

INSTALAÇÃO DE CALHAS DE MONITORAMENTO DA ENXURRADA PARA APOIO A ESTUDOS HIDROLÓGICOS NO BIOMA CERRADO

Jorge Enoch Furquim Werneck Lima^{1}; Eduardo Cyrino Oliveira-Filho¹;
Pedro Ribeiro Martins²; Felipe Damião Mello di Silva²; Hugo de Carvalho Sobrinho³;
Luane Souza de Araújo²; Leonardo de Oliveira²; Nikolas Gebrim Rodrigues²;
& Nathália Barbosa Oliveira²*

Resumo – A Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), apesar de suas reconhecidas limitações, continua sendo uma ferramenta muito utilizada na modelagem do potencial e da taxa de erosão em vertentes e bacias hidrográficas de todo o Brasil. Contudo, destaca-se o fato de que em grande parte dessas aplicações, por falta de levantamentos dos valores dos parâmetros específicos para nossas regiões, são utilizados dados de áreas com características distintas ou obtidos por meio do uso de equações empíricas não validadas para o local, suscitando incerteza aos resultados das simulações. O objetivo deste trabalho é apresentar a experiência no processo de instalação de calhas de monitoramento da enxurrada na Embrapa Cerrados, como forma de motivar outros grupos de pesquisa na busca por valores de parâmetros fundamentais para o adequado uso de modelos hidrológicos, hidrossedimentológicos e de qualidade da água nas diferentes regiões do país. Foram construídas oito calhas com chapas galvanizadas e dimensões de 21 x 3m, em dois tipos de solo. As informações apresentadas no trabalho fornecem subsídios em relação aos materiais, custos e procedimentos para a implantação de calhas de monitoramento de enxurrada.

Palavras-Chave – Modelagem hidrológica, base de dados, hidrometria.

IMPLEMENTATION OF RUNOFF MONITORING PLOTS TO SUPPORT HYDROLOGICAL STUDIES IN THE CERRADO BIOME

Abstract – Universal Soil Loss Equation (USLE), despite its recognized limitations, remains a very useful tool in modeling the potential and the rate of erosion on hillslopes and watersheds throughout Brazil. However, in most of these applications, due to lack of surveys of specific parameter values to our regions, data from areas with different characteristics or obtained through the use of non-validated empirical equations for the local has been used, bringing uncertainties to the results of the simulations. The objective of this paper is to present the experience in the process of installing runoff monitoring plots at Embrapa Cerrados as a way to motivate other groups in the search for key parameters values required for the appropriate use of hydrologic, hydro-sedimentologic and water quality models in different regions of the country. Eight monitoring plots of 21 x 3m were constructed using galvanized steel sheets, in two different soil types. The information presented in this paper provides subsidies in relation to materials, costs and procedures for installing runoff monitoring plots.

Keywords – USLE, database, hydrological monitoring.

¹ Pesquisador da Embrapa Cerrados. E-mail: jorge.werneck-lima@embrapa.br; eduardo.cyrino@embrapa.br.

² Estagiário da Embrapa Cerrados e graduando em gestão ambiental da UnB. E-mail: peedrom@gmail.com; felippedamiao@hotmail.com; luane_1209@hotmail.com; leonardo.deoliveiraa@gmail.com; nikolasbsb@gmail.com (PIBIC); nathalia.barbosa24@gmail.com (PIBIC).

³ Estagiário da Embrapa Cerrados e graduando em Geografia da UEG. E-mail: hugodecarvalho2009@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), apresentada por Wischmeier e Smith (1978), apesar de suas reconhecidas limitações (Cohen et al., 2005), continua sendo uma ferramenta muito utilizada na modelagem do potencial e da taxa de erosão em vertentes e bacias hidrográficas.

Indubitavelmente, a simplicidade de aplicação dessa equação em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) contribui para a sua popularidade. Outro fator importante está na dificuldade ainda existente em expressar, por meio de modelos matemáticos mais estruturados, a complexidade e as incertezas inerentes ao fenômeno e aos métodos relativos aos processos erosivos. Além da grande quantidade de dados e informações necessários para a simulação da erosão, o transporte e a deposição de sedimentos com modelos matemáticos de base física, de uma forma geral, seus resultados ainda não são suficientemente satisfatórios para substituir o uso da EUPS no apoio à gestão territorial.

A aplicação da EUPS com o auxílio de SIGs resulta em mapas que indicam o potencial ou a taxa de erosão em cada parcela da área de estudo, constituindo importante ferramenta de apoio ao planejamento das formas de utilização e ocupação do solo (Mellerowicz et al., 1994; Manh-Ha, 2011). No Brasil, por exemplo, o Programa Produtor de Água, coordenado e incentivado pela Agência Nacional de Águas (ANA), utiliza a EUPS não apenas na definição de áreas prioritárias para ações conservacionistas, mas também na valoração do respectivo pagamento pelo serviço ambiental (Chaves, 2004). Destaca-se, ainda, que diversas ferramentas de modelagem de processos erosivos que estão sendo difundidas no Brasil e no mundo, como o modelo SWAT- *Soil Water Assessment Tool* (Arnold et al., 1998) por exemplo, possuem a USLE e suas formas modificadas (MUSLE e RUSLE) como base.

São muitas as aplicações da USLE em áreas do bioma Cerrado (Lima et al., 2007; 2009; 2012; 2013; Chaves, 2010) e, mais recentemente, estão se iniciando as aplicações do modelo SWAT em estudos de processos erosivos nessa região (Ferrigo et al., 2011; 2012; Strauch et al., 2013). Contudo, destaca-se o fato de que em todas essas aplicações, por falta de levantamentos dos valores dos parâmetros na região, são utilizados dados de áreas com características distintas daquelas encontradas no bioma Cerrado ou obtidos por meio do uso de equações empíricas não validadas para a região (Silva et al., 2000; Lima et al., 2006) suscitando incerteza aos resultados das simulações. O trabalho de Dedeczek et al. (1986), realizado em um Latossolo Vermelho-Escuro típico do Cerrado é, até hoje, a única referência consistente, com dados medidos, sobre os valores de erodibilidade de solo da região. Ressalta-se que o comportamento físico-hídrico dos solos do Cerrado é diferenciado daqueles de outras regiões, uma vez que mesmo com elevados teores de argila, em função de sua estrutura, possuem elevada permeabilidade (Stoner et al., 1991). Isso influencia diretamente no comportamento desses solos em relação à erosão, além de impossibilitar ou dificultar a transposição de dados coletados ou equações geradas em outras regiões para áreas do Cerrado.

O objetivo deste trabalho é apresentar a experiência no processo de instalação de calhas de monitoramento da enxurrada na Embrapa Cerrados, como forma de motivar outros grupos de pesquisa na busca por valores de parâmetros fundamentais para o adequado uso de modelos hidrológicos, hidrossedimentológicos e de qualidade da água nas diferentes regiões do país.

MATERIAL E MÉTODOS

As calhas foram instaladas nos campos experimentais da Embrapa Cerrados, na Bacia do Córrego Sarandi, localizada na parte norte do Distrito Federal, entre as cidades de Sobradinho e Planaltina, com exutório nas coordenadas 15°35'58,76''S e 47°41'48,91''O e área de drenagem total de 32,7 km² (Figura 1).

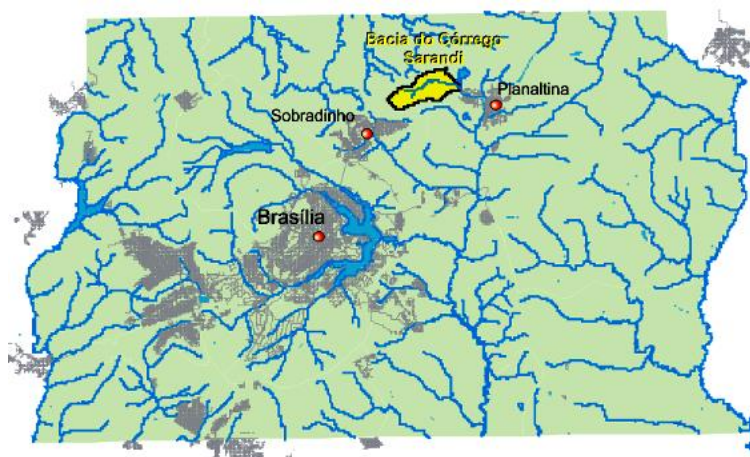


Figura 1. Localização da Bacia Experimental do Córrego Sarandi no Distrito Federal.

O Córrego Sarandi é afluente do Ribeirão Mestre D'Armas, que joga suas águas no Rio São Bartolomeu, inserido na parte do Distrito Federal que verte para a Bacia do Rio Paraná.

As características climáticas da bacia são típicas da ecorregião do Planalto Central, no Bioma Cerrado, apresentando duas estações bem definidas, uma chuvosa, que se inicia entre os meses de setembro-outubro e se estende até os meses de março-abril, e outra estação seca, compreendendo os demais meses do ano.

Na seleção das áreas buscaram-se regiões com solos distintos, porém, ambos representativos do bioma Cerrado. Uma com solo mais argiloso e outro, arenoso. Para checagem da adequação das áreas para a realização do estudo, estas tiveram seus solos caracterizados em relação à textura, utilizando métodos do peneiramento e da pipetagem (Embrapa, 1997). Foram coletadas amostras em oito locais da bacia, cada qual com dez buracos para composição de amostras em três profundidades, de 0 a 20 cm, de 20 a 40 cm e de 40 a 60 cm.

Para a correção do solo antes das respectivas correções para plantio, os solos também tiveram suas características químicas originais avaliadas segundo métodos descritos em Embrapa (1997).

Para a instalação do experimento, foi necessário efetuar o preparo do solo (roçadeira, grade aradora, grade niveladora), bem como a sua correção química (adubação e calagem).

O mapa pedológico da Bacia Experimental do Córrego Sarandi (Embrapa, 1978) é apresentado na Figura 2, bem como a indicação dos locais onde foram instaladas as baterias de calhas de monitoramento de enxurrada.

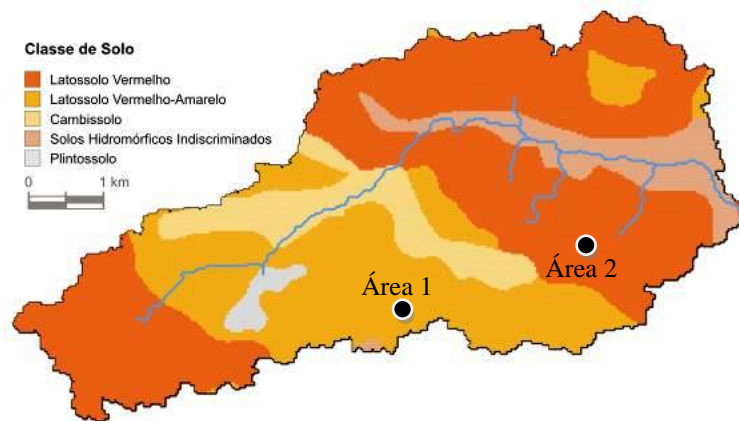


Figura 2. Locais de instalação das baterias de calhas de monitoramento de enxurrada em relação ao mapa de solos da Bacia Experimental do Córrego Sarandi (Embrapa, 1978).

Na Figura 3, que tem como base imagem disponível no GoogleEarth®, é possível observar a cobertura vegetal e o uso do solo na Bacia Experimental do Córrego Sarandi, bem como a indicação dos locais onde foram instaladas as baterias de calhas de monitoramento de enxurrada.

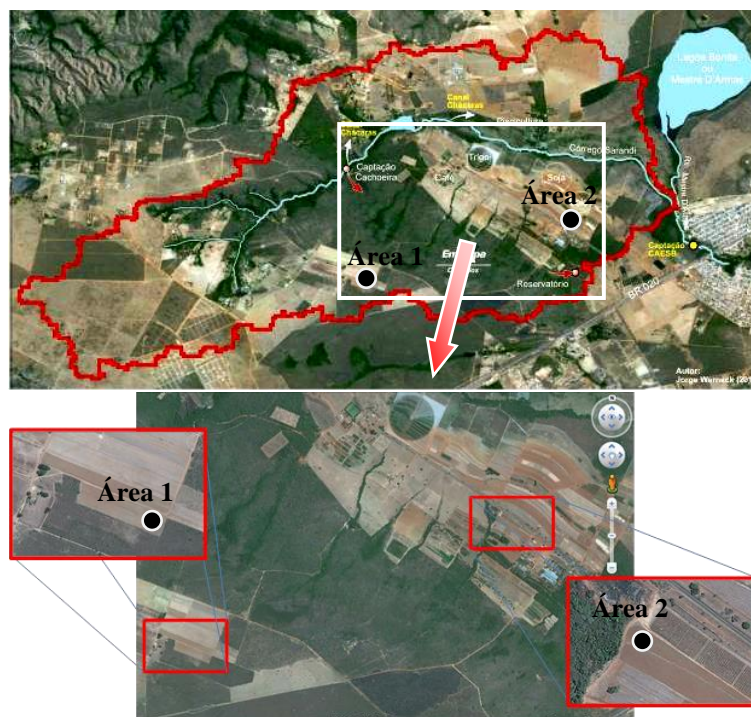


Figura 3. Imagem extraída do GoogleEarth, de 30/08/2011 mostrando a cobertura do solo na Bacia Experimental do Córrego Sarandi e as áreas de estudo.

Os campos experimentais da Embrapa Cerrados ocupam quase toda a área compreendida na margem/vertente direita do Córrego Sarandi (porção sul da bacia).

Na preparação da estrutura das oito calhas, quatro para cada uma das áreas seleccionadas, tomou-se como base o trabalho de Wischmeier e Smith (1978), responsáveis pela padronização desse tipo de estrutura, dos estudos e de métodos relacionados ao tema.

As calhas foram construídas em chapa galvanizada reforçada com cantoneiras 1"x1/8, sendo a estrutura de contorno e o “bico coletor” da calha preparados/confeccionados no Laboratório de Máquinas da Embrapa Cerrados. A água escoada é armazenada em caixas d’água de polietileno com capacidade de 250 L.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados médios de textura das duas áreas de estudo localizadas na Embrapa Cerrados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Dados médios de textura das duas áreas onde foram instalados os experimentos com calhas tipo Wischmeier na Embrapa Cerrados.

	Área 1 (SERRA)		Área 2 (SEDE)	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
% Argila	14,3	1,96	43,0	2,59
% Silte	2,3	0,96	21,8	2,18
% A.total	83,4	2,39	35,2	1,53

Como se pode observar na Tabela 1, as características texturais dos solos de ambas as áreas de estudo são bastante distintas.

Na Tabela 2 são apresentadas as características químicas de amostras coletadas nas duas áreas de estudo localizadas na Embrapa Cerrados.

Tabela 2. Dados químicos de amostras coletadas nas duas áreas onde foram instaladas calhas tipo Wischmeier na Embrapa Cerrados.

Amostras	Prof.	Al	Ca	H+Al	K	Mg	pH em água	pH em CaCl2	P
	cm	me/100cc	me/100cc	me/100cc	mg/l	me/100cc	pH	pH	mg/l
EXP 01 - PARC 1	0 - 20	0,240	1,155	5,623	16,000	0,508	5,590	4,320	5,350
EXP 01 - PARC 2	0 - 20	0,250	0,855	4,913	12,000	0,358	5,460	4,290	5,470
EXP 01 - PARC 3	0 - 20	0,140	1,410	4,344	20,000	0,567	5,680	4,570	5,070
EXP 01 - PARC 4	0 - 20	0,080	1,575	4,121	18,000	0,800	6,170	4,890	2,550
EXP 01 - PARC 5	0 - 20	0,330	0,700	5,420	26,000	0,275	5,290	4,130	1,780
EXP 01 - PARC 6	0 - 20	0,260	1,765	4,243	18,000	0,408	5,650	4,430	5,280
EXP 01 - PARC 7	0 - 20	0,200	1,415	4,750	28,000	0,542	5,650	4,430	3,320
EXP 01 - PARC 8	0 - 20	0,190	1,610	4,568	26,000	0,625	5,700	4,540	6,410
EXP 02 - COMP	40 - 60	0,460	1,455	6,699	28,000	0,742	5,000	4,080	1,390
EXP 02 - PARC 1	0 - 20	0,500	4,115	8,323	138,000	1,667	5,060	4,330	11,210
EXP 02 - PARC 2	0 - 20	0,160	4,140	7,998	126,000	2,267	5,450	4,590	9,890
EXP 02 - PARC 3	0 - 20	0,150	3,535	7,937	112,000	2,083	5,370	4,540	10,850
EXP 02 - PARC 4	0 - 20	0,250	2,885	8,161	72,000	1,500	5,250	4,320	7,290
EXP 02 - PARC 5	0 - 20	0,310	2,810	8,810	144,000	1,400	5,110	4,300	7,840
EXP 02 - PARC 6	0 - 20	0,570	2,595	9,216	114,000	0,967	4,900	4,120	9,070
EXP 02 - PARC 7	0 - 20	0,430	2,670	9,500	160,000	1,283	4,910	4,040	8,130
EXP 02 - PARC 8	0 - 20	0,860	3,415	9,866	60,000	1,692	4,760	3,980	5,050
EXP 01 - COMP	40 - 60	0,100	0,735	3,857	8,000	0,208	5,410	4,320	0,570

Com base nos dados apresentados nas Tabelas 1 e 2, foram determinadas as necessidades de adubação em ambas as áreas. Essas informações sobre a química dos solos serão fundamentais para a avaliação de perdas de nutrientes por meio do escoamento superficial, tanto na água quanto nos sedimentos.

Em cada uma das áreas (1 e 2) foram instaladas quatro calhas de escoamento, com dimensões de 21,0 x 3,0 m (63,0 m²), com a maior dimensão sendo disposta no sentido do declive. Cada

parcela foi delimitada nas laterais e extremidade superior por chapas galvanizadas (3,0 x 0,3 m), as quais foram cravadas 0,12 m no solo. Na extremidade inferior de cada parcela, foi instalada uma estrutura, também de chapa galvanizada, porém, mais grossa, para recolhimento da enxurrada e seu encaminhamento para as caixas d'água de armazenamento do resultado do escoamento.

Lista de materiais utilizados na construção de cada uma das oito calhas de monitoramento da enxurrada instaladas:

- 3 Caixas d'água de 250L em polietileno, com tampa;
- 3 baldes de 10L;
- 45m de chapa galvanizada nº 26 com 30 cm de largura, vendida em bobina;
- 48m de cantoneira em L de 1"x1/8" barra;
- 40 parafusos sextavados 3/16" x 1/2" com porca e arruela;
- 100 rebites repuxo de alumínio c/ mandril de aço, bitola 4,0 x 10,2mm;
- 2 chapas galvanizadas nº 18, tamanho 3,0 x 1,20m;
- 1m de tubo de aço quadrado com 10cm de lado.

Na Figura 2 é apresentado um resumo fotográfico das etapas de construção e de monitoramento nas calhas de Wischmeier instaladas na Embrapa Cerrados.



Figura 2. Etapas da construção das calhas de Wischmeier na Embrapa Cerrados, até o monitoramento da quantidade de água escoada e da coleta de amostras para análises da qualidade da água e da carga de sedimentos.

O custo aproximado apenas do material utilizado na construção de cada uma das calhas instaladas na Embrapa Cerrados foi de R\$ 1.500,00. Não estão inseridos neste valor os custos de mão-de-obra, da estação pluviográfica automática que deve ser instalada em cada uma das duas áreas, da cerca, das sementes, do adubo e de outros tratamentos culturais necessários.

No caso das calhas instaladas na Embrapa Cerrados, em cada conjunto de quatro calhas, tem-se: uma calha de solo exposto arada morro abaixo (padrão Wischmeier); uma calha onde foi plantado soja; uma calha com pasto (braquiária); e uma área onde inicialmente foi plantado crotalaria para, em março, entrar com cana-de-açúcar na área, procedimento normalmente adotado em usinas de cana na região em áreas em início de produção. O objetivo final é gerar informações sobre sistemas de produção representativos da região de Cerrado, ou seja, soja, pasto e cana.

CONCLUSÕES

As informações apresentadas no trabalho fornecem subsídios em relação aos materiais, custos e procedimentos para a implantação de calhas de monitoramento de enxurrada, tipo de experimento que deve ser incentivado para que possamos aumentar o conhecimento sobre os processos hidrológicos, hidrossedimentológicos e de fluxo de nutrientes nas vertentes e bacias hidrográficas representativas de diferentes regiões brasileiras.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq pelo financiamento do Projeto “Geração de valores de referência de parâmetros do modelo SWAT adequados ao bioma Cerrado” (CNPq N. 483410/2011-0) e à Embrapa, pelo financiamento dos Projetos EcoValoração e GeoCerrado.

Aos técnicos José Roberto, Luciano e Manuel, todos da Embrapa Cerrados, pelo apoio no desenvolvimento e instalação das calhas.

REFERÊNCIAS

ARNOLD, J. G., R. SRINIVASAN, R. S. MUTTIAH, AND J. R. WILLIAMS. (1998). Large-area hydrologic modeling and assessment: Part I. Model development. J. American Water Resour. Assoc. 34(1): 73-89.

CHAVES, H. M. L. (2004). Quantificação dos benefícios ambientais e compensações financeiras do Programa do Produtor de Água: Aplicação. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. ABRH, Vol.9, n.3, p.15-21.

CHAVES, H. M. L. (2010). Incertezas na predição da erosão com a USLE: Impactos e mitigação. Revista Brasileira de Ciência do Solo (Impresso), v. 34, p. 2021-2029.

DEDECEK, R.A.; RESCK, D.V.S.; FREITAS JR. E. (1986) Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em Latossolo Vermelho-Escuro dos cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.10, n.1, p.265-272.

FERRIGO, S.; MINOTI, R.T.; KOIDE, S. (2011) Utilização do Modelo SWAT na estimativa da produção de sedimentos decorrentes de diferentes cenários de uso do solo na bacia do córrego Capão Comprido no Distrito Federal. In: anais do XIX SBRH, Maceió: ABRH, 2011.

FERRIGO, S.; MINOTI, R.T.; ROIG, H.; KOIDE, S. (2012) Análise do modelo SWAT na simulação de produção de sedimentos quando calibrado unicamente para vazão em uma pequena bacia hidrográfica rural. In: anais do X ENES, Foz do Iguaçu: ABRH, 2012.

LIMA, J.E.F.W.; SILVA, E.M.; EID, N.J.; MARTINS, E.S.; KOIDE, S. (2006). Avaliação do uso do nomograma de Wischmeier para a estimativa da erodibilidade de Latossolos do Cerrado. In: Anais do VII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos - ENES. Porto Alegre: ABRH.

LIMA, J.E.F.W.; EID, N.J.; SILVA, E.M.; MARTINS, E.S.; LOPES, W.T.A.; KOIDE, S. (2007). Estimativa da taxa média anual de erosão na Bacia Experimental do Alto Rio Jardim - DF. In: Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo: ABRH.

LIMA, J. E. F. W. ; LOPES, W. T. A. (2009),. Estimativa da erosão no Estado do Tocantins utilizando a Equação Universal de Perda de Solo. In: Carlos Nobuyoshi Ide; Luiz Augusto Araújo do Val; Maria Lúcia Ribeiro. (Org.). Produção de sedimentos e seus impactos ambientais, sociais e econômicos. Campo Grande: Ed. Oeste, p. 499-518.

LIMA, J.E.F.W.; LOPES, W.T.A.; AQUINO, F.G.; OLIVEIRA-FILHO, E.C.; SANO, E.E.; SILVA, F.D.M. (2012) Modelagem do potencial de erosão como suporte a programas de pagamento por serviços ambientais: o caso da bacia experimental do Córrego Sarandi - DF. In: Cristiano Poletto; Adelmo Lowe Pletsch; Eloy Lemos Mello; Newton de Oliveira Carvalho. (Org.). X ENES - Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos: artigos selecionados. Porto Alegre: ABRH, p. 396-410.

LIMA, J.E.F.W ; SILVA, F. D. M. ; MARTINS, P. R. ; SOBRINHO, H.C. ; OLIVEIRA, N. B. . Modelagem da erosão como subsídio a implantação do Programa Produtor de Águas na Bacia do Ribeirão Pipiripau. In: Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2013, Foz do Iguaçu. INPE, 2013. p. 5673-5680.

SILVA, M.L.N; CURTI, N.; LIMA, J.M.; FERREIRA, M.M. (2000) Avaliação de métodos indiretos de determinação da erodibilidade de Latossolos brasileiros. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.6, p.1207-1220.

STONER, E.; FREITAS Jr, E.; MACEDO, J.; MENDES, R.C.A.; CARDOSO, I.M.; MABILE, R.F.; BRYANT, R.B.; LATHWELL, D.J. (1991) Physical constraints to root growth in savanna oxisols. Raleigh: NCSU, 28p. (TropSoils Bulletin, 91-01).

STRAUCH, M.; LIMA, J.E.F.W.; VOLK, M.; LORZ, C.; MAKESCHIN, F. (2013) The impact of Best Management Practices on simulated streamflow and sediment load in a Central Brazilian catchment. *Journal of Environmental Management*, v. 1, p. 10.1016/j.jenvm-13.