

## Abatimento de camalhão de terraços em função do rearranjo estrutural do solo

Carlos Cristiano Ferreira<sup>1</sup>; Sara Lane Sousa Gonçalves<sup>2</sup>; Nori Paulo Griebeler<sup>3</sup>; Natália Pereira Mariano<sup>4</sup>; Adriana Aparecida Ribon<sup>5</sup>

**Resumo:** Os terraços têm a finalidade de reter e infiltrar, ou escoar lentamente, as águas provenientes da parcela do lançante imediatamente superior, de forma a minimizar o poder erosivo das enxurradas. O objetivo desse trabalho foi avaliar o abatimento esperado em camalhões e terraços em função do rearranjo estrutural de diferentes classes de solo. Foram coletadas amostras de três classes de solos em um volume aproximado de 20 litros, no município de Campestre de Goiás e Palmeiras de Goiás, GO. Cada classe de solo representou um tratamento, sendo T1 – Latossolo Vermelho; T2 – Latossolo Amarelo e T3 – Cambissolo Háplico Distrófico. O solo de cada classe foi acondicionado, sem compactação ou agitação, em sete recipientes construídos em Cloreto de Polivinila (PVC) com dimensões de 250 mm de diâmetro e 250 mm de altura. Após o preenchimento de todos os recipientes, foi realizada a adição diária de uma lâmina d' água aos mesmos. As variáveis analisadas nos tratamentos foram altura e densidade do solo nos recipientes. Essas avaliações foram repetidas a cada semana até o final da simulação de chuva. O abatimento de terraço em cada classe de solo foi quantificado pela diferença de altura inicial e final do solo nos recipientes e a densidade por meio da relação entre a massa e o volume de solo. Os resultados mostraram para as condições estudadas que houve diferença significativa para abatimento de solo, no qual o cambissolo apresentou maior valor médio de abatimento 5,8% e observou que a umidade aumentou de forma linear durante os vinte dias analisados.

**Palavras-chave:** Conservação do solo; erosão; adensamento.

## Ridge reduction of terraces due to structural rearrangement of soil

**Abstract:** Terraces have the purpose of retaining and infiltrating, or slowly draining the waters from the upper launcher portion, in order to minimize the erosive power of the floods. The objective of this work was evaluate the reduction expected in ridges and terraces due to the structural rearrangement of different soil classes. Samples were collected from three classes of soils in an approximate volume of 20 liters, in the city of Campestre de Goiás e Palmeiras de Goiás, GO. Each soil class represented a treatment, being T1 - Red Latosol; T2 - Yellow Latosol and T3 - Displastic Haplic Cambisol. The soil of each class was conditioning, without compaction or agitation, in seven containers made of Polyvinyl Chloride (PVC) with dimensions of 250 mm in diameter and 250 mm in height. After the fill of all the containers, a daily addition of water blade was performed to them. The variables analyzed in the treatments were the height and soil density in the containers. These evaluations were repeated every week until the end of the rain simulation. The reduction of terrace in each class of soil was quantified by the difference of initial and final height of the soil in the containers and the density by mean of relation between mass and soil volume. The results showed for the conditions under study that there was a significant difference for soil abatement, in which the

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo. Universidade Estadual de Goiás. E-mail: carlos.agro00@gmail.com

<sup>2</sup> Professora no curso de Agronomia. Universidade Estadual de Goiás. E-mail: saralaneg@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Professor no curso de Agronomia. Universidade Federal de Goiás. E-mail: griebeler@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Acadêmica de Agronomia. Universidade Estadual de Goiás. E-mail: nataliapereiram96@gmail.com

<sup>5</sup> Professora no curso de Agronomia. Universidade Estadual de Goiás. E-mail: adriana.ribon@ueg.br

cambisol presented a higher mean value of 5.8% abatement and observed that the humidity increased linearly during the twenty days analyzed.

**Key words:** soil conservation, erosion, densification.

## Introdução

O cerrado possui 204 milhões de hectares de terra dos quais, aproximadamente, 125 milhões de hectares são apropriados para atividades agrícolas (EMBRAPA *et al.*, 2002). Observa-se que 45,7% dos solos são representados por Latossolos; 15,2% por Neossolos; 15,1% por Argissolos; 9,0% por Plintossolos; 2,5% por hidromórficos (Hidromórfico Cinzento, Gleis, Aluviais e Orgânicos); 7,3% por Neossolos Litólicos; 3,1% por Cambissolo; 1,7% por Terra Roxa Estruturada e 0,4 % por outras classes (EMBRAPA *et al.*, 2004).

A erosão hídrica é um processo de degradação do solo que pode ser causado tanto por fatores naturais quanto por interferência antrópica, que na maioria das vezes resulta num processo de erosão acelerada. Esse desgaste do solo deve ser melhor compreendido quando se objetiva a manutenção ou o aumento da produtividade agrícola e a conservação ambiental, favorecendo a sustentabilidade de agroecossistemas (MAGALHÃES, 2001). A erosão hídrica é influenciada pela chuva, solo, topografia, cobertura e manejo do solo e práticas conservacionistas (GUADAGNIN *et al.*, 2005). Dentre esses fatores, a cobertura e o manejo dos solos apresentam maior influência sobre a erosão hídrica.

Segundo Pruski (2006), o princípio da erosão se dá na incidência das precipitações sobre o terreno, em que parte é interceptada pela vegetação, enquanto o restante atinge a superfície do solo, umedecendo os agregados do solo e reduzindo suas forças de coesão. Com a continuidade das chuvas ocorre à desintegração dos agregados em partículas menores, obstruindo os poros do solo, consequentemente provocando o selamento superficial. Além disso, o impacto da gota de chuva proporciona compactação, que associada ao selamento, reduz a taxa de infiltração da água. Quando a intensidade da chuva passa a ser maior do que a taxa de infiltração, inicia-se o transporte das partículas desagregadas do solo pelo escoamento superficial. A intensidade dos processos erosivos é condicionada pela quantidade, intensidade e duração da precipitação, declividade, tipo de solo e de cobertura vegetal (DOMINGOS, 2006).

O terraceamento é uma das práticas conservacionistas de suporte mais difundidas entre os agricultores brasileiros para o controle da erosão hídrica em áreas agrícolas (MIRANDA *et al.*, 2004; PRUSKI *et al.*, 2006), sendo constituído por terraços e, às vezes, canais escoadouros (BERTOL *et al.*, 2000a). Os terraços são estruturas compostas por um dique ou

camalhão e um canal, construídos perpendicularmente ao declive, com o objetivo de reduzir o volume e a velocidade da enxurrada, o que reduz as perdas de solo por erosão, as quais são depositadas no canal (BERTOL *et al.*, 2000a).

De acordo com Lombardi Neto *et al.* (1994) e Pruski *et al.* (2006) os terraços agrícolas são classificados quanto à sua função, construção, dimensão e forma. Funcionalmente, dois são os tipos básicos de terraço: em nível ou de infiltração e em desnível ou com gradiente ou de drenagem. Quanto à construção, em função da movimentação de terra, os terraços podem ser do tipo Nichols e do tipo Mangum, diferindo quanto ao sistema de tombamento do solo. Três são as denominações de terraços quanto à dimensão: base estreita, base média e base larga. E quanto à forma, podem ser denominados como terraço comum e terraço patamar.

Embora o terraceamento seja uma prática conservacionista muito conhecida e utilizada para controle da erosão hídrica (PRUSKI *et al.*, 2006), tanto que, em muitas regiões brasileiras, conservação do solo teve, ou ainda tem como sinônimo a construção de terraços (FERNANDES, 1989; DE MARIA, 1999), o problema da erosão continua ocorrendo nas faixas de terra situadas entre os terraços (LOMBARDI NETO *et al.*, 1994).

O custo de construção e manutenção de um sistema de terraceamento é relativamente alto, portanto, antes da adoção dessa tecnologia deve ser feito um estudo criterioso das condições locais de clima, solo, relevo do terreno, culturas a serem implantadas, sistema de cultivo e equipamentos disponíveis, para que se tenha segurança e eficiência no controle da erosão (LOMBARDI NETO *et al.*, 1994; MIRANDA *et al.*, 2004; PRUSKI *et al.*, 2006).

Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o abatimento do solo devido ao seu rearranjo natural ao longo do tempo, buscando assim estabelecer valores referenciais de ajuste para a construção dessas estruturas para diferentes classes de solos.

## Material e Métodos

O projeto foi desenvolvido na Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Palmeiras de Goiás. Foram utilizados na pesquisa três classes de solos, sendo duas classes coletadas no município de Campestre de Goiás e uma em Palmeiras de Goiás, GO.

No município de Campestre - GO foram coletadas amostras de CAMBISSOLO HÁPLICO e de LATOSSOLO AMARELO, ambos em propriedade localizada nas coordenadas de Longitude 49°44'96" Oeste e Latitude 16°46' 47 " Sul. A terceira amostra de solo (LATOSSOLO VERMELHO) foi coletada na área da Universidade Estadual de Goiás

(longitude 49°55'21" Oeste e latitude 16°49'21" Sul). Cada classe de solo foi considerada um tratamento e cada tratamento foi composto por sete repetições, totalizando 21 amostras.

Os tratamentos foram denominados de: tratamento um (T1) – LATOSSOLO VERMELHO; tratamento dois (T2) – LATOSSOLO AMARELO; e, tratamento três (T3) – CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico. O solo foi coletado a uma profundidade de média de 30 centímetros, sendo antes da coleta realizada a limpeza do local, retirando a camada de vegetação nativa do ambiente.

Para a realização do experimento foram confeccionados, no laboratório de Máquinas Agrícolas da Escola de Agronomia da UFG (LAMAGRI), 21 recipientes com tubos de Cloreto de Polivinila (PVC) com diâmetro de 250 mm e 250 mm de altura. O fundo de cada recipiente foi vedado com uma lâmina de PVC de 2 mm de espessura e furados para evitar acúmulo de água. Após a sua confecção, os recipientes foram levados ao laboratório de física do solo da universidade, Unidade Universitária de Palmeiras de Goiás – UEG, onde foram identificados e pesados.

Após a identificação, cada recipiente foi totalmente preenchido com o solo de acordo com cada tratamento, onde o solo foi suavemente nivelado com uma régua para que ficasse homogêneo. Imediatamente após o preenchimento foi feita a pesagem de cada um dos recipientes e, posteriormente organizados. Para a simulação de abatimento de terraço no campo, os tratamentos foram submetidos à adição de água diariamente simulando as chuvas do período das águas na região Centro-Oeste. A quantidade de água usada para a simulação do volume precipitado foi definida através de uma estimativa de chuvas do município de Palmeiras de Goiás entre os anos de 1999 a 2007 com as médias diárias de precipitação dos meses de dezembro e janeiro, sendo estes meses os períodos de maior ocorrência de chuvas no Centro-Oeste.

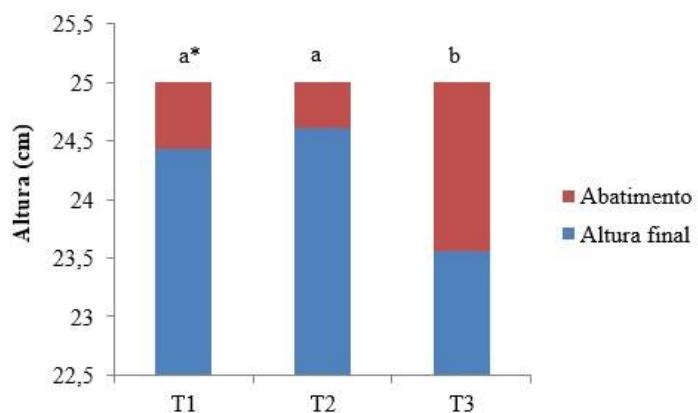
O volume médio referente a precipitação diária foi reproduzido no experimento durante 20 dias, no qual nos 10 dias primeiros foram usadas as médias de precipitação do mês de dezembro, e nos outros 10 dias restantes as médias do mês de janeiro. Para medição do volume e adição da água nos tratamentos foi utilizada uma proveta, dividindo a média da chuva diária. Os intervalos de adição da água tiveram uma frequência de 3 vezes ao dia (9:00, 15:00 e 18:00 horas). A leitura de abatimento do solo foi realizada diariamente com auxílio de uma régua graduada em milímetros.

A densidade do solo foi avaliada no início sem adição da água e a cada cinco dias totalizando quatro leituras de densidade total. A metodologia usada para determinação da

densidade foi baseada na tomada do peso de cada tratamento em razão do seu volume com abatimento do solo. A umidade foi obtida pelo peso final do solo a cada cinco dias, subtraído do peso inicial, o resultado dessa operação foi dividido pelo peso inicial multiplicado por cem. Os dados coletados de abatimento e densidade foram submetidos a análise de variância, seguido de teste Tukey para comparação das médias a 5% de probabilidade e análise de regressão para avaliação do comportamento da densidade solo em relação ao tempo e a umidade.

### Resultados e Discussão

Segundo os resultados da análise de variância para o abatimento do solo, observou-se que, houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que o tratamento T3 apresentou maior valor médio de abatimento (1,44 cm) diferindo dos tratamentos T1 com abatimento médio de 0,57 cm e T2 com abatimento médio de 0,39 cm (Figura 1).



\*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Figura 1** - Alturas de abatimento do solo dos tratamentos.

O tratamento T3 por ser caracterizado pelo Cambissolo que demonstrou um comportamento diferente quando comparado aos tratamentos T1 e T2 representados pelos Latossolo Vermelho e Latossolo Amarelo respectivamente. Segundo Fernandes *et al.*, (2012), os Cambissolos podem apresentar altos teores de matéria orgânica com altas taxas de troca catiônica, quando sob áreas de matas e que esses teores descresem em profundidade.

De acordo com Fernandes *et al.*, (2012) na avaliação física das amostras mostra que os teores de silte para o cambissolo são maiores em relação aos Latossolos. Pode se destacar que o maior abatimento deste, pois solos com maiores teores de silte possuem pouca estabilidade, uma desagregação natural, e que para a construção de terraços mostra que ocorre um maior rearranjoamento para o cambissolos e maior abatimento. Visualmente os Cambissolos demonstraram uma menor densidade do solo pela quantidade de espaços vazios

presentes e um teor maior de matéria orgânica pela cor mais escura, o que pode ocasionar uma maior reorganização das partículas do solo com a adição da água e o consequente rebaixamento (FERNANDES *et al.*, 2012). Já os Latossolos apresentam uma densidade maior do solo em função dos processos pedogenéticos e idade de formação.

Ao simular o abatimento vertical de um terraço observou-se que os valores de abatimento percentuais equivalem a 2,3%, para T1, 1,6 % para T2 e 5,76 % para T3. Esses percentuais poderiam ser considerados como uma estimativa de abatimento real na altura do camalhão do terraço, e assim ser acrescentado no valor da altura vertical do mesmo, como um coeficiente de ajuste.

Os rebaixamentos foram ocorridos devido ao aumento da densidade do solo quando submetidos à adição de água, simulando a chuva. O aumento da densidade do solo foi devido à reorganização natural das partículas dentro do recipiente e um melhor rearranjo entre elas alterando a estrutura do solo. As densidades iniciais dos tratamentos foram 1,27 g cm<sup>-3</sup>, 1,22 g cm<sup>-3</sup> e 1,19 g cm<sup>-3</sup> para os tratamentos T1, T2 e T3 respectivamente. Segundo Prado (2009), na vegetação natural, Latossolos de textura média possuem densidade do solo de aproximadamente 1,35 g cm<sup>-3</sup>. Já o cambissolos segundo Almeida (1998), em solos de pastagem encontraram valores de densidade de 1,61 g cm<sup>-3</sup> não se diferindo estatisticamente dos solos de plantio direto.

Em comparação aos tratamentos realizados justifica-se os menores valores de densidade para o T3, uma vez que solo coletado de floresta, segundo Almeida (1998), apresentam diferenças morfológicas, uma vez que pelo porte elevado das árvores o sistema radicular destas, que reflete um sistema radicular mais desenvolvido e com hábito pivotante acentuado, desenvolvendo raízes secundárias agressivas, visando uma melhor ocupação do solo, tempo de atuação do florestamento, falta de revolvimento, ação estabilizadora de substâncias orgânicas secretadas pelas raízes e sintetizadas pelos microrganismos.

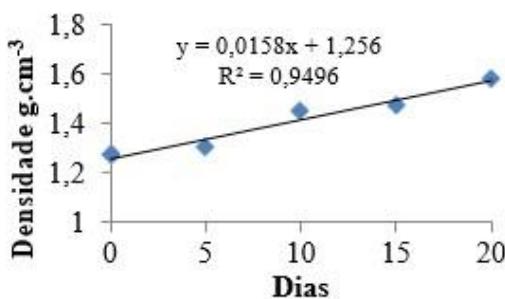
Os resultados da análise de variância para a densidade não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos em todos os dias analisados (Tabela 1).

**Tabela 1** – Densidade do solo avaliada a zero, cinco, dez, quinze e vinte dias para as classes de solos Latossolo Vermelho (T1), Latossolo Amarelo (T2) e Cambissolo (T3), Palmeiras de Goiás, 2013.

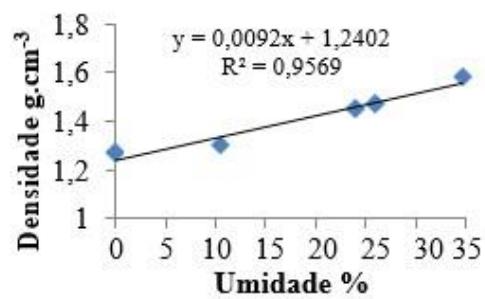
Tratamentos	0 Dias	5 Dias	10 Dias	15 Dias	20 Dias
T1	1,27 a	1,30 a	1,45 a	1,47 a	1,58 a
T2	1,22 a	1,25 a	1,36 a	1,39 a	1,42 a
T3	1,19 a	1,26 a	1,38 a	1,45 a	1,55 a
Média	1,23	1,27	1,40	1,44	1,54
CV (%)	4,51	4,31	5,53	6,02	6,01

Os gráficos de regressão demonstraram em todos os tratamentos que a densidade do solo aumentou de forma linear durante os vinte dias analisados. Acredita-se que essa reestruturação entre em equilíbrio em determinado tempo, porém isto não foi observado durante o período do experimento. De acordo com Costa (1985), a densidade é um dos principais parâmetros físicos utilizados para avaliar compactação de um solo, sendo esta alterada pelos diferentes tipos de manejo do solo.

Para T1, ao comparar a densidade inicial e final, observou-se que houve um acréscimo na densidade de 24,40% passando de  $1,27 \text{ g cm}^{-3}$  para  $1,58 \text{ g cm}^{-3}$  (Figura 8) e que a umidade do solo também aumentou linearmente chegando a 34,59 % (Figura 3).

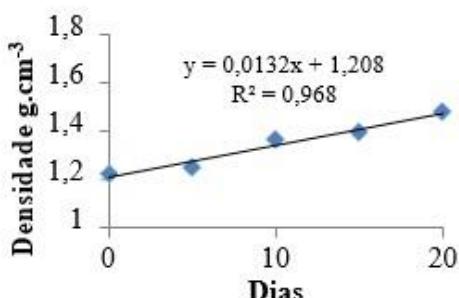


**Figura 2** - Análise de regressão linear de densidade do solo ( $\text{g.cm}^{-3}$ ) em relação ao tempo do tratamento 1 (Latossolo Vermelho).

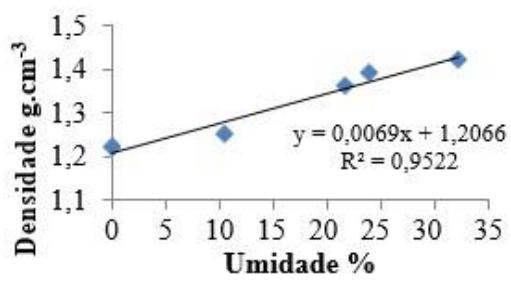


**Figura 3** - Análise de regressão linear de densidade do solo ( $\text{g.cm}^{-3}$ ) em relação à umidade do tratamento 1 (Latossolo Vermelho).

Para T2 ao comparar a densidade inicial e final observou-se que houve um acréscimo de 16,39% passando de  $1,22 \text{ g.cm}^{-3}$  para  $1,42 \text{ g.cm}^{-3}$  (Figura 4), acompanhado da umidade gravimétrica que passou para 32,2% (Figura 5).



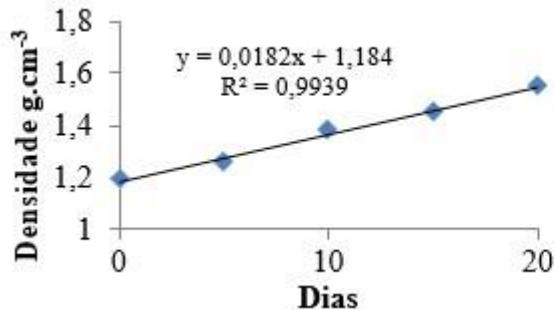
**Figura 3** - Análise de regressão linear de densidade do solo ( $\text{g.cm}^{-3}$ ) em relação ao tempo do tratamento T2 (Latossolo Amarelo).



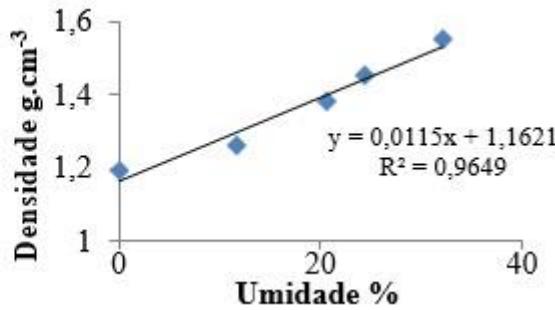
**Figura 4** - Análise de regressão linear de densidade do solo ( $\text{g.cm}^{-3}$ ) em relação à umidade do tratamento T2 (Latossolo Vermelho).

Para o tratamento 3 ao comparar a densidade inicial e final observou-se que houve um acréscimo na densidade de 30,25% passando de  $1,19 \text{ g.cm}^{-3}$  para  $1,55 \text{ g.cm}^{-3}$  (Figura 12) acompanhado da umidade que passou para 38,55% (Figura 13). Segundo Klute (1982), o

aumento da densidade caracteriza uma maior compactação, diminuindo o volume do solo, ocasionado por uma compreensão, havendo um rearranjo das partículas, assim diminuindo a porosidade total, diminuindo a aeração do solo.



**Figura 5** - Análise de regressão linear de densidade do solo ( $\text{g.cm}^{-3}$ ) em relação ao tempo do tratamento T3 (Cambissolo).



**Figura 6** - Análise de regressão linear de densidade do solo ( $\text{g.cm}^{-3}$ ) em relação à umidade do tratamento T3 (Cambissolo).

A reestruturação e o aumento da densidade do solo em terraços podem ser favoráveis, pois há uma estabilidade maior dos agregados podendo auxiliar na redução da erodibilidade. Podendo haver uma maior contribuição quando conhecida e considerada a erosividade da chuva, a declividade do terreno e as práticas de manejo adotadas. A maior dificuldade encontrada em comparação dos resultados obtidos foi que praticamente não há trabalhos semelhantes ao desenvolvido, necessitando assim de mais pesquisas nesse assunto.

Cabe ressaltar que, sob condições reais de implantação de terraços, o abatimento poderá ter outro comportamento, esperando-se que seja mais acentuado, uma vez que não haverá o confinamento do solo nos recipientes, como no caso deste experimento.

### Conclusão

Nas condições em que foi desenvolvido o presente experimento pode se concluir que houve diferença significativa entre os valores de abatimento para os tratamentos, tendo o Cambissolo apresentado maior valor;

Os valores de abatimento observados indicam que há alteração na camada de solo e que isto deve ser considerado quando da construção dos terraços;

A densidade do solo aumentou de forma linear para todos os tratamentos, porém sem diferença significativa entre os mesmos;

### Agradecimento

A Universidade Estadual de Goiás, campus Palmeiras de Goiás, pelo apoio e incentivo no desenvolvimento da pesquisa.

### Referências

- ALMEIDA, R. C.; **Caracterização de propriedades de cambissolos derivados de arenito submetidos a diferentes condições de manejo.** Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. Curitiba, 1998.
- BERTOL, I.; COGO, N. P.; CASSOL, E. A. Distância entre terraços usando o comprimento crítico de rampa em dois preparamos conservacionistas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 417-425, 2000a.
- COSTA, L. M. **Aspectos de conservação do solo.** In: Aspectos de manejo do solo, Fundação Cargill, Campinas, 73-84, 1985.
- DE MARIA, I. C. **Erosão e Terraços em Plantio Direto.** Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 17-22, 1999.
- DOMINGOS, J. L. **Estimativa de perda de solo por erosão hídrica em uma Bacia Hidrográfica.** 2006. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.
- EMBRAPA. **A Conservação da Água Via Terraceamento em Sistemas de Plantio Direto e Convencional no Cerrado.** Planaltina, 2002.
- EMBRAPA. **Apostila Construção de terraços para controle de erosão pluvial no estado do Acre.** 2004.
- FERNANDES, M. R. Terraceamento na região sudeste: observações gerais básicas. In: LOMBARDI NETO, F.; BELLINAZZI JÚNIOR, R. (Coords.). **Simpósio sobre Terraceamento Agrícola.** Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 18-22.
- FERNANDES, K. L.; HERMÓGENES, V. T. L.; RIBON, A. A. **Caracterização dos Atributos Químicos de um Perfil de Solo no Município de Palmeiras de Goiás.** In: Anais. Congresso de Fertilidade do Solo. FERTBIO. 2012. Maceió/Alagoas.
- GUADAGNIN, J. C.; BERTOL, L.; CASSOL, P. C.; AMARAL, A. J. Perdas de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 277-286, Maio/Abr. 2005.
- KLUTE, A. Tillage effects on the hydraulic properties of soil: a review. In: VAN DOREN, D.M.; ALLMARAS, R.R.; LINDEN, D.R.; WHISLER, F.D. (Ed.) **Predicting tillage effects on soil physical properties and processes.** Madison: ASA, 1982. cap.3, p.29-43.
- LOMBARDI NETO, F. Plantio em nível. In: BERTOLINI, D.; LOMBARDI NETO, F.; LEPSCH, I. F.; OLIVEIRA, J. B.; DRUGOWICH, M. I.; ANDRADE, N. O.; GALETI, P. A.; BELINAZZI JUNIOR, R.; DECHEN, S. C. F. **Manual técnico de manejo e conservação de**

**solo e água.** Campinas: CATI, 1994. v. 4: Tecnologias disponíveis para controlar o escorramento superficial do solo, p. 3-6. (Manual técnico, 41).

**MAGALHÃES, R. A. Erosão: Definições, tipos e formas de controle.** VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão, Goiânia – GO, 03 a 06 de maio de 2001.

MIRANDA, J. H.; DUARTE, S. N.; SILVA, K. O.; JONG VAN LIER, Q. de; VILLA NOVA, N. A. Dimensionamento de terraços de infiltração pelo método do balanço volumétrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 2/3, p. 169-174, 2004.

PRUSKI, F. F. Processo físico de ocorrência da erosão hídrica. In: \_\_\_\_\_. (Org.). **Conservação de solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. Viçosa, MG: UFV, 2006. v. 1, p. 25-40.