

# ADIÇÃO DE RESÍDUO PROVENIENTE DO CORTE E POLIMENTO DE ROCHAS BASÁLTICAS EM MATERIAIS DE CERÂMICA VERMELHA

## ADDITION OF RESIDUE FROM THE CUT AND BURNISHING OF BASALTIC ROCKS IN RED CERAMIC MATERIALS

Márcio Felipe Floss<sup>1</sup> e Antônio Thomé<sup>2</sup>

Universidade de Passo Fundo  
CEP: 99.001-970 Passo Fundo, RS Brasil  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
<sup>1</sup> e-mail: mfloss@gmail.com  
<sup>2</sup> e-mail: thome@upf.br

### RESUMO

No processo de transformação da rocha basáltica para a construção civil são produzidos resíduos que se originam do corte e polimento destas rochas. No sul do Brasil, na região norte do Rio Grande do Sul, existem muitas empresas produtoras deste resíduo e todo este material é depositado sem controle, acarretando despesas de armazenamento e poluição ambiental. Neste trabalho, investigou-se a possibilidade da utilização destes resíduos na produção de blocos de cerâmica vermelha. O resíduo foi misturado com material argiloso nas proporções de 0, 25, 50, 75, 100% de resíduo em massa, a fim de estabelecer uma dosagem ideal que atenda às especificações de blocos cerâmicos vermelho para a construção civil. Através da análise dos resultados obtidos, pode-se concluir que é possível produzir blocos cerâmicos com adição de resíduo de rocha basáltica, com um teor de resíduo de até 50% em massa na mistura.

**Palavras-Chave:** resíduo industrial, bloco de cerâmica vermelha, absorção, resistência.

### ABSTRACT

As a result of the transformation of basaltic rocks into civil engineering materials, powdered residues are profusely produced mainly from cutting, grinding and polishing processes. In southern Brazil, in the northern region of the Rio Grande do Sul state, a great amount of such residues is deposited without any control, causing severe environmental impacts. In the present work the possibility of using powdered basaltic rock residues in manufacturing red ceramic masonry blocks was investigated. In order to find the optimum amount of residue that could be add to a red clay to reach masonry ceramic blocks specifications, the residues were mixed with red clay in the mass proportions of 0%, 25%, 50%, 75%, and 100%. Results have shown that it is possible to add up to 50% of residue from basaltic rock in red ceramic block production.

**Keywords:** industrial residue, red ceramics block, absorption, strength.

### 1 - INTRODUÇÃO

A necessidade de utilização dos resíduos industriais, como forma de evitar impactos ambientais, torna-se nos dias atuais tão importantes quanto à busca de novas tecnologias. No processo de transformação da rocha basáltica para a construção civil são gerados resíduos, conhecidos como Tear e Talha Bloco, os quais se originam do corte e polimento das mesmas. O resíduo, muitas vezes, é depositado na natureza sem controle, causando poluição ambiental. Outras vezes eles são depositados a céu aberto, o que causa custos de armazenamento por utilização de grandes espaços. Uma das alternativas que existe é utilizar este resíduo como material constituinte na fabricação de elementos usados na construção civil.

Segundo Campos e Almeida [1], resíduos industriais produzidos pelo corte e polimento de rochas já são utilizados na fabricação de pré-moldados, no município de

Santo Antônio de Pádua. Gonçalves [2], também verificou a viabilidade técnica do uso de resíduo do corte de rochas em concretos, com adição em teores de 10% e 20% em relação à massa de cimento.

Mymrim e Silva [3] utilizaram a mesma técnica empregada neste trabalho, para aproveitar o resíduo da cobertura de extração de carvão na produção de materiais cerâmicos.

Neste trabalho investigou-se a possibilidade de utilizar o resíduo gerado pelas empresas de beneficiamento de rocha do norte do Rio Grande do Sul como material na produção de elementos de cerâmica vermelha. O objetivo do trabalho foi a busca de soluções para a utilização do resíduo gerado pelo beneficiamento de rochas basálticas e sua possível implantação na construção civil.



### 3.2 Secagem

Os corpos de prova prensados foram colocados em bandejas, forrados e cobertos com um pano úmido e colocados para secar em ambiente de laboratório. Os CP's foram levados à estufa a 40°C por 6 horas, aumentando-se a temperatura para 50°C por 1 hora, a 60°C por mais 1 hora e a 70 °C por 6 horas. Em seguida aumentou-se para 105°C, mantendo nesta temperatura por no mínimo 6 horas. Por fim, a estufa foi desligada e esperou-se até que os CP's esfriassem dentro da mesma.

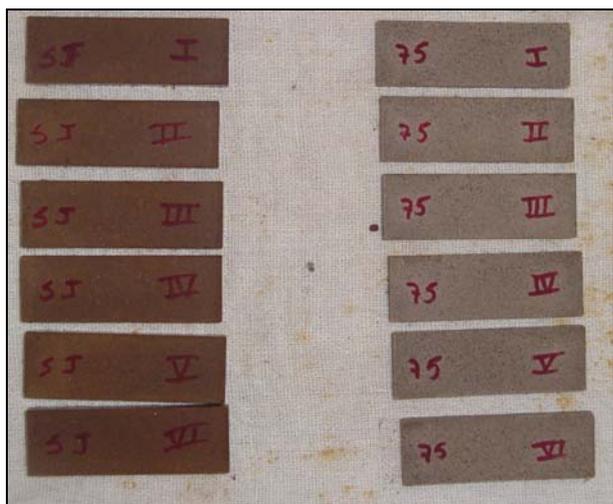


Figura 2. Secagem dos CP's em ambiente de laboratório

### 3.3 Queima

Os corpos de prova foram queimados nas temperaturas T(°C) de 800°C, 900°C e 1050°C em forno Mufla, porém nesta última temperatura, os valores obtidos foram muito dispersos, sendo desconsiderados os resultados nas análises posteriores. O aumento da temperatura do forno foi controlada, conforme Tabela 1, para que a mesma não aumentasse muito rapidamente, a fim de se evitar fissurações nos CP's. Da mesma forma, o resfriamento foi realizado desligando o forno e permanecendo os corpos de prova no interior do mesmo, até que se estabilizasse a temperatura em torno de 60 °C.

### 3.4 Ensaio cerâmicos

Os ensaios referentes aos materiais cerâmicos seguiram as seguintes normas da Fundação de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul (CIENTEC). As normas da CIENTEC não diferem significativamente das normas da ABNT e são de fácil acesso.

- Determinação da umidade de conformação (C-020/95);
- Determinação da contração linear de secagem (C-021/95) [9];
- Determinação da tensão de ruptura á flexão de secagem (C-025/95) [11];

- Determinação de contração linear de queima (C-026/95) [10];
- Determinação da tensão de ruptura à flexão após queima (C-027/95) [12];
- Determinação da absorção de água após a queima (C-022/95) [13];
- Determinação da porosidade aparente após a queima (C-023/95);
- Determinação da massa específica aparente após a queima (C-024/95);
- Determinação da perda ao fogo.

Tabela 1. Valores pontuais das curvas de queima utilizadas, em °C

T(°C)	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7-8h	9h	10h
800	150	250	350	500	650	800	800	800	---
900	150	250	350	500	650	800	900	900	900

Fonte: Tavares [8]

Admitiu-se nesta pesquisa apenas os resultados médios com Coeficiente de Variação (C.V.) abaixo de 20% e que, no mínimo, três resultados de corpos de prova tenham sido utilizados para obtenção da média.

A Figura 3 apresenta a forma como os CP's de cerâmica foram rompidos à flexão.



Figura 3. Detalhe da ruptura à flexão dos CP's

## 4 - ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 Contração Linear e Volumétrica dos Corpos de Prova

Na Tabela 2 estão apresentados os valores de limites máximos de contração linear especificados para os diferentes materiais cerâmicos. O caso de contração volumétrica (Cvs), não existe especificação de valor limite.

Tabela 2. Valores limites máximos para contração linear

Produto	Tijolo Maciço	Blocos Vazados
Contração linear de secagem - Cls (%)	6 %	6 %
Contração linear de queima - Clq (%)	8 %	8 %

Fonte: Adaptado de CIENTEC [9] e [10]

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados de contração linear (Cls) e volumétrica (Cvs) dos corpos de prova secos a 105°C. Observa-se que os valores de contração linear resultaram muito pequenos, aproximadamente 0% (zero). Nos corpos de prova que continham um teor maior de resíduo, ocorreram valores negativos de contração, o que significa que ocorreu uma expansão dos materiais.

Nas Tabelas 4 e 5 estão apresentados os resultados de contração linear (Clq) e volumétrica (Cvq) após a queima a 800 e 900°C, respectivamente. Observa-se que novamente ocorreu expansão nas misturas contendo maiores teores de resíduo. No entanto, verifica-se que todos os valores estão de acordo com os especificados na Tabela 2.

Tabela 3. Contração linear dos CP's após secagem a 105 °C, em %

	100 R		75 R		50 R		25 R		100 Arg	
	Cls	Cvs	Cls	Cvs	Cls	Cvs	Cls	Cvs	Cls	Cvs
<b>Média</b>	-0,21	0,35	-0,17	-0,53	0,15	0,90	0,21	1,46	0,06	-0,49
<b>D. P.</b>	0,11	2,17	0,00	0,12	0,0	0,60	0,11	1,53	0,07	1,17
<b>C.V.</b>	-0,55	6,27	0,00	-0,23	0,72	0,67	0,55	1,05	1,22	-2,36

D. P. = Desvio Padrão; C.V. = Coeficiente de Variação

Tabela 4. Contração linear dos CP's após queima a 800°C, em %

	100 R		75 R		50 R		25 R		100 Arg	
	Clq	Cvq	Clq	Cvq	Clq	Cvq	Clq	Cvq	Clq	Cvq
<b>Média</b>	-1,30	-3,73	-1,97	-7,56	0,15	2,55	-1,15	-10,59	0,61	1,70
<b>D. P.</b>	1,29	4,54	0,49	2,50	0,12	2,13	0,19	3,56	0,09	2,03
<b>C.V.</b>	-0,99	-1,22	-0,25	-0,33	0,80	0,84	-0,17	-0,34	0,14	1,20

D. P. = Desvio Padrão; C.V. = Coeficiente de Variação

Tabela 5. Contração dos CP's após queima a 900°C, em %

	100 R		75 R		50 R		25 R		100 Arg	
	Clq	Cvq	Clq	Cvq	Clq	Cvq	Clq	Cvq	Clq	Cvq
<b>Média</b>	-1,86	-4,78	-2,76	-8,74	-0,89	-4,32	0,13	-1,28	0,88	2,85
<b>D. P.</b>	1,33	5,63	0,09	1,00	0,31	2,70	0,19	2,33	0,34	1,29
<b>C.V.</b>	-0,71	-1,18	-0,03	-0,11	-0,35	-0,63	1,44	-1,81	0,38	0,45

D. P. = Desvio Padrão; C.V. = Coeficiente de Variação

#### 4.2 Peso específico dos Corpos de Prova

Nas Tabelas 6 e 7 estão apresentados os resultados referentes ao peso específico aparente dos corpos de prova dos materiais puros e misturas entre a argila e o resíduo. Para os CP's queimados a 800°C, a faixa de variação deste

parâmetro foi de 15,0kN/m<sup>3</sup> com 100% de Argila e 16,8kN/m<sup>3</sup> na mistura com 100% de resíduo. Já para os CP's queimados a 900°C, os valores variaram entre 15,4kN/m<sup>3</sup> com 100% de Argila e 17,9kN/m<sup>3</sup> para a mistura com 50% de resíduo.

Tabela 6. Peso específico dos CP's após queima a 800°C, em kN/m<sup>3</sup>

	100 R	75 R	50 R	25 R	100 Arg
<b>Média</b>	16,8	16,4	16,4	16,3	15,0
<b>D. P.</b>	0,04	0,04	0,02	0,04	0,02
<b>C.V.</b>	2,54	2,25	1,35	2,74	1,44

D. P. = Desvio Padrão; C.V. = Coeficiente de Variação

Tabela 7. Peso específico para CP's após queima a 900°C, em kN/m<sup>3</sup>

	<b>100 R</b>	<b>75 R</b>	<b>50 R</b>	<b>25 R</b>	<b>100 Arg</b>
<b>Média</b>	16,6	17,1	17,9	17,7	15,4
<b>D. P.</b>	0,06	0,02	0,05	0,04	0,02
<b>C.V.</b>	3,37	1,11	2,91	2,31	0,01

D. P. = Desvio Padrão; C.V. = Coeficiente de Variação

#### 4.3 Resistência à flexão

A Tabela 8 mostra os valores mínimos de tensão de ruptura (Tr) à flexão especificados para os materiais cerâmicos.

Tabela 8. Valores mínimos de tensão de ruptura

<b>Produto</b>	<b>Tijolo Maciço</b>	<b>Blocos Vazados</b>
Ruptura a 105°C Trs (MPa)	1,5	2,5
Ruptura após Queima Trq (MPa)	2,0	5,5

Fonte: Adaptado de CIENTEC [11], [12]

Analisando as Tabelas 9 até 11, juntamente com a Tabela 8 e a Figura 4, sugere-se a confecção de Tijolo Maciço com adição máxima de 50% de resíduo, atingindo nessa mistura as resistências de 2,16 MPa após a secagem, 1,91 MPa após queima a 800°C e 3,20 MPa após queima a 900°C.

Para Blocos Vazados, propõe-se utilizar 25% de resíduo e queimar no mínimo a 900 °C, tendo atingido os valores de 4,70 MPa após a secagem e 6,45 MPa após queima a 900°C.

Tabela 9. Resistência à flexão após secagem, em MPa

	<b>100 R</b>	<b>75 R</b>	<b>50 R</b>	<b>25 R</b>	<b>100 Arg</b>
<b>Média</b>	2,98	1,42	2,16	4,70	7,02
<b>D. P.</b>	0,49	0,13	0,18	0,61	0,94
<b>C.V.</b>	16,53	9,03	8,28	12,98	13,40

D. P. = Desvio Padrão; C.V. = Coeficiente de Variação

Tabela 10. Resistência à flexão após queima a 800°C, em MPa

	<b>100 R</b>	<b>75 R</b>	<b>50 R</b>	<b>25 R</b>	<b>100 Arg</b>
<b>Média</b>	1,42	1,41	1,91	2,73	4,42
<b>D. P.</b>	0,27	0,19	0,28	0,34	0,50
<b>C.V.</b>	19,08	13,09	14,60	12,47	11,36

D. P. = Desvio Padrão; C.V. = Coeficiente de Variação

Tabela 11. Resistência à flexão após queima a 900°C, em MPa

	<b>100 R</b>	<b>75 R</b>	<b>50 R</b>	<b>25 R</b>	<b>100 Arg</b>
<b>Média</b>	2,41	3,96	3,20	6,45	10,32
<b>D. P.</b>	0,31	0,15	0,58	1,24	1,51
<b>C.V.</b>	12,72	3,86	18,11	19,22	14,67

D. P. = Desvio Padrão; C.V. = Coeficiente de Variação

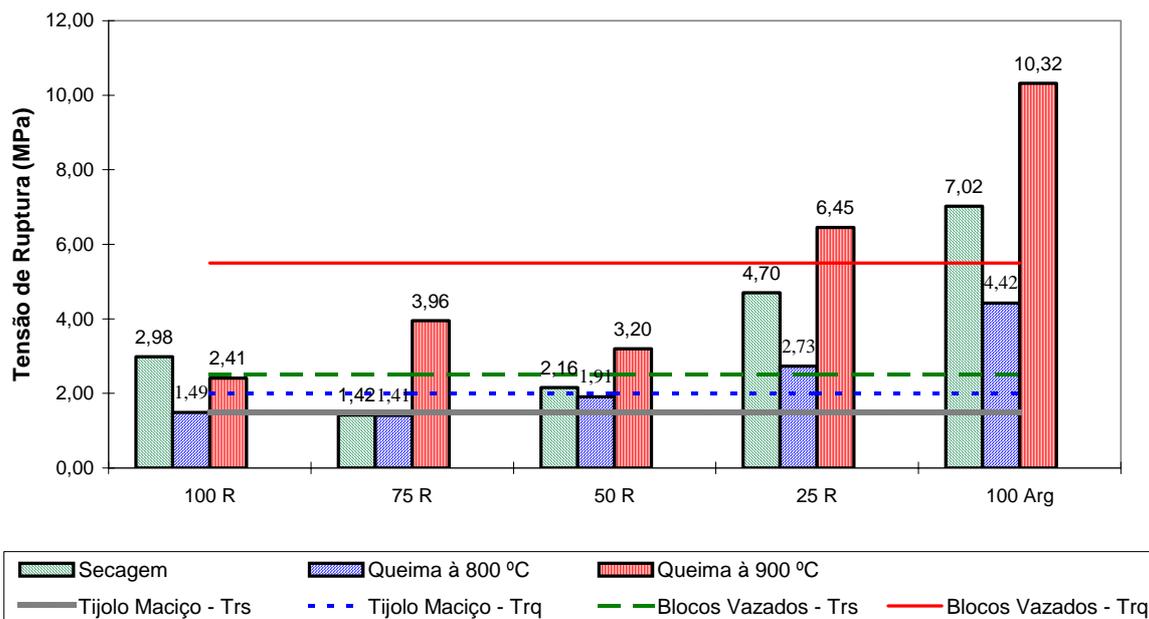


Figura 4. Resistência à flexão dos CP's

#### 4.4 Absorção de água

O ensaio de Absorção de Água foi realizado apenas nas misturas queimadas a 900°C, devido ao fato de ser a temperatura estudada que atingiu os valores mínimos exigidos para a confecção de blocos de cerâmica vermelha.

Segundo a Norma C-022 [13], a absorção de água deve se enquadrar entre 8% e 25 %.

Na Tabela 12 pode-se observar os valores obtidos no ensaio de absorção de água após queima a 900°C. Pode-se observar que os valores se enquadram dentro da especificação da norma, variando entre 20,72% e 22,80%. Também, pode-se observar que os valores diminuíram

conforme se diminuía os teores de resíduo na mistura (Figura 5)

Tabela 12. Absorção de água dos CP's aos queima a 900°C

	75 R	50 R	25 R
<b>Média</b>	22,80	21,19	20,72
<b>D. Padrão</b>	0,34	1,50	0,97
<b>C.V.</b>	0,01	0,07	0,05

D. P. = Desvio Padrão; C.V. = Coeficiente de Variação

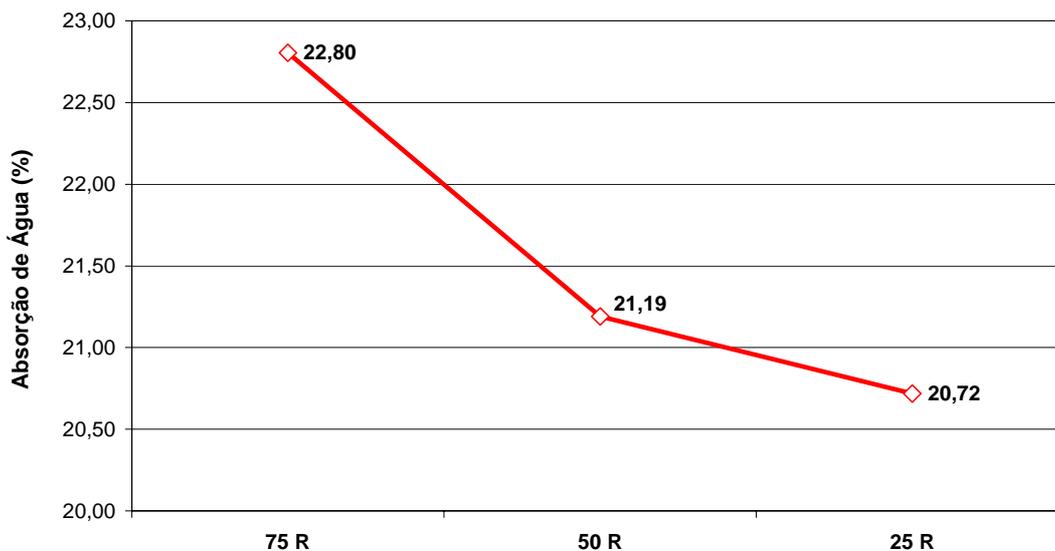


Figura 5. Absorção de água dos CP's após queima a 900°C

## 5 - CONCLUSÕES

Através da análise dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que para a mistura do resíduo Tear com a argila da Cerâmica São João é possível produzir tijolo maciço com adição máxima de 50% de resíduo, e para produzir blocos vazados o teor máximo de resíduo de 25%.

De acordo com os resultados desta pesquisa, a temperatura recomendada para se queimar os tijolos e blocos é de 900°C. Nesta temperatura além de atingir a resistência especificada o material também se enquadra dentro da faixa estabelecida por Norma para absorção de água.

O uso de resíduos industriais poderá trazer ganhos de várias formas, como por exemplo, na redução de custos para as olarias, na extração de argila da jazida, e também na diminuição dos impactos ambientais negativos que este material pode trazer, caso não seja destinado um local apropriado para a sua armazenagem.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro;

À Associação Comercial e Industrial de Basalto do Rio Grande do Sul, pelo fornecimento e transporte do material em estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Campos, A.R.; Almeida, S.L.M. Relatório de atividades no âmbito do projeto Santo Antônio de Pádua – RJ. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1997.
- [2] Gonçalves J.P.. Utilização do resíduo de corte de granito (RCG) como adição para a produção de concretos. 2000, Porto Alegre: PPGE/C/FRGS. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000.
- [3] Mymrim, V.; Silva, N.I.W. Aproveitamento de resíduo da cobertura de extração de carvão. IV Seminário de Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil – Materiais reciclados e suas aplicações. São Paulo: Ibracom, 2001
- [4] Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR 7181: Solo – Análise Granulométrica. RJ, 1984.
- [5] \_\_\_\_\_. NBR-6459: Solo – Determinação do Limite de Liquidez. RJ, 1984.
- [6] \_\_\_\_\_. NBR-7180: Solo – Determinação do Limite de Plasticidade. RJ, 1984.
- [7] \_\_\_\_\_. NBR-6508: Grãos de solo que passam na peneira de 4,8 mm – Determinação da massa específica. RJ, 1984.
- [8] Tavares, I. S. Estudo das Matérias-Primas Utilizadas na Produção de Cerâmica Vermelha em Santa Maria-RS. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Construção Civil e Preservação Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Santa Maria, 2002.
- [9] CIENTEC. Argilas – Determinação da contração linear de secagem. M. CIENTEC C- 021, 1995a.
- [10] \_\_\_\_\_. Materiais Cerâmicos – Determinação da contração linear de queima. CIENTEC C-026, 1995b.
- [11] \_\_\_\_\_. Argilas – Determinação da tensão de ruptura à flexão de secagem. CIENTEC C-025, 1995c.

[12] \_\_\_\_\_. Materiais Cerâmicos – Determinação da tensão de ruptura à flexão após queima. CIENTEC C-027, 1995d.

[13] \_\_\_\_\_. Materiais Cerâmicos – Determinação da absorção da água após queima. CIENTEC C-022, 1995e.

