

## MONITORAMENTO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM UM PROGRAMA DE PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS HÍDRICO

Ayrton Durães Manso<sup>1</sup>, Caio Gabriel Bacelar<sup>2</sup>, Hugo Portocarrero<sup>3</sup>, Aluísio Granato de Andrade<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Mestrando PPGEIO - UERJ, Brasil; <sup>2</sup> Graduando UERJ, Brasil; <sup>3</sup> Professor Adjunto IGEOG - UERJ, Brasil; <sup>4</sup> Pesquisador Embrapa Solos, Brasil.  
E-mail: ayrtongeo@gmail.com, caiogabrielbacelar@gmail.com, hportocarrero@gmail.com, aluisio.andrade@embrapa.br

### RESUMO:

Levando em consideração o atual cenário de degradação ambiental promovido principalmente pela ação antrópica sob o meio ambiente ao longo das últimas décadas, a elaboração de metodologias de valoração e conservação ambiental como os programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) surgem como resposta para conservação dos diferentes ecossistemas e garantia de seus serviços assim como seus recursos naturais. Nesse sentido, o presente estudo busca através do monitoramento do escoamento superficial e dos processos erosivos desencadeados pela ação da água, compreender o impacto destes sobre os solos, considerando-os importante variável para a resposta do balanço hídrico das bacias hidrográficas sob regime de programas de PSA hídrico. A metodologia utilizada no monitoramento consistiu na utilização de parcelas de erosão em conjunto de pluviômetros para leitura diária da chuva. Quatro parcelas de 22x4 metros cada uma com duas caixas de 1000 L anexadas foram instaladas em uma propriedade rural contemplada pelo Produtores de Água e Floresta (PAF), onde o estudo vem sendo conduzido. A partir dos primeiros resultados obtidos nessa fase inicial de monitoramento, foram observados 13 eventos de chuva onde o total mensurado foi de 174 mm e em apenas 4 destes eventos houve escoamento superficial assim como perda de sedimentos. Embora cada parcela tenha passado por diferentes tratamentos, o volume total escoado por elas desde o início do monitoramento foi de 6,54 mm, assim como o total de sedimentos foi de 44, 280 (g/m<sup>2</sup>).

**PALAVRAS-CHAVE:** Parcelas de erosão; PSA hídrico; Escoamento superficial

### ABSTRACT:

Considering the current scenario of environmental degradation promoted mainly by anthropic action on the environment in recent decades, the development of methodologies for environmental assessment and conservation such as the Payment for Environmental Services (PES) programs emerge as a response to the conservation of different ecosystems and guarantee of its services as well as its natural resources. In this sense, the present study seeks, through the monitoring of surface erosion and two erosive processes triggered by the action of water, to understand their impact on the soles, considering the important variable for the response of the water balance of the hydrographic basins under the regime of hydric PES programs. The non-monitoring methodology used consisted of using erosion plots together with pluviometers for daily rainfall reading. Four plots of 22 x 4 meters with two 1000L boxes were installed on a rural property covered by Water and Forestry Producers (WFP), where the study is being carried out. From the first two results obtained in the initial monitoring phase, 13 rainfall events were observed where the total measured was 174 mm and only 4 of these events had surface erosion and sediment loss. Each plot had already undergone different treatments, that is, the total volume chosen by them since the beginning of the monitoring was 6.54 mm, as well as the total sediment was 44,280 (g/m<sup>2</sup>).

**KEYWORDS:** Erosion plots; Hydric PES; Runoff

## INTRODUÇÃO

Com a recente aprovação da Lei Nº 14.119/2021 que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA), novas metodologias se fazem necessárias para o aprimoramento dos parâmetros que fundamentam os esquemas de pagamento deste instrumento de gestão ambiental, econômica e política nas bacias hidrográficas.

A demanda pela garantia de água potável, alimentos, fibras e energia passa pela manutenção dos serviços ecossistêmicos, nesse sentido, mecanismos como os programas de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) surgem como possíveis soluções para mitigar o avanço da degradação sobre os diferentes ecossistemas. O PSA se estrutura sob o princípio da valoração dos recursos naturais e dos serviços providos pela natureza, através da compensação financeira ou não àqueles que desenvolvem ações em prol de sua provisão (Coelho *et al.*, 2021; Fidalgo *et al.*, 2017).

Sendo poucos os dados de monitoramento dos processos erosivos em programas de PSA hídrico, a pesquisa assume extrema relevância. Os fenômenos geomorfológicos se manifestam de forma desigual no tempo e no espaço, a intensificação destes ocorre resultante das transformações e artificialidade promovida pelo Homem, alterando a holística dos sistemas, culminando na perda da provisão de serviços ofertados pela natureza (Lima & Guerra, 2019).

Embora seja um processo natural, a erosão dos solos quando acelerada pela ação antrópica provoca impactos que preocupam não só cientistas mas também gestores públicos e produtores rurais, uma vez que a degradação por ela causada coloca em risco a garantia da produção de alimentos ao redor do mundo. Estima-se que 95% dos alimentos produzidos atualmente em escala global são oriundos da terra, só no Brasil, 500 milhões de toneladas de solo são perdidas anualmente para a erosão, tal fato corrobora para um cenário de aumento da degradação ambiental através da desertificação, dos movimentos de massa, a contaminação dos corpos hídricos e infertilidade dos solos (Fao, 2018; Prado, 2020).

Ao longo dos últimos séculos, a vegetação nativa de Mata Atlântica que compõem o Vale do Paraíba foi suprimida da paisagem, permanecendo poucos remanescentes que antagonizam com as extensas áreas de pasto degradados marcados por cicatrizes erosivas, muito por conta do abandono das terras (Pereira *et al.*, 2017). A remoção da cobertura vegetal nas bacias hidrográficas em especial, pode ser considerada um dos principais agravantes da desestabilização do comportamento hidrossedimentológico das vertentes presentes em diversos ecossistemas brasileiros (Coelho Netto, 1994).

A cobertura vegetal é responsável por diminuir a força cinética das gotas de água que chegam ao solo, desta forma, a sua presença assim como sua ausência, possuem grande influência sobre o comportamento do escoamento superficial, que se inicia no momento em que ou o solo se encontra totalmente saturado pela infiltração de água ou devido a formação de crostas em sua superfície, geradas pelo impacto das gotas de chuva que ocasiona a ruptura dos agregados superficiais, fazendo com que as partículas de menor fração possam preencher os poros existentes no topo do solo, criando uma camada impermeável que facilita o acúmulo de água formando pequenas poças (Guerra *et al.*, 2020; Nepomuceno & Nachornik, 2015).

A matéria orgânica proveniente das próprias plantas quando não removida, é responsável também por reintroduzir nutrientes ao sistema, melhorando a estabilidade dos agregados do solo e aumentando a rugosidade destes, podendo diminuir a ocorrência do escoamento superficial, como apresentado no trabalho de Carretta *et al.*, (2021) abordando os impactos da adoção do plantio direto em diferentes tipos de lavouras por meio da agricultura conservacionista.

O escoamento superficial originado nas vertentes, carrega partículas desagregadas de solo oriundas do *splash* para as partes inferiores do relevo por arraste ou flutuação, que podem acarretar na diminuição da disponibilidade de água para abastecimento urbano devido ao assoreamento dos

corpos hídricos, na remoção dos nutrientes da superfície dos solos e no desenvolvimento de feições erosivas como: sulcos, ravinas e voçorocas (Brady & Weil, 2013).

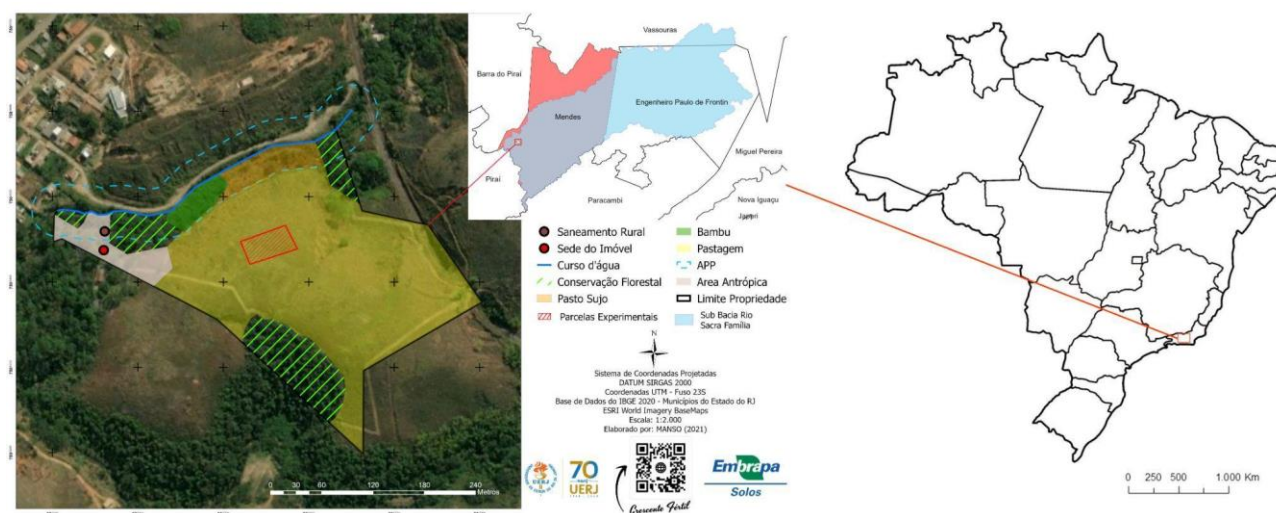
A utilização de parcelas de controle de erosão é um entre os muitos métodos de monitoramento que em conjunto de pluviômetros oferecem a possibilidade do levantamento de dados do balanço hídrico e sedimentológico a nível local com maior precisão (Loureiro *et al.*, 2022). Através das parcelas é possível aferir características dos processos erosivos tais como o escoamento superficial, a perda de solo e a infiltração da água, além da eficiência de diferentes práticas de conservação.

O objetivo do trabalho é, portanto, realizar o monitoramento do escoamento superficial mediante a obtenção das médias diárias na sub-bacia do Rio Sacra Família, uma área prioritária do Médio Vale do Paraíba do Sul para a condução de iniciativas de PSA hídrico no Estado do Rio de Janeiro, a fim de contribuir para o melhoramento de políticas públicas que envolvam o pagamento por serviços ambientais.

## METODOLOGIA

### Área de Estudo

A área de estudo se trata de uma das onze propriedades contempladas pelo Produtores de Água e Floresta (PAF Sacra Família) no município de Mendes-RJ (figura 1), situada na sub-bacia do Rio Sacra Família, integrando a Região Hidrográfica - Guandu II. A propriedade Sítio Vô Lisse (22°32'39,21" S, 43°46'51,07" O) na qual as parcelas experimentais para a realização deste estudo foram instaladas, possui uma área de cerca de 7,81 hectares e os tipos de uso do solo predominantes são a pastagem ocupando 5,62 hectares e a vegetação nativa 1,11 hectares. Embora o pasto seja predominante na propriedade, não há a presença de gado em seu interior.



**Figura 1.-** Localização da área de estudo.

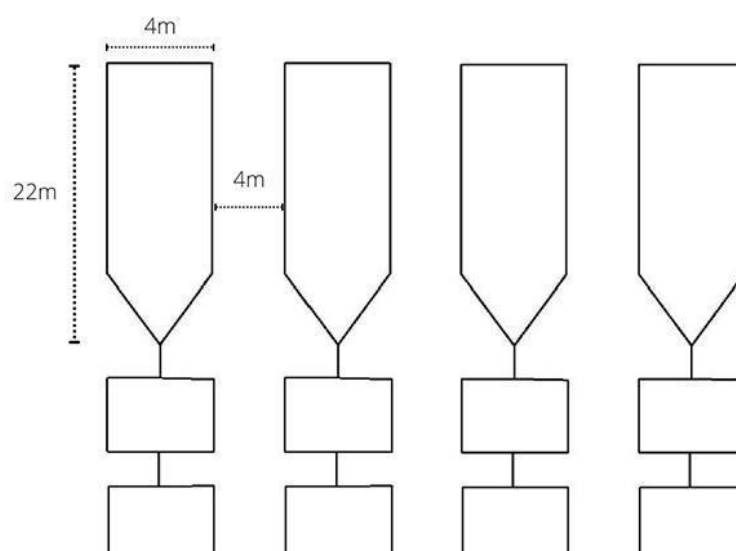
O clima da região é o tropical úmido, apresentando média de precipitação anual em torno de 1200 mm a 1400 mm, tendo os meses de Novembro a Março com os maiores percentuais de chuva, enquanto os meses de Junho a Agosto costumam ser os mais secos, com médias mensais variando entre 20 mm e 40 mm.

A região onde a área de estudo está inserida possui geomorfologia caracterizada por uma extensa zona colinosa, com topos de morros nivelados de baixa amplitude, variando entre 400m e 600m, sendo o nível de base regional caracterizado pelo Paraíba do Sul em cotas de 300m a 380m

(Dantas, 2000), fator que atribui menor energia ao relevo. Os solos da sub-bacia do Rio Sacra Família em geral são solos bem desenvolvidos e lixiviados, predominando as classes de Latossolos Vermelhos - Amarelos e Argissolos (Distróficos), comumente associados às zonas de monossialitização que ocorrem nas latitudes médias dos Hemisférios Sul e Norte.

### Instrumentação das Parcelas

Os primeiros estudos utilizando a técnica de parcelas de controle de erosão para o monitoramento do escoamento superficial, foram desenvolvidos em meados do início do século XX nos Estados Unidos e aprimorados por Meyer & Wischmeier (1969) e Wischmeier & Smith (1978) os quais utilizaram o método e desenvolveram a *USLE* que consiste na Equação Universal de Perda do Solo. Trabalhos recentes espalhados pelo globo como: Carretta *et al* (2021); Lou *et al* (2022); Xu *et al* (2013) e também ao longo do território brasileiro bem apresentado por Anache *et al* (2017), demonstram as diversas formas com que esta metodologia pode ser trabalhada a fim de realizar o monitoramento do escoamento superficial, a avaliação de diferentes estratégias de restauro e recuperação ambiental, assim como também de manejo de áreas submetidas à agricultura ou mineração.



**Figura 2.-** Exemplo esquemático de disposição das parcelas.

Quatro parcelas de controle de erosão foram implementadas no interior de uma das 30 propriedades contempladas pelo Produtores de Água e Floresta - PAF na sub-bacia do Rio Sacra Família/RJ com a dimensão de 88m<sup>2</sup> cada. As parcelas se encontram localizadas no terço superior de uma vertente desta propriedade, onde o atual uso do solo predominante é dado por pastagens degradadas.

Foram instalados próximo às parcelas dois modelos de pluviômetros, um modelo manual Ville de Paris e um digital: HOBO RG3-M, os quais auxiliam no monitoramento das precipitações recorrentes na área de estudo. O pluviômetro digital foi configurado para realizar leituras de chuva e de temperatura em um intervalo de cinco minutos.

Os dados relativos ao escoamento superficial foram obtidos posteriormente aos eventos de chuva através do volume retido nas caixas conectadas às parcelas. Para tal, foram utilizadas oito caixas d'água com o volume de (1000 L) cada, dispostas em pares a frente de cada parcela, conectadas por canos PVC de (100 mm) e quatro latões de (20 L) postos no interior de cada primeira caixa.

A leitura do nível d'água foi realizada através do uso de uma régua ou trena, utilizada para obter a altura da lâmina d'água das enxurradas retida nas caixas, uma vez que o material fique

confinado no latão, se faz a leitura do mesmo, aproximando o instrumento de medição de uma de suas extremidades e averiguando a marca em que a lâmina d'água atinge. Caso o material coletado extravase o latão, deve-se despejar a coleta no interior da caixa d'água e homogeneizá-lo, para que seja feito o mesmo processo, considerando os fluxos coletados tanto do interior do latão quanto do seu extravaso. A leitura do volume da segunda caixa só ocorre quando a primeira caixa ultrapassa seu limite de coleta, sendo multiplicado por cinco e somado ao total da primeira (multiplicação devida aos quarteadores dispostos na primeira caixa, onde apenas um dos quatro canos se conectam à segunda).

A coleta de amostras para determinação da perda de sedimentos é efetuada logo após a medição do escoamento, em recipientes plásticos de 250 ml. As soluções foram transportadas para laboratório, passadas para beckers de 300 ml e mantidas em estufas a 105° por 72H. Após esse período, o material foi pesado para se obter o rendimento de sedimentos para cada evento erosivo, pela diferença do peso entre o becker vazio e o becker com solo seco em estufa. A concentração de sedimentos foi multiplicada pelo volume de escoamento para determinar a produção de sedimentos em gramas de cada parcela por evento, dada a equação:

$$Ve \times Ps \times (Vc \div Vp) \quad [1]$$

Onde  $Ve$  é o volume total de escoamento retido nas caixas d'água em litros,  $Ps$  o peso do solo retido nos beckers após secagem em estufa,  $Vc$  o volume da caixa d'água utilizada no experimento,  $Vp$  o volume dos recipientes utilizados para coleta das amostras em campo após sua homogeneização.



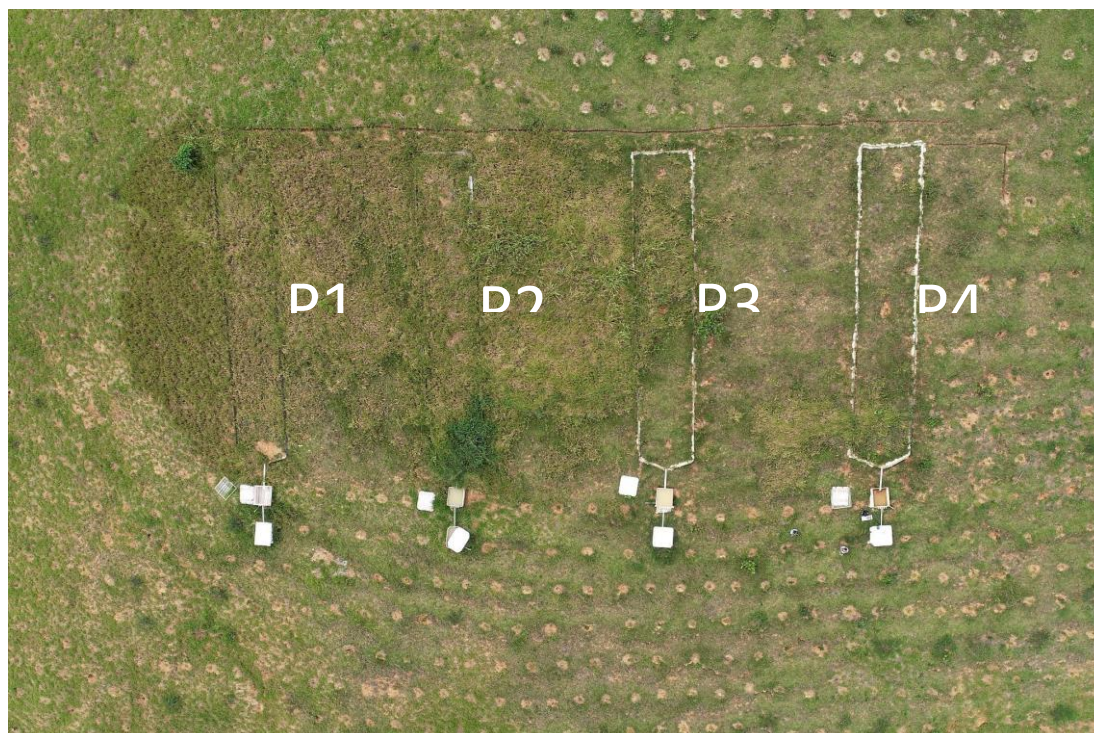
(a)



(b)

**Figura 3.-** Recipientes utilizados para coleta das amostras em campo (a); Secagem em estufa das amostras através de recipientes de massa conhecida.

O espaçamento de quatro metros entre as parcelas foi mantido seguindo a metodologia em Portocarrero (2009), onde as dimensões são adotadas a fim de se evitar o efeito de borda ao redor das parcelas. Pode-se notar uma distribuição heterogênea da vegetação na área de estudo, embora nenhum tratamento em específico tenha sido conduzido para ocorrência dessa situação, tal característica prevaleceu até o momento em que os plantios foram iniciados no interior de cada parcela, onde todas passaram pelo processo de capinagem, em especial a parcela 4 onde houve total remoção da cobertura vegetal.



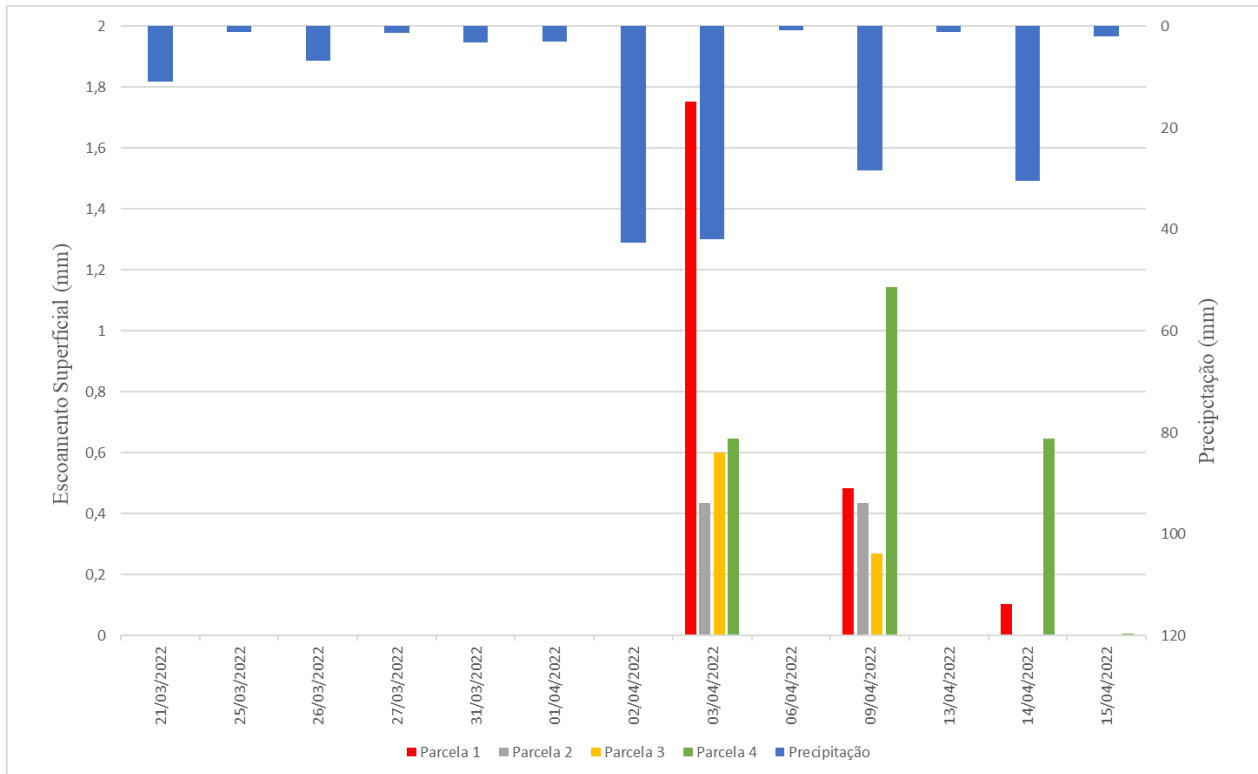
**Figura 4.-** Foto aérea das parcelas. Data: 15/10/2021  
(P1- Parcela 1; P2- Parcela 2; P3- Parcela 3; P4- Parcela 4).

## RESULTADOS

Os dados obtidos correspondem ao início do monitoramento no dia 21 de março de 2022 até o dia 22 de abril, com a última ida a campo para obtenção dos dados de precipitação. Neste período foram registrados 13 eventos de chuva, onde o total mensurado foi de 174 mm, com maior concentração no mês de abril representando 86%. No dia 03 de abril houve a primeira coleta do material retido e a aferição da lâmina d'água das parcelas, etapa realizada por um dos proprietários do terreno, previamente instruído para conduzir tal metodologia, obtendo-se os primeiros resultados do escoamento superficial.

Houve o registro de escoamento e perda de solo em 4 dias, totalizando um número de 11 amostras coletadas. A implementação dos tratamentos ocorreu juntamente ao início do monitoramento, logo, os resultados representam o estágio inicial de condução das técnicas de restauro florestal aplicados pela executora Crescente Fértil, os quais consistiram em plantio de árvores nativas na parcela 1 com espaçamento 3x2, sendo linhas de preenchimento e linhas de diversidade, enquanto que a parcela 2 cujo possui maiores taxas de areia e silte, também recebeu o plantio de 3x2 com linhas de preenchimento e diversidade com o acréscimo de adubação verde no espaçamento 1x1, nas linhas e entre linhas, as espécies utilizadas foram feijão de porco, guandu e crotalária.

As parcelas 3 e 4 foram submetidas a capina e remoção total da vegetação respectivamente, o intuito é que a parcela 3 se regenere naturalmente de acordo com as condições naturais da área de estudo, enquanto que a parcela 4 represente um solo completamente exposto aos fatores climáticos sem nenhum tipo de proteção ou cobertura.



**Figura 5.-** Gráfico das séries de escoamento superficial e precipitação.

O volume total escoado desde o início do monitoramento foi de 6,54 mm, representando a soma do volume retido durante os quatro eventos em que se identificou a presença do escoamento superficial. No dia 28 de março, houve o plantio das mudas para etapa de reflorestamento das parcelas, plantio este precedido pela capina e roçagem de seus interiores. Observa-se que no primeiro dia, a parcela 1 apresentou 1,75 mm, seguido de 0,44, 0,60 e 0,65 mm pelas parcelas 2, 3 e 4 cada, respectivamente, totalizando 3,44 mm no dia.

Os maiores eventos de escoamento registrados ocorreram nos dias 3 e 9 de abril, somando 5,76 mm, que representam 88,33% do total mensurado até então. Em ambos os dias houve volume de água nas quatro parcelas, podendo ser um reflexo da maneira em que foram adotadas as técnicas e disposição das plantas para início do reflorestamento. As taxas de infiltração para cada dia puderam ser estimadas a partir da relação entre o escoamento e a precipitação diária, sendo respectivamente: 1- 91,82%, 2- 91,79%, 3- 97,52%, 4- 99,5%, valores estes que apresentam certa similaridade.

A obtenção dos valores relacionados ao escoamento superficial representam uma parcela importante do balanço hídrico de uma área, um modelo geral a partir destes dados pode ser expandido para uma versão mais detalhada a partir da integração de outros componentes como a perda de solo, a infiltração e a descrição das propriedades físicas e químicas dos solos (Meyer & Wischmeier, 1969).

Os dados relacionados a perda de solo através das enxurradas, foram obtidos através da secagem do material em laboratório. Apenas a parcela 4 apresentou perda de solo e escoamento superficial (ES) em todos os 4 dias em que houve registros, o que pode ser explicado pelo manejo recebido. Abaixo são apresentadas as tabelas com o resumo da perda de solo e o balanço hídrico de cada parcela, o valor em (g/m<sup>2</sup>) foi obtido através da divisão do valor obtido pela equação abordada na metodologia pela área total de cada parcela, no estudo em questão, 88m<sup>2</sup>.

**Tabela 1.-** Dados de perda de solo e balanço hídrico da parcela 1.

Data	Precipitação (mm/24hs)	Parcela I				
		Perda de Solo			Balanço Hídrico	
		(g)	(g/m <sup>2</sup> )	(t/ha)	ES (mm/24hs)	Inf (mm/24hs)
03/04/2022	42,0	123,30	1,401	0,014	1,75	40,25
09/04/2022	28,4	18,70	0,212	0,002	0,48	27,92
14/04/2022	30,4	2,22	0,025	0,000	0,11	30,29
15/04/2022	2,0	0,000	0,000	0,000	0,00	2,00

**Tabela 2.-** Dados de perda de solo e balanço hídrico da parcela 2.

Data	Precipitação (mm/24hs)	Parcela II				
		Perda de Solo			Balanço Hídrico	
		(g)	(g/m <sup>2</sup> )	(t/ha)	ES (mm/24hs)	Inf (mm/24hs)
03/04/2022	42,0	242,262	2,753	0,028	0,44	41,56
09/04/2022	28,4	326,594	3,711	0,037	0,44	27,96
14/04/2022	30,4	0,000	0,000	0,000	0,00	30,40
15/04/2022	2,0	0,000	0,000	0,000	0,00	2,00

**Tabela 3.-** Dados de perda de solo e balanço hídrico da parcela 3.

Data	Precipitação (mm/24hs)	Parcela III				
		Perda de Solo			Balanço Hídrico	
		(g)	(g/m <sup>2</sup> )	(t/ha)	ES (mm/24hs)	Inf (mm/24hs)
03/04/2022	42,0	88,792	1,009	0,010	0,60	41,40
09/04/2022	28,4	121,853	1,385	0,014	0,27	28,13
14/04/2022	30,4	0,000	0,000	0,000	0,00	30,40
15/04/2022	2,0	0,000	0,000	0,000	0,00	2,00

**Tabela 4.-** Dados de perda de solo e balanço hídrico da parcela 4.

Data	Precipitação (mm/24hs)	Parcela IV				
		Perda de Solo			Balanço Hídrico	
		(g)	(g/m <sup>2</sup> )	(t/ha)	ES (mm/24hs)	Inf (mm/24hs)
03/04/2022	42,0	947,936	10,772	0,108	0,65	41,4
09/04/2022	28,4	1485,617	16,882	0,169	1,14	27,3
14/04/2022	30,4	533,727	6,065	0,061	0,65	29,8
15/04/2022	2,0	5,674	0,064	0,001	0,01	1,99



A parcela 4 apresentou os maiores resultados referentes a perda de solo: 0,338 t/ha, seguido de 0,065 t/ha (Parcela 2), 0,024 t/ha (Parcela 3) e 0,0016 t/ha (Parcela 1). A remoção total da cobertura vegetal favoreceu a remoção de partículas de solo, uma vez que os valores analisados foram muito superiores aos obtidos nas demais parcelas monitoradas até o presente momento. O resultado total de escoamento obtido entre a parcela 1 e 4 foram bastante semelhantes: 2,37 mm e 2,45 mm, o acompanhamento dos próximos eventos será determinante para a melhor avaliação do balanço hídrico e principalmente na verificação da ocorrência ou não de feições erosivas no interior das parcelas.

## CONCLUSÃO

A partir dos resultados parciais é possível identificar que mesmo com a presença de vegetação, caracterizada pelas pastagens, há ocorrência de escoamento superficial na vertente estudada. O período monitorado trata-se do início da execução dos tratamentos, portanto um resultado com maior representatividade é esperado ao longo dos próximos meses, onde haverá mais oportunidades de se registrar o comportamento hidrológico das parcelas mediante novos eventos de chuva em conjunto ao desenvolvimento dos plantios realizados e a obtenção de um diagnóstico das características físicas e químicas dos solos da área de estudo.

Uma vez compreendido o comportamento hídrico destes solos que fazem parte de uma das áreas prioritárias do PAF, os próximos passos da pesquisa visam identificar o efeito das diferentes estratégias de recuperação florestal que estão sendo adotadas pela executora do projeto, a fim de estabelecer parâmetros hidrossedimentológicos que possam contribuir para o aprimoramento das políticas que envolvem o pagamento dos responsáveis por proverem serviços ambientais e áreas destinadas à conservação, tornando maior o valor atribuído às atividades sustentáveis de proteção ambiental e uso dos recursos naturais.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos de antemão, a UERJ (Universidade do estado do Rio de Janeiro), ao Lagefis (Laboratório de geografia Física) e em especial ao LGA (Laboratório de Geotecnia Ambiental), no qual ambos somos membros, e ao singular apoio de nosso orientador Hugo Portocarrero. Por último, agradecemos a Embrapa e a Crescente Fértil que são apoiadoras da pesquisa.

## REFERENCIAS

- Anache, J. A. A., Wendland, E. C., Oliveira, P. T. S., Flanagan, D. C., & Nearing, M. A. (2017). *Runoff and soil erosion plot-scale studies under natural rainfall: A meta-analysis of the Brazilian experience*. CATENA, 152. pp. 29-39.
- Brady, N. C.; Weil, R. (2013). Elementos da natureza e propriedades dos solos. 3.ed. Porto Alegre, RS: Bookman, pp. 686.
- Carretta, L., Tarolli, P., Cardinali, A., Nasta, P., Romano, N., & Masin, R. (2021). *Evaluation of runoff and soil erosion under conventional tillage and no-till management: A case study in northeast Italy*. CATENA, 197. pp. 10.
- Coelho, N. R.; Gomes, A. S.; Cassano, C. R.; Prado, R. B. (2021). Panorama das iniciativas de pagamento por serviços ambientais hídricos no Brasil. Engenharia Sanitária e Ambiental.
- Coelho Netto, A. L. (1994). Hidrologia de encostas na interface com a Geomorfologia. In: Guerra, A.J.T. & Cunha, S.B. (org.). Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos, Ed. Bertrand Brasil, 3ed., pp. 93-148.
- Dantas, M. E.; Shinzato, E.; Medina, A. I. M.; da Silva, C.R.; Pimentel, J.; Lumberras, J. F.; Calderano, S.B. (2000). Diagnóstico Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro. CPRM - RJ. pp.33.

- Fidalgo, E.C.C.; Prado, R.B.; Turetta, A.P.D.; Schuler, A.E.** (2017). Manual para pagamento por serviços ambientais hídricos: seleção de áreas e monitoramento. 1ª ed. Editoras técnicas. – Brasília, DF. pp. 88.
- Guerra, A. J. T.; Jorge, M. C. O.; Rangel, L. de A.; Bezerra, J. F. R.; Loureiro, H. A. S.; Garritano, F. N.** (2020). Erosão dos solos, diferentes abordagens e técnicas aplicadas em voçorocas e erosão em trilhas. William Morris Davis - Revista de Geomorfologia, v. 1, n. 1, p. 75-117.
- Lima, P. A.; Guerra, A.J.T.** (2019). Degradação do Solo em Municípios do Sul do Estado de Mato Grosso do Sul Decorrente da Implantação da Colônia Agrícola Nacional de Dourados – CAND. Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ , Vol. 42 – 1, pp. 402-412.
- Loureiro, H. A. S.; Guerra, A. J. T.; Bezerra, J. F. R.; Pereira, L. S.; Garritano, F. N.** (2022). Monitoramento da Erosão Hídrica no Brasil: dos Métodos Manuais aos Digitais. In: Júnior, O. A. C. Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira. pp. 530-563.
- Lou, Y.; Gao, Z.; Sun, G.; Wu, T.; Zhou, F; Ai, J.; Cen, Y.; Xie, J.** (2022) *Runoff scouring experimental study of rill erosion of spoil tips*. CATENA, 214. pp. 14.
- Meyer, L.D.; Wischmeier, W.H.** (1969). *Mathematical simulation of the process of soil erosion by water*. Transactions of the American Society Agricultural Engineers 12: pp.754– 758.
- Nepomuceno, A. N.; Nachornik, V.** (2015). Estudos e técnicas de recuperação de áreas degradadas. Curitiba: Intersaberes. pp. 221.
- Pereira, M. P. S.; Francelino, M. R.; Queiroz, J. M.** (2017). A Cobertura Florestal em Paisagens do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. Floresta e Ambiente. pp. 11.
- Portocarrero, H.** (2009). Avaliação do Efeito de Técnicas de Bioengenharia em Parâmetros Hidrossedimentológicos Utilizando Instrumentação Automatizada. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da PUC-Rio. pp. 711.
- Prado, R. B., Monteiro, J. M., de Barros, L. C., Parron, L. M., Moura, M. S. G., de Aquino Ribeiro, S. P. E., & de Oliveira Figueiredo, R.** (2020). *Conservation of ecosystems and water supply*. In: Silva, M. S. L. da; Matthiensen, A.; Brito, L. T. de L.; Lima, J. E. F. W.; Carvalho, C. J. R. de (ed.). *Clean water and sanitation: contributions of Embrapa*. Brasília, DF: Embrapa. pp. 59-72.
- Xu, Q.-X.; Wang, T.-W.; Cai, C.-F.; Li, Z.-X.; Shi, Z.-H.; Fang, R.-J.** (2013). *Responses of Runoff and Soil Erosion to Vegetation Removal and Tillage on Steep Lands*. Pedosphere, 23(4). pp. 532–541.
- Wischmeier, W.H., Smith, D.D** (1978). *Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation planning*. Agriculture Handbook. 537. USDA, Washington, pp. 58.