



---

## UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DE DEMOLIÇÃO RECICLADOS (RCD-R) COMO CONDICIONADORES DE SOLO

---

**Paulo Renato Orlandi Lasso<sup>1</sup>; José Renato do Guanor<sup>1,2</sup>; Rodrigo Donizeti Cardoso<sup>1,3</sup>; Alberto Carlos de Campos Bernardi<sup>4</sup>; Carlos Manoel Pedro Vaz<sup>5</sup>; Caue Ribeiro<sup>5</sup>; Osny Oliveira Santos Bacchi<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, SP, [lasso@cnpdia.embrapa.br](mailto:lasso@cnpdia.embrapa.br);

<sup>2</sup> Centro Universitário Central Paulista, São Carlos, SP;

<sup>3</sup> Universidade Camilo Castelo Branco, Descalvado, SP;

<sup>4</sup> Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP;

<sup>5</sup> Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, SP;

<sup>6</sup> 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, solos arenosos são encontrados em quase todo o território nacional e apresentam baixa capacidade de retenção de água e grandes perdas de nutrientes por percolação que proporcionam baixas produtividades agrícolas. Este estudo teve o objetivo de avaliar a viabilidade da utilização do RCD-R classe A de origem cerâmica (chamote) como condicionador para melhoria da capacidade de retenção de água do solo. Os resultados obtidos sugerem que este RCD-R tem potencial para ser utilizado como condicionador de solos.

**Palavras-chave:** resíduo de construção e demolição reciclados, RCD-R, reciclagem, chamote, capacidade de retenção de água, condicionador de solo

---

### Introdução

---

Os resíduos de construção civil e de demolição (RCD) são graves problemas ambientais, pois representam mais de 50% do resíduo sólido gerado nos médios e grandes centros urbanos (GESTÃO ambiental..., 2005), sendo que a maior parte deste resíduo acaba tendo uma disposição final irregular, 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).

Por outro lado, solos arenosos são encontrados em quase todo o território nacional e apresentam algumas características desfavoráveis como a baixa capacidade de retenção de água e grandes perdas de nutrientes por percolação que proporcionam baixas produtividades agrícolas dessas áreas (SIVAPALAN, 2006), principalmente em regiões com ocorrência de chuvas irregulares ou sem acesso ao manejo de irrigação (PRADO, 1998).

Este estudo teve como objetivo a avaliação da viabilidade da aplicação do RCD-R de origem cerâmica (chamote) como condicionador para melhoria da capacidade de retenção de água do solo.

## Material e métodos

O resíduo utilizado foi proveniente de materiais cerâmicos (telhas e tijolos - material vermelho ou chamote), produzido pela usina de reciclagem da Prohab no município de São Carlos - SP. Foram realizados dois experimentos:

**Experimento 1** - O chamote foi moído e peneirado em malha de 2mm. Foi avaliada a capacidade de retenção de água de um Neossolo Quartzarênico órtico (areia: 86%, silte: 6%, argila: 8%) com adição desse chamote nas doses 0% (testemunha), 10, 20, 30 e 100% base de massa (m/m) além de um tratamento adicional com um Nitossolo Vermelho eutroférico (areia: 18%, silte: 16%, argila: 66%) sem adição do RCD-R. Foram utilizados anéis volumétricos de aço com 5cm de diâmetro e 5cm de altura os quais foram preenchidos com os solos, em cada uma das doses mencionadas, em triplicata (Figura 1). Os solos dos anéis foram saturados com água destilada por 48 horas, pesados e colocados para secar em estufa à 40°C. A partir da saturação, a umidade dos solos e misturas foi medida diariamente a fim de levantar as curvas de umidade em função do tempo de secagem do Neossolo Quartzarênico órtico (solo arenoso), suas misturas com as várias doses de chamote e do Nitossolo Vermelho eutroférico (solo argiloso).



Fig. 1 - Montagem experimental utilizada com os anéis volumétricos preenchidos com os solos e misturas com o chamote.

**Experimento 2** - O chamote produzido pela usina de reciclagem foi moído e separado por peneiras em duas frações granulométricas, denominadas de vermelho fino-VF (abaixo de 500 µm) e vermelho grosso-VG (entre 500 µm e 2 mm), conforme ilustrado na Figura 2. Utilizou-se um latossolo vermelho-amarelo textura média (areia: 64%, silte: 5%, argila: 31%) para o cultivo da alfafa (*Medicago sativa* cv. Crioula) em vasos, e em casa

de vegetação (Figura 3). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 2 X 4 X 2, com três repetições. Os tratamentos constaram dos dois materiais (VF e VG), com quatro doses de cada material: 0, 10, 20 e 40% base de massa (m/m), e duas frequências de irrigação: diária, mantendo a umidade do solo próximo da capacidade de campo (sem stress hídrico) e a cada dois dias com a mesma lâmina de água (com stress hídrico), sendo que esta última foi realizada apenas com a dose de 20%.

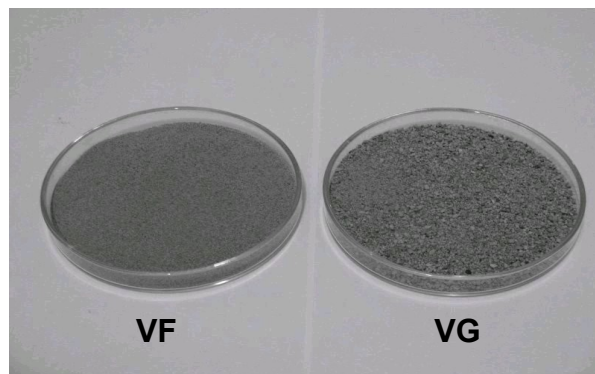


Fig. 2 - Materiais VF e VG produzidos pela usina de reciclagem da Prohab.



Fig. 3 - Plantio da alfafa em vasos na casa de vegetação com os materiais VF e VG.

No início do experimento as plantas receberam adubação balanceada com P, K e micronutrientes. Foram realizados cinco cortes, sendo que cada um ocorreu sempre que as plantas apresentavam aproximadamente 10% de florescimento para avaliações da produção de matéria seca (MS).

## Resultados e discussão

Os resultados do experimento 1 são apresentados na forma de curvas de umidade em

função do tempo de secagem dos solos dos anéis, mostradas na Figura 4.

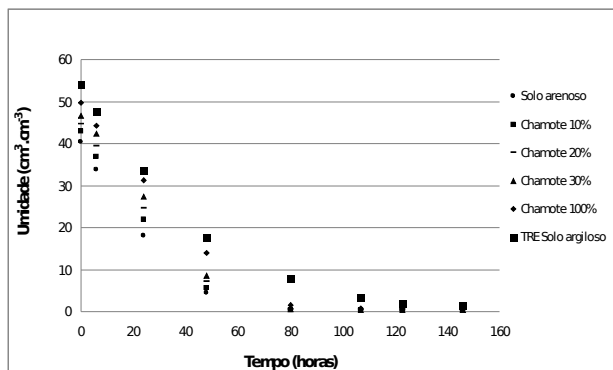


Fig. 4 - Curvas de umidade em função do tempo de secagem para o Neossolo Quartzarênico órtico (solo arenoso), suas misturas com as várias doses de chamote moído e do Nitossolo Vermelho eutroférico (solo argiloso).

Estes resultados mostraram que a adição de RCD-R vermelho (chamote) contribuiu significativamente para o aumento da capacidade de retenção de água do Neossolo Quartzarênico órtico (solo arenoso), de modo crescente com as doses aplicadas quando comparados ao tratamento testemunha. No entanto, a capacidade de retenção de água do tratamento 100% foi inferior à do Nitossolo Vermelho eutroférico (solo argiloso).

A Figura 5 mostra os resultados do experimento 2 por meio de um gráfico da MS de cinco cortes da alfafa em função das doses dos materiais VF e VG aplicadas, para os tratamentos com irrigação diária (sem stress hídrico).

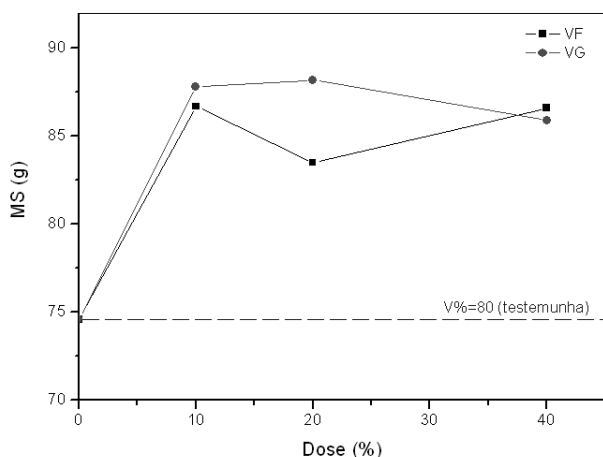


Fig. 5 - Resultados do total da MS (por vaso) de cinco cortes de alfafa em função das doses dos materiais VF e VG, para a frequência de irrigação diária (sem stress hídrico).

A Figura 6 mostra o resultado da MS de cinco cortes de alfafa para a dose de 20% dos materiais VF e VG, para a frequência de irrigação a cada dois dias (com stress hídrico).

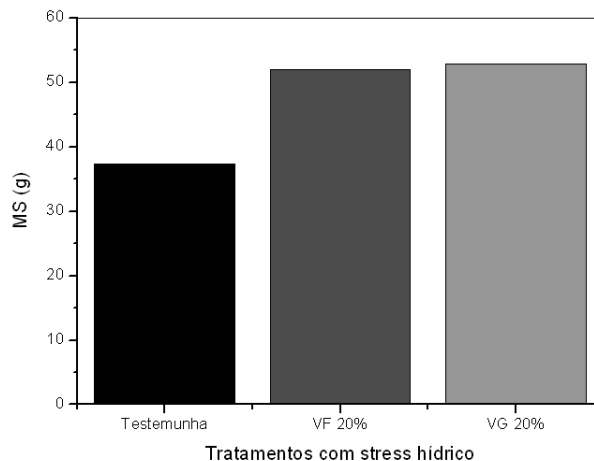


Fig. 6 - Resultados do total da MS (por vaso) de cinco cortes de alfafa para a dose de 20% dos materiais VF e VG para a frequência de irrigação a cada dois dias (com stress hídrico).

Os resultados da MS dos cinco cortes da alfafa para os tratamentos com irrigação diária (sem stress hídrico) mostraram que a dose de 10% já foi suficiente para dar um ganho da ordem de 18% na MS da alfafa, saindo do valor de 74,5g e indo para o patamar de 88g. Talvez doses inferiores a 10% já apresentem ganhos dessa ordem, mas isso ainda precisa ser investigado. Observamos que doses maiores não trouxeram ganhos adicionais, mas mantiveram aproximadamente o mesmo patamar de MS, tanto para o material VF como para o material VG, com uma pequena vantagem para este último. Isto parece contradizer os resultados do Experimento 1 onde tínhamos observado que doses crescentes de chamote, na faixa de zero a 100%, se refletiam em aumentos crescentes da capacidade de retenção de água do solo. Entretanto, como neste caso a umidade do solo era mantida próxima da capacidade de campo com irrigações diárias, o efeito de doses maiores do chamote não foi perceptível.

Os resultados da MS para os tratamentos com irrigação a cada dois dias (com stress hídrico) mostraram que os dois materiais (VF e VG) proporcionaram um ganho da ordem de 41% elevando a MS do valor de 37,5g para o patamar de 53g. Observamos que este ganho percentual é maior que o dobro dos 18% do caso sem stress hídrico o que mostra que o efeito deste condicionador é mais evidente na situação de stress, como era esperado.

Por outro lado, embora o ganho percentual de MS proporcionado pelo chamote seja maior na situação de stress hídrico, o patamar de valores absolutos de MS alcançados sem stress hídrico é muito superior aos valores de MS na situação de stress. Este fato deve-se a grande sensibilidade que a alfafa tem ao stress hídrico. De acordo com Rassini (2001), a alfafa é uma forrageira que precisa de elevadas quantidades de água mesmo se comparada com espécies C<sub>4</sub> como milho e sorgo, tendo necessidades hídricas entre 800 e 1600 mm por período de crescimento. Ainda segundo Rassini (2001), são necessários de 600 a 900 kg de água.kg<sup>-1</sup> de matéria seca de forragem produzida.

Tanto na situação de stress hídrico como na sua ausência, observa-se que o material VG tem o desempenho um pouco superior ao do VF. Isto deve-se ao fato que a distribuição de tamanho de poros do material VG privilegia poros intra-agregados (microporos) por ter agregados maiores, enquanto que esta mesma distribuição para o material VF privilegia poros inter-agregados (macroporos) por ter agregados menores. Segundo Amaro Filho et al. (2008), a retenção de água no solo é realizada, principalmente, pelos microporos o que explica o melhor desempenho do material VG em relação ao VF. Isto é muito interessante porque o material VG é mais barato que o VF, pois foi obtido por peneiramento direto do material produzido pela usina de reciclagem, enquanto que a obtenção do material VF requereu moagem e peneiramento adicionais, consumindo mais tempo e energia.

---

## **Conclusões**

---

Os resultados do experimento 1 mostraram que os materiais VF e VG contribuem significativamente para o aumento da capacidade de retenção de água de solos arenosos.

Os resultados do experimento 2 mostraram que a utilização dos materiais VF e VG como condicionadores de solo para plantio de alfafa contribui para uma significativa elevação da MS, tanto na situação de stress como na ausência de stress hídrico, por elevar a capacidade de retenção de água tornando-a disponível em maior quantidade para as plantas.

Estes resultados sugerem que o RCD-R vermelho origem cerâmica (chamote), em especial o material VG, tem potencial para ser utilizado como condicionador 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**

---

AMARO FILHO, J.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; MOTA, J. C. A. **Física do solo: conceitos e aplicações**. Imprensa Universitária, Fortaleza, CE, 2008, 290 p.

GESTÃO ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do SindusCon-SP. São Paulo: Obra limpa: I&T: SindusCon-SP, 2005. 48 p.

PRADO, H. **Solos tropicais-potencialidades, limitações, manejo e capacidade de uso**. [S. l.]: FUNDEP/UNESP, 1998. 231 p.

RASSINI, J. B. *Manejo de Água de Irrigação para Alfafa (Medicago sativa L.)*. **Rev. Bras. Zootec.** [online]. 2001, vol.30, n.6, pp. 1681-1688.

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. Orenco Monje Vilar.

SIVAPALAN, S. Benefits of treating a sandy soil with a crosslinked-type polyacrylamide. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 46, n. 4, p. 579-584, 2006.

*I Workshop da Rede Agrocicla*  
*Caracterização, Aproveitamento e Geração de Novos Produtos de Resíduos Agrícolas, Agroindustriais e Urbanos*