



ADIÇÃO DA CINZA DA FOLHA DE BANANEIRA NA ARGAMASSA

DOI: <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v9e0202055-69>

Daniel Martins Papini Mota¹

Silvana Julia da Silveira Diniz²

Anna Carolina Maciel Reis³

Daniel Soares Alcântara⁴

Eduardo Henrique Gonçalves Costa⁵

Grazielle Souza Campos⁶

Lucas de Oliveira Abreu⁷

Natália de Carvalho⁸



RESUMO

A banana é a segunda fruta mais cultivada no Brasil, devido a esse fato, a bananicultura produz uma quantidade significativa de resíduos de material vegetal. Uma maneira de aproveitar esse resíduo agrícola é utilizá-lo na construção civil. Devido as propriedades pozolânicas das cinzas de um material, decidiu-se realizar a implementação das cinzas da folha de bananeira no processo de fabricação de argamassas. Esse trabalho, possui como objetivo, averiguar o comportamento desse resíduo agrícola utilizado como aditivo em argamassas. Para isso, confeccionou-se corpos de prova de argamassa industrializada, argamassa in loco e argamassa com o aditivo de cinzas de folha de bananeira com o intuito de realizar o teste de resistência à compressão para argamassas. Constatou-se, assim, que o resíduo agrícola proveniente da folha da bananeira, utilizado como aditivo, aumentou a resistência à compressão em relação à argamassa industrial e em relação à argamassa feita in loco. Portanto, conclui-se que as cinzas provenientes da folha da bananeira podem ser utilizadas como aditivo na argamassa, sendo essa, uma finalidade sustentável para a construção civil e como finalidade para o resíduo vegetal.

Palavras-chaves: Resíduos. Cinzas. Argamassa. Aditivo. Resistência.

1 Engenheiro Civil pela Universidade Fundação Mineira de Educação e Cultura - FUMEC; Matemático pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG; e Mestre em engenharia Civil pela Universidade Fundação Mineira de Educação e Cultura - FUMEC. E-mail: daniel.papini@prof.una.br

2 Engenheira Elétrica pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais e mestrado em Educação Tecnológica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. E-mail: silvana.diniz@prof.una.br

3 Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade Una de contagem. E-mail: annacarolinamreis@gmail.com

4 Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade Una de contagem. E-mail: daniel_alcantara123@hotmail.com

5 Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade Una de contagem. E-mail: e.duardo.hg.7@gmail.com

6 Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade Una de contagem. E-mail: graziellecampos1999@gmail.com

7 Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade Una de contagem. E-mail: lucasabreu2406@gmail.com

8 Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade Una de contagem. E-mail: natalia.carvalho10@live.com

ADDITION OF GRAY OF BANANA SHEET IN MORTAR

ABSTRACT

Banana is the second most cultivated fruit in Brazil, because of this fact, banana production produces a significant amount of plant material residues. One way to use this agricultural waste is to use it in construction. Due to the pozzolanic properties of the ash of a material, it was decided to implement the banana leaf ash in the mortar manufacturing process. This work aims to investigate the behavior of this agricultural residue used as an additive in mortars. For this, specimens of industrialized mortar, mortar in loco and mortar were made with the banana leaf ash additive in order to perform the compressive strength test for mortars. Thus, it was found that the agricultural residue from banana leaves, used as an additive, increased the compressive strength in relation to industrial mortar and in relation to mortar made in loco. Therefore, it is concluded that ashes from banana leaves can be used as an additive in mortar, which is a sustainable purpose for construction and as a purpose for plant residue.

Keywords: Waste; Ashes; Mortar; Additive; Resistance.

1 INTRODUÇÃO



Recentemente, a produção de resíduos gerados pela agroindústria vem ganhando um destaque negativo, pois seu descarte provoca problemas ambientais relacionados com a poluição do solo e do ar (BEZERRA et al., 2011). Um dos setores agrícolas que é líder de exportação no Brasil é a bananicultura, que segundo Athayde (2014), produz, aproximadamente, 4 toneladas de resíduos para cada tonelada de banana colhida.

Aliado a isso, na construção civil vem sendo estudado o reaproveitamento de diversos tipos de resíduos, dentre eles se destacam os materiais pozolânicos, que são compostos coligados aos constituintes do cimento, os quais podem acarretar melhora nas propriedades físicas, químicas e mecânicas do concreto e argamassa, sendo estes últimos, os produtos mais empregados na Engenharia Civil (MITTRI, S. H. M. et al ; 2018).

Assim, uma maneira de aproveitar os resíduos da bananicultura é a utilização parcial das cinzas proveniente do cultivo da banana, como material pozolânico para

aprimoramento da argamassa, no qual pode promover um benefício mútuo do progresso na engenharia com um convívio harmonioso com o meio ambiente.

Com isso, tem-se como objetivo verificar o comportamento da argamassa na presença de resíduo sólido vegetal em sua composição, visando melhorar suas propriedades e características. Para isto, faz-se necessário confeccionar corpos de prova de argamassa com o acréscimo da cinza da folha de bananeira; realizar testes de resistência mecânica; detalhar em forma de gráficos os resultados obtidos; comparar as resistências da argamassa aditivada, argamassa industrial e uma tradicional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Bananicultura

Segundo Lucas (2015) a banana é a fruta mais consumida no Brasil e a segunda no mundo, atrás apenas da laranja. Ela ocupa a primeira posição no ranking mundial de produção de frutas, com mais de 106 milhões de toneladas. O Brasil responde por 7 milhões de toneladas, com participação de 6,9% desse total, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2015).

A cultura da banana é responsável pela geração de grandes quantidades de resíduos de material vegetal, a saber: folha, pseudocaule, engaço, coração e fruto de descarte. O destino não adequado destes resíduos excedentes pode favorecer a ocorrência de problemas ambientais e fitossanitários. No entanto, os resíduos gerados apresentam grande potencial de uso como biomassa para diferentes aplicações, como a adubação, a alimentação animal, geração de material celulósico e geração de energia, a exemplo de outras culturas como a cana-de-açúcar, o café e o arroz. (ATHAYDE; 2014)

Dentre os resíduos da bananicultura, segundo Kanning (2013), o Brasil tem um potencial de produzir, anualmente, cerca de 11,5 milhões de toneladas de folhas secas. Isso totaliza, aproximadamente, 1,2 milhões de toneladas de cinzas, considerando que as cinzas correspondem a 10% de massa das folhas, expondo, portanto, uma das vantagens do reaproveitamento desses resíduos.

2.2 Utilização de cinzas como material pozolânico

Segundo Neville (2016), a pozolana é um material rico em sílica e que em contato com a umidade reage com o hidróxido de cálcio formando compostos cimentícios como o silicato de cálcio.

Um fator importante da pozolana é a microfília que proporciona uma menor permeabilidade, diminuindo os espaços vazios na sua microestrutura que poderia ser ocupada pela água, “tornando as pastas mais densas, em consequência disso, acarretam no aumento de resistência mecânica à compressão e durabilidade.” Logo, quanto maior a finura da pozolana, maior será sua atividade pozolânica. Entretanto, um detalhe importante que precisa ser enfatizado é a dosagem equivocada do material, pois, pode acarretar na retração da argamassa. (KANNIG; 2010)

Este conceito está de acordo com norma NBR 12653:2012, na qual se estabelece os requisitos necessário para que um material seja pozolânico. De acordo com esta norma, existe três classes para diferenciação dos materiais pozolânicos como apresentado no Quadro 1. Dessa forma, fundado no estudo de Kanning (2010) e na norma citada, as características das cinzas da folha de bananeira atestam para a classe E.



| | | |
|--------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fonte: | Classe C | Cinzas volantes produzidas pela queima de carvão mineral |
| ABNT | Classe N | Pozolanas naturais e artificiais, como materiais vulcânicos petrográficos, cherts silicosos, terras diatomáceas e argilas calcinadas. |
| NBR | Classe E | Qualquer pozolana com características diferentes das classes C e N. |

12653:2012.

2.3 Argamassa

A norma NBR 13281:2005 define a argamassa como uma “mistura homogênea de agregado miúdo, aglomerante inorgânico e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria”.

Por ser um material de grande importância na construção civil e afim de obter um aprimoramento das construções, nos últimos tempos, vem se buscando formas de melhorar, através da adição de diversos materiais orgânicos e inorgânicos, as

propriedades da argamassa, como sua resistência e consistência, garantindo um melhor desempenho, qualidade e economia. (PRADO e ANTUNES, 2017).

2.4 Cimento

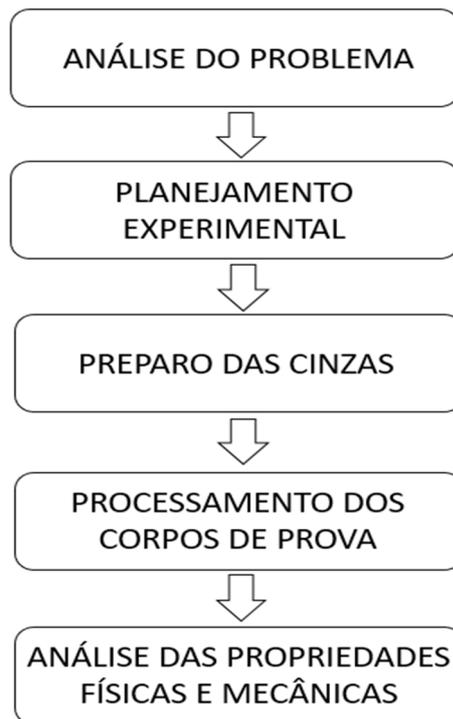
Segundo Aecweb, o Cimento Montes Claros CP II F 32 é ideal para concretos estrutural e convencional, argamassas, artefatos de concreto e caldas de injeção. Destaca-se pelas propriedades físico-químicas regulares e pela secagem rápida.

Cimento (2010) acrescenta que o cimento Portland composto tem diversas possibilidades de aplicação e por isso é um dos cimentos mais utilizados no Brasil. Suas propriedades atendem desde estruturas em concreto armado até argamassas de assentamento e revestimento, concreto massa e concreto para pavimentos. O CP II F-32 tem adição de fíler calcário, em teor entre 6 e 10% e não é o mais indicado para aplicação em meios muito agressivos.

3 METODOLOGIA

Para realização desse trabalho, foi necessário fazer uma análise do problema, um planejamento experimental, o preparo das cinzas, o processamento dos corpos de prova a análise das propriedades físicas e mecânicas, conforme mostrado no fluxograma da figura 1.

Figura 1 – Fluxograma do processo experimental.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

3.1. Análise do problema



O primeiro passo para o desenvolvimento do trabalho tratou-se da discussão em torno da temática: matérias alternativas na Engenharia Civil. Esta discussão girou ao redor, como já esperado, do contexto da sustentabilidade e sua relação socioeconômica. À vista disso, dialogou-se sobre ideias no qual fosse possível essa correlação, além de ressaltar os benefícios que poderiam ser adquiridos na construção civil.

Com isso, o tópico de reaproveitamento de resíduos sólidos vegetais emergiu como tônica de estudo e análise da presente pesquisa. Realizou-se uma revisão bibliográfica sobre o assunto revelando a já crescente utilização desses resíduos na construção civil, principalmente, em concretos e argamassas como matéria-prima para a produção destes. Entretanto, como afirma Bezerra (2011), necessitou-se que estes rejeitos apresentassem características físicas e químicas específicas para que fosse possível sua aplicação. Desse modo, investigou-se o conceito de materiais pozolânicos englobando o emprego de cinzas como uns destes materiais.

Esse estudo se estendeu para a escolha do tipo de cinza que seria utilizada, chegando no consenso da aplicação de cinzas de materiais vegetais como casca de arroz, bagaço de cana-de-açúcar, capim elefante, casca de milho e folha de bananeira. Esta última se destacou, especialmente, por sua fácil obtenção e manuseio, além da larga produção no Brasil.

3.2 Planejamento experimental

Em conformidade com a norma NBR 7215:1996, as amostras foram agrupadas em séries distintas compostas por cinco corpos de prova (CP), sendo cada série relativa ao tipo da argamassa. O conjunto de três séries refere-se à idade das misturas. Foi estabelecido, portanto, um total de 30 corpos de prova, diferenciados pela sua composição e tempo de cura, como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Quantidade de corpos de prova para o teste de resistência à compressão

Fonte:

| Argamassa Idade (dias) | Tradicional | Aditivada | Industrial | Total |
|------------------------|-------------|-----------|------------|-----------|
| 28 | 5 | 5 | 5 | 15 |
| 14 | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Total | 10 | 10 | 10 | 30 |

Elaborado pelos autores, 2019.

Um fim de uma melhor organização do presente trabalho foi proposto um cronograma como apresentado no Quadro 2, onde definiu-se quais atividades seriam desenvolvidas.

Quadro 2 – Cronograma das atividades para o desenvolvimento da pesquisa.

| Semana | Atividade |
|----------------|-------------------------------------|
| 1 ^a | Extração das folhas de bananeira |
| 2 ^a | Corte e calcinação das folhas |
| 3 ^a | Preparo dos corpos de prova 28 dias |
| 5 ^a | Preparo dos corpos de prova 14 dias |
| 6 ^a | Tratamento das faces |
| 7 ^a | Teste de resistência à compressão |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

3.3 Preparo das cinzas

A porcentagem de adição das cinzas esteve fundamentada no trabalho desenvolvido por Kanning (2013), no qual foi estabelecido que a melhor escolha para se ter uma análise mais satisfatória seria a utilização de 10% (dez por cento) de cinza da quantidade total de agregado miúdo da argamassa. Outro fator importante, que influenciou nesta porcentagem, foi a quantidade limitada de folhas de bananeira, pois sua extração foi realizada manualmente e visto que, após a queima, a quantidade obtida tornou-se significativamente menor.

Para o preparo das cinzas, as folhas de bananeira selecionadas estavam secas. Após reunir quantidade significativa, todas as folhas foram cortadas em pedaços menores facilitando a queima, que ocorreu em um tacho. As folhas foram calcinadas até que se transformassem totalmente em cinzas, Figura 2.

Figura 2 – Cinzas das folhas calcinadas.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Logo depois, foram deixadas em repouso para esfriarem, em seguida embaladas até o momento da aplicação na mistura de argamassa.

3.4 Processamento dos corpos de prova

O processo de produção dos corpos de prova foi realizado conforme norma NBR 7215:1996, que estabelece os parâmetros adequados para a verificação da resistência à compressão do cimento Portland em uma mistura de argamassa.

O método consiste na determinação da resistência de corpos de provas cilíndricos com dimensões de 100 mm de altura e 50 mm de diâmetro. Foram confeccionados um total de 30 corpos de prova, classificados em tradicional, industrializados e aditivados. Utilizou-se como componentes da argamassa, segundo

a norma: areia normal, água e cimento (Montes Claros CP II F 32) para a tradicional; mesmos componentes para a aditivada, considerando somente o acréscimo das cinzas; e, para a industrializada, argamassa (Precon AC I).

Para a realização do procedimento necessitou-se de balanças com resolução de 0,1g, misturador mecânico, moldes (nas dimensões já citadas), soquete, óleo de desmolde e acessórios completos como espátulas e pincéis.

O preparo da argamassa foi elaborado por um processo normalizado que se resume na mistura dos componentes citados com suas referentes quantidades mostradas na Tabela 2.

Tabela 2 – Quantidades de componentes para cada tipo considerando um corpo de prova.

| Materiais | Aditivada | Industrial | Tradicional |
|-------------------|------------------|-------------------|--------------------|
| Areia | 232,8g | - | 258,8g |
| Cimento | 121,5g | - | 121,5g |
| Cinza (bananeira) | 25,75g | - | - |
| Precon | - | 441,5g | - |
| Água | 80ml | 88ml | 60ml |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

No processo da argamassa tradicional e aditivada, executou-se uma mistura mecânica colocando, inicialmente, toda a água e adicionando cimento durante 30 segundos (s). Adicionou-se porções da areia normal, durante 30s novamente, em velocidade baixa. Assim que finalizado a adição da areia, mudou-se a velocidade para alta, durante mais 30s. Após isso, deligou-se o misturador e deixou a mistura em repouso durante o período de tempo de 1min e 30s, coberta por um pano úmido. Em seguida, ligou-se novamente o misturador em velocidade alta por 1min. Na mistura da argamassa aditivada, as cinzas foram adicionadas logo depois da areia, utilizando o mesmo método. Já para a argamassa industrializada, seguiu-se as recomendações do envoltório e, portanto, colocou-se a quantidade correspondente da Precon AC I, juntamente com a água e misturou-se até transformá-la em uma mistura homogênea. Deixou-se a mistura em repouso durante o tempo de 10 minutos para melhor aditivação.

O preenchimento dos moldes foi realizado com o auxílio do soquete, onde a cada um quarto do molde, desferia-se 30 golpes uniformemente distribuídos para melhor adensamento.

O processo de cura das amostras ocorreu em duas fases: a inicial, onde os corpos de prova foram mantidos em uma câmara úmida durante 24h, para logo depois serem retirados dos moldes (Figura 3). E a cura final, referente ao período preestabelecido de 28 e 14 dias, onde os corpos de prova (CP) foram imersos em água até o momento do ensaio.

Figura 3 – Corpos de desmoldados.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

3.5 Propriedades físicas e mecânicas



Nos corpos de prova, foram observadas propriedades como resistência à compressão, absorção de água, cor e peso. Para estes últimos, realizou-se uma comparação superficial entre as amostras.

Já no caso da resistência à compressão, esta foi mensurada nos períodos de 28 e 14 dias de cura dos corpos. Utilizou-se como equipamento uma prensa hidráulica instalada no Laboratório Lab. Con Consultoria & Serviços, localizado em Belo Horizonte/MG.

Esse teste consiste no método de ensaio de compressão axial em que a máquina exerce uma força gradual de compressão sobre o corpo de prova até que o mesmo venha a romper (Figura 4). Antes desta etapa final do teste (rompimento), os corpos de prova passam por um processo de capeamento ou nivelamento das superfícies para que encaixem perfeitamente na máquina que irá realizar o ensaio, chamado de tratamento de faces. No caso da presente pesquisa, o tratamento de faces utilizado foi com enxofre derretido que regulariza cada topo do molde.

Figura 4 – Corpos de prova na prensa hidráulica.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, ao proceder o preparo dos CP com a adição das cinzas, observou-se uma mudança de cor na mistura, tornando-a mais escura. Segundo Silva (2009), isso ocorre devido a presença de carbono nas cinzas que, além de agregar uma coloração mais escurecida, faz com que sua reatividade diminua, pois o carbono exige uma maior quantidade de água para manter a mesma consistência nas argamassas e concretos. Portanto, afirma Molin (2011) se existe carbono nas cinzas, obviamente, terá matéria orgânica que não foi calcinada totalmente no processo de queima, podendo afetar o comportamento do corpo de prova.

Da mesma forma, foi observado em razão da maior absorção de água pela adição das cinzas, uma expulsão desta após o adensamento do mesmo no molde, formando uma película superficial, que é facilmente visível a olho nu. Outro detalhe constatado, foi a diminuição do peso dos CP, que já era esperado, em virtude de retirar 10% da quantidade de agregado miúdo (areia) da mistura de argamassa.

Em relação ao teste de compressão dos corpos de prova, a Tabela 3 apresenta os resultados obtidos na sua realização.

Tabela 3 – Resistência à compressão dos CP.

| Tempo de cura | Tipo de argamassa | | | | | |
|---------------|-------------------|-----------|-----------------|-----------|------------|-----------|
| | Tradicional | | Industrializada | | Aditivada | |
| | Carga (KN) | fck (MPa) | Carga (KN) | fck (MPa) | Carga (KN) | fck (MPa) |
| 14 dias | 25,6 | 13,04 | 6,9 | 3,51 | 40,8 | 20,78 |
| | 28,7 | 14,62 | 6,5 | 3,31 | 31,7 | 16,14 |

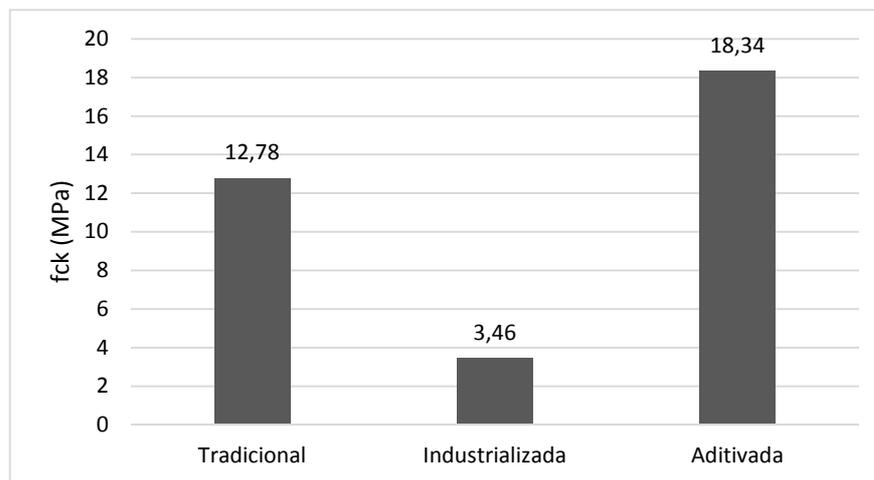
| | | | | | | |
|----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | 23,1 | 11,76 | 6,7 | 3,41 | 37,2 | 18,95 |
| | 19,8 | 10,08 | 6,7 | 3,41 | 28,7 | 14,62 |
| | 28,3 | 14,41 | 7,2 | 3,67 | 41,6 | 21,19 |
| Média | 25,1 | 12,78 | 6,8 | 3,46 | 36,0 | 18,34 |
| | 11,1 | 5,65 | 7,7 | 3,92 | 43,7 | 22,26 |
| | 64,5 | 32,85 | 8,6 | 4,38 | 46,8 | 23,83 |
| 28 dias | 51,7 | 26,33 | 6,5 | 3,31 | 41,5 | 21,14 |
| | 48,4 | 24,65 | 6,8 | 3,46 | 40,8 | 20,78 |
| | 48,9 | 24,90 | 6,2 | 3,16 | 41,7 | 21,24 |
| Média | 44,92 | 22,88 | 7,16 | 3,65 | 42,9 | 21,85 |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Os dados acima mostram a resistência à compressão dos corpos de prova no período de cura de 14 e 28 dias para as misturas de argamassa tradicional, industrializada e aditivada, como já referido anteriormente. Também é apresentado a carga limite de cada corpo de prova antes da ruptura, bem como a média destes valores. A partir dela pôde-se gerar os Gráficos 1 e 2, nos quais é exposto um comparativo entre os tipos de misturas de argamassa produzidas.

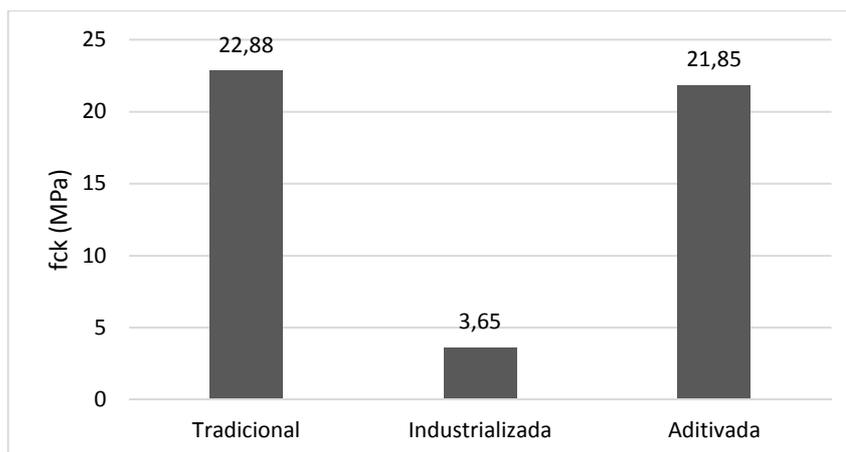
RG&SA
Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental

Gráfico 1 – Resistência à compressão no período de 14 dias de cura.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Gráfico 2 – Resistência à compressão no período de 28 dias de cura.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Observando o Gráfico 1, percebe-se que a argamassa aditivada, no tempo de cura de 14 dias, apresentou um resultado superior se comparado as outras misturas, diferentemente do que aconteceu no segundo gráfico, em que a argamassa tradicional ostentou uma resistência mais elevada, mas não tão discrepante da aditivada. Já a argamassa industrializada, apresentou uma resistência bem inferior às demais. Isso poderia ser explicado pela escolha do tipo de argamassa industrializada que se utilizou, a AC I, onde é mais aplicada em lugares com menos solicitações.

Por meio do Gráfico 2, percebe-se que a argamassa tradicional obteve um acréscimo de 4% em comparação à argamassa aditivada. Já a industrializada se manteve inferior às demais por motivos já explicados acima.

4 CONCLUSÃO

Com a realização do teste, juntamente com os dados apresentados, concluiu-se que a argamassa aditivada apresenta uma maior resistência média à compressão em relação a argamassa tradicional e a argamassa industrializada, no período de cura de 14 dias. No final dos 28 dias de cura, a argamassa aditivada possui, praticamente, a mesma resistência que a argamassa tradicional, isto é, uma variação de 4% a menos.

A partir desses resultados apresentados acima, a argamassa com cinzas da folha de bananeira possui uma resistência média com valores muito satisfatórios, e

assim sendo, uma possibilidade a ser considerada nesse aspecto. Dito isso, pode-se constatar que as cinzas reagiram de forma positiva na mistura da argamassa, comportando-se assim como um material pozolânico.

Finalmente, pensa-se que os estudos envolvendo as cinzas da folha de bananeira como aditivo em argamassas devem passar por um aprofundamento científico maior, analisando todas as características que tangem uma argamassa como índice de consistência, calorimetria, densidade de massa, capilaridade, massa específica, ataques químicos, etc. E, devido a solicitação de grande quantidade de insumo para tal pesquisa, conclui-se que a sintetização da cinza em laboratório pode ser de grande valia para testes.

REFERÊNCIAS

AECWEB. **Cimento Montes Claros CP II F 32**. [online] Available at: https://www.aecweb.com.br/prod/e/cimento-montes-claros-cp-ii-f-32_19772_41680 [Accessed 30 Jul. 2019].

ABNT. **Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão. NBR 7215**. Rio de Janeiro, 1996.

ABNT. **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - requisitos. NBR 13281**. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT. **Materiais pozolânicos - requisitos. NBR 12653**. Rio de Janeiro, 2012.

ATHAYDE, C. **Análise dos resíduos gerados pela bananicultura como possível fonte de geração de energia**. Mestre. Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. 2014.

BEZERRA, I., SOUZA, J., CARVALHO, J. AND NEVES, G. **Aplicação da cinza da casca do arroz em argamassas de assentamento**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.15, n.6, p.639–645, 2011.

CIMENTO.Org. **O Mundo do Cimento. CP II F – Cimento Portland composto com Filer**. 23 set 2010. Disponível em: <https://cimento.org/cp-ii-f-32-cimento-portland-composto-com-filer> . Acesso em: 05/07/2019

KANNING, R. C. **Avaliação do potencial pozolânico da cinza de folha de bananeira**. Mestre. Universidade Federal do Paraná, PIPE; 2010.

KANNING, R. C. **Utilização da cinza de folha de bananeira como adição de argamassas de cimento Portland**. Doutor. Universidade Federal do Paraná, PIPE; 2013.

LUCAS. **Banana é a fruta mais consumida pelos brasileiros**. Revista Agron on line. ISSN: 23585757; 2015.

MITTRI, S. H. M. et al. **Análise da caracterização pozolânica do resíduo de rochas ornamentais tratado termicamente e seu efeito nas propriedades mecânicas de concretos**. Rev. IBRACON Estrut. Mater. [online]. 2018, vol.11, n.6

NEVILLE, Adam M. **Propriedades do Concreto-5ª Edição**. Bookman Editora, 2015.

PRADO, R.; ANTUNES, E. **Estudo da influência da incorporação de aditivo à base de nanopartícula de vidro de silício e sódio em argamassas de revestimento**. Artigo submetido ao Curso de Engenharia Civil da UNESC - como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Civil; 2017.

SILVA, E. **Contribuição para utilização de cinza de casca de arroz na construção civil**. Mestre. UNESP; 2009.

