



Jorge González Aguilera  
Alan Mario Zuffo  
(Organizadores)

# A Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável 3

**Jorge González Aguilera**

**Alan Mario Zuffo**

(Organizadores)

# A Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável 3

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Karine de Lima  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

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

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

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  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
P933	A preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (A Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável; v. 3)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-538-9 DOI 10.22533/at.ed.389191408  1. Educação ambiental. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Meio ambiente - Preservação. I. Aguilera, Jorge González. II. Zuffo, Alan Mario. III. Série.  CDD 363.7
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra “A Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável” no seu terceiro capítulo aborda uma publicação da Atena Editora, e apresenta, em seus 25 capítulos, trabalhos relacionados com preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável.

Este volume dedicado à preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, traz uma variedade de artigos que mostram a evolução que tem acontecido em diferentes regiões do Brasil ao serem aplicadas diferentes tecnologias que vem sendo aplicadas e implantadas para fazer um melhor uso dos recursos naturais existentes no país, e como isso tem impactado a vários setores produtivos e de pesquisas. São abordados temas relacionados com a produção de conhecimento na área de agronomia, robótica, química do solo, computação, geoprocessamento de dados, educação ambiental, manejo da água, entre outros temas. Estas aplicações e tecnologias visam contribuir no aumento do conhecimento gerado por instituições públicas e privadas no país.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, assim, contribuir na procura de novas pesquisas e tecnologias que possam solucionar os problemas que enfrentamos no dia a dia.

Jorge González Aguilera  
Alan Mario Zuffo

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A FÍSICA NO COMPROVANTE DE RESIDÊNCIA DOS MARAJOARAS	
Edimara Lima dos Santos Ananda Michelle Lima João Marcos Batista de Assunção Maria Nancy Norat de Lima Ariane Chaves de Lima Edilene Santana de Matos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3891914081</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
ANÁLISE COMPARATIVA DA SUSTENTABILIDADE URBANA NO BAIRRO JARDIM NOVA ESPERANÇA, EM GOIÂNIA – GO	
Simone Gonçalves Sales Assunção Diego Fonseca dos Santos Maiara Bruna Carmo Nascimento Estefany Cristina de Oliveira Ramos Heloina Teresinha Faleiro Alisson Neves Harmyans Moreira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3891914082</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>19</b>
ANÁLISE DO IMPACTO DO RS MAIS IGUAL NO CAPITAL SOCIAL DOS SEUS BENEFICIÁRIOS	
Ana Julia Bonzanini Bernardi Jennifer Azambuja de Moraes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3891914083</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>35</b>
ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL DO BAIRRO CURIÓ-UTINGA NOS LIMITES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO TUCUNDUBA EM BELÉM/PA	
Isabela Rodrigues Santos Fernanda Vale de Sousa Camille Vasconcelos Silva Luna Leite Sidrim	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3891914084</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>48</b>
AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL NA EXTRAÇÃO DE AREIA NOS RIOS CANINDÉ – CE, PARAÍBA - PB E PIRACANJUBA- GO	
Daniellen Teotonho Barros Marcus Suedyr Gomes Pereira Filho Samilly Santana da Costa Vitor Glins da Silva Nascimento Antônio Pereira Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3891914085</b>	

<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>58</b>
AVALIAÇÃO DE POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA ÉOLICA DE UMA INSTITUIÇÃO PÚBLICA: UM ESTUDO DE CASO DO INSTITUTO FEDERAL FLUMINENSE CAMPUS MACAÉ	
Diego Fernando Garcia Marcos Antônio Cruz Moreira Augusto Eduardo Miranda Pinto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3891914086</b>	
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>72</b>
CAÇA E MANEJO DE FAUNA SILVESTRE NO BRASIL: ASPECTOS LEGAIS E O EXEMPLO DOS QUELÔNIOS E CROCODILIANOS	
Rafael Antônio Machado Balestra Marilene Vasconcelos da Silva Brazil	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3891914087</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>94</b>
COMPARAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO AUTOMÁTICA DE APP EM TOPO DE MORRO PARA O MUNICÍPIO DE LAGES/SC	
Benito Roberto Bonfatti Taís Toldo Moreira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3891914088</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>99</b>
CONSELHOS GESTORES DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO COMO ESPAÇOS EDUCADORES: MOBILIZAÇÃO DE AGENTES SOCIAIS A PARTIR DE PROBLEMAS DE FISCALIZAÇÃO	
Rodrigo Machado Beatriz Truffi Alves Wagner Nistardo Lima Adriana Neves da Silva Marlene Francisca Tabanez	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3891914089</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>117</b>
DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS CERÂMICOS UTILIZANDO RESÍDUOS INDUSTRIAIS TRATADOS POR HIDROCICLONAGEM	
Raquel Rodrigues do Nascimento Menezes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38919140810</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>133</b>
DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE SIMULAÇÃO DE UMA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL LIQUEFEITO (GNL) NA MODALIDADE REDE ISOLADA PARA A REGIÃO DE LAGES – SC	
Cosme Polese Borges Renato de Mello	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38919140811</b>	
<b>CAPÍTULO 12 .....</b>	<b>144</b>
ENERGIA E MEIO AMBIENTE: O BIODIESEL COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO, EXTENSÃO E PESQUISA PARA SUSTENTABILIDADE	
Cristine Machado Schwanke	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38919140812</b>	

<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>155</b>
ENTOMOFAUNA PRESENTE NA ÁREA DE INSTALAÇÃO DA FUTURA CENTRAL DE TRATAMENTO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE VÁRZEA GRANDE – MT	
Eliandra Meurer Ana Carla Martineli Eduardo Costa Reverte	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38919140813</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>161</b>
ESTIMATIVA DA PEGADA DO CARBONO DO USO DE ENERGIA ELÉTRICA EM PROPRIEDADE CAFFEEIRA CERTIFICADA	
Marcelo Silva Valdomiro Geraldo Gomes de Oliveira Júnior Raphael Nogueira Rezende Maurício Minchillo Patrícia Ribeiro do Valle Coutinho Adriano Bortolottida Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38919140814</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>166</b>
ESTUDO DO PROCESSO DE DEGRADAÇÃO DO LIXIVIADO VIA OZONIZAÇÃO CATALÍTICA VIA EQUAÇÃO ESTOCÁSTICA	
Diovana Aparecida dos Santos Napoleão Adriano Francisco Siqueira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38919140815</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>179</b>
GERENCIAMENTO AMBIENTAL DE ÓLEOS LUBRIFICANTES	
Izac de Sousa Vieira Yuri José Luz Moura Lívia Racquel de Macêdo Reis José Weliton Nogueira Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38919140816</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>186</b>
ICMS ECOLÓGICO POR BIODIVERSIDADE COMO INCENTIVO A CRIAÇÃO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO MUNICIPAIS	
Francelo Mognon Maria do Rocio Lacerda Rocha Guilherme de Camargo Vasconcellos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38919140817</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>192</b>
LEVANTAMENTO DOS ASPECTOS SOCIAIS, CULTURAIS E ECONÔMICOS DO PERFIL DA POPULAÇÃO PARA O APROVEITAMENTO DE RESÍDUO SÓLIDO URBANO ORGÂNICO NO MUNICÍPIO DE INHUMAS-GO	
João Baptista Chieppe Júnior Tharles de Sousa Andrade William Júnior Lemos Gomes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38919140818</b>	

<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>202</b>
PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE ALUNOS DA ESCOLA ESTADUAL DEPUTADO JOÃO EVARISTO CURVO, JAURU, MATO GROSSO	
Lucineide Guimarães Figueiredo	
Cláudia Lúcia Pinto	
Elaine Maria Loureiro	
Valcir Rogério Pinto	
Carolina dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38919140819</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>214</b>
PERFIL DO CONSUMIDOR DE PEIXE DO MUNICÍPIO DE SINOP MATO GROSSO	
Thamiris Sosa Santos	
Soraia Andressa Dall Agnol Marques	
Stephane Vasconcelos Leandro	
Paula Sueli Andrade Moreira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38919140820</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>221</b>
PERSPECTIVA AMBIENTAL NA SUBSTITUIÇÃO DO USO DE PAPEL TOALHA POR SECADORES DE MÃOS EM BANHEIROS PÚBLICOS	
Leila Nogueira Rocha Silva	
João Gomes da Costa	
Jessé Marques da Silva Pavão	
Adriane Borges Cabral	
Mayara Andrade Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38919140821</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>231</b>
PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA BIODIVERSIDADE NAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO GOIANAS: PROMOBIO	
Paula Ericson Guilherme Tambellini	
Caio César Neves Sousa	
Maurício Vianna Tambellini	
Marcelo Alves Pacheco	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38919140822</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>241</b>
PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE REÚSO DAS ÁGUAS CINZAS EM UMA CONSTRUÇÃO RESIDENCIAL ALTO PADRÃO	
Nathália Gusmão Cabral de Melo	
Flávia Telis de Vilela Araújo	
Raquel Jucá de Moraes Sales	
Ari Holanda Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38919140823</b>	

**CAPÍTULO 24 ..... 249**

QUINTAIS URBANOS E O PROCESSO DE APRENDIZAGEM SOBRE A DIVERSIDADE VEGETAL

Elisa dos Santos Cardoso  
Uéilton Alves de Oliveira  
Ana Aparecida Bandini Rossi  
Jean Carlos Silva  
José Martins Fernandes  
Vantuir Pereira da Silva  
Alex Souza Rodrigues  
Eliane Cristina Moreno de Pedri  
Oscar Mitsuo Yamashita

**DOI 10.22533/at.ed.38919140824**

**CAPÍTULO 25 ..... 259**

TRATAMENTO DE ÁGUA POR FILTROS DE BAIXO CUSTO COM DUPLA FILTRAÇÃO

Leonardo Ramos da Silveira  
Maycol Moreira Coutinho  
Renato Welmer Veloso

**DOI 10.22533/at.ed.38919140825**

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 274**

## DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS CERÂMICOS UTILIZANDO RESÍDUOS INDUSTRIAIS TRATADOS POR HIDROCICLONAGEM

### **Raquel Rodrigues do Nascimento Menezes**

Universidade Federal da Paraíba - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, João Pessoa – Paraíba

**RESUMO:** O estudo de resíduos industrialmente produzidos vem se tornando bastante corriqueiro no meio científico, devido ao fato desses materiais comumente serem descartados de forma inadequada, gerando malefícios ao meio ambiente. Dentre esses resíduos industriais, os resíduos do beneficiamento do caulim e do granito vem ganhando cada vez mais destaque, pela larga escala de fabricação desses materiais. Por isso, hoje em dia, há muitos estudos envolvendo a incorporação dos resíduos industriais novamente no ciclo de produção industrial. Neste trabalho, analisou-se a potencialidade da reutilização dos resíduos de caulim e do granito após passarem por uma etapa de beneficiamento- a hidrociclonagem, a fim de promover a separação entre grãos mais grossos e grãos mais finos presentes nos resíduos, na incorporação da massa padrão de fabricação de cerâmicas, visando reduzir custos e manter ou até mesmo melhorar as propriedades da peça cerâmica. Para isso, foram feitas caracterizações por difração de raios X, fluorescência de raios X, análise granulométrica e análise térmica,

seguidas da produção corpos de prova, os quais foram submetidos a diferentes temperaturas de queima, e, analisou-se as propriedades térmicas dos corpos de prova produzidos. Os resultados mostraram a formação de materiais com melhores propriedades a medida do aumento da temperatura de queima, estando de acordo com as bibliografias estudadas, e o esperado ao longo do estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos industriais, reutilização, caracterização.

**ABSTRACT:** The study of industrially produced waste has become quite commonplace in the scientific environment, due to the fact that these materials are commonly discarded in an inadequate way, causing harm to the environment. Among these industrial residues, the residues from kaolin and granite processing have been gaining more and more attention due to the large scale of the production of these materials. Therefore, today, there are many studies involving the incorporation of industrial waste again in the industrial production cycle. In this work, the potential of the re-use of kaolin and granite residues was analyzed after a stage of beneficiation - hydrocyclone, in order to promote the separation between coarser grains and finer grains present in the residues, the incorporation of the mass standard of ceramic manufacturing, aiming to reduce costs and

maintain or even improve the properties of the ceramic part. For this, X-ray diffraction, X-ray fluorescence, particle size analysis and thermal analysis characterizations were performed, followed by the production of test specimens, which were subjected to different firing temperatures, and the thermal properties of the bodies produced. The results showed the formation of a material with better properties as the increase of the burning temperature, according to the bibliographies studied, and that expected during the study.

**KEYWORDS:** Industrial waste, reuse, characterization.

## 1 | INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas atuais da humanidade é a geração e gestão de resíduos, resultantes das atividades industriais. De acordo com o Art. 9º da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que constitui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), deve seguir o seguinte ordenamento hierárquico prioritário: (I) não gerar resíduos sólidos; (II) reduzir a quantidade gerada de resíduos; (III) fazer a reutilização dos resíduos; (IV) fazer a reciclagem dos resíduos; (V) realizar o tratamento dos resíduos sólidos; (VI) realizar o descarte adequado sob o aspecto ambiental.

A extração e o beneficiamento do caulim, geram uma quantidade enorme de resíduos, isso, em virtude do seu processamento possuir apenas 30% de aproveitamento, sendo o restante a quantidade de resíduos gerados por essa indústria, cuja grande maioria são descartados de forma negligente, em áreas abertas, em várzeas de riachos e rios, o que causa a agressão à fauna, flora e à saúde da população (LEITA, 2017). Esse tipo de descarte, vem então, sendo alvo de árduas fiscalizações, de acordo com a lei vigente, citada anteriormente, fazendo com que as empresas produtoras tenham maiores custos para o descarte desse material, e por esse motivo, a produção do caulim fique limitada. As principais empresas produtoras de caulim, no Nordeste do Brasil estão nos municípios de Equador (RN), e Junco do Seridó (PB) (CABRAL, 2009).

O caulim é um agregado mineral de coloração branca, granulometria fina, rico em material argiloso e com pouco teor de ferro, que possui ampla utilidade na indústria. A região do Seridó, situada no Nordeste brasileiro, nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, é conhecida por sua vasta reserva de caulim oriunda de pegmatitos, e sua extração e beneficiamento. O processo de beneficiamento desse mineral gera anualmente em torno de 15 mil toneladas de resíduo que não é aproveitado. Estima-se que cerca de 75 % do caulim extraído é, de certa forma, desperdiçado, o que gera pilhas de resíduos que têm sido acumulados ao longo de mais de 50 anos de produção. Além do grande volume acumulado, esse resíduo gera impactos pela facilidade de ser suspenso no ar, quando seco. O primeiro na mineração, oriundo da etapa de separação do minério da areia grossa, representando até cerca de 70% do total produzido. O segundo é gerado na etapa de beneficiamento por via úmido,

originando um resíduo fino na forma de lama.

Atualmente o resíduo de caulim vem sendo largamente utilizado, devido ao grande impacto ambiental relacionado ao seu descarte indiscriminado na natureza, e a indústria de cerâmicas é uma das que mais se destacam na reciclagem desse tipo de material, principalmente por possuir um grande volume de produção, e conseqüentemente, um grande volume de utilização de rejeitos para a incorporação na sua matéria-prima, aliando um melhor custo benefício de produção à produtos mais tecnológicos e ecológicos, sem que se perca a qualidade dos mesmos.

As rochas ornamentais e de revestimento são classificadas como granitos e mármore, e correspondem a 90% da produção mundial (PEITER *et al*, 2001). Apesar de representar grande potencial econômico, a indústria de rochas ornamentais gera por ano toneladas de resíduos que são descartados no meio ambiente ou depositados em aterros de maneira irregular que, segundo (OLIVEIRA 2010), se transformam em um grave problema urbano. Os processos de extração, serragem e acabamento são os responsáveis grande parte da produção de resíduos na indústria de rochas ornamentais. Por isso, com a grande quantidade de resíduos gerada, e tentando contribuir para um desenvolvimento sustentável, e um maior aproveitamento de resíduos na construção civil, já há estudos sobre o resíduo resultante do beneficiamento de rochas ornamentais na produção de argamassas (CALMON *et al.*, 1997), tijolos cerâmicos (NEVES *et al.*, 1999), peças cerâmicas (LIMA FILHO *et al.*, 1999), e concretos (GONÇALVES 2000).

Porém, a redução de volume de resíduos produzidos apresenta limitações técnico-operacionais, e as alternativas de reciclagem ou reutilização são as estratégias mais adequadas no gerenciamento destes, existindo, inclusive, uma busca de comercialização de resíduos, tendo como premissas: política de reduzir, reciclar, reutilizar; agregar valores ao resíduo; redução de custo de tratamento e disposição final; e orientação quanto ao manejo adequado do resíduo (EVANGELISTA, 2011).

Cerâmicas tradicionais como telhas, blocos e revestimento cerâmicos geralmente apresentam grande variação de composição devido ao largo intervalo de composições das argilas utilizadas como matérias-primas para sua fabricação, o que possibilita uma grande tolerância para a incorporação de grandes quantidades de resíduos inorgânicos. O potencial de incorporação de resíduos nas formulações de cerâmicas tradicionais, aliado às elevadas quantidades de recursos naturais consumidos a cada dia por esse segmento industrial, ressalta a importância da reutilização de resíduos como matérias-primas cerâmicas alternativas, racionalizando o uso dos recursos naturais.

De acordo com as características do resíduo, sua influência sobre as características das formulações e modificações das propriedades finais dos materiais cerâmicos, pode-se classificar os resíduos sólidos, quando utilizados em formulações cerâmicas, em: redutores de plasticidade, resíduos fundentes, combustíveis e cinzas volantes. De acordo com essa classificação, o resíduo pode contribuir diretamente para o desenvolvimento de um produto cerâmico de qualidade. Além das possíveis funções específicas do resíduo, a reciclagem e a reutilização provenientes de diferentes

processos industriais como novas matérias primas cerâmicas visa, principalmente, a economia de matérias primas e redução de custos de produção.

Para que o uso do resíduo não traga prejuízos na qualidade do produto é necessário utilizá-lo corretamente, tanto em relação ao tipo de resíduo, quanto à concentração. Além disso, um tratamento ou purificação no resíduo pode trazer boas consequências, separando as frações indesejadas do resíduo. Uma das técnicas que pode ser utilizada na purificação de resíduos é a hidrociclonagem. Os hidrociclones, equipamentos destinados principalmente à separação de suspensões, caracterizam-se por usar o efeito de centrifugação como principal agente de classificação de partículas, separando-as por tamanho ou densidade (SOUZA *et al.*, 2000). Apesar dos hidrociclones terem sido inicialmente projetados para separação de líquidos com sólidos suspensos, tem sido utilizado também em processos de separação sólido/sólido, líquido/líquido e separação gás/líquido (SOCCOL *et al.*, 2000).

Os hidrociclones são equipamentos que executam a separação das partículas por tamanho. O material é injetado sob pressão, com porcentagem de sólidos pré-estabelecidas. O material segue uma trajetória helicoidal, onde as partículas mais grossas se direcionam para as paredes do ciclone devido à força centrípeta, e os finos se acumulam no centro do equipamento. O material mais grosseiro sai por baixo do equipamento (underflow), com pouca quantidade de água. Os finos transbordam do equipamento, misturados em água (overflow).

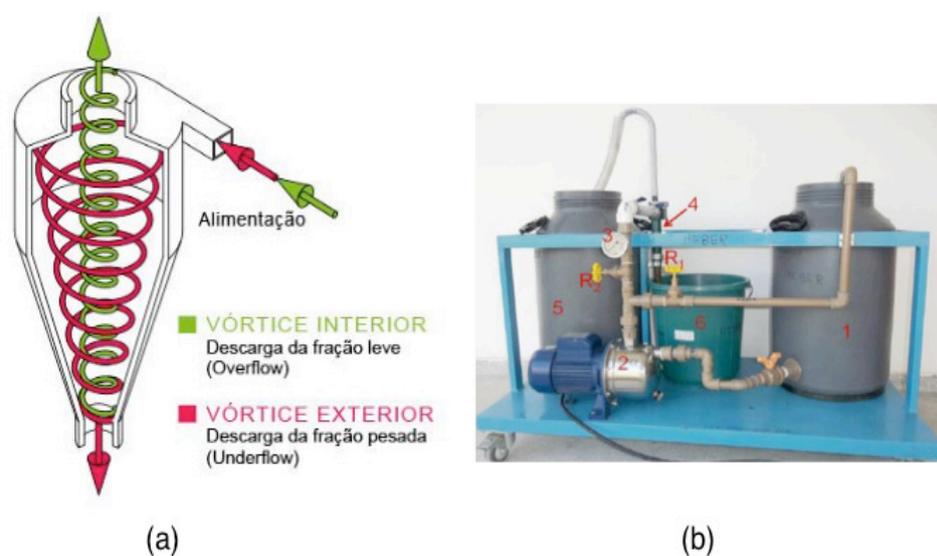


Figura 1: (a) Modelo esquemático de funcionamento de um hidrociclone; (b) foto do hidrociclone utilizado durante o trabalho.

Fonte: Arquivos da autora.

## 2 | METODOLOGIA

A metodologia seguirá as seguintes etapas:

- (i) Coleta dos resíduos: os resíduos serão coletados nas indústrias em que

são gerados. Pretende-se estudar o resíduo do beneficiamento do caulim, e resíduo da indústria de mármore e granitos, na incorporação dos materiais da indústria de revestimentos cerâmicos;

(ii) Preparação dos resíduos: os resíduos originais que não passarão pela operação de hidrociclonagem, serão secos em estufa a 60 °C por 24 h e, em seguida, moídos em moinho de discos, para posterior classificação por peneiramento em granulometria inferior a 74 µm, correspondendo à peneira nº 200 da ABNT, para os futuros ensaios de caracterização;

(iii) Hidrociclonagem dos resíduos: O hidrociclone a ser utilizado será o de modelo RWK 42L da Netzsch AKW. O corpo do hidrociclone apresentará diâmetro externo de 35 mm e interno de 20 mm. A dispersão para a operação de hidrociclonagem será preparada a partir de aproximadamente 60 % em concentração de sólidos. Para o diâmetro de vórtex e de ápex será adotado 5 mm e 4 mm, respectivamente;

(iv) Caracterização dos resíduos: Todas as frações dos resíduos serão caracterizadas física e quimicamente com o uso das seguintes técnicas de análise: análise mineralógica por difratometria de raios X (DRX). Será utilizado um difratômetro de Raios X, XRD 6000 da Shimadzu, com radiação K $\alpha$  do Cu (40KV/30mA), velocidade do goniômetro de 2°/min, passo de 0,02° e varredura de 3° a 55°. A análise da composição química por fluorescência de raios X (FRX) será realizada em modo qualitativo-quantitativo em um espectrômetro modelo FRX 1800 da Shimadzu, no qual os raios X são gerados por meio de tubo com alvo de Rh. A análise granulométrica por difração a laser (AG). Será utilizado um granulômetro da marca CILAS, modelo 1064, podendo ser utilizado no modo úmido ou seco. A análise do comportamento térmico por análise térmica diferencial (DTA) e termogravimétrica (TG). Serão estudadas e observadas as faixas de temperatura em que ocorre perda de massa ou transformações endotérmicas e exotérmicas nas amostras. As análises serão realizadas no equipamento TA 60H da Shimadzu, utilizando as seguintes condições: varredura inicial na faixa de 25 °C até 1150 °C, com uma taxa de aquecimento de 10 °C/min, em atmosfera contendo ar sintético.

(v) Formulações cerâmicas: Após o tratamento dos resíduos pelo processo de hidrociclonagem, as diferentes frações hidrociclonadas serão formuladas entre elas, e se necessário também serão utilizadas formulações de massas com matérias primas tradicionais já conhecidas, para produzir corpos de prova. A seguinte sequência será adotada: (a) Secagem e peneiramento: Após secas em estufa a 60 °C todas as formulações serão classificadas em peneiras de malha 35 mesh (ABNT nº40); (b) Correção de umidade: será adicionado um teor de água de 8%, com intuito de promover a plasticidade nas formulações; (c) Prensagem: será utilizada a conformação por prensagem uniaxial, com carga de 5 toneladas utilizando uma matriz metálica prismática com seção interna de 6 cm x 2 cm; (d) Medições e secagem: Após a etapa de prensagem de cada

corpo de prova, os mesmos serão submetidos às medições de dimensões e pesagem. Em seguida, os corpos serão postos em uma estufa a 110 °C e deverão permanecer durante 24 h. Após o período de permanência, os corpos serão esfriados naturalmente e as mesmas medições serão realizadas para obtenção das dimensões e peso dos corpos após a secagem; (e) Queima: os corpos de prova serão submetidos à etapa de queima, utilizando-se uma taxa de aquecimento de 10 °C/min e patamar final de 30 min em três temperaturas a serem definidas de acordo com as etapas anteriores. Após a queima serão realizadas novas medições dos corpos de prova e nova pesagem, referentes aos dados após a queima; (f) Determinação das propriedades: após a etapa de sinterização serão determinadas as propriedades tecnológicas dos corpos de prova de acordo com as Normas Técnicas da ABNT.

As formulações estudadas foram as seguintes, apresentadas na Tabela 1:

	Fração Padrão (massa argilosa para fabricação de revestimento cerâmico)	Resíduo de Caulim-fração grossa da hidrociclonação	Resíduo de granito-fração fina da hidrociclonação
<b>F1</b>	95%	5%	0%
<b>F2</b>	95%	0%	5%
<b>F3</b>	90%	10%	0%
<b>F4</b>	90%	0%	10%
<b>F5</b>	90%	5%	5%
<b>F6</b>	80%	10%	10%

Tabela 1: formulações dos corpos de prova a serem estudadas.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Composição química por fluorescência de raios-x (FRX)

A composição química está apresentada na tabela abaixo:

	Óxidos presentes (%)								
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Outros	PF
<b>RC</b>	69,29	10,01	1,14	0,89	0,49	1,82	0,36	1,90	14,10
<b>RCF</b>	69,60	10,45	1,47	0,95	0,29	0,62	0,15	0,37	16,10
<b>RCR</b>	75,40	9,39	2,79	0,72	0,45	0,43	0,13	0,18	10,50
<b>RCN</b>	74,21	9,56	2,46	0,78	0,38	0,50	0,16	0,45	11,50
<b>RG</b>	63,43	3,68	11,91	3,87	7,91	1,71	3,57	1,19	1,25
<b>RGF</b>	62,73	3,58	11,70	3,83	7,79	1,77	3,82	2,68	2,10
<b>RGR</b>	63,22	3,63	13,37	3,42	8,06	1,26	3,97	2,92	0,15
<b>RGN</b>	62,94	3,57	12,67	3,90	7,78	1,71	3,67	2,53	1,23

Tabela 2: análise de composição química das frações dos resíduos.

Todas as frações do resíduo de caulim, contêm , e como principais constituintes. O conteúdo dos possíveis óxidos fundentes ( , e ) é relativamente baixo. Espera-se que, devido ao alto teor de alumina em relação aos óxidos de ferro, potássio e sódio, a fase líquida formada durante o processo de sinterização se comportar como uma fase líquida de alta viscosidade ou uma fase transiente, o que é desejável para a obtenção de produtos com propriedades físicas e mecânicas mais elevadas (VARELA *et al.*,2009).

Observa-se que a maior fração de é da fração RCR, ou seja, da fração grossa do resíduo, provavelmente devido a maior quantidade de partículas grossas, como o quartzo. Outra característica apresentada no comparativo das frações de resíduo é o maior teor de da amostra RCF, esta fração por conter a fração mais fina do resíduo, obtida no overflow, provavelmente, contém uma maior quantidade de argilominerais, resultando com isso a maior perda ao fogo entre todas as frações.

Observa-se que as composições químicas dos resíduos de granito apresentaram elevadas quantidades de óxido de silício, óxido de ferro e óxido de cálcio.

A elevada quantidade de está associada com a fase cristalina do quartzo. O óxido de ferro e o óxido de cálcio foram provenientes, provavelmente, da granalha de ferro e da cal moída, utilizadas nas etapas de corte e polimento de rochas graníticas. Com relação ao uso cerâmico o elevado teor de ferro ( ) presente no resíduo de granito, conduzirá, provavelmente após sinterização, a colorações avermelhadas. O conteúdo de óxidos alcalinos ( e ) é relativamente alto, sendo da ordem de 5,79%. Estes óxidos são muito importantes nas formulações cerâmicas, pois podem atuar como agentes fundentes ajudando a sinterização das peças cerâmicas. Os óxidos alcalinos são provenientes principalmente dos feldspatos e mica presentes no resíduo.

### 3.2 Difractometria de raios-x (DRX)

Para realização das análises, foi utilizado um difratômetro de Raios X, XRD 6000 da Shimadzu. A radiação utilizada foi K $\alpha$  do Cu (40KV/30mA); a Velocidade do goniômetro foi de 2°/min e passo de 0,02° e varredura de 3° a 55°, que está apresentado nas Figuras abaixo:

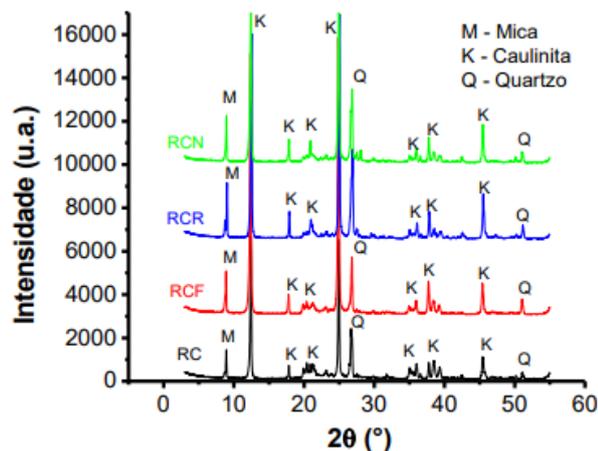


Figura 3: análise de DRX, das frações do resíduo de Caulim.

Observa-se que os difratogramas das frações do resíduo de caulim, apresentaram picos referentes fase mineralógica quartzo (Si), caulinita ( ) e mica (K(Al)). Resultados semelhantes foram identificados Varela et al., (2009) e Castro et al., (2015) em estudos com resíduos de caulim. Observa-se também que não houve mudanças qualitativas nos difratogramas das amostras que foram submetidas ao tratamento em comparação com o resíduo de caulim não tratado RC. No entanto, é possível notar que o difratograma referente à fração fina hidrociclada, apresenta picos de caulinita mais definidos, indicando que após a hidrociclonagem o material caracterizado como fino possivelmente apresentou uma maior porcentagem de caulinita em sua composição, já que esse mineral constituía as frações mais finas do resíduo (CAETANO, 2018).

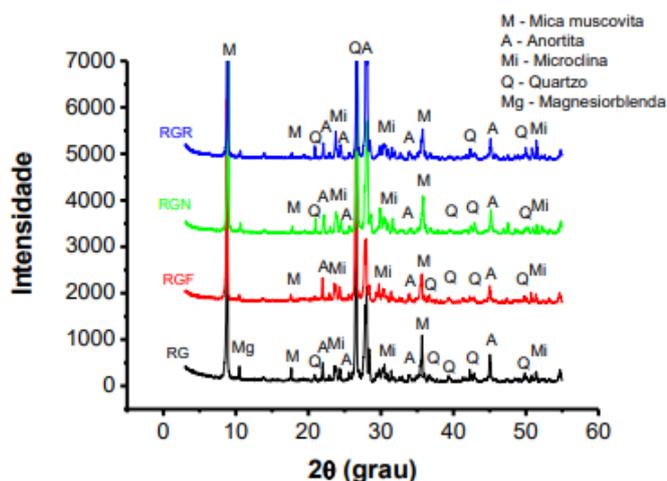


Figura 4: análise de DRX, das frações do resíduo de granito.

Os difratogramas das frações do resíduo de granito, apresentaram picos referentes ao quartzo ( ), microclina (feldspato potássico, ), anortita (feldspato cálcico, ), mica muscovita ( (Al)), e magnésio blenda (Mg, 4Al((Al))).

Observa-se que o presente na composição química dos resíduos é oriundo basicamente de mica muscovita, enquanto que o CaO é oriundo do feldspato cálcico

e principalmente da adição de granalha e óxido de cálcio como abrasivo e lubrificante no processo de corte/serragem de rochas ornamentais.

A microclina e a anortita são feldspatos, desempenham a função de fundentes, sendo, portanto, os componentes formadores de fase vítrea em corpos cerâmicos e esmaltes, auxiliando no fechamento da porosidade entre as partículas, conferindo aumento da densidade relativa do material sinterizado.

### 3.3 ANÁLISE TÉRMOGRAVIMÉTRICA (TG) E ANÁLISE TÉRMICA DIFERENCIAL (DTA)

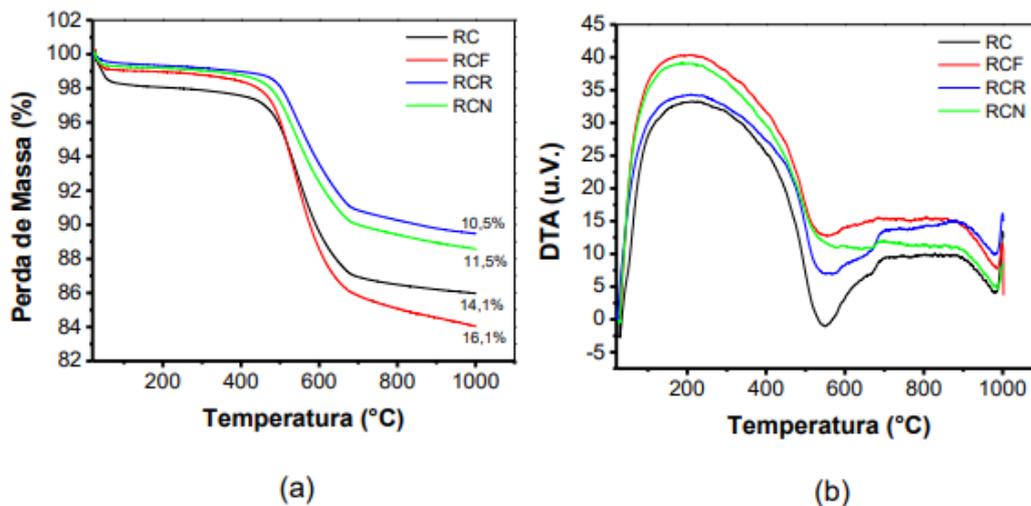


Figura 5: (a) curvas da análise termogravimétrica; (b) curvas da análise térmica diferencial para as frações do resíduo de caulim.

Identifica-se um comportamento térmico semelhante para todas as frações, as quais apresentaram um pico por volta de 560°C, provavelmente relacionado à desidroxilação da caulinita e outro em torno de 980°C, possivelmente associado à nucleação da mulita. Resultados semelhantes foram identificados por Menezes et al., (2007) em estudos com resíduos de caulim e resíduos de granito, identificando os referidos eventos térmicos em temperaturas semelhantes. Constata-se nas curvas termogravimétricas que as maiores perdas de massa são das frações do resíduo fino (RCF) e do resíduo original (RC), constituídos pelas maiores quantidades de argilominerais.

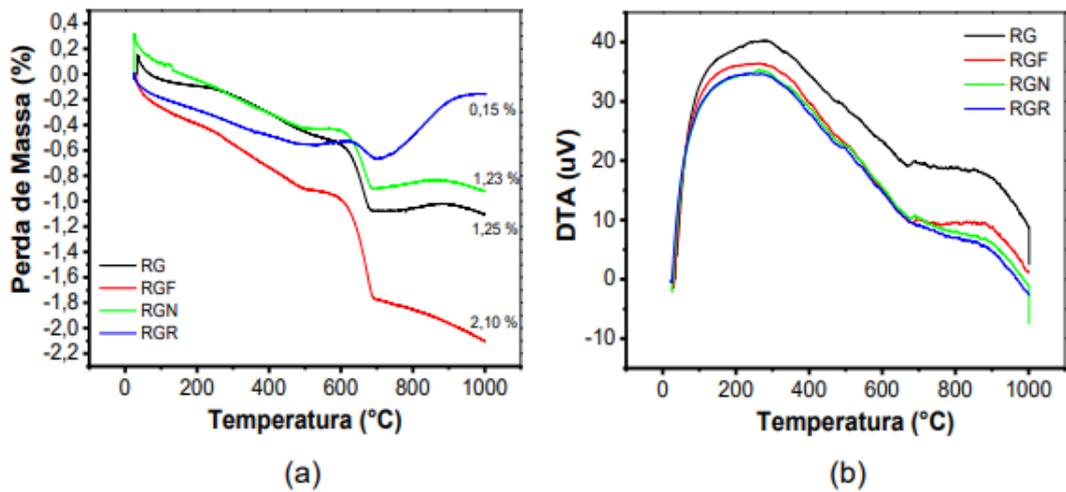


Figura 6: (a) curvas da análise termogravimétrica; (b) curvas da análise térmica diferencial para as frações do resíduo de granito.

Identifica-se um comportamento térmico semelhante para todas as frações, as quais apresentaram uma banda endotérmica a 110°C, o que indica perda de água livre, um pequeno pico endotérmico a aproximadamente a 660 e 760°C provavelmente relacionados à desidroxilação e recristalização da mica respectivamente e uma banda de aproximadamente 840 a 950 °C, possivelmente relacionada à decomposição do carbonato de cálcio. As frações do resíduo de granito apresentaram perdas de massas variando de 0,15% a 2,10% para o RGR e RGF.

As bandas de perda de massa estão relacionadas provavelmente a desidroxilação da mica, recristalização da mica e decomposição do carbonato. Resultados semelhantes foram identificados por Menezes et al., (2007) em estudos com resíduos de caulim e resíduos de granito.

### 3.4 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

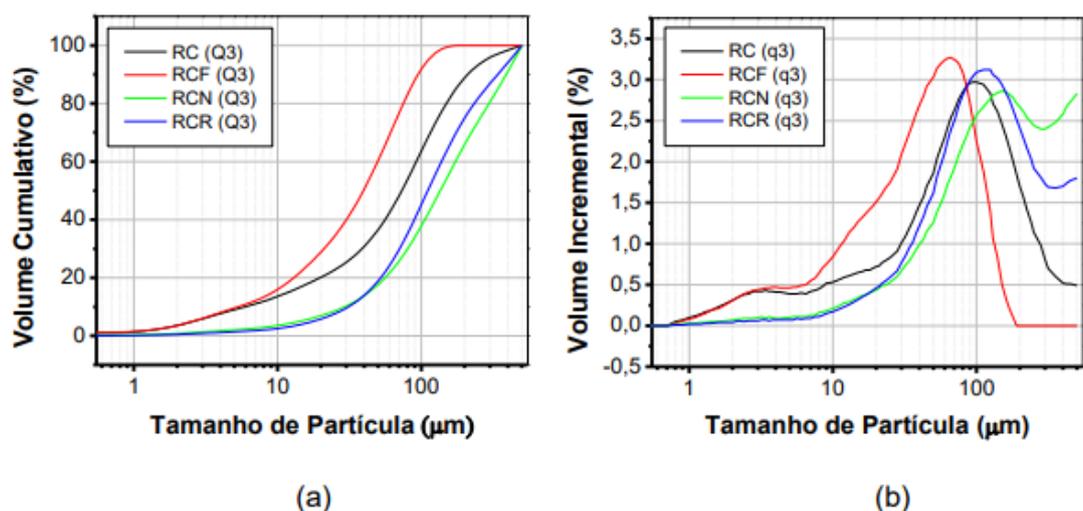


Figura 7: curvas granulométricas do resíduo de caulim tratados e não tratados o (a) volume acumulado passante; (b) distribuição do tamanho de partículas.

Observa-se que o resíduo de caulim não tratado (RC) apresentou tamanhos de

partículas intermediárias em relação as demais frações do resíduo, com um tamanho médio de partículas de  $95,42 \mu\text{m}$ , sendo 10% da massa acumulada com diâmetro médio equivalente abaixo de  $5,92 \mu\text{m}$ , diâmetro a 50% de  $73,07 \mu\text{m}$  e maior concentração de partículas entre  $73,07$  e  $210,10 \mu\text{m}$ . O resíduo de caulim tratado, fração fina (RCF), foi constatado o de menor diâmetro médio das partículas em relação as demais frações, com valor de  $45,71 \mu\text{m}$ , sendo 10% de massa acumulada com diâmetro médio equivalente abaixo de  $5,31 \mu\text{m}$ , diâmetro a 50% de  $39,52 \mu\text{m}$  e maior concentração de partículas entre  $39,52$  e  $94,80 \mu\text{m}$ .

Para o resíduo de caulim tratado, fração grossa (RCR), observa-se que o diâmetro médio das partículas foi de  $147,95 \mu\text{m}$ , apresentando 10% de massa acumulada com diâmetro médio equivalente abaixo de  $31,13 \mu\text{m}$ , diâmetro a 50% de  $110,97 \mu\text{m}$  e maior concentração de partículas entre  $110,97$  e  $340,18 \mu\text{m}$ .

O resíduo de caulim tratado, não hidrociclonado (RCN), o diâmetro médio das partículas foi de  $173,09 \mu\text{m}$ , apresentando 10% de massa acumulada com diâmetro médio equivalente abaixo de  $29,27 \mu\text{m}$ , diâmetro a 50% de  $135,45 \mu\text{m}$  e maior concentração de partículas entre  $135,45$  e  $389,51 \mu\text{m}$ .

Nota-se que o processo de hidrociclonação influenciou significativamente a distribuição do tamanho de partículas do resíduo classificado como fração fina, diferenciando-o quando comparado às outras frações.

Observa-se uma faixa de distribuição de tamanho de partículas significativamente mais estreita que as outras frações do resíduo de caulim o que pode reduzir ou evitar a segregação dos componentes, melhorando o empacotamento das partículas (LOLLI *et al.*, 2000).

Observa-se que todas as frações do resíduo apresentaram uma distribuição granulométrica denominada monomodal, mudando apenas o local do pico granulométrico entre as amostras.

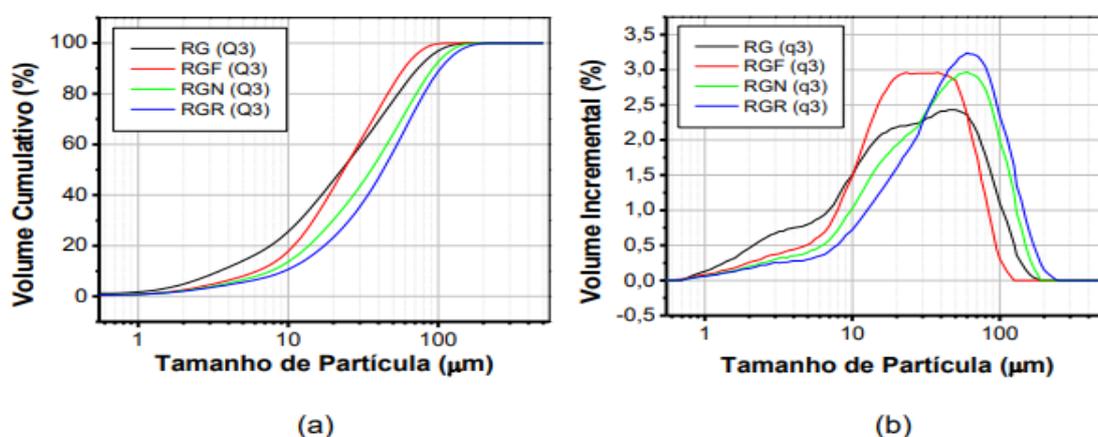


Figura 8: curvas granulométricas do resíduo de granito tratados e não tratados o (a) volume acumulado passante; (b) distribuição do tamanho de partículas.

A análise granulométrica do resíduo de granito não tratado (RG) apresentou um

tamanho médio de partículas de 31,76  $\mu\text{m}$ , sendo 10% da massa acumulada com diâmetro médio equivalente abaixo de 3,48  $\mu\text{m}$ , diâmetro a 50% de 22,73  $\mu\text{m}$  e maior concentração de partículas entre 22,73 e 73,07  $\mu\text{m}$ . Para o resíduo de granito tratado, fração fina (RGF), foi constatado o diâmetro médio das partículas de 28,72  $\mu\text{m}$ , sendo 10% de massa acumulada com diâmetro médio equivalente abaixo de 6,20  $\mu\text{m}$ , diâmetro a 50% de 23,46  $\mu\text{m}$  e maior concentração de partículas entre 23,46 e 59,13  $\mu\text{m}$ .

Observa-se uma faixa de distribuição de tamanho de partículas significativamente mais estreita que as observadas nas outras frações do resíduo de granito. Este comportamento deve-se ao processo de hidrociclonação, que separa a fração grosseira formada pelo pó oriundo da serragem e por partículas de granalha, da fração mais finas.

No resíduo de granito tratado, fração grossa (RGR), observa-se que o diâmetro médio das partículas é de 50,85  $\mu\text{m}$ , apresentando 10% de massa acumulada com diâmetro médio equivalente abaixo de 9,41  $\mu\text{m}$ , diâmetro a 50% de 42,95  $\mu\text{m}$  e maior concentração de partículas entre 42,95 e 103,77  $\mu\text{m}$ .

Para o resíduo de granito tratado, não hidrociclonação (RGN), observa-se que o diâmetro médio das partículas é de 43,70  $\mu\text{m}$ , apresentando 10% de massa acumulada com diâmetro médio equivalente abaixo de 7,65  $\mu\text{m}$ , diâmetro a 50% de 35,74  $\mu\text{m}$  e maior concentração de partículas entre 35,74 e 92,05  $\mu\text{m}$ . Todas as frações do resíduo de granito apresentaram uma distribuição granulométrica monomodal.

Observa-se uma maior quantidade de partículas finas, comparativamente ao resíduo de caulim e uma menor proporção de aglomerados (Menezes et al., 2007).

### 3.5 Propriedades físicas

#### 3.5.1 Retração linear de queima

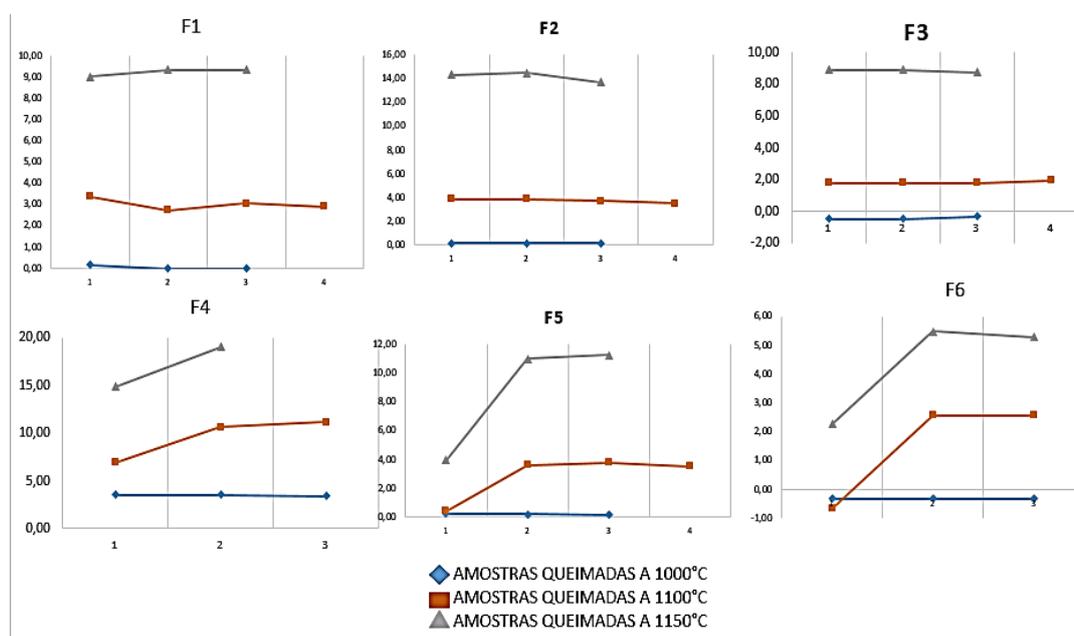


Figura 9: Retração Linear de Queima (100%) para os corpos de provas com as diferentes formulações, queimados a 1000, 1100 e 1150°C.

Observa-se que a retração linear dos corpos cerâmicos aumenta à medida que se aumenta a temperatura de queima, em todas as formulações estudadas.

Também, pôde-se notar, que a 1000°C em todas as formulações estudadas, os corpos de prova permaneceram praticamente com uma retração linear igual a zero.

Constatou-se que, por um lado, a fração que contém a parte mais fina do resíduo (F4, F5, e F6) contribui com uma melhor sinterização.

### 3.5.2 Absorção de água

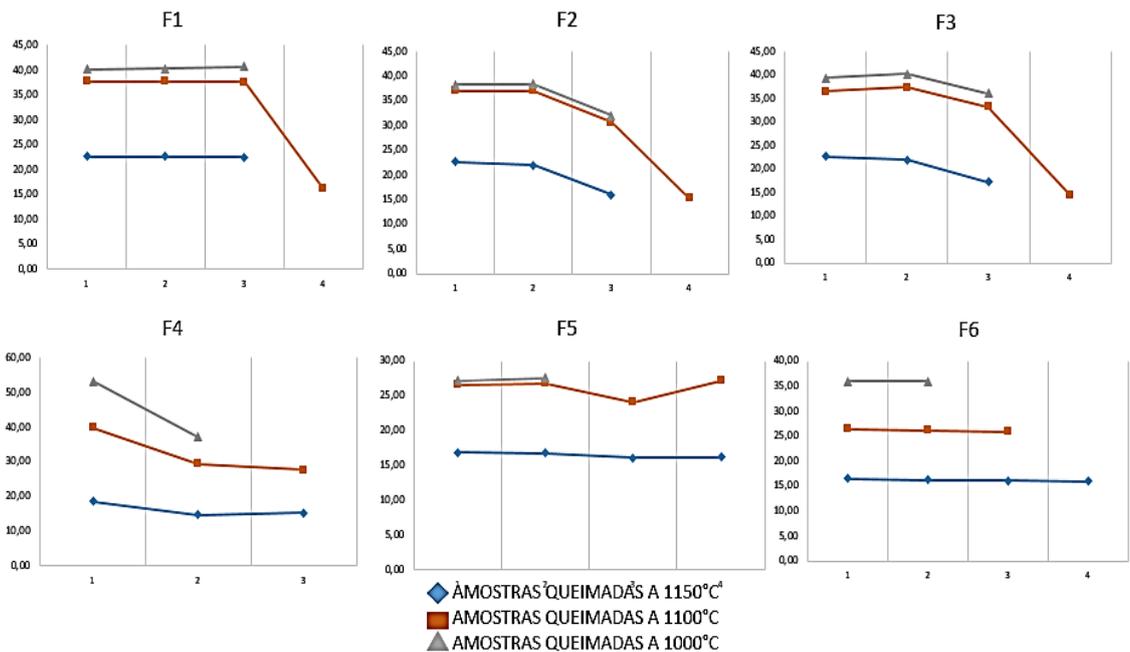


Figura 10: medidas de absorção de água (100%) para os corpos de provas com as diferentes formulações, queimados a 1000, 1100 e 1150°C.

Observa-se que a propriedade de absorção de água sofre uma grande redução com o aumento da temperatura final.

A absorção de água apresenta influências significativas sobre as demais propriedades finais do produto obtido. Através dela observa-se uma diminuição dessa propriedade com o aumento da temperatura, tanto para o material tratado quanto para o sem tratamento. Isso acontece devido ao aumento da temperatura promover uma maior compactação ao corpo cerâmico, resultando em uma menor quantidade de poros.

### 3.5.3 Porosidade aparente

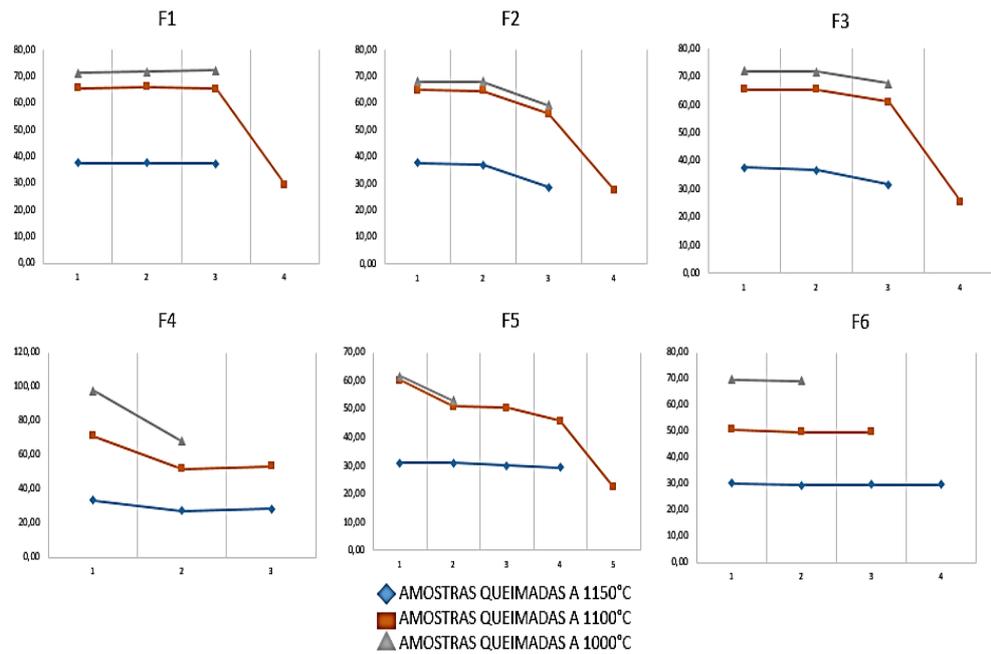


Figura 11: medidas de porosidade aparente (100%) para os corpos de provas com as diferentes formulações, queimados a 1000, 1100 e 1150°C.

A porosidade aparente sofre uma grande redução com o aumento da temperatura final.

Isso se dá em consequência da melhor sinterização dos corpos de prova, e a formação de maior quantidade de fase vítrea, em qualquer uma das formulações, preenchendo assim, os espaços vazios que existiam.

### 3.5.4 Tensão de ruptura à flexão

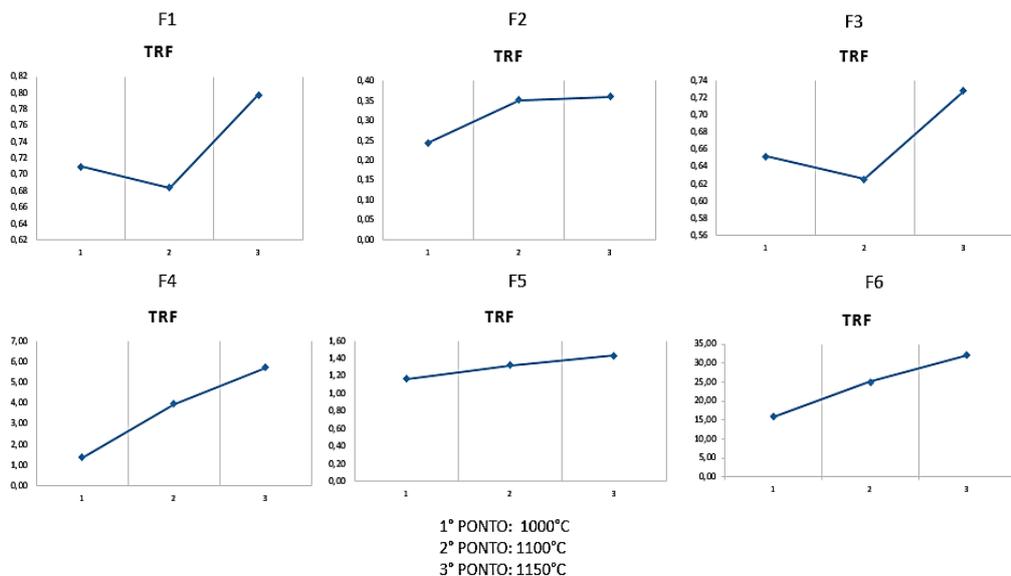


Figura 12: Medidas do ensaio de tensão de ruptura a flexão com corpos de prova de cada formulação estudada, em suas diferentes temperaturas de queima:

Observa-se que a resistência é crescente com o aumento da temperatura. Este comportamento está relacionado com os mais baixos valores de porosidades e absorção de água.

O decréscimo dos valores de absorção de água, e porosidade aparente, e, conseqüentemente o aumento da retração linear são diretamente responsáveis pelo aumento da resistência mecânica, isso se dá, devido aos fundentes presentes na fração fina do resíduo de granito, e a melhor sinterização apresentada pela formação da fase vítrea em ambas as frações de resíduo, logo, ocorre um melhoramento das propriedades mecânicas, com o conseqüente aumento da temperatura.

## 4 | CONCLUSÕES

As frações dos resíduos obtidos após a hidrociclonagem apresentaram composições semelhantes quanto às fases mineralógicas e as composições químicas. A amostra hidrociclonada denominada por fração fina, tratada por hidrociclonagem, apresentou, para todos os resíduos estudados, tamanho de partícula médio inferior às outras frações de amostras obtidas, bem como uma distribuição de tamanhos de partículas mais estreita que as demais frações.

O resíduo de granito fração fina (RGF) apresentou elevados teores de óxidos fundentes, podendo contribuir para uma melhor sinterização da formulação cerâmica.

O resíduo de caulim original (RC) e o resíduo de caulim fração fina (RCF) apresentaram maiores quantidades do argilomineral caulinítica, podendo contribuir para formação de fase vítrea e mulita, contribuindo para o aumento da resistência mecânica e redução da deformação piropástica durante o processo de queima.

Os corpos de prova produzidos com diferentes formulações, obtiveram resultados de acordo com o esperado, mantendo boas propriedades, e havendo o melhoramento dessas propriedades de acordo com as diferentes temperaturas de queima utilizadas.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, K. M., et al, **Estudo De Caracterização E Beneficiamento De Resíduo De Caulim-** João Pessoa, PB, 2016; Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/images/congressos/2016/CAC00390016.pdf>, acessado em 12 de fevereiro;

CABRAL, D.H.P. **Uso de rejeitos do granito rain forest para a produção de revestimentos cerâmicos com baixa absorção de água.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Ceará, 2009.

CABRAL, E. S., et al, **Impactos ambientais: Uma abordagem das atividades de beneficiamento de caulim na região Borborema/Seridó na Paraíba.** 2009.

CAETANO, A. L. A., **Aproveitamento, purificação e seleção do resíduo do beneficiamento do caulim, do corte e polimento do granito e do polimento do porcelanato para obtenção de revestimentos cerâmicos;** João Pessoa-PB, 2018;

CALLISTER, W. D., **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução.** John Wiley & Sons, Inc.,

2002.

CIRILA, G. A. R., et al, **aproveitamento de resíduo de caulim para a formulação de argamassas colantes**, Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/images/congressos/2016/CAC00120016.pdf>, acessado em 08 de fevereiro de 2018;

LEITE, J. Y. P., et al, **Mineração de caulim de pequena escala em APL de Base Mineral – Novo layout para sua otimização**. In: XXII ENTMME/VII MSHMT – Ouro Preto, MG, 2007;

LOLLI, L, NASSETTI, G, MARINO, L.F.G., **A preparação a seco de massas cerâmicas**. Cerâmica Industrial v5, n.2, p. 23-27, março/abril 2000.

MARQUES, C. V. **Beneficiamento Por Hidrociclonação De Misturas De Argilas Bentoníticas Pouco Nobres De Boa Vista-Pb, Visando Melhoria De Suas Propriedades Reológicas**. 2014. 154f. dissertação (mestrado)- Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais- Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014. Disponível em: <http://tede.biblioteca.ufpb.br/bitstream/tede/447/1/arquivototal.pdf>>. Acesso em 08 de janeiro de 2017

MENEZES, R. R., et al, **análise da co-utilização do resíduo do beneficiamento do caulim e serragem de granito para produção de blocos e telhas cerâmicos**, Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0366-69132007000200014](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-69132007000200014), acessado em 10 de fevereiro de 2018;

MENEZES, R. R., et al, **Utilização do resíduo do beneficiamento do caulim para a produção de corpos múltiplos**, Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ce/v53n328/a0953328.pdf>, acessado em 12 de fevereiro de 2018;

MORAES, J. M. **Caracterização tecnológica e mineralógica de caulins brasileiros. XIV Jornada de Iniciação Científica – CETEM**. UERJ, 2013

OLIVEIRA. D. M., et al, **Utilização de resíduo de granito como substituição ao cimento Portland em matrizes cimentícias**, Ouro Preto- MG, 2011, Disponível em: [http://www.reciclos.ufop.br/media/uploads/downloads/residuo\\_de\\_granito.pdf](http://www.reciclos.ufop.br/media/uploads/downloads/residuo_de_granito.pdf), acessado em 12 de fevereiro de 2018;

PADILHA, A. F. E AMBROZIO FILHO, F.; **Técnicas de Análise Microestrutural**.

RAMALHO, M. A. F., et al, **estudo da potencialidade de resíduos de caulim e granito para a produção de blocos cerâmicos- parte II**, Disponível em: <https://www.ipen.br/biblioteca/cd/cbc/2005/artigos/49cbc-5-17.pdf>, acessado em 08 de fevereiro de 2018;

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Jorge González Aguilera:** Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: [jorge.aguilera@ufms.br](mailto:jorge.aguilera@ufms.br)

**Alan Mario Zuffo:** Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: [alan\\_zuffo@hotmail.com](mailto:alan_zuffo@hotmail.com)

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Alagamentos

APP

### C

Caça

Capital Social

Comprovante de residência

Conselhos

Conservação da biodiversidade

Cor

Cotidiano

Crocodilianos

### D

dupla filtração

### E

Educação Ambiental

Energia Eólica

escola pública

Etnobotânica

### F

Fauna

Filtração

Filtro Múltiplas Camadas

Filtro Pedregulho

Fiscalização

Física

Fontes Renováveis

Formação Socioambiental

### G

Geração Distribuída

### I

Impacto Ambiental

Influência

## **M**

Manejo

Matriz de interação

Meio ambiente

Monitoramento Ambiental

## **N**

Novo Código Florestal

## **O**

Ocupação urbana irregular

## **P**

Parques

Pegada Ecológica

Pescado

Políticas Públicas

Preferências

## **Q**

Qualidade

Quelônios

## **R**

Resíduos Sólidos

RS Mais Igual

## **S**

Saber Ambiental

Sustentabilidade Socioambiental

Sustentabilidade Urbana

Sustentabilidade

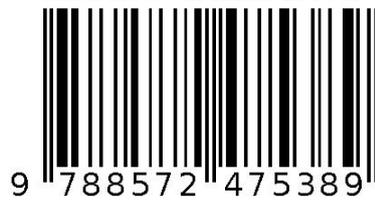
## **T**

Topo de Morro

## **U**

Unidades de Conservação

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-538-9



9 788572 475389