



ANÁLISE ESTATÍSTICA DA PERDA DE SOLO EM ÁREA SEM COBERTURA VEGETAL E EM ÁREA EM POUSIO

Gabriel R. da Silva¹, Anna Regina C. Costa¹, Ana Valéria F. A. Bertolino²

¹ Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), Rio de Janeiro, Brasil, (gabriel.amos.1@aluno.cefet-rj.br)

² Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ/FFP), São Gonçalo, Brasil

Resumo: O objetivo deste trabalho é entender a correlação de determinadas propriedades físicas com a perda de solo por escoamento superficial em São Pedro da Serra (Nova Friburgo) na Região Serrana do Rio de Janeiro. Para isto, foi realizado o monitoramento em áreas agrícolas em descanso sem cobertura vegetal e com sistema abandonado de corte, queima e pousio. Conclui-se que, o tipo de manejo e volume de chuva têm relação direta com a perda de solo, sendo o pousio o manejo mais indicado.

Palavras-chave: Erosão do solo; Agricultura de encosta; Modelagem hidrológica.

INTRODUÇÃO

A região serrana é a principal produtora de hortaliças orgânicas do Estado do Rio de Janeiro uma vez que conta com condições climáticas favoráveis. A região vem se estabelecendo, desde o início dos anos 1980, como um importante polo da organização de agricultores em torno deste tipo de atividade econômica (Almeida et al. 2014). Todavia, devido às suas características topográficas, a região é frequentemente afetada por desastres naturais, como deslizamentos de terra e enchentes, aliado também ao uso intensivo do solo (Costa, 2023; Santos et al, 2023). Observando este contexto, a busca por meios de quantificar a perda de solo a cada evento de chuva, correlacionada à outras variáveis, torna-se bastante relevante.

O escoamento superficial pode ser visto em função da intensidade da precipitação, da capacidade de infiltração do solo, do uso da terra e das condições de umidade antecedentes, e relações estatísticas são comumente usadas para descrever essas interações (Chow et al. 1998). Diversos estudos analisam a correlação da perda de solo com possíveis variáveis físicas e químicas (Roque et al, 2001; Silva et al, 2011; Vidaletti, 2022) de forma a selecionar aquelas que possuem maior significância na descrição matemática do fenômeno da erosão.

O Pousio é um processo de repouso para o solo, permitindo a recuperação das suas propriedades físicas, químicas e biológicas para posteriormente

voltar a ser usada para o cultivo, usualmente em períodos de 4 a 15 anos de descanso (Primavesi, 1980). Este sistema também é conhecido como manejo conservacionista, uma vez que tem por objetivo o menor revolvimento do solo, evitando a destruição dos agregados do solo, conservando assim os resíduos que se encontram na superfície (Bertoni e Lombardi Neto, 1999).

O presente estudo foi desenvolvido na sub-bacia do rio São Pedro em São Pedro da Serra, município de Nova Friburgo, estado do Rio de Janeiro. Nesta região, este era sistema que os agricultores faziam o preparo e o cultivo do solo até a implementação da legislação que restringiu a utilização de florestas primárias e criou áreas de reserva legal nas propriedades (Bertolino e Bertolino, 2010). A Lei 11.428, de 2006, proíbe o corte, a exploração e a derrubada da vegetação original (primária) e restringe o mesmo nos estágios avançado e médio da regeneração (vegetação secundária) da Mata Atlântica. Os produtores rurais se dizem fortemente prejudicados pela resolução, alegando que ela comprometeu a continuidade do sistema produtivo da região.

Merat (2014) afirma que a partir desta legislação, o pousio passou a ser feito em menor tempo na região e a atitude dos agricultores tem sido abandonar a agricultura de corte e queima e se adaptar a agricultura tradicional, deixando o solo descoberto, quando não é cultivado, fazendo uso, para tanto, de



queimadas, capinas e aplicações frequentes de herbicidas. Estes produtores tradicionais deixaram de praticar uma agricultura mais conservacionista, que realizavam há anos, para praticar a agricultura convencional, muito mais impactante ao meio ambiente.

O objetivo deste trabalho é entender, por meio de indicadores estatísticos, quais variáveis tem maior correlação com a perda de solo registrada em eventos de chuva de variadas intensidades, observando-as em duas parcelas de erosão de solo com manejos agrícolas distintos a saber: área sem cobertura vegetal e área em pousio. Deste modo, espera-se obter indicadores de qual tipo de manejo seria mais vantajoso para o solo no período de descanso.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Estação Experimental (EEPE/SPS) da UERJ/FFP, no distrito de São Pedro da Serra (RJ), inserido no bioma da Mata Atlântica (22°18'36"S; 42°20'11"W) em uma declividade média de 25°. Utilizando duas parcelas de erosão do tipo Wischmeier de 88m² (Wischmeier; Smith, 1978) instaladas na Estação, cuja textura do solo é classificada como franco. Foram estabelecidas duas parcelas do tipo representando distintos tipos de manejo ao longo do estudo: Sistema sem cobertura vegetal (SC) e sistema abandonado de corte, queima e pousio com 2 a 3 anos de descanso (PO).

Foram observados todos os eventos de chuva no período de 18/01/2014 até o dia 31/10/2015 contabilizando 192 dias, e do dia 04/01/2020 à 21/11/2024, contabilizando ainda 247 dias, totalizando 439 dias com precipitações. A intensidade da precipitação pode ser classificada em fraca, moderada e forte sendo geralmente considerada fraca quando inferior a 5 mm/dia, moderada entre 5 e 25 mm/dia, e forte quando superior a 25 mm/dia (World Meteorological Organization, 2018). Utilizando esses parâmetros de intensidade foi constatado 31% dias de chuvas fracas, 48% de chuvas moderadas e 21% de chuvas fortes no período.

Além da variável dependente, Perda total de solo (perda), observou-se 6 covariáveis independentes, nomeadamente: Precipitação (chuva) em mm, Microporosidade (%), Macroporosidade (%), Umidade antecedente (sendo considerados até 5 dias antecedentes) em dias, Densidade, Porosidade total (%) e Material orgânico (%) presente no solo.

A abordagem metodológica fundamenta-se na análise comparativa entre as variáveis aplicando o conceito de Correlação Linear construído com base nos dados provenientes de cada parcela analisada. O coeficiente de correlação linear de Pearson r é uma medida estatística que quantifica a intensidade e a direção da relação linear entre duas variáveis quantitativas. Seu valor varia entre -1 e 1, indicando correlação negativa, inexistente ou positiva entre os dados analisados, através da seguinte relação:

(1)

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

Onde y_i representa a variável dependente, que neste sistema é classificada como a perda total de solo, e x_i representa as demais covariáveis sendo analisadas uma por vez.

A função de correlação linear retorna um valor entre -1 e 1 de modo que $r=1$ representa uma Correlação positiva perfeita (quando uma variável aumenta, a outra também aumenta), $r=0$ representa a inexistência de correlação linear e $r=-1$ representa uma correlação negativa perfeita (quando uma aumenta, a outra diminui). Os dados foram tratados no software Microsoft Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A perda de solo foi medida em kg/ha (Quilograma por hectare), e contabilizada no período supracitado composto por 439 dias de precipitações. O total de perda em cada parcela foi calculado, totalizando 9128,40 kg/há na SC e 90,80kg/há na PO evidenciando a maior eficiência do uso do sistema abandonado de corte, queima e pousio.

Na Tabela 1 é possível analisar a correlação entre a perda de solo e as demais variáveis. Nela nota-se a maior correlação com a variável chuva, indicando o que quanto maior a precipitação maior é o volume do solo perdido. Adicionalmente, observa-se que mesmo eventos pluviométricos de baixa intensidade implicam em perda de solo. Em contrapartida, em uma correlação linear negativa, observamos também, a variável matéria orgânica, que tem influência moderada na perda de solo, uma vez que a parcela analisada está sem cobertura, indicando que a redução de matéria orgânica aumenta a perda de solo por escoamento superficial neste tipo de manejo.



Tabela 1. Correlações lineares (R) das variáveis em estudo em relação à perda de solo na parcela Sem Cobertura (SC).

Variáveis	R
Chuva	0,48
Umidade Antecedente	-0,02
Macroporosidade	-0,31
Microporosidade	0,32
Densidade	-0,32
Porosidade Total	0,31
Matéria Orgânica	-0,32

Na Tabela 2, é apresentada a matriz de correlação entre as variáveis observadas no Sistema abandonado de corte, queima e pousio (PO). Neste, somente uma variável tem influência direta na perda de solo: a chuva. Chuvas de alta intensidade (≥ 25 mm/dia) estão mais associadas à geração de escoamento superficial e processos erosivos neste tipo de manejo. Todas as demais variáveis são não correlacionadas com a perda de solo.

Tabela 2. Correlações lineares (R) das variáveis em estudo em relação à perda de solo na parcela Pousio (PO).

Variáveis	R
Chuva	0,25
Umidade Antecedente	0,02
Macroporosidade	0,04
Microporosidade	-0,04
Densidade	0,04
Porosidade Total	-0,04
Matéria Orgânica	0,08

Ao analisar somente os eventos onde foi registrado perda de solo superior a 1kg/ha, foram registrados 190 eventos significativos para a SC e somente 18 para a PO dos 439 dias de registro. Destes, observou-se que 54% (103 de 190) dos eventos de perda significativa para a SC aconteceram relacionados à precipitação de intensidade moderada e 42% (81 de 190) relacionados à precipitação de forte intensidade. Já em relação à parcela PO, 50% (9 de 18) dos eventos de perda de solo significativa ocorreram em eventos associados à chuva de intensidade forte enquanto 44% (8 de 18) ocorreram associados à chuva de intensidade moderada. Na Tabela 3, é apresentada a frequência de eventos significativos de perda de solo por tipo de manejo e pela classificação da intensidade da chuva.

Tabela 3. Tabela de frequência de eventos significativos de perda de solo (acima de 1kg/ha) no período, por tipo de manejo.

Intensidade da Chuva	Tipos de Manejo	
	SC	PO
Baixa	6	1
Moderada	103	8
Forte	81	9
Total de Eventos > 1kg/ha	190	18

Na Figura 1 é apresentado o diagrama de dispersão da variável perda de solo versus a variável chuva na parcela SC. Observa-se, graficamente, que eventos de baixa e moderada intensidade resultam em eventos expressivos de perda de solo, com uma parte relevante dos eventos com perdas acima de 50kg/ha, especialmente para chuvas entre 0,1 e 40mm/dia. Este tipo de resultado é esperado para uma parcela sem cobertura vegetal, uma vez que não há esta presença protetiva e quanto mais eventos ocorrem mais este solo fica desprotegido acarretando perdas ainda maiores com o passar do tempo.

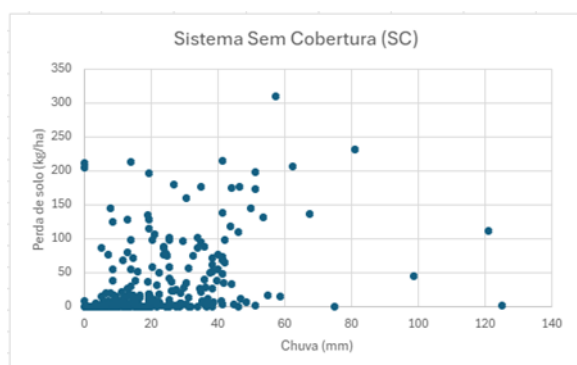


Figura 1. Diagrama de dispersão entre a perda de solo e os registros de chuva na parcela SC

Na Figura 2 é apresentado o diagrama de dispersão da variável perda de solo versus a variável chuva na parcela PO. Observa-se, graficamente, que nenhum evento, ao longo de todo o monitoramento, chegou a 10kg/ha. Este resultado, vem reforçar a importância da presença de cobertura vegetal e mostra que o manejo no sistema abandonado de corte, queima e pousio com 2 a 3 anos de descanso é bem eficiente no tocante à conservação do solo diante de eventos de chuva, independente da intensidade da chuva. No entanto, se o objetivo for descrever a relação entre perda de solo e as variáveis em estudo aqui, o diagrama indica que relações lineares não serão capazes de explicar o fenômeno.

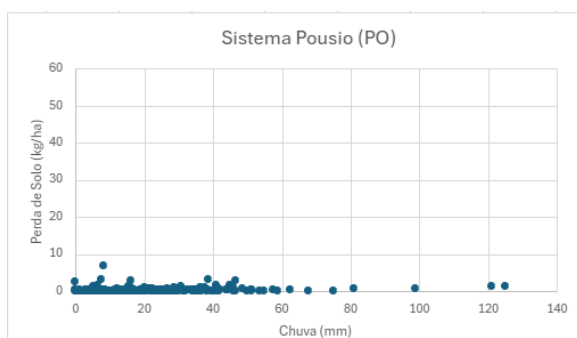


Figura 2. Diagrama de dispersão entre a perda de solo e os registros de chuva na parcela PO.

CONCLUSÃO

Ainda que sob mesmas condições de climáticas e intempéries, as duas parcelas de solo se comportaram de forma diferente por conta do manejo utilizado em cada uma delas. O Sistema Sem Cobertura perdeu

cerca de 100 vezes mais solo que o Sistema Pousio no período em estudo.

Conclui-se, por meio dos dados observados, que o Sistema de Pousio de 2 a 3 anos de descanso, tem desempenho superior no que se refere à conservação da perda superficial de solo. Nele, dos 439 eventos de chuva, somente 18 acarretaram perda significativa de solo por escoamento superficial. No entanto, nenhuma destas propriedades físicas é bem correlacionada com a perda de solo para este tipo de manejo o que indica a necessidade investigação de outros tipos de variáveis se o interesse for descrever o fenômeno e desenvolver ferramentas de previsão de perda de solo.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi apoiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) através dos projetos SEI-260003/001740/2025 e SEI-260003/007963/2025.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. H. M. de. Quintal agroecológico: uma abordagem para a disseminação de práticas agrícolas amigáveis em unidades familiares na região serrana fluminense. 2014. **Dissertação** (Mestrado em Agricultura Orgânica) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2014.
- BERTOLINO, A. V. F. A., BERTOLINO, L. C. Agricultura migratória e seus efeitos sobre o solo. In: **Agricultores e Território: Práticas e Saberes**. 1a. ed. Rio de Janeiro: Trasso Comunicação, v.1, p. 51-72. 2010.
- BERTONI, J. e LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4a ed. São Paulo: Ícone, 1999. 355 p.
- CHOW, V. T., MAIDMENT, D. R., & MAYES, L. W. **Applied Hydrology**. New York: McGraw-Hill. 1988.

COSTA, M. I. B. Análise da capacidade de resposta de políticas públicas de municípios a eventos climáticos extremos: estudo de caso de Nova Friburgo. 2023. 89 f. **Dissertação** (Mestrado em Desenvolvimento Territorial e Políticas Públicas) – Instituto de Ciências Sociais Aplicadas,



Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica, 2023.

MERAT, G. S. Análise da dinâmica da paisagem sob utilização de coivara em bioma de Mata Atlântica Estação Experimental de Pesquisa de Erosão em São Pedro da Serra – Nova Friburgo/RJ. 2014. 178 f. **Dissertação** (Mestrado em Geografia - Faculdade de Formação de Professores (FFP)) - Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2014.

ROQUE, C. G.; CARVALHO, M. P.; PRADO, R. M. Fator erosividade da chuva de Piraju (SP): distribuição, probabilidade de ocorrência, período de retorno e correlação com o coeficiente de chuva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 147-156, 2001.

SANTOS, S.; COSTA, A. R. C.; BERTOLINO, A. V. F. A.. Caracterização do regime de precipitação de São Pedro da Serra (RJ) usando técnica de quantis. **Revista Contemporânea**, [s. l.], v. 3, n. 10, p. 16647-16662, 2023.

SILVA, M.; SILVA, M.; FERREIRA, M.; OLIVEIRA, P. T.; AVANZI, J. C.; MELLO, C. R. Erodibilidade de latossolos no Vale do Rio Doce, região centro-leste do Estado de Minas Gerais. In: **XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. 2011.

VALVERDE, O. Sistemas de roça: agricultura nômade ou itinerante. **Revista Finisterra**, v. 3, n. 6, 1958.

VIDALETTI, V. Impacto da cobertura do solo, declividade e precipitação na infiltração e escoamento de água e sedimentos. 2022. 89 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2022.

WISCHMEIER, W.H. E SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses** - a guide to conservation planning. Washington: USDA. 1978. 58 p.