



ANÁLISE DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO EM DIFERENTES TIPOS DE COBERTURA E A RELAÇÃO COM O ESCOAMENTO SUPERFICIAL E EROSÃO LAMINAR NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DO DGEO/UERJ NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO (RJ)

Vitória Nicknig Alexandre¹
Ana Valéria Freire Allemão Bertolino²
Gabrielly Couto Campos³
Luiz Felipe Bruver Pereira⁴
Dayane Da Conceição Silva De Mattos⁵
Thiago Neves Simeão⁶
Julia Goncalves Barros Dos Santos⁷
Thiago Dos Prazeres Do Nascimento⁸

RESUMO

O solo é um sistema em constante transformação, com interações entre a vida biológica e seus componentes estruturais. A erosão, como processo de degradação, tem sido amplamente discutida, dado seu impacto negativo sobre o meio ambiente e a sociedade. Este trabalho tem como objetivo analisar a erosão laminar em um Cambissolo Háplico sob diferentes coberturas vegetais, na Estação Experimental de Erosão da Faculdade de Formação de Professores da UERJ, localizada no bairro do Patronato, em São Gonçalo (22°49'56"S 43°04'22"W). A área de estudo possui três parcelas de 10 m², delimitadas por chapas galvanizadas de zinco (30 cm de altura) e conectadas a caixas d'água de 1000 L por tubos de PVC, sendo elas: SC (sem cobertura), GR (com *Brachiaria decumbens*) e LEG (com *Arachis Pintoii*). Monitoradas diariamente, essas parcelas fornecem dados para análise laboratorial do escoamento e da erosão. Foram coletadas amostras deformadas para análise granulométrica e indeformadas para ensaios de porosidade (macro, micro e total), utilizando o método da mesa de tensão. A análise foi feita na profundidade de 0–15 cm, separando as frações granulométricas por peneiramento e pipetagem. As amostras indeformadas foram coletadas em diferentes posições das parcelas, saturadas por 24 h, pesadas, e submetidas à mesa de tensão com 60 cm de coluna d'água, que retém água apenas nos macroporos. Os resultados indicam maior densidade (1,8 g/cm³), escoamento (2394,4 L) e perda de solo (1,43 ton./ha) na SC; a LEG apresentou menor densidade (1,4 g/cm³), maior porosidade (47,7%) obteve de escoamento e menor perda (174,5 L e 0,005 ton./ha), enquanto a GR teve valores intermediários (89,1 L e 0,008 ton./ha). Conclui-se que coberturas vegetais, sobretudo leguminosas, reduzem significativamente a erosão e melhoram a qualidade do solo.

¹ Graduanda do Curso de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ/FFP) - RJ, vitorianicknigrj@hotmail.com;

² Professor orientador: titular da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ/FFP) - RJ, anabertolino@uol.com.br;

³ Graduanda do Curso de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ/FFP) - RJ, gabrielly.couto.campos@gmail.com;

⁴ Graduando do Curso de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ/FFP) - RJ, luizfelipebruver@gmail.com;

⁵ Graduanda do Curso de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ/FFP) - RJ, dayane14.uerj3@gmail.com.

⁶ Mestrando do Curso de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ/FFP) - RJ, thiagoneves078@gmail.com;

⁷ Graduanda do Curso de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ/FFP) - RJ, juliasantos.fff@gmail.com;

⁸ Mestrando do Curso de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ/FFP) - RJ, n4scimento.t.p@gmail.com;



INTRODUÇÃO

O solo é considerado um sistema em transformação, apresentando diversas interações entre a vida biológica e seus componentes estruturais. São diversos os fatores responsáveis pela deterioração dos solos, agindo de maneira direta ou indireta (GUERRA & JORGE, 2012). A erosão do solo tem sido amplamente discutida para compreender as variáveis que regulam esses processos de degradação acelerada, os quais impactam negativamente o meio ambiente e a sociedade. Nesse sentido, a água se destaca como um dos principais agentes desencadeadores desse processo, sendo crucial compreender o trajeto percorrido pelos fluxos de água nas encostas, para assim entender os processos que ocorrem na paisagem (GUERRA, 2021).

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2017), entre os principais elementos climáticos que influenciam os processos erosivos, como precipitação, evaporação, temperatura, vento e umidade relativa, a precipitação é o que possui a relação mais direta com a erosão hídrica.

De acordo com Coelho Netto (2018), a intensidade dos efeitos pluviométricos provocados pela entrada de frentes frias está diretamente relacionada às diferenças de temperatura entre as massas de ar em contato e à quantidade de umidade presente na massa de ar afetada. De modo geral, no verão, essas frentes costumam gerar chuvas intensas e de curta duração, enquanto no inverno predominam chuvas mais prolongadas e de menor intensidade.

Para Coelho Netto (2021), o solo exerce influência direta de definição da quantidade de água da chuva que se infiltra no subsolo e do volume que escoar superficialmente. LEPSCH (2011) faz referência à dinâmica da água nos solos, destacando que, em um solo encharcado, todos os poros estão preenchidos com água. Isso significa que não há espaço para o ar, e a drenagem natural é dificultada. Por outro lado, em um solo seco, a água está praticamente ausente, com os poros preenchidos majoritariamente por ar. Essa variação na saturação do solo é fundamental para entender processos como a infiltração de água, o escoamento superficial e a erosão do solo. O movimento da água na superfície do solo é o fator primordial do processo erosivo, levando à perda dos horizontes e camadas do perfil ao seguir as rotas preferenciais dos fluxos superficiais ou subsuperficiais, relacionados a vários mecanismos erosivos e deposicionais (GUERRA, 2017). Conforme indicado por BERTONI & LOMBARDI NETO (2017), a erosão do solo é causada pela chuva e principalmente devido ao impacto das gotas que caem com diferentes velocidades e energias, dependendo de seu tamanho. A capacidade do solo de resistir a essa erosão é influenciada por suas características físicas e químicas,



composição específica e vegetação presente. Portanto, é fundamental considerar a cobertura vegetal como um dos elementos que regula os processos erosivos.

Segundo BRADY (2022), a inclusão de culturas forrageiras, como gramíneas e leguminosas de rápido desenvolvimento, em sistemas de rotação de culturas e plantio em fileiras, é fundamental para combater a erosão e o escoamento de água superficial. As leguminosas desempenham um papel importante na proteção do solo, na fixação de carbono e nitrogênio atmosférico, na manutenção ou aumento da matéria orgânica, na mobilização e reciclagem de nutrientes, além de favorecer a atividade biológica do solo (PERIN, 2001).

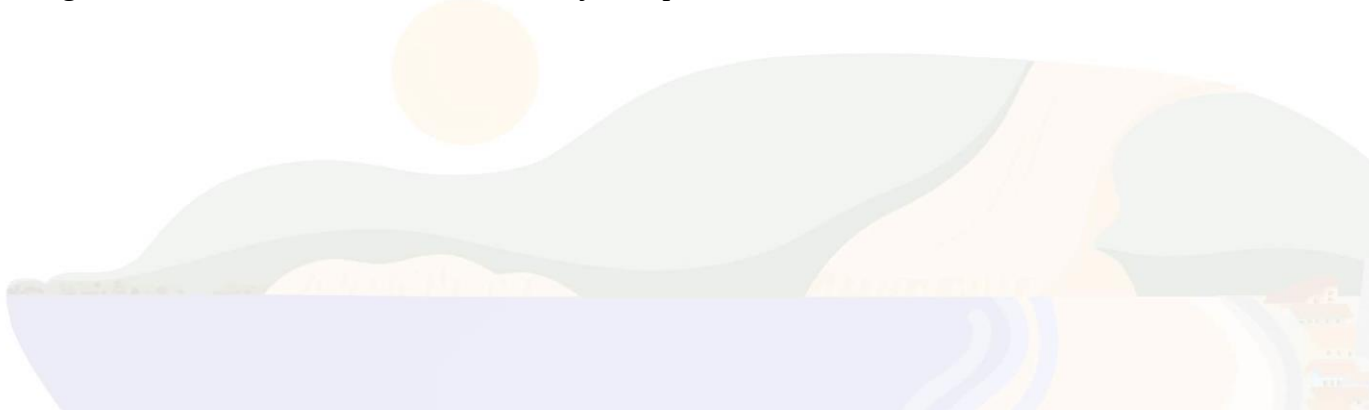
Conforme PERIN (2000), VALENTIN et al. (2001) e PEREIRA (2006), o amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) é uma leguminosa herbácea perene nativa do Brasil, que se destaca pela produção abundante de raízes, especialmente nas camadas superficiais do solo, resultando em uma considerável redução nos níveis de umidade do solo. Caracteriza-se pelo rápido crescimento, o que proporciona uma cobertura eficaz do solo.

Esse tipo de leguminosa traz resultados positivos no combate à erosão, adaptando-se a diferentes altitudes, desde o nível do mar até cerca de 1.800m, em solos ácidos com baixa a média fertilidade. Sua utilidade é especialmente notável em solos degradados, sendo amplamente reconhecida na área de estudo.

Assim, o objetivo principal deste trabalho é analisar as propriedades físicas do solo em diferentes tipos de cobertura e a relação com o escoamento superficial e erosão laminar em um Cambissolo Háplico e assim entender qual deles é mais adequado e que apresenta dados demonstrativos de uma maior eficiência do solo.

METODOLOGIA

A área de estudo é formada por Estações Experimentais Urbanas, onde são monitorados diariamente dados climatológicos, erosivos e hidrológicos a respeito do ambiente do município de São Gonçalo. Está situada no bairro do Patronato, no município de São Gonçalo (22°49'56"S 43°04'22"W), na Faculdade de Formação de Professores vinculada ao Departamento de Geografia da UERJ, onde se encontra a Estação Experimental de Erosão.



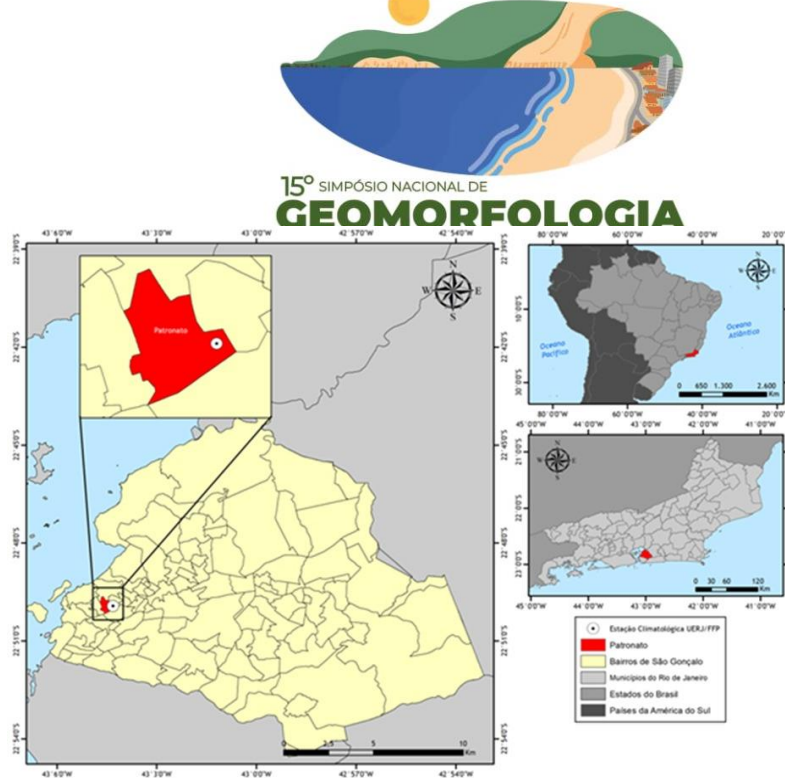


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

A Estação Climatológica Experimental da UERJ/FFP/SG conta com instrumentos como termômetros, evaporímetro, pluviógrafo, entre outros equipamentos que auxiliam no monitoramento das condições atmosféricas e dão suporte às pesquisas desenvolvidas na Estação de Erosão. A Estação de Erosão é composta por três parcelas experimentais, cada uma com 10 m² de área, delimitadas por chapas galvanizadas de zinco com 30 centímetros de altura e conectadas a caixas d'água de 1000 litros por meio de tubos de PVC. As parcelas estão organizadas da seguinte forma: (1) Parcela SC - sem cobertura vegetal; (2) Parcela GR - com gramíneas do tipo braquiária (*Brachiaria decumbens* Staf.), sendo periodicamente podadas a uma altura de 5 a 10 cm; (3) Parcela LEG - com a presença de Amendoim Forrageiro (*Arachis Pintoii*). No dia 8 de maio de 2023, as mudas de *Arachis Pintoii* foram plantadas na parcela LEG, com um espaçamento de 50 cm entre as fileiras.

A Estação de Erosão foi instalada com o objetivo de quantificar o escoamento superficial e a perda de solo em parcelas experimentais sob diferentes condições de uso e manejo do solo. Cada parcela está conectada a caixas d'água com capacidade de 1.000 litros, as quais funcionam como reservatórios para o acúmulo do escoamento gerado pelos eventos de chuva. A metodologia de coleta baseia-se na extração de alíquotas representativas do escoamento superficial. Após cada evento pluviométrico, é coletada manualmente uma alíquota de 1 litro da água acumulada na respectiva caixa de cada parcela. Essa amostra é utilizada para análises laboratoriais, enquanto o volume total de escoamento é aferido diretamente com base no nível da água acumulada no reservatório. Esses procedimentos seguem protocolos similares aos descritos por BERTONI & LOMBARDI NETO (2012) e WISCHMEIER (1976), endo

amplamente utilizado em experimentos de campo para estimativas de perda de água e sedimentos. O monitoramento ocorre de forma sistemática, sendo realizado diariamente às 9h da manhã após qualquer evento de chuva. O período de amostragem abrange desde o mês de outubro de 2023 até outubro de 2024, totalizando um ano completo e 55 eventos de chuvas.



Figura 2: fotos das parcelas de erosão respectivamente: SC (sem cobertura), LEG (leguminosa), GR (gramínea).

Para a análise das propriedades físicas do solo, foram coletadas amostras deformadas e indeformadas. Os ensaios de macroporosidade, microporosidade e porosidade total foram realizados por meio do método da mesa de tensão, conforme descrito por Oliveira e Paula (1983) e pela Embrapa (2017). Esse método consiste na aplicação de uma tensão específica que remove a água dos macroporos das amostras indeformadas. Posteriormente, as amostras são levadas à estufa para a retirada da água retida nos microporos. A porosidade total é determinada como a soma das porosidades macro e microporosas obtidas nesses processos.

De acordo com Ferreira (2010), a porosidade total pode ser estimada de forma simples, configurando-se como uma caracterização parcial do sistema poroso do solo. Esse cálculo baseia-se nas densidades do solo e das partículas, sendo necessária apenas a conversão desses dados para volume.

Foram coletadas amostras indeformadas nas porções alta, média e baixa das parcelas SC, LEG e GR. Em seguida, essas amostras foram submetidas à saturação por 24 horas e, posteriormente, pesadas, em quintuplicada, para determinação do peso úmido (P1). Em seguida, foram transferidas para uma mesa de tensão, posicionadas sobre um mata-borrão por 72 horas, sob uma tensão de 60 cm da coluna d'água, que é adequada para retirar a água apenas dos macroporos. Após alcançar o peso constante (P2), as amostras foram secas em estufa a 110°C

para obter o peso seco (P3). Desse modo, foram calculados os valores da densidade do solo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade, utilizando as seguintes equações:

- *Volume do anel:* $V_t = \pi \cdot r^2 \cdot h$ (1);
- *Densidade do solo:* $D_s = \frac{P_3}{V_t}$ (2);
- *Porosidade Total:* $n\% = \frac{P_1 - P_3}{V_t} (3)$;
- *Macroporosidade:* $Ma\% = \frac{P_1 - P_2}{V_t} \times 100$ (4);
- *Microporosidade:* $Mi\% = \frac{P_2 - P_3}{V_t} \times 100$ (5).

Onde: P1 = Peso saturado (g)

P2 = Peso seco (g)

P3 = Peso total (g)

Vt = Volume Total (L³)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de precipitação, escoamento superficial e erosão foram registradas por meio de monitoramento diário realizado entre outubro de 2023 e outubro de 2024, cobrindo 56 eventos de chuva que totalizaram 857,5mm. É possível ver na figura 3, que o período com maior taxa de precipitação é o verão (dezembro- março) e a menor taxa é o inverno (junho-setembro), sendo janeiro de 2024 a maior média com 11,4 mm e os meses de abril e junho de 2024 com as menores médias de 0,1mm.

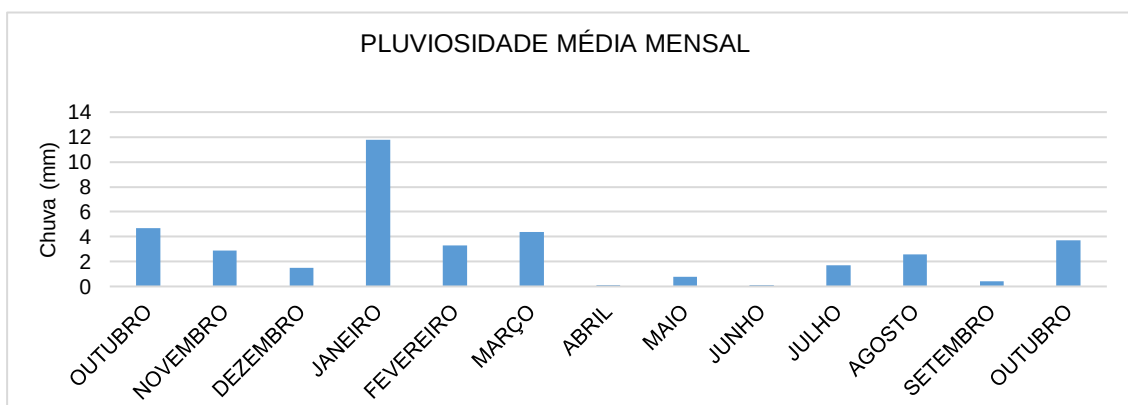


Figura 3. Pluviosidade média mensal de outubro 2023 e outubro 2024 na Estação Climatológica do DGEO/FFP.

Os resultados demonstram que na figura 4 apresenta os resultados referentes à porosidade total, macroporosidade e microporosidade do solo. A porosidade total foi mais elevada na parcela Leguminosa (47,7%), seguida pela Sem Cobertura (46,2%) e pela Gramínea (45,8%).

A porosidade total foi maior na parcela com LEG (47,7%), seguida pela SC (46,2%) e pela GR (45,8%). A macroporosidade, associada aos poros maiores que facilitam a infiltração de água,

apresentou valores mais elevados na parcela LEG (28,1%), indicando que essa cobertura vegetal melhora a estrutura do solo e aumenta sua capacidade de infiltração. Já a microporosidade, relacionada aos poros menores que retêm água, foi maior na parcela SC (21,6%), sugerindo que essa condição apresenta maior vulnerabilidade à erosão.

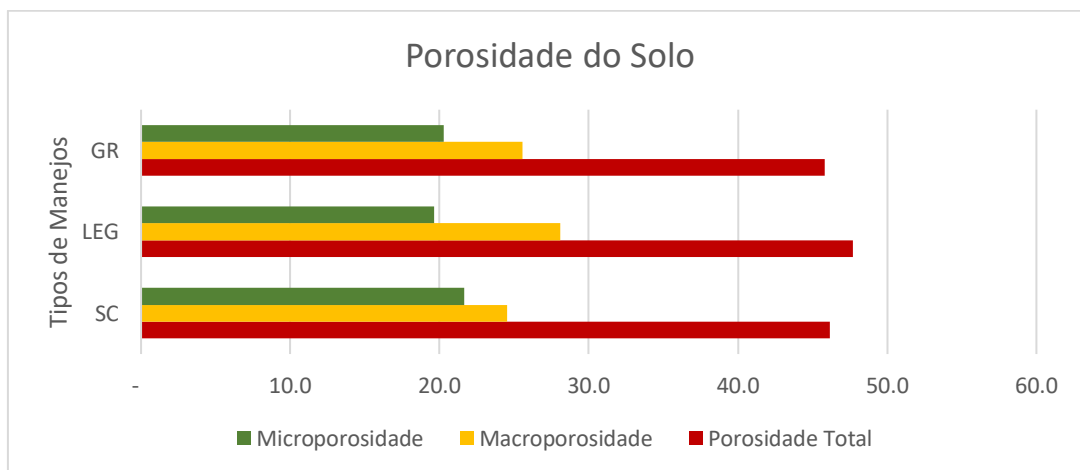


Figura 4. Gráfico de macroporosidade, microporosidade e porosidade total das parcelas SC (sem cobertura), LEG (leguminos) e GR (gramínea).

Conforme apresentado na Tabela 1, a parcela sem cobertura vegetal (SC) apresentou a maior densidade do solo, indicando um nível mais elevado de compactação. Para Brady (2013), o aumento da densidade do solo indica um ambiente desfavorável ao crescimento radicular, com menor aeração e redução da infiltração de água. Essa condição pode resultar na redução da porosidade, dificultar a infiltração de água e intensificar o escoamento superficial, favorecendo processos erosivos. Em contraste, a menor densidade foi observada na parcela com cobertura de *Arachis pinto* (LEG), o que sugere que essa espécie contribui para a manutenção de uma estrutura do solo menos compactada, promovendo maior infiltração hídrica. A parcela com gramíneas (*Brachiaria decumbens*, GR) apresentou valores intermediários, indicando que essa cobertura também reduz a compactação em relação à parcela descoberta, embora com menor eficiência do que o *Arachis pinto*. Esses resultados reforçam a importância do uso de coberturas vegetais como prática conservacionista, atuando diretamente na melhoria da estrutura física do solo e na mitigação da erosão.

PARCELA	DENSIDADE DO SOLO
SC	1,8
GR	1,7
LEG	1,6

Tabela 1. Tabela de densidade aparente do solo das parcelas SC (sem cobertura), LEG (leguminos) e GR (gramínea).

Nos resultados referentes ao escoamento superficial na figura 5, a parcela SC registrou um total de 2394,4 litros, a parcela GR acumulou 89,1 litros, enquanto a parcela LEG obteve 174,5 litros. No que diz respeito à perda de solo na figura 6, os sistemas GR e LEG mostraram valores baixos, com 0,008 ton./ha e 0,005 ton./ha, respectivamente, ao passo que a parcela SC apresentou o maior valor, de 1,5 ton./ha.

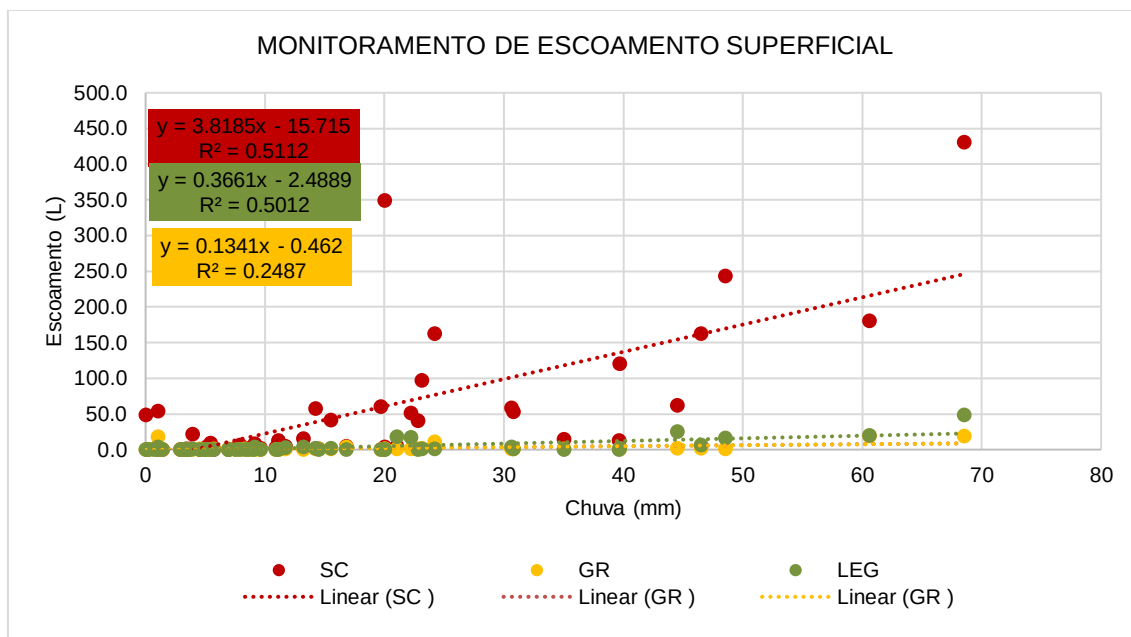


Figura 5. Gráfico de escoamento superficial das parcelas SC (sem cobertura), LEG (leguminos) e GR (graminea).

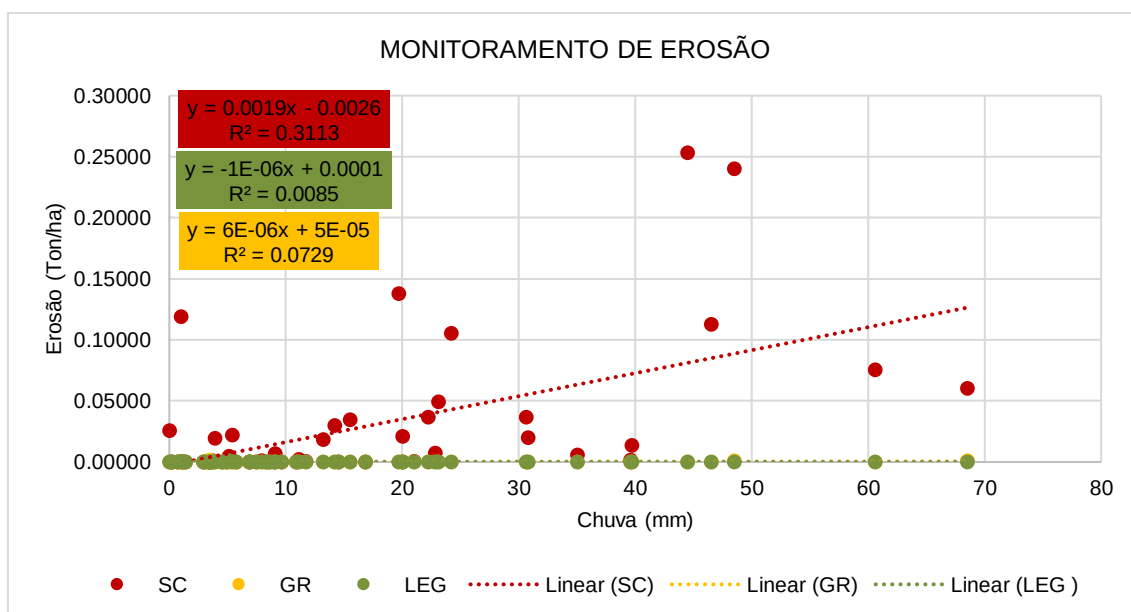


Figura 6. Gráfico de erosão laminar das parcelas SC (sem cobertura), LEG (leguminos) e GR (graminea).

CONSIDERAÇÕES FINAIS



Os resultados indicam que a parcela com *Arachis pintoii* (LEG) promove melhorias significativas nas propriedades físicas do solo, reduzindo a densidade aparente ($1,6 \text{ g/cm}^3$) e aumentando a porosidade total (47,7%). Em contraste, a sem cobertura vegetal (SC) resultou em maior compactação do solo ($1,8 \text{ g/cm}^3$), condição que favorece a ocorrência de processos erosivos. A com gramíneas (*Brachiaria decumbens*, GR) apresentou efeito intermediário, tanto na densidade quanto na porosidade do solo. Este estudo demonstra como o uso da cobertura vegetal, especialmente a leguminoso amendoim forrageiro (*Arachis Pintoii*), é eficaz para a conservação do solo.

Palavras-chave: EROSÃO LAMINAR, ÁGUA NO SOLO, LEGUMINOSA.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos ao Departamento de Estágios e Bolsas/CETREINA, ao Programa de Apoio Técnico às Atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão (PROATEC) e ao PROINFRA/UERJ pelos financiamentos e bolsas concedidos, bem como à Universidade do Estado do Rio de Janeiro (PR-1) pelas bolsas destinadas às alunas Dayane Mattos, Júlia Santos e Vitória Alexandre. Agradecem também à FAPERJ pela bolsa dos alunos Luiz Felipe Pereira e Thiago Neves e à CAPES pela bolsa do aluno Thiago Nascimento.

REFERÊNCIAS

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. 10a ed. São Paulo: Ícone, 2017. 355 p.

COELHO NETO, A. L. Hidrologia de encostas na interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. da. (Orgs.). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, edição, 2018.

FERREIRA, M. M. Caracterização física do solo. In: LIER, Q. J. (Ed). Física do solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p. 1-28

GUERRA, A. J. T. Processos Erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos. 8ª ed. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2008.



GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. Geomorfologia do cotidiano: a degradação dos solos. Revista Geonorte, v. 3, n. 7, p. 116-135, 2012.

GUERRA, A. J. T. Técnicas e métodos utilizados no monitoramento dos processos erosivos. **Sociedade & Natureza**, [S. l.], v. 8, n. 15, 2021.

LEPSCH, Igo F. 19 lições de pedologia. Oficina de textos, 2021.

PEREIRA, A. R. Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão. Ed. FAPI. MG, 2006. 147 p.

PERIN, A.; GUERRA J.G.M.; TEIXEIRA M.G. Efeito da Morfologia Radicular de Leguminosas Hebáceas Perenes na Umidade de um Arginossolo. Comunicado Técnico, nº44, p.8, 2001. Efeito da Morfologia Radicular de Leguminosas Hebáceas Perenes na Umidade de um Argissolo. Comunicado Técnico, nº44, p. 8, 2000.

VALENTIM, L.F.; CARNEIRO, J.C. Amendoim Forrageiro cv. Belmonte: Leguminosa Para a Diversificação das Pastagens e Conservação do Solo no Acre. Circular Técnica, nº43, Embrapa, Rio Branco, AC, p. 18, 2001.

