



UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DE DEMOLIÇÃO RECICLADOS (RCD-R) COMO CORRETIVOS DA ACIDEZ DO SOLO

Paulo Renato Orlandi Lasso¹; José Renato do Guanor^{1,2}; Rodrigo Donizeti Cardoso^{1,3}; Alberto Carlos de Campos Bernardi⁴; Carlos Manoel Pedro Vaz⁵; Caue Ribeiro⁵; Osny Oliveira Santos Bacchi⁶

¹ Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, SP, lasso@cnpdia.embrapa.br;

² Centro Universitário Central Paulista, São Carlos, SP;

³ Universidade Camilo Castelo Branco, Descalvado, SP;

⁴ Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP;

⁵ Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, SP;

⁶ Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

Plano de Ação: PA-3 n°: 02.07.06.003.00.03

Resumo

Os resíduos de construção civil e demolição (RCD) são graves problemas ambientais, pois representam mais de 50% do resíduo sólido gerado nos médios e grandes centros urbanos. Por outro lado, a acidez do solo é um dos principais fatores capazes de reduzir o potencial produtivo dos solos brasileiros, pois provoca a diminuição da disponibilidade de nutrientes para as plantas. Este estudo teve o objetivo de avaliar a viabilidade da utilização do RCD-R classe A, como corretivo de acidez do solo, tendo como indicador a produção de matéria seca da alfafa (*Medicago sativa* cv. Crioula). Os resultados obtidos sugerem que o RCD-R cinza (origem de concreto) tem potencial para ser utilizado como corretivo da acidez de solos.

Palavras-chave: resíduo de construção e demolição, RCD, reciclagem de RCD, RCD-R, solo, corretivo de acidez

Introdução

Os resíduos gerados nas atividades de construção civil e demolição (RCD) constituem-se em um problema ambiental, pois representam mais de 50% do resíduo sólido gerado nos médios e grandes centros urbanos (GESTÃO ambiental..., 2005). A maior parte desses resíduos têm uma disposição final inadequada, ocasionando sérios impactos ambientais como degradação das áreas de manancial e proteção permanente, proliferação de agentes transmissores de doenças, assoreamento de rios e córregos, obstrução dos sistemas de drenagem, ocupação de vias e logradouros públicos, e degradação da paisagem urbana. Além disso, caso esse material seja disposto em aterros pode reduzir drasticamente a vida útil dos mesmos (SANTOS,

2007). Entretanto, tais resíduos se bem manejados podem constituir-se em um produto com valor agregado com possibilidade de uso em diversas áreas como na construção civil (blocos) ou uso na pavimentação ou contenção de encostas. Como esse material é constituído basicamente de areia, cimento, cal, gesso e argila (cerâmica), dentre outros, tem similaridade com o solo e possui, em princípio, possibilidade de disposição e incorporação no solo sem danos ou alterações significativas na sua função.

A acidez do solo é um dos principais fatores capazes de reduzir o potencial produtivo dos solos brasileiros, pois promove a liberação de elementos tóxicos para as plantas (Al) e diminui a

disponibilidade de nutrientes para as mesmas (LOPES et al., 1991). Segundo Ramos et al. (2006), grande parte dos solos de cerrado apresenta pH-H₂O baixo (< 5,5), alta concentração de Al³⁺ e baixos teores de Ca²⁺ e Mg²⁺, abrangendo a camada superficial (0–20 cm) e subsuperficial (> 20 cm). As consequências são os prejuízos causados pelo baixo rendimento produtivo das culturas. Portanto, a correção da acidez do solo (calagem) é uma das práticas que mais contribui para o aumento da eficiência dos adubos e conseqüentemente, da produtividade e da rentabilidade agropecuária (LOPES et al., 1991).

Dessa forma, este estudo teve como objetivo a avaliação da viabilidade da aplicação do RCD-R classe A como corretivo de acidez do solo, tendo como indicador a produção de matéria seca da alfafa.

Material e métodos

O resíduo utilizado foi fornecido pela Usina de Reciclagem da Prohab do município de São Carlos, SP, constituindo-se de um resíduo de construção e demolição reciclado (RCD-R) classe A proveniente de concretos (material cinza). O material coletado foi moído e separado por peneiras em duas frações granulométricas, denominadas de cinza fino-CF (abaixo de 500 µm) e cinza grosso-CG (entre 500 µm e 2 mm), conforme ilustrado na Figura 1.

Os resíduos foram misturados em doses de 0, 10, 20 e 40 %, base de massa (m/m), a um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico ácido e de baixa fertilidade, e acondicionados em vasos de 10 litros, para o cultivo da alfafa (*Medicago sativa* cv. Crioula) em casa de vegetação (Figura 2). Os vasos foram irrigados por lâmina d'água procurando manter a umidade do solo próximo da capacidade de campo. Trinta e cinco dias após a montagem dos vasos foi realizada a primeira amostragem dos solos na camada 5-10 cm para análise química, cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

O plantio foi realizado 140 dias após a montagem dos vasos, semeando-se dez sementes por vaso. Nesse momento foi também feita adubação balanceada com P, K e micronutrientes incorporados ao solo. Quando as mudas apresentavam aproximadamente 5 cm de altura, foram selecionadas as cinco melhores mudas de cada vaso para permanecerem, sendo retiradas as demais.

Cem dias após a semeadura foi realizado o primeiro corte quando as plantas apresentavam aproximadamente 10% de florescimento para

avaliações da produção de matéria seca (MS). Nesta data foi feita a segunda amostragem dos solos dos vasos para análise química, cujos resultados são apresentados na Tabela 2. Depois disso, foram realizados mais quatro cortes da alfafa sempre quando as plantas apresentavam aproximadamente 10% de florescimento. A altura padronizada para os cortes foi de 5 cm do solo.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 2 X 4 + 2, com três repetições. Os tratamentos constaram, portanto, dos dois materiais (CF e CG), com as quatro doses e dois tratamentos adicionais com calagem em dois níveis de saturação de bases, V % = 60 e V % = 80.

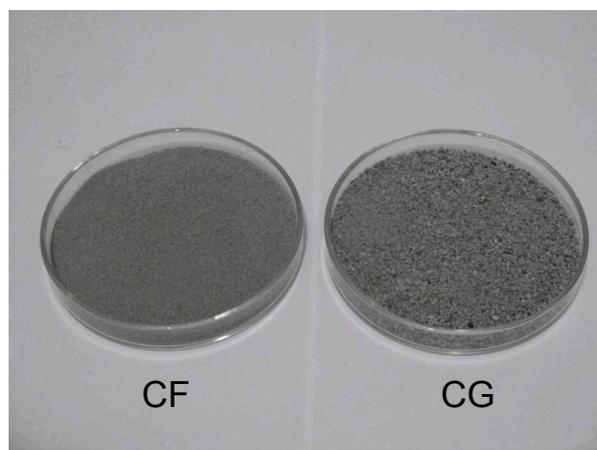


Fig. 1 - Materiais CF e CG produzidos pela usina de reciclagem da Prohab.



Fig. 2 - Plantio da alfafa em vasos na casa de vegetação com adição dos materiais CF e CG no solo.

Resultados e discussão

A análise química inicial do material CG mostrou um poder de neutralização (PN) de 71,6 %, poder relativo de neutralização total (PRNT) de 44,4 % e porcentagem de CaO+MgO de 39,1 %, enquadrando-o dentro dos padrões exigidos pela legislação brasileira para comercialização de calcários agrícolas (BRASIL, 2004).

Os resultados das análises de pH-CaCl₂, H+Al e CTC dos solos nos 9 tratamentos, referentes às duas amostragens realizadas são listados nas Tabelas 1 e 2 e a Figura 3 apresenta os resultados da produção de matéria seca (MS) de 5 cortes da alfafa em função das doses dos materiais CF e CG.

Comparando-se os resultados da primeira com os da segunda amostragem dos solos, separadas por um intervalo de sete meses, podemos verificar que o pH-CaCl₂ sofreu uma pequena redução no sentido da neutralização para os tratamentos com os materiais CF e CG. Nesta mesma comparação, verifica-se que a concentração de íons H+Al cresceu e a CTC diminuiu no sentido de se aproximar dos valores do solo natural. Isto indica que está ocorrendo um consumo desses corretivos ao longo do tempo.

Tabela 1 - Valores de pH-CaCl₂, concentração de íons H+Al e CTC para os tratamentos utilizados referentes à primeira amostragem na camada 5-10 cm dos solos dos vasos.

| Tratamento | pH | H+Al mmolc/dm ³ | CTC mmolc/dm ³ |
|---------------|-----|-------------------------------|------------------------------|
| Solo natural | 4,7 | 29 | 40 |
| CF - dose 10% | 7,6 | 7 | 314 |
| CF - dose 20% | 7,9 | 6 | 418 |
| CF - dose 40% | 8 | 5 | 628 |
| CG - dose 10% | 7,8 | 7 | 362 |
| CG - dose 20% | 7,9 | 6 | 505 |
| CG - dose 40% | 8,1 | 6 | 875 |
| V% = 60 | 5,9 | 21 | 53 |
| V% = 80 | 6,2 | 18 | 64 |

Tabela 2 - Valores de pH-CaCl₂, concentração de íons H+Al e CTC para os tratamentos utilizados referentes à segunda amostragem na camada 5-10 cm dos solos dos vasos.

| Tratamento | pH | H+Al mmolc/dm ³ | CTC mmolc/dm ³ |
|---------------|-----|-------------------------------|------------------------------|
| Solo natural | 4,9 | 37 | 68 |
| CF - dose 10% | 7,3 | 11 | 256 |
| CF - dose 20% | 7,6 | 9 | 302 |
| CF - dose 40% | 7,6 | 7 | 409 |
| CG - dose 10% | 7,4 | 8 | 266 |
| CG - dose 20% | 7,5 | 7 | 318 |
| CG - dose 40% | 7,7 | 8 | 559 |

| | | | |
|---------|-----|----|----|
| V% = 60 | 5,8 | 27 | 75 |
| V% = 80 | 6,2 | 21 | 76 |

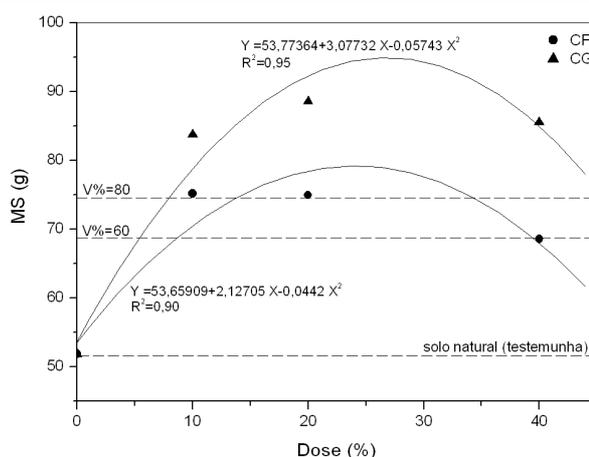


Fig. 3. - Resultados do total de produção de matéria seca (por vaso) de 5 cortes da alfafa em função das doses dos materiais CG e CF.

Tomando por base os resultados da segunda amostragem dos solos verifica-se que em todos os tratamentos com os materiais CF e CG, obteve-se a neutralização do pH do solo que, originalmente, era ácido (pH = 4,9), passando a ligeiramente alcalino, situando-se na faixa de 7,3 a 7,7 de acordo com a dose aplicada.

Considerando ainda os resultados da segunda amostragem dos solos, observa-se que a concentração de íons H+Al, que era de 37 mmolc/dm³ para o solo natural, sofreu uma significativa queda para todos os tratamentos com os materiais CF e CG, ficando na faixa de 7 a 11 mmolc/dm³.

A CTC do solo natural que era de 68 mmolc/dm³ sofreu um significativo aumento de modo crescente com as doses de RCD-R aplicadas. Considerando as mesmas doses, as CTCs dos tratamentos com o material CG atingiram valores superiores aos obtidos com o material CF, sendo 4, 5 e 37% maiores que estes, para as doses 10, 20 e 40%, respectivamente.

O desempenho dos materiais CF e CG em neutralizar pH, reduzir H+Al e elevar CTC foi superior ao da calagem convencional nos dois níveis de saturação por bases V% = 60 e 80 para todas as doses utilizadas.

Os efeitos observados de elevação do pH e da CTC do solo com a aplicação de RCD-R estão coerentes com o descrito por Ramalho et al. (2009) que também observaram estes mesmos efeitos em um estudo de caracterização química de RCD-R e de compostos obtidos adicionando-o ao solo em diversas doses.

Com relação aos resultados de produção de matéria seca (MS) da alfafa apresentados na Figura 3, verificamos que, para todas as doses dos dois materiais (CF e CG), a MS foi superior a do solo natural, chegando a ser 71% maior que esta para o tratamento com 20% do material CG.

As MS de todas as doses do material CG também foram superiores à MS do tratamento com calagem convencional no nível $V\%=80$, chegando a ser 19% maior que esta para o tratamento com 20% do material CG.

Em todos os tratamentos, os desempenhos em MS do material CG foram superiores aos do CF, sendo 11, 18 e 25% maiores que estes, para as doses 10, 20 e 40%, respectivamente. Este fato está coerente com os resultados obtidos para CTC do solo desses tratamentos.

O fato do desempenho do material CG ter sido superior ao do material CF é muito interessante por dois motivos: primeiro que o CG é mais barato que o CF, pois foi obtido por peneiramento direto do material produzido pela usina de reciclagem, enquanto que a obtenção do material CF requereu uma moagem adicional, consumindo mais tempo e energia. Em segundo lugar, como o material CG possui granulometria mais grossa, terá menor reatividade no solo, tendo portanto, maior tempo de permanência.

Para a dose de 40%, tanto de CF como de CG, observamos um declínio da MS, provavelmente relacionado ao pH mais alto neste caso.

A regressão quadrática aplicada aos gráficos da Figura 3 sugere que existe uma dose ótima (MS máxima) que, no caso do material CG seria a dose de 26% o que resultaria numa MS máxima de 95g por vaso.

Conclusões

Os resultados da análise química dos solos mostraram que os materiais CF e CG, nas doses utilizadas, são eficientes em neutralizar a acidez, elevar a CTC e reduzir a concentração dos íons H^+ do solo.

Os resultados da produção de matéria seca de 5 cortes da alfafa mostraram que a produtividade das plantas é superior com a adição dos materiais CF e CG em todas as doses utilizadas em relação à produtividade com o solo natural. No caso do material CG, o desempenho é melhor que o do tratamento com calagem convencional ($V\%=80$). Em termos de MS, o desempenho do material CG é superior ao do material CF.

Estes resultados sugerem que o RCD-R cinza (origem de concreto), em especial o material CG, tem potencial para ser utilizado como corretivo da acidez de solos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Usina de Reciclagem da Prohab, São Carlos, pelo fornecimento do material RCD-R classe A utilizado neste estudo e à Embrapa (02.07.06.003.00), CNPq (484575/2007-4 e 301057/2009-5) e CENA/USP pelos apoios financeiros e de pessoal.

Referências

- BRASIL, Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo (SARC). **Instrução Normativa nº 4 de 2 de agosto de 2004**. Diário Oficial da União. Brasília, 05 ago. de 2004.
- GESTÃO ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do SindusCon-SP. São Paulo: Obra limpa: I&T: SindusCon-SP, 2005. 48 p.
- LOPES, A. S.; SILVA, M. de C.; GUILHERME, L. R. G. **Acidez do solo e calagem**. ANDA, 1991. 3a ed., 22 p., São Paulo, (Boletim Técnico).
- RAMALHO, A. M. ; PIRES, A. M. M. . Viabilidade do uso agrícola de resíduo da construção civil e da indústria cerâmica: atributos químicos. In: 3º Congresso interinstitucional de iniciação científica - CIIC 2009, 2009, Campinas. **Anais do 3º Congresso interinstitucional de iniciação científica - CIIC 2009**. Campinas : IAC, 2009.
- RAMOS, L. A.; NOLLA, A.; KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. Reatividade de corretivos de acidez e condicionadores de solo em colunas de lixiviação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006.
- SANTOS, E. C. G. **Aplicação de resíduos de construção e demolição reciclados (RCD-R) em estruturas de solo reforçado**. São Carlos, SP, 2007. 168 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos. Orientador: Prof. Dr. Orencio Monje Vilar.