
EFEITO DAS CINZAS DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR E BAMBU SOBRE QUALIDADE DE FIBROCIMENTOS EXTRUDADOS EFFECT OF SUGARCANE AND BAMBOO PASTE ASH ON THE QUALITY OF EXTRUDED FIBROCEMENTS

Mateus Alexandre da Silva¹
Alan Pereira Vilela²
Tony Matheus Carvalho Eugênio³
Danilo Wisky Silva³
Rafael Farinassi Mendes³

Resumo

As cinzas destacam-se entre os resíduos dos processos agroindustriais resultantes da geração de energia. Muitas destas cinzas possuem reatividade pozolânica, as quais podem ser utilizadas como adição mineral em matrizes de cimento *Portland*. Por meio da presente pesquisa objetivou-se avaliar as propriedades físico-mecânicas proporcionadas pela utilização de granulometrias distintas da cinza do bagaço de cana-de-açúcar e de bambu em substituição parcial ao cimento *Portland* utilizado na produção de fibrocimento. As cinzas, separadas por dois intervalos granulométricos, substituíram o cimento *Portland* CPV-ARI em 2%. Os corpos de prova foram produzidos por extrusão, passaram pelo processo de cura durante 28 dias, e, por fim, foram submetidos à testes físicos e mecânicos. A adição de cinzas foi benéfica e, de forma geral, os tratamentos modificados não se diferenciaram estatisticamente do tratamento controle. O tratamento com adição de cinzas do bagaço de cana-de-açúcar com granulometria inferior a 0,074 mm apresentou maior densidade aparente e, conseqüentemente, maior resistência, sendo necessária a aplicação de uma maior quantidade de energia para levá-lo à ruptura. O tratamento com adição de cinzas do bambu com granulometria inferior a 0,074 mm apresentou maior índice percentual de porosidade, que resultou em uma maior absorção de água, tornando sua aplicação menos vantajosa.

Palavras-chave: Adição mineral. Granulometria ideal. Pozolânica. Propriedades físico-mecânicas. Resíduos.

¹Universidade Federal de Lavras, Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento, Campus Universitário, Lavras, MG, 37200-900, Brasil. mateus4lexandre@outlook.com.

²Centro Universitário de Lavras

³Universidade Federal de Lavras

Abstract

The ash stands out among the residues of agro-industrial processes resulting from the generation of energy. Many of these ashes have pozzolanic reactivity, which can be used as a mineral addition in Portland cement matrices. Through this research, the objective was to evaluate the physical-mechanical properties provided by the use of different granulometries of sugar cane and bamboo bagasse ash in partial replacement to Portland cement used in the production of fiber cement. The ashes, separated by two granulometric intervals, replaced Portland cement CPV-ARI by 2%. The specimens were produced by extrusion, went through the curing process for 28 days, and, finally, were subjected to physical and mechanical tests. The addition of ash was beneficial and, in general, the modified treatments did not differ statistically from the control treatment. The treatment with the addition of ash from the sugarcane bagasse with a particle size of less than 0.074 mm presented a higher apparent density and, consequently, greater resistance, requiring the application of a greater amount of energy to bring it to rupture. The treatment with addition of bamboo ash with granulometry less than 0.074 mm showed a higher percentage of porosity, which resulted in a greater absorption of water, making its application less advantageous.

Keywords: Mineral addition. Ideal granulometry. Pozzolanic. Physical-mechanical properties. Waste.

1. INTRODUÇÃO

A natureza que parecia ter a capacidade de absorver quantidades ilimitadas de resíduos apresentou consequências sobre o homem, desde então, a preservação ambiental é um assunto de crescente importância na sociedade. Na agroindústria um dos maiores problemas é a geração de grandes quantidades de resíduos durante o processamento da matéria-prima (STREITWIESER, 2017) e segundo Castro e Pereira Junior (2010), em 2007 foram gerados, apenas no Brasil, 606 milhões de toneladas de resíduos de bagaço de cana-de-açúcar, palha de cana-de-açúcar, palha de soja, palha de arroz e sabugo de milho.

Além do objetivo de proporcionar uma destinação adequada a tais resíduos, estudos

aplicando-os em matrizes cimentícias têm aumentado, visando fortalecer a microestrutura do material, aumentar a resistência ao impacto da matriz, minimizar os efeitos de retração e principalmente reduzir a fissuração da matriz, destacando sua aplicação em novas formulações de fibrocimento (TEIXEIRA et al., 2018).

O fibrocimento é um material que utiliza como base um aglomerante (cimento) com adições minerais e fibras distribuídas pelo material, visando a melhoria das propriedades mecânicas. Devido a exposição do fibrocimento ao intemperismo, é crescente a demanda por produtos mais resistentes, e isso se torna possível com a adição de resíduos com propriedades pozolânicas em sua composição.

O emprego de materiais com propriedades pozolânicas, como as cinzas de determinados tipos de materiais na produção de concretos e argamassas não é assunto recente. A utilização de pozolanas em matrizes cimentícias tem apresentado benefícios às suas propriedades como à reologia quando fresco e ao desempenho mecânico e durabilidade quando endurecido (VIEIRA, et al., 1997), além contribuir para que a indústria de materiais cimentícios, como o fibrocimento, se torne mais sustentável.

Desta forma, objetivou-se avaliar a influência de granulometrias distintas de cinzas com propriedades pozolânicas em substituição parcial do cimento *Portland* utilizado na produção de fibrocimentos extrudados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção das cinzas

As cinzas do bagaço de cana-de-açúcar utilizadas neste estudo foram doadas por um alambique situado na cidade de Lavras/MG, as quais são resíduos da queima do bagaço da cana-de-açúcar utilizado como combustível em um dos processos de produção de bebidas destiladas. Já as cinzas do bambu foram doadas por um restaurante de comida mineira, também situado na cidade de Lavras/MG, onde o bambu é empregado como combustível do fogão a lenha.

2.2 Caracterização das cinzas

Para a caracterização das cinzas quanto à sua granulometria, as mesmas foram separadas em dois intervalos granulométricos distintos: o primeiro contendo cinzas passantes na peneira com malha de abertura de 0,105 mm e retidas na peneira com malha de abertura de 0,074 mm e o segundo contendo cinzas passantes na peneira com malha de abertura de 0,074 mm.

2.3 Tratamentos experimentais

Foram utilizados cinco tratamentos distintos: um tratamento controle que atuou como parâmetro para comparação (Controle); dois tratamentos com adição de cinzas oriundas da queima do bagaço de cana-de-açúcar (T1 e T2) e dois tratamentos com adição de cinzas oriundas da queima do bambu (T3 e T4). A formulação empregada na produção dos corpos de prova de cada tratamento é apresentada no Quadro 1.

Em que:

Tratamento: Lote de corpos de prova;

Cimento: Cimento *Portland* CPV-ARI;

Calcário: Calcário agrícola moído (cal);

HPMC: Hidroxipropilmetilcelulose;

ADVA: Aditivo poliéter carboxílico;

Controle: Tratamento controle sem adição de cinzas;

T1: Tratamento com adição de cinzas do bagaço de cana-de-açúcar com granulometria entre 0,074 mm e 0,105 mm;

T2: Tratamento com adição de cinzas do bagaço de cana-de-açúcar com granulometria inferior a 0,074 mm;

T3: Tratamento com adição de cinzas do bambu com granulometria entre 0,074 mm e 0,105 mm;

T4: Tratamento com adição de cinzas do bambu com granulometria inferior a 0,074 mm.

2.4 Produção dos corpos de prova

O cimento *Portland* CPV-ARI foi utilizado como matriz cimentícia. Este tipo de cimento foi escolhido por possuir menor quantidade de adição de sílica cristalina e ausência de adição de pozolanas, evitando assim, efeitos combinados de minerais. O *filler* carbonático ou calcário, atualmente empregado na indústria de fibrocimento, foi utilizado com o intuito de reduzir custos no processo de produção dos corpos de prova e promover melhora no empacotamento dos materiais (BEZERRA et al., 2006 apud DOURADO, 2015).

Para viabilizar o processo, facilitar a extrusão e garantir o comportamento pseudoplástico da mistura, foram utilizados os modificadores reológicos HPMC (hidroxipropilmetilcelulose) e ADVA (aditivo poliéter carboxílico).

A mistura dos materiais foi realizada em uma bateadeira planetária. Primeiramente foram misturados o cimento, o calcário e o HPMC a uma rotação de 140 rpm (rotações por minuto) por um período de 2 minutos. Em seguida adicionou-se a polpa celulósica, o ADVA e a água (este último na proporção de 0,4 em relação a massa do cimento), permanecendo em rotação de 285 rpm por mais 5 minutos a fim de promover a distribuição homogênea da polpa celulósica na argamassa formada.

Os corpos de prova foram obtidos com auxílio de uma extrusora laboratorial mono-rosca da marca Verdés mod. 051. A argamassa obtida após a mistura na bateadeira planetária foi passada duas vezes na extrusora, com velocidade de rosca de aproximadamente 25 rpm, com o intuito de homogeneizá-la e orientar as fibras no sentido da extrusão.

Após a moldagem na extrusora, os corpos de prova foram posicionados sobre chapas de aço galvanizadas e armazenados em sacos plásticos com adição de água. Posteriormente os sacos plásticos foram selados, com a finalidade de que a umidade relativa permanecesse acima de 90%.

Por fim, os corpos de prova foram transportados para um ambiente com iluminação e temperatura controladas e submetidos ao processo de cura durante 28 dias.

Para cada tratamento foram produzidos 15 corpos de prova, medindo 28 mm x 18 mm x 200 mm (largura, espessura e comprimento, respectivamente).

2.5 Propriedades físicas dos compósitos

As propriedades físicas foram avaliadas de acordo com a norma C 948-81 (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM, 2001). Os

corpos de prova foram imersos em água por 24 horas para posteriormente quantificar-se a massa imersa (M_i) e úmida (M_u), em seguida, foram colocados em estufa a 105 °C por 24 horas para a quantificação da massa seca (M_s). As propriedades avaliadas foram: absorção de água (AA), densidade aparente (DA) e porosidade aparente (PA) (Equações 1, 2 e 3 respectivamente).

$$AA = \frac{M_u - M_s}{M_s} \cdot 100 \quad (1)$$

$$DA = \frac{M_s}{M_u - M_i} \cdot p_w \quad (2)$$

$$PA = \frac{M_u - M_s}{M_u - M_i} \cdot 100 \quad (3)$$

Em que: p_w é densidade do líquido em que os corpos de prova foram imersos.

2.5 Propriedades mecânicas dos compósitos

Os testes mecânicos foram executados em uma máquina de testes universal Arotec, equipada com célula de carga de 2 kN. Uma configuração com três cutelos (vão inferior a 150 mm) foi empregada na determinação dos valores de módulo de ruptura (MOR), limite de proporcionalidade (LOP), módulo de elasticidade (MOE) e energia específica (T) do material (Equações 4, 5, 6 e 7 respectivamente). As configurações e os cálculos seguem os procedimentos sugeridos em Rilem (1984).

$$MOR = \frac{3 \cdot C_{máx} \cdot v_{\text{vão}}}{2 \cdot b \cdot d^2} \quad (4)$$

$$LOP = \frac{3 \cdot C_{lop} \cdot v_{\text{vão}}}{2 \cdot b \cdot d^2} \quad (5)$$

$$MOE = v_{\text{vão}}^3 \cdot \frac{(C_2 - C_1)}{4 \cdot (D_2 - D_1) \cdot b \cdot d^3} \quad (6)$$

$$T = \frac{\text{Energia absorvida}}{a} \quad (7)$$

Em que: $C_{\text{máx}}$ é a carga máxima; C_{lop} é carga máxima aplicada antes da curva carga-deformação; b é largura do corpo de prova, d é a espessura do corpo de prova; C_1 é a carga obtida dentro do regime elástico menor que C_2 ; C_2 é a carga obtida dentro do regime elástico maior que C_1 ; D_1 é a deformação obtida dentro do regime elástico menor que D_2 ; D_2 é a deformação obtida dentro do regime elástico maior que D_1 ; Energia absorvida é a energia na área sob a curva do gráfico carga x deformação; a é a área da seção transversal do corpo de prova; e v é o vão inferior da configuração da máquina.

2.6 Análise estatística

Os resultados dessa pesquisa foram avaliados em delineamento inteiramente casualizado. A análise de variância e o teste de média de Scott-Knott foram realizados a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Propriedades físicas

Na Tabela 1 é apresentado o resultado do teste de Scott-Knott aplicado às propriedades físicas dos tratamentos analisados.

Os tratamentos que se diferiram estatisticamente do tratamento controle foram desdobrados para uma melhor análise dos resultados. Sendo assim, nas Tabelas 2 e 3 estão os desdobramentos da porosidade aparente e da absorção de água, nesta ordem.

Por meio da Tabela 2 pode-se perceber que o tratamento T4 apresentou maior porosidade aparente em relação aos demais tratamentos, assim como no estudo de Silva et al. (2015). Segundo os mesmos autores, este

fato pode estar associado à maior rugosidade das cinzas, ocasionando maior retenção de água na mistura, que, quando curada, os espaços ocupados anteriormente pela água se tornaram vazios.

Pela Tabela 3 nota-se que o tratamento T4 apresentou maior absorção de água em relação ao T2, fato também relatado por Rodrigues et al. (2013). O ocorrido pode estar relacionado à maior porcentagem de poros presentes nos corpos de prova do tratamento T4, resultado também observado por Dourado (2015).

Para legislar e controlar o percentual de água aceitável na produção de telhas tipo fibrocimento, existe a norma NBR 7581-2 (ABNT, 2012) a qual considera que as telhas submetidas ao ensaio de absorção de água devem apresentar teor de absorção igual ou inferior a 37%. Neste quesito, todos os tratamentos atenderam a norma de comercialização.

Na Tabela 4 é exibido o desdobramento da propriedade física densidade aparente.

Por meio da Tabela 4 é possível observar que o tratamento T2 obteve maior densidade aparente se comparado ao tratamento T1.

Segundo Dourado (2015) e Silva et al. (2015) isto ocorre devido ao aumento da densidade do corpo de prova, promovido pelo preenchimento dos espaços entre as partículas grossas por partículas finas. Neste sentido, a estrutura com empacotamento denso é composta por partículas grandes cujos interstícios são preenchidos por partículas menores, criando novos interstícios que serão preenchidos por partículas ainda menores, e assim sucessivamente.

3.1 Propriedades mecânicas

Na Tabela 5 são apresentados os resultados do teste de Scott-Knott aplicado às propriedades mecânicas dos tratamentos. O tratamento que se diferiu estatisticamente foi desdobrado para uma melhor análise dos resultados. Desta forma, na Tabela 6 é

mostrado o desdobramento da energia específica.

Por meio da Tabela 6 é possível observar que o tratamento T2 se diferiu dos demais tratamentos devido ao aumento da energia específica, resultado que corrobora com o trabalho de Rodrigues et al. (2013) e Secchi e Neves Júnior (2019). Segundo Hanna Wada (2010) apud Junior (2011) e Pereira et al. (2015), tal resultado pode ser explicado pelo efeito *filler* que consiste no preenchimento dos vazios entre as partículas do cimento por grãos, aumentando assim a compacidade do material e a sua resistência.

Rodrigues et al. (2013) em seu estudo obtiveram aumento da energia específica em aproximadamente 50%, valor semelhante ao obtido no tratamento T2. Segundo os mesmos autores, a cinza do bagaço de cana-de-açúcar colaborou para a redução da alcalinidade nos corpos de prova, obtendo assim, melhoria na aderência das fibras vegetais na matriz cimentícia.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em geral, os tratamentos com adição de cinzas em sua composição não se diferiram do tratamento controle do ponto de vista mecânico e físico, indicando que esta prática não altera significativamente o comportamento físico e mecânico do fibrocimento. Contudo, é vantajoso a substituição de um material nobre, como o cimento *Portland*, por cinzas de bagaço de cana-de-açúcar e de bambu que seriam destinadas ao descarte, gerando contaminação do meio ambiente.

O tratamento com adição de cinzas do bambu com granulometria inferior a 0,074 mm apresentou maior índice percentual de porosidade aparente que resultou em uma maior absorção de água. Entretanto, tal valor é inferior ao máximo permitido pela norma de comercialização.

O tratamento com adição de cinzas do bagaço de cana-de-açúcar com granulometria

inferior a 0,074 mm apresentou maior densidade aparente e se mostrou mais resistente, sendo necessária a aplicação de uma maior quantidade de energia para levá-lo à ruptura, além de não apresentar perda de suas propriedades comparadas ao fibrocimento convencional, tornando sua aplicação mais vantajosa que as demais.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão da bolsa, ao Centro Universitário de Lavras (UNILAVRAS) pela oportunidade de desenvolvermos esse trabalho e a Universidade Federal de Lavras por disponibilizar a estrutura necessária para o desenvolvimento da pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 948-81**: Test method for dry and wet bulk density, water absorption, and apparent porosity of thin sections of glass-fiber reinforced concrete. West Conshohocken, 2001. 2 p.

ASSOCIAÇÃO BARSILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181-2:2012**: Telha ondulada de fibrocimento Parte 2: Ensaio, Rio de Janeiro, 2012. 3 p.

CASTRO AM, PEREIRA JUNIOR N. Produção, propriedades e aplicação de celulases na hidrólise de resíduos agroindustriais. **Quim. Nova**, São Paulo, v. 33, n.1, p. 181-188, 2010.

DOURADO, D. C. **Estudo de fibrocimento com resíduos de pneu**. 2015. 116 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

JUNIOR, A. N. **Avaliação da resistência de compressão de concreto utilizando adição de resíduos de cerâmica vermelha.** 2011. 65 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2011.

PEREIRA AM et al. Estudo das propriedades mecânicas do concreto com adição de cinza de casca de arroz. **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 227-238, 2015.

RILEM TC 49-TFR. Testing methods for fibre reinforced cement based composites. **Materials and Structures**, London, v. 17, n. 102, p. 441-456, 1984.

RODRIGUES MS et al. Cinza de palha de cana-de-açúcar como adição mineral em fibrocimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 12, p. 1347-1354, 2013.

SECCHI M, NEVES JÚNIOR A. Adição de cinzas do bagaço da cana-de-açúcar em compósitos cimentícios reforçados com fibra de sisal. **Engineering and Science**, v. 8, n. 1, p. 2-14, 2019.

SILVA RB et al. Cinzas de biomassa geradas na agroindústria do cacau: caracterização e uso em substituição ao cimento. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 321-334, 2015.

STREITWIESER DA. Comparison of the anaerobic digestion at the mesophilic and

thermophilic temperature regime of organic wastes from the agribusiness. **Bioresource Technology**, v. 241, p. 985-992, 2017.

TEIXEIRA JN et al. Lignocellulosic materials for fiber cement production. **Waste and Biomass Valorization**. v. 11, 2193-2200, 2018.

VIEIRA FP et al. Durabilidade e resistência mecânica de concretos e argamassas com adição de sílica ativa. In: **WORKSHOP – DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES**, 1997, São Leopoldo. p.9.

Recebido: 17/02/2020.

Aceito: 23/11/2020.

Publicado: 04/03/2021.

Quadro 1 – Formulação empregada na produção dos corpos-de-prova.

Tratamento	Cimento	Cinza do bagaço-de-cana	Cinza do bambu	Calcário	HMPC	ADVA
Controle	65%	-	-	33%	1%	1%
T1	63%	2%	-	33%	1%	1%
T2	63%	2%	-	33%	1%	1%
T3	63%	-	2%	33%	1%	1%
T4	63%	-	2%	33%	1%	1%

Tabela 1 - Propriedades físicas dos tratamentos analisados.

Tratamento	Densidade Aparente	Δ	Porosidade Aparente	Δ	Absorção de Água	Δ
	g/cm ³	%	%	%	%	%
T1	1,85 ^{(0,02)*}	-2,63	31,27 ^{(1,87)ns}	1,69	16,93 ^{(1,23)ns}	4,31
T2	1,88 ^{(0,02)ns}	-1,05	32,03 ^{(1,18)ns}	4,16	17,04 ^{(0,77)ns}	4,99
T3	1,86 ^{(0,01)*}	-2,1	30,29 ^{(1,28)ns}	-1,49	16,33 ^{(0,79)ns}	0,67
T4	1,88 ^{(0,02)ns}	-1,05	33,91 ^{(1,09)*}	10,28	18,02 ^{(0,76)*}	11,03
Controle	1,90 ^(0,01)		30,75 ^(1,29)		16,23 ^(0,76)	

* Difere estatisticamente pelo Teste de Scott-Knott ($\alpha=0,05$) do tratamento controle; ^{ns} Não difere estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ($\alpha=0,05$) do tratamento controle.

Tabela 2 - Desdobramento: porosidade aparente.

Tratamento	Porosidade aparente (%)
T1	30,97
T2	32,03
T3	30,29
T4	33,91 aA

Médias seguidas pela letra "a" se diferem estatisticamente em relação aos tratamentos com o emprego de mesma granulometria de cinzas e médias seguidas pela letra "A" se diferem estatisticamente em relação aos tratamentos com o emprego de cinzas oriundas de mesmo material.

Tabela 3 - Desdobramento: absorção de água.

Tratamento	Absorção de água (%)
T1	16,70
T2	17,04
T3	16,33
T4	18,02 a

Médias seguidas pela letra "a" se diferem estatisticamente em relação aos tratamentos com o emprego de mesma granulometria de cinzas e médias seguidas pela letra "A" se diferem estatisticamente em relação aos tratamentos com o emprego do mesmo tipo de cinza.

Tabela 4 - Desdobramento: densidade aparente.

Tratamento	Densidade aparente (g/cm ³)
T1	1,85
T2	1,88 a
T3	1,86
T4	1,88

Médias seguidas pela letra "a" se diferem estatisticamente em relação aos tratamentos com o emprego de mesma granulometria de cinzas e médias seguidas pela letra "A" se diferem estatisticamente em relação aos tratamentos com o emprego do mesmo tipo de cinza.

Tabela 5 - Propriedades mecânicas dos tratamentos analisados.

Tratamento	MOR	Δ	MOE	Δ	LOP	Δ	T	Δ
	MPa	%	MPa	%	MPa	%	kJ.m-2	%
T1	7,41 (0,94) _{ns}	0,13	4040,65 (1189,61) _{ns}	0,06	7,64 (0,37) _{ns}	10,56	0,39 (0,12) _{ns}	-2,25
T2	7,09 (0,21) _{ns}	-4,19	4612,40 (649,79) _{ns}	14,21	7,23 (0,82) _{ns}	4,63	0,56 (0,15)*	40,00
T3	7,70 (0,43) _{ns}	4,05	3394,92 (1183,90) _{ns}	-15,93	7,38 (0,28) _{ns}	6,80	0,36 (0,08) _{ns}	-10,00
T4	7,16 (0,76) _{ns}	-3,24	4406,37 (902,46) _{ns}	9,11	7,38 (0,24) _{ns}	6,80	0,32 (0,06) _{ns}	-20,00
Controle	7,40 (1,10)		4038,36 (938,33)		6,91 (0,32)		0,40 (0,11)	

* Difere estatisticamente pelo Teste de Scott-Knott ($\alpha=0,05$) do tratamento controle; ^{ns} Não difere estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ($\alpha=0,05$) do tratamento controle.

Tabela 6 - Desdobramento: energia específica.

Tratamento	Densidade aparente (g/cm ³)
T1	0,39
T2	0,56 aA
T3	0,36
T4	0,32

Médias seguidas pela letra "a" se diferem estatisticamente em relação ao tratamento com o emprego de mesma granulometria de cinzas e médias seguidas pela letra "A" se diferem estatisticamente em relação ao tratamento com o emprego do mesmo tipo de cinza.