



Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Geografia - UFPR

ESCOAMENTO SUPERFICIAL E PERDA DE SOLO EM DIFERENTES USOS DO SOLO NO FAXINAL ANTA GORDA - PRUDENTÓPOLIS (PR)

SURFACE FLOW AND SOIL LOSS IN DIFFERENT LAND USES IN FAXINAL ANTA GORDA - PRUDENTÓPOLIS (PR)

(Recebido em 19-07-2021; Aceito em 26-04-2022)

Marcelo Batista

Doutorando em Geografia pela Universidade Estadual do Centro-Oeste - Guarapuava, Brasil
marcelobatista21@hotmail.com

Hélio Helder Lenartovicz

Graduado em Geografia pela Universidade Estadual do Centro-Oeste - Guarapuava, Brasil
heliohelderlenar@gmail.com

Resumo

O sistema de Faxinal é uma forma de uso e ocupação característica da região Centro-sul do Paraná. Este sistema se baseia na criação de animais de forma extensiva, sem limites entre as propriedades (criadouro comunitário); extração dos recursos vegetais (madeira e erva-mate) e agricultura de subsistência. Atualmente, os faxinais vêm enfrentando problemas ambientais, a circulação de animais sem restrição de área parece ser a principal causa. Os animais em pastejo compactam e promovem a exposição do solo em pastagens e em florestas. O trabalho foi desenvolvido na área do Faxinal Anta Gorda, localizado no município de Prudentópolis-PR, tendo como objetivo, avaliar a perda de solo em área de floresta com solo exposto e pastagem. Os testes foram realizados com um simulador de chuva, onde foram realizadas três repetições em cada uso do solo. As diferenças ocorreram tanto na quantidade total de água escoada (ml), quanto na perda total de solo (g.m^{-2}). Dentre os usos mencionados, a área de floresta com solo exposto foi o que apresentou a menor capacidade de infiltração. Concluindo-se que os padrões e uso da terra no Faxinal Anta Gorda, são responsáveis por apresentar diferentes respostas na capacidade de infiltração de água e a perda de solo.

Palavras-chave: Criação extensiva; Pastagens; Floresta; Degradação do solo.

Abstract

The Faxinal system is a characteristic way of use and occupation of Center south Parana state. The system is based in an extensively animal creation without limits between the properties (community breeding ground) extraction of plant resources (wood and mate herb) and subsistence agriculture. Currently, the faxinal system is facing some environment problems, and the no restricted animal circulation seems to be one of the causes. The animals promote land exposure in pasture and forests. The work was developed in Faxinal area of Anta Gorda located at city of Prudentopolis, in Parana state,

aiming to evaluate the land loss in forest area with exposed land and pasture. The tests were done by a rain simulator, where three repetitions were accomplished in each use of the land. The differences occurred both in total amount of drained water (mL) as the total land loss (g.m⁻²). Among the mentioned uses, the forest area with exposed land presented the less infiltration capacity. Concluding that the standards and use of land in Faxinal Anta Gorda, were responsible for present different answers in infiltration water capacity and land loss.

Keywords: Extensive creation; Pasture; Forests; Land degradation.

Introdução

O sistema de faxinal é uma forma de organização camponesa característica do sul do Brasil, onde concilia atividades de subsistência, pautado na agricultura familiar, e com atividades silvopastoril na criação de animais em áreas de criadouros comuns. Atualmente, os faxinais estão concentrados no Centro-Sul do estado do Paraná, com destaque entre as populações tradicionais, que desenvolveram suas práticas de uso e ocupação da terra a partir dos saberes transmitidos pelos laços de convivência comunitária com a paisagem (MARINHESKI, 2022).

A principal característica dos faxinais está pautada no uso da terra. Assim fundamenta-se na integração de três componentes principais: a) criação animal de forma coletiva e a solta (sem limites entre as propriedades), através dos criadouros comunitários; b) produção agrícola – policultura alimentar de subsistência para consumo e comercialização; c) extrativismo florestal de baixo impacto – manejo de erva-mate, araucária e outras espécies nativas (CHANG, 1988).

A criação de animais de forma extensiva e sem limites entre as propriedades (criadouro comum), permite que os animais em pastejo, transitem por toda a extensão do faxinal. Os animais transitam livremente pelas áreas de pastagens e florestas, potencializando os problemas ambientais nessas áreas.

Há diversas pesquisas na literatura que abordam as questões ambientais causadas pelo impacto dos animais em pastejo nas áreas de criação de animais de forma extensiva, como: compactação do solo (PULIDO *et al.*, 2017), mudanças nas propriedades do solo e redução da cobertura vegetal (ZHOU *et al.*, 2010), falta de regeneração de árvores (ANTONELI *et al.*, 2019), erosão do solo (ANGASSA, 2014), diminuição da infiltração de água (THOMAZ *et al.*, 2015), poluição da água (PALACIO *et al.*, 2014) e assoreamento de corpos d'água (DA ROCHA *et al.*, 2017), entre outros.

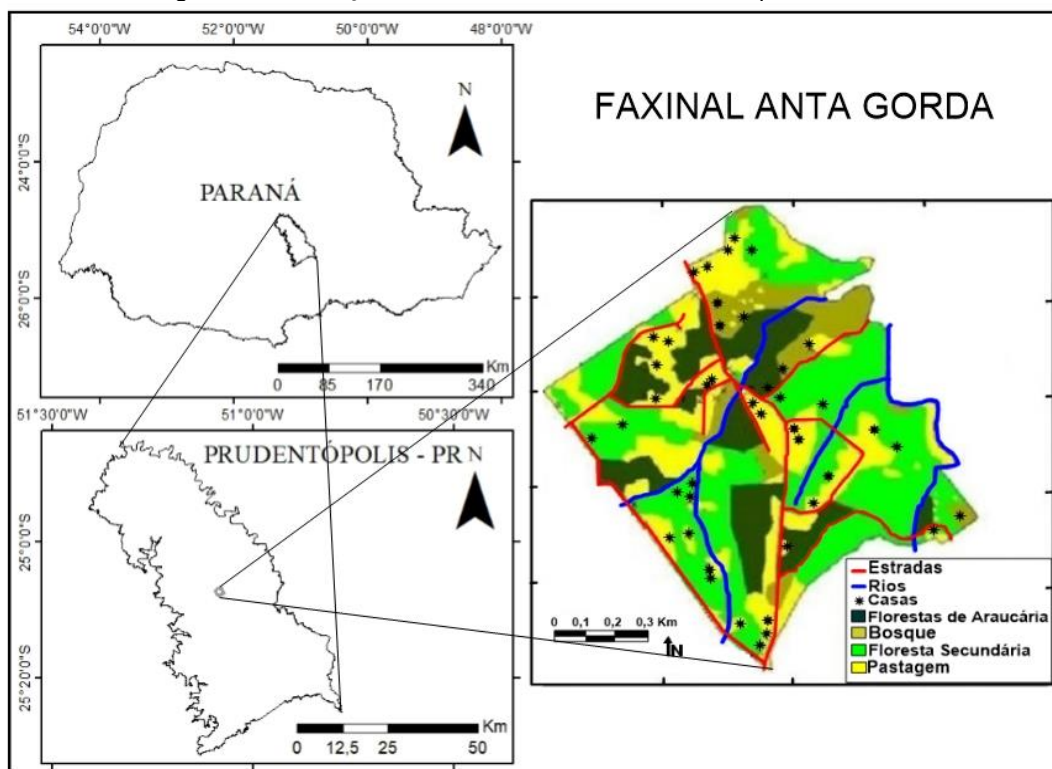
Tanto as áreas de pastagens, quanto as áreas de florestas destinadas ao pastoreio dos animais em áreas de faxinais, podem potencializar a exposição do solo, compactação do solo, redução da eficiência das florestas em controlar a dinâmica hidrológica, dentre outros problemas abordados por Antoneli *et al.* (2020).

Estes problemas ambientais têm início quando não há controle do número de animais por hectare. A carga excessiva leva a exaustão do sistema, tornando-se insustentável do ponto de vista ambiental. Portanto, esta pesquisa tem como objetivo avaliar a perda de água e solo em áreas de pastagem e floresta no Faxinal Anta Gorda, localizado no município de Prudentópolis.

Local de estudo

O estudo foi realizado no Faxinal Paraná Anta Gorda, com as coordenadas 25°6'40"S e 25°8'51"S e 51°4'30" W e 51°5'50"W, localizada no município de Prudentópolis (Paraná, Brasil), (Figura 1).

Figura 1: Localização do Faxinal Anta Gorda – Prudentópolis – Paraná.



Fonte: Os autores (2022).

Este faxinal apresenta uma área de 277 ha, usado como terra comunal para pastagem de gado (algumas áreas já foram vendidas para uso privado). No total, 36,4% de sua superfície são pastagens sem árvores, 34,7% de florestas secundárias com pastagem, 16,1% são bosques com árvores esparsas, e 11,4% áreas degradadas (ANTONELI *et al.*, 2020). O restante, 0,7% são ocupados por edificações (como casas e piquetes), pomares e estradas. Cabe destacar que as áreas degradadas indicadas pelos autores se referem as áreas com exposição total do solo. Essas áreas são encontradas em locais próximos às casas e em áreas de bioturbações (revolvimento de solos causada pelos animais).

Cerca de 240 pessoas (64 famílias) compartilham esses terrenos nos quais a pecuária extensiva é acompanhada por culturas de subsistência, como milho, feijão e arroz nas áreas de plantar (fora do criadouro comunitário). Hoje em dia, também existem pessoas que compram terras em áreas de criadouros para fins recreativos.

Em relação aos animais, este faxinal contém cerca de 90 vacas, 60 cavalos, 250 cabras e 1.500 porcos que se alimentam principalmente de pastagem, frutas e raízes nas terras comunais (ANTONELI *et al.*, 2020).

No contexto regional, a área de estudo está inserida na transição do Segundo para o Terceiro Planalto Paranaense, entre os depósitos sedimentares, e a Formação Serra Geral. Segundo Bednarz (2018), no Segundo Planalto Paranaense, predominam processos de evolução das vertentes, devido aos movimentos de massa e queda de blocos nos Planaltos Residuais da Formação Serra Geral. Com relevos de moderada/alta declividade e erosão laminar e lineares.

O clima predominante é o tropical úmido (Cfb, classificação de Köppen), com invernos frios e precipitação apresentando uma média anual acima de 2.000 mm. Seus solos são principalmente Cambissolos e Gleissolos nas áreas próximas aos cursos d'água (riachos permanentes). A vegetação nativa presente no faxinal é uma floresta Ombrófila Mista de Araucária Angustifolia.

Metodologia

O experimento foi desenvolvido em três parcelas experimentais para mensurar os processos erosivos através de um simulador de chuva. Em ambas as áreas foram instaladas três parcelas de 75 x 75 cm. As parcelas foram construídas com placas de aço galvanizado com 15 cm de altura, onde 3 cm ficam cravados no solo, e na parte inferior foi colocado uma calha para a realização da coleta do escoamento superficial em um volume de capacidade de 1 L (Figura 2).

No final da simulação as amostras recolhidas foram levadas ao laboratório para determinar a quantidade de água escoada e a quantidade de sedimento por metros quadrados (g.m^{-2}). As parcelas possuem solo do tipo Cambissolos com uma declividade com cerca de 18%.

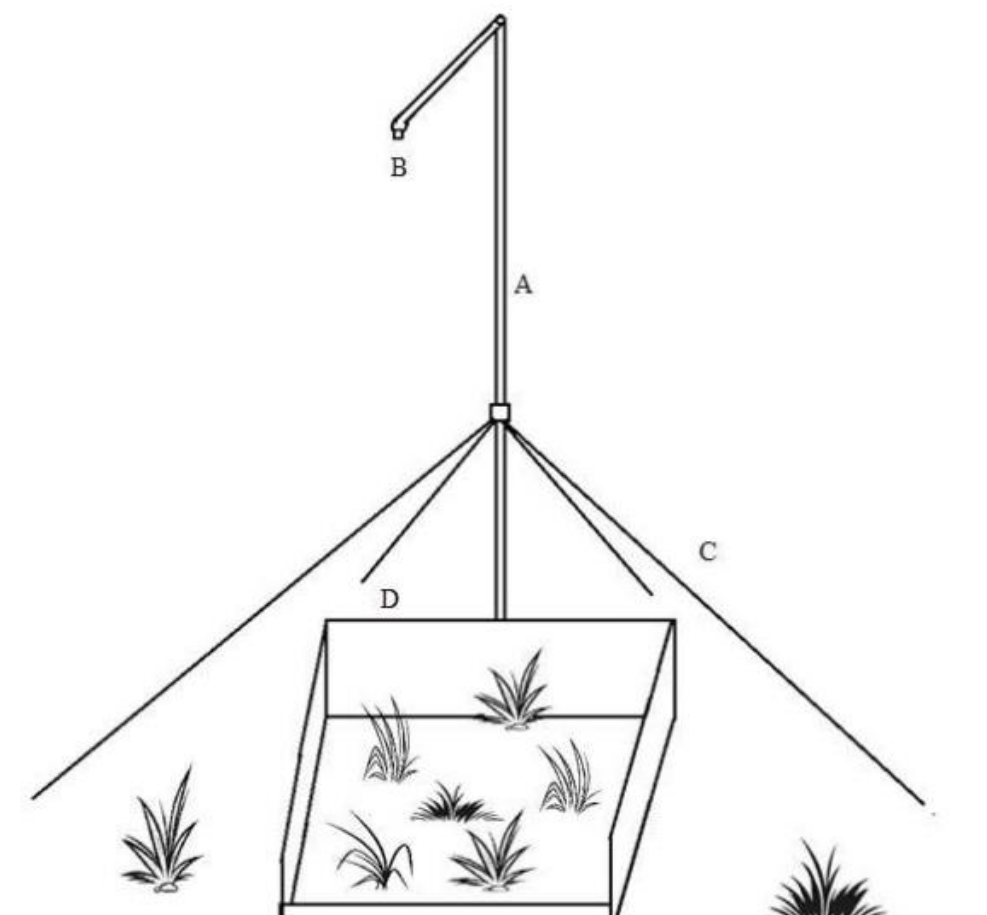
A chuva simulada foi gerada através de um simulador de chuva com Bico multi gotas (SPRACO) Figura 3, instaladas a uma altura de 4,60 metros, o qual é composto por canos e conexões de plásticos e ferro, manômetro para regular e controlar a pressão e uma bomba de água (2,5 HP), todos os componentes do simulador foram validados para se obter a quantidade de chuva necessária.

Figura 2: Captação de água da calha.



Fonte: Os autores (2022).

Figura 3: Simulador de chuva

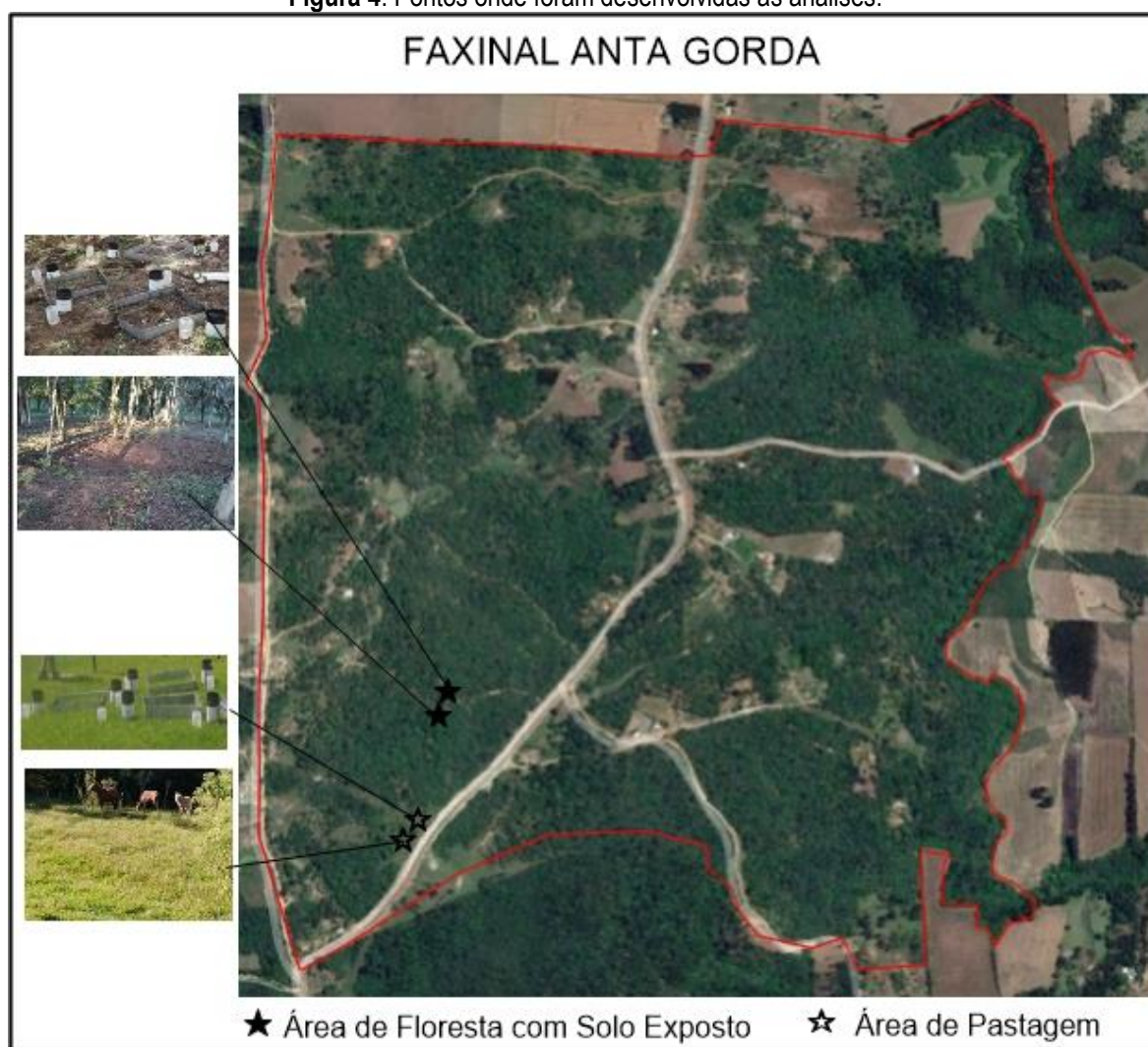


Fonte: Confessor e Rodrigues, (2018)

Este simulador abrange uma área com cerca de 6 m². Em cada área, foram simuladas chuvas com duração de 30 minutos e intensidade média de 33,4 mm.h⁻¹. As chuvas simuladas foram monitoradas com um conjunto de quatro pluviômetros manuais instalados no entorno das parcelas experimentais.

Como afirmam Bezerra e Cantalice (2006), Falcão (2009), Santos *et al.*, (2009) e Souza (2004), a utilização do simulador de chuva em parcelas, traz resultados satisfatórios para que se possa entender a perda de água e solo sobre diferentes coberturas e uso. Podemos ver os pontos onde foram desenvolvidos os testes com o simulador de chuva e com o penetrômetro de impacto (Figura 4).

Figura 4: Pontos onde foram desenvolvidas as análises.

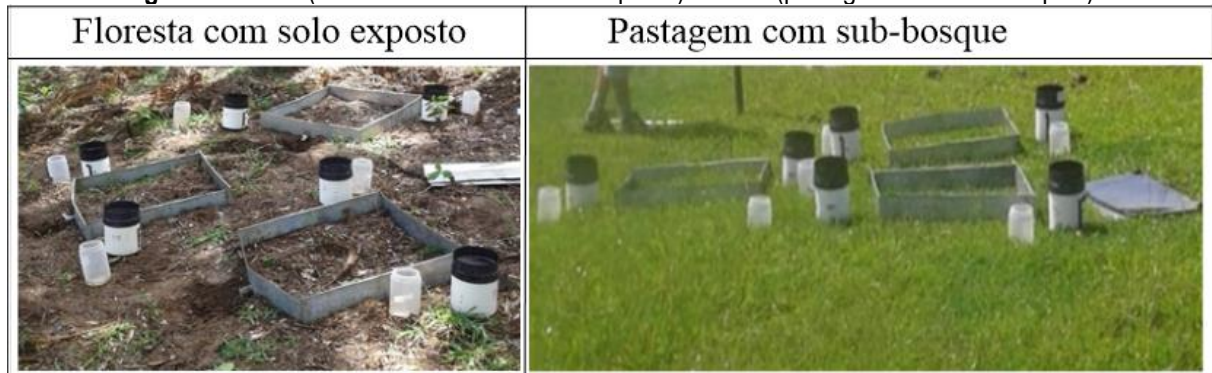


Fonte: Os autores (2022)

As avaliações de perda de água e solo foram efetuadas em duas áreas do criadouro comunitário, em que ocorre o pastejo de animais, sendo: área de floresta com solo exposto (Área 1) caracterizada como área de solo exposto (revolvida pelo pisoteio de animais e o fuçar dos porcos), e a

(Área 2) pastagem coberta com grama em sub-bosque (Figura 5). Em ambas as áreas a simulação de chuva foi desenvolvido abaixo dossel das árvores.

Figura 5: Área 1 (área de floresta com solo exposto). Área 2 (pastagem com sub-bosques).



Fonte: Os autores (2022).

Na área 2, em ambas as parcelas, o solo está completamente coberto com grama, com uma altura de cerca de 9 cm. Com declividades parecidas (em torno de 6%). Durante os experimentos foram aplicadas chuva simulada com intensidade de $33,4 \text{ mm.h}^{-1}$, de maneira uniforme. O controle da intensidade da chuva nas respectivas parcelas foi realizado pelo monitoramento de pluviômetros instalado ao redor das parcelas.

No que se refere às coletas da perda de água e solo, foram realizadas a cada 10 minutos, com duração de 15 segundos, utilizando um vasilhame de plástico com capacidade de 1 litro. Para determinar a taxa de escoamento superficial foi obtido através do volume coletado em (ml), pela duração da coleta em (h). A perda de solo foi determinada em (g).

O material foi coletado a cada 15 segundos, com uma duração de 10 minutos a cada coleta, armazenado nos seus respectivos potes plásticos. Após este primeiro passo as amostras foram encaminhadas para laboratório, dispostos em beckers, pesados e deixadas em repouso. Em seguida, foram encaminhadas para secar em estufa a 65° C durante 72 horas, logo depois os becker foram pesados com o solo seco para identificar a quantidade de sedimento contido em cada amostra (BEZERRA; CANTALICE, 2006; SANTOS; MONTENEGRO; PEDROSA, 2009).

A resistência mecânica do solo à penetração foi coletada através da utilização de um penetrômetro de impacto, o qual identifica a resistência do solo em perfil (0 - 50 cm de profundidade). Os resultados foram transferidos para uma base de dados sendo calculada a resistência do solo em Mega Pascal (MPa). Foram utilizados 09 pontos de coleta de resistência em cada área. As mensurações foram realizadas a cada 10 cm de profundidade.

Para se determinar o nível crítico de resistência à penetração, as classes de interpretação de valores de resistência do solo a penetração estabelecidas no Soil Survey Staff (1993) e descritas em Arshad *et al.* (1996) foram utilizadas no presente trabalho, e sendo descritas a seguir: extremamente baixa: $RP < 0,01$ MPa; muito baixa: $0,01 \leq RP < 0,1$ MPa; baixa: $0,1 \leq RP < 1,0$ MPa; moderada: $1,0 \leq RP < 2,0$ MPa; alta: $2,0 \leq RP < 4,0$ MPa; muito alta: $4,0 \leq RP < 8,0$ MPa; e extremamente alta: $RP > 8,0$ MPa, como sendo o limite crítico de resistência à penetração de raízes para diferentes solos (DORAN *et al.*, 1996 e RICHART *et al.*, 2005).

Resultados e discussão

A perda de água e solo depende de vários fatores que influenciam nos processos hídricos. Os sedimentos produzidos e dispostos nos corpos hídricos são provenientes de duas áreas, floresta com solo exposto e pastagem. Cada uma dessas áreas contribui de forma diferente na produção e transferência desses materiais para os rios.

Influência da precipitação nas perdas de solo

A erosão hídrica sobre pastagem e floresta com solo exposto mostrou elevadas perdas de solo e água durante os testes realizados com o simulador de chuva. O tempo médio que ocorreu as poças de água e o início de escoamento superficial das parcelas nas diferentes categorias de cobertura do solo, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Eventos ocorridos durante a simulação de chuva (média das calhas).

Evento	Tempo (Minutos)	
	Floresta com Solo Exposto	Pastagem com Sub-Bosque
Formação de Poça	3:31	5:40
Início do Escoamento	6:00	11:00

Fonte: Os autores (2022).

Com os dados analisados, nota-se que o início da formação de poças mostra uma saturação do solo, diminuindo sua capacidade de absorção de água, e dando início ao escoamento superficial. Mesmo em condições de floresta onde o processo de escoamento ocorre com uma menor intensidade, os fatores antrópicos tornam-se esses processos mais intensos.

Através do uso do solo de forma irregular, os danos foram inevitáveis, relacionados com o tráfego excessivo de animais em áreas de florestas, ocasionando uma maior compactação do solo. O escoamento superficial em florestas tem início com menor tempo em relação à pastagem (ANTONELI *et al.*, 2012).

Assim a cobertura vegetal se mostrou muito eficiente para se definir uma melhor qualidade do solo, a pastagem mostrou resultados satisfatórios, onde implicou em um aumento significativo no tempo em que se iniciou a formação de poças e escoamento, em relação à área de floresta com solo exposto.

Com uma saturação do solo mais rápido, como foi o caso da floresta com solo exposto, o escoamento superficial ocorreu em maior quantidade, pois, a taxa de infiltração foi menor, apesar do teste realizado com o penetrômetro de impacto mostrar que a área de floresta apresenta uma menor resistência a penetração do solo. O resultado está atrelado a presença de matéria orgânica presente na floresta.

Tais processos podem ser explicados, devido ao revolvimento da camada superficial da parcela de solo pelo fuçar dos porcos. Isto ocasionou a degradação do solo e conseqüentemente, uma diminuição na capacidade de infiltração e favorecendo o escoamento em uma fração de tempo bem menor (BERTOL, 1997; INÁCIO *et al.*, 2007).

As diferenças entre a formação de poças e o início do escoamento superficial para cada tipo de cobertura do solo, mostraram uma grande variação, mostarda acima, na Tabela 1, essas variações estão atreladas a presença de vegetação que facilita a infiltração da água, como a floresta apresenta uma área com solo exposto facilitando o processo de escoamento da água.

Os danos que os animais causam nas áreas de florestas, como o revolvimento do solo, está relacionado que nas áreas de faxinal, os animais são criados à solta, nos criadouros comunitários. O criadouro apresenta vários processos de degradações, tanto em pastagem como em floresta, um dos fatores está na capacidade da área em suportar à quantidade de animais, esses animais têm acesso livre em todo o espaço de criadouro.

Thomas e Dias (2009) relatam que essas áreas são mais comuns em zonas ripárias. Por esses motivos que tais impactos se tornam tão preocupantes, aliado com o aumento do tráfego dos animais nesses locais, que tem como base a proteção dos mananciais, e a degradação dessas matas faz com que a um excesso de solo chega aos rios, causando assoreamento. Os resultados da comparação entre a quantidade de água escoada e a perda de solo na floresta com solo exposto e a área de pastagem, são apresentados na Tabela 2.

Em relação à quantidade de água escoada entre as áreas, nota-se um aumento considerável na área de floresta com solo exposto, em relação à pastagem, na floresta com solo exposto mostrou uma perda de solo e água já nas primeiras coletas realizadas, com 0,900 L de água e uma perda de solo de 3,06 g.m⁻², enquanto a pastagem não apresentava nem um valor a ser coletado.

Tabela 2: Quantidade de água escoada e perda de solo

Tempo (s)	Quantidade de água escoada (L)		Perda de solo (g.m ⁻²)	
	Floresta com Solo Exposto	Pastagem com Sub-Bosque	Floresta com Solo Exposto	Pastagem com Sub-Bosque
0	0	0	0	0
15	0,58	0	1,69	0
30	0,32	0	1,37	0
45	0,30	0,80	1,23	0,66
60	0,50	0,25	1,61	0,39
75	0,48	0,23	1,42	0,32
90	0,49	0,20	1,40	0,28
Total	2,67	1,48	8,72	1,65
Média	0,44	0,24	1,45	0,27

Fonte: Os autores (2022).

Nota-se que em floresta os resultados da perda de água e solo apresenta valores muito próximos, motivado pela presença dos processos de degradação do solo em floresta, não permitindo uma estabilização da infiltração com a perda de solo, a área de pastagem apresenta um padrão definido, mostrando que os valores de perda de água e solo apresenta uma crescente no início da simulação, após isso a tendência é diminuir, ocorrendo um carregamento no solo disposto e o desprendimento de mais solo se dificulta pela presença da vegetação, agindo como uma proteção para o solo.

O total de água e solo perdido no final da simulação e tabulação dos dados, mostram valores surpreendentes a pastagem mostrou um total de perda de água de 1,48 L, já a floresta mostrou um total de 2,67 L, mostrando um aumento de 85% em relação à pastagem, e a perda de solo em pastagem mostrou um valor total de 1,65 g.m⁻², já a área de floresta apresentou um valor de 8,67 g.m⁻², um aumento de 400%, um aumento bem considerável.

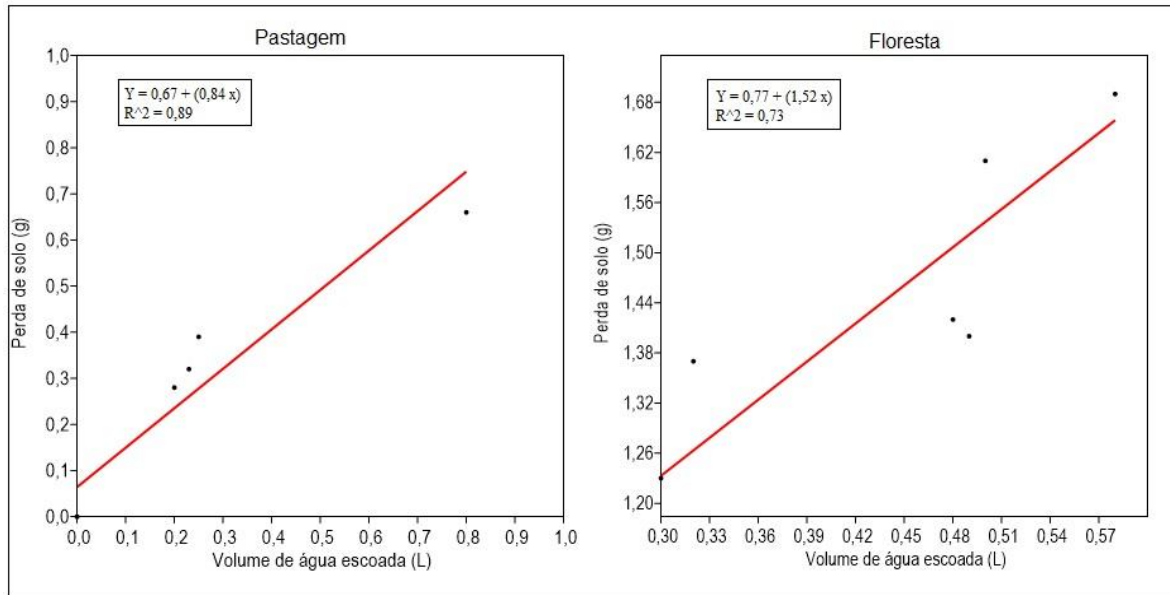
De acordo com Antoneli *et al.*, (2012), a superfície do solo exposto é afetada pelo impacto direto das gotas de chuva, sofrendo a erosão por salpico (*splash*), que desagregam as partículas a serem transportadas pelo escoamento superficial. Além disso, o impacto direto das gotas de chuva no solo exposto, também promove o selamento superficial, que diminui a capacidade de infiltração e consequentemente aumenta a disponibilidade de água para escoamento superficial (BERTOL, 1997).

Nota-se que a forma de uso e ocupação do solo, potencializa o processo erosivo. A precipitação também exerce sua influência na perda de solo (Figura 8). Verifica-se que há alta a correlação linear entre a perda de solo e a quantidade de água ($r = 0,73$ em floresta e $r = 0,89$ em pastagem). Apesar da alta correlação, esta variação pode ser atribuída à presença de cobertura vegetal em pastagem.

A área com floresta possui solo exposto facilitando a perda de solo pelo escoamento superficial enquanto a área de pastagem possui uma cobertura de gramíneas, maior ondulação e rugosidade no

terreno. Estas características favorecem a diminuição do fluxo laminar e proteção do solo contra o impacto das gotas de chuva, enquanto o sistema radicular desenvolve uma grande quantidade de espaços vazios (mais poroso), fatores que favorecem o processo de infiltração da água no solo, resultando em um menor escoamento e consequentemente em uma menor perda de solo.

Figura 8: Correlação entre a perda de solo em pastagem e floresta.



Fonte: Os autores (2022).

Panachuki *et al.* (2011), explicam que o efeito causado pela cobertura vegetal na redução da erosão hídrica, está relacionada à sua capacidade de amortecer o impacto da energia cinética das gotas de chuva e de amenizar o escoamento superficial.

Inácio *et al.* (2007) também discorrem que em áreas onde apresentam cobertura vegetal no solo a interceptação das gotas de chuva dissipam sua energia, reduzindo a capacidade de desagregação e transporte das partículas do solo.

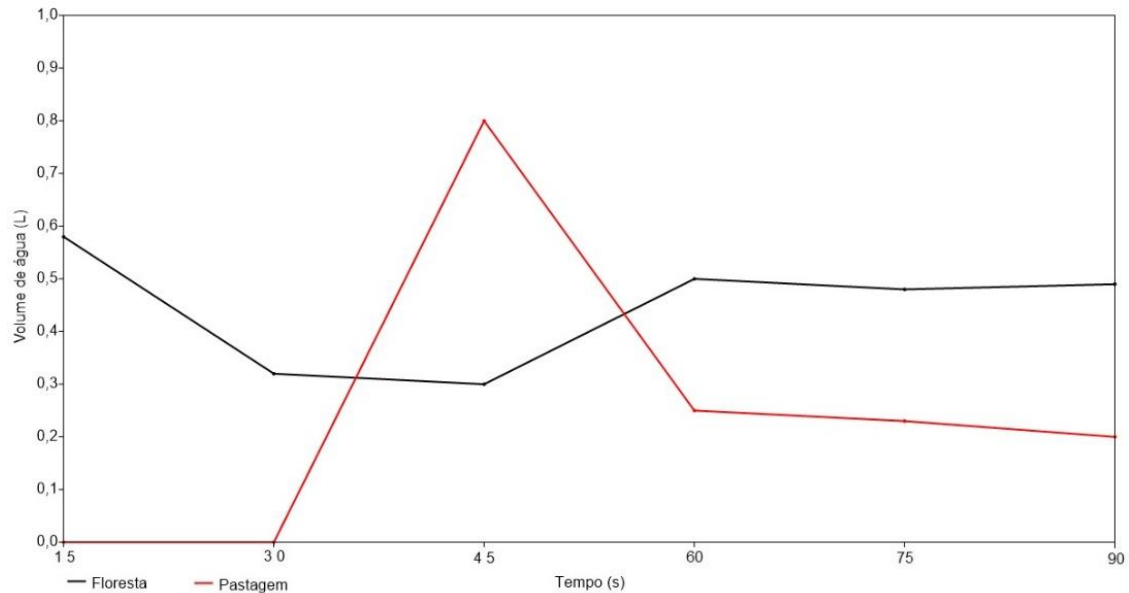
E as raízes formam canais pelo qual auxiliam na infiltração de água no solo, sobrando uma quantidade menor de água disponível para o escoamento superficial. Mesmo em solos com maior índice de compactação, o resultante do pisoteio dos animais tem seu processo de infiltração diminuída, favorecendo assim uma maior perda de solo e água (KLEIN, 2014).

Relação da perda de água e solo da área de pastagem e floresta com solo exposto

A Figura 10 apresenta a quantidade de água escoada nas superfícies das coberturas de solo estudadas. Observa-se que o escoamento superficial apresentou uma diferença grande entre a floresta com solo exposto e a pastagem com sub-bosque.

A perda de água na área de floresta com solo exposto em relação ao mesmo uso e ocupação relacionando com a área de pastagem com sub-bosque, mostrou-se mais eficiente quando se trata de interceptação das gotas de chuva, a grama como cobertura vegetal servem como interceptador das gotas diminuindo a perda de solo na área de pastagem com sub-bosque (PANACHUKI *et al.*, 2011).

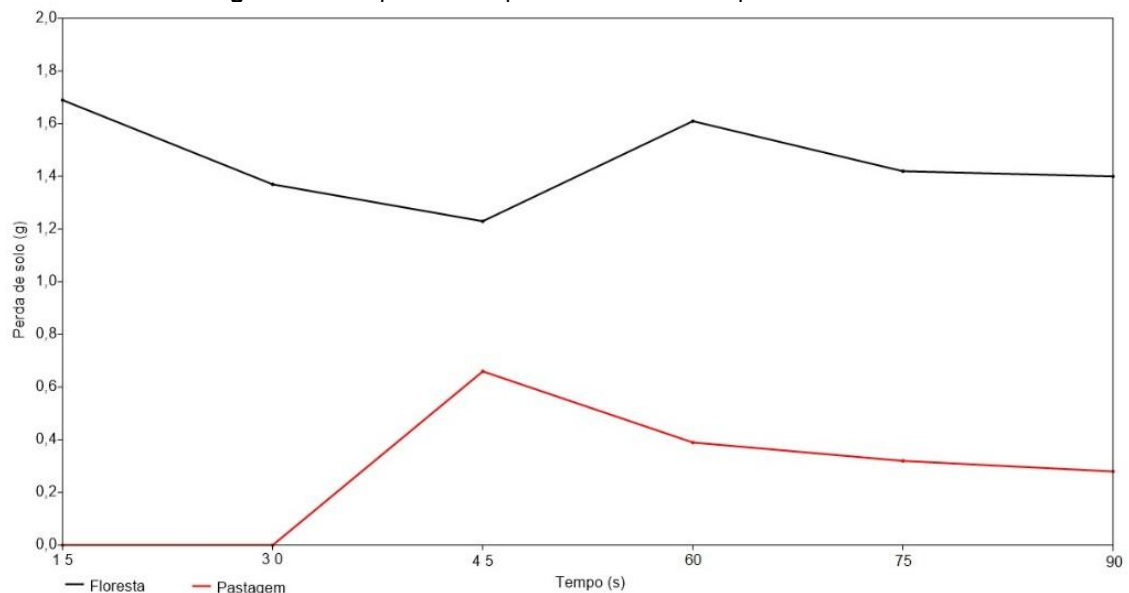
Figura 10: Comparativo do volume de água escoada e o tempo entre as áreas.



Fonte: Os autores (2022).

A área de floresta com solo exposto sofre com a ação da chuva (Figura 11), visto que as perdas de solo relacionadas com às duas áreas pesquisadas, deixam bem claro a quantidade de solo perdido pela área de floresta, é bem mais considerável em relação com a pastagem.

Figura 11: Comparativo da perda de solo e o tempo entre as áreas.



Fonte: Os autores (2022).

Convertendo os dados em quilograma por hectare, tem-se uma perda de solo de 82 kg/ha em área de floresta com solo exposto, enquanto a área de pastagem com sub-bosque, permanece com vegetação no solo, há uma perda de 4,1 kg/ha, em um evento de chuva de mesma duração (30 minutos) e mesma intensidade (33,4 mm.h⁻¹). Assim, fica evidente que a presença de cobertura do solo pela vegetação, tem grande influência na proteção contra os processos erosivos (ANTONELI *et al.*, 2016).

Resistência do solo

Ao analisar os dados, observa-se dentre as áreas estudadas, uma diferença significativa na resistência do solo à penetração. A resistência do solo à penetração na área de pastagem apresentou valores em superfície de 0-10 cm de 3,09 MPa, na profundidade de 10-20 cm o valor da resistência tende a diminuir com 2,87 MPa, na profundidade de 20-30 cm foi encontrado o menor de resistência sendo de 2,49 MPa, de 30-40 cm com esse valor tende a apresentar um leve aumento com 2,88 MPa e de 40-0 cm volta diminuir para 2,66 MPa.

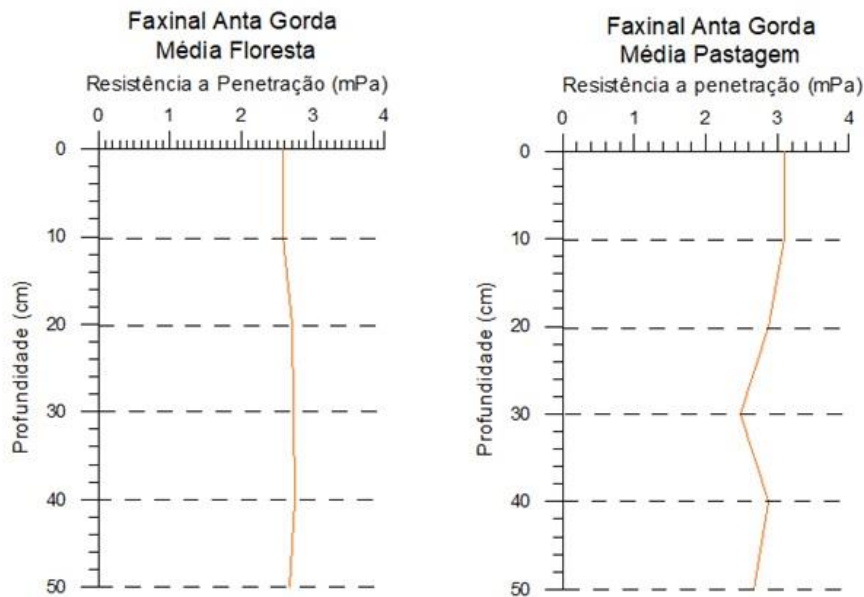
A resistência à penetração na área de floresta com solo exposto o valor encontrado na profundidade de 0-10 cm foi de 2,58 MPa, nas profundidades anteriores os valores tende a aumentar, sendo na profundidade de 10-20 cm com valor de 2,70 MPa, na profundidade de 20-30 cm foi de 2,73 MPa, de 30-40 cm seu valor foi de 2,74 MPa e na profundidade de 40-50 foi de 2,67 MPa.

Os resultados encontrados na pastagem indicam resistência alta. O aumento na resistência do solo na camada superficial, está atrelado ao tráfego contínuo de animais em pastejo, Klein *et al.* (2014) relatam que a compactação do solo em sua camada superior pode estar relacionada com o aumento na resistência e uma diminuição na porosidade total.

A resistência do solo na área de floresta com solo exposto, apresenta uma característica bem distinta, com o valor em superfície menor dos demais. Está redução pode ser atribuída a matéria orgânica decomposta e principalmente a remobilização do solo pelos suínos. As áreas de mobilização de solo, são encontradas com maior frequência debaixo das árvores frutíferas.

A Figura 9 mostra a distribuição da resistência a penetração nos 50 cm do solo. A variação apresentada na área é em decorrência do tráfego de animais. De acordo com Arshad *et al.* (1996) esses números estão próximos dos valores críticos, portanto, os danos ocorridos na superfície do solo podem chegar a um estágio bem grave.

Figura 9: Resistência a penetração.



Fonte: Os autores (2022).

Considerações finais

Os testes com o simulador de chuva e a resistência à compactação em áreas de floresta com solo exposto e pastagem mostraram-se eficientes para a obtenção de dados de perda de água, e perda de solo. Dessa forma, conclui-se que a compactação do solo mostrado pela resistência a compactação, não foi determinante no processo de escoamento. A perda de solo e água nessas áreas estão atrelados diretamente no sistema de uso e manejo realizado na área.

As perdas de solo e água em pastagem apresentaram menores valores em relação à perda de solo em floresta, o qual pode ser atribuído a presença de gramas formando um sistema de proteção para o solo. Já a área de floresta com solo exposto, teve um aumento de cerca de 85% em relação à pastagem. Este aumento pode estar atrelado a maior concentração de animais em busca de frutas para se alimentar, e uma concentração baixa de vegetação rasteira, facilitando assim o desenvolvimento dos processos erosivos durante as chuvas.

A compactação da pastagem indicou valores maiores em superfície de 0-10 cm, mais indicando uma perda de solo menor, fato que, pode estar atrelado a presença de vegetação rasteira (gramas). Já a área de floresta apresentou valores menores de compactação, mais, em contrapartida, mostra uma quantidade maior de solo perdido pelo escoamento superficial. Isso mostra a importância da cobertura do solo para controle dos processos erosivos

Essas alterações podem ser explicadas pela variabilidade do uso e ocupação do solo ao longo dos anos, que pode influenciar na quantidade de vegetação rasteira presente na pastagem, e uma falta de vegetação rasteira na floresta.

Contudo, conclui-se, que mesmo em áreas de florestas, a perda de água e solo foi maior em relação à pastagem. Isso tudo devido à ação dos animais em pastejo tanto nas pastagens quanto nas florestas. Esta condição torna o faxinal como um sistema insustentável do ponto de vista ambiental.

Referências

- ANTONELI, V.; FERNÁNDEZ, M. P.; OLIVEIRA, T.; LOZANO-PARRA, J.; BEDNARZ, J. A.; VRAHNAKIS, M.; GARCÍA-MARÍN, R. Partial Grazing Exclusion as Strategy to Reduce Land Degradation in the Traditional Brazilian Faxinal System: Field Data and Farmers' Perceptions. *Jornal Sustainability*, vol. 12, n. 10, p. 1-13, 2020.
- NGASSA, A. Effects of grazing intensity and bush encroachment on herbaceous species and rangeland condition in southern Ethiopia. *Land Degrad. Dev.*, vol. 25, p. 438-451, 2014.
- ANTONELI, V.; THOMAZ, E. L.; BEDNARZ, J. A. The Faxinal System: Forest fragmentation and soil degradation on the communal grazing land. Singap. *J. Trop. Geogr.*, vol. 40, n. 1, p. 34-49, 2019.
- ANTONELI, V.; REBINSKI, E. A.; BEDNARZ, J. A.; RODRIGO-COMINO, J.; KEESSTRA, S. D.; CERDÀ, A.; PULIDO FERNÁNDEZ, M. Soil erosion induced by the introduction of new pasture species in a faxinal farm of Southern Brazil. *Geosciences*, vol. 8, n. 5, p. 166, 2018.
- ANTONELI, V.; KOZECHEN, C. A.; BEDNARZ, J. A.; PULIDO-FERNÁNDEZ, M. Perda de solos em diferentes usos em área de faxinal na região sudeste do Paraná, Brasil. *Geografia (Rio Claro. Impresso)*, v. 41, n. 3, p. 497-511, 2016.
- ANTONELI, V.; THOMAZ, E. L.; BEDNARZ, J. A. Produção de sedimento em caminhos de animais em Sistema de Faxinal na região Centro-Sul do Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 13, n. 3, p. 311-322, 2012.
- ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (Eds.) *Methods for assessing soil quality*. Madison: *Soil Science Society of America*, 1996. p. 123-141.
- BEDNARZ, J. A.; *Ação Zoogeomorfológica dos Suínos: Formas e Processos Superficiais em Áreas de Pastoreio*. Ponta Grossa. (Tese de Doutorado). Universidade Estadual de Ponta Grossa. 2018.
- BERTOL, I.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Erosão hídrica em diferentes preparos do solo logo após as colheitas de milho e trigo, na presença e ausência de resíduos culturais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 21, n. 3, p. 409-418, 1997.
- BEZERRA, S. A.; CANTALICE, J. R. B. Erosão entre sulcos em diferentes condições de cobertura do solo, sob o cultivo da cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, n. 4, p. 565-573, 2006.
- BITTENCOURT, J.; HIGA, A.; MAZZA, M.; RUAS, P.; RUAS, C.; CACCAVARI, M.; FASSOLA, H. Conservation, management and sustainable use of *Araucaria angustifolia* genetic resources in Brazil. In: VINCETI, B., AMARAL, W., MEILLEUR, B., Eds.; *Challenges in Managing Forest Genetic Resources for Livelihoods: Examples From Argentina and Brazil*; IPGRI: Rome, Italy, 2004; pp. 133-148.
- CHANG, M. Y. Sistema Faxinal: uma forma de Organização Camponesa em Desagregação no Centro-Sul do Paraná. *Boletim Técnico*, n. 22. Londrina: IAPAR, 1988. 124 p.
- CONFESSOR J. G.; RODRIGUES S. C. Método para calibração, validação e utilização de simuladores de chuvas aplicados a estudos hidrogeomorfológicos em parcelas de erosão. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. São Paulo, vol. 19, n. 1, p. 221-229, 2018.

- DA ROCHA JUNIOR, P. R.; ANDRADE, F. V.; DE SÁ MENDONÇA, E.; DONAGEMMA, G. K.; FERNANDES, R. B. A.; BHATTARAI, R.; KALITA, P. K. Soil, water, and nutrient losses from management alternatives for degraded pasture in Brazilian Atlantic Rainforest biome. *Sci. Total Environ.*, vol. 583, p. 53–63, 2017.
- DORAN, J. W.; JONES, A. J. (Ed.). Methods for assessing soil quality. *Soil Science Society of America*, 1996, p. 123-141.
- FALCÃO, S. C. M. *Avaliação da produção de sedimentos em áreas de diferentes escalas na Bacia Experimental do Riacho Gravatá, semi-árido Alagoano*. 2009. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009.
- FERNANDES, A.; HOELFICH, V.; DOS SANTOS, A.; BRAZ, E.; DE SOUZA, M.; ZACHOW, R. Modalidades de Gestão do Sistema Nacional de Unidades de Conservação: Estudo de Caso nos Faxinais do Município de Mandirituba, Pr. *Embrapa Floresta*, vol. 47, p. 459–467, 2017.
- GERAIS, M.; MAY, P. H.; VEIGA NETO, F.; DENARDIN, V.; LOUREIRO, W. Using fiscal instruments to encourage conservation: Municipal responses to the 'ecological' value-added tax in Paraná and Minas Gerais, Brazil. In MAY, P. H., VEIGA NETO, F., DENARDIN, V., LOUREIRO, W., *Selling Forest Environmental Services*; Eds.; Routledge: London, UK, 2012; pp. 185–211.
- HOLT, J. A.; BRISTOW, K. L.; MCIVOR, J. G. The effects of grazing pressure on soil animals and hydraulic properties of two soils in semi-arid tropical Queensland. *Journal of Soil Research*, vol. 34, p. 69-79, 1996.
- INÁCIO, E. DOS S. B.; CANTALICE, J. R. B.; NACIF, P. G. S.; ARAÚJO, Q. R. DE; BARRETO, A. C. Quantificação da erosão em pastagem com diferentes declives na microbacia do Ribeirão Salomea. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol.11, n. 4, p. 355-360, 2007.
- KLEIN, C.; KLEIN, V. A. Influência do manejo do solo na infiltração de água. *Revista Monografias Ambientais*, vol. 13, n. 5, p. 3915-3925, 2014.
- MARINHESKI, V. Capacidade de uso da terra em duas comunidades rurais tradicionais do Paraná. *Boletim de Geografia*, vol. 40, p. 53-67, 2022.
- MULLER, M. M. L.; GUIMARÃES, M. F.; DESJARDINS, T. Degradação de pastagens na Região Amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento de raízes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 36, p. 1409-1418, 2001
- PANACHUKI, E. BERTOL, I.; SOBRINHO, T. A.; OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B. Perdas de Solo e de Água e Infiltração de Água em Latossolo Vermelho sob Sistemas de Manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 35, p. 1777-1785, 2011.
- PALACIO, R. G.; BISIGATO, A. J.; BOUZA, P. J. Soil erosion in three grazed plant communities in northeastern Patagonia. *Land Degradation & Development*, vol. 25, n. 6, p. 594-603, 2014.
- PERI, P. L.; DUBE, F.; VARELLA, A. C. Silvopastoral systems in the subtropical and temperate zones of South America: An overview. In: PERI, P. L.; DUBE, F.; VARELLA, A. C. *Silvopastoral Systems in Southern South America*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2016; pp. 1–8.
- PULIDO, M.; SCHNABEL, S.; CONTADOR, J. F. L.; LOZANO-PARRA, J.; GÓMEZ-GUTIÉRREZ, Á.; BREVIK, E. C.; CERDÀ, A. Reduction of the frequency of herbaceous roots as an effect of soil compaction induced by heavy grazing in rangelands of SW Spain. *Catena*, vol. 158, p. 381–389, 2017.
- RICHART, A.; FILHO, J. T.; BRITO, O. R.; LLANILLO, R. F.; FERREIRA, R. Compactação do solo: causas e efeitos. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, vol. 26, n. 3, p. 321-344, 2005.
- SANTOS, T. E. M.; MONTENEGRO, A. A. A.; PEDROSA, E. M. R. Características hidráulicas e perdas de solo e água sob cultivo do feijoeiro no semi-árido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 13, n. 3, p. 217-225, 2009.
- SOUZA, M. D. Desenvolvimento e utilização de um simulador de chuvas para estudos de atributos físicos e químicos do solo relacionados a impactos ambientais. Jaguariúna-SP: EMBRAPA, 2004.
- THOMAZ, E.L.; ANTONELLI, V. Rain interception in a secondary fragment of araucaria forest with Faxinal, Guarapuava-PR. *Cerne*, vol. 21, p. 363–369, 2015.

THOMAZ, E. L.; DIAS, W. A. Avaliação dos efeitos do pastoreio sobre a erosão em margens de canal fluvial em sistema de faxinal. *Sociedade & Natureza, Uberlândia*, vol. 23, n. 1, p. 23-35, 2011.

THOMAZ, E. L.; DIAS, W. A. Bioerosão – evolução do rebanho bovino brasileiro e implicações nos processos geomorfológicos. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, vol. 10, n. 2, p. 3-11, 2009.

ZHOU, Z.; GAN, Z.; SHANGGUAN, Z.; DONG, Z. Effects of grazing on soil physical properties and soil erodibility in semiarid grassland of the Northern Loess Plateau (China). *Cate*