UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO

LOBO, Sérgio de Sousa[1]; OLIVEIRA, Lívia Alves de[2]; BELÉM, Kalil Oliveira[3]; MARINHO, Paulo Ricardo da Silva[4], PANTOJA, Matheus Vinicius da Costa[5],FERREIRA, Wanderson Vinícius Assis[6]

[1]Universidade Federal Rural da Amazônia – sergio.lobo1995@gmail.com; [2]Universidade Federal Rural da Amazônia – liviaoliver1920@gmail.com; [3]Universidade Federal Rural da Amazônia – kalil.belem@gmail.com; [4]Universidade Federal Rural da Amazônia – paulo.esquerdo@discente.ufra.edu.br; [5]matheus.pantoja@unesp.br; [6]wandersonv8200@gmail.com.

RESUMO

Os solos brasileiros, geralmente ácidos devido ao intenso intemperismo e lixiviação, apresentam limitações químicas que afetam diretamente a disponibilidade de nutrientes e o desenvolvimento das plantas. A calagem é essencial para corrigir essa acidez, e o uso de fontes alternativas, como casca de ovo, ostra e caranguejo, surge como opção sustentável frente ao calcário convencional. Este estudo avaliou o efeito dessas fontes residuais, aplicadas em diferentes doses, sobre o pH de um Latossolo Amarelo distrófico. O experimento foi conduzido em viveiro, utilizando delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 5×4, com doses de 2 a 6 t ha^{-1} e quatro tipos de corretivos. Após 30 dias de incubação, foram realizadas análises de pH. Todos os materiais promoveram aumento significativo no pH, ajustando-se ao modelo linear crescente, com maior eficiência até a dose de 3 t ha^{-1}. Entre os corretivos, a casca de ostra apresentou o melhor desempenho, elevando o pH até valores próximos de 6,7, atribuídos ao seu alto teor de carbonatos. A casca de caranguejo teve o menor efeito, enquanto a casca de ovo e o calcário apresentaram resultados intermediários. Os achados indicam que a casca de ostra é uma alternativa promissora aos corretivos tradicionais, combinando eficiência agronômica com benefícios ambientais relacionados ao aproveitamento de resíduos. Todos os materiais, contudo, mostraram potencial para correção da acidez nas doses iniciais avaliadas.

Palavras-Chave: Calagem; Corretivos alternativos; Casca de ostra; Resíduos agroindustriais; pH do solo.

INTRODUÇÃO

Os solos brasileiros são, em geral, naturalmente ácidos em razão do alto grau de intemperização e da intensa lixiviação de bases (Machado *et al.,* 2010). A acidez é um dos principais atributos químicos relacionados ao desenvolvimento de plantas, afetando a disponibilidade de quase todos os nutrientes (Embrapa, 2017). Existem dois tipos de acidez no solo: a ativa e a potencial. A acidez ativa que é representada pela atividade do H+ na solução do solo, afeta o desenvolvimento das plantas e quase todas as reações no solo relacionadas com a disponibilidade de nutrientes e é expressa pelos valores de pH, que representa a atividade do íon hidrogênio. A acidez potencial é constituída pelo somatório de todas as fontes de H+ que existem nos componentes sólidos do solo, principalmente o Al3+ trocável e os grupos funcionais orgânicos e inorgânicos (Ernani *et al*., 2008).

O pH afeta a atividade microbiana, o número de cargas elétricas, a estabilidade de agregados, a presença ou não de elementos tóxicos às plantas, assim como as reações de precipitação, dissolução, oxirredução, de troca de cátions e ânions e de adsorção específica (Ernani *et al*, 2008). Em outras palavras, solos ácidos, com pH abaixo de 5,0, implicam menor atividade microbiana, afetando a mineralização de matéria orgânica e a disponibilização de nutrientes. Além disso, impactam sobre a disponibilidade de fósforo (P) às plantas, não apenas em razão do menor desenvolvimento radicular, o qual dificulta o alcance do elemento, mas também por aumentar a retenção do P nas cargas dos colóides do solo (Embrapa, 2017). A calagem, portanto, é indispensável para o aumento da produtividade agrícola e essencial para o estabelecimento inicial da cultura, período crítico em que ocorre maior sensibilidade das plantas aos efeitos da acidez do solo associada ainda ao aumento da incidência de doenças fúngicas em decorrência do baixo pH (Cunha *et al*, 2009; Van Raij, 2019).

O conhecimento de fontes alternativas, como casca de ovo, casca de ostra e casca de caranguejo como corretivos de solo, podem gerar situações viáveis em relação ao calcário dolomítico (Galvão *et al*, 2023). Essas fontes foram escolhidas devido à presença de compostos que podem desempenhar um papel fundamental na neutralização da acidez do solo. Além disso, a natureza desses materiais como

subprodutos ou resíduos industriais alinha-se com a busca por práticas agrícolas mais sustentáveis e uma gestão responsável de resíduos.

Esse trabalho possui como objetivo avaliar o efeito de fontes alternativas residuais, como corretivas de pH do solo, aplicados em doses distintas, na alteração do pH de um Latossolo amarelo distrófico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um viveiro localizado na Universidade Federal Rural da Amazônia/ICA, campus Belém do Pará, com as coordenadas geográficas 1°27′12″S de latitude e 48°26′36″O de longitude. O solo utilizado no experimento foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico de textura média, de acordo com a classificação da EMBRAPA, 2006. A coleta do solo foi efetuada na camada de 0 a 20 cm em área de mata secundária. Antes da realização do experimento, o solo passou por um processo de peneiramento e secagem ao ar 19 em condições naturais. Em seguida, foram realizadas análises químicas laboratoriais.

Com base nos resultados das análises químicas, que indicaram um pH ácido no solo, foram realizados cálculos para determinar a quantidade necessária de corretivo para elevar o pH. O calcário dolomítico, com 95% de poder relativo de neutralização total (PRNT), foi escolhido como referência para os cálculos de calagem, servindo como parâmetro para as outras fontes de corretivos estudadas. Cada uma das fontes de corretivos foi aplicada em doses de 2, 3, 4, 5 e 6 toneladas por hectare. Durante todo o experimento, os solos contendo cada fonte alternativa foram incubados por um período de 30 dias. Isso foi feito em sacos plásticos com capacidade para 5 litros (conforme mostrado na Figura 1), os quais foram preenchidos com o solo a ser analisado, completados com água natural ao nível de 60% da capacidade de campo.

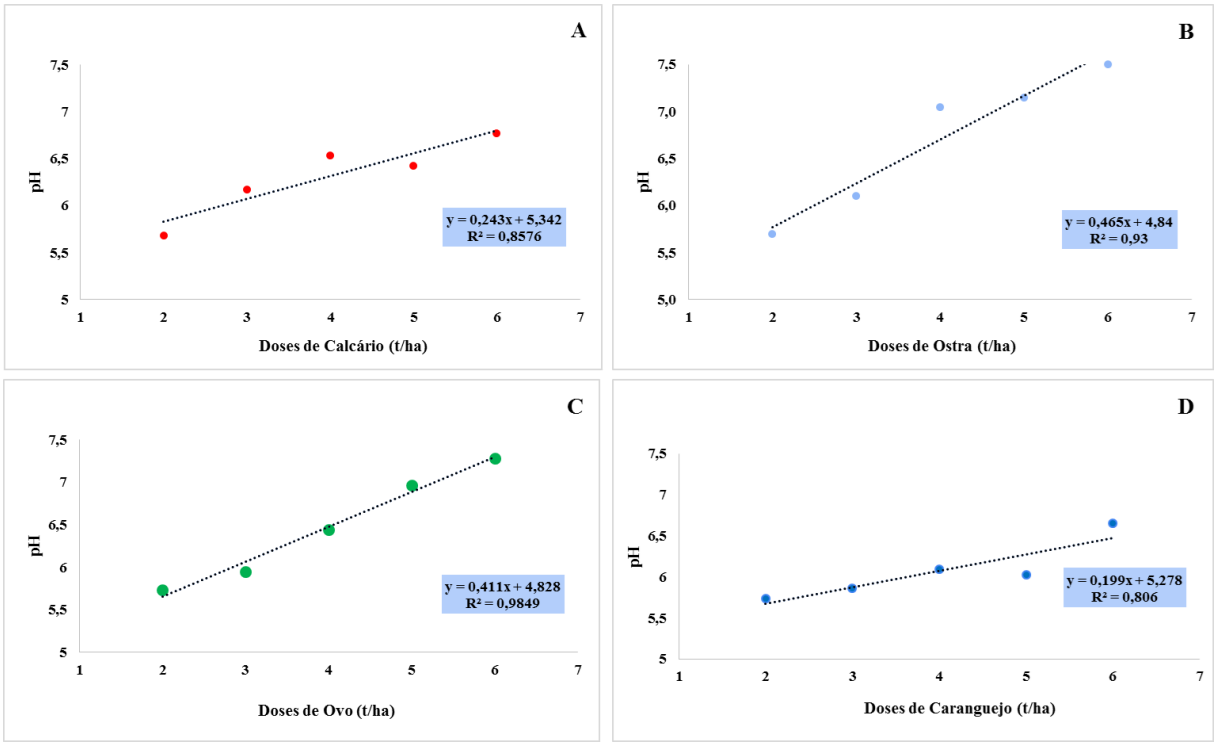
Com exceção do calcário agrícola, os demais materiais foram submetidos a um processo de lavagem em água corrente. Em seguida, foram imersos em água com cloro por 24 horas para desinfecção. Após esse processo, foram submetidos a uma secagem a 230°C por aproximadamente 40 minutos para desidratação. Posteriormente, os materiais foram triturados, macerados manualmente e peneirados utilizando uma peneira de 2 mm. Esse procedimento foi realizado para preparar os materiais corretivos de maneira uniforme e adequada para aplicação no solo. Os tratamentos foram distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em um arranjo fatorial 5x4. Os fatores foram assim descritos: Cinco doses (2, 3, 4, 5 e 6 t/ha) de correção do solo e quatro fontes alternativas (Além do calcário, casca de ovo, casca de ostra e casca de caranguejo) de correção, resultando em um total de vinte combinações de tratamentos. Cada combinação de tratamento foi repetida três vezes para aumentar a confiabilidade estatística dos resultados.

Os tratamentos foram aplicados com as doses determinadas, sendo os tratamentos alocados em sacos com capacidade de 5kg, saturados com água ao nível de 60% de sua capacidade de campo. Os mesmos passaram por um processo de revolvimento a cada dois dias, ao longo de um período de 30 dias. Após esse período, os sacos foram abertos e amostras foram retiradas para análise do pH, de acordo com os tratamentos estudados. As análises laboratoriais das amostras seguiram o protocolo estabelecido pela Embrapa no "Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes" (2009). Os resultados do experimento foram submetidos à análise de variância e comparados pelo o teste de Tukey, quando pertinente. Além disso, foi realizado um estudo de regressão, ajustando as equações de acordo com as doses das fontes aplicadas. Para análise estatística, utilizou-se o programa SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação dos diferentes corretivos avaliados (calcário dolomítico, casca de ostra, casca de ovo e casca de caranguejo) promoveu efeitos significativos sobre o pH do solo ao longo do período de avaliação. Verificou-se ajuste dos tratamentos ao modelo linear crescente, indicando que o aumento das doses resultou, de forma consistente, na elevação dos valores de pH. Até a terceira dose aplicada (3 t ha^{-1}), todos os corretivos foram capazes de elevar o pH para faixas consideradas adequadas ao desenvolvimento das plantas.

Figura 1: Efeito de diferentes materiais corretivos na elevação do pH do solo.



Fonte: Os autores.

Entre os materiais testados, a casca de ostra apresentou o maior incremento no pH do solo, alcançando valores próximos a 6,7, enquanto a casca de caranguejo apresentou o menor desempenho, atingindo pH máximo de 6,0. O melhor desempenho da casca de ostra pode ser atribuído ao seu elevado teor de carbonato de cálcio e carbonato de magnésio, compostos reconhecidamente eficientes na neutralização da acidez (Yang, 2023)). Resultados similares foram relatados por Los Monaco et al. (2012), que observaram maior eficiência de pós de conchas de moluscos na correção do pH do solo, atingindo valores próximos a 6,5 com doses entre 2,92 e 3,35 t ha^{-1}.

Em contraste, o menor desempenho da casca de caranguejo parece estar relacionado à sua composição química, cuja proporção de agentes neutralizantes, embora presente, é inferior à das cascas de ostra. Tal comportamento já foi reportado em estudos que utilizaram resíduos de crustáceos como corretivos, nos quais doses superiores não resultaram em incrementos proporcionais no pH devido às particularidades da matriz mineral (Rangel *et al.,* 2022)

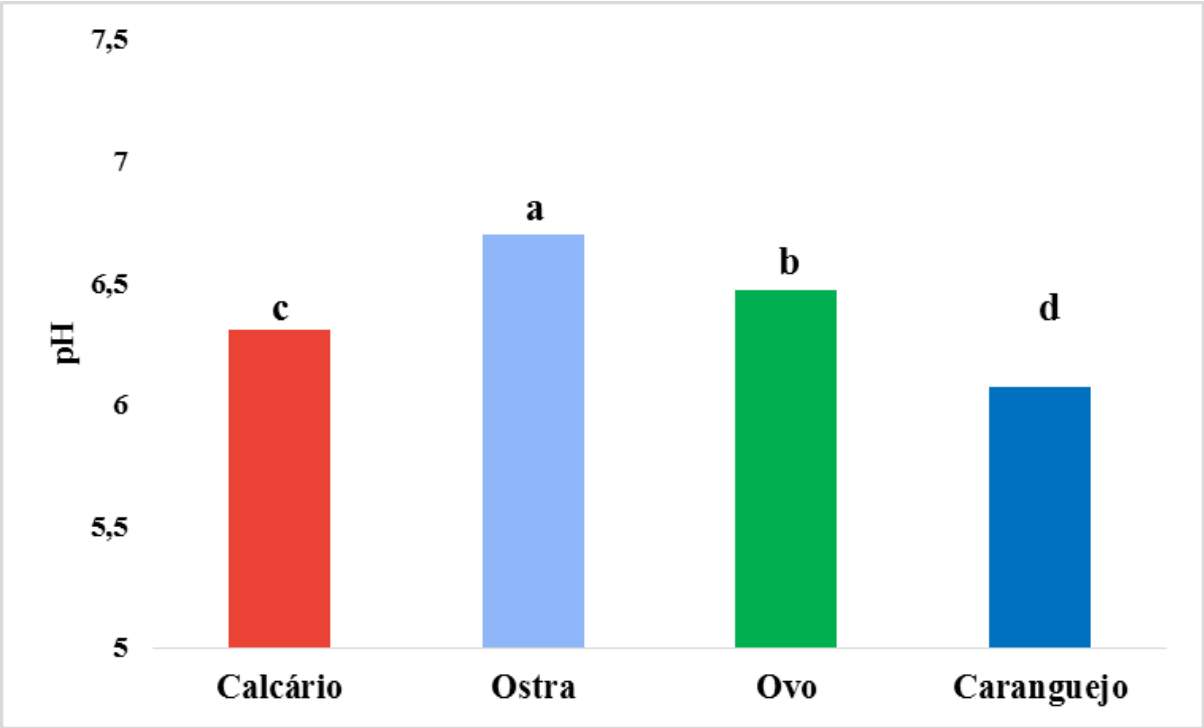
A casca de ovo e o calcário dolomítico apresentaram eficiência intermediária na elevação do pH, com valores abaixo dos observados para a casca de ostra. A literatura demonstra que a casca de ovo, apesar de rica em carbonato de cálcio, apresenta taxa de reação mais lenta, exigindo doses maiores para alcançar aumentos expressivos no pH (Monaco *et al*., 2015). Ainda assim, os resultados obtidos se mantiveram dentro da faixa ideal recomendada para a maioria das culturas agrícolas, entre 5,50 e 6,30 (Cunha *et al*., 2008).

A tendência de estabilização observada até a dose de 3 t ha^{-1} é coerente com estudos prévios que apontam limites na capacidade de resposta do solo a doses crescentes de corretivos, devido à capacidade tampão e à saturação dos agentes neutralizantes (Cunha *et al.,* 2016; Abreu *et al.,* 2013). No presente estudo, a eficiência observada até 3 t ha^{-1} sugere que esse limite não foi ultrapassado para os corretivos alternativos avaliados.

A casca de ostra destacou-se não apenas pela elevação imediata do pH, mas também pelo potencial de liberação gradual, conferindo efeito corretivo de maior duração. Além disso, seu elevado teor de CaO reforça seu potencial como alternativa sustentável ao uso de corretivos convencionais. Ressalta-se ainda que o reaproveitamento desses resíduos marinhos representa solução ambientalmente adequada, reduzindo o descarte inadequado e promovendo sua valorização na agricultura (Galvão *et al.,*

2023; Machado *et al.,* 2010).

Figura 2: Valores de pH do solo em função da aplicação de diferentes materiais corretivos.



Fonte: Os autores.

CONCLUSÕES

A casca de ostra foi o corretivo mais eficiente na elevação do pH do solo em comparação com a casca de ovo, calcário e casca de caranguejo. Isso sugere que a casca de ostra, devido à sua composição química específica, especialmente sua alta concentração de carbonato de cálcio e carbonato de magnésio, é mais eficaz em neutralizar a acidez do solo e proporcionar condições ideais para o crescimento das plantas.

Embora o calcário, a casca de ovo e a casca de caranguejo tenham demonstrado menor eficiência em comparação com a casca de ostra, todos os corretivos foram capazes de elevar o pH do solo até a terceira dose aplicada (3 t/ha).

REFERÊNCIAS

ABREU, M. F., Silva, R. B. da, Barbosa, F. T., Santos, E. M. dos, & Silva, S. A. (2013). Uso do calcário na correção da acidez do solo em plantios de eucalipto no Cerrado. Cerne, 19(2), 209-214.

CUNHA, F. L.; ALMEIDA, R. S. de; DINIZ, P. C.; PAULA, S. H. A. de; CAMPOS, V. A.; VENTURIN, N. Crescimento inicial e nutrição mineral de espécies florestais com potencial econômico sob omissão de nutrientes. Árvore, 47(6), 2023.

EMBRAPA. Correção da acidez do solo e adubação. Agência de Informação Embrapa – Arroz e Feijão. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2017.

ERNANI, P. R. Química do solo e disponibilidade de nutrientes. Lages (SC). 230 p.

FERREIRA, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, 35, 1039–1042. DOI: https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001

GALVÃO, J. R.; LIMA, J. M.; SANTOS, A. R. S.; CASTRO, L. M. P.; BRITO, C. C.; CONCEIÇÃO, M. S. S.; CONCEIÇÃO, A. S.; OHASHI, A. M. A Farinha de Osso e a Casca de Ostra como Corretivos da Acidez do Solo. Revista de Gestão Social e Ambiental, v. 17, n. 10, p. 1–10, 2023.<https://www.researchgate.net/publication/374539648_FARINHA_DE_OSSO_E_A_CASCA_DE_OSTRA_COMO_CORRETIVOS_DA_ACIDEZ_DO_SOLO> doi:10.24857/rgsa.v17n10-010

LO MONACO, P. A. V.; MATOS, A. T.; EUSTÁQUIO JÚNIOR, V.; RIBEIRO, I. C. A.; TEIXEIRA, D. L. Utilização do farelo de conchas de vôngole na adsorção de fósforo e como corretivo da acidez do solo. Engenharia Agrícola (Jaboticabal), v. 32, n. 5, p. 866–874, set./out. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/jXYFwMndqKMwdXxhKJ99wHP/?format=pdf&lang=pt>

MACHADO, J. S.; FRANÇA, S. C. A. de; SANTOS, R. L.; LUZ, A. B. da; CASTRO, N. F.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B. Utilização de resíduos oriundos do corte de rochas ornamentais na correção da acidez e adubação de solos tropicais. Rio de Janeiro: CETEM / MCT, 2010. 136 p.

RANGEL et al. Uso da farinha de caranguejo-uçá no cultivo agroecológico de alface americana: uma experiência conjunta de uma Reserva Extrativista (Resex) com uma Escola Popular de Agroecologia. Sapiens, v. 4, n. 2 – jul./dez. 2022 – p. 108 - 126 | ISSN-2596-156X | Carangola- MG.

VAN RAIJ, B. Melhorando o ambiente radicular em subsuperfície. Informações Agronômicas International Plant Nutrition Institute (IPNI), n. 135, p. 8–18, 2011.

VELOSO, C. A. C.; BOTELHO, S. M.; RODRIGUES, J. E. L. F.; SILVA, A. R. Correção da acidez do solo. In: BRASIL, E. C.; CRAVO, M. da S.; VIÉGAS, I. de J. M. (Ed.). Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará. 2. ed. rev. e atual. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2020. p. 121–131. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1127245>

YANG, X. LIU, K. WEN, Y. HUANG, Y. & ZHENG, C. (2023). Application of Natural and Calcined Oyster Shell Powders to Improve Latosol and Manage Nitrogen Leaching. International Journal of Environmental Research and Public Health, 20(5), 3919.