.R.<sup>1</sup>

1 – Departamento de Engenharia de Materiais e Metalúrgica, Universidade de São Paulo.

2 – IFBa – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – Campus Vitória da Conquista.

3 – Universidade Presbiteriana Mackenzie.

Mateusvc1@hotmail.com

### **Resumo**

*O Sudoeste baiano é um grande produtor de café, nesta cultura o beneficiamento do café gera um grande passivo ambiental que é a casca do café despulpado. Nesta mesma região existem indústrias cerâmicas que produzem blocos e telhas cerâmica para o mercado local e que utilizam a argila como matéria prima. Essa argila pode ser utilizada para absorver as cascas de café na produção dos materiais cerâmicos. O objetivo deste trabalho é o estudo do bloco cerâmico com a adição de casca de café. Os ensaios feitos foram retração na queima, flexão em três pontos, porosidade aparente e absorção de água. Os resultados demonstram que uma adição de até 5 % do rejeito, além de manter a resistência aceitável, diminui o peso dos blocos, o que é importante tanto para as indústrias de cerâmica vermelha, quanto para as obras da construção civil. Isto pois otimiza a argila utilizada nestas indústrias, e diminui o peso da alvenaria das construções, amenizando os gastos com estrutura.*

*Palavras chave: Casca de café, rejeitos, argila, estrutura.*

### **1 Introdução**

O Brasil é o maior produtor mundial de café, tendo uma expectativa de produção para 2016 de 56,4 milhões de sacas (1). Durante o beneficiamento do café, na fase de secagem e despulpa, é gerado uma quantidade de casca de café (2), que é um resíduo que muitas vezes é descartado na natureza (3). A

quantidade de resíduos gerados pelas lavouras de café é gigantesca, cerca de dois milhões de toneladas. Parte desses resíduos é reaproveitado como adubo, ou como fonte de energia, para aquecer as fornalhas dos secadores de café (3). No entanto, outra grande parte ou é desperdiçada, ou é queimada nas lavouras. No sudoeste da Bahia não é diferente, por ser um produto que participa ativamente da economia local (4), gera resíduos que, em diversas vezes, são descartados na natureza. Esta foi a motivação deste trabalho, a busca por meios de aproveitar os resíduos do cultivo cafeeiro na produção da cerâmica vermelha, objetivando produtos com resistência aceitável e menor peso, diminuindo o valor gasto em estruturas de concreto armado e com matéria prima para fabricar os blocos cerâmicos. O resíduo utilizado foi a palha (“casca”) do café. Em busca de resultados mais satisfatórios, econômicos e menos poluidores, foi utilizada a “casca” de café sem que ela fosse antes queimada. Isso foi feito no intuito de encontrar reações químicas entre a queima da casca de café e a queima da argila, que pudessem ser incorporados ao processo de obtenção da cerâmica vermelha. A escolha da incorporação da casca de café à cerâmica vermelha se deve a importância de ambos os materiais no sudoeste baiano, além da busca por economias na construção civil.

## **2 MATERIAS E MÉTODOS**

### **2.1 - Matéria prima**

#### **2.1.1 – Argila**

A argila foi coletada em uma indústria cerâmica na cidade de Encruzilhada, na região Sudoeste da Bahia.

### 2.1.2 – Casca de café

As cascas de café foram cedidas pelo cafeicultor que possui um depósito em Vitória da Conquista do café seco. Depósito este que fica na esquina do cruzamento entre as avenidas Luís Eduardo Magalhães e Juracy Magalhães.

### 2.2 – Moagem

Para moer a casca de café, foram utilizados manualmente o pistilo e o Almofariz.

### 2.3 - Peneiramento

A casca de café moída foi peneirada na peneira de número 8, malha 2,36 mm, e depois na peneira 25, malha de número 0,71 mm.

### 2.4 - Preparação dos corpos de prova

Os corpos de prova foram feitos de argila com acréscimo de 5%, 10%, 20% e 30% de rejeitos da lavoura cafeeira, as cascas de café. Produziram-se 12 corpos de prova para cada quantidade. A quantidade da mistura variou entre 8 gramas a 12 gramas para cada corpo de prova.

As quantidades foram pesadas em uma balança digital com precisão de 0,001 g e misturadas manualmente com o auxílio de um vidro de relógio e uma espátula. Foram adicionados 10 % de água na mistura para uma melhor umidificação e prensagem.

Além desses corpos de prova, foram moldados corpos de prova nas dimensões 18 cm x 8 cm x 2 cm. Esses foram utilizados para análise do peso entre as peças produzidas com a argila pura (sem a adição do rejeito da casca de café) e com a argila com a adição da casca de café.

#### 2.4.1 –Prensagem

Os corpos de prova foram prensados em uma prensa hidráulica com uma força de 3,5 toneladas. Eles apresentam as seguintes dimensões: 6 cm de comprimento, 2 cm de largura e 5 cm de espessura, em média.

#### 2.4.2 –Processo de sinterização

Após serem prensados e moldados deu-se início ao processo de secagem. Os corpos de prova foram submetidos a temperatura ambiente por 24 horas. Logo após foram para a estufa a 60 °C, ficando por mais 24 horas. Finalmente foram para estufa a 110 °C onde permaneceram por mais 24 horas. Por fim, metade dos corpos de prova de cada porcentagem (5,10,20 e 30%) foram sinterizados à 950 °C.

### 2.5 – Caracterização das amostras

Para caracterização das amostras foram feitos ensaios de retração linear e tensão de ruptura à flexão.

#### 2.5.1 –Retração linear

A retração linear é a relação entre as dimensões finais(Lf) e iniciais(Li) do corpo de prova após determinado processo. No caso deste material, foi feito o ensaio de retração linear na queima. A determinação da retração linear é expressa pela fórmula:

$$R(\%) = \left( \frac{L_i - L_f}{L_i} \right) \times 100 \quad (1)$$

#### 2.5.2 –Tensão de ruptura à flexão

O ensaio de flexão consiste na aplicação de uma forma uniaxial no material tendendo-o a flexioná-lo até o momento de sua fratura <sup>(5)</sup>. A equação que relaciona as dimensões do corpo de prova e a força aplicada é:

$$\sigma = \frac{3xFL}{2bxe^2} \quad (2)$$

$\sigma$  = Tensão de ruptura

F= Força aplicada

b= Largura do corpo de prova

L= Distância entre apoios

e= Espessura do corpo de prova

### 3 RERUSTADOS E DICUSSÕES

#### 3.1 –Matéria prima

##### 3.1 – Análises térmicas

Foram realizados os ensaios termogravimétricos (TG) e a (DTA) nas amostras de argila natural e nas cascas de café.

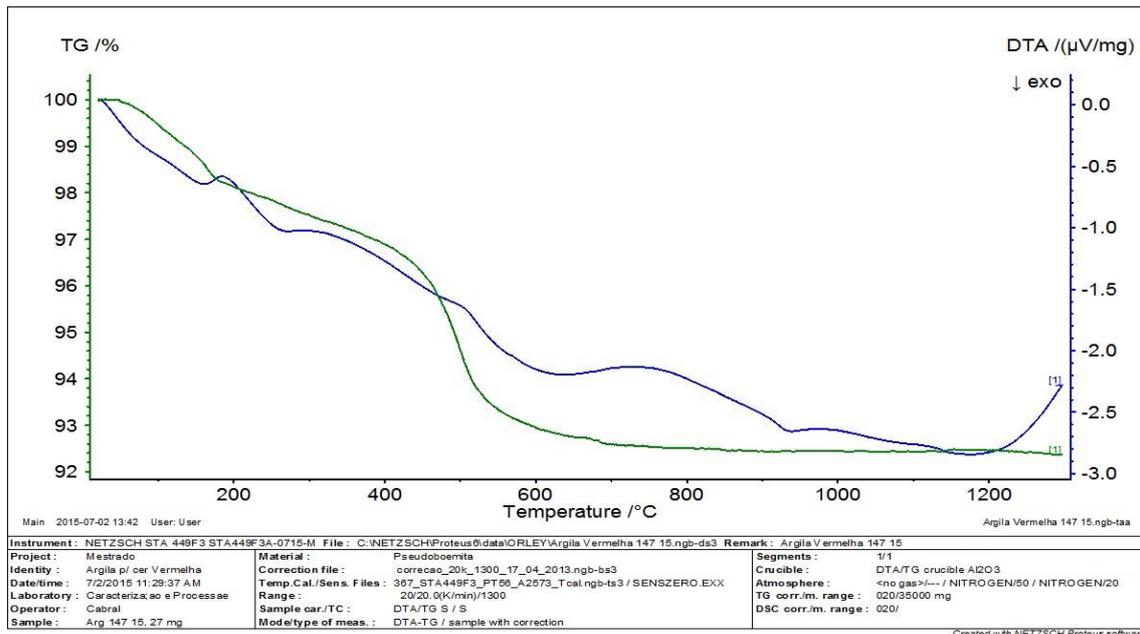


Figura : TG e DTA da argila natural

Fonte: Acervo do autor (2015)

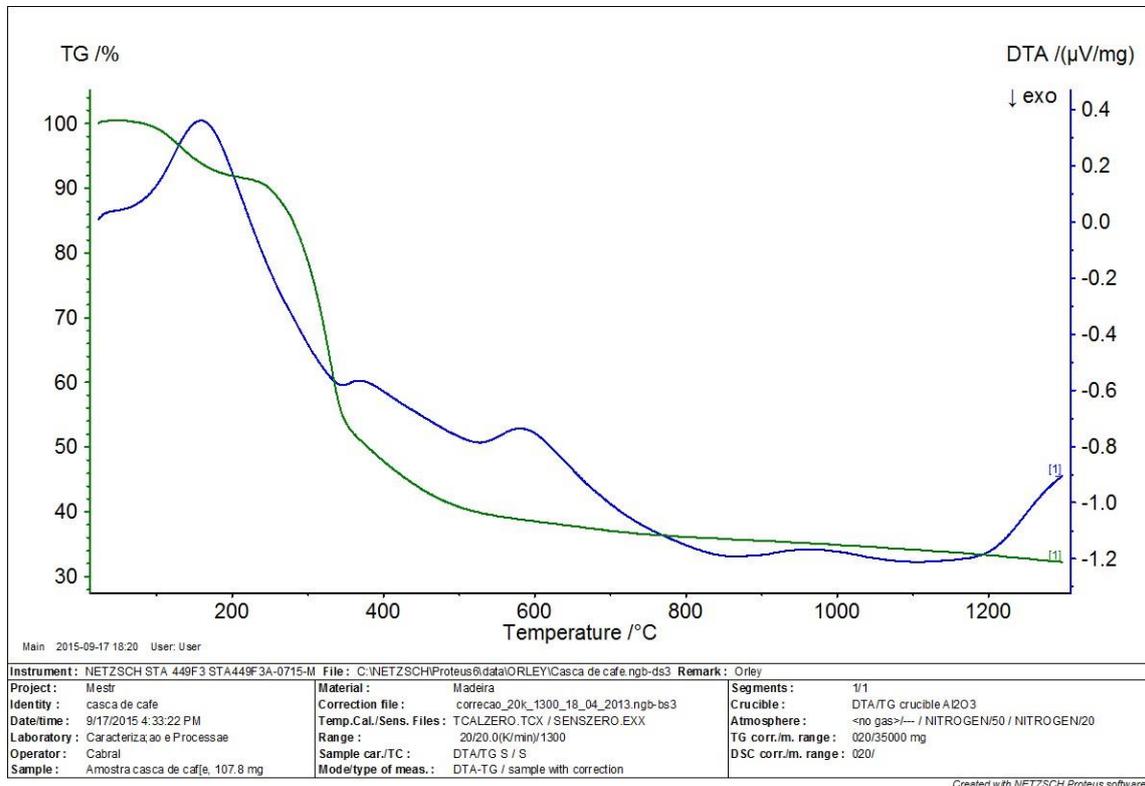


Figura : TG e DTA da casca de café  
Fonte: Acervo do autor (2015)

### 3.2 –Caracterização dos corpos de prova após a sinterização

Os corpos de prova foram caracterizados quanto a resistência a flexão e quanto peso, sendo comparado o peso dos corpos de prova com 0 % e 5 % de casca de café. Para um mesmo volume, os corpos de prova com 0 % de casca de café apresentaram uma massa maior que os corpos de prova com a adição de 5 % de casca de café.

#### 3.2.1 –Flexão em 3 pontos

Foram realizados ensaios de flexão com os corpos de prova gerando os seguintes resultados apresentados nas tabelas seguintes:

Tabela 6: Corpos de prova com de 0 %casca de café.

Corpos de prova	Sinterizados (g e cm)				Temp.	Força de Ruptura(N)	Tensão de Ruptura(Mpa)
	Peso (g)	Comp.	Largura	Espessura	0°		
CP - A1	12,502	5,849	1,976	0,538	1250	4,86	5,10
CP - A2	13,543	6,015	2,03	0,569	110	-	-
CP - A3	13,626	6,024	2,035	0,559	110	2,17	2,05
CP - A4	12,811	6,015	2,034	0,532	110	2,01	2,09
CP - A5	12,611	6,033	2,031	0,508	110	2,01	2,30
CP - A6	12,655	6,012	2,027	0,531	110	1,96	2,06
CP - A7	11,903	6,02	2,021	0,535	950	3,85	3,99
CP - A8	11,38	5,994	2,023	0,494	950	3,67	4,46
CP - A9	11,247	6,005	2,028	0,499	950	3,25	3,86
CP - A10	10,786	6,013	2,029	0,483	950	3,62	4,59
CP - A11	9,582	6,004	2,032	0,427	950	3,68	5,96
CP - A12	9,667	6,021	2,031	0,416	950	-	-
Média					110	2,04	2,13
					950	3,61	4,57

Tabela 7: Corpos de prova com de 5 %casca de café.

Corpos de prova	Sinterizados				Temp.	Força de Ruptura(N)	Tensão de Ruptura(Mpa)
	Peso (g)	Comp.(cm)	Largura(cm)	Espessura(cm)	°C		
CP- 8	5,303	3,348	1,987	0,412	950	1,8	3,2
CP- 6	8,839	5,983	1,983	0,436	950	1,6	2,55
CP- I	8,217	5,979	1,982	0,411	950	1,99	3,57
CP- II	10,418	6,007	1,993	0,458	110	0,37	0,53
CP- III	9,959	6,008	1,994	0,443	110	0,46	0,71
CP- IV	10,162	6,008	1,998	0,443	110	0,87	1,33
					Média 950	1,06	3,11
					Média 110	0,57	0,86

Tabela 8: Corpos de prova com de 10 %casca de café.

Corpos de prova	Sinterizados				Temp.	Força de Ruptura(N)	Tensão de Ruptura(Mpa)
	Peso (g)	Comp.(cm)	Largura(cm)	Espessura(cm)	°C		
CP- 33	8,337	5,989	1,988	0,45	950	0,91	1,36
CP- 6	8,289	5,918	1,978	0,469	950	0,45	0,62
CP- 10A	8,162	5,953	1,988	0,466	950	0,68	0,95
CP- VII	10,154	6,012	2	0,464	110	0,23	0,32
CP- VIIA	10,27	6,018	2,002	0,45	110	0,47	0,70
CP- VIIIA	9,912	6,014	1,998	0,45	110	0,4	0,59
					Média 950	0,68	0,97
					Média 110	0,37	0,54

Tabela 9: Corpos de prova com de 20 %casca de café.

Corpos	Sinterizados				Temp.	Força de	Tensão de
de prova	Peso (g)	Comp.(cm)	Largura(cm)	Espessura(cm)	°C	Ruptura(N)	Ruptura(Mpa)
CP- 1	5,853	5,894	1,962	0,392	950	0,6	1,19
CP- 32	5,864	5,874	1,95	0,372	950	0,81	1,80
CP- 14A	6,047	5,966	1,987	0,396	950	0,26	0,50
					Média 950	0,56	1,17
					Média 110	0,00	0,00

Tabela 10: Corpos de prova com de 30 %casca de café.

Corpos	Sinterizados				Temp.	Força de	Tensão de
de prova	Peso (g)	Comp.(cm)	Ruptura(N)	Espessura(cm)	°C	Ruptura(N)	Ruptura(Mpa)
CP- 19	5,563	5,944	1,985	0,419	950	-	-
CP- 20	4,61	4,59	1,986	4,3	950	-	-
CP- 23	4,767	4,205	1,984	4,27	950	-	-
CP- XII	8,413	6,039	2,004	0,438	110	0,46	0,72
CP- XIII	8,418	6,037	2,007	0,434	110	0,61	0,97
					Média 950	0,00	0,00
					Média 110	110	0,535

Obs.: No momento do ensaio de ruptura, os corpos de prova de número 19, 20 e 23 se mostraram muito frágeis e quebraram antes da execução deste.

Segundo a NBR 15270-1(ABNT), a resistência dos blocos utilizados com furos na horizontal deve ser  $\geq 1,5$  MPa e com furos na vertical deve ser  $\geq 3,0$  MPa. Desta maneira, os blocos com 5 % de casca de café podem ser utilizados tanto com os furos horizontais quanto verticais, devido a sua média de 3,06 MPa.

### 3.2.2 – Comparativo entre peso de corpos de prova com 0 % e 5 % de casca de café

Foi feito um comparativo entre a massa dos corpos de prova, com 0 % e 5 % de casca de café, sendo utilizado o critério da densidade para comparação. Segue tabela com os resultados:

Corpos de prova com 0% de casca de café

Corpo de Prova	Comp. (Cm)	Largura (Cm)	Espessura (Cm)	Peso (Kg)	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )
I	17,5	7,60	2,1	380,85	1,364
II	18,4	8,00	1,9	427,18	1,527
III	18,5	7,85	1,9	391,63	1,419
				Média	1,437

Corpos de prova com 5% de casca de café

Corpo de Prova	Comp. (Cm)	Largura (Cm)	Espessura (Cm)	Peso (Kg)	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )
I A	18,5	7,40	2,4	415,30	1,264
II A	18,05	7,55	2,5	442,93	1,300
III A	18,8	7,60	2,0	365,16	1,278
				Média	1,281

Analisando estes resultados, observa-se que os corpos de prova com 5 % de incorporação de casca de café obtiveram uma densidade menor que os com 0 % de casca de café, ou seja, para um mesmo volume, os corpos de prova com 5 % de casca de café tiveram uma massa menor.

## 4 CONCLUSÕES

Os resultados de resistência dos corpos de prova comprovam que a adição de até 5 % de casca de café é viável. Segundo a NBR 15270-1 (ABNT). Após comparar o peso entre as peças com 0 % e 5 % de casca de café com dimensões 18 cm x 8 cm x 2 cm, conclui-se que podem ser feitos blocos de cerâmica vermelha com 5 % de casca de café e obter estruturas mais leves.

## 5 REFERÊNCIAS

- (1) Revista Cafeicultura; Café - clima e variedades; Disponível em:  
<http://revistacafeicultura.com.br/?mat=61701> . Acesso em: 08 de agosto de 2016.
- (2) Pós Colheita; Beneficiamento e Classificação. Disponível em:  
<ftp://ftp.ufv.br/dea/poscolheita/Tecnologias%20de%20Secagem%20e%20Armazenagem%20para%20Agricultura%20Familiar/Livro/AGRIFARM6.PDF>. Acesso em: 08 de agosto de 2016.
- (3) Inovação Tecnologia; Casca do café também é fonte de energia. Disponível em: <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=casca-cafe-fonte-energia-biomassa#.V6kQZesrLIU>. Acesso em: 08 de agosto de 2016.
- (4) RIBEIRO V. B.; LUZÓN J. L.; Estudo Regional do Sudoeste da Bahia, 2009. Tese (Doutorado em Planificação Territorial e Gestão Ambiental). Universidade de Barcelona e UESB.
- (5) TRIGO, Thiago. Ensaio de Tração, <http://www.infoescola.com/fisica/ensaio-de-tracao/>.

## **CERAMICS OF A RED BEHAVIOR WITH THE MERGER OF COFFEE BARK.**

### Abstract

*The Southern Bahia is a major coffee producer, in this culture the coffee processing generates a major environmental liability that is the coffee pulped bark. In this same area there are ceramic industries producing blocks and ceramic tiles for the local market and using the clay as raw material. This clay can be used to absorb coffee husks in the production of ceramic materials. The objective of this work is the study of the ceramic block with the addition of coffee hulls. The tests were made at firing shrinkage, three point bending, porosity and water absorption. The results show that an addition of up to 5% of the waste, in addition to maintaining acceptable strength, reduces the weight of the blocks, which is important both for the red ceramic industries, and for the works of construction. This therefore optimizes the clay used in these industries, and reduces the weight of the masonry of the buildings, softening the spending structure.*

Keywords: Ceramic industry, Tailings, Coffee Bark.