

INFLUÊNCIA DA CINZA DO CAROÇO DE AÇAÍ NAS PROPRIEDADES DE ARGAMASSAS DE CHAPISCO

Juliane Cruz da Silva Araújo (Universidade Federal do Pará) E-mail: julliene.silva@hotmail.com

Adson de Sousa Garcia (Universidade Federal do Pará) E-mail: adson.ed.garcia@gmail.com

Francirene Pereira Bonfim (Universidade Federal do Pará) E-mail: francy_pb@hotmail.com

Grazielle Tigre de Souza (Universidade Federal do Pará) E-mail: grazielle_tigre@hotmail.com

Resumo: A construção civil é um dos setores que provoca maior impacto ambiental, devido ao elevado consumo de matéria-prima. Diante da cadeia de materiais há o processo de produção do cimento, que exige um alto consumo de energia e emissão de poluentes gasosos. Dessa forma, é necessário a busca por alternativas sustentáveis para amenizar esses impactos ao meio natural. Nesse sentido, a presente pesquisa tem como objetivo avaliar as propriedades no estado fresco e no estado endurecido de argamassas de chapisco (traço 1:3), considerando a substituição parcial nos teores de 0%, 5% e 10% do cimento pela cinza do caroço de açaí produzida por queima controlada. Para avaliação do comportamento das argamassas foram realizados ensaios no estado fresco (consistência, teor de ar incorporado, densidade de massa e retenção de água) e no estado endurecido (absorção de água, retração, resistência à compressão axial e tração na flexão). Através dos resultados encontrados constatou-se que as argamassas contendo cinza do caroço de açaí no teor de 10% apresentaram redução de até 4,17% na consistência, 14,16% no teor de ar incorporado e 35,71% na retração. Além disso, houve aumento na absorção (56,83%) e na resistência à compressão (8,56%). Portanto, destaca-se a importância do estudo desses resíduos com a finalidade de buscar a viabilidade técnica e reduzir os impactos ambientais.

Palavras-chave: resíduo, cinza do caroço de açaí, argamassa.

INFLUENCE OF THE AÇAÍ STONE ASH ON THE PROPERTIES OF CHAPISCO MORTARS

Abstract: One of the research trends in the construction industry is the use of waste, for example, mineral additions, composition of materials such as partial replacement of Portland cement, consumption of cement mix or mixture and contribution to the improvement of concrete and clay properties. . In this sense, the present research aims to evaluate as properties in the fresh state and in the supported state of mortars (1: 3 trait), with partial replacement in the contents of 0%, 5% and 10% of the cement by the ash from the açaí stone. sealed by controlled burning. For the quantities that were determined in the fresh state: consistency index, incorporated air content, mass density and consistency water retention, in the supported state it was determined: water absorption, shrinkage and wear resistance and flexion at 7 and 28 days. The results showing that the ashes contain açaí stone ash showed good behavior in the fresh state, except for the loss of consistency. However, no state supported as a mortar includes a CCA that presented greater strengths than the reference mortar, reduced shrinkage and greater water absorption. Therefore, a satisfactory behavior will be reduced in some properties of the mixtures regarding the use of ash from the açaí stone in the masses

Keywords: açaí stone ash; residue; mortars

1. Introdução

O extrativismo sempre fez parte do cotidiano das famílias paraenses, seja como meio de subsistência ou de consumo de produtos vindos dos rios e das florestas, sendo que conforme Cardoso, Gardelha e Pena (2016) o estado dispõe de 24% do seu território para a produção agropecuária e florestal. Desse modo, a região paraense possui condições naturais para tratar a agricultura como forte segmento de seu desenvolvimento econômico (BARBOSA e FALESI, 2011).

Neste cenário, uma das atividades que mais se destaca é a cultura do açaí (Euterpe Oleracea), uma palmeira originária das várzeas da região amazônica que produz um fruto

utilizado na obtenção de suco consumido em larga escala pela população do estado do Pará. Porém, no seu processamento são produzidos os resíduos (caroços e cascas), que de acordo com Barreira (2009) correspondem a cerca de 83 % do fruto, sendo estes descartados nas ruas sem destinação adequada, aumentando assim a poluição ambiental.

De acordo com os dados do IBGE, em 2018 a produção extrativa de açaí atingiu 221.646 toneladas, sendo que o estado do Pará apresentou a maior produção, com 147,7 mil toneladas. Desta forma, observa-se que o aumento da produção afeta diretamente na quantidade de resíduos gerados nas cidades.

Vale ressaltar que o descarte incorreto dos resíduos proporciona prejuízos ao meio ambiente como a contaminação do solo, dos corpos d'águas e da atmosfera. Nesse contexto, foi criada a Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que é um instrumento para combater os problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. Além incentivar o gerenciamento de resíduos essa lei tem como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos.

Portanto, uma das formas de reduzir os impactos dos resíduos do caroço de açaí é através do estudo de sua aplicação na construção civil, como por exemplo, na composição dos materiais cimentícios. Além disso, de acordo com Vieira e Souza (2015) a construção civil se trata de uma indústria modificadora do meio físico e que por si só traz impactos diretos ao meio ambiente, de modo que o reaproveitamento de resíduos se apresenta como uma das soluções para esta problemática. Desta forma, nas últimas décadas têm-se investido em desenvolvimento sustentável, no qual vários estudos são realizados para a criação de produtos menos poluentes.

Segundo os estudos de Tapajós *et al.* (2013) as adições minerais quando empregadas no concreto trazem benefícios em suas propriedades, como melhoria da trabalhabilidade, coesão, resistência, durabilidade e redução da exsudação. Fosenca (2010) explica que esses benefícios se devem ao efeito microfiller das partículas de adições no preenchimento dos vazios; o refinamento da estrutura de poros e dos produtos de hidratação do cimento e alteração da microestrutura da zona de transição.

Nesse sentido, a aplicação do resíduo do caroço de açaí como adição mineral na produção de concretos e argamassas caracteriza-se como uma alternativa sustentável. Pois além das vantagens de evitar ou reduzir a disposição inadequada dos resíduos, Sales e Filho (2014) também apontam que o uso de resíduos em substituição ao cimento promove a redução da emissão de CO₂ para a atmosfera, da qual a indústria cimentícia participa como importante setor poluente e que atua diretamente na redução da exploração de recursos não renováveis.

Diante do exposto, a presente pesquisa busca avaliar a incorporação do CCA em argamassa de chapisco e estudar a viabilidade técnica de sua aplicação, contribuindo assim para a diminuição dos impactos à natureza causados pela indústria da construção civil e pela produção do açaí.

2. Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento do procedimento experimental realizado em laboratório, os materiais utilizados foram: Cimento CP II F-32 da marca Nassau, cinza do caroço de açaí

(CCA), areia natural proveniente do leito do Rio Tocantins e água. A Tabela 1 apresenta as características dos materiais em destaque.

Tabela 1 – Caracterização dos materiais.

Ensaio	Areia	Método
Diâmetro máximo (mm)	1,18	ABNT NBR NM 248
Módulo de Finura	2,06	ABNT NBR NM 248
Massa específica (g/cm ³)	2,64	ABNT NBR NM 52
Absorção de água (%)	0,22	ABNT NBR NM 30
Massa Unitária (g/cm ³)	1,61	ABNT NBR NM 45
Ensaio	Cimento	Método
Massa Unitária (g/cm ³)	0,92	ABNT NBR NM 45
Massa específica (g/cm ³)	3,12	ABNT NBR 16605
Ensaio	CCA	Método
Perda ao Fogo (%)	96,4	ABNT NBR NM 18
Teor de Umidade (%)	4,1	ABNT NBR NM 24
Massa específica (g/cm ³)	1,45	ABNT NBR 16605
Material retido na peneira 45 µm (%)	48,9	ABNT NBR 15894-3
Atividade Pozolânica com cal aos 7 dias (Mpa)	0	ABNT NBR 5751
Índice de desempenho com cimento Portland aos 28 dias (%)	60	ABNT NBR 5751

Fonte: Autores

Os caroços de açaí utilizados nesta pesquisa foram coletados nas proximidades de um local de retirada da polpa de açaí na Cidade de Tucuruí-PA. Após a coleta estes foram lavados e secos em estufa por 48 h. Vale ressaltar que devido à dificuldade de secagem interna do caroço de açaí, os mesmos foram quebrados antes de levar para estufa de forma a garantir perfeita secagem e evitar problemas (saída de água) no momento da queima na mufla. Após a secagem os caroços de açaí foram calcinados em mufla com temperatura de 350 °C por um período de 2 horas. Ao atingir esse período, o material foi retirado da mufla e colocado em um dessecador.

Para o resíduo atingir a granulometria para utilização em materiais cimentícios, foi realizado apiloamento utilizando uma mão de grau e um almofariz, e em seguida fez-se o peneiramento, sendo utilizado na pesquisa o material passante na peneira #200 (75 µm).

O preparo das argamassas foi realizado conforme a ABNT NBR 16541 (2016). As argamassas foram preparadas com substituição parcial do cimento nos percentuais de 0%, 5% e 10% pela CCA. A Tabela 1 apresenta a proporção de materiais utilizados em cada argamassa estudada com traço em massa 1:3 (cimento e areia) e relação água/aglomerante de 0,57.

Tabela 2 – Proporção de materiais utilizados para produção das argamassas.

Substituição	Cimento (g)	Areia (g)	Cinza caroço de açaí (g)	Água (g)
0 %	2100	6300	0	1197
5 %	1995	6300	105	1197
10 %	1890	6300	210	1197

Fonte: Autores

Inicialmente para o estado fresco foram realizados ensaios do índice de consistência na

mesa de Flow Table seguindo as orientações da ABNT NBR 13276 (2016), no qual foram realizadas as 3 medições do diâmetro do espalhamento das argamassas, em seguida realizou-se o ensaio de retenção de água de acordo com a ABNT NBR 13277 (2005), conforme a Figura 1-a, e por fim o ensaio do teor de ar incorporado e densidade de massa de acordo com a ABNT NBR 13278 (2005), conforme a Figura 1-b.

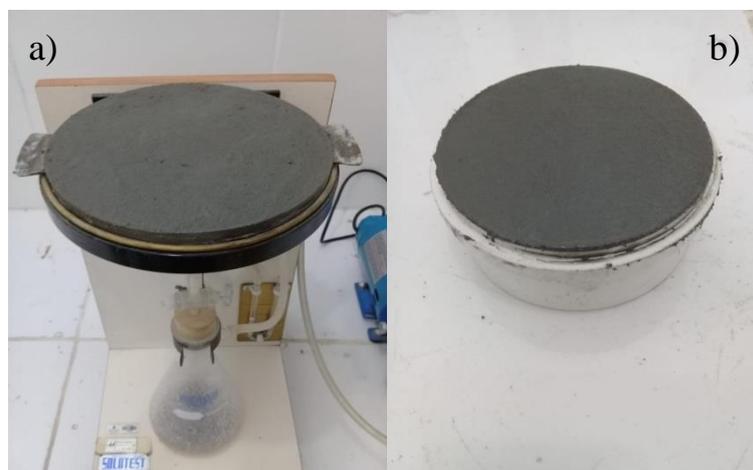


Figura 1 - Ensaio no estado fresco: a) Retenção de água e b) Teor de ar incorporado

No estado endurecido realizou-se o ensaio de retração seguindo as recomendações da ABNT NBR 15261:2005 como observado na Figura 2-a, determinou-se a absorção de água aos 28 dias de acordo com a ABNT NBR 15259 (2005), e por fim os ensaios mecânicos de resistência à tração na flexão (Figura 2-b) e resistência à compressão aos 7 e 28 dias (ABNT NBR 13279:2005).



Figura 2 - Ensaio no estado endurecido: a) Retração e b) Tração na flexão

3. Resultados e Discussões

Os resultados obtidos no Ensaio de Índice de Consistência podem ser visualizados na Figura 3, comparando o diâmetro da argamassa de referência com as adições de 5% observou-se redução de 3,29% e para o traço 10% apresentou redução de 4,18. Notou-se que a medida que o teor de substituição foi aumentando a consistência da argamassa

diminuiu gradativamente. De acordo com Cardoso (2014), esse comportamento ocorre devido à elevada superfície específica dos materiais aglomerantes, pois as cinzas são materiais com mais finos que o cimento, existindo assim uma relação entre a quantidade de finos e a necessidade de água.

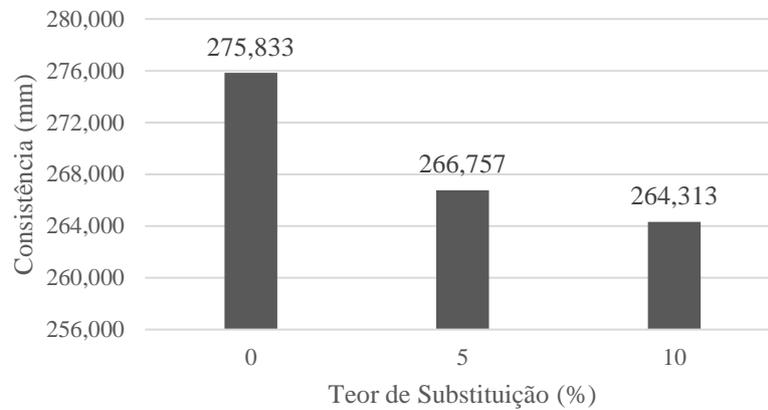


Figura 3 - Resultado do Ensaio de Consistência

Com relação ao ensaio de teor de ar incorporado e densidade de massa, os resultados são apresentados na Figura 4. Observa-se que na medida em que se aumentou o teor de adição em substituição ao cimento, menor foi o teor de ar incorporado medido nas argamassas, sendo que para o traço de 5% obteve-se uma redução de aproximadamente 9%, e para a argamassa com 10 % de CCA de teve queda de 14% quando comparado à argamassa de referência. Já as densidades de massa aumentaram na medida em que os teores de ar incorporado foram crescendo, pois de acordo com Cardoso (2014) a presença do ar incorporado é inversamente proporcional à densidade, de modo que, quanto maior o teor de ar, menor a densidade.

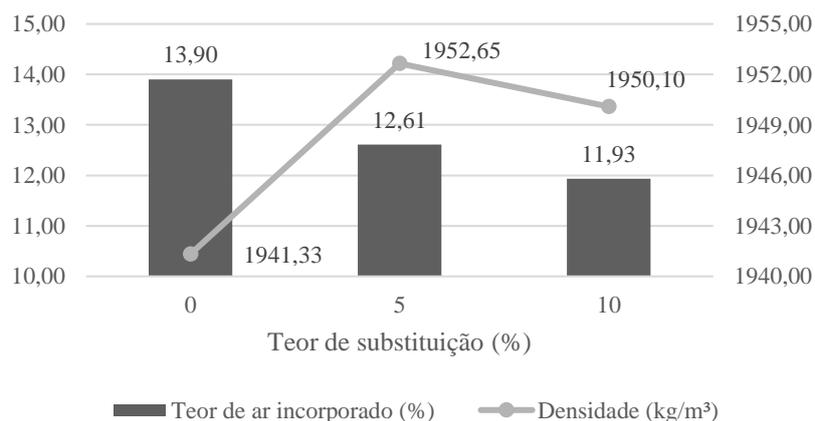


Figura 4 - Resultado dos Ensaio de Teor de ar incorporado e Densidade da massa

A queda dos valores do teor de ar incorporado pode ser benéfica para as propriedades mecânicas já que o número de vazios será menor, pois de acordo com Neville (2016) o teor de ar incorporado tem grande importância na resistência mecânica e na garantia da durabilidade de concretos e argamassas. Com relação à densidade as argamassas

apresentaram-se normais, ou seja, densidade em Kg/m³ entre 1400 a 2300 tendo em vista a classificação de Carasek (2010).

Os resultados do ensaio de retenção de água podem ser visualizados na Figura 3. Observou-se que o traço de 5% reduziu a retenção de água de consistência e já para o traço com 10% houve uma aumento quando comparado ao traço de referência. Esse fenômeno pode estar relacionado ao fato das partículas mais finas terem a capacidade de retenção de água superior a partículas mais grossas, pois de acordo com Nehdi (1998) *apud* Cardoso (2014) quanto maior for a concentração de partículas finas, maior será o acúmulo de umidade no interior da argamassa.

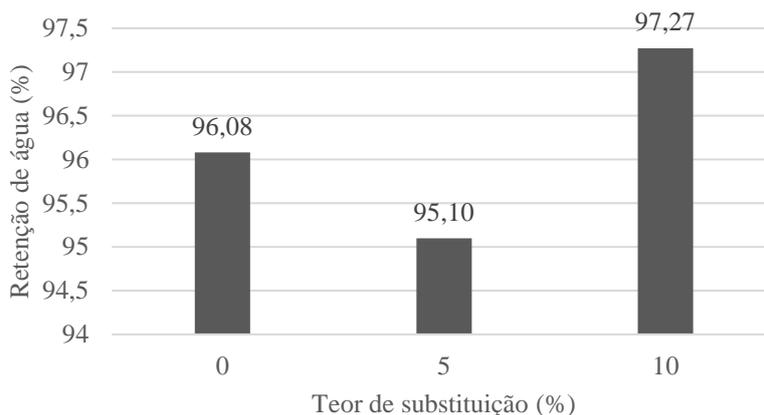


Figura 5 - Resultado do Ensaio de Retenção de Água

Os valores das resistências de 7 e 28 dias podem ser visualizados na Tabela 3, na qual o traço de 5% de 7 dias apresentou uma resistência superior de 14,72 % em relação ao traço de referência. Para os corpos de prova de 28 dias houve um crescimento de 9,37%. Vale também ressaltar que de acordo com Carvalho (2017), os concretos com adição de CCA apresentaram maior durabilidade devido ao efeito microfíler, ou seja, o preenchimento dos vazios pelas minúsculas partículas das adições das cinzas proporcionaram redução no índice de vazios, isso explicaria a argamassa estudada ter apresentado uma maior resistência mecânica.

Tabela 3 - Dados estatísticos do Ensaio de Resistência a Compressão Axial

Teor (%)	Amostras (MPa)						fcm (MPa)	Sd (MPa)	CV (%)
	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6			
7 dias									
0	14,62	13,66	12,44	12,42	13,35	14,59	13,51	0,97	7,17
5	16,16	15,80	15,60	16,15	13,71	15,57	15,50	0,91	5,87
10	13,42	14,807	13,788	11,10	10,17	9,76	12,17	2,10	17,25
28 dias									
0	14,71	14,76	16,29	16,77	15,03	16,66	15,70	0,97	6,17
5	16,14	16,38	17,45	19,76	16,60	16,72	17,17	1,34	7,80
10	15,18	15,83	14,82	14,63	18,88	16,72	16,01	1,6	9,99

Fonte: Autores

Já o resultado dos corpos de prova com 10% de cinza apresentou uma leve redução em sua resistência, como é observado na Figura 6, de 9,91% com 7 dias e um aumento para 1,94% com 28 dias quando comparados ao traço de referência. Segundo Nunes (2009) as

substituições de até 13% de cimento pelas cinzas de cana de açúcar produziram concretos com um ganho considerável em sua resistência, onde a taxa de 7% produziu a maior resistência. Acima desses valores houve uma queda na resistência do concreto após 28 dias.

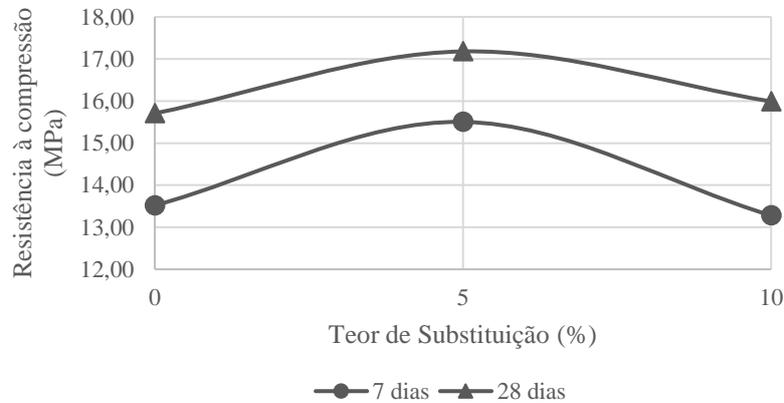


Figura 6 - Resultado do Ensaio de Resistencia a Compressão Axial

Os resultados dos ensaios de tração na flexão para 7 e 28 dias podem ser visualizados na Figura 7, observa-se que para os dados de 7 dias as argamassas com adição da cinza do caroço de açaí apresentaram resistência inferior quando comparadas ao traço de referência. Já para 28 dias observou-se que o traço com 5% apresentou resistência superior de 20,37% enquanto o de 10% apresentou redução de 1,03%.

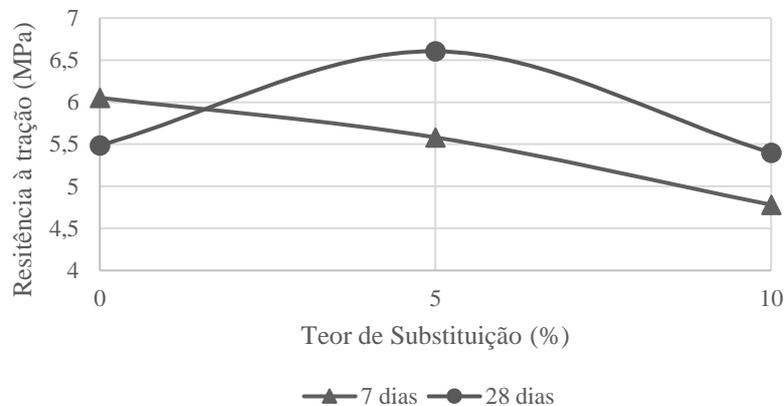


Figura 7 - Resultado do Ensaio de Tração na Flexão

O resultado do ensaio de absorção por capilaridade pode ser observado na Tabela 4, percebe-se que à medida que cresceu o teor de substituição aumentou-se a absorção e consequentemente o coeficiente de capilaridade. Provavelmente, a presença das cinzas aumentou o tamanho e a espessura dos capilares. Nos resultados de Paula *et al* (2009), observou-se o mesmo comportamento na utilização de cinzas em substituição ao cimento, as argamassas mostraram-se mais porosas, ou seja, apresentaram maior absorção de água.

Tabela 4 - Resultado do Ensaio de Absorção por Capilaridade.

Identificação do CP	Massa (g)	Absorção (g/cm ³)	Coefficiente de capilaridade
0% de substituição			
CP1	598,93	0,110	1,20
CP2	591,94	0,177	2,01
CP3	557,18	0,073	0,84
-	Média	0,120	1,35
5% de substituição			
CP1	597,94	0,153	1,94
CP2	601,83	0,258	2,82
CP3	601,28	0,183	1,98
-	Média	0,198	2,24
10% de substituição			
CP1	635,29	0,233	2,78
CP2	569,03	0,295	3,45
CP3	609,64	0,306	3,66
-	Média	0,278	3,29

Fonte: Autores

Nos ensaios de variação dimensional observou-se que todos os corpos de prova sofreram retração, porém o traço com substituição do cimento por CCA reduziu a retração na medida em que se aumentava o teor de substituição, como pode ser observado na Tabela 5. Provavelmente as misturas contendo a CCA se comportaram melhor quanto ao fenômeno de retração devido a menor quantidade de cimento na mistura, pois segundo Rebmann (2011) o alto consumo de cimento pode gerar alguns inconvenientes no desempenho de concretos e argamassas, como por exemplo, uma maior tendência de desenvolver fissuras devido à retração térmica. No entanto, como a CCA foi aplicada em substituição ao cimento, conseqüentemente reduziu-se quantidade de cimento.

Tabela 5 - Resultado do Ensaio de Variação Dimensional

Leituras	Média da variação dimensional (mm/m)	Média Variação de Massa (%)
0 % de substituição		
1 dia	-0,453	-1,647
7 dias	-0,546	-3,280
28 dias	-0,560	-3,075
5% de substituição		
1 dia	-0,053	-1,444
7 dias	-0,240	-4,154
28 dias	-0,373	-4,691
10% de substituição		
1 dia	-0,013	-1,573
7 dias	-0,240	-4,526
28 dias	-0,306	-4,949

Fonte: Autores

4. Conclusão

Após o findar da pesquisa observou-se que a CCA pode melhorar algumas características da argamassa como a diminuição do teor de ar incorporado, menor retração e aumento da resistência mecânica. Entretanto, apresentou perda de consistência de até 4,17% e aumento da absorção de água em até 56,83%.

Os ensaios mostraram que a produção de argamassas contendo cinza do caroço de açaí é interessante para a indústria de construção civil não somente na visão técnica como também em aspectos ambientais, pois o resíduo possui pouco valor comercial agregado e

a retirada desse resíduo da natureza tem caráter reciclável. Sendo assim, percebe-se a necessidade do estudo e viabilidade técnica de alternativas sustentáveis a fim de reduzir impactos ao meio natural e validando o conceito de construção sustentável.

5. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 7200. Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento.* Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR NM 248. Agregados- determinação da composição granulométrica.* Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR NM 52. Agregado miúdo- determinação de massa específica e massa específica aparente.* Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR NM 30. Agregado miúdo- determinação da absorção de água.* Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR NM 45. Agregados-Determinação da massa unitária e do volume de vazios.* Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR NM 23. Cimento Portland e outros materiais em pó: Determinação da massa específica.* Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 16541. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura para a realização de ensaios.* Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13276. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do índice de consistência.* Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13277. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da retenção de água.* Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13278. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado.* Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15261. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da variação dimensional (retratação ou expansão linear).* Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15259. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade.* Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13279. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão* Rio de Janeiro, 2005.

BARBOSA, F. B. C.; FALESI, I. C. *Modernização da Agricultura e desenvolvimento do Pará.* Pesquisa IPADES. Belém, 2011. Disponível em: <https://www.ipades.com.br/publicacoes/MODERNIZACAO-DA-AGRICULTURA-DESENVOLVIMENTO-DO-PARA.pdf>. Acesso: 15 de Maio de 2021.

BARREIRA, R. M. *Caracterização Físico-Química do Endocarpo do Açaí (Euterpe Oleracea Mart.) para Aplicação Em Síntese de Poliuretano*. Dissertação de M. Sc., Universidade Federal do Pará, Belém, PA, Brasil, 2009. Disponível em: <https://livrariapublica.com.br/pdf-caracterizacao-fisico-quimica-do-endocarpo-do-acai-euterpe-oleracea-mart-para-aplicacao-em-sintese-de-poliuretano-rachel-margalho-barreira-dominio-publico/>. Acesso em: 12 de Junho de 2021.

CARASEK, H. *Argamassa*. In: *Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais*. Vol 2, 2. ed atualizada e ampliada. São Paulo: IBRACON, 2010.

CARDOSO, M. F. M. *Estudo do comportamento de argamassas com a utilização de cinzas de coco de babaçu*. Dissertação em Engenharia Civil – UFPE. Curauru, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/33744>. Acesso em: 29 de Maio de 2021.

CARDOSO, B. F. O.; GADELHA, G. R. O.; PENA, H. W. A. *Estrutura de oferta do palmito no estado do Pará: modelo de análise da elasticidade e preço dos bens relativos*. Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, Brasil, 2016. Disponível em: <https://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/16/palmito.html>. Acesso: 02 de Junho de 2021.

CARVALHO, L. F. G. B. De.; MELO, J. B. S. De.; FONSECA, A. P.; GUIMARÃES, F. S.; LIMA, J. M.; PACHA, J. R. S. *Origem e aplicação de cinzas vegetais na construção civil*. Mostra de Pesquisa em Ciência e Tecnologia. Fortaleza, 2017.

DUBAJ, Eduardo. *Estudo Comparativo entre Traços de Argamassa de Revestimento Utilizadas em Porto Alegre*. Dissertação Pós-Graduação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/2442>. Acesso: 05 de Junho de 2021.

FONSECA, G. C. *Adições minerais e as disposições normativas relativas à produção de concreto no Brasil: uma abordagem epistêmica*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFMG_66502ea2d57274aae4a5e95e15605432. Acesso em: 10 de Junho de 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018). *Produção da extração vegetal e silvicultura* – PEVS. Rio de Janeiro, v. 33, p. 1-8, 2018.

NEVILLE, A. M. *Propriedade do concreto*. Tradução de Ruy Alberto Cremonini. 5 edição. Ed. Porto alegre: bookman, 2016.

NUNES, D. G. *Carbonatação acelerada em concreto compostos com cinza de casca de arroz de diferentes teores de carbono grafítico*. Santa Maria: UFSM, 2014. 34f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil e Preservação Ambiental). Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7857/NUNES%2C%20DOUGLAS%20GARCEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 de Junho de 2021.

NUNES, I. H. S. *Estudo das características físicas e químicas da cinza do bagaço de cana-de-açúcar para uso na construção*. Dissertação em Engenharia Civil – UEM. Maringá, 2009. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/3561>> . Acesso em: 17 de Junho de 2021.

PAULA, M. O.; TINÔCO, I. F. F.; RODRIGUES, C. S.; SILVA, E. N.; SOUZA, C. F. *Potencial da cinza do bagaço da cana-de-açúcar como material de substituição parcial de cimento Portland*. Rev. bras. eng. agríc. ambient. vol.13 no.3 Campina Grande May/June 2009. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/3535/1/texto%20completo.pdf>>. Acesso em: 23 de Junho de 2021.

REBMANN, M. S. *Durabilidade de concretos estruturais com baixo consumo de cimento Portland e alta resistência*. 2011. 211 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Estruturas, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, 2011. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-10062011-150726/pt-br.php>>. Acesso em: 25 de Junho de 2021.

SALES, A. T. C.; FILHO, A. R. S. *Efeito do pó de resíduo cerâmico como adição ativa para o concreto*. Ambient. constr. vol.14 no.1 Porto Alegre Jan./Mar. 2014. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/34752>. Acesso em: 27 de Junho de 2021.

SHAFIQ, N.; NURUDDIN, M. F.; ELHAMEED, A. A. *Effect of Sugar Cane Bagasse Ash (SCBA) on Sulphate Resistance of Concrete*. International Journal of Enhanced Research in Science Technology & Engineering, v. 3. 2014.

SJÖSTRÖM, C. IN: LLEWELLYN, J. W.; Davies, H. *Durability and sustainable use of building materials*. (Ed.). Sustainable use of materials. London: BRE/RILEM, 1992.

TAPAJÓS, L. S.; SOUSA, D. M. P. DE; REIS, F. J. L.; LIRA, M. V. P.; SOUZA, P. S. L. *A influência da utilização da cinza do caroço do açaí em substituição ao cimento em concretos submetidos à carbonatação*. 55º Congresso Brasileiro do Concreto, Gramado, 2013.

VIEIRA, S. H. P.; SOUZA, P. S. L. *Avaliação Do Comportamento Mecânico Do Concreto Com O Emprego Da Cinza Do Caroço De Açaí, Produzida Sem Controle Da Combustão*. 67º Reunião Anual da SBPC. São Carlos, 2015.