



O Meio Ambiente Sustentável

**Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Mauricio Zadra Pacheco
(Organizadores)**

Atena
Editora
Ano 2019



O Meio Ambiente Sustentável

**Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Mauricio Zadra Pacheco
(Organizadores)**

Atena
Editora
Ano 2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
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

Prof^a Dr^a 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. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
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
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobom – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
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
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª 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 Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
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
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
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

| Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG) | |
|---|--|
| M514 | <p>O meio ambiente sustentável [recurso eletrônico] / Organizadores Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco, Juliana Yuri Kawanishi, Mauricio Zadra Pacheco. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-859-5 DOI 10.22533/at.ed.595192012</p> <p>1. Desenvolvimento sustentável. 2. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Pacheco, Juliana Thaisa Rodrigues. II. Kawanishi, Juliana Yuri. III. Pacheco, Mauricio Zadra.</p> <p style="text-align: right;">CDD 363.7</p> |
| Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422 | |

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A proposta da obra “O Meio Ambiente Sustentável” busca expor diferentes conteúdos vinculados à questão ambiental dispostos nos 19 capítulos. O e-book traz à tona a temática contemporânea da sustentabilidade e a ação direta do ser humano na responsabilidade e criação de estratégias de desenvolvimento do ambiente como um todo.

A obra perpassa por temas como economia, tecnologia e desenvolvimento ambiental, integrando áreas que se complementam e se integram na geração de conhecimento e literatura fundamentais ao progresso da sociedade com a preocupação de manutenção dos recursos naturais e a geração sustentável de técnicas de desenvolvimento.

A fluência dos artigos ora apresentados nesta obra contribuem, e muito, para o embasamento teórico ao trabalho de pesquisadores e discentes, bem como para o leitor que busca somente a aprazível leitura de temas importantes para a humanidade, com consistência teórica e relevante valor científico.

Os impactos ambientais, o uso do solo e a educação são eixos temáticos também abordados nesta relevante obra de autores comprometidos com a veracidade científica, a divulgação do conhecimento e a sedimentação de práticas que promovam o desenvolvimento sustentável com o comprometimento para com a sociedade.

Deste modo a obra “Meio Ambiente Sustentável” apresenta a fundamentação da teoria obtida na prática pelos autores deste e-book, sejam professores, acadêmicos e pesquisadores que arduamente desenvolveram seus trabalhos que aqui serão apresentados de maneira concisa e didática. A importância desse espaço de divulgação científica evidencia o comprometimento e a estrutura da Atena Editora que nos traz uma plataforma consolidada e confiável para que pesquisadores exponham e divulguem seus resultados.

Juliana Thaisa R. Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Mauricio Zadra Pacheco

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE CAMPO GRANDE, MATO GROSSO DO SUL | |
| Vanessa Rodrigues Bentos | |
| DOI 10.22533/at.ed.5951920121 | |
| CAPÍTULO 2 | 11 |
| HORTO DIDÁTICO: PLANTAS MEDICINAIS E AROMÁTICAS NA PRODUÇÃO DE REPELENTE NO AMBIENTE ESCOLAR | |
| Francisco Xavier da Silva de Souza | |
| Márcio do Rosário do Carmo | |
| Luiz Everson da Silva | |
| Andressa Amaral Bach | |
| Flavia de Freitas Pereira | |
| Evany Evelyn Lenz Lopes | |
| Márcio do Rosário do Carmo | |
| Vinicius Bispo Pereira | |
| Gustavo Felipe dos Santos Peres | |
| Henrique Rosário da Silva | |
| Rhayra Pontes Verissimo Duarte | |
| DOI 10.22533/at.ed.5951920122 | |
| CAPÍTULO 3 | 29 |
| EDUCAÇÃO AMBIENTAL: PERCEPÇÃO DOCENTE DO CONHECIMENTO SOBRE A NATUREZA | |
| Rosimeire Vieira Oliveira | |
| Noelma Miranda de Brito | |
| Josemare Pereira dos Santos Pinheiro | |
| DOI 10.22533/at.ed.5951920123 | |
| CAPÍTULO 4 | 41 |
| ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA INCORPORAÇÃO DE CINZA DE CASCA DE ARROZ E EFLUENTE DE BIOGÁS NA PLASTICIDADE DA CERÂMICA VERMELHA | |
| Bruna Pereira da Silva | |
| Andréia Rangel Balensiefer | |
| Beatriz Anne Bordin Zen | |
| Estevan Castro Silva | |
| DOI 10.22533/at.ed.5951920124 | |
| CAPÍTULO 5 | 58 |
| FRUGIVORIA E SOMBRA DE SEMENTES DE <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult. (PRIMULACEAE) EM UMA ÁREA DE REGENERAÇÃO NATURAL DO PARQUE ESTADUAL DA SERRA FURADA, SC | |
| Robson Siqueira Patricio | |
| Birgit Harter-Marques | |
| DOI 10.22533/at.ed.5951920125 | |

CAPÍTULO 6 72

GERMINAÇÃO DE ESPÉCIE NATIVA COM APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS COMO METODOLOGIA DE ENSINO

Letícia Queiroz de Souza Cunha
Lúcia Filgueiras Braga
Givanildo Sousa Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.5951920126

CAPÍTULO 7 88

MINICENTRAL HIDRELÉTRICA: UMA ALTERNATIVA DE ACESSO À ELETRICIDADE NAS TERRAS INDÍGENAS SÃO MARCOS E RAPOSA SERRA DO SOL

Adnan Assad Youssef Filho
Antônio Wéliton Simão de Melo
Paulo George Brandão Coimbra
Maria Conceição de Sant'Ana Barros Escobar
Antônio Nazareno Almada de Sousa
Wilson Jordão Mota Bezerra

DOI 10.22533/at.ed.5951920127

CAPÍTULO 8 103

EVIDENCIAÇÃO DO VALOR CONTÁBIL DAS RECEITAS DE SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS NAS ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS

Aguinaldo Rocha Gomes
Lídia Maria Lopes Rodrigues Ribas

DOI 10.22533/at.ed.5951920128

CAPÍTULO 9 118

INFLUENCIA DA ALTURA DA ÁRVORE NAS CARACTERÍSTICAS DAS MADEIRAS DE *Pinus taeda* L. E *Pinus patula* Schlttdl & Cham

Bibiana Regina Argenta Vidrano
Fernando José Borges Gomes
Cristiane Pedrazzi
Talita Baldin
Luciano Denardi
Diego Pierre de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.5951920129

CAPÍTULO 10 130

COLONIZAÇÃO DO NORTE DE MATO GROSSO E AS EMPRESAS AGROPECUÁRIAS NA EXPANSÃO DO CAPITAL

Gildete Evangelista da Silva
Letícia Gabrielle de Pinho e Silva

DOI 10.22533/at.ed.59519201210

CAPÍTULO 11 142

ESTUDO DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS CAUSADOS PELO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO EM MARIANA-MG

José Aparecido de Oliveira Leite
Cíntia Gil de Aguiar
Kamilla dos Santos Bastos

CAPÍTULO 12 159

USO DA TERRA EM FUNÇÃO DAS CLASSES DE DECLIVIDADE NA MICROBACIA DO RIO DA DONA – BAHIA

Laiana dos Santos Trindade
Jamile Brazão Mascarenhas
Avete Vieira Lima
Raíssa Homem Gonçalves
Lucas de Souza Alves
Luise Torres Oliveira
Taline Borges Ribeiro
Everton Luís Poelking
Thomas Vincent Gloaguen

DOI 10.22533/at.ed.59519201212

CAPÍTULO 13 168

DIETA E DISPERSÃO DE SEMENTES POR MORCEGOS EM ÁREA DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL E SISTEMA AGROFLORESTAL, NO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ana Elisa Teixeira da Silva
Vlamir José Rocha
Rodolfo Antônio de Figueiredo

DOI 10.22533/at.ed.59519201213

CAPÍTULO 14 182

FATORES DE RISCO ASSOCIADOS A ALTERAÇÕES MUSCULOESQUELÉTICAS EM CHARUTEIRAS DE MUNICÍPIOS DO RECÔNCAVO DA BAHIA

Márcio Frâncis Pires Gonçalves
Larissa Rolim Borges Paluch

DOI 10.22533/at.ed.59519201214

CAPÍTULO 15 195

PERCEPÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA DE MOTORISTAS DE TRANSPORTE COLETIVO URBANO EM UMA CIDADE DO PONTAL DO PARANAPANEMA

Danillo Nascimento Vicente
Nathalye Fernanda Pedroso Dircksen
Camila Sousa Vilela
Isabela Santos Souza
Camilla Fernandes Cardoso
Gilson Ricardo dos Santos
Fabiola de Azevedo Mello
Ana Karina Marques Salge
Debora Tavares de Resende e Silva
Marcus Vinicius Pimenta Rodrigues
Renata Calciolari Rossi

DOI 10.22533/at.ed.59519201215

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 16 | 202 |
| INFLUÊNCIA DOS RESÍDUOS DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NA SAÚDE RESPIRATÓRIA DE MOTORISTAS DE TRANSPORTE COLETIVO URBANO EM UMA CIDADE DO PONTAL DO PARANAPANEMA | |
| Danillo Nascimento Vicente | |
| Nathalye Fernanda Pedroso Dircksen | |
| Camila Sousa Vilela | |
| Isabela Santos Souza | |
| Camilla Fernandes Cardoso | |
| Gilson Ricardo dos Santos | |
| Fabiola de Azevedo Mello | |
| Ana Karina Marques Salge | |
| Debora Tavares de Resende e Silva | |
| Marcus Vinicius Pimenta Rodrigues | |
| Renata Calciolari Rossi | |
| DOI 10.22533/at.ed.59519201216 | |
| CAPÍTULO 17 | 214 |
| AVALIAÇÃO DO CONFORTO AMBIENTAL EM SALAS DE AULA COM CLIMATIZAÇÃO ARTIFICIAL NA CIDADE DE RECIFE-PE | |
| Luciano Torres Prestrelo | |
| Werônica Meira de Souza | |
| DOI 10.22533/at.ed.59519201217 | |
| CAPÍTULO 18 | 236 |
| ESTUDO DE CASO DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL NAS INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS DO MATO GROSSO, NO PERÍODO DE 2004 A 2017 | |
| Ana Paula de Moraes Campos Teixeira | |
| Fabiana Pereira de Sousa | |
| Marney Pascoli Cereda | |
| DOI 10.22533/at.ed.59519201218 | |
| SOBRE OS ORGANIZADORES | 251 |
| ÍNDICE REMISSIVO | 252 |

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA INCORPORAÇÃO DE CINZA DE CASCA DE ARROZ E EFLUENTE DE BIOGÁS NA PLASTICIDADE DA CERÂMICA VERMELHA

Data de aceite: 21/11/2019

Bruna Pereira da Silva

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Cascavel - Paraná

Andréia Rangel Balensiefer

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Cascavel – Paraná

Beatriz Anne Bordin Zen

Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz
Cascavel – Paraná

Estevan Castro Silva

Universidade Paranaense
Cascavel - Paraná

RESUMO: O estudo analisou a importância de se buscar tecnologias para o desenvolvimento sustentável, nos produtos cerâmicos vermelhos. Foram avaliadas as características de plasticidade de três tipos de solos, Latossolo Vermelho distroférico, caulinita e bentonita, quando ensaiados com água e com gás condensado (efluente de biogás). A metodologia empregada seguiu as prerrogativas das normas da ABNT, NBR 6459 para determinação do limite de liquidez. O principal foco da análise foi a variação na faixa de plasticidade dos compósitos quando o fluido de moldagem muda de água para gás condensado. Os resultados que a utilização do gás condensado em

substituição a água resultou em melhora das características plásticas da matriz, sugerindo seu uso na fabricação de peças cerâmicas. A contribuição deste estudo está na redução da utilização de recursos naturais e na substituição da água por um resíduo industrial, na produção de materiais cerâmicos, no que se refere à melhoria da plasticidade.

PALAVRAS-CHAVE: solo; cerâmica; incorporação de resíduos industriais.

STUDY OF THE INFLUENCE OF THE INCORPORATION OF RICE HUSK ASH AND BIOGAS EFFLUENT ON THE PLASTICITY OF RED CERAMICS

ABSTRACT: The study analyzed the importance of seeking technologies for sustainable development in red ceramic products. The plasticity characteristics of three types of soils, dystroferric Red Latosol, kaolinite and bentonite, were evaluated when tested with water and with condensed gas (biogas effluent). The methodology used followed the prerogatives of the ABNT standards, NBR 6459 to determine the liquidity limit. The main focus of the analysis was the variation in the plasticity range of the composites when the molding fluid changes from water to condensed gas. The results that the use of the condensed gas in substitution to the water resulted in an improvement of the

plastic characteristics of the matrix, suggesting its use in the manufacture of ceramic pieces. The contribution of this study is the reduction of the use of natural resources and the substitution of water by an industrial residue, in the production of ceramic materials, with regard to the improvement of plasticity.

KEYWORDS: soil, ceramics, incorporation of industrial waste.

1 | INTRODUÇÃO

A questão ambiental deve ser estudada em relação a iniciativas não limitadas apenas a explorar recursos não renováveis com moderação, deve-se incluir uma visão distinta do processo econômico e dos princípios naturais que envolvem esses recursos. Tradicionalmente, os resíduos inorgânicos não perigosos vêm sendo descartados em aterros sanitários e muitas vezes despejados diretamente nos corpos hídricos sem tratamento adequado (AGÊNCIA EUROPÉIA DE MEIO AMBIENTE, 2007). O aumento contínuo do volume de resíduos requer não apenas medidas que reduzam sua geração, mas também reciclagem e recuperação (ANDREOLLA *et al.*, 2016).

Brandalise (2008) afirma que sustentabilidade compreende entender e definir o quanto de recursos são utilizados, o quanto de resíduo é produzido e o quanto de crescimento populacional o meio ambiente pode suportar. Neste contexto, as indústrias sentem a necessidade de demonstrar que estão produzindo de forma sustentável, reduzindo desperdícios em seus meios de produção e o impacto gerado por seus resíduos produzidos. Conforme Tibor & Feldman (1996), cada vez mais existe uma tendência mundial em focalizar uma melhor gestão ambiental, visto que ela já transpôs uma função complementar à parte integral das operações empresariais, tornando-se uma questão estratégica, e não somente um cumprimento de normas.

Conforme IPARDES (2008), a industrialização do oeste paranaense foi um desdobramento do processo de ocupação da região, e ainda hoje está vinculada à base agrícola regional. O povoamento efetivo fez da derrubada das matas e da exploração da vegetação natural a principal atividade industrial, seguida da transformação da produção agropecuária que foi tomando conta das áreas desmatadas. As principais atividades industriais são o abate de animais, fabricação de óleos vegetais e extração de madeira. Vale ressaltar que, desde o início do processo de industrialização do oeste do Paraná, os municípios de Cascavel e Toledo são os que apresentam maior grau de industrialização.

Todo processo industrial gera algum tipo de resíduo. No município de Toledo, no período de 2009 a 2011 foi realizado um estudo para industrialização de dejetos suínos, conduzidos pela equipe do professor Camilo Morejon, culminando no projeto de um biodigestor modular. Entretanto, esse biodigestor produz um efluente,

proveniente da condensação dos gases produzidos no processo.

O arroz é considerado um dos produtos mais importantes consumidos por aproximadamente metade da população mundial (BHULLAR, 2013; MANISHANKAR, 2015), e ainda conforme Seck *et al.* (2012), será necessário aumentar a produção de arroz em até 10 milhões de toneladas por ano na próxima década, a fim de atender a crescente demanda global. A produção de arroz mundial foi em torno de 740 milhões de toneladas em 2014 (ELICHE-QUESADA *et al.*, 2016). O arroz é um produto bastante consumido no Brasil. Quando colhido, o arroz vem com casca. Na indústria de beneficiamento, a casca é removida e utilizada como combustível para a parbolização do arroz, produzindo um resíduo, a cinza da casca de arroz. Essa cinza vem sendo estudada como reforço para solos e concretos (MEHTA, 1992). Atualmente, a indústria da construção utiliza a cinza em vários produtos, como a substituição de uma parcela de cimento na produção de concreto (Cuenca *et al.*, 2013) e estabilização do solo (VASSILEV *et al.*, 2013; SHERWOOD, 2011; DEL VALLE-ZERMEÑO *et al.*, 2014). A adição de cinza de casca de arroz como um material cru na produção de cerâmica vem sendo estudada por diversos autores, visto que a disposição da cinza tornou-se uma questão ambiental e econômica (ELICHE-QUESADA *et al.*, 2016)

Em se tratando de solo, constata-se que é um material abundante. Justamente por essa característica, os materiais terrosos têm sido fortemente utilizados como material por diversas áreas, sendo uma delas a produção de cerâmicas, como por exemplo, tijolos para construção, cerâmicas decorativas, produtos artesanais. Segundo Zorzi (2011), os materiais cerâmicos têm aplicações tradicionais, como fabricação de telhas, tijolos, peças sanitárias, revestimentos, isolador elétrico, e aplicações avançadas, como na indústria automotiva, eletrônica, tecnologia medida e engenharia mecânica. O ponto em comum entre as cerâmicas, é que necessitam de solo argiloso e água para sua fabricação. Características como plasticidade, retração e resistência da peça cerâmica pronta são importantes para seus diversos usos.

O presente trabalho visa encontrar uma forma de reaproveitar resíduos, incorporando-os ao solo para melhoria de suas características para produção de cerâmica vermelha. O principal objetivo da incorporação desses resíduos no solo é evitar os danos causados à natureza decorrentes do seu despejo inapropriado e ao mesmo tempo atuar na preservação dos recursos naturais, em particular a substituição da água por efluentes de biodigestor, reduzindo sua exploração para a obtenção de materiais nobres e também, manter as características exigidas para o produto cerâmico finalizado.

2 | REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Resíduos agroindustriais

As atividades agroindustriais são grandes geradoras de resíduos. Uma característica importante desse tipo de resíduo é que ele apresenta elevada concentração de material orgânico, e sua destinação aos corpos hídricos pode provocar uma redução da concentração de oxigênio dissolvido nesse meio. Quando há lançamentos de grandes quantidades de material orgânico no corpo hídrico, as bactérias aeróbias, com a função de estabilizar o material orgânico presente, passam a utilizar o oxigênio disponível no meio aquático para degradá-lo. Por isso torna-se importante o tratamento adequado desses resíduos, a fim de que eles possam ser lançados em um corpo hídrico obedecendo aos parâmetros estabelecidos pela legislação ambiental. Os tratamentos convencionais utilizados, como as lagoas aeróbias, lagoas anaeróbias, lagoas de maturação, hoje não se mostram eficientes na redução de material orgânico (demanda bioquímica de oxigênio) e na redução de toxicidades (materiais contaminantes, metais pesados), por isso existe a necessidade de inovação tecnológica com tratamentos mais avançados.

2.2 Beneficiamento de resíduos: biodigestor modular

O biodigestor modular foi um projeto desenvolvido por um grupo de pesquisadores da Unioeste. Seu principal objetivo é o de produzir biogás, biofertilizante e bio-ração, para uso tanto na área rural, quanto na urbana e na industrial, visando melhorar a utilização e eficiência em relação aos biodigestores similares existentes. Morejon *et al* (2012) afirmam que os biodigestores são uma nova concepção energética de reaproveitamento de biomassa para a geração de energia barata, limpa e de fácil acesso, promovendo a redução da poluição. O problema com os biodigestores na configuração atual, é que eles apresentam elevado custo de implantação, o que dificulta sua incorporação em pequenas propriedades, além de não promover a mistura adequada de biomassa, favorecendo a formação de crostas sólidas, que dificultam a passagem do gás, diminuindo assim a eficiência do biodigestor. O biodigestor modular foi desenvolvido para resolver esses problemas.

2.3 Beneficiamento de resíduos: cinza da casca de arroz

A perspectiva de diminuição das reservas de combustíveis fósseis e o aumento dos problemas ambientais decorrentes de sua utilização resultam em uma demanda por fontes de energia renováveis (ACIKGOZ, 2011).

A casca de arroz é a camada mais externa do grão de arroz e tem um grande potencial para gerar bioenergia: uma tonelada de casca de arroz pode gerar 800 kW (ZAFAR, 2015). A casca é separada do grão de arroz durante o processo de

moagem, sendo uma fonte abundante e disponível de biomassa (ELICHE-QUESADA *et al.*, 2016).

A queima da casca de arroz gera um novo resíduo, nomeado cinza de casca de arroz – CCA, que corresponde a cerca de 20% do volume da casca de arroz produzida (SMITH *et al.*, 2009; KISHORE *et al.*, 2011; PRASERTSAN e SAJJAKULNUKIT, 2006). Folleto *et al.* (2005) e Kumar *et al.* (2012) relatam que a CCA apresenta uma grande concentração de sílica, sendo estimada em 92%, fazendo dessa cinza um resíduo com grande potencial econômico, tendo grande aplicação nas indústrias da construção e produção cerâmica (SOBROSA; STOCHERO; MARANGON, 2017). A CCA apresenta sílica em forma amorfa ou cristalina, dependendo das condições de queima (CUENCA *et al.*, 2013). Enquanto a sílica amorfa é utilizada em cimentos e argamassas (METHA e PITT, 1976), a sílica cristalina é utilizada para produtos como aço e cerâmica (BRONZEAOK, 2003). Dependendo da temperatura de queima, obtém-se sílica amorfa ou sílica cristalina: temperaturas acima de 800°C produzem sílica cristalina (HWANG e CHANDRA, 1997), enquanto temperaturas inferiores produzem sílica amorfa (MUTHADHI *et al.*, 2007).

2.4 Matérias primas cerâmicas

A plasticidade de um material é tida como a capacidade de conformação/trabalhabilidade do mesmo. As matérias primas cerâmicas podem ser classificadas, conforme Conceição (2011), como plásticas (materiais argilosos) e não plásticas. Barba *et al.* (1997) reforça que os materiais plásticos são essenciais na fase de conformação do material cerâmico, e são responsáveis pela trabalhabilidade e resistência mecânica a cru; já os materiais não plásticos, atuam na conformação, na retração e na secagem, mas sua principal atuação é no processamento térmico, controlando a sinterização do material (LLORENS, 2000).

As características das argilas dependem da natureza mineralógica e do tamanho de partículas que apresentam (granulometria). Cada elemento que compõe a argila, tem uma importância singular, descrita a seguir, conforme elucidado por Biffi (2002): Sílica (SiO_2): está presente em qualquer tipo de solo, na CCA, na betonita e no caulim. Quanto menor o percentual de sílica, maior a plasticidade do material; Alumina (Al_2O_3): também presente em qualquer tipo de solo e no caulim. Quanto maior a alumina, maior também a presença de caulinita, o que confere um maior grau de plasticidade e aumenta a proporção de mulita na sinterização; Fe_2O_3 : bastante presente no solo de Cascavel – PR (cerca de 20%). É considerada uma impureza colorante, indesejável para alguns materiais cerâmicos; MgO, CaO: são elementos modificadores do poder de fundência, ou seja, quanto maior a concentração desses materiais, menor a temperatura necessária para sinterização.

A profundidade de coleta de argilas para a produção de cerâmica deve ser

observada, visto que presença de matérias orgânicas comprometeria a resistência mecânica final da peça.

Segundo Sánchez *et al* (2001), o caulim é utilizado para garantir uma melhor plasticidade e maior brancura da massa, além de promover o desenvolvimento de microestrutura na sinterização, devido ao aumento da proporção de mulita cristalizada. Conceição (2011) reitera que o caulim é um material oriundo da caulinita, e pode ser utilizado como aditivo ou substitutivo das argilas plásticas, porém apresentando plasticidade e resistência a seco inferiores a estas argilas, porém há ganho significativo no comportamento do material na queima e apresenta menor conteúdo de matéria orgânica. Santos (1992), afirma que o cristal primário do caulim é muito maior que o da argila e muito menor que o das areias, garantindo um melhor empacotamento das partículas. Um melhor empacotamento de partículas promove um menor índice de vazios, o que garante uma maior densidade ao material e também maior resistência mecânica.

A composição de um material cerâmico não depende apenas das argilas plásticas, mas também dos materiais fundentes. Dentre estes materiais, podem-se destacar feldspatos e quartzo. Conceição (2011) diz que “a importância de um material fundente na massa cerâmica está relacionada com a sua capacidade de diminuir a temperatura de formação de fase líquida durante o processo de queima”, ou seja, tende a reduzir a porosidade do produto final, pois o líquido formado preenche as cavidades do corpo cerâmico (SÁNCHEZ *et al*, 2001).

A produção mundial de blocos cerâmicos requer uma massiva quantidade de matérias-primas cruas, que até hoje ainda é baseado no sistema tradicional de argila-sílica-feldspato (ANDREOLLA *et al.*, 2016). Os blocos cerâmicos são produzidos a partir de matérias-primas com uma composição química e mineralógica extremamente abrangente, e por esse motivo esses materiais podem tolerar a presença de diferentes tipos de resíduos urbanos e industriais (DONDI; MARSIGLI; FABBRI, 1997).

2.4.1 Latossolo Vermelho Distroférico

Os latossolos são típicos de países de clima tropical. Estima-se que essa classe de solo cubra 40% do território brasileiro (ANDRADE *et al.*, 2004). Marques (2009) reporta que esses solos são formados pelo intenso intemperismo de rochas e sedimentos. A fração de argila do latossolo é dominada por caulinitas, óxidos de ferro e óxidos de alumínio. O latossolo vermelho distroférico - LVD apresenta coloração vermelha acentuada, porque conforme Embrapa (2017), apresenta altos teores de óxidos de ferro e são identificados em extensas áreas nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste do país. É um solo muito importante para a produção de grãos no

Brasil, visto que ele ocorre predominantemente em áreas de relevo plano e suave ondulado, favorecendo a mecanização agrícola.

2.4.2 Caulinita

A caulinita, segundo Jesus *et al* (2013), é o argilomineral que é encontrado com mais frequência nos solos tropicais, sendo formada através do intemperismo das rochas ou também como constituinte de rochas sedimentares. Cardoso (1994) reforça que a caulinita é um argilomineral abundante em solos de clima quente e úmido. Ela pode se formar em solos, através do alumínio e do silício liberados pelo intemperismo de minerais primários e secundários. Essa condição, aliada a forte drenagem e pH ácido, intensifica a perda de sílica, formando a caulinita.

A respeito de suas características tecnológicas, Murray (1986) afirma que o amplo campo de aplicação industrial é devido as suas características, das quais, destaca-se como sendo o único mineral industrial quimicamente inerte em um intervalo grande de pH, com coloração branca, capacidade de cobertura quando usado como pigmento, fácil dispersão, compatível com quase todos os adesivos, baixa condutividade térmica e elétrica, maciez e baixa abrasividade e preço competitivo quando comparado com materiais alternativos

Farias (2009) diz que o caulim é uma importante matéria prima para inúmeras indústrias, como: papel, fibra de vidro, plástico, tintas e cerâmica branca. Roskill (2006) destaca que em 2005, o consumo de caulim em cerâmica foi de 4,6 milhões de toneladas, e que o mercado de cerâmicas é o segundo maior consumidor global de caulim. Sua utilização é dada em peças de cerâmica branca, variando de 20% em porcelanas elétricas, 25% em louças diversas e 20 a 60% em porcelanas diversas.

2.4.3 Bentonita

As rochas bentoníticas são compostas essencialmente por argilas esmectitas, formada pela devitrificação e alteração química do material vítreo de origem ígnea (SOUZA SANTOS, 1992). É classificada como um aluminossilicato, que em sua forma natural apresenta os íons trocáveis Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Al^{3+} e Fe^{3+} (LÍBANO *et al*, 2012).

2.4.4 Utilização de cerâmicas no Brasil

O setor cerâmico é um importante consumidor de minerais industriais. Diversos segmentos do ramo cerâmico consomem, por ano, mais que 100 milhões de toneladas de rochas e minerais (ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO, 2010). A fabricação de produtos cerâmicos concentra-se nas regiões sul e sudeste do Brasil (BUSTAMENTE & BRESSIANI, 2000).

2.4.5 Compósitos para obtenção de cerâmica

Compósitos podem ser definidos como materiais de moldagem estrutural, formados por uma fase contínua polimérica e reforçada por uma fase descontínua que se agregam físico-quimicamente após um processo de cura (GOLDONI, 2008). Durante o processo de cura, pode ocorrer o *crosslinking*, que seria o processo de integração entre o material componente da matriz e seu reforço, resultando em propriedades especiais como: aumento da resistência mecânica, melhora de plasticidade e leveza. Cardoso *et al.* (2015) reportam que os compósitos estão sendo cada vez mais utilizados na construção civil, visto que os materiais resultantes atendem as necessidades do mercado e podem ser mais econômicos.

Com o aumento do custo das matérias-primas e a diminuição do consumo de recursos naturais, o uso de resíduos e subprodutos como matéria-prima torna-se necessário (ELICHE-QUESADA *et al.*, 2016). A adição de CCA na produção de blocos cerâmicos vem sendo estudada por muitos autores. Nas últimas décadas, o aumento da produção industrial levou a uma rápida diminuição dos recursos naturais disponíveis e portanto, formas de reutilização de vários resíduos foram estudadas, incluindo a incorporação em blocos cerâmicos.

Muitos materiais, devido a sua distribuição granulométrica, são utilizados para controlar a plasticidade típica das matérias-primas argilosas e obter um melhor nível de trabalhabilidade com um menor consumo de água. A quantidade de resíduos adicionados a matriz pode variar entre 10 e 60% em peso (BILGIN *et al.*, 2012; AL-ZBOON *et al.*, 2010).

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Especificação dos materiais e métodos

3.1.1 Latossolo Vermelho Distroférico - LVD

O solo é típico originário na região centro sul do Terceiro Planalto Paranaense (MINEROPAR, 1998), sendo classificado pedologicamente como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 1999) e geotecnicamente como argila plástica com alta compressibilidade, bem drenado, originado da decomposição do basalto, contém elevados teores de hematita (Fe_2O_3), cerca de 20%, e com isso apresenta forte atração magnética, se fragmenta com facilidade quando úmido e bastante resistente à erosão laminar. O solo foi coletado do campus da Unioeste – Cascavel, próximo ao prédio da Reitoria, a uma profundidade mínima de 0,5 m a fim de minimizar a presença de matéria orgânica e outros materiais contaminantes. Depois de coletado, o solo foi colocado para secar à sombra, nas dependências do laboratório de Geotecnia.

3.1.2 Caulinita

A composição da caulinita é $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ (GRIM, 1968). Segundo Conceição (2011), a caulinita é um material que apresenta plasticidade e resistência mecânica a seco inferiores às argilas plásticas, porém seu comportamento de queima é superior, além de apresentar menor conteúdo de matéria orgânica. É matéria prima da indústria cerâmica. A caulinita utilizada neste trabalho é proveniente da região de Itamarajú, Bahia, sendo fornecida pela empresa Monte Pascoal – Mineração de Caulim. A caulinita adquirida é denominada “Coat Extrafino”, sendo uma caulinita pura, isenta de haloizita. Conforme informações obtidas com a empresa, o Coat Extrafino em sua composição química apresenta 39,8% de Al_2O_3 , 43% de SiO_2 e no máximo 1% de água. O tamanho médio da partícula fica 94% abaixo de 02 micra e o pH de 5,0 (máximo).

3.1.3 Bentonita

Conforme Luz & Oliveira (2008), a bentonita possui uma característica física peculiar: expande várias vezes o seu volume, quando em contato com a água. E de acordo com Silva (2011), as bentonitas são caracterizadas por apresentar partículas muito finas e com elevada carga superficial, e são principalmente utilizadas como aglomerantes de areias de moldagem usadas em fundição e impermeabilização de solos. Esse material foi fornecido pela empresa Schumacher – Insumos para a Indústria, localizada em Novo Hamburgo, RS. A bentonita adquirida é denominada Polenita – Bentonita Sódica Natural. Sua composição química, conforme informações do fornecedor, é de 66,78% de SiO_2 , 15,80% de Al_2O_3 . O restante da composição consiste em demais óxidos. Seu pH é de 8,5. O tamanho médio da partícula fica 96% abaixo de 2 micra, o que caracteriza esse material como sendo extremamente fino. Conforme Schumacher Insumos (2016), a bentonita sódica natural apresenta alta pureza mineralógica, pertencendo a formação geológica de idade miocênica. Para o uso cerâmico, é destacado que a incorporação de 2% de bentonita na massa cerâmica já melhora substancialmente a plasticidade, pois apresenta em torno de 35 vezes mais material argiloso em forma coloidal do que as argilas plásticas usuais. Como vantagens, ainda pode-se citar o aumento da resistência em verde, diminuindo as perdas na sua manipulação, além de incorporar capacidade fundente para um cozimento mais preciso.

3.1.4 CCA (Cinza da Casca de Arroz)

A casca de arroz é o principal subproduto das operações de beneficiamento de arroz. Esse resíduo, por apresentar alto poder calorífico, é utilizado como fonte energética (POUEY, 2006). Porém, a queima da casca de arroz gera a cinza da

casca de arroz. A cinza utilizada foi fornecida pela empresa Pilecco Nobre, que atua no ramo do beneficiamento do arroz na cidade de Alegrete – RS.

3.1.5 Condensado

É o efluente proveniente da condensação de gases produzidos em biodigestores, apresenta pH elevado, o que pode melhorar a plasticidade do material cerâmico, e foi obtido por meio de parceria com a Faricon Agrícola S/A, localizada em Toledo-PR. O biodigestor é modular, conforme patenteado pela Unioeste, representada pelos pesquisadores Camilo Freddy Mendoza Morejon, Carlos Alberto Piacenti, Cleber Antonio Lindino, Fernando Palú, Luiz Telmo da Silva Auler, Reinaldo Aparecido Bariccatti, Sérgio Faria, Weimar Freire da Rocha Jr, José Augusto de Sousa, sob o registro nº MU 8403433-5 Y1.

Após a coleta do vapor e sua condensação, obtém-se o resíduo. Do ponto de vista do processo, o condensado é considerado um efluente (CONAMA, 2011; ABNT, 1987). Apresenta características físicas de um líquido transparente, viscoso e com forte odor. Conforme relatórios fornecidos pela Allabor Laboratórios LTDA, as características químicas do Condensado são: 3,64mg/L de nitrato, 5,67mg/L de nitrito, 213,58mg/L de nitrogênio amoniacal. Sua DBO é 172,7mg/L e sua DQO é 516,8mg/L. A utilização do condensado visa a substituição de água no processo de produção de cerâmica.

3.2 Métodos

3.2.1 Determinação dos compósitos

Considerando os materiais utilizados, foram feitas hipóteses de composições fixas, que estudaram a mistura do LVD com reforço de caulinita, bentonita e CCA em percentuais fixos (de 10 ou 20%), sendo realizados ensaios com água e com condensado.

3.2.2 Determinação do limite de plasticidade e de liquidez

O limite de plasticidade do solo (LP) foi determinado seguindo a NBR 7180 (ABNT, 1984), e o limite de liquidez (LL) foi determinado conforme prescrições da NBR 6459 (ABNT, 1984). Foram coletadas 10 amostras para cada ensaio e composição, resultando em 360 amostras.

Para o limite de plasticidade, foram considerados satisfatórios os valores de umidade obtidos quando, de pelo menos quatro, nenhum deles diferiu de mais de 5% dessa média. O resultado final é a média desses valores.

3.2.3 Avaliação da faixa de plasticidade atingida

Para avaliação da faixa de plasticidade, foi calculado o índice de plasticidade IP, subtraindo-se do LL o LP. Para quantificar a plasticidade, utilizou-se o quadro de classificação de Burmister, conforme sugerido por Das (2007):

| IP | Descrição |
|---------|-------------------------|
| 0 | Não Plástico |
| 1 - 5 | Ligeiramente Plástico |
| 5 - 10 | Plasticidade Baixa |
| 10 - 20 | Plasticidade Média |
| 20 - 40 | Plasticidade Alta |
| > 40 | Plasticidade Muito Alta |

Quadro 1 Classificação Burmister de plasticidade

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Limites de Consistência para Solos sem Aditivos

Foram realizados ensaios para limites de liquidez e plasticidade para solos sem adição de nenhum aditivo. A tabela 1 apresenta os resultados comparativos entre limite de liquidez, o limite de plasticidade, bem como o índice de plasticidade e sua classificação conforme Burmister.

| AMOSTRA | LL | LP | IP | Classificação |
|----------------------|--------|-------|--------|---------------|
| LVD+H2O | 51,35 | 43,91 | 7,44 | BAIXA |
| LVD+Condensado | 54,29 | 40,15 | 14,14 | MÉDIA |
| Caulinita+H2O | 59,94 | 41,06 | 18,88 | MÉDIA |
| Caulinita+Condensado | 75,86 | 42,99 | 32,87 | ALTA |
| Bentonita+H2O | 88,84 | 34,32 | 54,52 | MUITO ALTA |
| Bentonita+Condensado | 148,76 | 46,58 | 102,18 | MUITO ALTA |

Tabela 1 Limites para Solos sem Aditivos

O LVD, apesar de conter um grande percentual de argila em sua composição, não apresenta plasticidade baixa, apontado a necessidade de se acrescentar aditivos plastificantes para melhorar a trabalhabilidade desse solo para produção de cerâmica. A substituição da água pelo condensado elevou a faixa de plasticidade em 14,14%, passando de baixa a média na escala de Burmister. Zen (2016) em seu trabalho obteve valores de limite de liquidez para o LVD em água variando entre 45 e 65% e para o limite de plasticidade entre 30 e 45%. De maneira semelhante, Ramella (2016) obteve um valor de limite de liquidez de 51% para o LVD em água.

Em se tratando de bentonita, Huse (2007) obteve o valor de 505,6% para limite de liquidez e 46,3% para limite de plasticidade, portanto a bentonita é um material que apresenta uma plasticidade bastante elevada. Para a caulinita, Cardoso (2000), obteve o valor de 77% para o limite de liquidez e 44% para o limite de plasticidade.

4.1.1 Limites para composições fixas – LVD+Caulinita

Foram realizados ensaios para limites de liquidez e plasticidade para LVD com adição de caulinita em percentuais fixos. A tabela 2 apresenta os resultados comparativos entre limite de plasticidade e liquidez.

| AMOSTRA | LL | LP | IP | Classificação |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|---------------|
| LVD+Bentonita10+H2O | 74,12 | 39,9 | 34,22 | ALTA |
| LVD+Bentonita20+H2O | 89,62 | 32,51 | 57,11 | MUITO ALTA |
| LVD+Bentonita10+Condensado | 64,27 | 51,28 | 12,99 | MEDIA |
| LVD+Bentonita20+Condensado | 60,8 | 38,38 | 22,42 | ALTA |

Tabela 2 Limites para LVD com Bentonita

O acréscimo de bentonita no LVD aumentou significativamente o índice de plasticidade. Apesar de ser demonstrado na tabela 1 que houve um incremento no índice de plasticidade da bentonita com a utilização de condensado em substituição a água, quando a bentonita foi acrescentada ao LVD e foi utilizado o condensado, o índice de plasticidade foi inferior aos índices obtidos com água.

4.1.2 Limites para composições fixas – LVD+CCA

Foram realizados ensaios para limites de liquidez e plasticidade para LVD com CCA em percentuais fixos. A tabela 3 apresenta os resultados comparativos entre limite de liquidez.

| AMOSTRA | LL | LP | IP | Classificação |
|-----------------------------|-------|-------|-------|---------------|
| LVD+CCA10+H2O | 50,17 | 34,1 | 16,07 | MEDIA |
| LVD+CCA20+H2O | 49,5 | 39,29 | 10,21 | MEDIA |
| LVD+CCA10+Condensado | 50,29 | 34,61 | 15,68 | MEDIA |
| LVD+CCA20+Condensado | 45,84 | 36,02 | 9,82 | BAIXA |

Tabela 3 Limites para LVD com CCA

A adição de CCA apresentou uma boa melhora no índice de plasticidade do LVD, sendo inclusive superior aos índices obtidos pela adição de caulinita, porém inferior aos índices obtidos pela adição de bentonita. Vale ressaltar que ficou claro que a adição de um percentual superior de CCA não apresentou um resultado

melhor, sendo sugerido seu uso com um percentual menor (10%). Kazmi *et al.* (2016) estudaram a incorporação de CCA na fabricação de tijolos de argila e concluiu que adição de 5% de CCA produziu tijolos que atendem aos requisitos padrão, embora apresentem resistência mecânica inferior, mas mesmo assim foi sugerido seu uso na fabricação de tijolos cerâmicos, barateando os custos de produção. Balensiefer (2017) aplicou 15% de CCA ao LVD, reduzindo o LL para 48,00% mas reprimindo fortemente o LP para 32,28%, aumentando o IP para 15,63%, portanto ampliando a faixa de plasticidade. Chiang *et al.* (2009) sugerem que o percentual de CCA a ser adicionado não deva ser superior a 15%, visto que o aumento da quantidade de cinza de casca de arroz aumenta a absorção de água, o que leva a uma maior temperatura de cozimento dos blocos cerâmicos e um maior gasto energético. Eliche-Quesada (2016) postula que tijolos com CCA apresentaram alta absorção de água, chegando a 32,9% quando a proporção de cinza atingiu 30%.

5 | CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos neste estudo, conclui-se que a incorporação de Condensado em substituição a água na fabricação de produtos cerâmicos apresenta melhora significativa na plasticidade do material, promovendo economia de água e redução do impacto ambiental gerado pelo Condensado na natureza. Atualmente, a poluição e eliminação de resíduos industriais são problemas de grande importância, do setor e da sociedade como um todo (REIS *et al.*, 2014). Mesmo na composição de LVD com Bentonita, onde o condensado em substituição a água apresentou um desempenho menor, sugere-se sua utilização como forma de redução de passivo ambiental. A utilização de caulinita para melhora de plasticidade não apresentou resultados satisfatórios, porém foi observado um incremento de plasticidade, o que sugere seu uso na fabricação de cerâmica. Os resultados obtidos encorajam a utilização de CCA e condensado na produção de cerâmica, visto que eles reduzem a utilização de matérias primas, contribuindo para a preservação ambiental.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F.V.; SCHAEFER, C.E.G.R.; CORREA, M.L.T.; MENDONÇA, E.S. **Carbon stocks in Brazilian Latosols (Oxisols) from different morphoclimatic regions and management systems.** Communications in Soil Science and Plant Analysis, New York, v.35, n. 15/16, p. 2125-2136, 2004.

ANDREOLA, F., BARBIERI, L., LANCELLOTTI, I., LEONELLI, C., MANFREDINI, T. Recycling of industrial wastes in ceramic manufacturing: State of art and glass case studies, **Ceramics International**, 42, p. 13333–13338, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459**: Determinação do Limite de

Liquidez - Método de Ensaio. Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7180**: Solo – Determinação do Limite de Plasticidade – Método de Ensaio. Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9800**: Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1987.

BALENSIEFER, A.R. **Comportamento reológico de cerâmicas avançadas**. Relatório de pesquisa Iniciação Científica. Cascavel: UNIOESTE-PRPPG, 2017. 10 p.

BARBA, A., BELTRÁN, V., FELIÚ, C., GARELA, J., GINEZ, F. SÁNCHEZ, E., SANZ, V. **Matérias-primas para la fabricación de soportes de baldosas cerámicas**. Castellón: Instituto de Tecnología Cerámica, p. 112-191, 1997.

BHULLAR, N., GRUISSEM, W., 2013. Nutritional enhancement of rice for human health: the contribution of biotechnology. **Biotechnology Advances**. 31, 50–5.

BIFFI, G. **O grês porcelanato**: Manual de fabricação e técnicas de emprego. 2002.

BRANDALISE, L. T. **A percepção do consumidor na análise do ciclo de vida do produto**: um modelo de apoio à gestão empresarial. Cascavel: EDUNIOESTE, 2008.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA**. Resolução CONAMA N 430, de 13 de Maio de 2011. In: Resoluções, 2011. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> Acesso em: 05/05/2017

BRONZEOAK LTDA. **Rice Husk Ash Market Study**. UK Department of Trade and Industry. BTG Biomass Technology Group, 2012.

BUSTAMANTE, G.M., BRESSIANI, J.C. **A indústria cerâmica brasileira**. Ceramic News 7. 2000.

C. ACIKGOZ, Renewable energy education in Turkey, **Renewable Energy**, Brighton-UK, v. 36, n. 2, p.608-611, fev. 2011.

CARDOSO, D. L.; KAMINSKI, T.B.; GOLDONI, F.S.; VENSON, G.I.; CANCELIER, C.D. (2015). A study of the nature of the shear strength of soil-waste composites. **Key Engineering Materials**. Vol 634, 400-409.

CARDOSO, D. L. Uma abordagem Unificada dos Aspectos Reológicos e Físico-Químicos do Comportamento de um Solo Caulinitico. 2000. 210f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, 2000.

CHIANG, K., CHOU, P., HUA, C., CHIEN, K., CHEESEMAN, C. **Lightweight Bricks Manufactured from Water Treatment Sludge and Rice Husks**. Journal of Hazardous Materials, Vol 171. 2009. 271-278.

CONCEIÇÃO, E. S. **Influência da distribuição granulométrica no empacotamento de matérias-primas na formulação de porcelânicos**. Dissertação (Mestrado). E.S.C, São Paulo, 2011.

D. ELICHE-QUESADA, M.A. FELIPE-SESÉ, J.A. LÓPEZ-PÉREZ, A. INFANTES-MOLINA. Characterization and evaluation of rice husk ash and wood ash in sustainable clay matrix bricks, **Ceramics International**, 43 (1), p. 463–475, 2017.

DAS, B. M. **Fundamentos de Engenharia Geotécnica**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

DEL VALLE-ZERMEÑO, J.M. CHIMENOS, J. GIRÓ-PALOMA, J. FORMOSA, Use of weathered and fresh bottom ash mix layers as a subbase in road constructions: Environmental behavior enhancement by means of a retaining barrier, **Chemosphere** 117 (2014) 402-409.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999.

_____. **Latossolos Vermelhos**. 2017. Disponível em: < http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywi02wx5ok0q43a0r9rz3uhk.html> Acesso em 03 de jan. 2017.

F.Z. SOBROSA, N.P. STOCHERO, E. MARANGON, M.D. TIER. Development of Refractory Ceramics from Residual Silica Derived from Rice Husk Ash, **Ceramics International**, 43, p. 7142–7146, 2017.

FACINCANI, E. **Tecnologia cerâmica – los Ladrillos**. Faenza Ed. Iberica S.L. Editora, Barcelona, Espanha. 1993.

FOLLETO, E.L., HOFFMANN, R., HOFFMANN, R.S., Portugal, U.L., Jahn, S.L., 2005. Applicability of rice husk ash. **Química Nova** 28, 1055-1060.

GOLDONI, F. S. (2008). **Análise do comportamento mecânico do solo da região de Cascavel condicionado pelo Lodo de Esgoto Calcinado**. TCC. Graduação em Engenharia Civil, UNIOESTE, Cascavel.

HWANG, C.L., CHANDRA, S., 1997. **The Use of Rice Husk Ash in Concrete**, in: Chandra, S. (Ed.), *Waste materials used in concrete manufacturing*. William Andrew. International Rice Research Institute, 2016. Rice Husk, Rice Knowledge Bank. International Rice Research Institute

IPARDES – INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Oeste paranaense: o 3. Espaço relevante: especificidades e diversidades**. Curitiba, PR. 2008.

J. CUENCA, J. RODRÍGUEZ, M. MARTÍN-MORALES, Z. SÁNCHEZ-ROLDÁN, M. ZAMORANO, Effects of olive residue biomass fly ash as filler in self-compacting concrete. **Constr. Build. Mater.** 40 (2013) 702–709.

JESUS, T.B.; CRUZ, M.A.; SANTOS, L.T.S.O; LIMA, G.L.M.L. **Caracterização granulométrica e mineralógica dos sedimentos como suporte para análise de contaminação ambiental em nascentes do rio Subaé, Feira de Santana (BA)**. *Geochimica Brasiliensis*, vol. 27, n 1, pp 49-62, 2013.

K. AL-ZBOON, M. TAHAT, Z.S. ABU-HAMATTEH, M.S. AL-HARAHSEH, Recycling of stone cutting sludge in formulations of bricks and terrazzo tiles, **Waste Manag. Res.** 28 (6) (2010) 568–574.

KAZMI, S.M.S., ABBAS, S., MUNIR, M. J., KHITAB, A. **Exploratory study on the effect of waste rice husk and sugarcane bagasse ashes in burnt clay bricks**. *J. Build Eng.* 7. (2016). 372-378.

KISHORE, R., BHIKSHMA, V., PRAKASH, P.J., 2011. Study on Strength Characteristics of High Strength Rice Husk Ash Concrete. **Procedia Engineering.** 14, 2666-2672.

KUMAR, A., MOHANTA, K., KUMAR, D., PARKASH, O., 2012. Properties and Industrial Applications of Rice husk: A review. **International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering** 2, 86-90.

- LLORENS, F.G. **Matérias-primas fundentes para a fabricação de grês porcelanato**. Cerâmica e Informação, v. 9, p. 51-55, 2000.
- LUZ, A. B., OLIVEIRA, C. H. **Argila – Bentonita**. In Rochas e Minerais Industriais – CETEM. 2008.
- M. DONDI, M. MARSIGLI, B. FABBRI, Recycling of industrial and urban wastes in brick production – a review (Part.1), **Tile Brick Int.** 13 (3) (1997) 218–225.
- _____. Recycling of industrial and urban wastes in brick production – a review (Part.2), **Tile Brick Int.** 13 (4) (1997) 302–309.
- MANISHANKAR, P., J. KUDLA, J., 2015. **Cold Tolerance Encoded in One SNP**. Cell 160 (6), 1209-1221.
- MEHTA, P. K. **Rice husk ash – A unique supplementary cementing material**. In: Advances in concrete technology. CANMET. Ottawa, 1992 (407-431).
- MEHTA, P. K., PITT, N. **Energy and industrial materials from crop residues**. Resource Recovery and Conservation 2 (1976), 23-38.
- MINEROPAR – MINERAIS DO PARANÁ S.A. **Mineração na geração de emprego e renda – oportunidades de negócio com mineração**. Curitiba: SERT, 1998.
- MONTE PASCOAL. **Coat extrafino**. Disponível em: <<http://caulimmontepascoal.com.br/produtos/coat-extrafino>>. Acesso em: 06 out. 2016.
- MUTHADHI, A., ANITHA, R., KOTHANDARAMAN, S., 2007. **Rice Husk Ash – Properties and its Uses: A Review**. Journal of the Institution of Engineers (India). Civil Engineering Division (Online) 88, 50-56.
- N. BILGIN, H.A. YEPREM, S. ARSLAN, A. BILGIN, E. GÜNAY, M. MARSOGLU, Use of waste marble powder in brick industry, **Constr. Build. Mater.** 29 (2012) 449–457.
- P. SHERWOOD, **Alternative Materials in Road Construction**, 2nd ed.; Thomas Telford Ltd.: London, UK, 2011.
- POUEY, M. T. F. **Beneficiamento da cinza de casca de arroz residual com vistas a produção de cimento composto e/ou pozolânico**.2006. 320f. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.
- PRASERTSAN, S., SAJJAKULNUKIT, B., Biomass and biogas energy in Thailand: Potential, opportunity and barriers. Renewable Energy Ed. 31 (2006), 599-610.
- RAMELLA, C. C. **Desenvolvimento de compósitos para obtenção de cerâmica fina utilizando solo aditivado com resíduos industriais e agroindustriais**. Relatório Final – PIBITI. Unioeste, Cascavel – PR. 2016.
- REIS, A., SOUZA, J. PERINI, B.L.B., UENO, O.K.. **Influência da adição de lodo, de uma estação de tratamento de água (ETA), nas propriedades mecânicas em cerâmica vermelha**. Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Cuiabá, MT. 2014.
- S. ZAFAR, Rice Straw as Bionery Resource. **Bio Energy Consult**; 26, march 2015.

S.V. VASSILEV, D. BAXTER, L. K. ANDERSEN, C.G. VASSILEVA, An overview of the composition and application of biomass ash. Part 2. Potential utilization, technological and ecological advantages and challenges, **Fuel**, 105 (2013) 19-39.

SÁNCHEZ, E., ORTZ, M.J., GARCÍA-TEN, J., CANTAVELLA, V., **Efeito da composição das matérias-primas empregadas na fabricação de grês porcelanato sobre as fases formadas durante a queima e as propriedades do produto final**. In: Cerâmica Industrial, 2001.

SANTOS, P.S. **Ciência e tecnologia das argilas**. São Paulo, Edgard Blücher Ltda, 1992.

SECK, P.A., DIAGNE, A., MOHANTY, S., WOPEREIS, M.C.S., 2012. Crops that feed the world 7: Rice. **International Society for Plant Pathology**. 4, 7-24.

SILVA, T. H. C. **Bentonita**. In DNPM – Sumário Mineral. 2011.

TIBOR, Tom; FELDMAN, Iva. **ISO 14000: um guia para as novas normas de gestão ambiental**. Futura. São Paulo. 1996.

UNIOESTE (Brasil). Camilo Freddy Mendoza Morejon; Carlos Alberto Piacenti; Cleber Antonio Lindino. **Biodigestor modular para produção de biogás, biofertilizante e bio-ração**. BR nº MU 8403433-5 Y1, 25 out. 2004, 22 ago. 2006.

ZORZI, J. E. **Materiais Cerâmicos e aplicações**. Instituto Nacional de Engenharia de Superfícies. Caxias do Sul, Rio Grande do Sul. 2011.

ZEN, B. A. B. **Caracterização Geotécnica do Subsolo do Campo Experimental do Centro Acadêmico da FAG em Cascavel-PR**. 2016. 109 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz, Cascavel 2016.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco - Possui graduação em Bacharelado em Geografia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2008). Atualmente é doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Estadual de Ponta Grossa, turma de 2018 e participa do Núcleo de Pesquisa Questão Ambiental, Gênero e Condição de Pobreza. Mestre em Ciências Sociais Aplicadas pela UEPG (2013), na área de concentração Cidadania e Políticas Públicas, linha de Pesquisa: Estado, Direitos e Políticas Públicas. Como formação complementar cursou na Universidade de Bremen, Alemanha, as seguintes disciplinas: Soziologie der Sozialpolitik (Sociologia da Política Social), Mensch, Gesellschaft und Raum (Pessoas, Sociedade e Espaço), Wirtschaftsgeographie (Geografia Econômica), Stadt und Sozialgeographie (Cidade e Geografia Social). Atua na área de pesquisa em política habitacional, planejamento urbano, políticas públicas e urbanização.

Juliana Yuri Kawanishi - Possui graduação em Serviço Social (2017), pela Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG. Atualmente é mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais Aplicadas da linha de Pesquisa: Estado, Direitos e Políticas Públicas, bolsista pela Fundação CAPES e desenvolve pesquisa na Universidade Estadual de Ponta Grossa – PR, turma de 2018. É membro do Núcleo de Pesquisa Questão Ambiental, Gênero e Condição de Pobreza e do grupo de pesquisa Cultura de Paz, Direitos Humanos e Desenvolvimento Sustentável. Atua na área de pesquisa em planejamento urbano, direito à cidade, mobilidade urbana e gênero. Com experiência efetivada profissionalmente no campo de assessoria e consultoria. Foi estagiária na empresa Emancipar Assessoria e Consultoria. Desenvolveu pesquisa pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC, trabalhando com as linhas de mobilidade urbana e transporte público em Ponta Grossa.

Mauricio Zadra Pacheco - Doutor pela Universidade de Bremen (UniBremen) com trabalho desenvolvido no Instituto Fraunhofer - IFAM (Bremen Alemanha) pelo Programa Ciências sem Fronteiras, Mestre em Gestão do Território pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2009); possui graduação em Administração pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2003) e graduação em Bacharelado em Informática pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (1995). Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Estadual de Ponta Grossa. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Sistemas de Informação, e desenvolveu estudos nas áreas de Geoprocessamento e Geografia Humana com ênfase na utilização de geotecnologias como ferramentas de auxílio à gestão de território. É Coordenador do Projeto de Extensão: Lixo Eletrônico: Descarte Sustentável, da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Área nativa 168, 170, 171, 172, 173, 175, 177, 178
Ativo biológico 103
Aves 58, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 116, 174, 179

C

Capororoca 58, 59, 66, 67, 68
Comunidades indígenas 88, 90, 91, 92, 96, 97, 99, 100

D

Desenvolvimento sustentável 2, 31, 40, 41, 101, 141, 250, 251
Distribuição espacial 58, 61, 64, 67, 68

E

Educação ambiental 8, 12, 13, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 37, 39, 40
Eletrificação rural 88
Erosão 48, 109, 113, 115, 160, 166, 167

I

Impactos socioambientais 92, 143, 144, 145, 158
Incentivos fiscais 1, 8, 130, 131, 132, 134, 135, 136, 137, 140, 141
Incorporação de resíduos industriais 41
Indústria fumageira 182
Interação com o ambiente 29, 72, 86
Interdisciplinaridade 12

M

Manejo do solo 160
Mineração 49, 56, 70, 71, 111, 143, 144, 145, 156, 157, 158
Mini-hidrelétrica 88, 99, 102
Morcegos 60, 168, 169, 170, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180

P

Percepções ambientais 29
Políticas públicas 15, 103, 132, 133, 134, 141, 192, 236, 239, 248, 251
Poluição atmosférica 199, 202, 203, 204, 205, 207, 208, 210, 211, 212
Práticas conservacionistas 160, 166

Q

Qualidade de vida 8, 9, 12, 16, 105, 141, 191, 192, 193, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 212
Qualidade do ar interno 214, 216, 217, 232, 234, 235

R

Receita ecossistêmica 103, 108, 110, 111

Resíduos reaproveitáveis 1

Rompimento da barragem de Fundão 143, 145, 151, 157

S

Saúde do trabalhador 182, 184, 187, 191, 192

Sensibilização ambiental 11, 12

Solo 4, 5, 11, 16, 17, 41, 43, 45, 46, 48, 50, 51, 54, 55, 56, 82, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 155, 160, 161, 163, 164, 166, 167, 172, 180

Substratos orgânicos 72

Sustentabilidade 1, 2, 3, 12, 13, 40, 42, 78, 88, 103, 157, 180, 236

Sustentabilidade urbana 1

T

Transporte mucociliar 203, 206, 208, 210, 211, 212, 213

