

# Gestão de Resíduos Sólidos 2

Leonardo Tullio  
(Organizador)



**Leonardo Tullio**  
(Organizador)

# **Gestão de Resíduos Sólidos**

## **2**

**Atena Editora**  
**2019**

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

### Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

G393 Gestão de resíduos sólidos 2 [recurso eletrônico] / Organizador  
Leonardo Tullio. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. –  
(Gestão de Resíduos Sólidos; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-188-6

DOI 10.22533/at.ed.886191403

1. Lixo – Eliminação – Aspectos econômicos. 2. Pesquisa  
científica – Reaproveitamento (Sobras, refugos, etc.).  
3. Sustentabilidade. I. Tullio, Leonardo. II. Série.

CDD 363.728

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de  
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos  
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

Neste Volume II, são apresentados 18 artigos que analisaram o potencial de uso de diversos materiais em vários setores, propondo destino correto a esses resíduos.

A construção civil apresenta-se como elevado potencial na incorporação desses resíduos industriais, que podem ser utilizados como matéria-prima alternativa, uma vez que disponíveis em grandes quantidades e sem destinação pela indústria que o produz, sua utilização pode levar a vantagens econômicas, técnicas e ecológicas, ademais solução de muitos problemas da indústria.

Também se observa o potencial de utilização de resíduos da atividade agrícola no meio urbano, sendo assim o aproveitamento, além de minimizar os problemas ambientais, é visto como atividade complementar, que pode contribuir para a diversificação dos produtos e para a diminuição do custo final de produtos.

Todavia, a correta destinação de um resíduo deve ser estudada e tratada com cautela, pois o "desleixo" causa impactos ambientais incalculáveis na sociedade.

Bons estudos.

Leonardo Tullio

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
SUSTENTABILIDADE: USO DE ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL E EDUCAÇÃO AMBIENTAL	
<i>Cristine Machado Schwanke</i> <i>Juliana Young</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8861914031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
UTILIZAÇÃO DE CARVÃO DE CAROÇOS DE BUTIÁ ( <i>BUTIA CAPITATA</i> ) COMO MEIO DEPURIFICAÇÃO ALTERNATIVA DE ÁGUAS PARA CONSUMO HUMANO	
<i>Beatriz Stoll Moraes</i> <i>Ferdinando Bisogno de Castro</i> <i>Maick Bravo da Silva</i> <i>Paulo Roberto Diniz da Silva</i> <i>Daniela Lilge Silva</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8861914032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>25</b>
USO DE RESÍDUOS DE CELULOSE NA MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS	
<i>Genyr Kappler</i> <i>Carlos Alberto Mendes Moraes</i> <i>Regina Célia Espinosa Modolo</i> <i>Juliana Damasio Waschevicz</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8861914033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>34</b>
REJEITOS RADIOATIVOS DO MAIOR ACIDENTE RADIOLÓGICO DO BRASIL	
<i>Lení Maria de Souza</i> <i>Francisco Itami Campos</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8861914034</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>46</b>
PRODUÇÃO DE CARBOXIMETILCELULASE E AVICELASE PELO BACILLUS SP SMIA-2 EM MEIO CONTENDO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR	
<i>Andréia Boechat Delatorre</i> <i>Silvania Alves Ladeira</i> <i>Marcela Vicente Vieira Andrade Gonçalves</i> <i>Cristiane de Jesus Aguiar</i> <i>Thiago Freitas de Almeida</i> <i>Meire Leles Leal Martins</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8861914035</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>55</b>
O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO MERCADO DE EQUIPAMENTOS GAMER	
<i>Felipe Elsemann Barreto</i> <i>Ana Júlia Senna Sarmiento Barata</i> <i>Ricardo Ribeiro Alves</i> <i>Djulia Regina Ziemann</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8861914036</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 68**

ESTUDO PARA INSTALAÇÃO DE CENTROS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO RIO DE JANEIRO EM SEROPÉDICA

*Hélio Fernandes Machado Júnior*

*Rui de Góes Casqueira*

*Fabíola Oliveira da Cunha*

**DOI 10.22533/at.ed.8861914037**

**CAPÍTULO 8 ..... 78**

ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DA SERICINA EMPÓ RESULTANTE DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS DESIDRATADA EM “SPRAY DRYER”

*Ana Paula Sone*

*Camilo Freddy Mendoza Morejon*

*Marcelino Luiz Gimenes*

**DOI 10.22533/at.ed.8861914038**

**CAPÍTULO 9 ..... 92**

ESTUDO DA CONFORMIDADE DE BLOCOS CERÂMICOS PRODUZIDOS COM RESÍDUOS DE CHAMOTE E CASCA DE ARROZ

*Ivando Stein*

*Maurício Livinali*

*Éder Claro Pedrozo*

*Lucas Fernando Krug*

**DOI 10.22533/at.ed.8861914039**

**CAPÍTULO 10 ..... 103**

ESTUDO COMPARATIVO DO LIXIVIADO GERADO POR RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICO E ELETROELETRÔNICO EM SIMULAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO

*Beatriz Rodrigues de Barcelos*

*Caio Soares Camargos*

*Gabriel Alves Teixeira*

*Lorena Silva Pereira*

*Ygor dos Santos Carneiro*

**DOI 10.22533/at.ed.88619140310**

**CAPÍTULO 11 ..... 116**

DESMONTAGEM E CARACTERIZAÇÃO DE LÂMPADAS LED PARA RECUPERAÇÃO DE MATERIAIS

*Emanuele Caroline Araujo dos Santos*

*Alini Luísa Diehl Camacho*

*Leonardo Daniel Rauber*

*Carlos Alberto Mendes Moraes*

**DOI 10.22533/at.ed.88619140311**

**CAPÍTULO 12 ..... 126**

CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE PETROLINA/PE

*David José Oliveira da Silva*

*Iago Santos Calábria*

*Walter de Moraes Calábria Junior*

**DOI 10.22533/at.ed.88619140312**

**CAPÍTULO 13 ..... 136**

AVALIAÇÃO DA POTENCIALIDADE DE RESÍDUOS GERADOS PELA INDÚSTRIA DE PAPEL E CELULOSE COMO MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA A INDÚSTRIA CIMENTEIRA

*Joana Gomes Meller*  
*Letícia Torres Maia*  
*Oscar Rubem Klegues Montedo*  
*Dachamir Hotza*  
*Hiany Mehl Zanlorenzi*  
*Silvana Meister Sommer*

**DOI 10.22533/at.ed.88619140313**

**CAPÍTULO 14 ..... 147**

ANÁLISE DOS PLANOS MUNICIPAIS DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO ESTADO DO PARANÁ

*Daniel Poletto Tesser*  
*Luciana Janoni Botelho de Freitas do Nascimento*  
*Antônio Carlos de Francisco*  
*Cassiano Moro Piekarski*

**DOI 10.22533/at.ed.88619140314**

**CAPÍTULO 15 ..... 160**

ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA DO AQUECIMENTO DE ÁGUA ATRAVÉS DE UM AQUECEDOR SOLAR FEITO COM MATERIAL RECICLÁVEL

*Maiara Stein Wünsche*  
*Nadine Rech Medeiros Serafim*  
*Rafaela Picolotto*

**DOI 10.22533/at.ed.88619140315**

**CAPÍTULO 16 ..... 170**

ANÁLISE DA MISTURA DO AGREGADO RECICLADO DE RCD ASSOCIADO AO SOLO LATERÍTICO PARA UTILIZAÇÃO NA CAMADA DE BASE DE PAVIMENTOS

*Natássia da Silva Sales*  
*Caio César Luz Araújo*

**DOI 10.22533/at.ed.88619140316**

**CAPÍTULO 17 ..... 182**

ANÁLISE DA ECOEFICIÊNCIA DA RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM USINA SUCROALCOOLEIRA NO PIAUI

*Lilian de Castro Moraes Pinto*  
*Maria do Socorro Lira Monteiro*

**DOI 10.22533/at.ed.88619140317**

**CAPÍTULO 18 ..... 191**

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA NACIONAL E INTERNACIONAL SOBRE TRATAMENTO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO

*Manoela Paiva de Amorim Santos*  
*Rafael de Freitas Taves*  
*Alexandre Lioi Nascentes*  
*Armando Borges de Castilhos Junior*

**DOI 10.22533/at.ed.88619140318**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 203**

## ESTUDO DA CONFORMIDADE DE BLOCOS CERÂMICOS PRODUZIDOS COM RESÍDUOS DE CHAMOTE E CASCA DE ARROZ

### Ivando Stein

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul  
UNIJUI Santa Rosa – RS

### Maurício Livinali

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul  
UNIJUI Santa Rosa – RS

### Éder Claro Pedrozo

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul  
UNIJUI Santa Rosa – RS

### Lucas Fernando Krug

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul  
UNIJUI Santa Rosa – RS

**RESUMO:** Toda atividade econômica gera resíduos, seja pela própria extração de recursos naturais ou por rejeitos gerados. O rejeito de cerâmica gerado no processo de quebra de tijolos pós-queima (chamote), na maioria das vezes, é descartado de maneira inadequada no meio ambiente, o mesmo ocorre com o resíduo da casca de arroz: resíduo agrícola, de difícil degradação, que se não descartado adequadamente, constitui fonte de poluição e de contaminação ambiental. Uma saída segura para o problema dos resíduos é o emprego em materiais da construção civil, principalmente no setor de cerâmica vermelha. Assim, com o intuito de dar uma destinação a esses resíduos,

a pesquisa analisou a conformidade de blocos cerâmicos de vedação (tijolos de 6 furos) fabricados com adição de chamote e casca de arroz agregada com argila. A produção dos tijolos realizou-se diretamente em uma indústria cerâmica, localizada na cidade de Santa Rosa. Através da caracterização em laboratório, em relação a parâmetros normativos da NBR 15270 (ABNT, 2017) das propriedades físico-mecânicas dos blocos, na qual realizou-se a verificação dimensional, absorção de água e resistência à compressão, verificando sua viabilidade e atestando o uso para produção em grande escala, uma vez que o traço de 75% de argila, 15% de chamote e 10% de casca de arroz obtiveram resultados dos parâmetros ensaiados dentro dos limites preconizados pela NBR 15270.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos industriais, construção civil, blocos cerâmicos, chamote, casca de arroz.

**ABSTRACT:** All economic activity generates waste, either by the extraction of natural resources or by generated rejects. The ceramic dispenser generated in the process of post-burn brick breakage, most of the time, is discarded inadequately in the environment, the same occurs with the residue of the rice husk: agricultural residue, of difficult degradation, if not disposed adequately, it constitutes a source

of pollution and environmental contamination. A safe exit to the problem of waste is employment in construction materials, mainly in the red ceramics sector. Thus, in order to give a destination for these wastes, the research analyzed the conformity of ceramic blocks of sealing (six-hole bricks) manufactured with the addition of the name and rice husk aggregated with clay. The production of the bricks was carried out directly in a ceramic industry, located in the city of Santa Rosa. Through the laboratory characterization, in relation to normative parameters of NBR 15270 (ABNT, 2017) of the physical-mechanical properties of the blocks, in which the dimensional verification, water absorption and compression resistance were carried out, verified its Feasibility attesting to its use for large-scale production, since the 75% clay, 15% name and 10% of rice husk obtained results of the parameters tested within the limits recommended by the standard.

**KEYWORDS:** Industrial waste, civil construction, ceramic blocks, call, rice husk.

## 1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, segundo Cavalli e Bertoldi (2016), há uma grande preocupação por parte da sociedade devido a quantidade crescente de resíduos industriais, já que, praticamente toda a atividade econômica gera resíduos, com quantidades variáveis e características próprias. A disposição inadequada desses resíduos pode gerar impactos ambientais principalmente em solo e águas superficiais e subterrâneas. (PENKAITIS 2012). Para Medeiros (2010), a indústria da construção civil apresenta elevado potencial de incorporação desses resíduos industriais que podem ser utilizados como matéria-prima alternativa, uma vez que disponíveis em grandes quantidades e sem destinação pela indústria que o produz, sua utilização pode levar a vantagens econômicas, técnicas e ecológicas, ademais solução de muitos problemas da indústria. O aproveitamento de resíduos, além de minimizar os problemas ambientais, é visto como atividade complementar, que pode contribuir para a diversificação dos produtos e para a diminuição do custo final (MEDEIROS, 2010). Um exemplo é o resíduo de cerâmica, gerado no processo de quebra de tijolos pós-queima que, na maioria das vezes, é descartado inadequadamente no meio ambiente, uma vez que para Prado, Bedoya & Mercury (2016) poderiam ser reutilizados como materiais não-plásticos ou chamote em novas formulações. O mesmo ocorre com os resíduos agroindustriais, no caso a casca de arroz (CA) já que, segundo Tashima *et al.* (2011), de difícil degradação no meio ambiente e, se não for descartado adequadamente, constitui fonte de poluição e de contaminação ambiental. Uma solução para amenizar o problema gerado por esses resíduos é o emprego em materiais da construção civil, principalmente no setor de cerâmica vermelha. Segundo Vieira (2000), a adição de chamote na massa cerâmica para produção de blocos cerâmicos, pode ter reflexos positivos devido a adição contribuir com o melhoramento do grau de empacotamento das partículas. Para Candido (2012), além de minimizar os prováveis impactos

causados ao ambiente pelo descarte indevido, o chamote interfere nas propriedades cerâmicas como redutor de plasticidade, diminuindo a quantidade de água adicionada à massa e assim reduzindo a retração de secagem, melhorando a qualidade do produto final. Já Rambo (2009), ressalta que o aproveitamento da casca de arroz tem se revelado uma possível alternativa econômica para o setor, devido a possibilidade de geração de bioprodutos com elevado valor agregado. Ainda, segundo o autor, as cascas quando não são queimadas visando o aproveitamento energético, na maioria das vezes, são deixadas no meio ambiente, razões suficientes para se investir na pesquisa e no desenvolvimento de tecnologia que faça uso desses resíduos.

Diante do exposto, o presente estudo visa incorporar resíduos de chamote e casca de arroz na produção de blocos cerâmicos utilizados para vedação, buscando obter uma avaliação quanto a possibilidade de destinação desses resíduos na produção industrial de blocos cerâmicos. O traço pesquisado é de 75% de argila, 15% de chamote e 10% de casca de arroz.

## 2 | OBJETIVOS

Assim, o objetivo da presente pesquisa é analisar, com base em estudos laboratoriais, conforme a NBR 15270 (ABNT, 2017), a conformidade de blocos cerâmicos moldados com a incorporação em seu traço de resíduos, para a possibilidade de produção e comercialização industrial desse tipo de produto, visando fomentar uma possível destinação dos resíduos de chamote e casca de arroz na produção de blocos cerâmicos.

## 3 | METODOLOGIA

A indústria cerâmica, na qual foi utilizada para produção dos tijolos, é de médio porte, semi-automatizada, onde predominam técnicas mecanizadas de fabricação, produzindo atualmente, blocos estruturais, de vedação e telhas cerâmicas. A determinação do traço utilizado dá-se com base na revisão bibliográfica de resultados anteriores realizados com este resíduo e em comum acordo entre os técnicos da indústria cerâmica, na qual adotou-se para a pesquisa: 75% de argila, 15% de chamote e 10% de casca de arroz em sua composição, respeitando os limites recomendados, conforme Figueiredo (2008), de teores com até 25% de materiais não-plásticos na composição de massas cerâmicas. O resíduo de chamote (Figura 1.a) é oriundo da própria indústria cerâmica em questão, resultante das quebras de tijolos pós-queima, na qual estavam armazenadas, sem destinação, por um longo período. Já a casca de arroz, demonstrada na Figura 1.b, é proveniente de uma indústria cerealista de São Luiz Gonzaga.

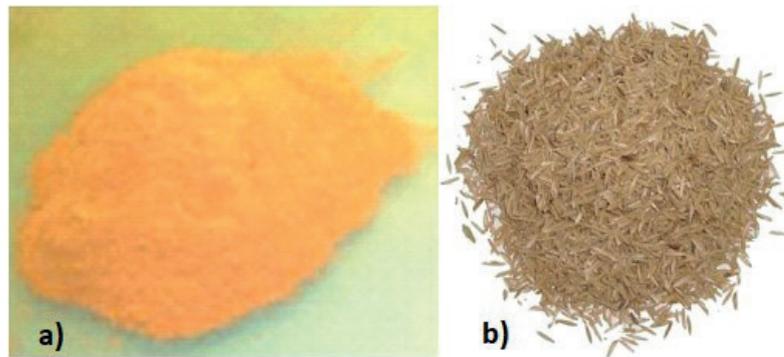


Figura 1: Resíduos de chamote e casca de arroz. Fonte: Autor do Trabalho.

A massa preparada foi introduzida no caixão alimentador acoplado ao misturador e posteriormente adicionado água até atingir um percentual de aproximadamente 28 % de umidade, seguindo para o laminador e, por meio de uma correia, transportada para a extrusão, com capacidade para produção de 80 blocos por minuto, equipado com câmara de vácuo para retirada do ar incorporado. Foram conformados blocos cerâmicos de vedação com dimensões nominais de 90x140x190 mm, de 6 furos na horizontal. Após secagem artificial em temperatura controlada de 110°C, durante 48 horas, os blocos foram queimados em forno intermitente tipo túnel, sendo que necessitam de 16 horas até chegar ao patamar, na qual permaneceram durante 10 horas na temperatura de 950°C, e 24 horas para resfriamento, conforme a forma de produção do local. Algumas das etapas do processo de fabricação do bloco estão demonstradas na Figura 2.

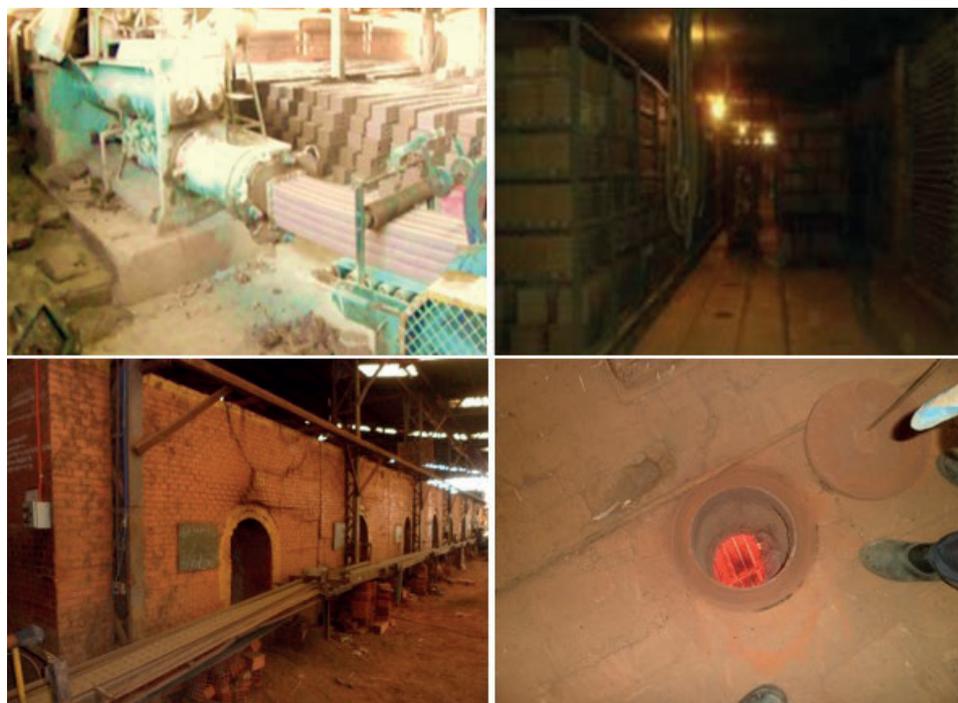


Figura 2: Processo de fabricação do bloco cerâmico em estudo. Fonte: Autor do Trabalho.

Para o prosseguimento da pesquisa, os blocos foram submetidos a testes de caracterização físico-mecânicas, sendo que os requisitos mínimos são apresentados

na NBR 15270-1 (ABNT, 2017), e os procedimentos de ensaio na NBR 15270-2 (ABNT, 2017). As características geométricas avaliadas são: dimensões das faces, espessuras das paredes e septos, desvio em relação ao esquadro e planeza das faces. Para as características físicas e mecânicas foram analisadas, respectivamente, a absorção de água e a resistência mecânica à compressão. Todos ensaios foram realizados no Laboratório de Engenharia Civil (LEC) da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI. Em relação à quantidade de amostras para cada ensaio, realizou-se conforme a NBR 15270-1 (ABNT, 2017), na qual torna-se necessária a utilização de 13 amostras para a verificação das seguintes características geométricas e mecânicas: dimensões efetivas, espessura dos septos e das paredes externas, desvio em relação ao esquadro, planeza das faces e resistência à compressão. Já para o índice de absorção de água são necessárias 6 amostras.

Para a verificação das características geométricas, realizou-se em uma superfície lisa e nivelada, como exigido pela NBR 15270-1 (ABNT, 2017), efetuando-se as medições conforme demonstra a Figura 3. Foi utilizado um esquadro de alumínio de 200 mm de comprimento, uma trena metálica *Starrett* de 5,0 m de comprimento, com resolução de 1mm e um paquímetro digital, marca *Stainless Hardened*, com precisão de 0,01 mm. Os blocos enquadram-se, segundo a norma na classe VED15 - indicado exclusivamente para uso em vedação - com dimensões nominais definidas de 90x140x190mm (largura, altura, comprimento) que serviram de referência para a avaliação das medidas das faces. A verificação da espessura das paredes externas consiste em determinar a espessura das paredes externas dos blocos de acordo com os pontos indicados na norma. A verificação do desvio em relação ao esquadro realiza-se as medições entre as faces destinadas ao assentamento e ao revestimento do bloco. A planeza das faces foi determinada para as faces destinadas ao revestimento, pela flecha na região central de sua diagonal.



Figura 3: Análise em relação às características geométricas. Fonte: Autor do Trabalho.

Para as características físicas, a NBR 15270 (ABNT, 2017) exige o ensaio de absorção de água, regulando os limites entre o mínimo de 8% e o máximo de 25% de absorção. O objetivo do ensaio proposto é a verificação da água absorvida no período de 24 horas, à temperatura ambiente, isto é, quanto mais água absorvida, maior a porosidade existente na massa cerâmica. O ensaio de absorção de água, demonstrado na Figura 4, foi determinado através da diferença entre o peso úmido e peso seco dos blocos. A massa seca foi determinada através da pesagem, em intervalos de uma hora, após permanecerem na estufa à temperatura de 105°C, até não apresentarem variação de massa. Já o peso úmido foi obtido através da imersão dos blocos em água por 24 horas, à temperatura ambiente.



Figura 4: Realização do ensaio de absorção de água. Fonte: Autor do Trabalho.

Para o ensaio de resistência à compressão, utilizou-se uma prensa modelo EMIC PC200 com capacidade para 200.000 Kg. Para regularização da superfície, torna-se necessário proceder o capeamento das faces do bloco com pasta de cimento com resistência superior a 70% da resistência do bloco. Manteve-se o bloco na condição saturada durante 6 horas. A Figura 5 mostra a realização do ensaio. Nesse ensaio, verifica-se a capacidade de carga, que os blocos cerâmicos suportam, quando submetidos a forças de compressão, simulando a pressão exercida pelo peso da construção sobre os blocos. O não atendimento aos parâmetros normativos mínimos, segundo Almeida, Grippe & Goulart (2016), indica que a parede poderá apresentar problemas estruturais, como rachaduras e, conseqüentemente, oferecer riscos para a construção.



Figura 5: Ensaio de resistência mecânica à compressão. Fonte: Autor do Trabalho.

#### 4 | RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta uma relação das 13 amostras analisadas em relação às características geométricas conforme definidas pela NBR 15270 (ABNT, 2017). com as medidas das faces dos blocos (largura, altura e comprimento) nos pontos definidos pelo Anexo A da NBR 15270-2, onde é apresentado como tolerância individual do bloco  $\pm 5\text{mm}$ , e na média  $\pm 3\text{mm}$ . Observa-se que para a largura medida foi de 89,81 a 93,24 mm, já na altura obteve-se de 140,87 a 144,50 mm e no comprimento a medida foi de 185,90 a 193,00 mm. Assim, todas as amostras demonstraram-se dentro dos limites, uma vez que se apresentam abaixo da tolerância dimensional individual e na média das medições. Portanto, em relação as características geométricas, os tijolos cerâmicos produzidos pela presente pesquisa apresentam-se aptos para sua comercialização.

Amostras	Largura (mm)	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Desvio em relação ao esquadro (mm)	Septos (mm)	P. Externas (mm)	Planeza das Faces (mm)
1	91.62	187.00	140.87	1.01	9.29	9.20	1.15
2	92.02	190.00	144.50	2.75	8.27	9.42	0.95
3	92.90	190.00	143.00	0.97	9.67	9.83	0.95
4	91.53	189.00	141.84	1.80	9.63	9.22	1.00
5	93.24	193.00	144.33	1.66	9.20	10.26	1.07
6	92.86	191.00	142.98	2.97	8.88	8.87	1.06
7	91.10	189.00	143.72	2.35	7.97	8.58	1.00
8	89.81	185.90	141.15	3.00	8.81	9.90	1.59
9	92.08	188.40	142.98	2.97	9.02	8.88	0.73
10	91.20	187.80	142.79	1.96	8.03	8.51	1.59
11	92.04	188.00	141.77	2.88	8.64	10.78	2.11
12	91.84	190.00	144.18	2.98	8.00	10.24	2.07
13	91.57	188.00	141.16	2.97	8.67	9.87	1.20
<b>Média</b>	<b>91.83</b>	<b>189.01</b>	<b>142.71</b>	<b>2.33</b>	<b>8.78</b>	<b>9.50</b>	<b>1.27</b>

Tabela 1. Relação das características geométricas.

Fonte: Autor do Trabalho.

Nas medições da espessura das paredes externas, todas as amostras atendem a dimensão mínima de 7mm exigida pela norma, cujos resultados são vistos conforme a Figura 6. Vale salientar que na atualização da NBR 15270, não há parâmetros referente à espessura mínima dos septos, contudo, mediu-se a nível de conhecimento.

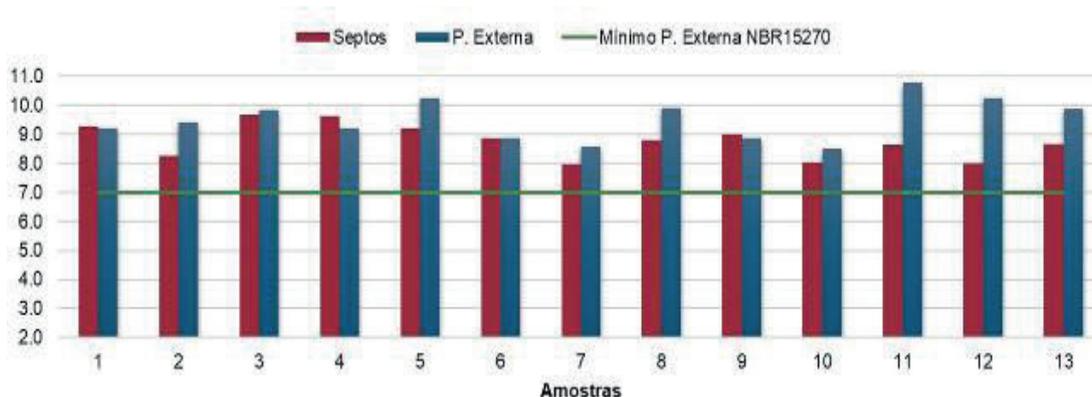


Figura 6: Espessura das paredes e septos. Fonte: Autor do Trabalho.

Realizou-se medições quanto ao desvio em relação ao esquadro de cada amostra, na qual a norma define um limite máximo de 3mm para aceitação. De acordo com os resultados obtidos na Figura 7, os blocos estão abaixo do valor especificado na norma, apresentando uma média de 2,33 mm.

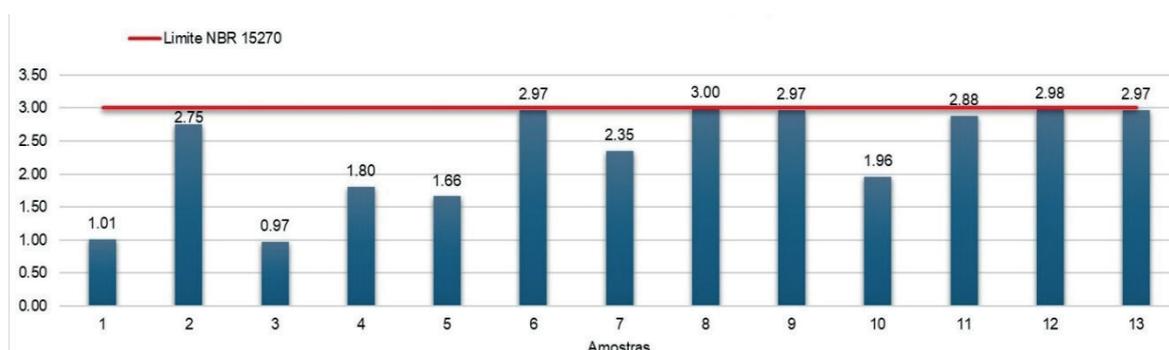


Figura 7: Desvio em relação ao esquadro. Fonte: Autor do Trabalho.

Em relação à medição da planeza das faces, demonstrados na Figura 8, apresenta-se muito abaixo do limite máximo estabelecido pela NBR 15270 de 3 mm, uma vez que não se verifica a presença de concavidades ou convexidades nas faces dos blocos analisados. A média obtida foi de 1,27 mm, sendo que a flecha máxima verificada foi de 2,11 mm.

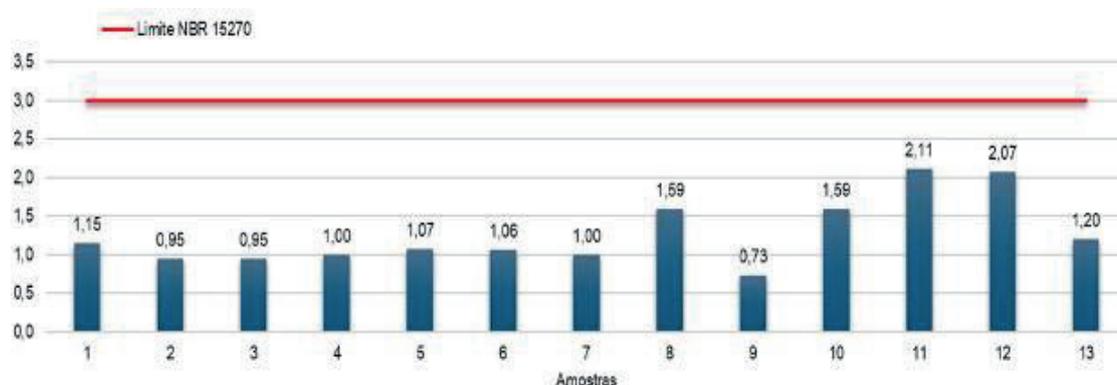


Figura 8: Planeza das faces. Fonte: Autor do Trabalho.

Na Figura 9, estão apresentados os resultados do ensaio de absorção de água, na qual verificou-se que todos os blocos atenderam as especificações da norma, não comprometendo a qualidade técnica do material. Vásquez (2005) salienta a importância da observância dos limites de absorção de água, já que se muito baixa compromete a aderência da argamassa, enquanto muito alta pode reduzir a resistência do bloco.

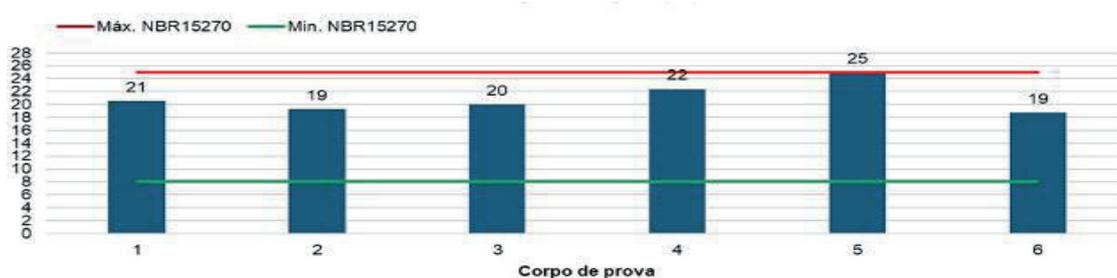


Figura 9: Absorção de água. Fonte: Autor do Trabalho.

Os resultados obtidos para o ensaio de resistência mecânica são demonstrados na Figura 10. Nota-se que dois dos treze blocos não atingiram o valor mínimo exigido de 1,5Mpa, porém a NBR 15270-1 prevê essa variação, adotando um limite máximo de duas unidades desconformes em uma amostra de treze blocos. Tal regulação define que a amostra estudada está de acordo também quanto as características mecânicas.

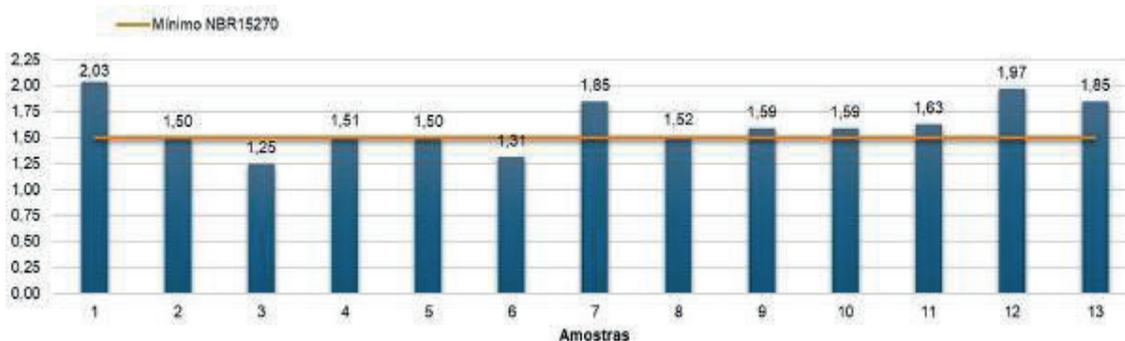


Figura 10: Resistência à compressão. Fonte: Autor do Trabalho.

## 5 | CONCLUSÕES

Diante dos resultados expostos na presente pesquisa, conclui-se que o bloco cerâmico produzido com o aproveitamento de resíduos de chamote e casca de arroz, no traço de 75% argila, 15% chamote e 10% casca de arroz, apresenta-se em conformidade em relação aos parâmetros mínimos exigidos pela NBR 15270. Para as características geométricas, os blocos cerâmicos apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos pela norma. Os ensaios físicos de absorção de água, ficaram na faixa de 19 a 25%. Os resultados da resistência mecânica à compressão, apresentaram-se uma média de 1,62 Mpa, observa-se ainda, que o bloco 1 ficou bem acima do mínimo exigido, na qual apresentou 2,03 Mpa.

Conclui-se que, tecnicamente há um grande potencial para a utilização de resíduos de chamote e casca de arroz para a produção de blocos cerâmicos, tornando-se uma opção real para uma destinação de forma sustentável desses resíduos, podendo ser fabricado e comercializado em escala industrial.

Por fim, faz-se a indicação da continuidade do trabalho de novas combinações, com diferentes traços de resíduos na massa cerâmica do estudo em questão, a fim de verificar a que apresenta a melhor constituição em relação às características geométricas, mecânicas e físicas exigidas pela norma regulamentadora vigente e, ademais analisar a massa cerâmica e os blocos produzidos em relação a parâmetros que visam obter constituintes com melhor rendimento e economia para o processo de fabricação.

## REFERÊNCIAS

Almeida, P. H. S.; Grippe, V. Y. Q.; Goulart, J. V. Análise estrutural de blocos cerâmicos de vedação ou estruturais incorporados com lodo de lavanderia industrial. In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. 22., Natal, 6 a 10 nov. 2016. **Anais eletrônicos...** Natal: CBECiMat, 2016. Disponível em: <<http://www.metallum.com.br/22cbecimat/anais/PDF/104-010.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2018.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 15270 –1:2017** Componentes cerâmicos– Blocos e tijolos para alvenaria. Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2017.

\_\_\_\_\_. **NBR 15270-2:2017**: Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria. Parte 2: Métodos de ensaios, Rio de Janeiro, 2017.

Candido, Verônica Scarpini. **Utilização de argilito e chamote de blocos de vedação na composição de massa de pavimento intertravado cerâmico- adoquim**. 2012. 156f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Materiais) – Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2012.

Cavalli, Raquel, Bertoldi, Loivo. Reaproveitamento de resíduo sólido industrial, constituído por areia de fundição residual, na produção de concreto. **Unoesc % Ciência - ACET**. Joaçaba, v. 7, n. 2, p. 235-246, jul/dez. 2016. Disponível em: <<http://editora.unoesc.edu.br/index.php/acet/article/view/12000>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

Figueiredo, Samia Cordeiro. **Estudo exploratório de incorporação da lama de Filtros Rotativos a Vácuo (LFRV), gerada na Millennium Inorganic Chemicals, em uma matriz cerâmica vermelha**. 2008. 164f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

Medeiros, Elisandra Nazaré Maia de. **Uso da técnica de planejamento experimental para otimização de massa cerâmica com a incorporação de resíduos de cinza de casca de arroz, cinza de lenha e lodo de ETA**. 2010. 166f. Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

Penkaitis, Gabriela. **Impacto ambiental gerado pela disposição de areias de fundição: estudo de caso**. 2012. 93f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) - Departamento de Tecnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Prado, Artidônio Dantas; Bedoya, Ricardo Neves; Mercury, José Manuel Rivas. Influência da incorporação de chamote nas propriedades físico-mecânicas de materiais cerâmicos estruturais. **ENGEVISTA**. [Niterói], v. 18, n. 1, p. 158-173, jul. 2016. Disponível em: <<http://www.uff.br/engevista/seer/index.php/engevista/article/view/712/366>>. Acesso em: 14 mar. 2018.

Rambo, Magale Karine Diel. **Aproveitamento da casca de arroz para a produção de xilitol e sílica xerogel**. 2009. 117f. Dissertação (Mestrado em Química) – Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

Tashima, Mauro Mitsuuchi *et al.* Reaproveitamento da cinza de casca de arroz na construção civil. In: **HOLOS**. [S.l.], v. 11, n. 1, p. 81-88, 2011. Disponível em: <<https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/download/5435/4238>>. Acesso em: 6 abr. 2018.

Vásquez, Gilberto Antonio Gorrichátequi. **Avaliação da conformidade dos blocos cerâmicos produzidos em algumas cerâmicas no Rio Grande do Norte**. 2005. 86f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

Vieira, Amanda. **Análise do processo produtivo dos tijolos cerâmicos no Estado do Ceará: Da extração da matéria-prima à fabricação**. 2009. 104f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, 2009.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Leonardo Tullio** - Doutorando em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná – UFPR (2019-2023), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR (2014-2016), Especialista MBA em Agronegócios – CESCAGE (2010). Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE/2009). Atualmente é professor colaborador do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, também é professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE. Tem experiência na área de Agronomia. E-mail para contato: leonardo.tullio@outlook.com

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-188-6

