

Influência da adição de cal e cinza de casca de arroz nas propriedades físicas de um solo silto-arenoso sedimentar**Influence of lime addition and rice husk ash on the physical properties of a sedimentary silty-sandy soil**

DOI:10.34117/bjdv5n12-213

Recebimento dos originais: 07/10/2019

Aceitação para publicação: 16/12/2019

Eclesielter Batista Moreira

M.Sc.

Doutorando, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: eclesielter_ebm@hotmail.com

Jair de Jesús Arrieta Baldovino

M.Sc.

Doutorando, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

E-mail: yaderbal@hotmail.com

Ronaldo Luis dos Santos Izzo

D.Sc.

Professor Doutor, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

E-mail: izzo@utfpr.edu.br

Jessica Leindorf de Almeida

B.Sc.

Mestranda em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Brasil

E-mail: jessica.leindorf@hotmail.com

Flávio Eduardo Batista Moreira

M.Sc.

Doutorando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil

E-mail: eemoreia@gmail.com

Vitor Reinaldo Bordignon

M.Sc.

Doutorando em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Brasil

E-mail: vitorb33@yahoo.com.br

Wagner Teixeira

M.Sc.

Doutorando em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Brasil

E-mail: teixeira.wagner@hotmail.com

Felipe Perretto

B.Sc.

Mestrando em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Brasil

E-mail: fperretto@utfpr.edu.br

RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo avaliar a influência da adição de cal e de cinza de casca de arroz (CCA) nas propriedades físicas de um solo. Foram criados dois tipos de misturas: solo-cal e solo-cal-cinza. Nas misturas solo-cal foram adicionados teores de 3, 5, 7 e 9% de cal em referência ao peso seco do solo. Nas misturas solo-cal-cinza foram adicionados teores de 3, 5, 7 e 9% de cal em teores de 3, 5, 7 e 9% de CCA. Os resultados indicam que o aumento do teor de cal e o teor de cal-cinza diminuem a plasticidade do solo.

Palavras-chave: Cinza de casca de arroz, Limites de Atterberg, Cal, Resíduos.**ABSTRACT**

The present research aims to evaluate the influence of lime and rice husk ash (RHA) addition on the physical properties of a soil. Two types of mixtures were created: soil-lime and soil-lime-RHA. In the soil-lime mixtures 3, 5, 7 and 9% lime were added with reference to the dry weight of the soil. In the soil-lime-RHA mixtures were added contents of 3, 5, 7 and 9% of lime in contents of 3, 5, 7 and 9% of RHA. The results indicate that increasing the lime content and the lime-RHA content decrease the soil plasticity.

Keywords: Rice Husk Ash, Atterberg Limits, Lime, Residues.**1 INTRODUÇÃO**

O consumo indiscriminado de materiais naturais pela construção civil tem sido cada vez mais questionado, haja vista que, na sua maioria, esses materiais naturais não são renováveis. Desta forma, visando reduzir a quantidade dessas matérias-primas utilizadas e, portanto, minimizar os impactos ambientais, é indispensável que, quando possível, sejam utilizados resíduos (Moreira et al. 2019). Muitas pesquisas visando o aproveitamento de resíduos em obras de construção, uma das possibilidades de se reaproveita-lo é a sua utilização em construção de pavimentos (Motta, 2005; Rahardjo et al., 2011; Lucena Et al., 2014), sendo, de longe, a maior aplicação de materiais reciclados em trabalhos geotécnicos no mundo (Cardoso et al., 2016). Segundo Prabakar, Dendorkar e Morchhale (2004) vários são os materiais alternativos empregados para melhorar a capacidade de suporte dos solos como cal, cimento e cinzas volantes.

Em uma obra de pavimentação seja ela em rodovia ou urbana, nem sempre o solo disponível para execução das camadas de base, sub-sabe e reforço de subleito satisfaz os requisitos preconizados pelas normas vigentes. Uma alternativa é através da estabilização do solo local, seja através do aumento da energia de compactação ou através de adição de materiais cimentante, como cimento e cal (Ali; Saberian; Li, 2018).

A cal é o estabilizante mais econômico para emprego em solos, com diversas aplicações. O estudo da aplicação da cal em obras de pavimentação tem sido realizado em diversas pesquisas, comprovando sua aplicabilidade.

A casca do arroz tem se tornado, no Brasil, um grave problema ambiental em virtude da crescente produção agrícola e pela quantidade de gás metano gerada pelo descarte incorreto deste resíduo na natureza (Maragon et al., 2013; Collatto et al., 1974). Conforme reportado por Mehta (1992), Mehta e Pitt (1974), Tashima et al., (2011) e variada literatura, a cada tonelada de arroz são produzidos cerca de 200 kg de casca “in natura”, ou seja, 20%. Estes números se tornam ainda mais críticos ao considerarmos a produção brasileira, especialmente no sul do país, da ordem de 11,3 milhões de toneladas (Tashima et al., 2011).

Assim, o desenvolvimento de pesquisas que utilizam alternativas para destinação de resíduos agrícolas é de grande vantagem técnica, econômica e ambiental, sendo que a combinação de cinza de casca de arroz e a cal/cimento tem sido estudado, comprovando sua aplicabilidade.

Apesar de haver pesquisas, há poucos estudos no Brasil com a utilização de cinza de casca de arroz para utilização em pavimentos, nem metodologia de dosagem apartir deste tipo de mistura como há para o concreto, como a relação água/cimento que desempenha um importante papel na obtenção da resistência mecânica, solo-cal, entre outros.

Assim, esta pesquisa busca determinar a influência de diferentes teores de CCCA nas propriedades físicas de um solo da Formação Geológica de Guabirota.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MATERIAIS

2.1.1 Solo

O solo foi coletado no Município de São José dos Pinhais/PR. O talude onde o solo foi coletado está exposto na Figura 1. O solo possui coloração amarela (ver Figura 1) e está livre de vegetação ou contaminantes. O solo foi usado em estudos prévios realizados por Baldovino et al. (2019) para estabilização com cimento.

2.1.2 Cinza de casca de arroz

A sílica de casca de arroz, utilizada neste trabalho é proveniente da combustão controlada em caldeira com leito fluidizado na Geradora de Energia Elétrica Alegrete (GEEA).



Figura 1. Talude de coleta do solo

2.1.3 Água

A água empregada para os ensaios de caracterização do solo foi destilada conforme as especificações das normas, enquanto está livre de impurezas e evita as reações não desejadas.

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Ensaios de Caracterização

Para caracterizar o solo, os seguintes ensaios foram realizados: granulometria NBR 7181 (ABNT, 2016); gravidade específica ME 94/94 (DNER, 1994); limites de Atterberg NBR 7180 (ABNT, 1984). A curva granulométrica está apresentada na Figura 2 e as propriedades do solo estão resumidamente na Tabela 1.

3 RESULTADOS

3.1 CURVA GRANULOMÉTRICA DO SOLO

Foi escolhido a quarta camada da formação Guabirotuba, o qual é composto por 14% de argila ($< 0,002$ mm), 53% de silte (0,002 a 0,075 mm) e 15% de areia fina (0,074 a 0,42 mm) 12% de areia média (0,042 a 2,00 mm) e 6% de areia grossa (2,00 a 4,8 mm)

A Figura 2 mostra a curva granulométrica do solo.

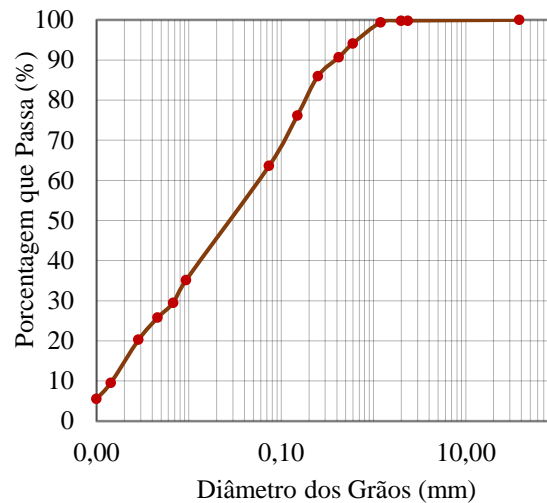


Figura 2. Curva granulométrica do solo

A Tabela 1 apresenta as propriedades físicas do solo estudado.

Tabela 1. Propriedades físicas do solo

Propriedades do solo	Valor
Gravidade específica	2,625
Limite liquidez (%)	50,37
Limite de plasticidade (%)	35,96
Índice de plasticidade	14,41
Classificação SUCS	MH

3.2 INFLUÊNCIA DOS TEORES DE CINZA DE CASCA E DE ARROZ E CAL NOS LIMITES DE ATTERBERG

Na Figura 3, pode-se observar a influência da cinza de casca de arroz e cal no limite de liquidez das misturas.

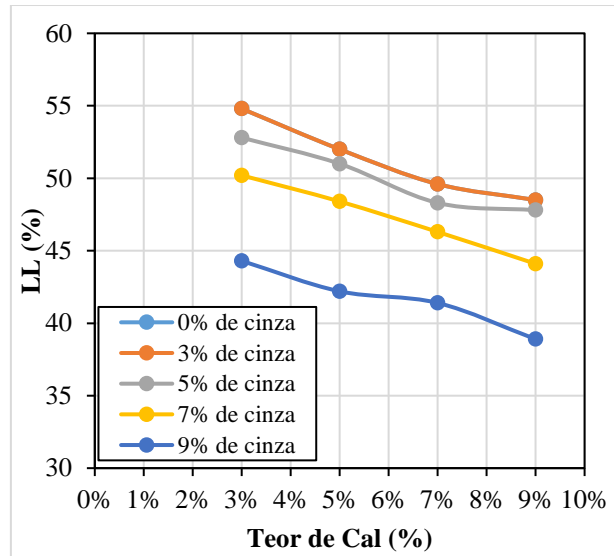


Figura 3. Limite de liquidez das misturas solo-CCCA.

Observa-se que à medida que se incrementa a quantidade de cinza e cal, o limite de liquidez decresce, chegando a um valor 30% menor que o limite de liquidez sem cinza de casca de arroz.

Na Figura 4, pode-se observar a influência da cinza de casca de arroz e cal no limite de plasticidade das misturas. Observa-se que à medida que para todas as misturas com cinza o comportamento do limite de plasticidade é semelhante, havendo um aumento com 5% e 9% de cal e um decréscimo no de 7% de cal. Sendo que para o teor de 0% de cinza os limites de plasticidade das misturas solo-cal são mais elevados, pode-se afirmar que a cinza diminui ainda mais a plasticidade do solo, mesmo esse estando com cal adicionada.

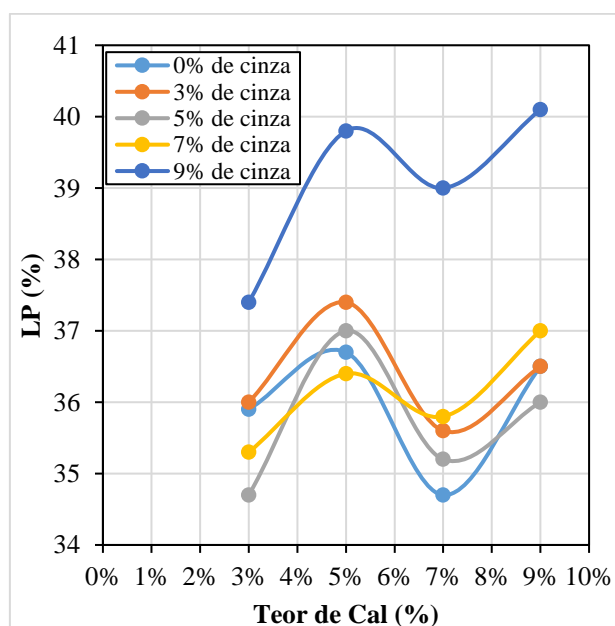


Figura 4. Limite de plasticidade das misturas solo-CCCA.

Na Figura 5, pode-se observar a influência da cinza de casca de arroz e cal no índice de plasticidade das misturas.

Observa-se que à medida que se incrementa a quantidade de cinza e cal, o índice de plasticidade decresce, chegando a ser não plástico (NP) com 9% de cinza e apartir de 5% de cal e com 7% de cinza e 9% de cal.

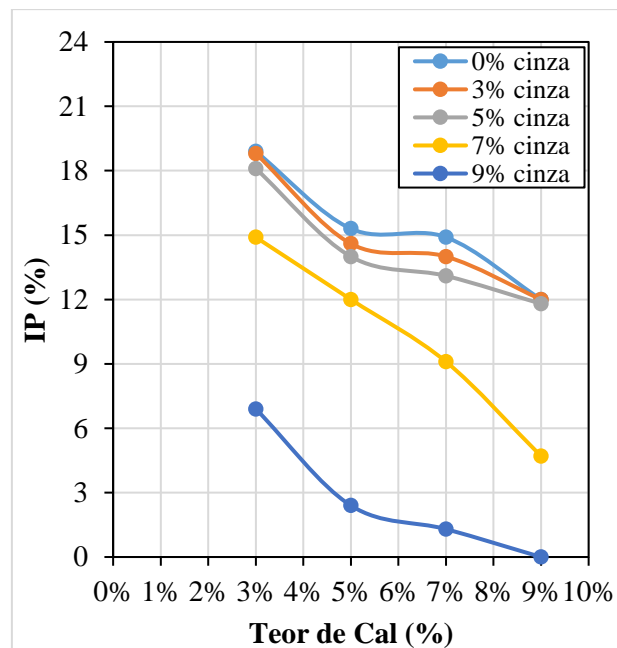


Figura 5. Índice de plasticidade das misturas solo-CCCA.

4 CONCLUSÕES

A partir dos resultados e dados apresentados no presente trabalho se podem fazer as seguintes considerações e conclusões finais:

- O uso de misturas solo-cal e solo-CCCA diminuem o Limite de plasticidade do solo;
- O uso de misturas solo-CCCA em solos diminui o limite de liquidez do solo em até 30%;
- A cinza de casca de arroz diminui a plasticidade do solo, mesmo quando este está misturado com cal, logo, misturas solo-CCCA tem resultados mais expressivos de redução de plasticidade;
- O índice de plasticidade de misturas solo-CCCA chega a ser não plástico (NP) com adições acima

de 9% de cinza e 5% de cal.

- O uso das misturas solo-cal e solo-CCCA lograram êxito em estabilizar o solo do ponto de vista dos Limites de Atterberg, porquanto podem ser utilizados para o melhoramento de solos para tratar a plasticidade e utilizar em obras de engenharia, pror exemplo em pavimentação.

AGRADECIMENTOS

Os autores querem agradecer o apoio do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Porto Alegre, Brasil) e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Curitiba, Brasil). Também querem agradecer à instituições de fomento de pesquisa brasileira, CNPq e CAPES, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- ABNT. NBR 7181: Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 1984.
- ABNT.NBR 6459: Determinação do Limite de Liquidez. Rio de Janeiro, 1984.
- ABNT.NBR 6457: Amostras de solo-Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1986.
- ABNT.NBR 7182: Solo – Ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 2016.
- ABNT. NBR 7180: Solo–Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 1984.
- Ali, M.; Saberian, M.; Li, J. (2018). Transportation Geotechnics Soil stabilization with non-conventional eco-friendly agricultural waste material: An experimental study. *Transportation Geotechnics*, v. 14, p. 52–60.
- Baldovino, J. D. J. A., Izzo, R. L. D. S., Pereira, M. D., Rocha, E. V. D. G., Rose, J. L., & Bordignon, V. R. (2019). Equations Controlling Tensile and Compressive Strength Ratio of Sedimentary Soil–Cement Mixtures under Optimal Compaction Conditions. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 32(1), 04019320.
- Cardoso, R.; Silva, R. V.; De Brito, J.; Dhir, R. (2016). Use of recycled aggregates from construction and demolition waste in geotechnical applications: A literature review. *Waste Management*, vol. 49, p. 131 – 145.
- Consoli, N.C.; Prietto, P. D. M. Carraro, J. A. H.; Heineck, K. S. (2001). Behavior of compacted soil-fly ash-carbide lime mixtures. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, v.

127, n. 9, p. 774-782.

- Consoli, N.C.; Foppa, D.; Festugato, L., Heineck, K. S. (2007). Key Parameters for strength control of artificially cemented soils. *Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering*, v. 133, n. 2, p. 197-205.
- Collatto, D.; Viecili, F. A.; Arndt, J. A.; Jesus, R. T. (2011). *Utilização da sílica da casca de arroz na produção de concreto usinado em central*, 53o IBRACON, CBC2011, Brasil, 11p.
- Lucena, L. C.; de Figueirêdo, L. (2014). Use of wastewater sludge for base and subbase of road pavements. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, v. 33, p. 210-219.
- Maragon, E.; Marton, L.F.M,(2013). *Atividade pozolânica da sílica da casca de arroz produzida por combustão em leito fluidizado*, 55o IBRACON, CBC2013, Brasil, 10p.
- Moreira, E. B., Baldovino, J. D. J. A., dos Santos Izzo, R. L., & Rose, J. L. (2019). Impact of Sustainable Granular Materials on the Behavior Sedimentary Silt for Road Application. *Geotechnical and Geological Engineering*, 1-17. <https://doi.org/10.1007/s10706-019-01025-6>
- P. K. Mehta. (1992). Rice husk ash – A unique supplementary cementing material. *In: Advances in concrete technology*. CANMET. Ottawa, p. 407-431.
- P.K. Metha, N. Pitt. (1977). A new process of rice utilization. *In: International conference on the utilization of rice by-products*. Spain, 1974. Proceedings.Valencia: IATA, p. 45-58.
- Motta, R. S. (2005). *Estudo laboratorial de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil para aplicação em pavimentação de baixo volume de tráfego*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 161 p.
- Prabakar, J.; Dendorkar, Nitin; Morchhale, R. K. (2004). Influence of fly ash on strength behavior of typical soils. *Construction and Building Materials*, v. 18, n. 4, p. 263-267.
- Rahardjo, H., Vilayvong, K. Leong, E.C. (2011). Water characteristic curves of recycled materials. *Geotech. Test. J.*, 34(1): 1–8.
- Tashima, M. M., Sousa, L. C., Akasaki, L., Jose, E., Pinheiro, J. L., Juan, J., Bernabeu, P. (2011). Reuse of Rice Husk Ash in Building Constructions. *Holos Environment*, v. 8634, p. 81–89.