



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

LANNA THAYLLANA OLIVEIRA DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE COMPOSTOS POLIMÉRICOS
ORGÂNICOS E INORGÂNICOS NA PRODUÇÃO DE COMPÓSITOS (TIJOLO
ECOLÓGICO SUSTENTÁVEL) A PARTIR DE MATRIZES CERÂMICA E
CIMENTÍCIA**

ARAGUATINS

2019

LANNA THAYLLANA OLIVEIRA DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE COMPOSTOS POLIMÉRICOS
ORGÂNICOS E INORGÂNICOS NA PRODUÇÃO DE COMPÓSITOS (TIJOLO
ECOLÓGICO SUSTENTÁVEL) A PARTIR DE MATRIZES CERÂMICA E
CIMENTÍCIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como
requisito parcial para obtenção do Título de Graduação
do Curso Superior de Licenciatura em Ciências
Biológicas do Instituto Federal do Tocantins, *Campus*
Araguatins.

Orientador: M. Sc. Anésio Mendes de Sousa

Coorientador: Dr. Dany Geraldo Kramer Cavalcanti e
Silva

ARAGUATINS-TO

2019

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Bibliotecas do
Instituto Federal do Tocantins**

S586c

Silva, Lanna Thayllana Oliveira da

CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE COMPOSTOS POLIMÉRICOS ORGÂNICOS E
INORGÂNICOS NA PRODUÇÃO DE COMPÓSITOS (TIJOLO ECOLÓGICO SUSTENTÁVEL)
A PARTIR DE

MATRIZES CERÂMICA E CIMENTÍCIA / Lanna Thayllana Oliveira da Silva. – Araguatins, TO,
2019.

47 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Araguatins, Araguatins, TO, 2019.

Orientador: Me. Anésio Mendes de Sousa

Coorientador: Dr. Dany Geraldo Kramer Cavalcanti e Silva

1. Consumismo. 2. Lixo. 3. Compósitos. I. Sousa, Anésio Mendes de. II. Silva, Dany Geraldo
Kramer Cavalcanti e. III. Título.

CDD 570

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE COMPOSTOS POLIMÉRICOS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS NA PRODUÇÃO DE COMPÓSITOS (TIJOLO ECOLÓGICO SUSTENTÁVEL) A PARTIR DE MATRIZES CERÂMICA E CIMENTÍCA.

AUTOR: LANNA THAYLLANA OLIVEIRA DA SILVA

ORIENTADOR: Prof. Me. Anésio Mendes de Sousa

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Aprovado (a) em 20 / 11 / 2019.

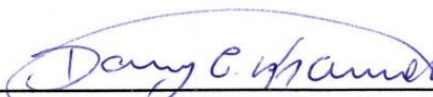

Prof. Me. Anésio Mendes de Sousa

Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus Araguatins*



Prof. Dr. Samuel de Deus da Silva

Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus Araguatins*



Prof. Dr. Dany Gerardo Kramer Cavalcanti e Silva

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

“Dedico este trabalho primeiramente à Deus,
por sempre me dar forças para não desistir dos
meus sonhos e à minha família por todo amor e
apoio”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu Deus pelo dom da vida, por ter me ajudado a subir mais um degrau na minha vida profissional e por todo o cuidado durante todas as minhas idas e vindas do IF.

Ao meu orientador Prof. Me. Anésio Mendes, pela paciência, pela orientação, seu grande desprendimento em me ajudar no desenvolvimento do projeto e sua amizade sincera.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Dany Kramer que mesmo distante contribuiu bastante para o desenvolvimento e conclusão do meu projeto.

À minha família, meu papai Lourival, minha mamãe Cleide e minhas irmãs Allanna Crystina e Lauanna Lorranna, por sempre acreditarem no meu potencial e me darem total apoio para que pudesse subir mais um degrau na minha vida.

Ao meu amor, César Augusto, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos, me ajudando no desenvolvimento do meu projeto, e por sempre acreditar em mim.

Aos amigos e colegas que tive a honra de conhecer no IFTO, em especial a minha amiga Núbias Dias, meu amigo Cleiton Belizário e Dayane Brandão por sempre estarem ao meu lado, me incentivando durante a minha vida acadêmica, amo vocês.

À todas as pessoas que contribuíram de forma direta e indireta para a realização desse projeto, meu muito obrigado, que Deus abençoe vocês sempre, podem contar comigo.

*Mas aqueles que confiam no Senhor, renovam
as suas forças; Ele dá-lhes asas de águia.
Correm sem se cansar, vão para frente sem se
fatigar. (Isaías 40, 31)*

RESUMO

Atualmente com o crescimento populacional acompanhado do consumismo descontrolado da sociedade moderna, tem-se evidenciado grandes consequências tanto sociais, quanto ambientais, tornando-se evidente uma problemática ambiental que traz consigo grandes riscos a humanidade, em função dos seus hábitos de destinação inadequada dos resíduos decorrentes de seu consumo. O lixo é hoje considerado como os restos das atividades humanas, visto como inútil e indesejável ou descartável, sendo gerado em todos os locais e dessa forma tornando-se difícil o seu controle e a sua deposição correta. Assim, o presente estudo, objetivou desenvolver a produção de um compósito (tijolo ecológico) a partir de matrizes cerâmica e cimentícia, ou seja, produzir um novo material associando variados compostos visando incorporar à matriz novas propriedades. Dessa maneira, será utilizado a argila e o cimento como matrizes e alguns resíduos abundantes em diversos locais, sendo isopor, casca de arroz, vidro, copo descartável, cinza e cabelo humano, denominados compostos poliméricos que irão conferir novas propriedades à matriz. O presente estudo foi realizado inicialmente em Araguatins-TO, sendo finalizado em Augustinópolis-TO. A metodologia empregada envolveu etapas de coleta dos resíduos nos locais em que são depositados, posteriormente sofreram fragmentação de acordo com a granulometria desejada dos resíduos para o fim a que se destinou, o processamento e agregação dos diferentes resíduos incorporados às matrizes poliméricas: cerâmica e cimentícia que formaram o compósito em estudo (tijolo ecológico). Com a execução da pesquisa bibliográfica constatou-se as potencialidades e a sua importância fundamental na mitigação em função do emprego dos diferentes resíduos na formulação dos compósitos como mecanismo de destinação e minimização dos resíduos em locais inadequados e ainda contribuir para a essencial ação da reciclagem dos mesmos, visto que é possível vislumbrar uma oportunidade sustentável de tornar a sociedade capaz de aplicar o aparentemente inútil no imprescindível e necessário processo de ciclagem sistêmica de reinserção de diferentes materiais na economia circular.

Palavras-chave: Consumismo. Lixo. Compósitos. Reciclagem.

ABSTRACT

Nowadays, with the population growth accompanied by the uncontrolled consumerism of modern society, it has been evidenced great social and environmental consequences, becoming evident an environmental problem that brings great risks to humanity, due to its habits of improper disposal of waste arising from its consumption. Waste is nowadays considered as the remains of human activities, seen as useless and undesirable or disposable, being generated everywhere and thus making it difficult to control and dispose of it correctly. Thus, the present study aims to develop the production of a composite (ecological brick) from ceramic and cementitious matrices, that is, to produce a new material associating various compounds aiming to incorporate new properties to the matrix. Thus, clay and cement will be used as matrices and some abundant residues in various places, such as Styrofoam, rice husk, glass, disposable cup, ash and human hair, called polymeric compounds that will give new properties to the matrix. The present study was initially performed in Araguatins-TO, and was completed in Augustinópolis-TO. The methodology employed involved stages of waste collection in the places where they are deposited, later fragmented according to the desired granulometry of the waste for its intended purpose, the processing and aggregation of the different residues incorporated into the polymeric matrices: ceramic and cementitious. that formed the composite under study (ecological brick). The bibliographic research showed the potentialities and their importance in mitigation due to the use of different residues in the composites formulation as a mechanism for disposal and minimization of residues in inappropriate places and also contribute to the essential action of their recycling. , since it is possible to see a sustainable opportunity to make society capable of applying the apparently useless in the indispensable and necessary process of systemic cycling of reinsertion of different materials in the circular economy.

Keywords: Consumerism. Trash. Composites. Recycling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Símbolo Plástico Polipropileno.....	20
Figura 02 - Símbolo Plástico Poliestireno.....	21
Figura 03 - Fôrmas para fabricação de adobes.....	25
Figura 04 - Argila utilizada na produção dos compósitos.....	26
Figura 05 - Cimento endurecido sendo peneirado para ser utilizado.....	26
Figura 06 - (a) Resíduos de copos descartáveis descartados em prédio público. (b) Resíduos de copos descartáveis descartados em empresa privada.....	27
Figura 07 - Resíduos de long necks em Churrascaria.....	27
Figura 08 - Resíduos de isopor descartados na calçada de Loja de Eletrodomésticos.....	27
Figura 09 - Resíduos de casca de arroz na área de descarte.....	28
Figura 10 - Resíduos de cinza de carvão vegetal produzida na churrasqueira em Churrascaria.....	28
Figura 11 - Resíduos de cabelo humano masculino coletado em salão de beleza.....	28
Figura 12 - Fôrma metálica para produção do compósito.....	29
Figura 13 - Copo medindo 500ml utilizado para medir a quantidade de compostos.....	30
Figura 14 - (a) Iniciando as misturas dos compostos orgânicos e inorgânicos para produção do compósito TES. (b) Adicionando água para umidificar os compostos. (c) Misturando os compostos que se agregaram as bordas da masseira. (d) Misturando os compósitos com o auxílio de um ancinho de jardinagem para facilitar a mistura.....	31
Figura 15 - (a) Demonstração da fôrma metálica utilizada para produção dos compósitos. (b) Demonstração da lubrificação das bordas internas da fôrma.....	31
Figura 16 - (a) Adicionando a misturas de compostos dentro da fôrma com auxílio de uma colher de pedreiro. (b) Utilizando um pedaço de madeira para compactar o compósito dentro da fôrma. (c) Usando a espátula de pedreiro para vedar a parte superior e auxiliar no nivelamento e compactação do TES. (d) Demonstração do TES finalizado.....	32
Figura 17 - (a) Adicionando os compostos na masseira. (b) Colocando água para umidificar os compostos e facilitar na mistura. (c) Acrescentando os últimos compostos para a mistura. (d) Misturando os resíduos com o auxílio do ancinho de jardinagem.....	33
Figura 18 - (a) Preenchendo a fôrma com a mistura de resíduos e compactando com um pedaço de madeira. (b) Utilizando colher de pedreiro pra preencher a fôrma. (c) TES pronto para passar pelo processo de cura. (d) Sobra de mistura dos resíduos. (e) Lubrificando uma vasilha de sorvete para aproveitar o material que sobrou. (f) Tijolo com dimensão variada pronto para o processo de cura.....	33
Figura 19 - (a) Compósito de Matriz Cimentícia TES 01 do lado direito e Compósito de Matriz Cimentícia 02 do lado esquerdo em fôrma metálica. (b) Fôrma alternativa de plástico reciclado contendo o restante da mistura do Compósito de Matriz Cimentícia TES 02.....	34

Figura 20 - (a) Adicionado água para misturar os compostos. (b) Misturando os compostos com o auxílio de espátula de pedreiro. (c) Mexendo os compostos com o auxílio da enxada de pedreiro para melhor homogeneização dos resíduos. (d) Utilizando uma pedaço de madeira para compactar o compósito TES dentro da fôrma.....	35
Figura 21 - (a) Adicionado todos os compostos dentro da masseira. (b) Adicionando água para umidificar os compostos para executar a mistura. (c) Realizando a compactação e o nivelamento do compósito com o auxílio de uma espátula de pedreiro. (d) Reparando e finalizando o compósito TES nas bordas da fôrma.....	36
Figura 22 - (a) Os compósitos ficaram na estufa durante 07 dias para retirar o excesso de umidade. (b) Os compósitos foram colocados no forno climatizado para retirar totalmente a umidade. (c) Os compósitos entram para o processo de queima com os tijolos produzidos na Olaria cerâmica. (d) Após a queima os compósitos são colocados em ambiente natural para esfriar.....	37
Figura 23 - (a) Tijolo Ecológico Sustentável de Matriz Cerâmica 01 após o processo de queima e esfriamento. (b) Tijolo Ecológico Sustentável de matriz Cerâmica 02 após o processo de queima e descanso.....	37
Figura 24 - (a) Demonstração da água ao ser colocada sobre o TES. (b) A água foi parcialmente absorvida.....	38
Figura 25 - (a) Demonstração da água ao ser colocada sobre o TES de Matriz Cimentícia 01. (b) A água foi parcialmente absorvida.....	39
Figura 26 - (a) Demonstração da água sendo despejada sobre o TES de Matriz Cerâmica 02. (b) A água foi parcialmente absorvida.....	39
Figura 27 - (a) Colocando o macaco sobre o TES de Matriz Cimentícia 02 para o teste de resistência à compressão e ponto de cisalhamento. (b) TES de matriz Cimentícia 02 suportando o peso de 905 Kg do veículo ao ser içado por macaco hidráulico. (c) O teste de resistência durou cerca de 15 minutos. (d) Demonstrando com maior amplitude o teste de resistência.....	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Demonstração da quantidade de resíduos utilizados para produção do Tijolo Ecológico Sustentável de Matriz Cimentícia 01.....	30
Quadro 02 - Demonstração da quantidade de resíduos utilizados para produção do Tijolo Ecológico Sustentável de Matriz Cimentícia 02.....	32
Quadro 03 - Demonstração da quantidade de resíduos utilizados para produção do Tijolo Ecológico Sustentável de Matriz de Cerâmica 01.....	34
Quadro 04 - Demonstração da quantidade de resíduos utilizados para produção do Tijolo Ecológico Sustentável de Matriz Cerâmica 02.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PP	Polipropileno
PS	Poliestireno
EPS	Poliestireno Expandido
Si	Silício
O	Oxigênio
NBR	Norma Técnica
TES	Tijolo Ecológico Sustentável

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Definições: Lixo e Resíduos Sólidos.....	14
2.2 Classificação de Resíduos Sólidos.....	15
2.2.1 Resíduos Orgânicos.....	17
2.2.1.1 Fio de Cabelo.....	17
2.2.1.2 Casca de Arroz.....	18
2.2.1.3 Cinza de Carvão Vegetal.....	19
2.2.2 Resíduos Inorgânicos.....	19
2.2.2.1 Copo Descartável.....	19
2.2.2.2 Vidro.....	21
2.2.2.3 Isopor – Poliestireno Expandido (EPS).....	21
2.3 Compósitos.....	22
2.3.1 Matriz.....	23
2.3.1.1 Argila.....	23
2.3.1.2 Cimento.....	24
2.3.1.3 Dimensões do Tijolo.....	25
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
3.2. Materiais Utilizados e Coleta de Matrizes.....	25
3.3. Coletas dos Resíduos.....	26
3.4. Fragmentação dos Compostos Orgânicos e Inorgânicos.....	29
3.5. Fôrma molde do Tijolo Ecológico Sustentável.....	29
3.6. Produção do Compósito.....	29
3.7. Montagem dos Compósitos com a Matriz Cimentícia.....	30
3.7.1. Compósito de Matriz Cimentícia constituído de todos os Compostos Orgânicos e Inorgânicos para Produção do TES.....	30
3.7.2. Compósitos de Matriz Cimentícia constituído por alguns Compostos Orgânicos e Inorgânicos para Produção do TES.....	32
3.8. Montagem dos Compósitos Com a Matriz Cerâmica.....	34
3.8.1. Compósito de Matriz Cerâmica constituído de todos os Compostos Orgânicos e Inorgânicos para Produção do TES.....	34

3.8.2. Compósito de Matriz Cerâmica constituído de alguns Compostos Orgânicos e Inorgânicos para Produção do TES	35
3.9. Testes alternativos realizados	38
3.9.1. Absorção de Água	38
3.9.2 Resistência	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
5. CONCLUSÃO	42
6. LIMITAÇÃO DO ESTUDO E TESTES FUTUROS	43
REFERÊNCIAS	44

1. INTRODUÇÃO

O processo produtivo interage com o meio ambiente, sobretudo, durante as entradas e saídas de matéria e energia. Até meados do século XVIII, a produção de bens de consumo era produzida artesanalmente ou em manufaturas, desta forma, a produção era lenta, pouco intensiva e com baixo volume. Após a Revolução Industrial, devido às inovações tecnológicas, foi possível aumentar substancialmente a produtividade e o volume total produzido, o que acabou tornando muito mais intensos e irreversíveis os impactos do processo produtivo no meio ambiente até os dias atuais (NEWMAN et al., 2019).

Nesse tempo houve uma expansão das atividades da sociedade humana e um crescente aumento populacional o que contribuiu para uma maior procura de bens e serviços e uma crescente demanda industrial, de forma que resultam em grandes volumes de refugos gerados diariamente, isto tem sido observado desde a revolução industrial (BOVONE, 2016; BLUDORN, 2017). Na sociedade moderna, principalmente pós-segunda-guerra, as gerações foram induzidas ao consumismo desenfreado, alienada, que consome mais que o necessário, e que não se preocupa com as consequências e o acúmulo de resíduos produzidos decorrentes destes comportamentos (DINI, 2016; ROLINSON, 2017)

O problema da sociedade de consumo é que as necessidades são artificialmente estimuladas, sobretudo pelos meios de comunicação de massa, levando os indivíduos a consumirem de maneira alienada. Diante dessa realidade verifica-se também o crescimento da demanda populacional (ROLINSON, 2017). Além do volume crescente de resíduos, a composição destes, também variaram ao longo dos últimos dois séculos, sendo anteriormente composto por matéria orgânica, passaram a ter o plástico, isopor, pilhas, baterias, lâmpadas e contaminantes químicos e biológicos (KRAUSMANN, et al., 2016).

A variedade na composição química, biológica e física dos resíduos gerados na atualidade, podem acarretar em riscos ambientais diversificados, dentre os quais a liberação de metais pesados, radioatividade, contaminação bacteriana, ou permanecerem longos períodos sem se decomporem (LEE et al., 2015). Nesse contexto, ações de educação ambiental devem ser implementadas buscando contribuir com mudanças de comportamento da população, além de pesquisas sobre reaproveitamento ou síntese de novos materiais (JORGENSEN et al., 2018).

Diante de tal cenário, uma alternativa que se faz relevante, seria a síntese de biocompósitos, que envolvem a combinação de diversos materiais com propriedades químicas diferentes, podendo serem utilizados por diversos setores, que incluem automóveis, biomédico

energia, brinquedos, esportes e construção civil (CALLISTER, 2006; CORREA et al., 2019).

Na construção civil, com o aumento da população, se observa uma expansão deste setor, de forma que a demanda por componentes, como os tijolos, tem crescido, influenciando nos custos e impactos ambientais. Este item, apresenta-se como um material de construção essencial há décadas, e este setor pode ser capaz de contribuir com a incorporação de resíduos sólidos, como matérias primas na sua produção, aplicando novos materiais, e assim, levar o pesquisador a buscar por compósitos ecológicos se justifica, de forma que contribuam com a redução de resíduos e mitigação de custos na construção civil (ANDODARIYA et al, 2017; SKOUTERIS et al., 2018).

Neste contexto, o presente estudo objetivou desenvolver a produção de um compósito (tijolo ecológico) a partir de matrizes cerâmica e cimentícia, ou seja, produzir um novo material associando variados compostos visando incorporar à matriz novas propriedades e incorporar à matriz novas características, em função da transferência das propriedades específicas trazidas pelos diferentes materiais obtidos do meio ambiente, quando descartados inadequadamente.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Definições: Lixo e Resíduos Sólidos

Quando se ouve a palavra “lixo”, logo é imaginado algo ruim, transparecendo pela expressão do rosto, aquele sentimento de repúdio, alguma coisa que não traz mais benefício algum, inutilizável que pode ser descartado, uma vez que seu valor já foi perdido (Mucelin e Bellini, 2008; KHATTAB; HAGGAR, 2016).

Em outras situações, a conceituação de resíduo é equivalente a lixo. Yoshitake (2010) define resíduo como sobra no processo produtivo e é equivalente a refugo ou rejeito. Sob o ponto de vista econômico, resíduo ou lixo é todo o material que uma dada sociedade ou agrupamento humano desperdiça. Este desperdício pode ocorrer por problemas ligados à disponibilidade de informações, por falta de desenvolvimento de um mercado para produtos recicláveis, entre outras razões (KHATTAB; HAGGAR, 2016).

Ainda segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010), conceitua-se lixo ou rejeito “resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis,

não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.” (BRASIL, 2012, p. 11)

O resíduo sólido é definido tecnicamente como *“resíduos no estado sólido e semi-sólido resultante de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição todos provenientes dos sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d’água, ou exijam para isto soluções técnicas e economicamente viáveis em face da melhor tecnologia disponível”* NBR 10.004/2004 – Classificação de Resíduos Sólidos (NBR, 2004).

Dessa maneira, é notável a grande produção e os variados tipos de resíduos decorrentes das atividades humanas que assolam e destroem o meio ambiente, visto que os mesmos possuem tempo de degradação variado, podendo alguns levarem dezenas de décadas, assim, ultrapassando a existência de um ser humano. A natureza, por conseguinte, é inerte, pois a mesma possui processos naturais transformadores dos resíduos produzidos, controlando a poluição e contribuindo para o fortalecimento do ambiente natural e do solo (ALFAIA et al., 2017).

2.2. Classificação de Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos podem ser classificados de variadas formas, seja através da natureza física, composição, da sua origem e ainda quanto aos seus riscos potenciais que o mesmo pode trazer ao meio ambiente. Os resíduos são gerados a partir de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de varrição entre outras e podem ser utilizados como matéria-prima. Em contrapartida, lixo pode ser entendido como algo inútil, que não pode ser reaproveitado (CADERONI, 2003; ANDREOLI et. al 2012; GUPTA et al., 2015).

Destaca-se que todos os resíduos, embora em estado líquido ou pastoso, são caracterizados como resíduo sólido.

De acordo com a norma NBR 10.004/2004, os resíduos são classificados como:

- ✓ **Resíduos Classe I – Perigosos:** *“aqueles que apresentam periculosidade ou características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade”*. Pode-se citar como tintas, solventes, lâmpadas fluorescentes, pilhas como alguns exemplos para este tipo de resíduo.

- ✓ **Resíduos classe II – Não perigosos:** estes resíduos podem ser divididos em duas outras classes:
 - **Resíduos classe II A – Não inertes:** *“são aqueles resíduos que não são enquadrados nem como resíduos perigosos (Classe I) e nem como resíduos inertes (Classe II B), podendo apresentar propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água”*. Pode-se citar como exemplos: matérias orgânicas, papéis, lodos, entre outros.
 - **Resíduos classe II B – Inertes:** *“são resíduos que se amostrados de forma representativa através da NBR 10.007 (Estabelece o procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos) e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, a temperatura ambiente, de acordo com a NBR 10.006 (Estabelece o procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos), não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se o aspecto cor, turbidez, dureza e sabor”*. Como exemplos citam-se: entulhos, materiais de construção e tijolos.

Apesar dos resíduos de construção civil serem considerados como resíduos inertes (Classe II B), eles possuem resoluções específicas, sendo a Resolução CONAMA n.º 307/2002 (Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil) e Resolução CONAMA n.º 348/2004 (inclui o amianto na lista de resíduos perigosos), possuindo a seguinte classificação:

- **Classe A:** *“resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados. São aqueles provenientes de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação ou edificações como também daqueles provenientes da fabricação ou demolição de peças pré-moldadas em concreto”*. Ex: resíduos de alvenaria, resíduos de concreto, resíduos de peças cerâmicas, pedras, restos de argamassa, solo escavado, entre outros.
- **Classe B:** *“são os resíduos recicláveis para outras destinações”*. Ex: plásticos (embalagens, PVC de instalações), papéis e papelões (embalagens de argamassa, embalagens em geral, documentos), metais (perfis metálicos, tubos de ferro galvanizado, marmite de alumínio, aço, esquadrias de alumínio, grades de ferro e resíduos de ferro em geral, fios de cobre, latas), madeiras (forma) e vidro”.
- **Classe C:** *“são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação”*. Ex:

Gesso, estopas, isopor, lixas, mantas asfálticas, massas de vidro, sacos de cimento e tubos de poliuretano.

- **Classe D:** “*são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção ou demolições*”.
Ex: solventes, óleos, resíduos de clínicas radiológicas, latas e sobras de aditivos e desmoldantes, telhas e outros materiais de amianto, tintas e sobras de material de pintura.

Destaca-se que cada resíduo possui um período de decomposição diferente um do outro, assim, evidencia-se a especificidade de cada resíduo e o cuidado do momento do descarte.

2.2.1. Resíduos orgânicos

Segundo Caderoni (2003), os resíduos orgânicos são de origem animal e vegetal descartados das atividades humanas, neles estão incluídos os restos de alimentos, frutas, verduras, legumes, flores, plantas, folhas, sementes, fibras, restos de carnes, ossos e etc.

A maioria dos resíduos orgânicos podem ser utilizados no processo de compostagem, sendo transformados em fertilizantes e corretivos do solo, dessa maneira, proporcionando o aumento da taxa de nutrientes no solo e assim enriquecendo a produção agrícola.

2.2.1.1. Fio de Cabelo

O cabelo (do latim *capillus*) é cada um dos pêlos que crescem no couro cabeludo (parte superior da cabeça do corpo humano). Diferenciam-se dos pêlos comuns pela sua elevadíssima concentração por área de pele e do desenvolvimento em comprimento. Podendo ser lisos, crespos, ondulados e de muitas cores (WICHROWSKI, 2007).

Conforme Oliveira (2013),

“[...] a fibra de cabelo é uma proteína de elevada resistência mecânica, ou seja, um polímero biológico composto de aminoácidos unidos por ligações peptídicas. No caso da fibra capilar, encontramos proteínas específicas com alta cristalinidade, denominadas α -queratina” (OLIVEIRA, 2013).

Segundo (ALVES, 2016), “o cabelo, desde a raiz até as pontas, é formado por estruturas orgânicas, o que há de surpreendente é que até a oleosidade presente nos fios conta com substâncias químicas para ser formada”.

Os cabelos não servem somente como um aliado estético (dando forma e valorizando o rosto), mas, também funcionam como um isolante térmico, protegendo a cabeça das radiações solares e da abrasão mecânica. Também podem ser um indicativo de diversas doenças que se manifestam alterando sua estrutura (GOMES, 1999).

2.2.1.2. Casca de Arroz

“A cadeia produtiva do arroz é bastante conhecida no mundo, pois o arroz é um alimento básico considerado de segurança nacional. O arroz é uma planta silvestre da Índia, seguindo da Ásia para a Europa e norte da África” (CAMPOS, 2003).

O arroz é um cereal considerado como produto preferencial de muitas pessoas e está presente no cardápio do dia a dia da população (EPAGRI, 2008). Além do arroz em si, a casca de arroz também possui outras possíveis utilidades como destaca Moraes (2011), na casca de arroz podem ser encontrados até seis vezes mais dióxido de silício (ou sílica), composto químico, cristalino, possuindo quantidade considerável na crosta terrestre, sendo responsável por uma espantosa versatilidade na sua utilização, podendo-se produzir desde a borracha, até o cimento e os chips eletrônicos.

A casca do arroz quando passa pelo processo de queima, ocorre à transformação da casca em cinza, segundo Bezerra (2010), “os resíduos vegetais, como a cinza da casca do arroz, vêm sendo estudados por vários pesquisadores, estes por sua vez observaram que esta cinza apresenta bons resultados quanto aos aspectos físicos e mecânicos quando utilizadas em argamassas e concretos”.

“A cinza é utilizada como substituto parcial do aglomerante devido apresentar alto teor de sílica, o que favorece as qualidades deste material e estas qualidades podem favorecer a diminuição na deterioração do concreto e da armadura, resultando na obtenção de concretos resistentes a poluição e as intempéries, pisos resistentes à abrasão, etc (BEZERRA, 2010)”.

De acordo com as pesquisas realizadas constatou-se segundo Souza (2008), que a cinza da casca do arroz favorece para o aumento da resistência à compressão simples, além da durabilidade de argamassas e do concreto, e conseqüentemente à diminuição da porosidade.

2.2.1.3. Cinza de carvão vegetal

O carvão mineral é um combustível fóssil sólido constituído de matéria orgânica de vegetais depositados em bacias sedimentares. Por ação de pressão e temperatura em ambiente sem contato com o ar, em decorrência de soterramento e atividade orogênica, os restos vegetais ao longo do tempo geológico se solidificam, perdem oxigênio e hidrogênio e se enriquecem em carbono, em um processo denominado carbonificação (TANCREDI, 2010).

Um dos resíduos sólidos mais significativos, em termos de volume, no Brasil, são as cinzas de carvão geradas em usinas termelétricas. A forma de acumulação dessas cinzas se dá numa decisão puramente econômica, sem considerar as relações com o meio ambiente, sendo dispostas de forma inadequada no entorno das usinas.

POZZOBON (1999) afirma que, “dentre os resíduos industriais originados, a cinza do carvão mineral ocupa lugar de destaque, por estar presente na maioria dos processos de geração de energia. As cinzas são formadas a partir de componentes não combustíveis de carvão e, também, de partículas não queimadas devido à combustão incompleta do carvão pulverizado na câmara de combustão, em temperatura variável entre 1200 e 1600 °C”.

A disposição das cinzas em aterros oferece perigos potenciais aos mananciais hídricos, pois contaminam as águas superficiais e subterrâneas, e ao solo pela lixiviação dos seus elementos tóxicos (DEPOI et al., 2008). Uma das maneiras de reduzir os impactos ambientais decorrentes da disposição das cinzas de carvão no meio ambiente consiste na ampliação das potencialidades de sua utilização (FUNGARO et. al. 2005).

2.2.2. Resíduos inorgânicos

Segundo Caderoni (2003), esses resíduos são considerados inorgânicos por não possuírem origem biológica, ou seja, são materiais produzidos pelo trabalho humano como exemplo: metais, plásticos, vidros, etc. Esses resíduos são frequentemente lançados ao meio ambiente, sem adequado tratamento para disposição, e apresentam maior tempo de degradação.

2.2.2.1. Copo descartável

O copo descartável é um objeto plástico de grande utilidade, pois além de ser facilmente acessível por causa do preço, também promove praticidade no dia-a-dia, principalmente em empresas, repartições públicas, escolas e inúmeras instituições onde se tem

um fluxo mais intenso de pessoas, sendo comum serem utilizados em festas, reuniões familiares, churrascos e etc. Consequentemente devido ao seu uso excessivo em muitos locais, ocorre o seu acúmulo nos locais de uso e por sua vez também ocorre a sua deposição inadequada, onde a minoria é reaproveitada, dessa forma favorecendo a ocorrência e a maior incidência de problemas ambientais.

Segundo a Copocentro (2016),

Os plásticos têm seu nome originário do grego *plastikós*, que significa capaz de ser moldado. Plásticos são materiais formados pela união de grandes cadeias moleculares chamadas polímeros que, por sua vez, são formadas por moléculas menores denominadas monômeros (COPOCENTRO, 2016).

Os plásticos podem ser classificados em PP (polipropileno) e PS (poliestireno). O PP, é um tipo de material brilhante, rígido, com capacidade de conservar o aroma e resistente às mudanças de temperatura. Normalmente são encontrados em peças técnicas, utilidades domésticas, fios, cabos, potes e embalagens mais resistentes.

Pode ser identificado pelo triângulo de reciclável com um número “5” por dentro e as letras “PP” por baixo.

Figura 01 - Símbolo Plástico Polipropileno.



Fonte: Copocentro (2016)

O PS, por sua vez, é um material impermeável, leve, transparente, rígido e brilhante, sendo utilizado na maioria dos copos descartáveis, placas isolantes, embalagens de alimentos, etc. São mais frágeis que o PP, possuindo baixa resistência a calor e intempéries, porém são 100% recicláveis.

Podem ser identificados por meio da presença do símbolo triangular de reciclável com o número “6” por dentro e as letras “PS” por baixo.

Figura 02 - Símbolo Plástico Poliestireno.



Fonte: Copocentro (2016).

O tempo de decomposição do copo descartável é estimado entre 250 a 400 anos, dessa maneira, é notável a dimensão do dano que este resíduo pode trazer ao meio ambiente.

2.2.2.2. Vidro

O vidro é um material 100% (cem por cento) reciclável, pois pode ser reutilizado muitas vezes, é produzido por meio de uma mistura de matérias-primas naturais, além dos resíduos produzidos da indústria vidreira, as embalagens de vidro utilizadas no cotidiano são descartadas juntamente com o lixo doméstico.

Segundo SHACHELFORD (2008) o vidro é um material cerâmico, sólido não cristalino de óxido tradicional. Os silicatos, especialmente, têm custo moderado devido à abundância dos elementos Silício (Si) e Oxigênio (O) na crosta terrestre. O vidro é um material frágil, porém não fraco. Ele tem grande resistência à ruptura, podendo mesmo ser utilizado em pisos, é duro e rígido, porém não sendo apropriado para aplicações sujeitas a impactos. Pode-se calcular teoricamente a resistência de um material frágil, pois a força necessária para rompê-lo é a necessária para romper as ligações dos seus átomos.

2.2.2.3. Isopor - Poliestireno Expandido (EPS)

Segundo Santos (2009), “o isopor é um nome comercial e marca registrada pela empresa Knauf isopor Ltda”. O nome científico é o Poliestireno Expandido, “EPS”, sendo um material sintético proveniente do petróleo.

Santos (2009) apresenta as principais características do isopor empregado na construção civil como sendo a baixa condutividade; baixa massa específica; resistência mecânica; baixa absorção de água; facilidade de manuseio; resistência ao envelhecimento; absorção de choques; resistência à compressão e etc.

São inúmeras as utilizações do isopor, no entanto há duas propriedades em específico que têm fortalecido cada vez mais à presença deste no mercado consumidor, como a sua extrema leveza e isolamento termo-acústico, pois essas propriedades estão diretamente ligadas a baixo custo. Atualmente o isopor apresenta-se bem empregado em embalagens industriais, artigos para consumo (caixas térmicas, pranchas, porta-gelo, etc.), na agricultura e principalmente na construção civil (ABRAPEX, 2006).

Sobre os danos causados ao ambiente pelo descarte incorreto do poliestireno expandido (EPS), muita gente até percebe que contribui com a degradação, mas não sabe como evitá-la. Afinal, o isopor está hoje associado a um número cada vez maior de hábitos de consumo: das bandejas de padarias e supermercados às embalagens de proteção e até peças da construção civil (OLIVEIRA, 2013).

2.3. Compósitos

Compósito pode ser definido como qualquer material multifásico que exibe uma proporção significativa das propriedades de ambas as fases que constituem, de modo tal que é obtida uma melhor combinação de propriedades (CALLISTER Jr., 2006).

O desenvolvimento de materiais compósitos é a combinação dos diversos tipos de compostos. Conforme Callister (2006), os compósitos apresentam amplificação das suas características e de suas propriedades e possuem fases constituintes, que por sua vez, devem estar separadas por uma interface distinta e de escala microscópica. De modo geral, são compostos por duas fases: uma chamada de matriz, sendo contínua e envolvendo a outra fase, denominada fase dispersa denominada agente de reforço. Em conformidade com o princípio da ação combinada, essas propriedades podem ser obtidas pela combinação e junção de dois ou mais materiais distintos.

Segundo Callister (2006), a maioria dos compósitos visa à melhoria das propriedades mecânicas, como rigidez, resistência, tenacidade e permeabilidade, sendo às vezes exploradas combinadamente outras propriedades, como resistência às condições ambientais e às altas temperaturas. Sendo assim, a análise dos compósitos normalmente é concentrada nas propriedades mecânicas.

Quando um material é desenvolvido utilizando materiais de natureza distinta é denominado compósito. Uma prancha de surfe é um exemplo típico de um compósito onde fibras de vidro são embebidas em um polímero. O concreto que apresenta uma boa resistência

à compressão e baixa resistência à tração pode formar um compósito com o aço, que tem boa resistência à tração (BLEDZKI; GASSAN, 1999).

A escolha da matriz depende da aplicabilidade do compósito e das propriedades desejadas.

2.3.1. Matriz

A matriz é um material contínuo que envolve a fase dispersa. A matriz funciona como mantenedora da integridade estrutural do compósito. Algumas propriedades mecânicas, térmicas e químicas são desejáveis para o material da matriz, podendo citar: resistência ao impacto, à tração elevada e ao corte, ductilidade e tenacidade mecânica; baixa condutividade térmica, resistência a temperaturas extremas e coeficiente de dilatação térmica; boa adesão às fibras, resistência à degradação a ambientes quimicamente agressivos. Além de outras propriedades como baixo custo e cura rápida.

Como exemplo de matriz tem-se, os metais, os polímeros e as cerâmicas. Como alguns exemplos de materiais de reforço para compósitos, apresentam-se as fibras (de vidro, carbono, orgânicas, de carvão ou silício, entre outras), assim como a madeira, o grafite e alguns minerais. Outro tipo de matriz bastante utilizada na formação de compósitos, e que se constitui no interesse do presente trabalho, é a matriz de base cimentícia. Por exemplo, na indústria da construção civil, a maior razão para o interesse nas fibras, é o desejo de aumentar a tenacidade ou melhorar as propriedades das matrizes à base de cimento.

De acordo com HANNANT (1978) os objetivos principais do engenheiro de materiais, na tentativa de modificar as propriedades do cimento ou do concreto, são os que se seguem:

- ✓ Melhorar a resistência à flexão e à tração;
- ✓ Melhorar a resistência ao impacto;
- ✓ Controlar a fissuração.

2.3.1.1. Argila

Segundo Bouth (2005), a propriedade mais importante da argila para a fabricação dos tijolos de adobe é a plasticidade, que permite moldar o produto à forma desejada quando preparada a pasta com determinada percentagem de umidade.

Souza; Santos (1978 apud BOUTH, 2005) define essa propriedade como sendo a característica que o material possui de se deformar quando submetido a aplicação de uma força ou tensão, e de manter essa deformação quando a força aplicada é retirada.

2.3.1.2. Cimento

O cimento é um dos materiais mais importantes e mais utilizados nas construções civis, pois ele é utilizado em diversas fases da construção. Segundo Battagin (2016), é classificado como aglomerantes hidráulicos, quando em contato com a água entra em processo físico-químico, tornando-se assim um elemento sólido muito resistente à compressão, água e sulfatos.

O cimento “Portland” foi uma denominação criada em 1824 por Joseph Aspdin, um químico e construtor britânico, na sua experiência ele queimou pedras de calcário e argila, tendo como produto final um pó fino. Então percebeu que se tratava de um material resistente, que após secar tornava-se tão duro quanto às pedras, não se dissolvia na água e apresentava durabilidade e solidez características de rochas britânicas.

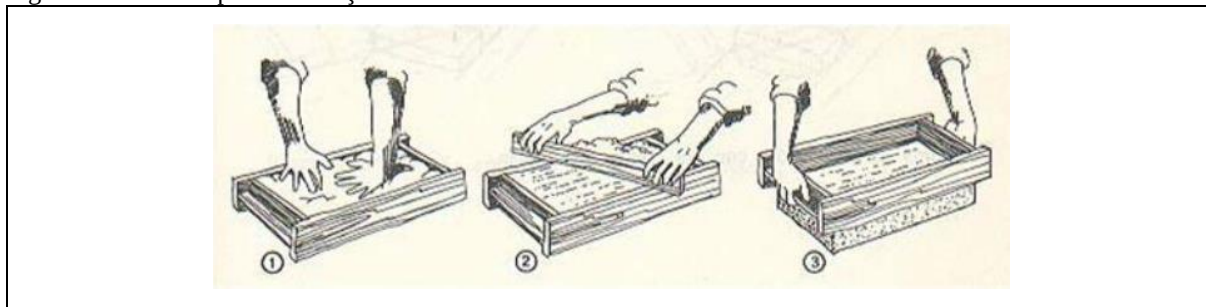
O cimento CP IV, chamado Portland Pozolânico, apresenta argila de pozalana, que é um composto que possui sílica reativa e quando entra em contato com a cal, atua como ligante hidráulico, esse fato confere ao cimento uma maior impermeabilidade, possibilitando o uso e melhorando a performance de qualidade em ambientes úmidos e subterrâneos. Foi desenvolvido para atender situações onde há riscos elevados de ocorrerem fissuras ocasionadas pelo calor de hidratação, produzido quando o cimento reage com a água. Seu teor de adições pozolânicas garante que o calor liberado pela hidratação do clínquer de cimento seja menor evitando o risco de fissuração.

A adição pozolânica irá proporcionar maior durabilidade à estrutura e maiores resistências comparadas aos cimentos de sua categoria. É especialmente indicado em situações onde o ambiente de aplicação é quimicamente agressivo. Quando a aplicação não exige o uso imediato da estrutura ou uma desforma em idades mais avançadas, a escolha ideal é este cimento pela durabilidade, além de apresentar excelente custo-benefício.

2.3.1.3. Dimensões do Tijolo

Diversas variações nas formas e dimensões das fôrmas podem ser encontradas. Há fôrmas para apenas um tijolo, dois, três e mesmo cinco de uma só vez. Pode-se também fazer fôrmas que permitam também se fazer meio bloco (Figura 4).

Figura 03 - Fôrmas para fabricação de adobes.



Fonte: Gonçalves (2005).

A moldagem é inteiramente manual. A espessura não deve ser grande, até 10 cm ou um pouco mais. Valores maiores podem conduzir a uma homogeneização deficiente na moldagem. A largura recomendada é da ordem de 20 cm na Europa, que tem clima severo, porém 15 cm já conduzem a uma boa parede no Brasil. O comprimento pode ir até 40 cm. Blocos maiores “rendem” mais quando da construção dos muros. É preferível usar o comprimento igual a duas vezes a largura. Blocos de 20 cm x 30 cm por 8 a 10 cm de espessura são práticos, segundo Gonçalves (2005).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.2. Materiais Utilizados e Coleta das Matrizes

As matrizes utilizadas na produção dos compósitos são a argila e o cimento, uma vez que as mesmas são comumente utilizadas na produção de tijolos e concretos em fábricas e em olarias cerâmicas, sendo utilizados no projeto como aglutinantes aglomerantes e aprisionantes para produção de uma matriz compósita cimentícia e cerâmica (Tijolo Ecológico Sustentável).

A argila (Figura 04) foi coletada numa Olaria Cerâmica, empresa que produz tijolos e telhas a base de argila no Município de Augustinópolis-TO.

Figura 04 - Argila utilizada na produção dos compósitos.



Fonte: Própria do autor

O cimento utilizado (Figura 05) como matriz para produção de outro compósito TES, o mesmo foi recolhido numa residência e reciclado, uma vez que já se encontrava parcialmente endurecido, então foi realizado o processo de peneiração do cimento, sendo aproveitado o pó para facilitar o preparo da mistura dos resíduos no processo de produção do compósito a partir da incorporação dos diferentes materiais.

Figura 05 - Cimento endurecido sendo peneirado para ser utilizado.



Fonte: Própria do autor

3.3. Coleta dos Resíduos

Os resíduos orgânicos e inorgânicos utilizados, foram coletados em seus principais segmentos de maior utilização e descarte diário. Os copos descartáveis foram coletados em locais onde há a grande circulação de pessoas durante todo o dia, sendo estas, as repartições públicas e privadas, como Prefeituras Municipais, Secretarias Municipais, Escritórios de Contabilidade, Lojas de Eletrodomésticos e Têxtis respectivamente.

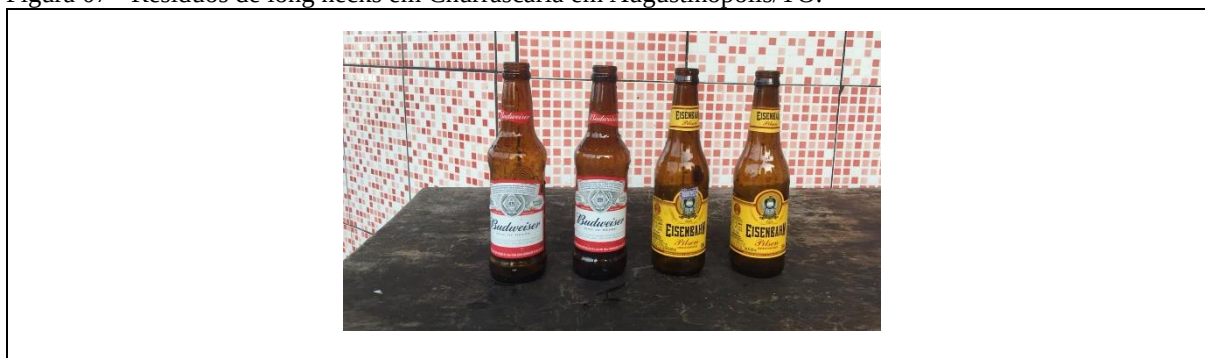
Figura 06 - (a) Resíduos de copos descartáveis descartados em prédio público. (b) Resíduos de copos descartáveis descartado em empresa privada.



Fonte: Própria do autor.

Os vidros foram coletados no lixo da churrascaria, pois na maioria das vezes não são reciclados e vão direto para o lixão, já as long necks são geralmente são descartados em churrascaria e em locais de eventos onde há o grande consumo de bebidas

Figura 07 - Resíduos de long necks em Churrascaria em Augustinópolis/TO.



Fonte: Própria do autor.

O isopor foi coletado no lixo das lojas de eletrodomésticos ou encontrados descartados nas calçadas das lojas.

Figura 08 - Resíduos de isopor descartados na calçada de Loja de Eletrodomésticos em Augustinópolis/TO.



Fonte: Própria do autor

A casca de arroz foi coletada numa usina de processamento de arroz *in natura*, quando depositado na área de descarte.

Figura 09 - Resíduos de casca de arroz na área de descarte em Araguatins/TO.



Fonte: Própria do autor.

A cinza de carvão assim como o vidro também foi coletada em churrascarias, uma vez que a mesma sempre é descartada no lixo.

Figura 10 - Resíduos de cinza de carvão vegetal produzida na churrasqueira em Churrascaria em Augustinópolis/TO.



Fonte: Própria do autor.

O cabelo masculino como possui fios curtos, nunca é utilizado para outros fins, portanto, esse resíduo foi coletado em um salão de beleza masculino.

Figura 11 - Resíduos de cabelo humano masculino coletado em salão de beleza em Augustinópolis-TO.



Fonte: Própria do autor.

3.4. Fragmentação dos Compostos Orgânicos e Inorgânicos

Os compostos como o vidro passaram pela trituração e pelo processo de peneiragem, assim como também o carvão vegetal e o cimento foram peneirados até alcançar a granulometria desejada. Quanto ao isopor, o mesmo foi ralado, com o auxílio de um ralador para facilitar a mistura dos compostos. A copo descartável foi picotado com medidas entre 1cmx1cm. Sobre a areia, o cabelo humano masculino e a casca de arroz, os mesmos foram utilizados da forma como foram coletados, uma vez que se encontravam nas medidas desejadas.

3.5. Fôrma Molde do Tijolo Ecológico Sustentável

Para confecção dos tijolos ecológicos foi produzida uma fôrma de liga metálica com as seguintes dimensões 15x10x20, para melhor isolamento térmico e união dos compostos.

Figura 12 – Fôrma metálica utilizada para produção do compósito.



Fonte: Própria do autor.

3.6. Produção do Compósito

O projeto foi desenvolvido em 02 etapas. A primeira etapa foi realizada em Araguatins-TO com a montagem do compósito utilizando a matriz cimentícia e a segunda em Augustinópolis, utilizando a matriz de argila.

Para realização dos experimentos, utilizou-se um copo medindo 500ml, para obter uma base da quantidade fixa de todos os compostos utilizados no processo de produção do compósito.

Figura 13 - Copo medindo 500ml utilizado para medir a quantidade de compostos.



Fonte: Própria do autor

3.7. Montagem dos Compósitos com a Matriz Cimentícia

3.7.1. Compósito de matriz cimentícia constituído de todos os compostos orgânicos e inorgânicos para produção do TES

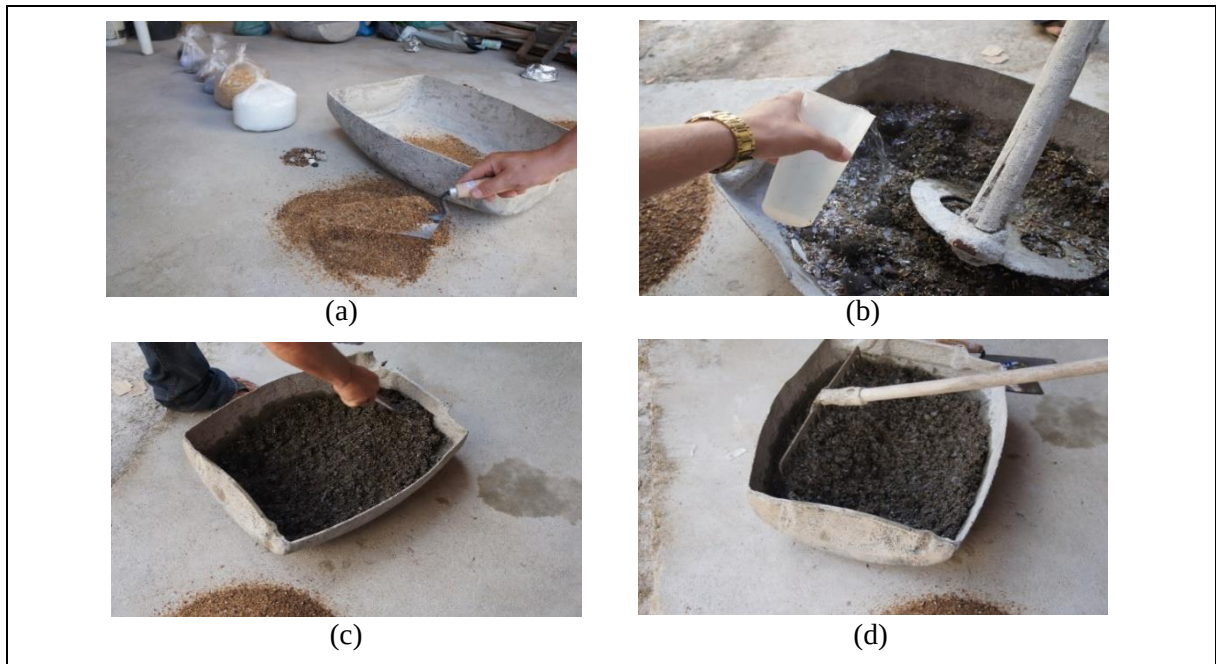
O compósito foi produzido com todos os compostos orgânicos e inorgânicos: isopor, casca de arroz, cinza de carvão vegetal, vidro, copo descartável e cabelo humano masculino, areia e o cimento, sendo classificado como Tijolo Ecológico Sustentável de Matriz Cimentícia 01. Para produção do primeiro compósito a partir da matriz cimentícia, foram utilizadas as quantidades de compostos orgânicos e inorgânicos relacionadas abaixo.

Quadro 01 - Demonstração da quantidade de resíduos utilizados para produção do Tijolo Ecológico Sustentável de Matriz Cimentícia 01.

✓ 01 copo de cimento;	✓ 01 copo de isopor ralado;
✓ 03 copos de areia;	✓ 01 copo de copo descartável picotado
✓ 01 copo de casca de arroz;	✓ 01 copo de cabelo humano;
✓ 01 copo de cinza de carvão vegetal;	✓ 02 copos de água;
✓ 01 copo de vidro triturado;	

Fonte: Própria do autor

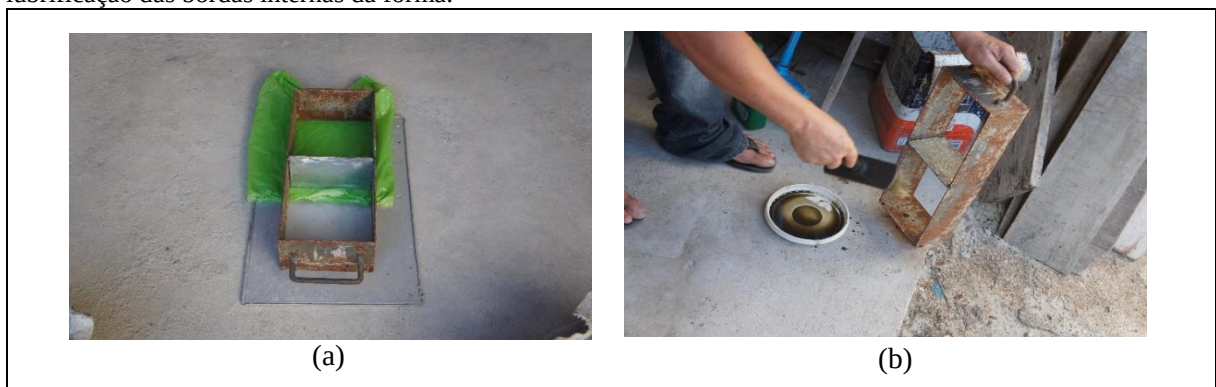
Figura 14 - (a) Iniciando as misturas dos compostos orgânicos e inorgânicos para produção do compósito (tijolo ecológico sustentável). (b) Adicionando água para umidificar os compostos. (c) Misturando os compostos que se agregaram as bordas da masseira. (d) Misturando os compostos com o auxílio de um ancinho de jardinagem para facilitar a mistura.



Fonte: Própria do autor

A fôrma metálica foi produzida para fabricação de dois tijolos ao mesmo tempo. Antes de colocar a mistura de resíduos dentro da fôrma, utilizou-se lubrificante lubrax nas laterais da parte interna da fôrma para evitar aderência do tijolo à fôrma.

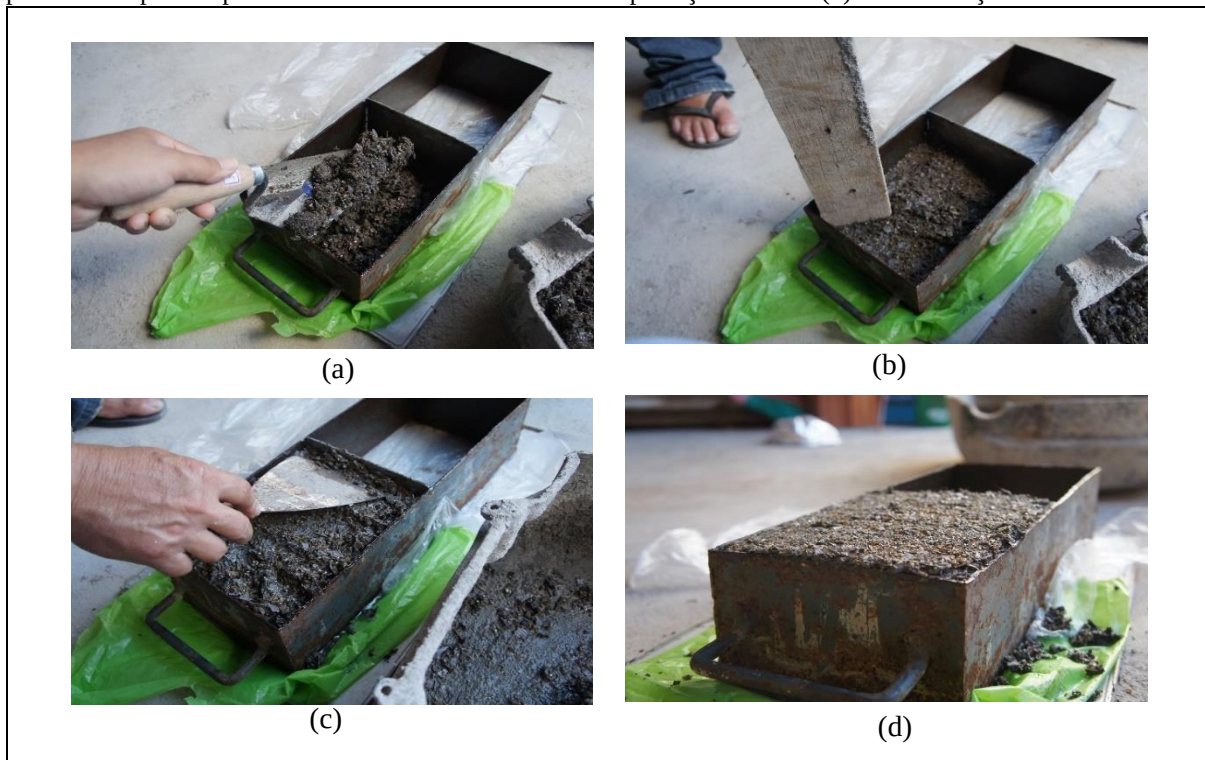
Figura 15 - (a) Demonstração da fôrma metálica utilizada para produção dos compósitos. (b) Demonstração da lubrificação das bordas internas da fôrma.



Fonte: Própria do autor.

Após adicionar o lubrificante às bordas da fôrma, foi colocada a mistura de resíduos orgânicos e inorgânicos para produção do compósito (TES).

Figura 16 - (a) Adicionando a mistura de compostos dentro da fôrma com auxílio de uma colher de pedreiro. (b) Utilizando um pedaço de madeira para compactar o compósito dentro da fôrma. (c) Usando a espátula de pedreiro para vedar a parte superior e auxiliar no nivelamento e compactação do TES. (d) Demonstração do TES finalizado.



Fonte: Própria do autor.

3.7.2. Compósito de matriz cimentícia constituído de alguns compostos orgânicos e inorgânicos para produção do TES

O compósito foi produzido com parte dos compostos orgânicos e inorgânicos: isopor, palha de arroz, cinza de carvão, areia, vidro e o cimento, sendo classificado como Tijolo Ecológico Sustentável de Matriz Cimentícia 02.

Nesse compósito utilizou-se as seguintes quantidades de compostos:

Quadro 02 - Demonstração da quantidade de resíduos utilizados para produção do Tijolo Ecológico Sustentável de Matriz Cimentícia 02.

✓ 02 copos de cimento;	✓ 01 copo de vidro triturado;
✓ 06 copos de areia;	✓ 01 copo de isopor ralado;
✓ 01 copo de casca de arroz;	✓ 02 copos de água;
✓ 01 copo de cinza de carvão vegetal;	

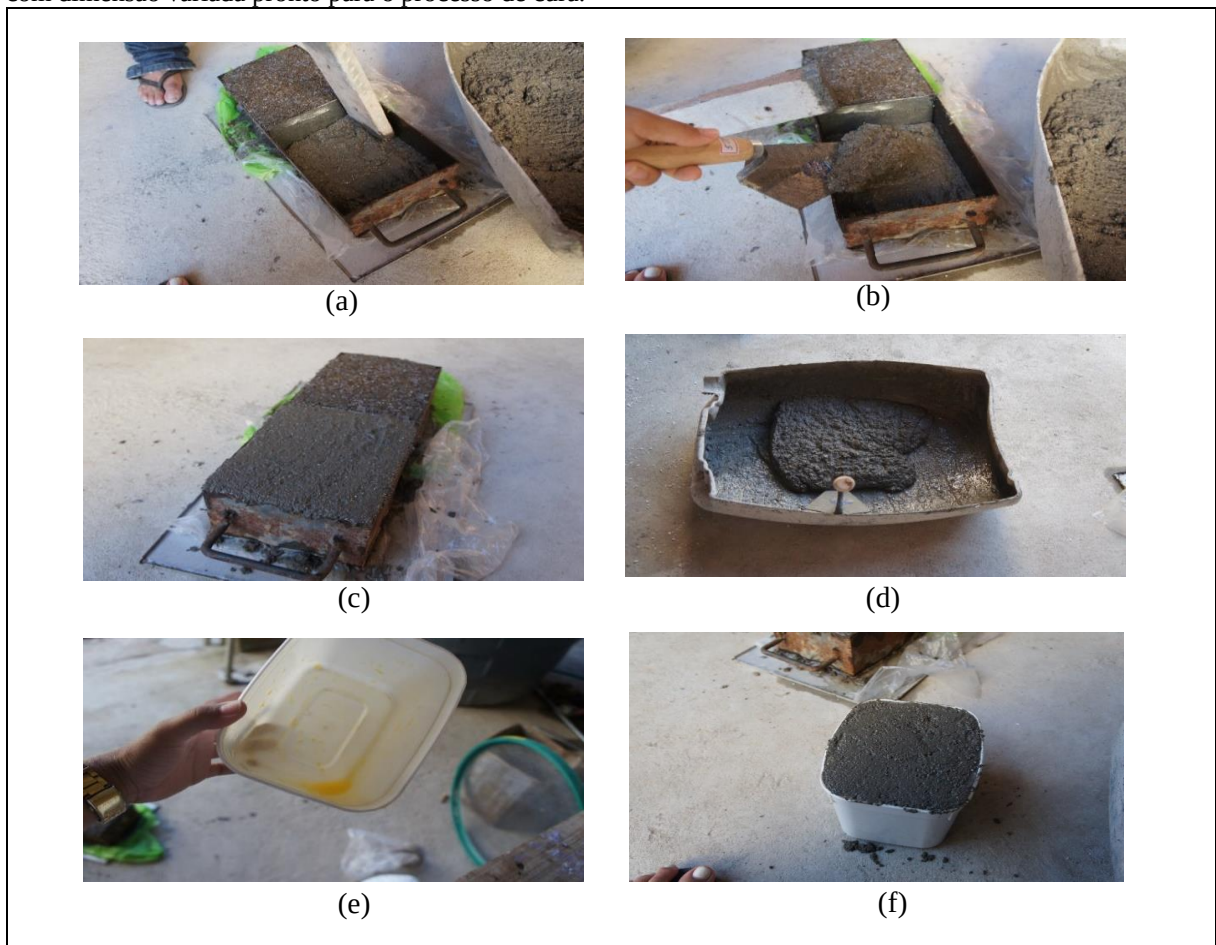
Fonte: Própria do autor.

Figura 17 - (a) Adicionando os compostos na masseira. (b) Colocando água para umidificar os compostos e facilitar na mistura. (c) Acrescentando os últimos compostos para a mistura. (d) Misturando os resíduos com o auxílio do ancinho de jardinagem.



Fonte: Própria do autor.

Figura 18 - (a) Preenchendo a fôrma com a mistura de resíduos e compactando com um pedaço de madeira. (b) Utilizando colher de pedreiro pra preencher a fôrma. (c) TES pronto para passar pelo processo de cura. (d) Sobra de mistura dos resíduos. (e) Lubrificando uma vasilha de sorvete para aproveitar o material que sobrou. (f) Tijolo com dimensão variada pronto para o processo de cura.



Fonte: Própria do autor.

Após misturar os resíduos, os mesmos foram colocados dentro da outra parte da fôrma. Ao passar 03 dias e em ambiente aberto com temperatura variando entre 35°C de 40°C o TES estava totalmente estruturado e em processo de cura.

Figura 19 - (a) Compósito de Matriz Cimetícia TES 01 do lado direito e Compósito de Matriz Cimetícia TES 02 do lado esquerdo em fôrma metálica. (b) Fôrma alternativa de plástico reciclado contendo o restante da mistura do Compósito de Matriz Cimetícia TES 02.



Fonte: Própria do autor.

3.8. Montagem do Compósito com a Matriz Cerâmica

3.8.1. Compósito de matriz cerâmica constituído de todos os compostos orgânicos e inorgânicos para produção do TES

O compósito foi produzido com todos os compostos orgânicos e inorgânicos: isopor, casca de arroz, cinza de carvão vegetal, copo descartável picotado, vidro triturado, cabelo humano masculino e a argila, sendo classificado como Tijolo Ecológico Sustentável de Matriz Cerâmica 01.

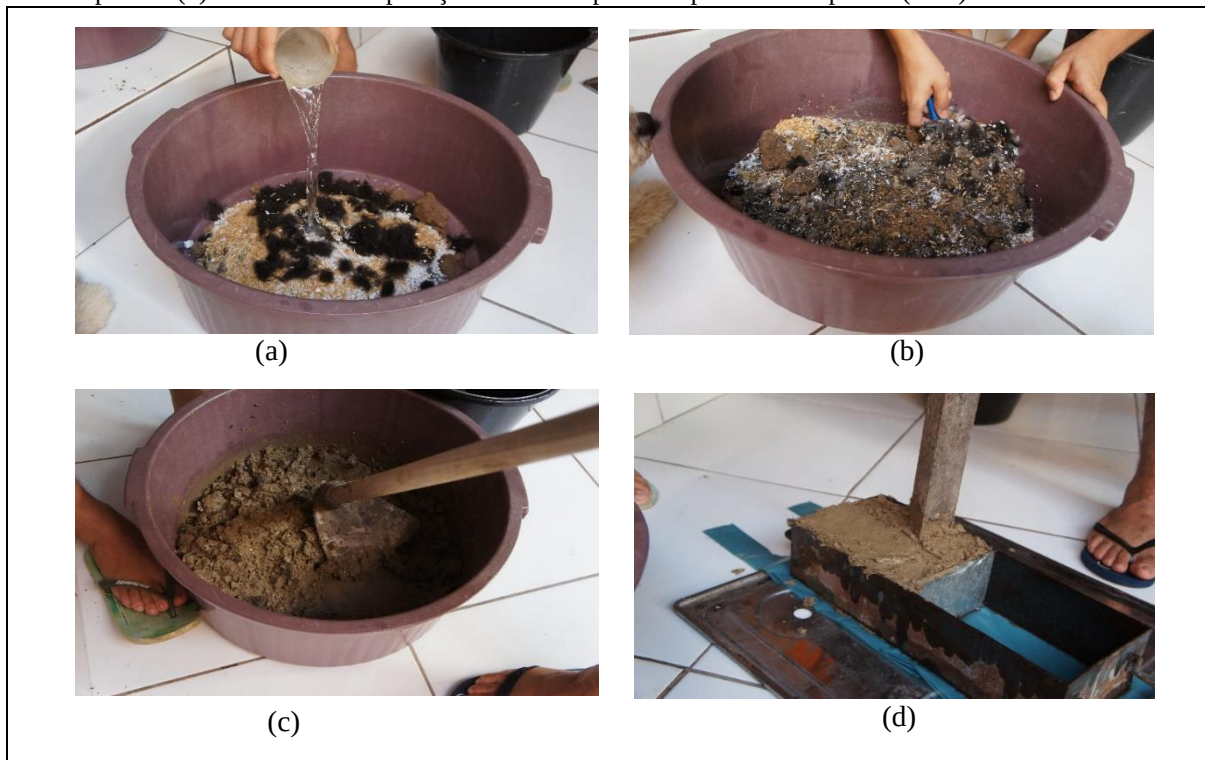
Nesse compósito utilizou-se a seguinte quantidade de compostos:

Quadro 03 - Demonstração da quantidade de resíduos utilizados para produção do Compósito de Cerâmica 01.

✓ 09 copos de argila;	✓ 01 copo de isopor ralado;
✓ 01 copo de casca de arroz;	✓ 01 copo de copo descartável picotado;
✓ 01 copo de cinza de carvão vegetal;	✓ 01 copo de cabelo humano masculino;
✓ 01 copo de vidro triturado;	✓ 1250 ml de água;

Fonte: Própria do autor.

Figura 20 - (a) Adicionando água para misturar os compostos. (b) Misturando os compostos com o auxílio de espátula de pedreiro. (c) Mexendo os compostos com o auxílio da enxada de pedreiro para melhor homogeneização dos compostos. (d) Utilizando uma peça de madeira para compactar o compósito (TES) dentro da fôrma.



Fonte: Própria do autor.

3.8.2. Compósito de matriz cerâmica constituído de alguns compostos orgânicos e inorgânicos para produção do TES

No segundo compósito de argila, utilizou-se apenas alguns compostos como: Isopor, Casca de Arroz e Cinza de Carvão, denominado Tijolo Ecológico Sustentável de Matriz Cerâmica 02.

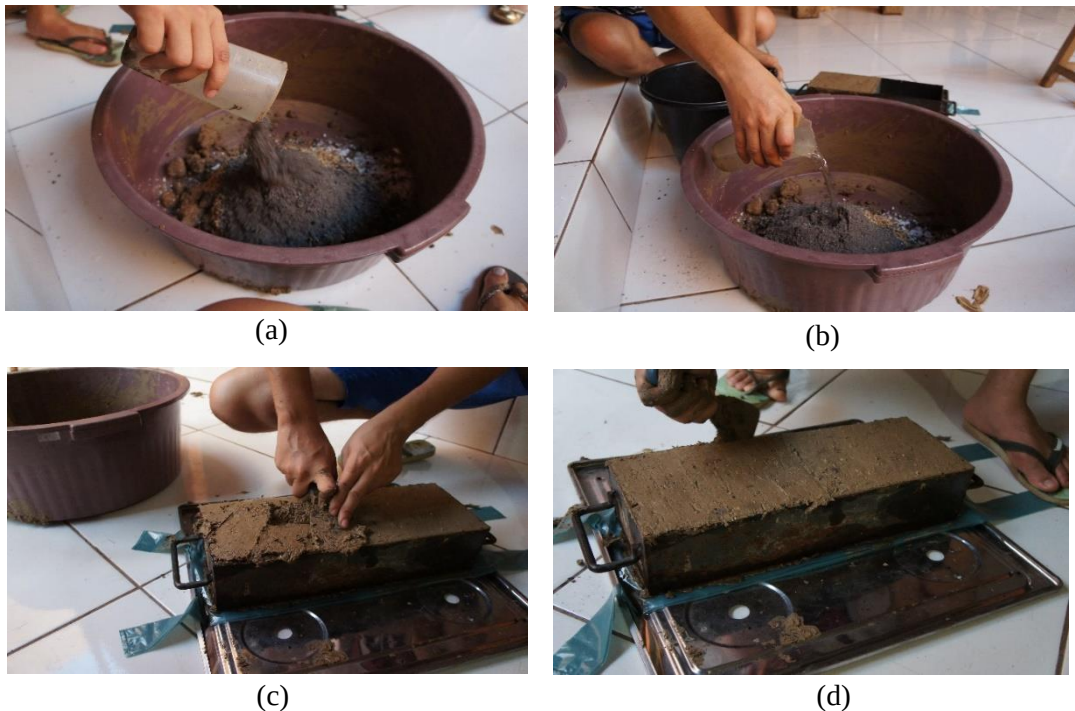
Nesse compósito utilizou-se a seguinte quantidade de compostos:

Quadro 04 - Demonstração da quantidade de compostos utilizados para produção do Compósito de Matriz Cerâmica TES 02.

✓ 09 copos de argila;	✓ 01 copo de vidro triturado;
✓ 01 copo de casca de arroz;	✓ 01 copo de isopor ralado;
✓ 01 copo de cinza de carvão vegetal;	✓ 1250 ml de água;

Fonte: Própria do autor.

Figura 21 - (a) Adicionando todos os compostos dentro da masseira. (b) Adicionando água para umidificar os compostos para executar a mistura. (c) Realizando a compactação e o nivelamento do compósito com o auxílio de uma espátula de pedreiro. (d) Reparando e finalizando o compósito (TES) nas bordas da fôrma.

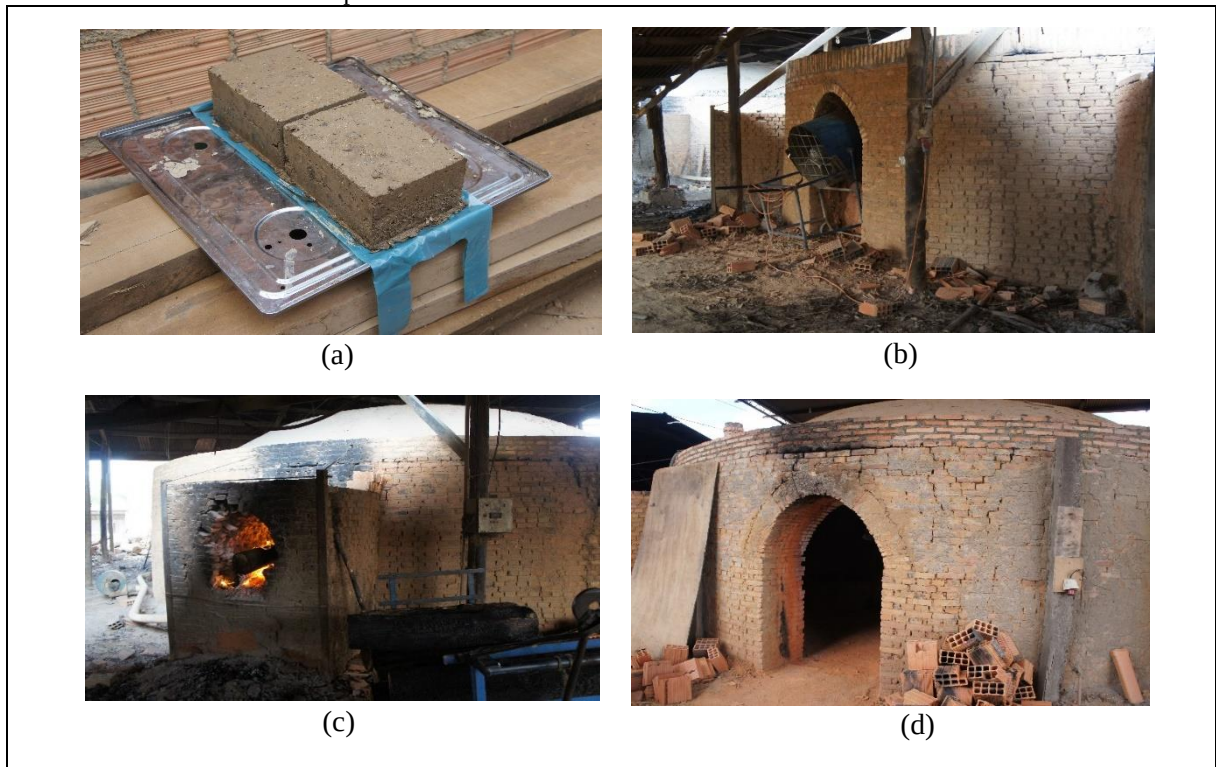


Fonte: Própria do autor.

Após finalizar os compósitos de matriz cerâmica TES, os mesmos foram levados para uma Olaria cerâmica próxima para o processo de secagem e queima com os tijolos. Para iniciar o processo de fabricação dos tijolos, é necessário passar pelo processo de secagem, uma vez que os tijolos se encontravam com muita umidade, os mesmos foram colocados numa estufa durante 07 dias para retirar o excesso de umidade, para não ocasionar rachaduras, quando o mesmo chegar no processo de queima em fornalha.

Logo após a perda da umidade, os tijolos foram colocados em um forno climatizado para retirar totalmente a umidade que ainda restava. Posteriormente, os tijolos foram para outro forno, sendo empilhados e queimados para que ganhassem força homogênea ou estrutura cerâmica. Após o processo de queima, os tijolos ficaram colocados em ambiente natural para esfriar.

Figura 22 - (a) Os compósitos ficaram na estufa durante 07 dias para retirar o excesso de umidade. (b) Os compósitos foram colocados no forno climatizado para retirar totalmente a umidade. (c) Os compósitos entram para o processo de queima com os tijolos produzidos na Olaria cerâmica. (d) Após a queima os compósitos são colocados em ambiente natural para esfriar.



Fonte: Própria do autor.

O processo de fabricação dos Tijolos Ecológicos Sustentáveis de Matriz Cerâmica durou 15 dias, iniciando do processo de secagem até a queima e esfriamento.

Figura 23 - (a) Tijolo Ecológico Sustentável de Matriz Cerâmica 01 após o processo de queima e esfriamento. (b) Tijolo Ecológico Sustentável de Matriz Cerâmica 02 após o processo de queima e descanso.



Fonte: Própria do autor.

3.9. Testes alternativos realizados

3.9.1. Absorção de água

Após os TES de matriz cimentícia secarem em ambiente aberto por 03 dias com temperatura variando entre 35°C e 40 °C, foi realizado os testes de absorção de água, onde utilizou-se um copo de 500 ml com água, para colocar sobre o TES e assim observar a permeabilidade do mesmo.

Figura 24 - (a) Demonstração da água ao ser colocada sobre o TES. (b) A água foi parcialmente absorvida.



Fonte: Própria do autor.

Após um período de 20 (vinte) dias, realizou-se o teste de permeabilidade com os TES de Matriz Cerâmica 01 e 02.

Figura 25 - (a) Demonstração da água sendo despejada sobre o TES de matriz cerâmica 01. (b) A água foi parcialmente absorvida.



Fonte: Própria do autor.

Figura 26 - (a) Demonstração da água sendo despejada sobre o TES de matriz cerâmica 02. (b) A água foi parcialmente absorvida.

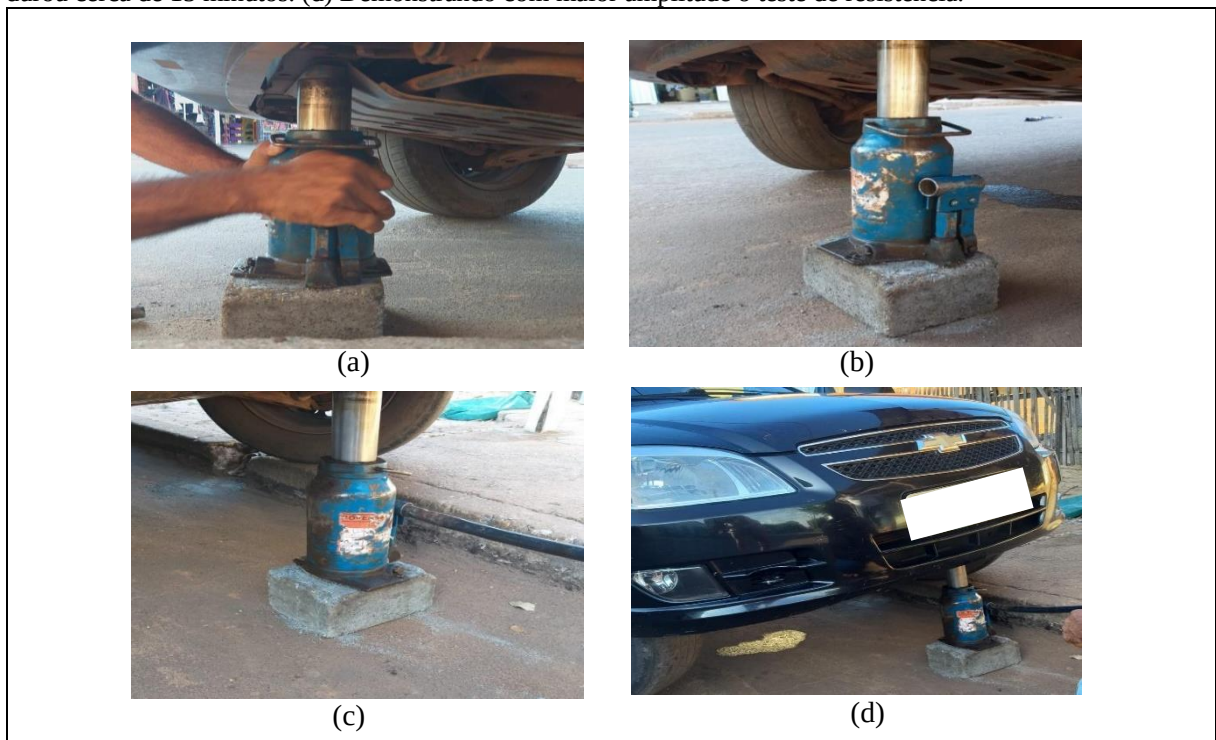


Fonte: Própria do autor.

3.9.2. Resistência

Foi realizado também, o teste de resistência mecânica para verificar a resistência à compressão e observar o ponto de cisalhamento utilizando um macaco hidráulico para suspensão de veículos pesados.

Figura 27 - (a) Colocando o macaco sobre o TES para o teste de resistência à compressão e ponto de cisalhamento. (b) TES suportando o peso de 905 Kg do veículo ao ser içado por macaco hidráulico. (c) O teste de resistência durou cerca de 15 minutos. (d) Demonstrando com maior amplitude o teste de resistência.



Fonte: Própria do autor.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Visou-se com a construção dos compósitos TES em estudo reinserir na economia circular através da reciclagem, os resíduos orgânicos e inorgânicos que ora foram considerados sem valor econômico, assim, reutilizando-os e retornando-os a um novo ciclo de produção para geração de novos materiais para a construção civil.

Foram produzidos 04 (quatro) compósitos TES sendo, 02 (dois) compósitos de matriz cimentícia, classificados como: Tijolo Ecológico Sustentável de Matriz Cimentícia 01 e Tijolo Ecológico Sustentável de Matriz Cimentícia 02 e também foram produzidos 02 (dois) compósitos de matriz cerâmica, classificados como Tijolo Ecológico Sustentável de Matriz Cerâmica 01 e Tijolo Ecológico Sustentável de Matriz Cerâmica 02, os mesmos diferindo na quantidade de resíduos utilizados, com o objetivo de avaliar a capacidade de aprisionamento e transferência de características dos respectivos compostos orgânicos e inorgânicos utilizados na produção do tijolo ecológico sustentável produzido experimentalmente com o uso de novos materiais.

Quanto à produção de compósitos TES, não houve êxito quanto ao Tijolo Ecológico Sustentável de Matriz Cimentícia 01, uma vez que ao tentar retirar o mesmo da fôrma metálica com uma marreta de borracha, o mesmo se desintegrou, fato que levou a concluir que os resíduos orgânicos e inorgânicos não se uniram totalmente em função das proporções adotadas com relação aos compostos destinados à aglomerar, aglutinar e aprisionar os compostos orgânicos e inorgânicos, de modo a cumprirem sua função na construção e transferência das características desejadas no compósito TES da matriz cimentícia. No entanto, observou-se também que a aglutinação, aglomeração e aprisionamento não se deu em função da granulometria do plástico e da falta de proporção adequada entre as partes, também se observou que a granulometria do plástico proveniente do copo descartável picotado, apresentou um tamanho particulado que contribuíram para a não agregação adequada aos outros resíduos, portanto a massa responsável por aglomerar, aglutinar e aprisionar e forma a matriz cimentícia não foi suficiente para cumprir sua função, somente no caso do TES de Matriz Cimentícia 01.

Quanto ao triturador de resíduos desenvolvido no Pré-Projeto, não foi possível utilizá-lo conforme projetado, uma vez que não foi possível acoplar a tela na parte inferior do protótipo o que levou a criar dificuldades que impossibilitaram a sua construção, para tanto utilizou-se um meio alternativo (tacho de ferro) e com o auxílio de uma estrutura de concreto para trituração das long necks de forma adaptada. Logo após o processo de trituração, os fragmentos obtidos passaram pelo processo de peneiragem para obter o vidro numa

granulometria desejada, ou seja, bem pequena, como pó, de modo que facilitasse a mistura e agregação com a matriz e os outros compostos.

No que se refere aos testes realizados, houve êxito quanto ao teste de permeabilidade de 03 (três) compósitos, uma vez que ao fazer o teste com o TES de Matriz Cimentícia 02, verificou-se parcialmente a absorção de água, uma vez que os compostos orgânicos e inorgânicos utilizados foram misturados, aglomerados, aglutinados e aprisionados de maneira que não deixaram espaços ou porosidade significativa entre os compostos, ou seja, a porosidade do material produzido TES e os compostos foram utilizados na aglomeração, aglutinados e aprisionamento com areia, cimento, argila e os demais compostos das diferentes matrizes apresentaram e transferiram resistência mecânica e impermeabilidade parcial.

Quanto aos compósitos TES de matriz cerâmica, houve parcialmente a absorção de água, conforme observado no TES de matriz cimentícia, visto que pode ser influenciado pela incorporação dos compostos utilizados com o objetivo de produzir novos processos e produtos a partir da pesquisa realizada, com a aplicação de compostos orgânicos e inorgânicos que muitas vezes são dispostos de forma inadequada no meio ambiente e sua reinserção na produção de um novo material é de grande importância para a economia circulante.

Quanto as características dos compostos transferidas a matriz, verificou-se a resistência dos TESs, quando sofreram resistência à compressão com o macaco hidráulico, que segundo Oliveira (2013), foi adquirida através do cabelo humano (masculino), uma vez que a fibra capilar é uma proteína de elevada resistência mecânica, característica também da casca de arroz, que conforme Bezerra (2010) a casca do arroz, bem como a sua cinza possui alto teor de sílica, favorecendo as qualidades do material e diminuindo a sua deterioração, resultando na obtenção de concretos mais resistentes. Bem como, adquirida por parte do vidro, já que segundo Shachelford (2008), o vidro é um material frágil, porém não fraco, possuindo grande resistência à ruptura, assim é possível a transferência da rigidez para o compósito.

Com o uso de cinzas de carvão vegetal consegue-se segundo Petrucci (1978), um menor custo, aumentando a eficiência na produção de materiais cimentícios pela redução dos custos. Este uso também diminui o impacto ambiental das usinas de beneficiamento de cana-de-açúcar pela reutilização do resíduo gerando lucro, que de outra forma geraria custos com seu tratamento e descarte (MACEDO, 2009; SANTOS et al., 2008; VALENCIANO et al., 2004; BAYAT, 2002).

O processo de incorporação das cinzas como material inerte em substituição parcial de outros materiais de maior custo, apesar de usual, agrega pouco valor ao material. A utilização de cinzas modifica a composição da pasta de cimento, influência a hidratação e a microestrutura

de argamassas e pastas, a permeabilidade, como constatado nos TES e a resistência do concreto. (POON et al., 1997).

O TES de Matriz Cerâmica apresentou a característica de rigidez, advinda do copo descartável, uma vez que ao passar pelo processo de queima o plástico sofreu o derretimento, aglomerando-se ainda mais ao compósito e o tornando mais rígido.

Com relação as características do isopor transferidas à matriz, observou-se a leveza que foi adquirida no TES, característica específica do isopor, onde conforme Abrapex (2006), o isopor é um produto possui extrema leveza e isolamento termo-acústico, propriedades essas que estão diretamente ligadas a baixo custo.

5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados é possível concluir que o compósito TES de matriz cimentícia apresentou características que o tornam como novo material que atende ao sistema de produção de materiais para construção civil, visto que ao incorporar diferentes resíduos através da reinserção de novos materiais, reincorporando por sua vez na economia circular, através da produção de tijolos ecológicos de diferentes matrizes que incorporam diferentes compostos orgânicos e inorgânicos. Uma vez que a matriz cimentícia e cerâmica consegue aglomerar, aglutinar e aprisionar todos os resíduos objeto do presente estudo de investigação, portanto pode-se concluir que é possível produzir novos produtos a partir da incorporação de resíduos sólidos que foram destinados no meio ambiente de forma inadequada.

Quanto aos compósitos TES de cerâmica 01 e 02, se observou a viabilidade tanto técnica, quanto econômica do uso de diferentes compostos orgânicos e inorgânicos aplicados na produção de um novo material de construção TES a partir da incorporação desses materiais que irão compor à nova matriz do TES que tem sido objeto de investigação desse estudo de pesquisa.

Avaliar transferência de todas as características dos compostos usados nesse processo de produção certamente fará parte de um novo estudo, de avaliação das características mecânicas e de aplicação e inovação na construção de novos materiais a partir do uso de resíduos que são lançados no meio ambiente e não foram reinseridos no processo produtivo que a economia circular preconiza.

Desta forma, conclui-se que os tijolos ecológicos propostos apresentam relevância de aplicação econômica e ambiental, uma vez que podem ser aproveitados resíduos sólidos diversos em sua composição.

6. LIMITAÇÕES DO ESTUDO E TESTES FUTUROS

Em decorrência da falta de estrutura laboratorial na região, testes de compressão e Microscopia Eletrônica de Varredura não foram realizados. Desta forma, espera-se realizar estes testes nos próximos meses junto ao Laboratório de Engenharia de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

REFERÊNCIAS

- ABRAPEX. Associação Brasileira do Poliestireno Expandido. O EPS na Construção Civil: Características do poliestireno expandido para utilização em edificações. São Paulo, set. 2000.
- ALFAIA, R. G. M.; COSTA, A. M.; CAMPOS, J. C. Municipal solid waste in Brazil: A review *Waste Management & Research* 2017, Vol. 35(12) 1195–1209
- ALVES, L. **Estrutura Química do Cabelo**. 2016. Disponível em: <<http://educador.brasil.escola.uol.com.br/estrategias-ensino/estrutura-quimica-cabelo.htm>>. Acesso em: 21 dez. 2016.
- ANDODARIYA, A.; PATEL, R. L.; PITRODA, J. Techno Economical study Eco-Friendly Green Brick Production Using Reclaimed Sand Dust Waste: A Review *IJTE special issue for ICRISSET* 2017
- ANDREOLI, C. V.; ANDREOLI, F. N.; TRINDADE, T. V.; HAPPEN, C. Resíduos Sólidos: Origem, classificação e soluções para destinação final adequada. 2012. Disponível em: <https://www.agrinho.com.br/site/wpcontent/uploads/2014/09/32_Residuos-solidos.pdf>. Acesso em 15 jul. 2019.
- BATTAGIN, A. F. Uma breve história do cimento Portland. Associação Brasileira de
- BAYAT, B. Combined removal of zinc (II) and cadmium (II) from aqueous solutions by adsorption onto high-calcium Turkish fly ash. *Water Air Soil Pollution* 2002, 136, 69. <<https://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1015296032528>>. Acesso em: 09 ago. 2019.
- BEZERRA, I. M. R. Cinza da casca do arroz utilizada em argamassas de assentamento e revestimento. Campina Grande, PB, 2010. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp12726_4.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2019.
- BLEDZKI, A. K.; GASSAN, J. Composites reinforced with cellulose based fibres. *Progress in Polymer Science*, v. 24, p.221-274, 1999.
- BLUDORN, I. Post-capitalism, post-growth, post-consumerism? Eco-political hopes beyond sustainability. *Journal Global Discourse*, 13 Apr 2017 Pages 42-61
- BOVONE, LAURA. The issue of identity: From urban tribes to political consumerism to sharing fashion. *International Journal of Fashion Studies*, Volume 3, Number 2, 1 October 2016, pp. 267-285(19)
- BOUTH, Jorge Alberto Cardoso. Estudo da Potencialidade da produção de tijolos de adobe misturado com outros materiais: uma alternativa de baixo custo para a construção civil. 2005. 82 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Materiais; Projetos Mecânicos; Termociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005. Acesso em: 17 ago. 2019.
- BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 20 jun. 2019.

CADERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. 4. Edição. São Paulo: Humanitas Editora, 2003, 343p.

CALLISTER JR, W. D. **Fundamentos da Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Abordagem Integrada**. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2006, p.591.

CALLISTER Jr., W. D. **Ciência e Engenharia de Materiais: uma introdução**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002, 589p.

CAMPOS, Shirley de. **Curiosidades da Dra. Shirley: A história do arroz. Medicina Avançada Dra. Shirley de Campos**, ago. 2003. Disponível em: <<http://www.drashirleydecampos.com.br/noticia/s/4789>>. Acesso em: 20 dez. 2016.
Cimento Portland. São Paulo. Disponível em: <www.abcp.com.br>. 2009. Acessado em: 17

COPOCENTRO. **PP, PS e EPS, você sabe a diferença?** 2016. Disponível em: <<http://www.copobras.com.br/pt/fatos-e-mitos/materia-prima-embalagens-descartaveis>>. Acesso em: 15 dez. 2016.

CORREA, J. P.; NAVARRETE, J. M.; SALAZAR, M. A. Carbon footprint considerations for biocomposite materials for sustainable products: A review. *Journal of Cleaner Production* Volume 208, 20 January 2019, Pages 785-794 20 January 2019, Pages 785-794

DEPOI, F.S.; POZEBON, D.; KALKREUTH, W. D. **Chemical characterization of feed coals and combustion-by-products from Brazilian power plants. International Journal of Coal Geology** V. 76, p. 227-236, 2008.

DINI, R. The Writing of “Dreck”: Consumerism, Waste and Re-use in Donald Barthelme’s *Snow White* *European journal of American studies*, 11-2 | 2016.

EPAGRI. **Histórico da produção de arroz irrigado**. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. 2008. Disponível em: <<http://www.epagri.sc.gov.br>>. Acesso em: 25 nov. 2016.

FUNGARO, D. A.; IZIDORO, J. C.; ALMEIDA, R. S.; Remoção de compostos tóxicos de solução aquosa por adsorção com zeólita sintetizada a partir de cinzas de carvão. **Eclética Química**, V. 30, p. 31- 35, 2005.

GOMES, A. L. **O uso da tecnologia cosmética no trabalho do profissional cabeleireiro**. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 1999.

GONÇALVES, J. S. Contribuição para a normalização da alvenaria estrutural com o uso de tijolos de terra crua para construções urbanas. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

GUPTA N, YADAV KK AND KUMAR V (2015) A review on current status of municipal solid waste management in India. *Journal of Environmental Sciences* 37: 206–217.

HANNANT, D. J. “Fibre Cements and Fibre Concrete,” John Wiley and Sons, New York, 1978.

JORGENSEN, N. J.; MADSEN, K. D. LAESSOE, J. Waste in education: the potential of materiality and practice. JOURNAL, Environmental Education Research, Volume 24, 2018 - Issue 6

KHATTAB, M.; HAGGAR, S. Beyond Zero Waste Concept: A Revolution for Sustainable Community. Int. J. of Sustainable Water & Environmental Systems Volume 8, No. 1 (2016) 13-19

KRAUSMANN, F.; WIEDENHOFER, D.; LAUK, C. Global socioeconomic material stocks rise 23-fold over the 20th century and require half of annual resource use. PNAS February 21, 2017 114 (8) 1880-1885;

LEE, M. P.; LOUNSBRY, M. Filtering Institutional Logics: Community Logic Variation and Differential Responses to the Institutional Complexity of Toxic Waste. Pubs, V 6, I 3, 633-940, 2015.

MACEDO, P. C.; Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, 2009. Disponível em: <http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/91450/macedo_pc_me_ilha.pdf?sequence=1>. Acesso em: 19 Jul. 2019.

MORAES, Kellen. **O valor da Casca de Arroz. Nosso mundo sustentável.** 2011. Disponível em: <<http://www.clicrbs.com.br/especial/sc/nossomundo/19,997,3417155,O-valor-da-casca-de-arroz.html>>. Acesso em 22 dez. 2016.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. Lixos e Impactos ambientais perceptíveis no Ecossistema Urbano. **Sociedade & Natureza**, 20 (1): 111-124, Uberlândia, jun. 2008. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/9355/5732>>. Acesso em: 20 mai. 2019.

MULINARI, D. R. **Comportamento térmico, mecânico e morfológico dos compósitos de polietileno de alta densidade reforçados com fibras de celulose do bagaço de cana de açúcar.** 2009, 112 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, SP.

NBR 10004. Norma Brasileira. Resíduos Sólidos – Classificação. 2004. Disponível em: <<https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2019

NEWMAN, S. L.; GOWLAND, R. L.; CAFFEL, A. C. North and south: A comprehensive analysis of non-adult growth and health in the industrial revolution (AD 18th–19th C), England. *Am J Phys Anthropol.* 2019;169:104–121.

NOGUERA, Jorge Orlando Cuellar (professor Conteudista- UFSM). Curso de Especialização em Educação Ambiental. Disciplina Abordagem das Questões Ambientais: Poluição Urbana, Ar e Resíduos Sólidos e Urbanos (2010). Panambi - RS.

OLIVEIRA, L. S. Reaproveitamento de Resíduos de Poliestireno Expandido (Isopor) em Compósitos Cimentícios. São João Del Rei, MG, 2013. Disponível em: <https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ppmec/LIVIA_SOUZA_DE_OLIVEIRA.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2019.

OLIVEIRA, V. G. **Cabelos: uma Contextualização no Ensino de Química**. São Paulo, 2013. Pibid Unicamp – Programa Institucional De Bolsas De Incentivo À Docência Subprojeto Química – 2013.

PETRUCCI, E. G. R. Concreto de cimento Portland, 6 ed. Atualizada e revisada por Vladimir Antônio Paulon. Porto Alegre: Globo, 1978.

POON, C. S. Management and recycling of demolition waste in Hong Kong. **Waste Management & Research**, v. 15, p. 561-572, 1997.

POZZOBON, C. E. **Aplicações tecnológicas para a cinza do carvão mineral produzida no Complexo Termelétrico Jorge Lacerda**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.

ROLINSON, D. ‘If they want culture, they pay’: consumerism and alienation in 1950s comedies. *Manchester Openhive*, N. 3, p 112-117. 2017.

SANTOS, M. R.; FORMAGINI, S. Resumos da Internacional ACI/CANMET Conference On High Performance Concrete Structures And Materials, Manaus, Brasil, 2009. Disponível em: <[http://www.skoob.com.br/livro/edicoes/360211/edicao:404 955](http://www.skoob.com.br/livro/edicoes/360211/edicao:404%20955)>. Acesso em: 14 jun. 2019.

SHACKELFORD, James F. Introdução à Ciência dos Materiais Para Engenheiros. Trad. Daniel Vieira. 6.ed. São Paulo: Pearson, 2008.

SKOUTERIS, G.; OUKI, S.; FOO, D. Water footprint and water pinch analysis techniques for sustainable water management in the brick-manufacturing industry *Journal of Cleaner Production* Volume 172, 20 January 2018, Pages 786-794

SOUZA, J. **Estudo da durabilidade de argamassas utilizando cinzas e casca de arroz no traço**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Campina Grande – PB, 2008.

TANCREDI, G. A. H. **Estudo das Propriedades do Concreto com Adição de Cinza de Carvão Mineral de Caldeiras de Leito Fluidizado**. Belém-PA. 2010. <<http://www.ppgeq.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/Giuseppe%20Antonio%20Holanda%20Tancredi.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

VALENCIANO, M. C.; FREIRE, W. J. Características físicas e mecânicas de misturas de solo, cimento e cinzas de bagaço de cana-de-açúcar. *Engenharia Agrícola* 2004, 24, 484. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v24n3/a01v24n3>>. Acesso em: 05 ago. 2019.

WICHROWSKI, Leonardo. Terapia capilar. Porto Alegre: Alcance, 2007.

YOSHITAKE, m. Teoria do Controle Gerencial. São Paulo: Ibradem, 2004.