UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS – CMA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS - DENGE
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

LETÍCIA ARAÚJO DA COSTA

INFLUÊNCIA DO TIPO DE CURA NAS PROPRIEDADES DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES E ABSORÇÃO DE ÁGUA EM ARGAMASSAS INCORPORADAS COM A CINZA DE ALGAROBA

Angicos/RN
2019

LETÍCIA ARAÚJO DA COSTA

INFLUÊNCIA DO TIPO DE CURA NAS PROPRIEDADES DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES E ABSORÇÃO DE ÁGUA EM ARGAMASSAS INCORPORADAS COM A CINZA DE ALGAROBA

Trabalho Final de Graduação apresentado a Universidade Federal Rural do Semi Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil

Orientador (a): Prof(a). Dra Sâmea Valensca Alves Barros

Angicos/RN
2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C837i

Costa, Letícia Araújo da.
Influência do tipo de cura nas propriedades de resistência à compressão simples e absorção de água em argamassas incorporadas com a cinza de algaroba / Letícia Araújo da Costa. - 2019.
38 f. : il.

Orientadora: Sâmea Valensca Alves Barros.
Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de --Selecione um Curso ou Programa--, 2019.

1. Gestão de resíduos sólidos. 2. Cinza de algaroba. 3. Argamassas de revestimento. 4. Cura. I. Barros, Sâmea Valensca Alves, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC´s) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

LETÍCIA ARAÚJO DA COSTA

INFLUÊNCIA DO TIPO DE CURA NAS PROPRIEDADES DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES E ABSORÇÃO DE ÁGUA EM ARGAMASSAS INCORPORADAS COM A CINZA DE ALGAROBA

Trabalho Final de Graduação apresentado a Universidade Federal Rural do Semi Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil

Orientador (a): Prof(a). Dra Sâmea Valensca Alves Barros

Defendida em: 20/03/2019

BANCA EXAMINADORA

Sâmea Valensca Alves Barros

Prof.ª Drª. Sâmea Valensca Alves Barros – UFERSA
Presidente

Ilana Maria da Silva Barros

M.ª Ilana Maria da Silva Barros
Membro Examinador

Ádna Érica Melo de Sousa

Ádna Érica Melo de Sousa
Membro Examinador

Angicos/RN
2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por sua infinita misericórdia, pelo dom da vida e por me dá força e sabedoria para concluir esse trabalho. Muita gratidão por toda luz a mim direcionada, por todas as bênçãos e por me guiar durante toda a minha trajetória.

Aos meus pais, Hélio Araújo da Costa e Maria Ilcione de Araújo, por todos os ensinamentos e princípios a mim passados, por me incentivar durante todos os esses anos. Agradeço por todos os esforços e sacrifícios dedicados, por toda a confiança depositada e por todo o amparo oferecido a mim.

Às minhas irmãs, Luana e Lorena, por todo o companheirismo e amor fraterno.

Agradeço imensamente à minha família, tios, primos, sobrinhos, por todo apoio.

À minha orientadora Sâmea Valensca Alves Barros, por todo ensinamento e orientação ofertados, que contribuíram para a realização deste estudo e para mim como pessoa e futura profissional. Agradeço por toda disponibilidade, atenção e paciência, também pelo ser de luz que és e por toda boa energia que compartilha. Muita gratidão e admiração!

Aos amigos Italinara Rayne, Emerson Martins, Isaac Nascimento, José Carlos, Ayrton Táliton e Albert Jonatha, por toda colaboração. A ajuda de vocês foi imprescindível para a realização deste trabalho.

Agradeço aos meus colegas que se tornaram amigos e estiveram comigo durante a minha vida acadêmica. Por todo o companheirismo, muito obrigada!

Aos técnicos de laboratório, Adna e Valteson, por toda assistência e atenção na realização dos ensaios necessários.

Aos meus professores e a todos que compõe a Universidade Federal Rural do

Semi-Árido, por me proporcionar todo o conhecimento, contribuindo para a minha formação.

Aos demais que de alguma forma contribuíram para a conclusão desta etapa. Muito obrigada!

RESUMO

A necessidade de analisar as propriedades de resistência à compressão simples e absorção de água em argamassas incorporadas com cinza residual da lenha de algaroba, em substituição parcial ao agregado natural, surge a fim de garantir a viabilidade técnica das argamassas propostas, e de promover o descarte adequado desse resíduo. Gerando alternativas para promover a gestão dos resíduos sólidos oriundos do Arranjo Produtivo Local de Pernambuco. Assim, este trabalho tem como objetivo analisar a resistência à compressão simples e absorção de água por imersão de argamassas confeccionadas com a substituição parcial do agregado miúdo por cinza de algaroba, após o seu beneficiamento. Foi realizada a caracterização química do resíduo de algaroba e determinação do seu índice de desempenho com o cimento Portland. As propriedades analisadas foram preconizadas pelas normas da ABNT NBR 7215 (1996) e NBR 9778 (2005). Os resultados indicaram que o material oriundo do beneficiamento da cinza residual da lenha de algaroba não apresenta atividade pozolânica com o cimento Portland, e que a condição de cura imersa em tanque d'água, aos 28 dias, obteve menores teores de absorção de água, confirmando os resultados de resistência à compressão simples, demonstrando que o melhor tipo de cura para argamassas incorporadas com cinza da algaroba, em substituição parcial ao agregado, foi a cura imersa.

Palavras-chave: gestão de resíduos sólidos, cinza de algaroba, argamassas de revestimento, cura.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Municípios que compõem o APL de confecções de Pernambuco. . 12
Figura 2 - Lenha da algaroba. 13
Figura 3 - Cinza de algaroba (a) antes de ser peneirada, (b) depois de passar pela malha Nº 200 e (c) o resíduo que ficou retido na peneira..... 21
Figura 4 - Flow table. 22
Figura 5 - Corpos de prova moldados. 23
Figura 6 - Corpos de prova em cura imersa em tanque d'água..... 24
Figura 7 - Cura umedecida. 24
Figura 8 - Ensaio de RCS utilizando a prensa hidráulica. 25
Figura 9 - Resistência à compressão simples das argamassas nos diferentes tipos de cura. 31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resistência à compressão. 19
Tabela 2 - Quantidade de material necessário para moldagem dos corpos de prova. 21
Tabela 3 - Índice de desempenho com o cimento Portland. 27
Tabela 4 - Composição química da cinza da lenha de algaroba. 28
Tabela 5 - Fator água/cimento. 28
Tabela 6 - RCS das argamassas aos 28 dias de cura imersa. 29
Tabela 7 - RCS das argamassas aos 28 dias de cura úmida. 30
Tabela 8 - RCS das argamassas aos 7 dias de cura acelerada em estufa. 30
Tabela 9 - Absorção de água por imersão das argamassas estudadas. 31

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 10

1.1 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICO 10

1.1.1 Objetivo geral 10

1.1.2 Objetivos específicos 11

2. REFERENCIAL TEÓRICO 12

2.1 UTILIZAÇÃO DA ALGAROBA NO NORDESTE 12

2.2 MATERIAIS ALTERNATIVOS NA CONFECÇÃO DE ARGAMASSAS 13

2.2.1 Resíduo de casca de arroz 14

2.2.2 Resíduos de bagaço de cana-de-açúcar 15

2.2.3 Resíduo de Algaroba 15

2.2.4 Resíduo de entulho de construção civil 16

2.3 INFLUÊNCIA DOS TIPOS DE CURA EM ARGAMASSAS 16

2.4 DESEMPENHO DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO NA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES 18

2.5 DETERMINAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA 19

3. MATERIAIS E MÉTODOS 20

3.1 MATERIAIS 20

3.1.1 Materiais convencionais 20

3.1.2 Materiais alternativos 20

3.2 MÉTODOS 20

3.2.1 Beneficiamento da cinza da lenha de algaroba 20

3.2.2 Determinação da atividade pozolânica da cinza da lenha de algaroba 21

3.2.3 Determinação da consistência padrão 22

3.2.4 Preparação dos corpos de prova 23

3.2.5 Determinação da resistência à compressão simples 25

3.2.6 Determinação da absorção de água 25

4. RESULTADOS 27

4.1 DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE DESEMPENHO DA CINZA DA LENHA DE ALGAROBA COM CIMENTO PORTLAND 27

4.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CINZA 27

4.3 ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA PADRÃO 28

4.4 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES DAS ARGAMASSAS INCORPORADAS COM A CINZA DA LENHA DE ALGAROBA NOS TIPOS DE CURA ESTUDADOS 29
4.5 ABSORÇÃO DE ÁGUA DAS ARGAMASSAS INCORPORADAS COM A CINZA DA LENHA DE ALGAROBA PARA AS CURAS ESTUDADAS 31
5. CONCLUSÃO 33
REFERÊNCIAS 34

1. INTRODUÇÃO

A intensa atividade industrial do Brasil, na qual ainda prevalece a cultura do uso de matérias primas não sustentáveis e intensa exploração dos recursos naturais ocasiona uma produção crescente de resíduos que causam prejuízos ao planeta (LELOUP, 2013; PAIVA et al., 2013).

O setor da construção civil é um dos ramos da economia que mais faz uso dos recursos naturais, logo, a utilização dos resíduos gerados nos mais diversos processos produtivos como matéria prima alternativa pode contribuir para redução dos impactos causados ao meio ambiente (PAIVA et al., 2013).

O setor da construção civil buscando tornar-se sustentável vem desenvolvendo pesquisas com o objetivo de comprovar a viabilidade técnica e econômica da introdução de matérias primas alternativas na produção de concretos e argamassas. A medida que esse processo produtivo consome grandes quantidades de recursos naturais, e a prática pela busca da reutilização e/ou reciclagem dos resíduos oriundos de outros processos industriais auxilia na promoção da destinação adequada desses resíduos.

O uso de resíduos sólidos na produção de concretos e argamassas contribui para minimizar os impactos negativos do descarte inadequado desses no meio ambiente (FREIRE; BERALDO 2003). Porém para que venham ser fonte de matéria-prima aceita pelo mercado se faz necessário a realização de estudos técnicos que comprovem sua viabilidade técnica nesses usos.

Nessa perspectiva, surgiu o interesse em investigar o uso da cinza residual da lenha de algaroba (CRLA) como fíller em argamassa, no sentido de verificar qual melhor tipo de cura para argamassas confeccionadas com porcentagens do resíduo de algaroba beneficiado.

1.1 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICO

1.1.1 Objetivo geral

Analisar o melhor tipo de cura para argamassas de revestimento confeccionadas com a cinza de algaroba em substituição parcial ao agregado miúdo.

1.1.2 Objetivos específicos

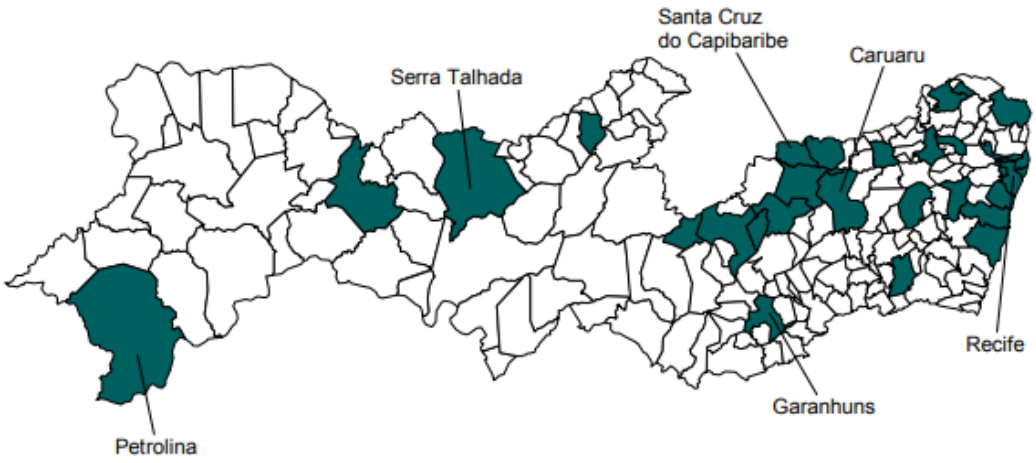
- Determinar o índice de desempenho da cinza de algaroba com o cimento Portland.
- Realizar a caracterização química da cinza estudada.
- Determinar a resistência à compressão simples para os traços estudados.
- Determinar a absorção de água das argamassas incorporadas com a cinza de algaroba.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 UTILIZAÇÃO DA ALGAROBA NO NORDESTE

A utilização da algaroba na região Nordeste, destaca-se em Pernambuco, pois lá consiste o Arranjo Produtivo Local, que é formado pelos municípios apresentados na Figura 1. Arranjo Produtivo Local (APL) é definido como um conjunto de empresas com especialização produtiva comum, arranjados em uma mesma localização territorial. Estas empresas interagem entre si, com o objetivo de gerar emprego e renda. O principal processo do APL do Agreste Pernambucano é o de confecções de produtos de vestuário que engloba todo o mercado nacional (SEBRAE, 2014).

Figura 1 - *Municípios que compõem o APL de confecções de Pernambuco.*



Fonte: *SEBRAE (2004).*

A indústria têxtil, predominante na região, é responsável pela geração de resíduos que provem de suas atividades. A lavagem e beneficiamento do jeans, mais precisamente, é uma técnica que compreende etapas desde o recebimento das peças, tingimento, lavagem até secagem e acabamento. Nesses processos faz-se necessário o aquecimento de caldeiras que produzem calor a partir da queima de lenha de algaroba (LELOUP, 2013).

Na região Nordeste, a madeira (Figura 2) é largamente utilizada como fonte de energia, bem como em toda a extensão do Brasil, tornando o país um dos maiores

produtores e consumidores de carvão vegetal e de lenha. A madeira comumente adequada para este determinado uso é a de algaroba (PAIVA *et al.*, 2013).

Figura 2 *- Lenha da algaroba.*



Fonte: *Drumond (1984).*

Uma das madeiras mais utilizadas, por ser uma espécie comum na região mencionada na Figura 1, é de algaroba, que apresenta o nome científico *Prosopis Juliflora*. A mesma foi introduzida no município de Serra Talhada/PE, através de sementes provenientes do Peru. Esta designa uma leguminosa, predominante em regiões secas, caracterizada por crescimento rápido e alto potencial de produção de madeira apropriada para o fornecimento de lenha e carvão, bem como para diversos fins. Desta forma, sendo considerado um vegetal de uso múltiplo (LIMA, 1984).

2.2 MATERIAIS ALTERNATIVOS NA CONFECÇÃO DE ARGAMASSAS

O desenvolvimento da tecnologia de materiais alternativos na construção civil permite a produção de concretos e argamassas com resíduos reaproveitados, tornando assim o setor sustentável e promovendo soluções para proporcionar a destinação adequada dos resíduos que apresentam viabilidade técnica para tal uso.

Ao longo de anos de pesquisa, em busca de resultados positivos, a reutilização e/ou reciclagem de resíduos se torna cada vez mais frequente visando reduzir o

caminho até a viabilidade técnica e comercial. Devido a sua composição, os agregados reciclados têm propriedades bastante diversificadas. Desse modo, diferem nas características e condições de aplicação das argamassas que forem utilizados (CANEDO *et al.*, 2011).

Diversos tipos de resíduos originados de processos produtivos distintos vêm sendo investigados, como cinzas vegetais, mais precisamente cinza de casca de arroz e cinza de bagaço de cana-de-açúcar, bem como entulhos da construção civil, têm sido amplamente analisados, no que se refere ao desempenho da composição proposta (FREIRE; BERALDO, 2013).

2.2.1 Resíduo de casca de arroz

As pesquisas sobre o potencial das cinzas vegetais converge para as cinzas de casca de arroz, sendo este, um dos resíduos agroindustriais mais abundantes. De forma geral, alguns fatores contribuem para uma maior atenção a esse resíduo, como a atividade pozolânica que apresenta após passar por processo de calcinação, assim possibilitando seu uso em argamassas e concretos (BEZERRA, 2010).

De acordo com Bezerra (2010) o cultivo do arroz predomina em diferentes partes do mundo, gerando uma quantidade significativa de casca que se torna resíduo que muitas vezes é descartado de maneira inadequada no meio ambiente. Como a casca do arroz apresenta um teor de sílica elevado, sua utilização torna-se interessante.

O resíduo de casca de arroz, processado adequadamente, vem a ser mais reativo que cinzas volantes. Assim, quando combinado ao cimento Portland, promove as reações de hidratação necessárias, garantindo um rápido ganho de resistência daí sendo bastante utilizado na confecção de concretos e argamassas (FREIRE; BERALDO 2003).

Outra utilização da cinza de casca de arroz (CCA) é na composição do tijolo solo-cal. A CCA reage de forma satisfatória como aditivo auxiliar à cal na confecção de tijolos ecológicos, atendendo a função de estabilizar o solo. Os blocos de solo-cal confeccionados por Alcântara et al. (2011), obtiveram resultados equivalentes aos componentes de alvenaria, no que se refere à resistência à compressão simples e absorção.

2.2.2 Resíduos de bagaço de cana-de-açúcar

O Brasil abrange mais da metade da cana-de-açúcar produzida mundialmente. O processo de produção de açúcar, álcool e energia, gera como resíduo o bagaço proveniente da extração da cana. Este bagaço, sendo utilizado para produzir energia por meio da queima, gera posteriormente cinzas que são descartadas ao meio ambiente de maneira inadequada (LIMA, 1984).

De acordo com Lima (1984), as cinzas residuais do bagaço da cana-de-açúcar são usadas na construção civil como materiais que não reagem quimicamente, por não possuírem atividade pozolânica. Entretanto, faz-se necessário a adequação das partículas da cinza, por meio de moagem mecânica, com o objetivo de aumentar a reatividade deste resíduo e obter reações pozolânicas.

Devido à grande quantidade de óxido de alumínio e silício atribuída pela cinza do bagaço de cana, o resíduo torna-se uma importante matéria prima para a confecção de concretos e argamassas. Além de reduzir o consumo de cimento nas matrizes cimentícias que dispõem deste resíduo, o mesmo atende as necessidades energéticas como biomassa e em processos de produção de energia elétrica, térmica e de vapor do setor sucroalcooleiro (CABRAL, 2016).

2.2.3 Resíduo de Algaroba

A cinza residual da lenha de algaroba (CRLA) é amplamente utilizada em processos produtivos na região Nordeste, gerando cinza, a qual pode ser matéria-prima para produção de concretos, argamassas e outros materiais, após passar por processo de beneficiamento.

Dessa forma, a disponibilidade desta espécie vegetal garante a sua utilização em grande escala desde que seja comprovado o seu efetivo potencial em materiais alternativos, bem como minimizar os efeitos negativos do acumulo indesejado desses resíduos (MELO, 2012).

Além da utilização do resíduo em argamassas, este se encontra incorporado em tijolos ecológicos de solo-cimento. A matéria prima pode ser empregue para estabilizar o solo, juntamente com o cimento, garantindo uma produção de tijolos

economicamente viável e promovendo o desenvolvimento sustentável (CAVALCANTI FILHO, 2016).

2.2.4 Resíduo de entulho de construção civil

Os resíduos da construção civil (RCC) são gerados em grandes quantidades e ocasionam impactos ambientais negativos. Este fato contribuiu para que inúmeras pesquisas fossem realizadas com o intuito de promover uma destinação adequada para esses (OLIVEIRA, 2015).

Tecnologias de reciclagem de RCC estão sendo desenvolvidas com o intuito de tornar o setor da construção civil sustentável, diminuindo a demanda por recursos naturais, visto que essas tecnologias permitem o reaproveitamento de matéria-prima alternativa para atender as demandas do setor (OLIVEIRA, 2015).

Segundo Oliveira (2015), os principais usos desses resíduos são na produção de argamassas, concretos, pavimentação, blocos de alvenarias, entre outros. Esses materiais desenvolvidos com o RCC são analisados quanto a suas propriedades mecânicas e desempenho estrutural, com o intuito de verificar a viabilidade técnica do uso do RCC na confecção deles.

De acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002), os resíduos que podem ser reutilizados como agregado são os resíduos de Classe A, nos quais compreende construção, reforma e reparos de edificações, pavimentação, obras de infraestrutura, entre outros.

Considerando a diversidade de materiais existentes na composição desses resíduos, o desempenho dos concretos pode ser afetado, quando o RCC apresenta materiais cerâmicos polidos que afetam negativamente a resistência dos concretos. Em contrapartida, nas argamassas de revestimento a utilização de material cerâmico são adequados (FREIRE; BERALDO, 2003).

2.3 INFLUÊNCIA DOS TIPOS DE CURA EM ARGAMASSAS

Fiorito (2009) define argamassa como um material de construção composto a partir da mistura homogênea de aglomerantes, agregado miúdo e água, cujo desempenho sofre influência pelo tipo de cura submetido.

De acordo com Freire e Beraldo (2003), a cura correta da argamassa promove a hidratação do cimento, evitando a evaporação prematura da água, e consequentemente minimiza os efeitos de retração, beneficiando a argamassa no seu ganho de resistência. Fatores como a quantidade de água na mistura e dosagem dos agregados influenciam na retração hidráulica, logo as condições de cura são imprescindíveis no processo que varia de medidas mais simplificadas até as mais complexas.

Os tipos de cura são procedimentos que variam em relação ao tempo, temperatura e umidade. Os principais tipos de cura, citados na literatura, são: úmida, imersa, acelerada, térmica a vapor e ao ar livre (FREIRE; BERALDO, 2003; PHILIPPSEN; SHIMOSAKA, 2014; COLIANTE, 2013).

A cura úmida é o processo no qual sujeita a argamassa às condições de umidade elevada, em que o umedecimento da argamassa ocorre com água vaporizada ou com o envolvimento do material úmido e protegido, por areia, sacos de aniagem, serragem, ou material esponjoso úmidos. Enquanto a imersa ocorre em tanques com água (FREIRE; BERALDO, 2003).

Já a cura acelerada consiste em elevar a temperatura, através de estufa, a fim de obter o ganho de resistência da argamassa, em um curto período de tempo, acelerando as reações de hidratação do cimento. Isto ocorre devido a variação de temperatura interferir nas reações internas da argamassa. Quando se eleva a temperatura o ganho de resistência acontece rapidamente, enquanto em temperaturas muito baixas a reação desacelera (PHILIPPSEN; SHIMOSAKA, 2014)

Segundo Coliante (2013), a cura térmica a vapor utiliza o calor como catalizador das reações de hidratação. Aplicados em câmaras de vapor com temperaturas inferiores a 100°C, onde o material introduzido pode receber uma cobertura de plástico. O objetivo da cura a vapor é aumentar a velocidade de desenvolvimento da resistência da argamassa quando comparadas a curas naturais.

O procedimento de cura ao ar livre não requer nenhum cuidado especial para evitar a evaporação prematura da água da argamassa, na qual fica exposta às condições ambientes (UNGERICHT; PIOVESAN, 2011).

A condição de cura para concretos e argamassas melhora significativamente o seu desempenho, contribuindo para o aumento da resistência, entre outros benefícios (PEREIRA *et al.*, 2005).

Nesta perspectiva, percebe-se a importância de investigar o melhor tipo de cura para as argamassas confeccionadas com matérias-primas alternativas.

2.4 DESEMPENHO DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO NA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES

Segundo Martins (2011), as propriedades das argamassas são influenciadas pelas características e proporções de seus materiais constituintes. Assim como, pelo processo de cura (FIORITO, 2009).

A relação água/cimento interfere diretamente na resistência de argamassas no estado endurecido. O aumento da quantidade de água na produção de argamassa de revestimento ocasiona uma rápida evaporação da água não combinada ao cimento, resultando em um corpo poroso com menor resistência e maior absorção de água (MIRANDA JÚNIOR, 2011).

A resistência à compressão simples (RCS) é um requisito preponderante, na qual determina a capacidade das argamassas suportarem carga. Esse processo inicia-se a partir do endurecimento do material, após isso, fatores como tempo e condições de cura influenciam na sua resistência (MARTINS, 2011).

A RCS das argamassas é determinada através do ensaio de resistência à compressão simples, ensaio destrutivo mais comum dentre os realizados em argamassas no estado endurecido, devido a sua fácil execução. Por ser uma propriedade influenciada pelo tipo de cura, esta pode ser usada como um parâmetro para avaliar a cura mais adequada para argamassas confeccionadas com materiais alternativos. Desse modo, o ensaio deve ser preconizado por norma, sem divergência na execução dos procedimentos (NEVILLE, 2016).

A NBR 13281 (ABNT, 2005) determina os requisitos exigidos às argamassas de revestimento, classificando-as conforme características e propriedades como pode-se demonstrar na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 *- Resistência à compressão.*

CLASSE	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES(Mpa)	MÉTODO DE ENSAIO
P1	≤ 2,0	ABNT NBR 13279
P2	1,5 a 3,0	
P3	2,5 a 4,5	
P4	4,0 a 6,5	
P5	5,5 a 9,0	
P6	> 8,0	

Fonte: *NBR 13281 (ABNT, 2005) adaptado pelo autor (2019).*

2.5 DETERMINAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA

A absorção de água por imersão conduz a água a preencher os poros permeáveis de um determinado sólido, sendo definida pela relação do acréscimo de água ocasionada pela percolação do fluido nos poros e por seu estado de massa seca (ABNT, 2005).

A NBR 9778 (ABNT, 2005) determina o método de execução da determinação da absorção de água por imersão, da determinação da massa específica e do índice de vazios de concretos e argamassas.

Segundo NEVILLE (2016), a absorção mede a porosidade e não a permeabilidade no interior do corpo sólido. Dessa forma, essas duas propriedades não estão necessariamente relacionadas.

O tempo e condição designados à cura das argamassas refletem proporcionalmente à sua porosidade e em consequência ao teor de absorção de água na mesma. Quanto maior o período de cura, menor a porosidade do material e também menor a absorção. Dessa forma implica no aumento de resistência à compressão simples da argamassa devido à diminuição da sua porosidade (BEZERRA, 2010).

A qualidade de concretos e argamassas não podem ser classificadas por meio dos resultados obtidos na absorção de água. Isso ocorre devido as condições de secagem que os materiais são submetidos. A secagem em temperaturas elevadas pode ocasionar a evaporação da água combinada ao cimento, enquanto secagem em temperaturas normais pode não remover a água adequadamente (NEVILLE, 2016).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATERIAIS

3.1.1 Materiais convencionais

Os materiais convencionais utilizados foram: Cimento Portland CP II-F-40 (ZEBU), Cimento Portland CP V ARI MAX (Nacional produzido pela Brennand Cimentos), cal hidratada Carbomil fabricada no município de Limoeiro do Norte/CE, areia de granulometria média vendida no comercio local de Angicos/RN e água potável disponibilizada pela Companhia de Água e Esgoto do Rio Grande do Norte – CAERN.

O cimento Portland CP II-F-40 foi utilizado na determinação do índice de desempenho da cinza da lenha de algaroba com o cimento Portland e o cimento Portland CP V ARI MAX na confecção das argamassas.

3.1.2 Materiais alternativos

O material alternativo utilizado foi a cinza da lenha de algaroba, em substituição parcial ao agregado miúdo, nas porcentagens de 10%, 15% e 20%. O resíduo foi cedido por uma fábrica de confecção de roupas localizada no município de Caruaru/PE.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Beneficiamento da cinza da lenha de algaroba

A cinza proveniente da queima da lenha de algaroba foi submetida a moagem no Abrasão “Los Angeles”, passando por ciclos de 500 rotações na presença de 12 esferas de aço. Em seguida, como pode-se observar na Figura 3, foi peneirado em peneira de malha Nº 200 a fim de atingir a granulometria de pó.

Figura 3 *- Cinza de algaroba (a) antes de ser peneirada, (b) depois de passar pela malha Nº 200 e (c) o resíduo que ficou retido na peneira.*



(a) (b)

(c)

Fonte: *Autoria própria (2019).*

3.2.2 Determinação da atividade pozolânica da cinza da lenha algaroba

A determinação do índice de desempenho da cinza da lenha de algaroba com o cimento Portland ocorreu de acordo com NBR 5752 (2014). Neste ensaio, utilizou-se o Cimento Portland CP II-F-40 (ZEBU), a cinza da algaroba beneficiada e areia normal. As quantidades dos materiais utilizados foram estabelecidos de acordo com a norma mencionada acima (Tabela 2).

Tabela 2 *- Quantidade de material necessário para moldagem dos corpos de prova.*

MATERIAL	MASSA	
	Argamassa A	Argamassa B
Cimento CP II-F-40	624 ± 0,4	468 ± 0,4
Material pozolânico	-	156 ± 0,2
Areia normal	1872	1872
Água	300 ± 0,2	300 ± 0,2

Fonte: *NBR 5752 (ABNT, 2014) adaptado pelo autor (2019).*

3.2.3 Determinação da consistência padrão

Para confecção das argamassas determinou-se inicialmente o índice de consistência utilizando os procedimentos prescritos pela NBR 13276 (2002) com a utilização da mesa de consistência, também conhecida como *flow table* (Figura 4). De maneira a obter a quantidade de água que fornecesse um espalhamento de (260 ± 10 mm).

Figura 4 *- Flow table.*



Fonte: *Autoria própria (2019).*

O ensaio inicia-se com a preparação da argamassa e posteriormente a moldagem de um tronco de cone. A argamassa é depositada em três camadas, em que a primeira recebe 15 golpes, a segunda com 10 golpes e a última 5 golpes, todos com o auxílio de soquete para assegurar o preenchimento total e a compactação da mistura. Por fim, o topo do cone é arrasado, alinhando a superfície.

Após desmoldar o tronco de cone, a manivela fixada à mesa é acionada, de maneira que a mesma caia e volte a posição inicial 30 vezes num intervalo de tempo igual a 30 segundos. Os impactos gerados através da rotação da manivela provoca o espalhamento da argamassa sobre a mesa.

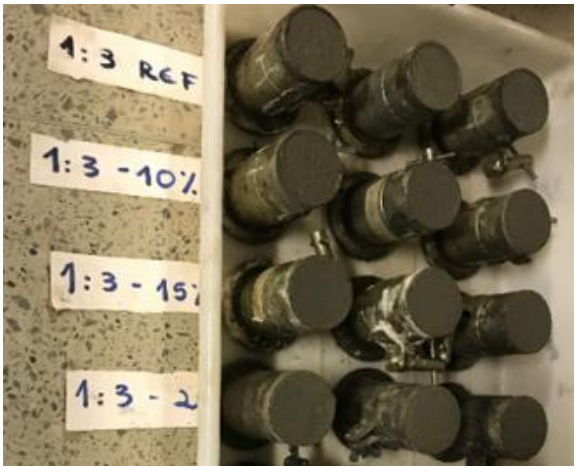
3.2.4 Preparação dos corpos de prova

3.2.4.1 Moldagem

Para a realização deste trabalho experimental foi necessário a moldagem de corpos de prova cilíndricos nas dimensões de (50x100)mm, conforme a NBR 7215 (ABNT, 1996), para cada traço estudado (1:3 com 10%, 1:3 com 15%, 1:3 com 20% de substituição e os de referência, sem substituição), sendo um total de 72, necessários para a obtenção dos resultados dos ensaios de RCS e absorção, nas condições de cura imersa, úmida e acelera. Foram confeccionados seis corpos de prova para cada tipo de cura.

Os corpos de prova (Figura 5) foram desmoldados 24h após o seu preenchimento, passando pelas idades de cura de 28 e 7 dias.

Figura 5 *- Corpos de prova moldados.*



Fonte: *Autoria própria (2019).*

3.2.4.2 Condições de cura estudadas

A fim de atender os objetivos traçados, definiu-se os tipos de cura a serem analisados, sendo os parâmetros de avaliação a resistência à compressão simples e a absorção da água.

Os tipos de cura estudados foram: cura imersa em tanque d’água, cura umedecida e cura acelerada em estufa.

Os corpos de prova submetidos a cura imersa, conforme a Figura 6, e umedecida ficaram nestas condições por um período de 28 dias. Enquanto os submetidos a cura acelerada por período de 7 dias.

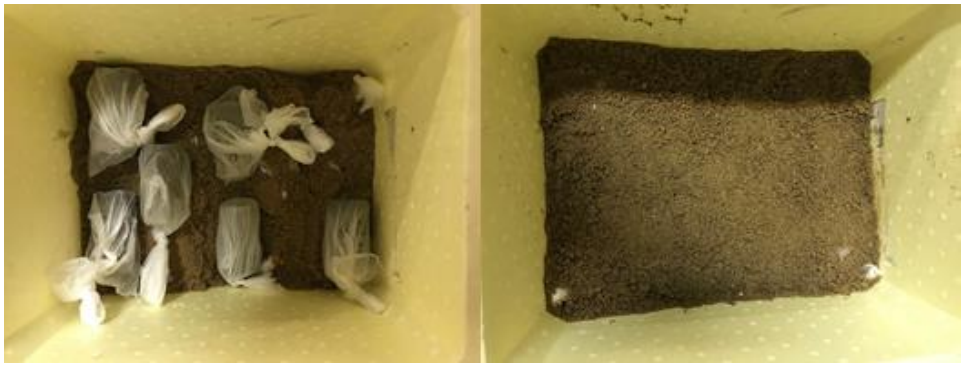
Figura 6 - *Corpos de prova em cura imersa em tanque d'água.*



Fonte: *Autoria própria (2019).*

A cura úmida aconteceu simulando uma câmara úmida, criada com caixa de isopor contendo área umedecida (Figura 7). O terceiro tipo de cura, consiste em submeter os corpos de prova a uma temperatura de (65° ± 5º)C, na estufa. Neste último as amostras foram protegidas por sacos herméticos.

Figura 7 *- Cura umedecida.*



Fonte: *Autoria própria (2019).*

3.2.5 Determinação da resistência à compressão simples

Para a determinação da resistência à compressão simples das argamassas propostas neste estudo, foram utilizados três corpos de prova de cada traço, curados nas condições definidas previamente. Este ensaio foi realizado no Laboratório de Construção Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFRN – Campus Mossoró. O equipamento utilizado no ensaio foi a prensa do tipo manual Pavitest fabricada pela Contenco Indústria e Comércio LTDA, como se pode observar na Figura 8.

Figura 8 - *Ensaio de RCS utilizando a prensa hidráulica.*



Fonte: *Autoria própria (2019).*

Inicialmente as amostras tiveram suas superfícies retificadas para garantir a distribuição uniforme da carga aplicada pela prensa hidráulica. Posteriormente, seguiu-se os procedimentos da NBR 7215 (ABNT, 1996).

3.2.6 Determinação da absorção de água

A absorção de água das argamassas foi definida através do ensaio de absorção por imersão. Para a realização do ensaio, utilizou-se três amostras das argamassas estudadas. Estes procedimentos foram preconizados pela NBR 9778 (ABNT, 2005).

Posteriormente a realização do ensaio, foi possível calcular a absorção, em porcentagem, através da seguinte equação 1:

$$A = \frac{m_{sat}\text{-}m_s}{m_s} x100 \qquad \text{(Equação 1)}$$

Onde,

m_{sat} – é a massa da amostra saturada em água após imersão;

m_s – é massa da amostra seca em estufa.

4. RESULTADOS

4.1 DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE DESEMPENHO DA CINZA DA LENHA DE ALGAROBA COM CIMENTO PORTLAND

A Tabela 3 apresenta os valores obtidos para o índice de desempenho das argamassas estudadas com o cimento Portland.

Tabela 3 *- Índice de desempenho com o cimento Portland.*

CORPO DE PROVA	TENSÃO MÁXIMA (MPA) - ARGAMASSA A	TENSÃO MÁXIMA (MPA) - ARGAMASSA B	ÍNDICE DE DESEMPENHO	MÉDIA
CP 1	33,54	14,03	42%	**52%**
CP 2	37,05	20,19	54%	
CP 3	25,34	15,53	61%	
CP 4	23,84	7,87	33%	
CP 5	29,35	13,71	47%	
CP 6	24,52	17,97	73%	

Fonte: *Autoria própria (2019).*

O índice de desempenho da CRLA com o cimento Portland obtido foi 52%, logo a cinza não pode ser considerada material pozolânico porque apresentou valor inferior ao considerado pela NBR 12653, que segundo a mesma deveria ser 90%.

4.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CINZA

A Tabela 4 apresenta o quantitativo dos elementos químicos que compõem a cinza da lenha de algaroba.

Tabela 4 *- Composição química da cinza da lenha de algaroba.*

COMPOSIÇÃO QUÍMICA	RESULTADO (%)
CaO	67,358
K_2O	16,108
SiO_2	3,564
MgO	3,272
Cl	2,519
P_2O_5	2,376
Al_2O_3	1,796
SO_3	1,312
Fe_2O_3	0,873
SrO	0,667
MnO	0,097
Rb_2O	0,03
CuO	0,027

Fonte: *Autoria própria (2019).*

Ao analisar a composição química da cinza da lenha de algaroba, verificou-se que esta dispõe de apenas 3,56% de SiO_2, 1,79% de Al_2O_3 e 0,87% de Fe_2O_3 indicando que o resíduo não desenvolve atividade pozolânica. Confirmando o resultado obtido para o índice de desempenho da cinza da lenha de algaroba com o cimento Portland.

4.3 ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA PADRÃO

A Tabela 5 abaixo apresenta os valores do fator água/cimento para cada traço estudado.

Tabela 5 - *Fator água/cimento.*

COMPOSIÇÃO DOS TRAÇOS	FATOR a/c
1:3	0,74
1:3 - 10%	1,11
1:3 - 15%	1,19
1:3 - 20%	1,24

Fonte: *Autoria própria (2019).*

O fator água/cimento (a/c) é responsável por garantir uma boa trabalhabilidade e interferir no resultado da resistência das argamassas, visto que a presença de grande quantidade de água não combinada à mistura poderá acarretar no fenômeno de exsudação, que prejudica a durabilidade das argamassas (ARAÚJO *et al.,* 2000).

Embora a Tabela 5 apresente elevados valores para o fator a/c, a quantidade de água necessária em cada argamassa estudada foi obtida através da consistência padrão.

4.4 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES DAS ARGAMASSAS INCORPORADAS COM A CINZA DA LENHA DE ALGAROBA NOS TIPOS DE CURA ESTUDADOS

A Tabela 6 mostra os valores obtidos para resistência à compressão simples (RCS) obtidas para cura imersa.

Tabela 6 *- RCS das argamassas aos 28 dias de cura imersa.*

ARGAMASSAS	RCS (Mpa)	DESVIO PADRÃO
1:3	12,88	±1,17
1:3 - 10%	7,06	±0,81
1:3 - 15%	6,91	±0,51
1:3 - 20%	5,90	±0,61

Fonte: *Autoria própria (2019).*

Ao analisar a Tabela 6, pode-se observar que as argamassas com substituição da cinza da lenha de algaroba referente ao traço 1:3 de referência e com os respectivos teores de substituição apresentaram valores de resistência à compressão simples em conformidade com as especificações da NBR 13281 (ABNT, 2005).

A Tabela 7 mostra os valores obtidos para resistência à compressão simples obtidas para cura úmida.

Tabela 7 *- RCS das argamassas aos 28 dias de cura úmida.*

ARGAMASSAS	RCS (Mpa)	DESVIO PADRÃO
1:3	7,86	±0,47
1:3 - 10%	4,63	±0,47
1:3 - 15%	5,20	±0,51
1:3 - 20%	4,70	±0,26

Fonte: *Autoria própria (2019).*

As argamassas submetidas à cura úmida obtiveram valores de RCS (Tabela 7) em conformidade com as especificações da NBR 13281 (ABNT, 2005).

A Tabela 8 mostra os valores obtidos para resistência à compressão simples obtidas para cura acelerada em estufa.

Tabela 8 - *RCS das argamassas aos 7 dias de cura acelerada em estufa.*

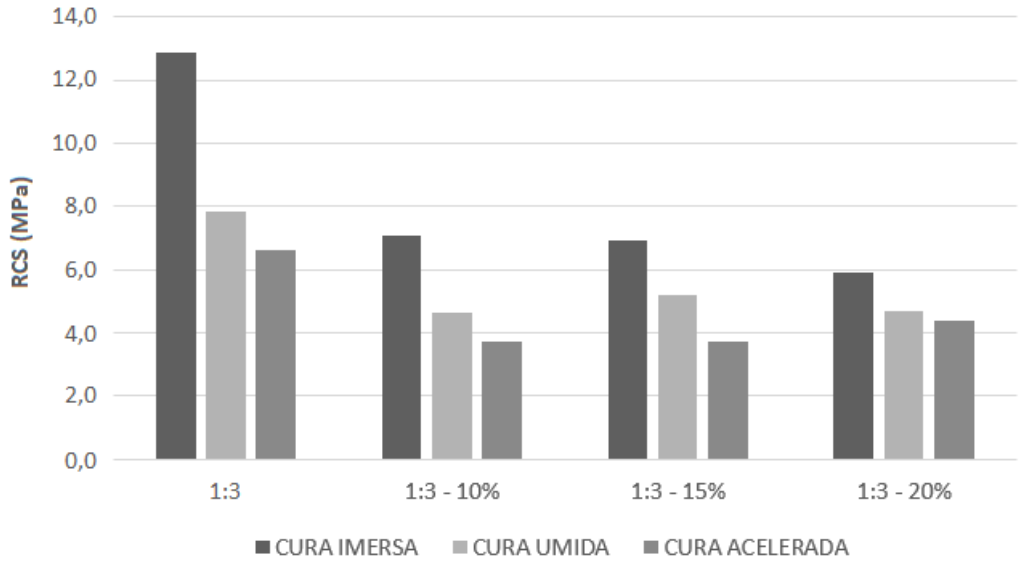
ARGAMASSAS	TENSÃO MÉDIA (Mpa)	DESVIO PADRÃO
1:3	6,60	±0,64
1:3 - 10%	3,72	±1,10
1:3 - 15%	3,72	±0,53
1:3 - 20%	4,37	±0,32

Fonte: *Autoria própria (2019).*

Através da Tabela 8, pode-se observar que as argamassas incorporadas com o resíduo nos traços 1:3, nos respectivos teores de substituição, estão em conformidade com as especificações da NBR 13281 (ABNT, 2005).

A Figura 9 apresenta o gráfico dos valores obtidos para resistência à compressão simples para todos os tipos de cura estudados.

Figura 9 - *Resistência à compressão simples das argamassas nos diferentes tipos de cura.*



Fonte: *Autoria própria (2019).*

De acordo com a Figura 9, percebe-se que o melhor tipo de cura é a imersa. Pois, apresentou maiores valores para RCS para as argamassas estudadas. Fato justificado porque, provavelmente, é a condição de cura para esse tipo de material que mais evita a perda da água de amassamento garantindo a quantidade de água necessária para as reações de hidratação do cimento se concluírem ao longo do tempo.

4.5 ABSORÇÃO DE ÁGUA DAS ARGAMASSAS INCORPORADAS COM A CINZA DA LENHA DE ALGAROBA PARA AS CURAS ESTUDADAS

A Tabela 8 mostra os valores alcançados para absorção da água nas diferentes condições de cura para as argamassas estudadas.

Tabela 9 - *Absorção de água por imersão das argamassas estudadas.*

ARGAMASSAS	ABSORÇÃO (%)		
	CURA IMERSA	CURA ÚMIDA	CURA ACELERADA
1:3	10,5	12,4	12,1
1:3 - 10%	15,7	16,8	18,0
1:3 - 15%	17,3	17,4	18,5
1:3 - 20%	18,1	19,9	18,6

Fonte: *Autoria própria (2019).*

Os valores encontrados para a absorção da água (Tabela 9) determinaram que a cura imersa obteve os menores teores de absorção. Este resultado pode ser atribuído através da condição de cura em que as argamassas estão submetidas, na qual promove uma diminuição na porosidade, menor absorção e maior resistência à compressão simples.

5. CONCLUSÃO

Após realização do estudo das argamassas confeccionadas com cinza da lenha de algaroba, em substituição parcial ao agregado natural, é possível concluir que:

- A cinza da lenha de algaroba não pode ser considerada material pozolânico, pois o seu índice de atividade com o cimento Portland ficou abaixo do valor estipulado pela norma. Sendo confirmado pela sua composição química, logo só pode ser utilizado como material de preenchimento.
- O melhor tipo de cura para as argamassas que incorporam a cinza da lenha de algaroba foi a cura imersa, pois apresentou maiores valores de resistência à compressão simples.
- Os valores de absorção da água das argamassas incorporadas com a cinza da lenha de algaroba confirmam os valores obtidos no ensaio de resistência à compressão simples.
- A cinza da lenha de algaroba pode ser utilizada na confecção de argamassas alternativas, pois os valores de resistência à compressão simples atendem aos especificados em norma para argamassas de revestimento.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9778**: Argamassa e concretos endurecidos – Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro: Moderna, 2005. 4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro: Moderna, 2002. 3p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281**: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Requisitos. Rio de Janeiro: s.d., 2005. 7 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7215**: Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro: Moderna, 1996. 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5752**: Materiais pozolânicos – Determinação do índice de desempenho com cimento Portland aos 28 dias. Rio de Janeiro: Moderna, 2014. 4p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12653**: Materiais Pozolânicos - Requisitos. 3 ed. Rio de Janeiro: Moderna, 2014. 10 p.

ALCANTARA, M.A. M.; SANTOS, LP; LIMA, D, C; SEGANTINI, A. A. S.; AKASAKI, J.L. O uso de cinzas de casca de arroz como aditivo auxiliar na produção de tijolos de solo-cal. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 1, p. 1-11, 2011.

ARAÚJO, R. C.L.; RODRIGUES, E. H. V.; FREITAS, E. G. A. Materiais de construção. Rio de Janeiro, Editora Universidade Rural, 2000.

BEZERRA, Izabelle Marie Trindade. **Cinza da casca do arroz utilizada em argamassas de assentamento e revestimento.** 2010. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Geotécnica, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA N° 307, de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para agestão dos resíduos da construção civil.

BRITO, J. O. O uso energético da madeira. Estudos Avançados, Piracicaba, v. 21, n. 59, p. 185-193, 2007.

CABRAL, S. C.; AZEVEDO, M. A. de. Materiais alternativos para adição ao cimento Portland. **Revista Vozes do Vale,** Minas Gerais, p.1-16, 10 out. 2016.

CANEDO, Aline Crispim; BRANDÃO, Fernanda Buiate; PEIXOTO, Fernando Luiz Filho. **REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO NA PRODUÇÃO**

DE ARGAMASSA DE REVESTIMENTO. 83 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

CASTALDELLI, Vinícius Nobre et al. CONCRETO COM ADIÇÃO DE CINZA DO BAGAÇO DE CANA-DE- AÇÚCAR. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Não use números Romanos ou letras, use somente números Arábicos. 2010, Canela/rs. **Artigo.** Canela/rs: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2010. p. 1 – 10

CAVALCANTI FILHO, Lupercio Luizines. **AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO SIMPLES E ABSORÇÃO DE ÁGUA DE TIJOLOS VAZADOS DE SOLO-CIMENTO PRODUZIDOS A PARTIR DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO PELA CINZA DA LENHA DE ALGAROBA.** 2016. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2016.

COLIANTE, Johanna Gabriella Roos; **Cura térmica em argamassas de concreto de alto desempenho: Caracterização da microestrutura e da resistência à compressão**. Porto Alegre, 2013.

DRUMOND, M. A.; MORGADO, L. B.; RIBASKI, J.; ALBUQUERQUE, S. G.; CARVALHO FILHO, O. M. Contribuição da Embrapa Semi-Árido para o desenvolvimento dos sistemas agroflorestais no semi-árido brasileiro. Agrossilvicultura, Viçosa, MG, v. 1, n. 2, p. 145-153, 2004.

FIORITO, Antonio J. S. I.. **MANUAL DE ARGAMASSA E REVESTIMENTO:** ESTUDOS E PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO. 2. ed. São Paulo: Pini, 2009. 232 p.

FREIRE, Wesley Jorge; BERALDO, Antonio Ludovico. **TECNOLOGIAS E MATERIAIS ALTERNATIVOS DE CONTRUÇÃO.** Campinas: Unicamp, 2003. 331 p.

LELOUP, Wilma de Albuquerque. **EFEITO DA ADIÇÃO DE LODO TÊXTIL E CINZAS DE LENHA GERADOS NO APL DE CONFECÇÕES PERNAMBUCANO EM ARGAMASSAS DE CIMENTO PORTLAND.** 2013. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 201.

LIMA, Paulo Cesar F.; **Algaroba, uma das alternativas para o Nordeste.** Brasil Florestal nº 58. Petrolina – PE, 1984.

MARTINS, Leidimara Aparecida. **Desenvolvimento de argamassa auto-adensável de alta resistência.** 2011. 89 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) –Curso Superior de Tecnologia em Concreto. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

MELO, Marcio Couceiro Saraiva de; **ESTUDO DE ARGAMASSAS ADICIONADAS DE CINZAS DE ALGAROBA GERADAS NO ARRANJO PRODUTIVO LOCAL DE CONFECÇÕES DO AGRESTE PERNAMBUCANO.** 121 f. Dissertação (Mestrado) –

Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2012.

MIRANDA JÚNIOR, Paulo da Silva. **AVALIAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA POR IMERSÃO E DA PERMEABILIDADE EM ARGAMASSA RECICLADA.** 2011. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2011.

NEVILLE, A. M.. **Propriedades do Concreto.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016. 912 p.

OLIVEIRA, Bárbara Tannus de. **USO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM ARGAMASSAS PARA REVESTIMENTO DE ALVENARIA.** 2015. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

PAIVA, Rauny Rodrigues de; REBOUÇAS, Marcelo da Silva; FERREIRA, Maraísa Costa; SANTOS, Rosimeire Costa dos; **Caracterização Química Do Carvão Da Algaroba (Prosopis juliflora (Sw) Dc) E Cajueiro (Anacardium occidentale L.)**. IV Congresso Brasileiro de Engenharia Florestal e III Semana de Engenharia Florestal. Vitória da Conquista – BA, 2013.

PEREIRA, P. C.; CARASEK, H.; FRANCINETE JR., P. Influência da cura no desempenho de revestimento com argamassas inorgânicas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 6º, Florianópolis, 2005. Anais. ANTAC, 2005.

PHILIPPSEN, André Luiz Andreoni, e SHIMOSAKA, Tobias Jun**. Estudo do efeito da cura térmica na resistência inicial do concreto para aplicação na indústria de pré-moldadosde concreto.** 2014. 100. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2014.

RIBASKI, Jorge. **INFLUÊNCIA DA ALGAROBA [Prosopis juliflora (SW.) DC.) SOBRE A DISPONIBILIDADE E QUALIDADE DA FORRAGEM DE CAPIM-BÚFEL /Cenchrus ciliaris] NA REGIÃO SEMI-ÁRIDA BRASILEIRA.** 2000. 179 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

SERVIÇO BRASILEITO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – SEBRAE. **APL ARRANJO PRODUTIVO LOCAL.** Brasília: Sebrae, 2014. 50p.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. **Estudo de caracterização econômica do polo de confecções do agreste pernambucano.** Relatório final apresentado ao SEBRAE. Recife: UFPE, 2004.

TEXEIRA, R. S. **Utilização de resíduos sucro-alcooleiros na fabricação de fibrocimento pelo processo de extrusão.** 2010. 131p. Dissertação (Mestrado) –

Escola de Engenharia de São Carlos, Instituto de Física de São Carlos, Instituto de Química de São Carlos na Universidade de São Carlos, São Carlos, 2010.

UNGERICHT, Ana Júlia; PIOVESAN, Angela Zamboni; **Influência da cura da argamassa em relação às propriedades mecânicas e absorção de água**. Unoesc & Ciência – ACSA. Jaoçaba – SC, 2011.