

# Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 3

Franciele Braga Machado Tullio  
Lucio Mauro Braga Machado  
(Organizadores)



**Atena**  
Editora

Ano 2020

# Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 3

Franciele Braga Machado Tullio  
Lucio Mauro Braga Machado  
(Organizadores)



**Atena**  
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Karine de Lima

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

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

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
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. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

P474 Pesquisa científica e inovação tecnológica nas engenharias 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Braga Machado Tullio, Lucio Mauro Braga Machado. – Ponta Grossa PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-81740-21-4

DOI 10.22533/at.ed.214201402

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovações tecnológicas.  
3. Tecnologia. I. Tullio, Franciele Braga Machado. II. Machado, Lucio  
Mauro Braga

CDD 658.5

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

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

## APRESENTAÇÃO

Em “Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 3” temos treze capítulos que trazem preciosas contribuições para a inovação tecnológica nas engenharias.

Pesquisas na área de gestão de resíduos, produção de energia limpa, cuidados com o ambiente em que vivemos demonstram que os pesquisadores estão preocupados com a inovação, mas respeitando os recursos naturais.

Na mesma linha, pesquisas na área de logística e mecânica demonstram preocupação com o bem-estar da sociedade sem renunciar aos benefícios proporcionados pela tecnologia. Benefícios presentes ainda na otimização de custos em construção e na utilização de tecnologias de informação móveis.

Esperamos que esta obra seja útil ao progresso da ciência e possa melhorar as pesquisas na área. Boa leitura!

Franciele Braga Machado Túllio  
Lucio Mauro Braga Machado

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
CARACTERIZAÇÃO DO LODO DE EFLUENTE INDUSTRIAL TRATADO DE BENEFICIADORA DE ARROZ OBTIDO COMO BIOMASSA PARA PROCESSO DE PIRÓLISE	
Emerson de Moraes Böhm Roberto Tomedi Sacco Iago Riveiro Santos Dutra Pedro José Sanches Filho Giani Mariza Barwald Bohm	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2142014021</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>7</b>
PETRODIESEL WITH BIODIESEL WATER/OIL SEPARATOR FILTER – LOW PERFORMANCE	
Sérgio Roberto Amaral José Luz Silveira Eloisa Couto Parkutz Costa Alan Baio Bonel Thiago de Miranda Nogueira Marcos Morin Marcondes Cesar Marcio José Cirino	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2142014022</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>21</b>
GESTÃO DOS PROCESSOS DE BENEFICIAMENTO DAS MARMORARIAS DO MUNICÍPIO DE TUCURUÍ – PARÁ	
Taiana da Silva Ferreira Felipe José Marques Mesquita Mateus Mamede Mousinho Junior Hiroyuki Ishihara	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2142014023</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>32</b>
ESTUDO DA CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS E A QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA DO SISTEMA FOTOVOLTAICO DO ESCRITÓRIO VERDE DA UTFPR	
Eloi Rufato Junior Plinio Caetano de Siqueira Rafael de Freitas Gasparelo Danderfer Thomas Hideki Sasaya	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2142014024</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>52</b>
DESENVOLVIMENTO DE BANCADA DE VIBRAÇÃO EM PROTÓTIPO DE VAGÃO DE MINÉRIO DE FERRO	
Alexandre Luiz Amarante Mesquita Ítalo José Cunha Araújo Eivelton André Oliveira da Trindade Ronaldo Menezes dos Santos Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2142014025</b>	

<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>62</b>
AVALIAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA BRS BELÉM, SOB A ÓTICA DOS USUÁRIOS	
Diego Ribeiro Pinto de Castro	
Jânio Luiz Marques Trindade Júnior	
Gabrieli Inácio dos Santos	
Christiane Lima Barbosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2142014026</b>	
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>78</b>
DESENVOLVIMENTO DO MÓDULO DE TESTE PARA CONTROLE DE POSIÇÃO DA VÁLVULA DISTRIBUIDORA	
Geanderson Cutrim Soares	
Hugo da Rocha Conceição	
Marcelo Alves de Sousa	
Bernard Carvalho Bernardes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2142014027</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>90</b>
USO DO ALGORITMO SIMULATED ANNEALING MODIFICADO PARA OTIMIZAÇÃO DE MUROS DE CONTENÇÃO	
Carlos Millan-Paramo	
Jair de Jesus Arrieta Baldovino	
Euriel Millan Romero	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2142014028</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>106</b>
COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS GPS GEODÉSICO E GARMIN EM LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS	
Eduardo Vinícius Franco da Silva	
Gustavo Souza Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2142014029</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>118</b>
GERENCIAMENTO DE QUALIDADE DE PROJETO: COMPOSIÇÃO UNITÁRIA DOS CUSTOS DE SERVIÇOS DE MÃO-DE-OBRA	
Hamohhamed Henrik Santana Carvalho	
Lízia Sousa Alves	
Wilker David de Oliveira	
Selma Araújo Carrijo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21420140210</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>124</b>
SISTEMA DE INFORMAÇÃO: O USO DE APLICATIVO MÓVEL EM AGÊNCIAS BANCÁRIAS	
Railma Saldanha da Silva	
Leanderson Augusto dos Santos Santana	
André Luis Rodrigues Mathias	
Suelma do Nascimento Brito Lôbo Mathias	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21420140211</b>	
<b>CAPÍTULO 12 .....</b>	<b>133</b>
ESTIMATION OF PARAMETERS OF THE TORQUE CONVERTER OF AN AUTOMATIC	

TRANSMISSION OF A PASSENGER VEHICLE

Elias Dias Rossi Lopes  
André Flora Alves Pinto  
Caio César do Prado Dorea Reis  
Gustavo Simão Rodrigues

**DOI 10.22533/at.ed.21420140212**

**CAPÍTULO 13 ..... 147**

APLICAÇÃO DE *CYMBOPOGON WINTERIANUS* (CITRONELA) COMO AGENTE INIBIDOR DE BACTÉRIAS ISOLADAS DO FLUÍDO DE CORTE

Edgar Augusto Aliberti  
Kátia Valéria Marques Cardoso Prates  
Pâmela Nunes Sá

**DOI 10.22533/at.ed.21420140213**

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 153**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 154**

## GESTÃO DOS PROCESSOS DE BENEFICIAMENTO DAS MARMORARIAS DO MUNICÍPIO DE TUCURUÍ – PARÁ

Data de aceite: 03/02/2020

### Taiana da Silva Ferreira

Núcleo de desenvolvimento Amazônico em Engenharia (NDAE) – UFPA  
Tucuruí-Pará

<http://lattes.cnpq.br/4642768521177905>

### Felipe José Marques Mesquita

Núcleo de desenvolvimento Amazônico em Engenharia (NDAE) – UFPA  
Breu Branco-Pará

<http://lattes.cnpq.br/4168905361933565>

### Mateus Mamede Mousinho

Núcleo de desenvolvimento Amazônico em Engenharia (NDAE) – UFPA  
Tucuruí-Pará

<http://lattes.cnpq.br/3868070123511858>

### Junior Hiroyuki Ishihara

Núcleo de desenvolvimento Amazônico em Engenharia (NDAE) – UFPA  
Tucuruí-Pará

<http://lattes.cnpq.br/3498874642887006>

**RESUMO:** A extração e beneficiamento de rochas ornamentais estão entre as principais atividades econômicas da mineração brasileira. Este trabalho objetivou avaliar o funcionamento das marmorarias do município de Tucuruí-PA. A metodologia consistiu na inspeção in loco, processo de produção, recursos hídricos e

gerenciamento dos resíduos. Foi constatado que apenas duas empresas possuem alvará de funcionamento e nenhuma está adequada à legislação ambiental vigente. Apenas uma das empresas realiza o reaproveitamento dos resíduos de corte e beneficiamento de mármore. **PALAVRAS-CHAVE:** mármore e granito, resíduos, reaproveitamento.

### PROCESS MANAGEMENT OF THE BENEFICIATION OF TUCURUÍ-PARÁ MARBLE WORKS

**ABSTRACT:** The extraction and processing of ornamental rocks are among the main economic activities of Brazilian mining. This work aimed to evaluate the functioning of the marble works of the municipality of Tucuruí-PA. The methodology consisted of on-site inspection, production process, water resources and waste management. It was found that only two companies have a business license and none is adequate to the current environmental legislation. Only one of the companies realizes the reutilization of the residues of cut and processing of marble.

**KEYWORDS:** marble and granite, waste, reuse.

## 1 | INTRODUÇÃO

O uso de mármore e granitos na arquitetura moderna se tornou um diferencial aos clientes que buscam conciliar durabilidade e beleza sem que, necessariamente, seja oneroso. Na construção civil esses materiais devem possuir requisitos de durabilidade, resistência a fenômenos naturais, como, luz, calor, frio, umidade, ventos, água da chuva, etc.; e, eventos causados pelo homem, como acidentes em geral. Outro requisito importante desse material é a higiene e impermeabilidade, como a capacidade do material de isolar termicamente e acusticamente o ambiente interno, aumentando assim o conforto e bem-estar dos moradores e/ou frequentadores do imóvel.

Em 2016 o Brasil exportou rochas ornamentais para 120 países, com maior destaque para Estados Unidos, China e Itália. Somadas, as vendas para esses três países representam cerca de 80,6% do total das exportações brasileiras de rochas, o preço médio das exportações recuou 11%, passando de US\$ 520,4/T em 2015 para US\$ 463,0/T em 2016 (ABIROCHAS, 2016). Entretanto, devido ao confuso quadro político-institucional do país, bem como à sua frágil situação econômica, pode-se considerar muito satisfatório o desempenho das exportações de rochas ornamentais, estas exportações constituíram a base de sustentação da cadeia produtiva do setor de rochas no país.

O crescimento acelerado das indústrias de beneficiamento de rochas ornamentais gera preocupações ambientais devido a grande geração de resíduos, estima-se que aproximadamente 30 a 40% de um bloco de mármore extraído se torne resíduo. A água é utilizada durante o processo de corte para evitar o sobreaquecimento da serra de rocha e evitar a poeira, porém resulta em uma lama que é despejada no meio ambiente (ALYAMAÇ e AYDIN 2015).

Soares e Vieira (2016) afirmam que a geração de pó se tornou um problema no setor de beneficiamento de rochas ornamentais, podendo ocasionar problemas a saúde humana e danos ao meio ambiente. Tendo isto em vista, o Ministério do Trabalho e Emprego publicou a portaria nº 43/08, proibindo o processo de corte e acabamento de rochas ornamentais a seco.

Segundo Matta (2003), a lama produzida no processo de extração gerada pelo processo tradicional, gera destruição do solo agrícola e florestal, alteração nas condições de drenagem do solo, poluição do ar, modificação e destruição da paisagem natural causando impacto visual.

Reis e Alvarez (2007) afirmam que a reciclagem dos resíduos do beneficiamento de pedras ornamentais contribui para redução do impacto ambiental e reduz a necessidade de áreas destinadas a aterros industriais. Percebe-se a urgência de adoção de boas práticas na destinação dos resíduos desta indústria de grande importância no contexto econômico, social e ambiental no Brasil e a necessidade de aplicar os resultados de pesquisas acadêmicas que indicam várias possibilidades de

uso e reciclagem desses resíduos.

O intuito da pesquisa é voltado para a verificação da situação do funcionamento das marmorarias e auxiliar como alerta ao poder público e aos geradores para atentar quanto ao cumprimento da legislação sobre a destinação final adequada dos resíduos sólidos e a sua viabilidade como subprodutos para outras atividades na construção civil.

## 2 | LEGISLAÇÃO

A resolução CONAMA 237 de 19 de dezembro de 1997 trata o Licenciamento ambiental como procedimento no qual o órgão ambiental autoriza a licença de localização, instalação, ampliação e operação de empreendimentos com potencial poluidor ou que possa causar degradação ambiental.

O licenciamento ambiental baseia-se em leis, decretos e resoluções para determinar a prevenção e punição de potenciais atos de prejuízo ao meio ambiente. Dentre elas, cabe ressaltar a resolução COEMA Nº 120 de 28 de outubro de 2015, A lei orgânica municipal e a lei municipal nº 7140 de 12 de dezembro de 2006.

A resolução COEMA Nº 120 de 28 de outubro de 2015, que dispõe sobre as atividades de impacto ambiental local, de competência dos Municípios trata a atividade de Aparentamento de placas e execução de trabalhos em mármore, granito, ardósia e outras pedras como atividade de potencial poluidor médio, sendo o licenciamento desta atividade competência dos municípios.

A lei Orgânica de abril de 1990, do município de Tucuruí-PA determina que as atividades potencialmente causadoras de degradação do meio ambiente necessitam de prévio licenciamento do órgão regulador ambiental, além de obrigar as pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas que realizem atividades poluidoras ou potencialmente poluidoras a dar tratamento e disposição final dos resíduos por elas produzidos.

As taxas do licenciamento ambiental do município de Tucuruí-PA são regulamentadas pela lei municipal nº 7.140, de 12 de dezembro de 2006. As taxas variam de acordo com o porte do empreendimento e grau potencial de poluição.

## 3 | METODOLOGIA

O Município de Tucuruí-PA conta com duas marmorarias com alvará de funcionamento, que desenvolvem os principais serviços de produção e de comercialização de produtos voltados para o atendimento das atividades da construção civil, decoração e outros conforme solicitados por clientes. As demais atuam de forma clandestina e quase sempre irregular. As inspeções foram realizadas in loco e com o auxílio de um questionário semiestruturado, conforme tabela 1, a seguir:

<b>Documentação (Licenças)</b>
Alvará Ambiental Sanitária
<b>Processo Produtivo</b>
Lavagem dos blocos Processo de polimento, corte e acabamento Relação resíduo x produção (%)
<b>Recursos Hídricos</b>
Captação da água? Limpeza da Caixa d'água a cada seis meses? Possui reservatório?
<b>Controle dos Resíduos Sólidos</b>
Caracterização da lama Impermeabilização de pisos Existe sistema de decantação da água para a separação da lama? Existem canaletas para captação da água utilizada no processo produtivo? A água é reutilizada no processo? Ocorre limpeza diária do local do trabalho? O resíduo sólido tem destino adequado? (Aterro Industrial)

Tabela 1. Etapas de pesquisa

Fonte: Adaptado de Soares & Vieira (2016).

Foram aplicadas algumas perguntas voltadas para o esclarecimento da regularização ambiental, do processo de produção e gerenciamento dos resíduos provenientes da fabricação das peças.

A primeira verificação foi com relação a documentação de licença ambiental juntamente com a autorização sanitária do município, conforme a lei municipal nº 7.140, de 12 de dezembro de 2006. A segunda baseou-se no acompanhamento da produção diária e atendimento de demanda, de forma que pudesse ser explicada cada etapa de funcionamento dos processos executados no local até a entrega do produto. E na última, buscou-se saber sobre a destinação dos resíduos e como estas empresas gerenciam os processos finais de utilização de materiais.

As empresas envolvidas serão identificadas como microempresa “A” e “B” e as informações fornecidas são de acordo com o relato obtido por cada uma e observação in loco.

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA MICROEMPRESA “A”

A microempresa “A” conta com um contingente operacional entre 15 a 20 funcionários, que varia de acordo com a época de demanda. Segundo o proprietário, a licença que a mesma dispõe se trata do aspecto legal de funcionamento comercial. Com relação às leis de regularização ambiental e sanitária, esta não dispunha por não ser uma tratativa exigida geralmente pela secretaria de meio ambiente da região, já que eles entendem que o tipo de impacto seria mínimo e que o produto residual quase sempre fosse aproveitado na construção civil e agrícola.

A matéria prima vem de fora da cidade, quase sempre do mesmo fornecedor que se localiza no estado do Espírito Santo e as pedras mais comercializadas são de mármore e granito, variando nos tipos e tonalidades de cada uma. As placas são condicionadas no pátio da empresa (Figura 1).



Figura 1. Área de armazenamento das peças

Os produtos fornecidos são feitos por encomendas de clientes, sendo estes: pias, balcões, soleiras, peitoris, pedras para detalhes construtivos e dentre outros. O ambiente de produção conta com a parte de exposição do material, armazenamento de produtos e um galpão onde são confeccionadas as peças.

No galpão encontra-se a área de corte, tanque de decantação e espaço de montagem, sendo que a água proveniente do corte passa por uma canaleta e segue para uma caixa de efluentes (Figura 2). Conforme o proprietário, o piso foi impermeabilizado quando a fábrica foi construída.

Não são utilizados produtos químicos para o processo de corte ou mesmo acabamento, neste caso, a água serve para a confecção das peças. A captação desta é realizada de um poço artesiano e armazenada em uma caixa d'água com capacidade de 2000 litros (Figura 3).



Figura 2. Tanque de decantação

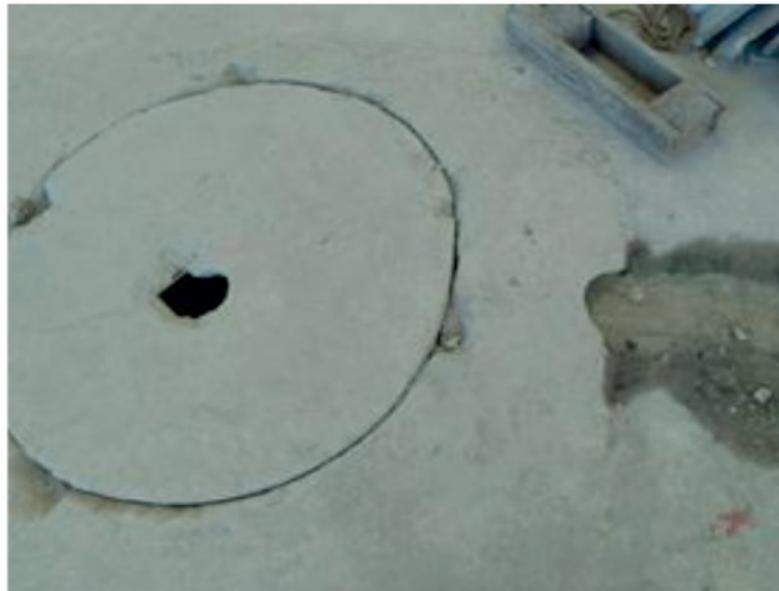


Figura 3. Poço para captação da água de corte

A forma de fabricação é artesanal e é realizada conforme a experiência obtida durante os anos de trabalho nesse setor. Os operários que se qualificam são formados no período de contrato. Segundo o encarregado de operação, há uma grande evasão por parte dos mesmos, o que não possibilita uma mão de obra permanente para esse tipo de serviço.

No local de operação, pode-se notar que o material residual se encontrava misturado entre pó e pedaços das peças (Figura 4), é possível verificar que após a água passar pelo o processo de decantação, a mesma sofre contaminação do pó proveniente do corte ao passar pela canaleta. A limpeza é realizada semanalmente e o entulho que não pode ser reaproveitado é depositado em um terreno localizado

próximo a fábrica.



Figura 4. Local temporário de entulho

As peças provenientes dos cortes das placas são aproveitadas para confecção de pisos de calçadas (Figura 5) e revestimento para muros e as demais utilizadas no concreto de algumas obras do proprietário, já que o mesmo também é empreiteiro da área da construção civil.



Figura 5. Calçada e muro revestido com sobras de material

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DA MICROEMPRESA “A”

A microempresa “B” apresenta no seu quadro pessoal cerca de 6 (seis) funcionários que trabalham por produtividade. Segundo o proprietário, a empresa

conta com apenas a licença do aspecto legal de funcionamento comercial. Sobre as licenças de regularização ambiental e sanitária, a mesma não dispunha por não ser uma tratativa exigida geralmente pela secretaria da região.

O fornecedor da matéria prima para a empresa se localiza no estado do Espírito Santo, o proprietário informou que a empresa apresenta uma grande diversidade de matéria prima, flexibilidade e confiabilidade na entrega para atender as exigências cobradas pelo cliente, fatores relevantes para o proprietário.

Os principais produtos na empresa são: balcões, soleiras, peitoris, pedras para detalhes construtivos, dentre outros. O arranjo físico do local de trabalho com a área de armazenamento conta com aproximadamente 40 m<sup>2</sup>. Esse local também apresenta a área de corte, o tanque de decantação. Conforme o proprietário, o piso foi impermeabilizado quando a fábrica foi construída.

No processo produtivo na fabricação de peças, a empresa apresenta poucas máquinas de corte e acabamento, utiliza-se apenas água para o processo de corte e polimento, a água é fornecida pela rede pública de abastecimento e por um poço utilizado somente quando a água da caixa d'água (1000 litros) é esgotada. Os operários possuem pouca qualificação e o maior problema apresentado pelo proprietário é o absenteísmo, indicador não mensurado para identificar a real causa desse problema, acarretando em atrasos na entrega ao cliente.

Os resíduos que são gerados na serra de bancada (Figura 6) pode-se notar que o material residual também se encontra misturado entre o pó de mármore e pequenos pedaços das peças. O reservatório de decantação fica poucos metros e é semelhante a um poço, quando o mesmo atinge a sua capacidade máxima, o encarregado chefe realiza a limpeza do local uma vez por semana, descartando todos os resíduos no aterro industrial próprio ao lado da empresa.



Figura 6 - Serra de bancada

O proprietário não consegue realizar um monitoramento sobre qual a quantidade de produção de resíduos, por não conhecer quais são os tipos de ferramentas necessárias para encontrar um valor aproximado.

#### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com as respostas obtidas por meio do questionário, foram verificadas que as empresas que oferecem os serviços de fabricação e comercialização de peças de mármore e granitos obedecem às exigências mínimas de documentação, pois a fiscalização in loco por parte da secretaria responsável é realizada para cobranças de taxas e de forma esporádicas ou praticamente anuais. Além disso, boa parte desconhecem os riscos de contaminação com os procedimentos realizados durante a produção.

Com relação ao abastecimento de água, ambas dispõem de um sistema próprio de captação e armazenamento, porém sem controle de limpeza ou inspeção. O abastecimento público é utilizado, entretanto, por conta da falta de confiabilidade de fornecimento diário, as empresas utilizam a captação como alternativa.

O local de trabalho da microempresa “A” é arejado e conta com uma lógica de produção que visa a facilidade de manuseio das placas, acabamento final e armazenamento das peças, todavia pode-se perceber que a umidificação para controle da poeira não é uma prática realizada com frequência.

Com relação a microempresa “B”, sobre o local de trabalho, por outro lado, o telhado baixo diminui a circulação de ventos, causando desconforto aos funcionários por causa do pó de mármore e granito e pouca facilidade de manuseio das placas, pois apenas a área de trabalho é cimentada, o local de armazenamento não possui esse tipo de tratamento, podendo causar acidentes e danos ambientais em períodos chuvosos na região.

Na microempresa “A”, o tanque de decantação possui a dimensão suficiente para atender as realizações das atividades, enquanto que na microempresa “B”, suas dimensões são pequenas para a grande quantidade de resíduos (cacos) que ocupam esse espaço. Entretanto, ambas dispõem de um sistema de escoamento de água, que passa pelo processo de corte e é escoada por meio de uma canaleta aberta, sendo conduzida para uma caixa de efluentes, todavia não foi possível verificar se elas possuem algum tipo de filtro ou mesmo algum sistema que impeça a contaminação do solo ou mesmo do lençol freático.

A limpeza nas microempresas “A” e “B” é realizada semanalmente e a lama que fica disposta no fundo da caixa de decantação é retirada quando há necessidade, em seguida segue para o terreno que fica a disposição para armazenamento das partes residuais das peças. Contudo, segundo o proprietário da microempresa “A”, os resíduos são aproveitados basicamente em sua totalidade, sendo utilizados na construção civil,

decoreção ou mesmo na produção agrícola, enquanto que a microempresa “B”, não realiza o seu aproveitamento dos resíduos com outras alternativas econômicas.

Não foi possível a verificação *in loco* do aterro utilizado pela a microempresa “A”, mas segundo relato o espaço é utilizado desde a fundação da fábrica (aproximadamente 10 anos). Conforme dito anteriormente pela microempresa “B”, a mesma não mensura esse indicador de produção de resíduo, por não perceber a potencialidade comercial de seus subprodutos.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho realizou o diagnóstico da situação atual de funcionamento das marmorarias do município de Tucuruí-PA. Percebeu-se que as marmorarias em funcionamento não estão adequadas com a legislação ambiental vigente. Dentre as empresas do ramo de marmoraria no município, apenas as duas possuem o alvará de funcionamento.

As empresas analisadas não possuem controle quanto ao gasto de recursos hídricos ou volume total de resíduos gerados. Constatou-se que uma das empresas realiza o reaproveitamento de parte dos resíduos gerados no corte e beneficiamento das peças de mármore e granito na produção de calçadas e concreto, reduzindo os impactos ambientais da disposição dos mesmos. O reaproveitamento do RCMG na produção de argamassas e concretos é um tema analisado no meio acadêmico por autores como Calmon *et al.*(1997) e Bacarji *et al.* (2013).

Soluções como instalação de hidrômetros, tanques e filtros para reaproveitamento da água residual do corte das peças são alternativas que podem reduzir o desperdício de água no empreendimento.

Cabe ao poder público municipal, o incentivo a legalização das empresas em funcionamento no município, assim como apresentar maneiras de redução dos impactos ambientais gerados pelos estabelecimentos através tanto da disposição adequada dos resíduos como pelo o reaproveitamento dos mesmos.

## REFERÊNCIAS

Alyamaç, Kürsat Esat; AYDIN, Alp Bugra.(2015). **Concrete Properties Containing Fine Aggregate Marble Powder**. KSCE Journal of Civil Engineering. 2015. Disponível em: < [https://www.researchgate.net/publication/272399041\\_Concrete\\_properties\\_containing\\_fine\\_aggregate\\_marble\\_powder](https://www.researchgate.net/publication/272399041_Concrete_properties_containing_fine_aggregate_marble_powder)>. Acesso em: 03 de agosto de 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s12205-015-0327-y>

Abirochas.(2016) **Balanco das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais em 2016**. Disponível em: <[http://www.abirochas.com.br/noticia.php?eve\\_id=4062](http://www.abirochas.com.br/noticia.php?eve_id=4062)>. Acesso em: 27 de julho 2017.

BACARJI, E.; TOLEDO FILHO, R. D.; KOENDERS, E. A. B.; FIGUEIREDO, E. P.; LOPES, J. L. M. P. **Sustainability perspective of marble and granite residues as concrete Fillers**. Construction and Building Materials, n. 45, p. 1-10, 2013. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/>

article/abs/pii/S0950061813002389 >. Acesso em: 27 de julho 2017.

CALMON, J.L.; TRISTÃO, F. A.; LORDÉLLO, F.S.S.; SILVA, S.A. **Aproveitamento do resíduo de corte de granito para a produção de argamassas de assentamento**. In: II Simpósio Brasileiro de Tecnologia das argamassas, Anais. Salvador, BA: ANTAC, 1997, p. 64-75

COEMA. Conselho Estadual de Meio Ambiente Do Pará.(2015) **COEMA Nº 120 de 28 de outubro de 2015**. Disponível em: < <https://www.semas.pa.gov.br/2015/11/05/resolucao-coema-no-120-de-28-de-outubro-2015/>>. Acesso em: 03 de agosto de 2017.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente (1997). **Resolução Nº 237 de 19 de dezembro de 1997**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: 03 de agosto de 2017.

Matta, P. M.(2003) **Indústria de Rochas Ornamentais: Rejeitos x produção limpa**. Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM/BA, Salvador, 2003.

Reis, Alessandra Savazzini; Alvarez, Cristina Engel de.(2007) **A sustentabilidade e o resíduo gerado no beneficiamento das rochas ornamentais**. Encontro Latino-Americano Sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2., 2007, Campo Grande, MS. Disponível em: < [http://lpp.ufes.br/sites/lpp.ufes.br/files/field/anexo/2007\\_artigo\\_009.pdf](http://lpp.ufes.br/sites/lpp.ufes.br/files/field/anexo/2007_artigo_009.pdf)>. Acesso em: 02 de agosto de 2017.

Soares, Ercilia do Socorro Souza; Vieira, Raimundo Kennedy.(2016) **Análise ambiental dos processos de beneficiamento das marmorarias da cidade de manaus**. In: Encontro nacional de engenharia de produção, 36, 2016, João Pessoa/PB. Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil. João Pessoa/PB: [s.n.], 2016. p. 1-12. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_WPG\\_234\\_366\\_29266.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_WPG_234_366_29266.pdf)>. Acesso em: 27 jul. 2017.

Tucuruí. Prefeitura municipal de Tucuruí-Pa.(2006) **Lei Municipal nº 7.140, de 12 de dezembro de 2006**. Institui o código tributário do município de Tucuruí e dá outras providências. Tucuruí: 2006.

Tucuruí. Prefeitura municipal de Tucuruí-Pa. **Lei Orgânica municipal.(1990)**. <<http://www.sgptransparenciapmtuc.solucaogestaopublica.com.br/>>. Acesso em 02 de Agosto de 2017.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Franciele Braga Machado Tullio:** Engenheira Civil (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG/2006), Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/2009, Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologia (Universidade Tecnológica federal do Paraná – UTFPR/2016). Trabalha como Engenheira Civil na administração pública, atuando na fiscalização e orçamento de obras públicas. Atua também como Perita Judicial em perícias de engenharia. E-mail para contato: francielebmachado@gmail.com

**Lucio Mauro Braga Machado:** Bacharel em Informática (Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG/1995), Licenciado em Matemática para a Educação Básica (Faculdade Educacional da Lapa – FAEL/2017), Especialista em Desenvolvimento de Aplicações utilizando Tecnologias de Orientação a Objetos (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/ 2008). É coordenador do Curso Técnico em Informática no Colégio Sant’Ana de Ponta Grossa/PR onde atua também como professor desde 1992, também é professor na Faculdade Sant’Ana atuando nas áreas de Metodologia Científica, Metodologia da Pesquisa e Fundamentos da Pesquisa Científica e atua como coordenador dos Sistemas de Informação e do Núcleo de Trabalho de Conclusão de Curso da instituição. E-mail para contato: machado.lucio@gmail.com

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Absorção atômica 1, 3  
Agências bancárias. 129, 130, 131  
Algoritmo *simulated annealing* modificado 90, 91, 97, 104  
Análise termogravimétrica 1, 3, 4, 5  
Aplicativos móveis 124, 129  
Automatic Transmissions 133, 134

### B

Biocida natural 147

### C

Carvão 1, 5  
Controle de poeira 52, 60

### D

Distribuidor 78, 79, 80, 82, 86, 87, 88, 89

### E

Eficiência Energética 33  
Emulação 78, 82, 85, 89  
Energia Fotovoltaica 33

### F

Filmes poliméricos 52, 53, 55, 60

### G

Gestão 19, 21, 31, 118, 119, 123, 126  
Granito 21, 23, 25, 29, 30, 31

### H

Halos 147, 148, 149, 150, 151

### I

Insumos 118, 119, 120, 122

### M

Mão-de-Obra 118, 119, 120  
Mármore 21, 22, 23, 25, 28, 29, 30  
Microprocessador 78  
Minério de ferro 52, 53, 60  
Muros de contenção 90

## **N**

NDAE 21, 52, 53, 59, 60, 62, 63

## **O**

Orçamento 118, 119, 120, 123, 153

Otimização 90, 91, 95, 98, 99, 103

Oxidation stability 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 18

## **P**

Particle Swarm Optimization 90, 133, 134, 139

Potencial inibitório 147, 151

Pre filter 7, 8, 9, 11, 12, 13, 16, 18

Produtividade 27, 118, 119, 120

## **Q**

Qualidade de Energia Elétrica 32, 33, 35, 38, 40, 41, 44, 48, 49, 51

Qualidade de Serviço 62

## **R**

Reaproveitamento 21, 30

Regulador 23, 78, 79, 80, 81, 83, 89

Resíduos 1, 2, 5, 19, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 30, 80, 118

## **S**

Sistema BRS 62, 68, 70

Sistema de informação 65, 124, 125, 126, 127, 132

Sludge 1, 2, 5, 6, 7, 8, 13

## **T**

Torque Converter 133, 134, 135, 136, 137, 140, 141, 142, 146

Transporte público 62, 64, 65, 66, 67, 73, 74, 75, 76, 77

## **V**

Vagão 52, 53, 55, 56, 58, 59, 60

Válvulas 78, 80, 82, 85, 89

Vibração 52, 53, 55, 58, 59, 60

## **W**

Water separation 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**