

Franciele Bonatto  
Jair de Oliveira  
João Dallamuta  
(Organizadores)

**Ciência,  
Tecnologia  
e Inovação**

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

Franciele Bonatto  
Jair de Oliveira  
João Dallamuta  
(Organizadores)

# Ciência, Tecnologia e Inovação

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

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)

C569 Ciência, tecnologia e inovação [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Bonatto, Jair de Oliveira, João Dallamuta. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia.

ISBN 978-85-7247-125-1

DOI 10.22533/at.ed.251191802

1. Ciência – Brasil. 2. Inovação. 3. Tecnologia. I. Bonatto, Franciele. II. Oliveira, Jair de. III. Dallamuta, João.

CDD 506

**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

Há quase quarenta anos, Alvin Toffler em seu Best Seller, *The Third Wave*, profetizou; “Pode-se criar mais valor com uma ideia em dez segundos do que com dez mil horas em uma linha de produção”. Esta talvez seja a melhor definição de inovação, não exatamente do conceito, mas do que ela efetivamente gera como efeito nas organizações e na sociedade.

Ciência, tecnologia e ambiente, considerando neste último fatores econômicos, sociais e legais, são base para a inovação. No que no que concerne a nossos pesquisadores, eles tem feito a parte deles, produzido ciência e tecnologia a despeito das dificuldades econômicas e culturais no Brasil. Há muito que melhorar sim, mas também a muito há se reconhecer.

Esse livro apresenta dois pilares de inovação, ciência e tecnologia, em uma reunião de vinte e quatro artigos, que são o resultado de pesquisas realizadas nos mais diversos setores com uma riqueza de metodologias e resultados.

Nesta obra, temos a oportunidade de leitura é fruto de trabalhos científicos de diversos pesquisadores. Aos pesquisadores, editores e aos leitores para quem em última análise todo o trabalho é realizado, agradecemos imensamente pela oportunidade de organizar tal obra.

Boa leitura!

Franciele Bonatto

Jair de Oliveira

João Dallamuta

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A FORMAÇÃO DOCENTE E AS NOVAS MÍDIAS TECNOLÓGICAS	
Walkiria de Fatima Tavares de Almeida	
Daniel González González	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2511918021</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
LABPATI – LABORATÓRIO DE PROJETOS DE AUTOMAÇÃO E TECNOLOGIAS INOVADORAS	
Jefferson Uchôa Ponte	
Erivando de Sena Ramos	
Alan Cleber Morais Gomes	
Francisco Giovanildo Teixeira de Souza	
Ligia Maria Carvalho Sousa Cordeiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2511918022</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>13</b>
UMA CURADORIA DIGITAL PARA OS DADOS CIENTÍFICOS DE PESQUISA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO: A CRIAÇÃO DO PROJETO PILOTO	
Nilson Theobald Barbosa	
Linair Maria Campos	
Fabrícia Carla Ferreira Sobral	
Roberto José Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2511918023</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>22</b>
A UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA A IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS DE ACESSIBILIDADE EM ESPAÇOS PÚBLICOS	
Francisco da Silva Passos	
José William Menezes Ribeiro	
Marlon Amaro Coelho Teixeira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2511918024</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>28</b>
CASE DE GESTÃO ADMINISTRATIVA E MODULARIZADA COM USO DO GLPI	
Ricardo Lazzari da Rosa	
Jorge Alberto Messa Menezes Júnior	
Luciano Pereira de Vargas	
Francis Diego Duarte Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2511918025</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>35</b>
EXPERIÊNCIA DE USO DE MAPEAMENTO DE PROCESSOS DE NEGÓCIO COMO FERRAMENTA DE APOIO AO LEVANTAMENTO E ELICITAÇÃO DE REQUISITOS DE SOFTWARE	
Fernanda Vieira Figueira	
Levi Cacau	
Alex Alves da Silva	
Kemis A. V. da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2511918026</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 41**

CONJUNTO DE PRÁTICAS INTERDISCIPLINARES PROPOSTA PELO PROGRAMA SAVE: *GREEN PARK (Parque de diversão que gera energia limpa)*

Jiam Pires Frigo  
Nandra Martins Soares  
Andreia Cristina Furtado  
Oswaldo Hideo Ando Junior

**DOI 10.22533/at.ed.2511918027**

**CAPÍTULO 8 ..... 50**

SISTEMA DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO PARA SERVIDORES DO PCCTAE

Daniel Ferreira de Oliveira  
Taiana Barbosa Pereira  
Marcio Alexandre Silva Ferreira  
Marcelo Duarte da Silva  
Tarcila Gesteira da Silva  
Julliany Sales Brandão  
Enoch Cezar Pimentel Lins da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.2511918028**

**CAPÍTULO 9 ..... 57**

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Pisum sativum* L. SOB INFLUÊNCIA DE ARMAZENAMENTO

Alexandre Alves da Silva  
Adriano Henrique Silva  
Thaís Franco Pires de Lemos  
Beatriz Moreira Zanatta  
Caroline Luiza Benedito  
João Pedro Bufalari da Cunha  
Paulo Frezato Neto  
Vinícius Bechelli Valadão de Araujo  
Ruan Carlos da Silveira Marchi  
Maria Aparecida da Fonseca Sorace  
Conceição Aparecida Cossa

**DOI 10.22533/at.ed.2511918029**

**CAPÍTULO 10 ..... 62**

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Lactuca sativa* L. APÓS PRAZO DE VALIDADE

Thaís Franco Pires de Lemos  
Alexandre Alves da Silva  
Adriano Henrique Silva  
Beatriz Moreira Zanatta  
Caroline Luiza Benedito  
João Pedro Bufalari da Cunha  
Paulo Frezato Neto  
Vinícius Bechelli Valadão de Araujo  
Ruan Carlos da Silveira Marchi  
Maria Aparecida da Fonseca Sorace  
Conceição Aparecida Cossa

**DOI 10.22533/at.ed.25119180210**

**CAPÍTULO 11 ..... 68**

PARÂMETROS DE CRESCIMENTO SOB ADUBAÇÃO FOSFATADA NO GRÃO-DE-BICO

Daniela Oliveira Silva  
Mauren Sorace  
Naielen de Lara Lopes  
Débora Del Moura Soares  
Bruna Lana Campanenute Soares  
Ruan Carlos da Silveira Marchi  
Ana Beatryz Prenzier Suzuki

**DOI 10.22533/at.ed.25119180211**

**CAPÍTULO 12 ..... 80**

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE EXTRATO AQUOSO DE TUBÉRCULOS DE *Cyperus rotundus* L.  
SOBRE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Digitaria insularis* L.

Olivia Pak Campos  
Conceição Aparecida Cossa  
Maria Aparecida da Fonseca Sorace  
Ruan Carlos da Silveira Marchi  
Leonardo Sgargeta Ustulin  
Paulo Frezato Neto

**DOI 10.22533/at.ed.25119180212**

**CAPÍTULO 13 ..... 86**

CARACTERIZAÇÃO DE FARINHA DE SUBPRODUTO DE LARANJA (*CITRUS SINENSIS*) QUANTO  
A COMPOSIÇÃO DE FIBRAS, COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E POTENCIAL ANTIOXIDANTE

Isabela Julio Iwassa  
Cecília Pinzon  
Eliane Dalva Godoy Danesi  
Beatriz Cervejeira Bolanho Barros

**DOI 10.22533/at.ed.25119180213**

**CAPÍTULO 14 ..... 95**

AVALIAÇÃO SENSORIAL E INTEÇÃO DE COMPRA DE PÃES COM ADIÇÃO DE FARINHA DE  
GERGELIM *Sesamum indicum* L.

Roberta de Oliveira Sousa Wanderley  
Paulo Alves Wanderley  
Wellita Azevedo Silva  
Anna Catarina Costa Paiva  
Janine Patrícia Melo Oliveira  
Altevir Paula de Medeiros  
Oswaldo Soares da Silva  
Élida Ramalho da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.25119180214**

**CAPÍTULO 15 ..... 100**

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS E ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E  
MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE PANIFICADORAS SITUADAS NO MUNICÍPIO DE CAMPINA  
GRANDE-PB

Deyzi Santos Gouveia  
Fernanda Ellen Martins Oliveira Araújo  
Yasmim Maria Azevedo Santos  
Rebeca de Lima Dantas  
Mércia Melo de Almeida Mota  
Nubênia de Lima Tresena

**DOI 10.22533/at.ed.25119180215**

<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>115</b>
ÓXIDO DE ZINCO (ZNO) E A DEGRADAÇÃO FOTOCATALÍTICA DA CAFEÍNA	
Lariana Negrão Beraldo de Almeida Giane Gonçalves Lenzi Juliana Martins Teixeira de Abreu Pietrobelli Onelia Aparecida Andreo dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.25119180216</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>130</b>
INFRAESTRUTURA DE SÍTIOS INSTITUCIONAIS UTILIZANDO CONTÊINERES DOCKER	
Carlos Vinícius Braga dos Santos Felipe Evangelista dos Santos Luiz Carlos Barbosa Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.25119180217</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>136</b>
DESENVOLVIMENTO DE SEMI-EIXO DE FIBRA DE CARBONO/EPÓXI PARA O PROTÓTIPO BAJA – SACI VII: PROJETO ESTRUTURAL E VALIDAÇÃO	
Rafael Pereira da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.25119180218</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>153</b>
ESTUDO NUMÉRICO DA TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM DISSIPADORES	
Ulysses Lucius Salles Pereira Ana Lúcia Fernandes de Lima e Silva Amanda Aparecida Silva Angel Edecio Malaguera Mora	
<b>DOI 10.22533/at.ed.25119180219</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>174</b>
FATORES TERMODINÂMICOS ASSOCIADOS À CONVECÇÃO PROFUNDA SOBRE A REGIÃO DO CENTRO DE LANÇAMENTO DE ALCÂNTARA	
Gabriel Miller de Oliveira Marcos Daisuke Oyama	
<b>DOI 10.22533/at.ed.25119180220</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>184</b>
EVALUATION OF HETEROGENEOUS CATALYSTS DERIVED FROM WHITE AND BROWN CHICKEN EGG SHELL FOR SOYBEAN BIODIESEL SYNTHESIS	
Diego Oliveira Cordeiro Marta Maria da Conceição Luis Ferreira de Lima Janduir Egito da Silva Eduardo Lins Barros Neto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.25119180221</b>	

<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>200</b>
SÍNTESE E ESTUDO DE HIDROXIAPATITA E BETA FOSFATO TRICÁLCICO PARA USO BIOMÉDICO	
Thatiane Cristine Silva Pereira Batista	
Gerson Avelino Fernandes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.25119180222</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>213</b>
DIMENSIONAMENTO DE BIODIGESTORES COM O APROVEITAMENTO ENERGÉTICO NA INDÚSTRIA SUÍNA. ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE CUNHA, SÃO PAULO	
Larissa Ferraz Felipe Santos	
Christian Jeremi Rodriguez Coronado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.25119180223</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>228</b>
PRODUÇÃO ECOLÓGICA DE SABÕES	
João Gabriel da Silva Andrade	
Valéria Aquilino Barbosa	
Tânia Mara Rizzato	
Vagner Roberto Batistela	
<b>DOI 10.22533/at.ed.25119180224</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>244</b>
PROPOSTA DE PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NAS ETAPAS DE QUEIMA E, INSPEÇÃO E CLASSIFICAÇÃO, EM UMA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA NO MUNICÍPIO DE MARABÁ-PARÁ	
Magda Tayane Abraão de Brito	
Rayssa Bezerra Silva	
Antônio Pereira Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.25119180225</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>265</b>

## PROPOSTA DE PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NAS ETAPAS DE QUEIMA E, INSPEÇÃO E CLASSIFICAÇÃO, EM UMA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA NO MUNICÍPIO DE MARABÁ-PARÁ

### **Magda Tayane Abraão de Brito**

Engenheira Ambiental. Universidade do Estado do Pará. E-mail: magda\_tayane@hotmail.com

### **Rayssa Bezerra Silva**

Engenheira Ambiental. Universidade do Estado do Pará. E-mail: engrayssa@gmail.com

### **Antônio Pereira Júnior**

Mestre em Ciências Ambientais. Universidade do Estado do Pará. E-mail: jrecobio@yahoo.com.br

**RESUMO:** O ramo da construção civil é o maior consumidor das indústrias de cerâmica vermelha produtoras de tijolos, telhas e lajotas, as quais geram quantidades consideráveis de resíduos durante o processo produtivo. O artigo teve como objetivo elaborar uma Proposta de PGRS nas etapas de queima e, inspeção e classificação em uma indústria de cerâmica vermelha situada na Rodovia Transamazônica, km 08, Vila São José, Marabá-Pará. A metodologia adotada foram pesquisa bibliográfica, realização de visitas *in loco*, acompanhamento das etapas de queima e, inspeção e classificação para cada um dos 8 fornos, identificação dos resíduos gerados, classificação dos resíduos segundo a ABNT NBR 10004:2004 e levantamento quantitativo destes resíduos. Os dados obtidos e analisados indicaram que os resíduos identificados nas etapas de queima e, inspeção e classificação

foram os provenientes da quebra dos produtos pós-queima e, cinzas geradas da combustão incompleta do pó de serragem utilizado como combustível nos fornos. Logo, há necessidade da elaboração da Proposta de PGRS para indústria e foi constatado que sua aplicação é de suma importância para prevenir a geração de resíduos, garantir a adequada destinação dos mesmos e contribuir para redução de custos e desperdícios, benefícios tanto no meio econômico quanto social e ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cerâmica Vermelha. Gerenciamento. Resíduos Sólidos

**ABSTRACT:** The construction industry is the largest consumer of the red ceramic industries producing bricks, tiles and tiles, which generate considerable amounts of waste during the production process. The purpose of this paper was to elaborate a PGRS Proposal on the burning, inspection and classification stages in a red ceramic industry located on the Transamazon Highway, km 08, Vila São José, Marabá-Pará. The methodology used was bibliographic research, on-site visits, follow-up of the burning stages, and inspection and classification for each of the eight furnaces, identification of the generated residues, classification of residues according to ABNT NBR 10004: 2004 and quantitative survey of these residues. The data

obtained and analyzed indicated that the residues identified in the stages of burning and, inspection and classification were those resulting from the breakdown of the products after burning and the ash generated by the incomplete combustion of the sawdust powder used as fuel in the furnaces. Therefore, it is necessary to elaborate the PGRS Proposal for industry and it was verified that its application is of paramount importance to prevent the generation of waste, to guarantee its proper destination and to contribute to the reduction of costs and waste, benefits both in the economic environment and social and environmental.

**KEYWORDS:** Red Ceramic. Management. Solid Waste.

## 1 | CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Desde a Revolução Industrial no século XVIII, o processo de desenvolvimento tecnológico mundial acelerou, o que ocasionou o aparecimento de novos produtos e, conseqüentemente, a elevação da geração de resíduos oriundos dos mesmos. Nesse contexto, a geração de Resíduos Sólidos (RS) nas diversas atividades humanas é um dos maiores problemas enfrentados pela sociedade. A geração anual mundial de resíduos é em torno 400 milhões de toneladas, entretanto, 80% deste total poderia ser reaproveitado (MASTELLA, 2007; REIS, 2009).

Dentre esses resíduos destacam-se os produzidos pela indústria de construção civil, os chamados Resíduos Sólidos de Construção e Demolição (RSCD), cuja geração está relacionada ao desperdício de materiais na concretização dos empreendimentos. A indústria da construção civil é a maior consumidora das indústrias de cerâmica vermelha produtoras de tijolos, telhas e lajotas, as quais geram quantidades consideráveis de resíduos durante o processo produtivo que não são gerenciados adequadamente pelas empresas e acabam sendo dispostos de modo incorreto nas áreas dos próprios empreendimentos (MARQUES NETO, 2005; MARTINS, 2014).

Em função disso, o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos é um instrumento da Lei 12.305:2010, que instituiu a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), a qual dispõe os princípios, objetivos e instrumentos, bem como as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos (incluídos os perigosos), as responsabilidades dos geradores e do poder público. O PGRS é uma metodologia esquematizada com o intuito de propor melhorias e minimização na geração de resíduos a partir da aplicação de técnicas ambientalmente corretas de acondicionamento, armazenamento, transporte e disposição final. Trata-se de um modo de atender as legislações ambientais vigentes, e obter o desenvolvimento sustentável através da garantia da qualidade de vida da população e do meio ambiente (BRASIL, 2010; SOMAVILLA, 2013).

Desse modo, a presente proposta apresenta grande relevância para o

gerenciamento dos resíduos sólidos gerados nas etapas de queima e, inspeção e classificação em uma indústria de cerâmica vermelha no município de Marabá-Pará, pois, são etapas que mais geram resíduos e determinam desequilíbrio ambiental.

## 2 | OBJETIVO

Propor um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) para as etapas de queima e, inspeção e classificação em uma indústria de cerâmica vermelha localizada no município de Marabá-Pará, pois foram as etapas identificadas como as maiores geradoras de resíduos.

## 3 | REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 Indústria de Cerâmica Vermelha - Breve Histórico

Etimologicamente, a palavra cerâmica tem origem no Grego “*kéramos*”, “terra queimada” ou “argila queimada”, é um material de imensa resistência, sendo frequentemente encontrado em escavações arqueológicas (SECTMA, 2010).

Quanto a produção, a cerâmica é o material artificial mais antigo fabricado pelo homem e existe a cerca de 10.000 a 15.000 anos, porém, o uso pelo homem teve início na Pré-História, quando o homem saiu das cavernas e se tornou um agricultor, e necessitava não apenas de um abrigo, mas de recipientes para armazenar a água, os alimentos colhidos e as sementes para a próxima safra, para tanto, passaram a produzir vasos de barro, sem asa, que tinham cor de argila natural ou eram escurecidas por óxidos de ferro (FeO) (FEAM, 2012).

No contexto nacional, o registro de uso da cerâmica teve início na Ilha de Marajó, no estado do Pará. A cerâmica marajoara tem sua origem na avançada cultura indígena que floresceu na ilha. Entretanto, estudos arqueológicos indicam a presença de uma cerâmica ainda mais simples, encontrada na região amazônica e datada de aproximadamente 5.000 anos atrás (ANFACER, 2011).

Quanto ao contexto regional, nota-se que o ramo da indústria de cerâmica vermelha, também conhecida como cerâmica estrutural, está localizada em regiões específicas devido à combinação de fatores como: matéria-prima, disponibilidade de energia, transporte e mercado consumidor. Especificamente no Estado do Pará, nas regiões Oeste, Sul e Nordeste (MAGNO, 2014) sob o ponto de vista tecnológico e industrial, existem grandes reservas a serem exploradas com racionalidade e melhor aproveitamento (BETINI; ICHIHARA, 2007).

Tais reservas atendem ao crescimento da construção civil, por isso, a indústria das cerâmicas vermelhas evoluiu numericamente e, atualmente, há aproximadamente 6.903 Cerâmicas e Olarias conhecidas no Brasil (ANICER, 2013). Entre esses números, destacam-se: 63% ou 4.346 fábricas de blocos e/ou tijolos que mensalmente

produzem 4 bilhões de blocos/tijolos e consomem um total 7,8 milhões de toneladas de argila; 36% ou 2.547 fábricas de telhas, que geram 1.3 bilhão de telhas e requerem um total de 2,5 milhões de toneladas de argila; e 0,1% ou 10 fábricas de tubos que produzem aproximadamente 325,5 km<sup>2</sup> de tubos cerâmicos (IBGE, 2008).

Nesse contexto, sob o ponto de vista econômico, a indústria da cerâmica vermelha destaca-se pela geração de bens de consumo e serviços de outros setores e, do ponto de vista social, pela absorção da mão de obra (SINDICERTO, 2005). Entretanto, no ponto de vista ambiental, este segmento industrial durante o processo produtivo gera quantidade significativa de resíduos sólidos que necessitam de um PGRS adequado (MARTINS, 2014).

### **3.2 Matéria-Prima – Argila**

A argila é uma matéria prima com textura terrosa, granulometria fina, composta principalmente por argilominerais, sendo os principais a caulinita, illita e esmectitas (Montmorilonitas), os quais são silicatos de alumínio ou magnésio hidratados, entretanto, dependendo da região podem conter ferro, potássio e lítio em sua composição. A presença desses elementos ocorre devido às condições físicas e químicas do solo, e as condições climáticas. A estrutura dos argilominerais na presença de água denota características cruciais para a fabricação de cerâmica (retração linear de secagem plasticidade, viscosidade, compactação (IBGE, 2007).

### **3.3 Etapas de Produção da Indústria de Cerâmica Vermelha**

O processo de produção da indústria de cerâmica vermelha (Figura 1) é constituído por 13 etapas: (1) extração de matéria prima; (2) desintegração ou destorroamento; (3) dosagem e alimentação; (4) mistura; (5) laminação; (6) extrusão ou moldagem; (7) corte; (8) prensagem; (9) secagem; (10) queima; (11) inspeção e classificação, (12) estocagem ou armazenamento; (13) comercialização (ANICER, 2014).



Figura 1- Fluxograma do processo de produção da indústria de cerâmica vermelha

Adaptado a partir do original contido em: ANICER, 2014.

A etapa de queima ocorre em temperaturas de 800° C a 1.000° C, onde todo o ciclo que compreende as fases de aquecimento, manutenção de temperatura máxima e resfriamento até 200°C, dependendo da tecnologia empregada e da tipologia do produto, pode variar. Esta é uma das principais etapas do processo de produção dos produtos cerâmicos, durante a qual as peças, além de passarem por algumas modificações físico-químicas (redução de massa, formação de outras fases cristalinas, desenvolvimento de fase *vítrea* e a sinterização dos grãos), também adquirem estabilidade dimensional, resistência ao fogo, resistência mecânica, etc. (FIEMG, 2013).

### 3.4 Resíduos Sólidos

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), define resíduo sólido como os restos de atividades humanas, considerados sem utilidade, indesejáveis ou, descartáveis pelos geradores. Apresentam-se sob estado sólido, semissólido ou, semilíquido com conteúdo líquido insuficiente para que este possa fluir livremente (BRASIL, 2004).

A Resolução CONAMA nº 313:2002 define Resíduo Sólido Industrial como todo o resíduo resultante de atividades industriais que esteja nos estados sólido, semissólido, gasoso (quando contido), lodos (originários de sistemas de tratamento de água, equipamentos e instalações de controle de poluição) e, líquido cujas características impossibilitem seu lançamento nos corpos d'água ou rede pública de esgotos, o que torna necessárias soluções técnicas e economicamente inviáveis mediante a melhor tecnologia (). Os resíduos industriais são os resíduos gerados pelas atividades industriais, sendo os geradores responsáveis sempre pelo gerenciamento, transporte,

tratamento e disposição final dos mesmos (BRASIL, 2002; SOMAVILLA, 2013).

### 3.5 Gerenciamento de Resíduos Sólidos

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos, Lei 12.305:2010, define no art. 3º, Gerenciamento de Resíduos Sólidos como o conjunto de ações direta ou indiretamente exercidas, nas fases de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final apropriada dos resíduos sólidos e disposição final adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrólidos ou com o PGRS exigidos na forma da referida lei. Essa Lei estabelece no artigo 20 que os geradores de resíduos industriais devem elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

### 3.6 Aspectos Legais e Normativos

Atualmente, o ramo da cerâmica vermelha brasileira visa a oferta de produtos ambientalmente corretos e responsabilidade social atendendo a legislação vigente no País a fim de minimizar os impactos ao meio ambiente (ANICER, 2014). São quatorze aspectos legais e normativos pertinentes a indústria de cerâmica vermelha (Quadro 1).

ANO	ASPECTOS LEGAIS E NORMATIVOS	CONTEÚDO
1978	Lei Federal nº 6.567	Dispõe sobre o regime especial para exploração de argilas usadas na fábrica de cerâmica vermelha que podem ser exploradas pelo Regime de Licenciamento satisfeito dentre outras exigências a Licença Ambiental expedida pelo órgão ambiental do meio ambiente.
1981	Lei nº 6. 938	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
1986	Resolução CONAMA nº 001	Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos de Política Nacional do Meio Ambiente.

Quadro 1: Aspectos Legais e Normativos. Continua...

ANO	ASPECTOS LEGAIS E NORMATIVOS	CONTEÚDO
1989	Decreto Federal nº 97.632	Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências.
1990	Resolução CONAMA nº 10	Dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral, classe II.
	ABNT NBR 11.174	Armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III - inertes.
1995	Lei Estadual nº 5.887	Cria o Sistema e a Política Estadual do Meio Ambiente no Estado do Pará e dá outras providências.
	Lei Federal nº 8.982	Dá nova redação ao art. 1º da Lei nº 6.567 de 24 de setembro de 1978, alterado pela Lei nº 7.312, de 16 de maio de 1985.
1997	Resolução CONAMA nº 237	Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental.
1998	Lei Federal nº 9.605	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
1999	Decreto Presidencial nº 3.179	Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis as condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
2002	Resolução CONAMA nº 313	Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.
2004	ABNT NBR 10.004	Trata da Classificação dos Resíduos Sólidos.
2010	Lei nº 12.305	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

Quadro 1 – Aspectos legais e Normativos. Conclusão.  
Adaptado a partir dos links consultados conforme referências

## 4 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Localização E Caracterização da Área de Estudo

O empreendimento objeto da presente pesquisa é uma empresa do ramo de fabricação de cerâmica vermelha, situada na Rodovia Transamazônica, km 08, Vila São José, Marabá-Pará, com as coordenadas 05°21'51,374" S e 049°11'12,589" W (Figura 2). Trata-se de uma fábrica de tijolos, telhas e lajotas, cujo período de produção é de 8 horas/dia, 24 dias/mês e 12 meses.

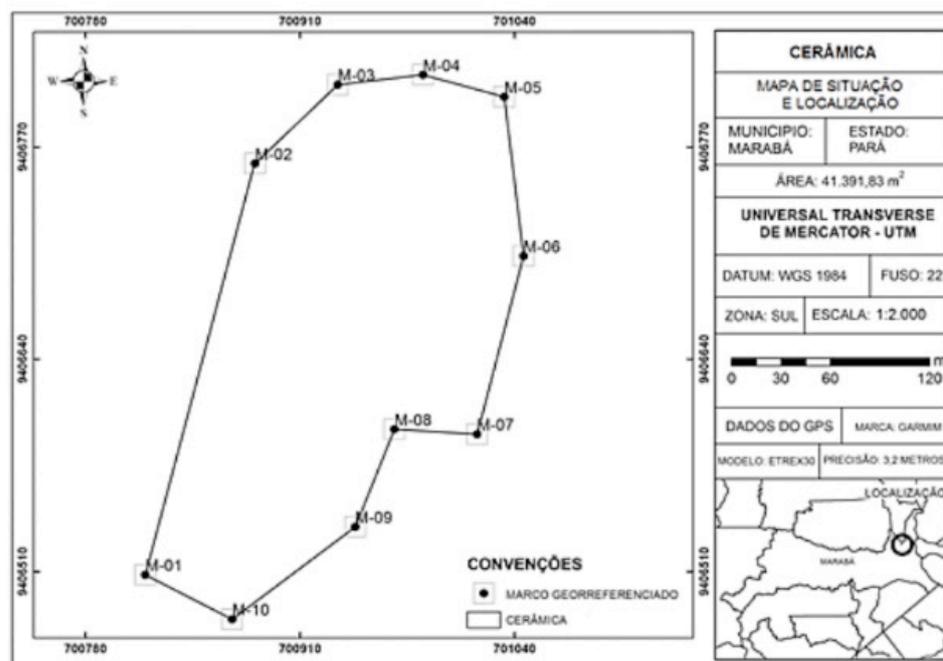


Figura 2. Mapa de situação e localização do empreendimento. Marabá -PA.

Fonte: autores (2015).

A área total destinada à industrialização da argila para a fabricação de cerâmica vermelha corresponde a 28.000 m<sup>2</sup>, sendo 4.792,44 m<sup>2</sup> constituídos por um galpão aberto, construído em padrões compatíveis para tal atividade, ou seja, mista (metálica e alvenaria), onde ocorre a transformação da argila em cerâmica vermelha em 8 fornos utilizados para a queima das mesmas. Quanto a circunvizinhança da área do empreendimento, ela é composta por outra empresa também do ramo de cerâmica vermelha e dois depósitos de argila, a céu aberto. Porém, a maior parte constitui-se de residências e propriedades rurais de pequeno porte.

## 4.2 Métodos

Utilizou-se a metodologia observativa, sistemática, direta e dedutiva que foi complementada com pesquisa bibliográfica (teses, dissertações, livros, periódicos, *compact disc* – cd; *Digital Versatile Disc* - DVD's; , *links* eletrônicos, etc.) cujos temas apresentaram similaridades com o desse estudo.

## 4.3 Quantificação e Informações A Respeito Dos Resíduos Sólidos Gerados Nas Etapas de Queima e, Inspeção e Classificação

A quantificação dos resíduos gerados a partir dos materiais cerâmicos foi realizada para cada um dos 8 fornos, em 4 fases:

1) Resíduo Sólido do Produto ( $n$ ), através da diferença entre a quantidade de cada produto que entrou nos fornos (1 = tijolo 15x20; 2 = tijolo 20x20; 3 = tijolo 20x30; 4 = telha e; 5 = lajota) e a que restou após a inspeção e classificação, para identificação do produto que mais gerou resíduos, com a aplicação da Equação 1.

$$RS_n = Q_e - Q_{ic} \quad (1)$$

Onde:  $RS_n$  = Resíduo Sólido do produto  $n$ ;  $Q_e$  = Quantidade fabricada do produto na entrada dos fornos;  $Q_{ic}$  = Quantidade inspecionada e classificada para venda.

2) Resíduo Sólido Cerâmico Total ( $RS_T$ ), através da soma dos valores dos  $RS_n$  de cada produto (1 = tijolo 15x20; 2 = tijolo 20x20; 3 = tijolo 20x30; 4 = telha e, 5 = lajota), com a aplicação da Equação 2.

$$RS_T = RS_1 + RS_2 + RS_3 + RS_4 + RS_5 \quad (2)$$

Onde:  $RS_T$  = Resíduo Sólido Total;  $RS_1$  = Resíduo Sólido dos tijolos 15x20;  $RS_2$  = Resíduo Sólido dos tijolos 20x20;  $RS_3$  = Resíduo Sólido dos tijolos 20x30;  $RS_4$  = Resíduo Sólido das telhas;  $RS_5$  = Resíduo Sólido das lajotas

3) Quantificação por peso (Kg), foram pesados em balança digital (capacidade máxima 150 kg) cada produto (1 = tijolo 15x20; 2 = tijolo 20x20; 3 = tijolo 20x30; 4 = telha e, 5 = lajota) fabricado pela cerâmica e, posteriormente, multiplicou-se o peso do produto por  $RS_n$ , com o uso da Equação 3.

$$P_{RS_n} = P_n \times RS_n \quad (3)$$

Onde:  $P_{RS_n}$  = Peso do Resíduo Sólido do produto  $n$ ;  $P_n$  = Peso do produto  $n$ ;  $RS_n$  = Resíduo Sólido do produto  $n$ .

4) Quantificação total por peso foi obtida através da soma dos valores dos  $P_{RS_n}$  (Equação 4).

$$P_{RST} = P_{RS1} + P_{RS2} + P_{RS3} + P_{RS4} + P_{RS5} \quad (4)$$

Onde:  $P_{RST}$  = Peso do Resíduo Sólido Total;  $P_{RS1}$  = Peso do Resíduo Sólido dos tijolos 15x20;  $P_{RS2}$  = Peso do Resíduo Sólido dos tijolos 20x20;  $P_{RS3}$  = Peso do Resíduo Sólido dos tijolos 20x30;  $P_{RS4}$  = Peso do Resíduo Sólido das telhas;  $P_{RS5}$  = Peso do Resíduo Sólido das lajotas

Para a quantificação do total de cinzas geradas pela combustão incompleta do pó de serra utilizado como combustível dos fornos, foram pesadas as cinzas com

auxílio de balança digital (capacidade máxima 150 kg) para que fosse feita a somatória dos valores encontrados relacionados com o número de dias necessários para a saída dos produtos dos 8 fornos nos dois períodos de visitas (Equação 5)

$$Q_{TC} = \quad (5)$$

$Q_{TC}$  = Quantidade Total de Cinzas; = Somatória da Quantidade de Cinzas; N = Número de dias necessários para a saída dos produtos dos 8 fornos (1º Período = 12 dias; 2º Período = 12 dias)

A diferença entre o total de visitas realizadas nos dois períodos (1º Período = 20 visitas, 2º Período = 12 visitas) ocorreu porque no 1º Período foram necessários 8 dias a mais para conhecimento da área do empreendimento, observação do processo produtivo e seleção das etapas que mais geravam resíduos, elaboração do memorial fotográfico, diálogo informal com 7 (sete) funcionários de diferentes setores de produção para levantamento de informações gerais e elaboração da melhor estratégia de acompanhamento das etapas selecionadas (queima e, inspeção e classificação) para cada um dos 8 fornos.

## 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Identificação e Classificação Dos Resíduos Sólidos Gerados, de acordo Com Abnt Nbr 10004:2004, Para as Etapas de Queima e, Inspeção e Classificação

A identificação dos resíduos foi efetuada diretamente na fonte geradora durante os dois períodos de visitas, nos quais se pode observar a geração de RS (Figura 4).

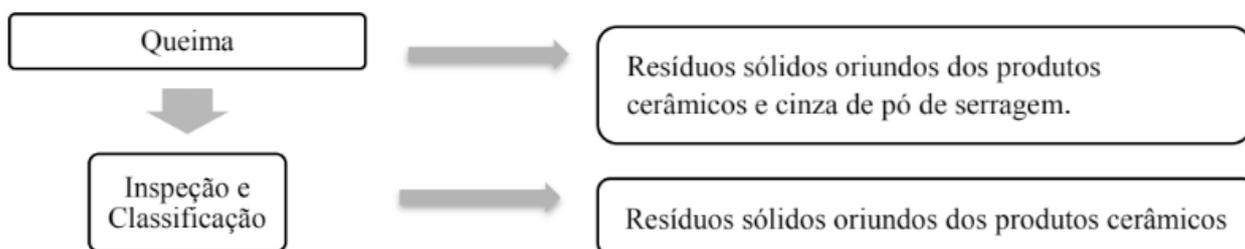


Figura 4 - Fluxograma dos resíduos sólidos gerados nas etapas de queima e, inspeção e classificação

Fonte: autores (2015)

Os resíduos sólidos oriundos da quebra dos produtos cerâmicos (tijolos, telhas e lajotas) após as etapas de queima e, inspeção e classificação, são dispostos diretamente sobre o solo, a céu aberto, na área não edificada do empreendimento

(Figura 5a). Esse pó de serra (Figura (5b), após o processo de combustão incompleta que ocorre durante a queima dos produtos cerâmicos nos fornos, gera resíduos sólidos, as cinzas (Figura 5c).



Figura 5 – a) Resíduos sólidos oriundos da quebra dos produtos cerâmicos após as etapas de queima e, inspeção e classificação; b) O pó de serra utilizado como combustível dos fornos é armazenado em galpão coberto em contato direto com o solo; c) Cinzas oriundas da combustão incompleta do pó de serra utilizado como combustível dos fornos durante a etapa de queima.

Fonte: autores (2015)

Quanto a classificação dos resíduos gerados nas etapas de queima e, inspeção e classificação, de acordo com a norma ABNT NBR 1004:2004 (Quadro 2.)

RESÍDUOS	CLASSIFICAÇÃO	CÓDIGO DA ABNT NBR 10004:2004
Resíduos de Materiais Cerâmicos (tijolos, telhas e lajotas). gerados nas etapas de queima, inspeção e classificação.	Classe II B – Não Perigoso, Inerte	-
Resíduos de Madeira contendo substâncias não tóxicas – Cinzas de pó de serragem	Classe II B – Não Perigoso, Inerte	A009

**Quadro 2:** Classificação dos resíduos sólidos gerados nas etapas de queima e, inspeção e classificação de acordo com a ABNT BBR 10004:2004.

Adaptado de Brasil (2004)

## 5.2 Quantificação dos Resíduos Sólidos Gerados Nas Etapas de Queima e, Inspeção e Classificação

### 5.2.1 Resíduos Sólidos Cerâmicos

A produção da cerâmica em questão é de acordo com a demanda por determinados produtos. Em relação a produção de peças cerâmicas e a geração de RS foi verificado, nos dois períodos de visitas, a quantidade de peças correspondente a cada produto

que entrou nos fornos, as que restaram após a queima, inspeção e classificação e se tornaram aptas para a venda, e àquelas inservíveis a essa ação, que se tornaram resíduos sólidos de produção (Tabela 1).

1º PERÍODO DE VISITAS							
Produtos	Dimen- sões (cm)	Peso (kg)	Produção		Resíduos Sólidos		
		Unitário	Qe	Qic	Unidades (Qe-Qic)	Peso Total (Kg)	
Tijolos	15x20	1,7	NP	NP	NP	NP	
Tijolos	20x20	2,2	106.100	102.087	4.013	8.828,60	
Tijolos	20x30	3,1	12.800	12.395	405	1.246,20	
Telhas	15x44	1,6	193.200	182.485	10.715	17.144	
Lajotas	11x20	2,4	18.000	17.413	587	1.408,80	
			<b>Subtotais</b>	<b>330.100</b>	<b>314.380</b>	<b>15.720</b>	<b>28.627,60</b>

2º PERÍODO DE VISITAS							
Produtos	Dimensões (cm)	Peso (kg)	Produção		Resíduos Sólidos		
		Unitário	Qe	Qic	Unidades (Qe-Qic)	Produtos Peso total (Kg)	
Tijolos	15x20	1,7	12.900	12.443	457	776,90	
Tijolos	20x20	2,2	113.200	110.214	2.986	6.569,20	
Tijolos	20x30	3,1	9.100	8.867	233	722,30	
Telhas	15x44	1,6	227.200	218.493	8.707	13.931,20	
Lajotas	11x20	2,4	NP	NP	NP	NP	
			Subtotais	362.400	350.017	12.383	21.999,60
			Total Geral	692.500	664.397	28.103	50.627,20

Tabela 1 – Produção e geração de RS em Kg e unidades em uma indústria de cerâmica vermelha. (Continua)

Legenda: NP = não produzidos; Qe = Quantidade fabricada do produto na entrada dos fornos; Qic = Quantidade inspecionada e classificada para venda.

Fonte: autores (2015)

Os dados analisados indicaram que há uma similaridade na geração de resíduos sólidos entre os dois períodos de visitas. Verificou-se que no 1º Período não houve produção residual de tijolos 15x20, pois, os mesmos não foram produzidos, contudo a produção residual de outros produtos mostrou a seguinte evolução tijolos 20x30 < lajotas < tijolos 20x20 < telhas. Em unidades residuais produzidas obteve-se um valor igual a 15.720 peças, o que resultou em 28.627, 60 kg de RS.

Em relação ao 2º Período foi observada a não geração de resíduos sólidos por lajotas, pois, não houve produção das mesmas, além disso, os resultados mostraram uma redução tanto em unidades bem como em peso dos RS provenientes de alguns

produtos e, quando comparada a geração de RS do 1º Período (Tabela 2).

Produtos	Dimensões	Resíduos Sólidos				Redução (%)
		Unidades		Peso (Kg)		
		1ºP	2ºP	1ºP	2ºP	
	<b>Cm</b>					
Tijolo	15x20	NP	457	NP	776,90	-----
Tijolo	20x20	4.013	2.986	8.828,60	6.569,20	25,59
Tijolo	20x30	405	233	1.246,20	722,30	42,47
Telha	15x44	10.715	8.707	17.144	13.931,20	18,74
Lajota	11x20	587	NP	1.408,80	NP	-----
	<b>Total</b>	15.720	12.383	28.627,60	21.999,60	

Tabela 2 – Quantificação dos RS gerados (unidades e peso) e percentual de redução

Legenda: NP = Não produzido; RS = Resíduos Sólidos; 1ºP = 1º Período; 2º Período

Fonte: autores (2015)

A análise dos dados obtidos também indicaram que a maior geração de resíduos proveniente dos tijolos 20x20 e das telhas ocorreu no 1º Período, o que, conforme informações fornecidas pelo 1º gerente do empreendimento, aconteceu porque no 1º Período, uma parte da matéria prima (argila) havia sido extraída de um local diferente (o qual não foi informado) e isso acarretou maior fragilidade aos produtos.

Além disso, no 1º Período, o forno de número 5 apresentou defeitos na “fornada”, pois, devido a uma falha humana no controle da temperatura do mesmo, os produtos, em grande maioria, apresentaram-se com defeitos na aparência ou avarias (queimados em excesso, rachados, trincados ou quebrados) e se tornaram resíduos de produção. Todos esses fatores explicam a redução percentual do 2º Período em relação ao 1º Período quanto a geração de resíduos sólidos provenientes dos produtos que foram fabricados em ambos os períodos de visitas (tijolos 20x20, tijolos 20x30 e telhas).

Os dados também indicaram que o produto que mais gerou RS nos dois períodos de visitas, foi a telha, o que se justifica devido seu formato ser mais propício a quebras. Já em relação aos RS advindos dos tijolos 20x30, no 2º Período, a geração foi menor devido a produção dos mesmos ter sido consideravelmente reduzida em relação ao 1º Período, pois, a demanda pelo produto foi menor e havia quantidade razoável no estoque.

Quanto a geração total de unidades residuais em relação a produção total de peças cerâmicas nas duas etapas de visitas (Tabela 3).

1 Sr. Fernando Sousa Lima – Gerente da Indústria de Cerâmica Vermelha objeto de estudo.

PERÍODOS	PRODUÇÃO (peças)	RS (peças)	(%)
1°	330.100	15.720	—
2°	362.400	12.383	
<b>Total</b>	692.500	28.103	4,06

Tabela 3- Quantificação total das peças produzidas e RS gerados (peças)

Legenda: RS = Resíduos Sólidos

Fonte: autores (2015)

A geração de resíduos sólidos cerâmicos (Tabela 3) no empreendimento durante os dois períodos de visitas, corresponde a um total em unidades residuais de 28.103 peças, o que equivale à aproximadamente 4,06% de RS gerados em relação à produção total (692.500 peças) dos referidos períodos. É válido ressaltar que esta porcentagem de RS gerados, é inferior a 10% do total da produção, pois, no ramo da indústria de cerâmica vermelha a quantidade de resíduos é capaz de chegar a 10% (PAZ; MORAIS; HOLANDA, 2013). No entanto, mesmo que a porcentagem constatada tenha se apresentado menor que a metade ressaltada pelo referido autor, ainda há necessidade da proposição do PGRS para as referidas etapas (queima e, inspeção e classificação), pois, a quantidade de RS é considerável e o empreendimento em questão não possui nenhuma forma de gerenciamento para os mesmos.

### 5.2.2 Resíduos Sólidos de Pó de Serra – Cinzas

A análise dos dados obtidos indicou que a geração total de cinzas produzidas pela combustão incompleta do pó de serra utilizado como combustível nos fornos durante os dois períodos de visitas (Tabela 4).

Períodos	Cinzas (Kg/dia)	Dias	Total (Kg)	Redução (%)
1°P	686,00	12	8.232,00	28,80
2°P	488,53	12	5.862,36	

Tabela 4 – Quantidade de cinzas geradas nas duas etapas de visitas (Kg)

Legenda: 1°P = 1° Período; 2° = 2° Período

Fonte: autores (2015)

Com esses dados, nota-se que a geração de cinzas no 1° Período foi 28,80% maior em relação ao 2° Período, isso ocorreu devido a interferência dos períodos sazonais (chuvoso e seco), pois, o 1° Período ocorreu nos meses de abril e maio,

os quais são característicos de uma maior quantidade de chuvas em relação ao mês de outubro, durante o qual foi realizada o 2º Período de visitas. Esta precipitação pluviométrica em maior quantidade nos referidos meses, pode ser constatada de acordo com os dados apresentados pela Agência Nacional das Águas (ANA), a qual afirma que no período de 2004 a 2013, os meses de abril e maio apresentaram média de 276,07 mm e 158,48 mm, respectivamente e, o mês de outubro 101,86 mm (ANA, 2014).

Esses dados corroboram com os dados obtidos nessa pesquisa, pois, o aumento da pluviosidade gera acréscimo no número de dias necessários para a queima das peças cerâmicas e, conseqüentemente, elevação da quantidade de pó de serra utilizado como combustível nos fornos, o qual se apresentou mais úmido no 1º Período devido a este fator. Assim, há uma maior geração de cinzas, as quais devem ser dispostas de forma adequada para evitar alterações no meio ambiente, o que não foi observado durante as visitas.

## 6 | PROPOSTA DE PLANO DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

O nível tecnológico adotado pela indústria da cerâmica vermelha no Brasil de maneira geral, apesar dos produtos serem reconhecidos internacionalmente, em grande parte é considerado pouco desenvolvido (ABCERAM, 2011), o que torna necessária a implantação de um PGRS como fator inicial para o aumento de competitividade no mercado de trabalho consumidor e laboral, com a aplicação de práticas ambientalmente adequadas previamente estabelecidas no Planejamento Ambiental.

Nesse contexto, a presente proposta de PGRS propõe: a realização de ensaios e testes mecânicos dos produtos cerâmicos para determinação da composição da massa cerâmica com as referidas proporções ideais de argila e água, o que acarretaria em produtos mais resistentes e conseqüentemente, minimizaria a geração de RS de modo que, a geração dos mesmos é inevitável.

A necessidade do envolvimento de todo o corpo de funcionários envolvidos com a operacionalidade da queima e, inspeção e classificação para efetividade do PGRS proposto, de forma que, ao proprietário do empreendimento, caiba a responsabilidade de oferecer capacitação aos funcionários quanto a melhor execução do trabalho e conhecimento dos resíduos gerados nos respectivos setores de operação através de palestras, *workshops*, oficinas e mini cursos voltados à Educação Ambiental, responsabilidades e segurança no trabalho, além da garantia que as etapas de segregação, acondicionamento, armazenamento, transporte e destinação final sejam aplicadas adequadamente.

A realização de revisões a cada 4 meses como forma de monitoramento no PGRS proposto, essa periodicidade objetiva identificar e corrigir eventuais problemas com precisão e eficácia por ser contínua e abranger todos os períodos sazonais, além

de manutenções periódicas nas máquinas utilizadas para a fabricação dos produtos e nos veículos de transporte. Quanto as etapas do gerenciamento de resíduos sólidos propõem-se para:

- Segregação e acondicionamento: os resíduos sólidos provenientes das etapas de queima e, inspeção e classificação (peças queimadas em excesso, rachadas, trincadas ou quebradas e as cinzas) deverão ser segregados onde são gerados, para tal ação, deve-se capacitar três funcionários que fiquem responsáveis por fazer a triagem, segregação e condução dos mesmos até o local de acondicionamento (Figura 6).



Figura 6 – Contêineres para acondicionamento dos resíduos cerâmicos e cinzas.

Adaptado de: [www.nemlimp.com.br](http://www.nemlimp.com.br).

Esses contêineres devem estar dispostos na área do empreendimento, como sugere o item 5.3 da ABNT NBR 11174:1990 e, como os resíduos identificados na fonte durante as etapas de queima e, inspeção e classificação pertencem a Classe II – Não perigoso, conforme a ABNT NBR 10004:2004, não há necessidade de cuidados mais específicos, porém, com o intuito de evitar misturas entre os RS provenientes dos materiais cerâmicos e as cinzas, sugere-se que os mesmos sejam verde escuro devidamente identificados com o nome do resíduo a ser acondicionado.

- Coleta e transporte interno: a coleta e o transporte interno dos resíduos sólidos deverá ser realizada sempre que a capacidade dos contêineres for esgotada, pois, os resíduos identificados não são putrescíveis, o que justifica essa flexibilidade no tempo de coleta. O transporte dos contêineres até o local de armazenamento temporário deverá ser feito por caminhões que já são de propriedade da empresa, conduzidos por motoristas habilitados e treinados.

- Armazenamento temporário: após a coleta, de acordo com a ABNT NBR 11174:1990 os resíduos sólidos devem ser armazenados de maneira a não possibilitar a alteração de sua classificação e de forma que sejam minimizados os riscos de danos ambientais. Para o empreendimento em questão, sugere-se que o armazenamento temporário dos RS seja efetuado em conformidade com essa norma, além da construção de um galpão de resíduos (Figura 7).

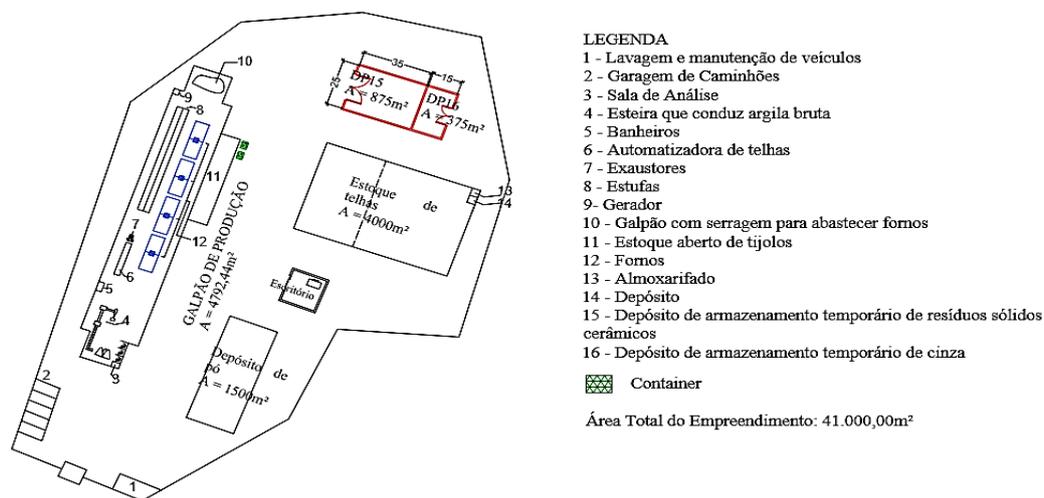


Figura 7 – Layout do empreendimento com identificação do local de armazenamento temporário.

Fonte: Autores, 2015

Os RS devem ser armazenados nesse galpão em sistema isolado, de modo que o acesso de pessoas estranhas seja impedido, e haja sinalização de segurança, identificação dos resíduos ali armazenados, e a base do local tenha sistema de impermeabilização e retenção de sólidos, operado por profissionais devidamente capacitados com treinamento de operação e segurança para caso de incêndio, além de instalações equipadas de maneira correta e manutenção adequada de todos os equipamentos de segurança (BRASIL, 1990).

- Transporte Externo: o transporte externo dos RS deverá ser feito por caminhões basculantes cobertos com lonas para que não sejam emitidos materiais particulados durante esta etapa. Tais veículos devem ser conduzidos por motoristas habilitados e treinados.

- Destinação final: para os resíduos sólidos oriundos dos produtos cerâmicos: (1) Que possam ser comercializados a preços menores para fins de aterro mediante documento de aceitação dos compradores. O preço destes resíduos, que agora passam a ser produtos, fica a critério do empreendedor de acordo com o mercado consumidor. (2) Devido certa atividade pozolânica, também podem ser comercializados para fabricação de concreto onde devem ser moídos ou revendidos para substituir os agregados miúdos, melhorando as características mecânicas e físicas do concreto, pois, camadas de pavimento que utilizam o agregado reciclado contendo resíduos de construção e demolição com cerâmica vermelha, apresentam aumento da resistência.

Para os resíduos oriundos da combustão do pó de serra (cinzas): (1) Por possuírem pH aproximado a 9,6, podem ser comercializadas ou doadas para serem utilizadas na correção de solos ácidos bem como fertilizante agrícola devido a disponibilização de Potássio (K), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg). (2) outra possível destinação é a utilização em argamassas de vedação dos fornos do empreendimento

como forma de reaproveitá-la no próprio processo de produção.

## 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ramo da cerâmica vermelha causa impactos ambientais negativos por ser grande extratora de matéria-prima não renovável (argila), pelo grande consumo de água e energia, e pela quantidade de resíduos sólidos gerados. O gerenciamento de resíduos sólidos industriais é fundamental para obter desenvolvimento econômico sustentável, pois previne a geração de resíduos e contribui para redução de custos e desperdícios.

No empreendimento em questão, os resíduos gerados nas etapas de queima e, inspeção e classificação foram provenientes da quebra de produtos cerâmicos e cinzas, os quais são classificados de acordo com a ABNT 10004:2004, como Classe II B (não perigosos, inertes). Tais resíduos podem ser reutilizados no processo ou usados em outras tipologias industriais. Entretanto, são encontrados grandes volumes dos mesmos na empresa, sendo que, embora não sejam perigosos, necessitam de armazenamento adequado, fato não constatado no empreendimento.

No entanto, a indústria de cerâmicas vermelha, objeto de estudo, é uma das poucas que demonstram preocupação com a questão ambiental, pois utiliza resíduos de serraria, ao invés de lenha, para o processo de combustão. Tal ação desestimula a prática do desmatamento, reduz a emissão de gases como o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), gás metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), responsáveis pelo aquecimento do planeta, além de elevar a competitividade comercial da empresa.

Caso não haja destinação adequada, os RS produzidos durante as etapas de queima e, inspeção e classificação geram impactos como a proliferação de vetores transmissores de doença e poluição visual. Todavia, quando reaproveitados dentro do próprio empreendimento, ou externamente, tornam-se uma alternativa de renda, e transformam resíduo em um produto valorável, auxilia no desempenho da indústria, além de contribuir para o desenvolvimento social, econômico e ambiental local.

Assim, a Proposta de Gerenciamento de Resíduos Sólidos elaborada para a empresa, objeto de estudo, procurou atuar na prevenção da geração de resíduos, garantir a adequada destinação dos mesmos, além de contribuir para redução de custos e desperdícios, contudo, para que seja aplicada de forma mais precisa sugere-se que seja elaborado um inventário completo dos resíduos sólidos gerados no empreendimento conforme estabelece a Resolução CONAMA 313:2002.

## REFERÊNCIAS

ABCERAM. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS CERÂMICAS. **Considerações Iniciais**. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.abceram.org.br/site/index.php?area=2>>. Acesso em: 25 out. 2015.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Hidroweb: Sistemas de Informações Hidrológicas. 2014. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br>. Acesso em: 20 nov. 2015.

ANFACER. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTOS, LOUÇAS SANITÁRIAS E CONGÊNERES. 2011 História da Cerâmica. Disponível em: <http://www.anfacer.org.br>. Acesso em: 10 out. 2018

ANICER. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA. (2013). Diagnóstico da Indústria de Cerâmica Vermelha no Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: < [https://www.anicer.com.br/wp-content/uploads/2016/11/relatorio\\_2013.pdf](https://www.anicer.com.br/wp-content/uploads/2016/11/relatorio_2013.pdf) Acesso em: 10 out.2018.

BETINI, D. G.; ICHIHARA, J. A. A logística reversa aplicada ao setor oleiro na região norte. Anais do Encontro Nacional De Engenharia De Produção, Foz do Iguaçu, SC, Brasil, 27.

\_\_\_\_\_. Decreto-lei nº 97.632, de 10 de abril de 1989. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 12 abr. 1989. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1989/decreto-97632-10-abril-1989-448270-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 17 out. 2015.

\_\_\_\_\_. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 11.174**: Armazenamento de resíduos classes II-não inertes e III-inertes. Rio de Janeiro, 1990.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 10, de 6 de dezembro de 1990. Dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral, classe II. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 28 dez. 1990. Disponível em: <[http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/Con\\_10\\_90.htm](http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/Con_10_90.htm)>. Acesso em: 02 set. 2015.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal nº 8.982, de 24 de janeiro de 1995**. Dá nova redação ao art. 1º da Lei nº 6.567 de 24 de setembro de 1978, alterado pela Lei nº 7.312, de 16 de maio de 1985. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 25 jan. 1995. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L8982.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8982.htm)>. Acesso em: 30 out. 2015.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do meio ambiente. Resolução nº 237 de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 22 dez. 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em 12 out. 2015.

\_\_\_\_\_. Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 13 fev. 1998. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm)>. Acesso em: 24 out. 2015.

\_\_\_\_\_. Decreto Presidencial nº 3.179, de 21 de setembro de 1999. Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis as condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 22 set. 1999. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D3179.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3179.htm)>. Acesso em: 23 out. 2015.

\_\_\_\_\_. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 313 de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o inventário nacional de resíduos sólidos industriais. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

\_\_\_\_\_. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos: Classificação. 2 ed. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. Lei nº 12.305, de 27 de julho de 2010. Dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília: Câmara Federal.

FEAM. FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Plano de Ação para Adequação Ambiental e Energética das indústrias de Cerâmica Vermelha no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: FEAM.2012.

FIEMG. FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Guia Técnico Ambiental da Indústria de Cerâmica Vermelha. Belo Horizonte: SENAI, 2013.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE. Municípios. 2007. Disponível em: <http://www.ibge.com.br>. Acesso em: 10 out. 2018

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de Recuperação Automática**. 2008. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?z=p&o=1&i=P>>. Acesso em: 23 out. 2015.

MAGNO, B. **Da argila a Sala de Estar: A Indústria de Cerâmica no Pará**. ORMNEWS, Pará, 18 ago. 2014. Disponível em: <<http://www.ormnews.com.br/noticia/da-argila-a-sala-de-estar-a-industria-da-ceramica-no-para>>. Acesso em: 14 nov. 2015.

MARQUES NETO, J. C. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Carlos: RIMA, 2005.

MARTINS, T. P. S. **Plano de gerenciamento de resíduos sólidos industriais – estudo de caso – indústria de cerâmica vermelha, Posse - GO**. 2014. 21f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2014.

MASTELLA, V. G. (2008). Elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para a Metalúrgica DS Ltda. 2007. 86 p. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, SC, Brasil.

PARÁ (Estado). **Lei Estadual nº 5.887, de 9 de maio de 1995. Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente e dá outras providências. Belém, PA, 1995. Disponível em: <<http://www.sema.pa.gov.br/1995/05/09/9741/>>. Acesso em: 15 out. 2015.**

PAZ, Y. M; MORAIS, M. M; HOLANDA, R. M. Desenvolvimento Econômico Regional e o Aproveitamento de Resíduos Sólidos no Polo da Indústria da Cerâmica Vermelha do Estado de Pernambuco. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 6, n.6, p. 1682-1880. 2013.

REIS, F.B. Gestão Ambiental em Oficinas Mecânicas: O Descarte de Óleo Lubrificante – ES, 2009. In: LACOURT, J. Z. **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Mecânica de Máquinas Pesadas Lacchini**. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2012.

SECTMA. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente – **O setor ceramista e o meio ambiente: Guia Prático para o Licenciamento Ambiental**. Recife: CPRH, 2010.

SIMIÃO, J. Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais em uma Empresa de Usinagem sobre o enfoque da Produção Mais Limpa. 2011. 170 p. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011

SINDICERTO. SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DE CERÂMICAS PARA A CONSTRUÇÃO DO ESTADO DO TOCANTINS. **Estudo de Atividade Empresarial: Cerâmica Vermelha da Região Central do Tocantins**. Palmas: Sebrae, 2005.

SOMAVILLA, D. Proposta de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Produção Mais Limpa Para uma Indústria Metalúrgica do Município de Carazinho – RS. 2013. Monografia de Conclusão de Curso, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil..2013.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**FRANCIELE BONATTO.** Professora assistente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)- Campus Guarapuava. Graduação e Mestrado em Engenharia de Produção pela UTFPR. Doutorado em andamento em Engenharia de Produção pela UTFPR. Trabalha com os temas: *Supply Chain*, gestão da qualidade e gestão da produção.

**JAIR DE OLIVEIRA** Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Administrador de empresas pela UENP. Mestre em administração pela UFPR e doutor em engenharia de produção pela EESC-USP. Trabalha com os temas: Pequena empresa e Ensino para o empreendedorismo.

**JOÃO DALLAMUTA.** Professora assistente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Engenharia de Telecomunicações pela UFPR. MBA em Gestão pela FAE Business School, Mestre pela UEL. Trabalha com os temas: Inteligência de Mercado, gestão Engenharia da Qualidade, Planejamento Estratégico, Estratégia de Marketing

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-125-1

