

**UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO CEARÁ - UECE**

Av. Dr. Silas Munguba, 1700 -
Campus do Itaperi, Fortaleza/CE

**MONITORAMENTO DE
EROSÃO LAMINAR EM
CULTURA CANAVIEIRA EM
FRUTAL (MG)**

**Leandro de Souza Pinheiro
Camila Cares Silva
Jaqueline Silva Caetano
Michel Silva Fernandes**

Citação: PINHEIRO, L. S.; SILVA,
C. C.; CAETANO, L. S.;
FERNANDES, M. S.
MONITORAMENTO DE
EROSÃO LAMINAR EM
CULTURA CANAVIEIRA EM
FRUTAL (MG). **Revista
GeoUECE (online)**, v. 09,
número especial (2), p. 73- 85, jul.
2020. ISSN 2317-028X.



MONITORAMENTO DE EROÇÃO LAMINAR EM CULTURA CANAVIEIRA EM FRUTAL (MG).

MONITORING OF SHEET EROSION IN SUGARCANE PLANTATION AREAS IN FRUTAL (MG)

SURVEILLANCE DE L'ÉROSION LAMINAIRE DANS LES RÉGIONS DE PLANTATION DE CANNE À SUCRE À FRUTAL (MG)

Leandro de Souza PINHEIRO¹

Camila Cares SILVA²

Jaqueline Silva CAETANO³

Michel Silva FERNANDES⁴

¹ Universidade do Estado de Minas Gerais, e-mail: leandro.pinheiro@uemg.br

² Universidade do Estado de Minas Gerais, e-mail: myllacares23@gmail.com

³ Universidade do Estado de Minas Gerais, e-mail: jaquelinecaetanotrab@gmail.com

⁴ Universidade do Estado de Minas Gerais, e-mail: msagricola@yahoo.com.br

RESUMO

O presente trabalho trata-se de pesquisa iniciada no ano de 2015 com dados de três anos de monitoramento. O objetivo da pesquisa foi a utilização de parcelas experimentais para quantificação de perdas de solo em áreas de plantação de cana de açúcar, no município de Frutal – MG, em parceria com a Usina Cerradão S/A e Agriservice Mecanização Agrícola. A pesquisa utilizou-se da técnica de Pinos de Erosão para quantificação da erosão, de baixo custo e de resultados satisfatórios. Destaca-se que os pinos não foram enterrados completamente, mas, mantendo a exposição de 5 cm para melhor visualização e permitindo a quantificação de possível sedimentação. Foram instaladas parcelas de experimentação setores de alta, média e baixa vertente. A maior exposição dos pinos representa maior erosão e o modo inverso indica deposição. Foram coletados dados do primeiro ano de análise com o plantio sem a palhada e a partir do segundo ano com plantio em palhada, observando a dinâmica de erosão laminar. Os resultados indicaram marcante variação na exposição dos pinos de erosão, influenciada, principalmente pela sazonalidade no ano de 2015 e pela cobertura da palha a partir de 2016. Verificou-se também que não houve padronização da dinâmica erosiva nos três setores da vertente. Os dados indicaram que houve significativa perda de solos no primeiro ano de análise, com redução nos anos seguintes e, por fim, no último ano também verificou-se, ainda, a deposição de sedimentos, ou seja, o incremento de solos.



Palavras-chave: Pinos de erosão. Perda de solos. Sedimentação. Escoamento hídrico superficial.

ABSTRACT

The present study is a survey started in 2015 with data from three years of monitoring. The objective of the research was to use experimental plots to quantify the soil losses in sugarcane plantation areas, in the county of Frutal - MG, in a partnership with Usina Cerradão S/A and Agriservice Mecanização Agrícola. The research used the Erosion Pins technique to quantify erosion, that has a low cost and provide satisfactory results. It stands out that the pins were not completely buried, but, maintaining the exposure of 5 cm for a better visualization and allowing the quantification of a possible sedimentation. Experimentation plots were installed in high, medium and low slope sectors. The greater exposure of the pins represents a greater erosion and the inverse mode indicates a deposition. The data were collected from the first year of analysis with planting without straw and from the second year with planting straw, observing the dynamics of sheet erosion. The results indicated a marked variation in the exposure of erosion pins, influenced mainly by seasonality in 2015 and by straw coverage from 2016. It was also found that there was no standardization of erosive dynamics in the three sectors of the slope. The data indicated that there was significant soil loss in the first year of analysis, with a reduction in the following years and, finally, in the last year, there was also sediment deposition, that is, an increasing in soils.

Key-words: Erosion Pins. Soil losses. Sedimentation. Runoff.

RESUMÉ

Le présent travail est une recherche commencée en 2015 avec des données de trois années de surveillance. L'objectif de cette recherche était d'utiliser des parcelles expérimentales pour quantifier les pertes de sol dans les plantations de canne à sucre de la commune de Frutal - MG, en partenariat avec le Usina Cerradão S/A et Agriservice Mecanização Agrícola. La recherche a utilisé la technique des goupilles d'érosion pour quantifier l'érosion, le faible coût et des résultats satisfaisants. Il est à noter que les broches n'étaient pas complètement enfouies, mais conservaient une exposition de 5 cm pour une meilleure visualisation et permettent la quantification d'une possible sédimentation. Des parcelles d'expérimentation de secteurs à forte, moyenne et faible pente ont été installées. Une exposition plus élevée des broches représente une plus grande érosion et le mode inverse indique un dépôt. Les données ont été collectées à partir de la première année d'analyse en plantant sans paille et la deuxième année en plantant avec de la paille, en observant la dynamique de l'érosion laminaire. Les résultats ont montré une nette variation de l'exposition des broches d'érosion, principalement influencée par la saisonnalité de 2015 et le couvert de paille de 2016. Il a également été vérifié qu'il n'y avait pas de normalisation de la dynamique érosive dans les trois secteurs de la pente. Les données ont indiqué qu'il y avait une perte importante de sol au cours de la première année d'analyse, avec une réduction les années suivantes et, enfin, l'année dernière, il y avait également un dépôt de sédiments, c'est-à-dire une augmentation de sols.

Mots-clés: Goupilles d'érosion. Pertes de sol. Sedimentation. Ruissellement.



1. INTRODUÇÃO

A erosão é o principal agente modelador do relevo, no caso do Brasil, a erosão é fomentada majoritariamente pela precipitação pluvial. De modo inverso ao que ocorre com a erosão linear, a erosão laminar não é de rápida identificação para o cidadão leigo, no entanto, seus impactos extrapolam a esfera ambiental, pois, diminui a produtividade nas áreas rurais. É muito importante o planejamento, já que possibilita o adequado manejo do solo, prevenção de impactos e desequilíbrios com consequências socioeconômicas.

Nesse sentido, o monitoramento da dinâmica erosiva é fundamental, pois, fornece informações que subsidiam o planejamento ambiental ou das atividades agrícolas. Nesse viés, a presente pesquisa faz a indução em campo da dinâmica erosiva. Os resultados analisados compõem uma série de três anos de produção canavieira, com dados erosivos monitorados quinzenalmente. Autores clássicos como Bertoni e Lombardi Neto (1985) muito contribuíram no estudo da dinâmica erosiva, os quais utilizaram experimentos por mais de três décadas, o que demonstra grande confiabilidade dos dados. O presente trabalho tem a pretensão de se delongar por vários anos, no intuito de fortalecimento dos dados, bem como, para descoberta de novas informações, já que a erosão superficial é diretamente condicionada a diversos fatores que são dinâmicos.

O monitoramento erosivo em áreas produtivas rurais torna-se muito importante, devido não apenas à análise da dinâmica erosiva em tais áreas, mas, também levando em consideração as práticas de manejo adotadas no desenvolvimento da atividade produtiva.

Nesta pesquisa objetivou-se a utilização de parcelas experimentais para quantificação de perdas de solo em áreas de plantação de cana-de-açúcar, no município de Frutal – MG. Para a implantação da pesquisa foi realizada parceria com a Usina Cerradão S/A e Agriservice Mecanização Agrícola, arrendatárias da produção canavieira no local.

De acordo com dados do IBGE (2018) a área total do município de Frutal é de 2.427,0 km² com população estimada em 58.962 habitantes. O relevo de Frutal é, em geral, plano ou suavemente ondulado, assentado sobre a Bacia Sedimentar do Paraná, suas altitudes variam entre 500 e 600 m, apresenta relevo residual de chapadões e morros testemunhos da Formação Marília e Formação Adamantina, que resistiram à dissecação.



Quanto à classificação dos solos, ocorrem o Latossolo Vermelho-Amarelo e o Latossolo Vermelho, apresentando variações de teor de ferro, com textura arenosa e areno-argilosa. O clima predominante é o tropical sazonal, de inverno seco e verão chuvoso. Os três meses mais úmidos são novembro, dezembro e janeiro, onde se concentram a metade da precipitação anual. Na área de estabelecimento das parcelas o solo foi caracterizado como Latossolo Vermelho amarelo, textura média/arenosa, tendo por substrato os arenitos da Formação Botucatu. Notou-se que o solo é predominantemente arenoso, caracterizando-se pela alta friabilidade e, conseqüentemente, uma susceptibilidade erosiva bem desenvolvida. A vertente utilizada para os experimentos é relativamente pequena, com extensão de aproximadamente 300 metros. A declividade oscilou de 0% próximo ao topo a 4% na média vertente e apresentou 13% ao final da vertente.

A coleta dos dados iniciou-se em abril de 2015, quando a Usina Cerradão realizou o plantio da cana de açúcar com colheita em maio de 2016, deixando o rebrotamento sobre a cobertura de palha seca, para a colheita em maio de 2017, em junho de 2017 a produção novamente recomeçou com o rebrotamento da cana-de-açúcar também sobre a palha seca e, por fim, a colheita em abril de 2018.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Como método norteador do trabalho utilizou-se da abordagem sistêmica como apoio teórico-metodológico para analisar os processos atuantes na dinâmica erosiva e, conseqüentemente, na perda de solos. Existe a constante busca pelo equilíbrio entre os sistemas, assim, qualquer alteração nas formas altera conseqüentemente o processo e vice-versa. A Teoria Sistêmica permite, dessa forma, o estabelecimento das relações entre os diversos fatores atuantes na área, tendo em vista os fluxos de matéria e energia. Desta forma, compreendendo o relevo (sistema morfológico) como um sistema aberto que necessita ser mantido por constante suplementação e remoção de material e energia para sua manutenção e preservação (CHORLEY, 1971).



Utilizou-se do método empírico ou indutivo para quantificar a perda de solo em parcelas experimentais, que foram estabelecidas ao longo de uma vertente na fazenda Chapadão, localizada no BR-153 km 183.

Para tanto, foi utilizada a técnica dos pinos de erosão, que é uma técnica antiga, muito utilizada e de resultados satisfatórios, proposta por De Ploey e Gabriels (1980), que consiste em cravar no solo os pinos de ferro numerados (Figura 1). A área foi monitorada frequentemente, onde foi adotada nesta pesquisa a frequência quinzenal, e mediu-se a exposição dos pinos em relação ao solo (medidas feitas em milímetros). Após o período de coleta dos dados empíricos verificou-se a taxa de rebaixamento do solo pelos pinos instalados.

Apesar da recomendação original de De Ploey e Gabriels (1980), e seguida por muitos pesquisadores, que é a penetração total dos pinos no solo, seguiu-se o que foi executado por Santos et al. (1998) e Thomaz e Antoneli (2008) que deixaram 5 cm expostos, o que facilita a observação dos pinos, pois, pode ocorrer de ficarem soterrados por sedimentação. Também foi seguida a metodologia de análise de Pinheiro et al. (2016) que, após deixarem expostos 5 cm dos pinos, conseguiram quantificar a sedimentação, pois, quando a exposição do pino aumenta representa erosão e a diminuição indica sedimentação. Assim, foi possível verificar quando e quanto ocorreu de deposição de sedimentos.

Figura 1 – Quantificação da exposição dos pinos de erosão.



Fonte: Pinheiro et al., 2016.



O solo foi analisado e aferiu-se a densidade aparente do solo, a qual faz parte da composição da fórmula para estimar com um razoável grau de precisão a perda de solo, em toneladas por hectare. Deste modo, as perdas de solo foram calculadas utilizando-se da fórmula proposta por Bertoni e Lombardi Neto (1985):

$P = h \cdot A \cdot Ds$, em que:

P = perda de solo, em ton.ha-1 ;

h = média de alteração de nível da superfície do solo medida nos pinos;

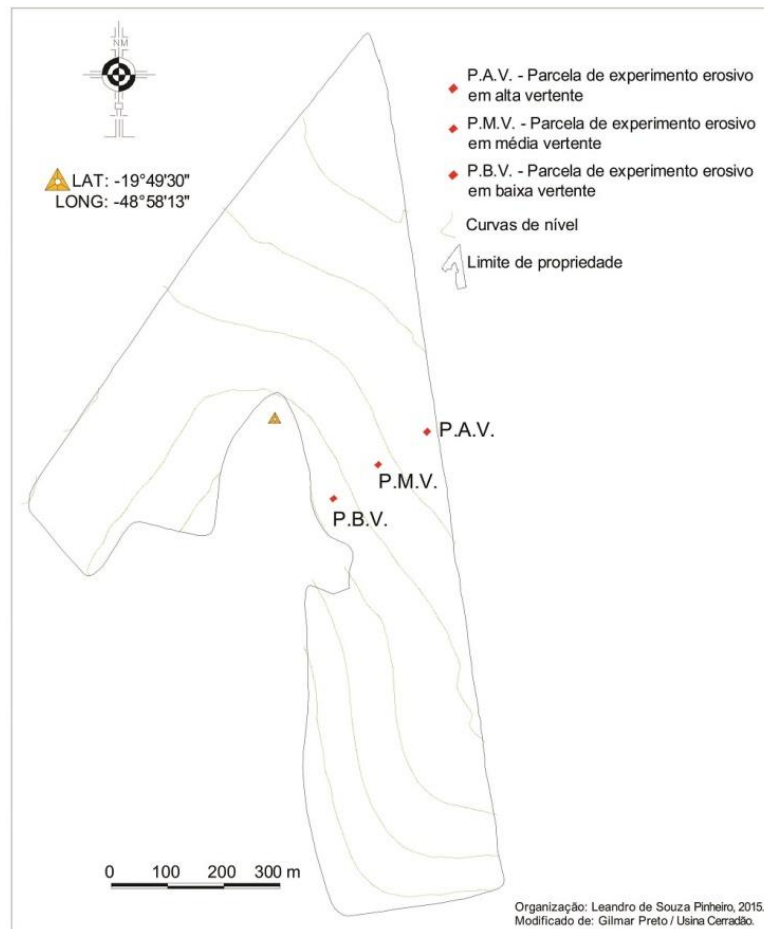
A = área da parcela (m²);

Ds = densidade do solo (t/m³)

Considerando que Pinheiro (2012) verificou que as taxas de perdas de solo possuem discrepâncias quanto aos três setores (alto, médio e baixo) da vertente e também quanto às características relacionadas ao perfil longitudinal das vertentes. Optou-se pelo estabelecimento de parcelas experimentais nos três setores da vertente (Figura 2) tendo em vista que o escoamento é divergente nesses três locais, correlacionados à extensão da vertente, à declividade e rugosidade peculiar de cada superfície.



Figura 2 – Localização das Parcelas Experimentais na vertente.



Fonte: Pinheiro et al., 2016.

Para maior confiabilidade dos dados, foram implantadas, a partir do ano de 2017, três parcelas experimentais em cada setor (alta, média e baixa vertente), totalizando nove parcelas experimentais. Foram utilizados 25 pinos de ferro em cada parcela e delimitados com fita zebra para localização, como foram instaladas três parcelas em cada setor foi calculada a média para cada setor.

Apesar da preferência de muitos pesquisadores pela calha Gerlach, na presente pesquisa, a aplicação da técnica dos pinos de erosão foi a mais adequada, pois, permite analisar a erosão considerando o escoamento hídrico superficial, ao contrário da calha que quantifica o material coletado em uma área fechada e sem contato com as adjacências.



3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados indicaram marcante variação na exposição dos pinos de erosão, influenciada, principalmente pela sazonalidade. Assim, as parcelas 1, 2 e 3 não mantiveram um padrão perfeito, mas, ainda assim, a dinâmica erosiva foi interessante, influenciada pela chegada do período de chuvas.

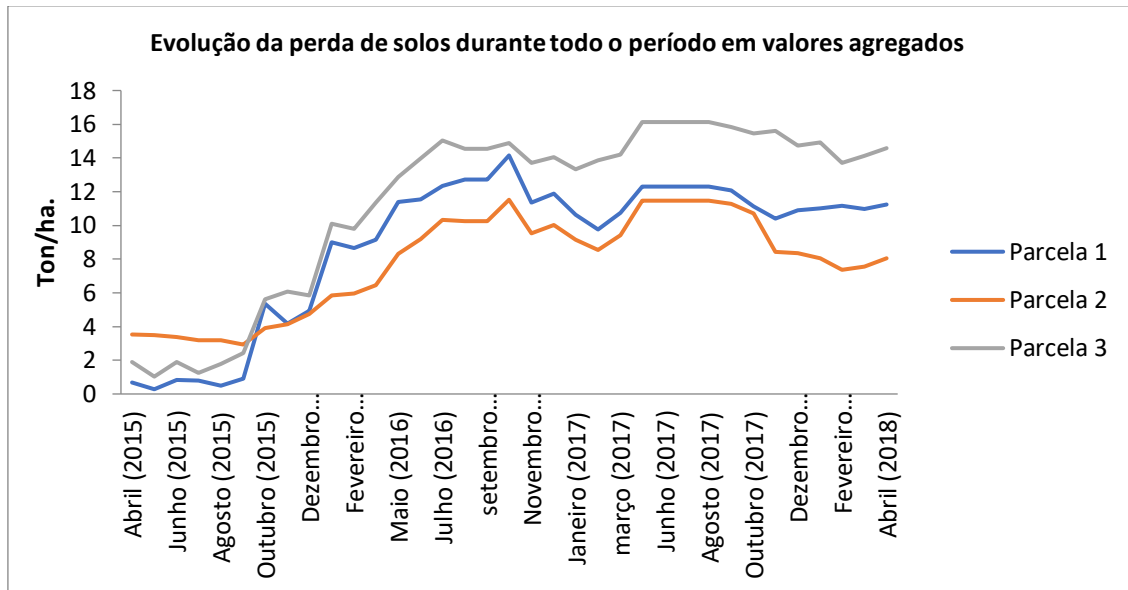
Dentre o período de três anos de coleta de dados, destaca-se a ocorrência de períodos de deposição de sedimentos nas parcelas, principalmente no último ano de produção, que ocorre quando a perda de solo de um mês é menor do que o mês anterior. As perdas de solo foram registradas de ano em ano e assim no final deste trabalho somaram-se todos os resultados desse estudo. Verificou-se que, durante o primeiro ano de plantio, os valores de exposição mantiveram pequena alteração até Setembro de 2015, no entanto, com a chegada da estação chuvosa os valores alteraram-se drasticamente. O grande destaque são as informações referentes à Parcela 1, que possui declividade próxima a 0% e está no início da vertente, assim, o escoamento hídrico superficial não tem grande energia cinética. Verificou-se nesta parcela que o desgaste por salpicamento foi marcante no primeiro ano, quando não havia cobertura da palhada seca.

Apesar da friabilidade do solo, os dados de densidade aparente apontaram para alta compactação do solo com valores de 1,7 g/cm³ nas três parcelas experimentais. A elevada densidade do solo determina a maior capacidade de escoamento superficial e menor infiltração hídrica, potencializando a erosão. Aplicando-se a fórmula obteve-se a perda de solos em toneladas por hectare ao ano, onde se verificou que os dados aumentaram intensamente a partir de outubro. Para demonstrar a generalidade dos dados juntaram-se os resultados dos três anos, somando as perdas do ano aos valores do último mês do ano anterior, assim, os dados foram tabulados com os valores de abril de 2015 até abril de 2018 (Tabela 1 e Figura 3), para melhor entendimento da evolução da erosão em cana de açúcar verificada.

**Tabela 1** – Taxas de perdas de solo em valores agregados durante todos os períodos. Valores em ton./ha.

Meses	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3
Abril (2015)	0,67	3,53	1,9
Mai (2015)	0,28	3,48	1,03
Junho (2015)	0,84	3,36	1,9
Julho (2015)	0,78	3,2	1,25
Agosto (2015)	0,5	3,2	1,79
Setembro (2015)	0,89	2,93	2,44
Outubro (2015)	5,36	3,91	5,6
Novembro (2015)	4,19	4,13	6,08
Dezembro (2015)	4,92	4,74	5,86
Janeiro (2016)	8,98	5,84	10,08
Fevereiro (2016)	8,65	5,95	9,8
Março (2016)	9,14	6,45	11,34
Mai (2016)	11,4	8,32	12,88
Junho (2016)	11,56	9,2	13,98
Julho (2016)	12,33	10,31	15,03
Agosto (2016)	12,72	10,25	14,53
Setembro (2016)	12,72	10,25	14,53
Outubro (2016)	14,15	11,52	14,87
Novembro (2016)	11,34	9,53	13,71
Dezembro (2016)	11,89	10,03	14,04
Janeiro (2017)	10,63	9,15	13,32
Fevereiro (2017)	9,75	8,54	13,87
Março (2017)	10,74	9,42	14,2
Mai (2017)	12,32	11,46	16,13
Junho (2017)	12,32	11,46	16,13
Julho (2017)	12,32	11,46	16,13
Agosto (2017)	12,32	11,46	16,13
Setembro (2017)	12,08	11,27	15,85
Outubro (2017)	11,11	10,72	15,47
Novembro (2017)	10,41	8,41	15,6
Dezembro (2017)	10,89	8,34	14,73
Janeiro (2018)	11,02	8,06	14,92
Fevereiro (2018)	11,18	7,38	13,69
Março (2018)	10,96	7,57	14,14
Abril (2018)	11,24	8,06	14,59

Nos dados visualizados existem meses que não estão indicados e representam o período de preparo do solo e plantio, pois, a cada novo ano de produção os pinos eram novamente instalados após a finalização do preparo e plantio.

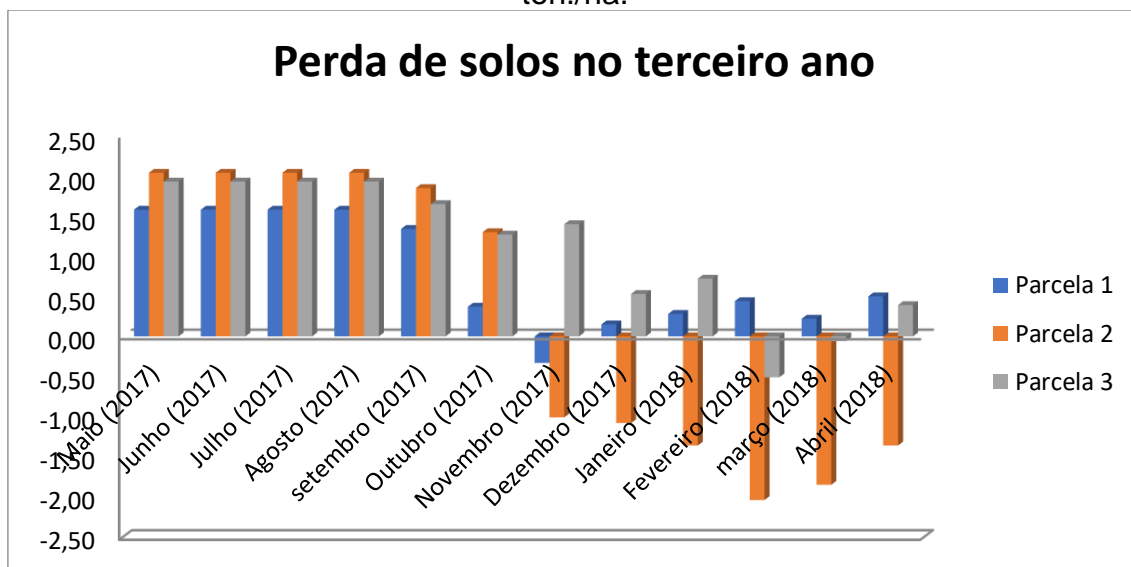
**Figura 3** – Valores agregados das taxas de perdas de solo das três parcelas.

No primeiro ano de produção a Parcela 2 apresentou maior taxa de perda de solos, seguida pela Parcela 3 e com a Parcela 1 apresentando as menores taxas de perdas de solo. Porém, a partir do segundo ano de produção a Parcela 3 passou a apresentar maior taxa de perda de solos, seguida pela Parcela 1 e a Parcela 2 terminando com a menor taxa de perda de solos. Observou-se, a inversão dos protagonismos no primeiro ano de produção em relação ao restante do período de análise. Diferentemente do primeiro ano, as perdas de solo mantiveram-se de maneira relativamente constante, com maiores perdas nos meses mais chuvosos, porém, com aumentos de perda de solos mais discretos, em razão da proteção pela cobertura vegetal seca. A Parcela 2 apresentou as maiores perdas de solos, mas, com deposição de sedimentos após o ápice do período chuvoso. Já a Parcela 3 apresentou os valores mais uniformes, mas, também com deposição dos sedimentos após o ápice do período chuvoso. Como no ano anterior, a Parcela 3, localizada na porção inferior da vertente apresentou maiores perdas de solo quando permaneceu com solo saturado, ou seja, nos períodos de chuvas mais constantes. Com o solo apresentando menor umidade prevaleceu a infiltração, diminuindo a perda de solo e pela posição inferior às outras parcelas experimentais, recebeu sedimentos dos setores adjacentes da vertente.



A Parcela 1 apresentou as menores taxas de perdas de solo, devido à menor declividade e à cobertura vegetal seca, nos valores agregados esta parcela manteve grandes níveis de perdas de solos. É possível que, devido à menor declividade da superfície, esta parcela fique mais exposta às gotas da chuva, com impacto mais direto no solo, como foi verificado no primeiro ano, com muito impacto por efeito splash. Com o aumento da vegetação houve barramento do escoamento e maior proteção ao efeito splash, diminuindo a erosão. No segundo ano, apesar da cana estar baixa, as perdas de solo foram mais discretas, pois, o efeito splash foi suprimido pela cobertura da palha seca. Segundo Guerra e Cunha (2007) quando não há energia suficiente para continuar ocorrendo o transporte, uma terceira fase acontece que é a deposição desse material transportado. Neste sentido, o último ano de coleta de dados forneceu taxas de perdas de solo surpreendentes (Figura 4).

Figura 4 – Taxas de perda de solos no último ano de produção. Valores em ton./ha.



Os resultados indicaram taxas elevadas de deposição de sedimentos, assim, no final do período de coleta notou-se que grande parte das Parcelas foi coberta com uma fina camada de elúvio. Concluiu-se que o processo erosivo apresentou-se muito dinâmico, com maiores perdas de solo na média vertente, antes da chegada da estação chuvosa, o que aumenta a tendência retilínea deste setor da vertente, tendo em vista a pequena variação e maior presença de sedimentação até agosto e à convexidade na alta vertente. A baixa vertente é o



local que recebe o fluxo de resposta do sistema vertente, ora com sedimentação ou com erosão.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o período total da pesquisa, até ao momento, entre 2015 e 2018, a aplicação da técnica dos pinos de erosão foi muito eficaz e os dados obtidos muito satisfatórios. O trabalho foi importante, por apresentar resultados que incluíram a deposição, o que incrementa a informação científica. A cobertura vegetal da cana-de-açúcar não evita o salpicamento e, com a maior saturação do solo, mesmo em declividade quase nula, o material é transportado sedimentando os setores subjacentes da vertente. Assim, a cobertura vegetal pela palha seca foi fundamental para a observação de menores taxas de perdas de solos e do maior advento das taxas de sedimentação. Importante salientar que o trabalho é parte de uma interação maior que pretende analisar a dinâmica erosiva em canaviais por mais alguns anos, envolvendo a Universidade e outras instituições públicas ou privadas em parcerias.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Reitoria e às Pró Reitorias da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) pelo auxílio financeiro, bem como à UEMG - Unidade Frutal pelo apoio nos trabalhos de campo e nos laboratórios e ao Programa PAPq – UEMG e FAPEMIG pela concessão de bolsas de Iniciação Científica às estudantes. Agradecemos, ainda, à Usina Cerradão e Agriservice Mecanização Agrícola pela parceria na pesquisa para utilização do local dos experimentos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo: Ícone, 1985.

CHORLEY, R. J. A Geomorfologia e a Teoria dos Sistemas Gerais. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 11, n. 21, p. 3 –22, 1971.



De PLOEY, J.; GABRIELS, D. Measuring soil loss and experimental studies. In: KIRKBY, M.J.; MORGAN, R.P.C. (Org). **Soil erosion**. London: John Wiley & Sons, p. 63-108, 1980.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia**: Uma Atualização de Bases e Conceitos. 7ª Edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População estimada**. IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2018 Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=312710&search=mi-nas-gerais|frutal|infograficos:-informacoes-completas>. Acesso em: dez. 2018.

PINHEIRO, L. S. **A Dinâmica Erosiva na Bacia do Córrego Ibitinga – Rio Claro (SP)**: uma Abordagem Empírico-Dedutiva. 2012. 139 f. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2012.

PINHEIRO, L. S.; FUJITA, A. T.; MILLAN, R. N.; PEREIRA, T. T. C.; FERNANDES, M. S.; ALCÂNTARA, G. H.; SILVA, C. C.; Monitoramento da Dinâmica Erosiva em Cultura Canavieira (Frutal – MG). **XI Simpósio Nacional de Geomorfologia (SINAGEO)**, Maringá, 2016. Disponível em: <http://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/2/2-592-1129.html>. Acesso em: dez/2018.

SANTOS, D.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; EVANGELISTA, A. R.; CRUZ FILHO, A. D.; TEIXEIRA, W. G. Perdas de Solo e Produtividade de Pastagens Nativas Melhoradas sob Diferentes Práticas de Manejo. Brasília, **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 33, n. 2, p.183-189, fev. 1998.

THOMAZ, E. L.; ANTONELI, V. Erosão e degradação solo em área cultivada com erva-mate (*Ilex paraguariensis*), Guarapuava – PR. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 27, n. 1, p. 21-30, 2008. Disponível em: http://www.revista.geociencias.com.br/27_1/Art%202_Thomaz.pdf. Acesso em: jun/2018.