



Avaliação da condutividade hidráulica saturada do solo num Argissolo Amarelo, sob sistema de integração pecuária-floresta no Médio Vale do Paraíba do Sul - Rio de Janeiro

Wenceslau Geraldes Teixeira^{1(*)}, Fabiano de Carvalho Balieiro¹, Gustavo Mattos Vasques¹, Guilherme Kangussu Donagemma¹, Alexandre Ortega Gonçalves¹, Marcelo Dias Müller², Carlos Eugênio Martins² e Amaury Carvalho Filho¹

¹Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1.024, CEP 22460-000 Rio de Janeiro, RJ. E-mails: wenceslau.teixeira@embrapa.br, fabiano.balieiro@embrapa.br, gustavo.vasques@embrapa.br, guilherme.donagemma@embrapa.br, alexandre.ortega@embrapa.br e amaury.carvalho@embrapa.br

²Embrapa Gado de Leite, Rua Eugênio do Nascimento, 610, CEP 36038-330 Juiz de Fora, MG. E-mails: marcelo.muller@embrapa.br e carlos.eugenio@embrapa.br

(*) Autor para correspondência.

INFORMAÇÕES

História do artigo:

Recebido em 18 de abril de 2026

Aceito em 9 de junho de 2026

Termos para indexação:

condutividade hidráulica saturada
integração Pecuária-Floresta
argissolo

RESUMO

Este estudo avaliou a condutividade hidráulica saturada avaliada no campo (Kfs) em um sistema de integração pecuária-floresta (IPF) no município de Valença, RJ que está implantado num Argissolo Amarelo Distrófico sob eucalipto e braquiária. O componente arbóreo atingiu maturidade aos 73 meses, com área basal de 9,22 m² ha⁻¹. Utilizou-se permeâmetro de poço automatizado, com poço escavado com 20 cm de profundidade. As medições abrangeram o renque (linha das árvores), a borda (na projeção da copa das árvores) e o pasto. A Kfs foi classificada como baixa em todas as posições (< 3,1 mm h⁻¹). A borda (3,05 mm h⁻¹) apresentou valores significativamente superiores ao renque (0,97 mm h⁻¹) e ao pasto (1,09 mm h⁻¹). A restrição hídrica decorre do adensamento no horizonte BA e da transição para o Bt, que é consequência de processos pedogenéticos e do pisoteio animal. Tais condições situam o solo no limite inferior de condutividade para Argissolos no Brasil. Conclui-se que o solo possui restrição severa ao fluxo de água. A maior densidade de raízes das espécies, na borda, favorece a conectividade de poros. Chuvas intensas geram alto risco de enxurradas pela baixa permeabilidade.

© 2026 SBAgro. Todos os direitos reservados.

Introdução

A determinação da condutividade hidráulica saturada no campo (Kfs) é essencial para compreender a resiliência dos agroecossistemas tropicais, refletindo a capacidade do solo em regular fluxos hídricos e mitigar processos erosivos sob diferentes sistemas de uso. Destaca-se como uma propriedade diagnóstica da saúde do solo, sendo indispensável para modelar a dinâmica hídrica e avaliar o impacto

de sistemas integrados na reorganização do arranjo estrutural e da porosidade contínua do solo.

Em ecossistemas tropicais, os sistemas de integração pecuária-floresta (IPF) surgem como uma estratégia para aumentar a resiliência ambiental, em que o componente arbóreo auxilia na regulação do fluxo hídrico, na melhoria do microclima, no conforto térmico dos animais, e na estruturação física do solo (Alves et al., 2015; Figueiredo et al., 2017; Bieluczyk et al., 2021).

Estima-se que 28 milhões de hectares de pastagens brasileiras apresentam algum nível de degradação (Bolfé et al., 2024), resultando em alta densidade do solo (Müller et al., 2001) e baixa infiltrabilidade e condutividade hidráulica saturada (Ksat) (Castro et al., 2012). No bioma Mata Atlântica, pastagens mal manejadas em relevo movimentado sofrem com a degradação estrutural do solo, limitando a capacidade de suporte do ecossistema (Carmo et al., 2012; Scheffler et al., 2011) e aumentando os riscos de perda de solo e água por processos de erosão hídrica (Salemi et al., 2013).

A incorporação do componente arbóreo auxilia na mitigação de processos erosivos e na regulação do fluxo hídrico, uma vez que o sistema radicular mais profundo das árvores e a proteção do solo favorecem a estruturação da matriz edáfica (Alves et al., 2015; Figueiredo et al., 2017).

O gênero *Urochloa* é reconhecido por sua eficiência em melhorar a qualidade física do solo em sistemas integrados (Mendes et al., 2018; Bieluczyk et al., 2021), entretanto, a maioria dos estudos foi conduzida no Bioma Cerrado ou em relevos planos. Em ambientes de Mata Atlântica com predominância de Cambissolos, Salemi et al. (2013) observaram que a Ksat sob floresta atingiu valores de 61 mm h⁻¹ na superfície (0,15 m), reduzindo para 2 mm h⁻¹ a 0,50 m de profundidade. Sob plantio de eucalipto (*Eucalyptus urograndis*), o decréscimo foi de 40 mm h⁻¹ para 5 mm h⁻¹ nas mesmas profundidades. Já no solo de pastagem, os valores variaram de apenas 22 mm h⁻¹ na superfície a 0,4 mm h⁻¹ a 0,50 m, evidenciando o impacto negativo do uso na dinâmica hídrica profunda.

A infiltração e condução de água em solos tropicais, como os Argissolos e Latossolos, as classes de solos dominantes no país (Teixeira et al., 2021), são fortemente influenciadas pela mineralogia e pela estrutura granular, especialmente nos horizontes argilosos e muito argilosos (Ottoni et al., 2024; Pessoa et al., 2024; Ferreira et al., 1999).

De acordo com Ottoni et al. (2025), a média geométrica nacional da Kfs para os Argissolos é de 28,3 mm h⁻¹. No entanto, a heterogeneidade é expressiva (0,6 a 143,0 mm h⁻¹), refletindo variações na estrutura original e nos níveis de compactação. Sistemas silvipastoris oferecem a oportunidade de otimizar a infiltração e condução da água, alterando positivamente o balanço hídrico por meio da incorporação do estrato arbóreo. Gerando ganhos em serviços ecossistêmicos (Alves et al., 2015; Figueiredo et al., 2017; Bieluczyk et al., 2021).

Este estudo se fundamenta na hipótese de que a presença do componente arbóreo pode elevar as taxas de condução da água no solo, reduzindo o processo erosivo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as variações na condutividade hidráulica saturada medida no campo (Kfs) em diferentes posições (linha das árvores/renque, borda e entre renques/pastagem) em um sistema silvipastoril de

integração pecuária-floresta (IPF) estabelecido sobre um Argissolo Amarelo no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, Valença, RJ.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido na Fazenda Santa Mônica (Embrapa Gado de Leite), em Valença, RJ (22°22'34,3"S e 43°42'33,7"W). A região apresenta clima do tipo Cwa (Köppen-Geiger), com relevo forte ondulado e declividade média de 20 a 25% e o relevo regional forte ondulado e ondulado. A geologia local pertence à Formação Geológica do Complexo Paraíba do Sul, de cronologia neoproterozóica, com litologia composta por silimanita-granada-muscovita-biotita gnaiss bandado, com intercalações de biotita gnaiss, mármores, rochas calcissilicásticas, gndito, anfíbolito e quartzito, sendo o material de origem, do solo, constituído pelos produtos de alteração dessas rochas. A vegetação primária é de floresta tropical subcaducifólia. O sistema de uso atual é um experimento de integração pecuária-floresta (IPF) que foi implantado em novembro de 2019, utilizando um delineamento de blocos casualizados (DBC) em três encostas (Figura 1). O arranjo consistiu em renques de eucalipto (clone 1407 – híbrido de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake x *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden) instalados numa pastagem de *Urochloa brizantha* (braquiária). O espaçamento adotado foi de 2 m entre árvores e 25 m entre renques, totalizando 200 árvores ha⁻¹. As avaliações da Kfs foram realizadas em três posições estratégicas no arranjo: (i) Renque (R): linha de plantio das árvores; (ii) Borda (B): situada a 4 m do tronco das árvores; e (iii) Pasto (P): posição central entre renques, a 12,5 m de distância do componente arbóreo (Figura 2).

As avaliações da Kfs foram realizadas em fevereiro de 2026 (75 meses após a implantação). Utilizou-se um permeâmetro de poço automatizado (SoloFlux, Falker, Porto Alegre, Brasil), operando sob carga hidráulica constante de 10 cm. Em cada posição, foram realizadas três repetições por bloco (subamostragens), totalizando nove medições por tratamento. Os poços foram escavados com 7 cm de diâmetro e 20 cm de profundidade (Figura 2), coincidindo com a zona de transição entre os horizontes diagnósticos superficiais (AB e BA). O fluxo hídrico foi monitorado automaticamente pelo equipamento por períodos de até 60 minutos, considerando-se, para o cálculo, os valores estabilizados dos últimos minutos de cada teste. Para a estimativa do Kfs, aplicou-se a solução da equação de Wooding modificada, utilizando-se o método de carga única (10 cm) e adotando o fator $\alpha = 0,12 \text{ cm}^{-1}$ (Elrick & Reynolds, 1992), recomendado para solos com estrutura média a forte.

Os dados de Kfs foram submetidos à transformação logarítmica (log10) para atender aos pressupostos da análise de variância (ANOVA). A transformação log10 é recomen-



Figura 1. Vista panorâmica do experimento de Integração Lavoura Pecuária – Fazenda Santa Mônica. Detalhe da posição de cada avaliação dentro do sistema. Renque (R): linha de plantio dos eucaliptos, Borda (B): cerca de 4 metros dos troncos dos eucaliptos e Pasto (P): entre os renques de eucaliptos.

dada para parâmetros hidráulicos de alta variabilidade espacial e com distribuição tipicamente lognormal, como a Kfs (Ottoni et al., 2025, Martins et al., 2024; Warrick, 2001, Teixeira, 2001). A validade dos pressupostos da ANOVA foi confirmada pelos testes de Shapiro-Wilk (para a normalidade dos resíduos), de Levene (para homocedasticidade) e pelo teste de aditividade de Tukey.

As diferenças entre as posições (Renque, Borda e Pasto) foram avaliadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). A classificação dos valores de Kfs seguiu as classes propostas por Ottoni et al. (2025): baixa ($< 3,6 \text{ mm h}^{-1}$), moderada ($3,6$ a 36 mm h^{-1}) e alta ($> 36 \text{ mm h}^{-1}$).

Para caracterizar a dinâmica de ocupação do componente florestal no sistema IPF, estabeleceram-se, aos 20 meses de idade, quatro parcelas permanentes por bloco, cada uma composta por 10 árvores, totalizando 120 indivíduos monitorados. Os inventários florestais foram realizados semestralmente (coincidindo com o início e o final do período chuvoso) entre os 20 e 73 meses de idade. Em cada etapa, mensuraram-se o diâmetro à altura do peito (DAP, a 1,30 m do solo) e a altura total (h) das árvores, utili-

zando-se fita diamétrica e hipsômetro ultrassônico (Haglöf Vertex 5).

Os valores de DAP foram convertidos em área basal individual (AB, em m^2) por meio da expressão: $AB = (DAP^2 \times \pi) / 40.000$. A área basal por hectare ($AB \text{ ha}^{-1}$) foi obtida pela multiplicação dos valores individuais pela densidade de plantio de $200 \text{ plantas ha}^{-1}$. O volume individual (V) foi estimado segundo Porfirio-da-Silva et al. (2009) pela equação: $V = h \times DAP^2 \times 0,7854 \times f$, em que h é a altura total, DAP o diâmetro à altura do peito e f o fator de forma, adotado como 0,45. Essas variáveis foram essenciais para subsidiar a interpretação dos padrões espaciais de Kfs observados entre as posições de amostragem.

Foi aberto um perfil para a descrição morfológica e amostragem para análises dos horizontes e a classificação do solo no local do experimento, os resultados morfológicos e analíticos estão apresentados nas Tabela 1 e 2. O perfil foi descrito seguindo os critérios apresentados em Anjos et al., 2025 e classificado de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2025). As determinações analíticas foram realizadas nos laboratórios da



Figura 2. Ilustração do permeâmetro de poço automatizado utilizado nas avaliações da condutividade hidráulica saturada no campo (Kfs) no experimento de integração pecuária floresta – Fazenda Santo Mônica – Valença – RJ.

Embrapa Solos, Rio de Janeiro. As amostras dos horizontes foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de malha de 2 mm, obtendo-se a fração Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), utilizada para as análises físicas e químicas (Teixeira et al., 2017). A análise granulométrica foi realizada, após agitação lenta (por 16 horas), utilizando-se como dispersante químico o hidróxido de sódio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$. A separação das frações areia grossa, (2 a $0,2 \text{ mm}$); e areia fina ($0,2$ a $0,05 \text{ mm}$) foi feita por peneiramento. Para a determinação da argila, utilizou-se o método do densímetro. O conteúdo de silte foi calculado por diferença. A argila dispersa em água foi determinada após agitação lenta e leitura pelo método do densímetro. As metodologias utilizadas nas análises químicas são resumidos a seguir: i) pH determinado em água e em KCl 1 mol L^{-1} por intermédio de eletrodo combinado imerso em suspensão solo:líquido (água ou KCl), na proporção 1:2,5, após agitação e repouso por 1 hora; ii) carbono orgânico determinado por oxidação com dicromato de potássio (via úmida); iii) Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} , extraídos com solução KCl 1 mol L^{-1} ; iv) H^{+} e Al^{3+} , extraídos com solução de acetato de cálcio $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ a pH 7,0; v) Na^{+} e K^{+} , extraídos com solução Mehlich-1 (H_2SO_4 $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$ + HCl $0,05 \text{ mol L}^{-1}$); e vi) P disponível, também extraído com solução Mehlich-1. A concentração dos elementos nas diferentes formas químicas foi determinada como discriminada a seguir:

i) Ca^{2+} e Mg^{2+} por espectroscopia de absorção atômica; ii) P, por espectrofotometria; iii) K^{+} e Na^{+} , por fotometria de chama; iv) Al^{3+} e H^{+} + Al^{3+} , carbono orgânico por titulometria. Os métodos utilizados estão detalhadamente descritos em Teixeira et al. (2017). Foram calculados: a soma de bases (S); a Capacidade de Troca de Cátions (CTC) potencial a pH 7,0 (T); a saturação por bases (V); a saturação por alumínio (m).

Adicionalmente foram abertas três mini trincheiras e coletadas amostras de solos indeformadas, em diferentes camadas (0-20, 20-40, 40-60 e 60-80), para a determinação da densidade do solo, segundo a metodologia descrita em Almeida et al., 2017. Os dados apresentados são as médias aritméticas das três amostras de cada profundidade seguidas da estimativa do erro padrão da média.

Dados de precipitação horária de uma estação automática do INMET – no município de Valença – Código A611 (distante cerca 2 km do experimento) foram utilizados para classificar a intensidade das chuvas em quatro categorias: nula, leve ($< 3,6 \text{ mm h}^{-1}$), moderada ($3,6$ a 36 mm h^{-1}) e forte ($> 36 \text{ mm h}^{-1}$). Investigou-se, ainda, o índice pluviométrico acumulado no período de 72 horas antecedentes à ocorrência de eventos de chuva forte.

Resultados e discussão

O solo do local do experimento foi classificado como Argissolo Amarelo Distrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, álico epidistrófico, caulínítico, hipoférrico, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo forte ondulado (anteriormente classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo Álico epidistrófico Tb A moderado textura média/argilosa fase floresta tropical subcaducifólia relevo forte ondulado). A área da descrição do perfil na Fazenda Santa Mônica e concomitante a área do experimento, sob as coordenadas geográficas 22°22'34,3" S e 43°42'33,7" W Gr (datum WGS 84), a uma altitude de 330 metros. A descrição morfológica e amostragem foi realizada em uma trincheira no terço inferior de encosta. O terreno apresenta-se não pedregoso, não rochoso, bem drenado e com erosão lami-

nar ligeira a moderada. Na Tabela 1 são descritos os atributos morfológicos do perfil descrito.

A Tabela 2 apresenta os dados da composição granulométrica, atributos químicos, complexo sortivo e relações moleculares do solo. Observa-se o caráter distrófico do solo, pelos baixos valores de saturação de bases (Valor S) e altos de saturação de alumínio no complexo sortivo (Valor m). Os dados granulométricos indicam um aumento dos teores de argila de valores por volta de 300 g kg⁻¹ nos primeiros horizontes para valores superiores a 500 g kg⁻¹ nos horizontes subsuperficiais. A consistência seca dura corrobora a coesão das partículas nesse perfil.

A condutividade hidráulica saturada medida no campo (Kfs) neste sistema de integração pecuária-floresta (IPF) apresentou elevada heterogeneidade, uma característica da sensibilidade deste parâmetro ao arranjo estrutural e

Tabela 1. Caracterização morfológica dos horizontes do Perfil de um Argissolo Amarelo, na Fazenda Santa Monica em Resende – RJH.

Horizonte	Espessura (cm)	Cor	Textura	Estrutura	Consistência (Seco, Úmido, Molhada)	Transição	Raízes
Ap	0 – 8	Bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido) / Bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido amassado)	Franco-argiloarenosa	Forte grande e média granular e média blocos subangulares	Dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa	Clara e ondulada (7–9 cm)	Comuns finas e muito finas; poucas médias
AB	8 – 18	Bruno (10YR 4/3, úmido) / Bruno-acinzentado (10YR 5/2, úmido amassado)	Franco-argiloarenosa	Moderada média e pequena blocos subangulares e média granular	Dura, friável, plástica e pegajosa	Clara e plana (8–11 cm)	Poucas finas e muito finas
BA	18 – 28	Bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4m úmido) / Bruno (10YR 5/3, úmido amassado) (Mosqueado comum, pequeno e difuso, bruno 10YR 4/3)	Franco-argiloarenosa	Moderada média e pequena blocos subangulares e angulares	Dura, friável, muito plástica e pegajosa	Gradual e plana	Poucas finas e muito finas
Bt1	28 – 47	Bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmido) / Bruno-amarelado (10YR 2,5/3,5, úmido amassado)	Argiloarenosa	Moderada média e grande blocos angulares e subangulares	Dura, friável, muito plástica e pegajosa ¹	Gradual e plana	Poucas muito finas
Bt2	47 – 76	Bruno-amarelado-escuro (10YR 4/5, úmido) / Bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido amassado)	Argila	Moderada grande e média blocos subangulares e angulares	Friável, muito plástica e muito pegajosa ²	Difusa e plana	Poucas muito finas
Bt3	76 – 105	Bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, úmido) / Bruno-amarelado (10YR 5/5, úmido amassado)	Argila	Fraca a moderada grande e média blocos subangulares	Muito friável, muito plástica e pegajosa ^{1,2}	-	Raras muito finas
Bt4	110 – 150	Bruno-amarelado (10YR 5/8, úmido amassado)	Argiloarenosa / Argila	-	- ²	-	-

Observações - trincheira com 105 cm de profundidade; o horizonte Bt4 foi coletado com trado. - os horizontes Bt1 e Bt3 apresentam alta pegajosidade, no limite para a consistência muito pegajosa. Os horizontes Bt2, Bt3 e Bt4 encontravam-se ligeiramente úmidos.

Tabela 2. Composição Granulométrica, atributos químicos, complexo sortivo, relações moleculares do solo de um perfil de Argissolo Amarelo – Fazenda Santa Monica – RJ.

Hor,	Prof.	Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Argila Dispersa	Grau Floculação	Relação Silte/Argila	SiO	Al ₂ O	Fe ₂ O
	cm				g kg ⁻¹					%	-	g kg ⁻¹		
Ap	0-8	0	7	993	415	157	123	305	183	40	0,40	—	—	—
AB	8-18	0	21	979	426	168	101	305	203	33	0,33	—	—	—
BA	18-28	0	20	980	387	170	118	325	0	100	0,36	—	—	—
Bt1	28-47	0	12	988	318	143	111	428	0	100	0,26	183	159	40
Bt2	47-76	0	10	990	251	96	99	554	0	100	0,18	228	201	53
Bt3	76-105	0	8	992	260	89	98	553	0	100	0,18	—	—	—
Bt4	110-150	0	9	991	284	105	79	532	0	100	0,15	—	—	—
Hor,	pH H ₂ O	pH KCl	Carbono	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ³⁺	H ⁺	T	V	m	P
-	-	-	g kg ⁻¹	cmolc kg ⁻¹							%	mg kg ⁻¹		
Ap	5,3	4,5	15,6	1,8	1,3	0,54	0,06	3,7	0,1	4,8	8,6	43	3	2
AB	5,0	4,0	9	0,6	0,6	0,14	0,05	1,4	0,7	3,9	6,0	23	33	1
BA	4,8	3,9	5,4	0,7	0,08	0,04	0,8	1,1	3,3	5,2	15	58	0	0
Bt1	4,7	3,9	4,1	0,4	0,04	0,05	0,5	1,4	3,7	5,6	9	74	0	0
Bt2	4,6	3,9	3,7	0,6	0,03	0,04	0,7	1,9	4	6,6	11	73	0	0
Bt3	4,5	3,9	2,6	0,5	0,03	0,05	0,6	1,9	4,1	6,6	9	76	0	0
Bt4	4,7	3,9	1,8	0,3	0,03	0,05	0,4	1,7	3,2	5,3	8	81	1	1

T: Capacidade de troca de cátions a pH 7,0; V –Saturação de bases, m – Saturação de Alumínio.

à macroporosidade do solo. Os valores de Kfs observados mostraram o menor valor médio de 0,97 mm h⁻¹ na posição do Renque e o maior valor médio de 3,05 mm h⁻¹ na posição da Borda (Tabela 3), sendo ambos classificados na classe de condutividade hidráulica baixa, de acordo com a escala de classe de Kfs.

O horizonte Bt se inicia a 28 cm e ultrapassa a marca dos 1,4 m de profundidade, corroborando para os baixos valores de Kfs encontrados. A opção pelo uso do permeâmetro de poço automatizado permitiu capturar a dinâmica do fluxo no campo, método amplamente representado na compilação de Ottoni et al. (2025) por meio de avaliações com o permeâmetro de Guelph.

Esta condição de baixos valores de Kfs é indicativa de solos onde a permeabilidade da água é restrita, seja por características intrínsecas da matriz do solo, como horizontes coesos (Tabela 2), ou por processos de compactação superficial comuns em áreas de pastagem.

Tabela 3. Valores de condutividade hidráulica saturada (Kfs) avaliada com permeâmetro de poço em três posições num sistema de integração pecuária-floresta em Valença - RJ. Médias de valores de Kfs ± desvio padrão. Médias (log10 - Kfs) com a mesma letra não apresentam diferenças significativas (p ≤ 0,05).

Tratamento	Kfs	Intervalo de Confiança (95%)	log ₁₀ (Kfs)
	mm h ⁻¹		
Borda	3,05 ± 2,86	[0,85 - 5,25]	0,29 a
Pasto	1,09±0,63	[0,61 - 1,58]	-0,05 b
Renque	0,97±0,95	[0,24 - 1,70]	-0,22 b

De acordo com a base de dados compilada por Ottoni et al. (2025), a média geométrica de Kfs para a classe dos Argissolos, baseada em 137 amostras, é de 28,3 mm h⁻¹, o que a enquadra em uma categoria de condutividade moderada. No entanto, a análise de estudos individuais revela uma variação expressiva que reflete as condições locais de manejo e profundidade (Tabela 4). A condutividade hidráulica saturada medida *in situ* (Kfs) tende a refletir melhor a conectividade de poros reais do que métodos de laboratório, o que explica a sensibilidade do parâmetro em detectar as diferenças observadas entre as posições avaliadas.

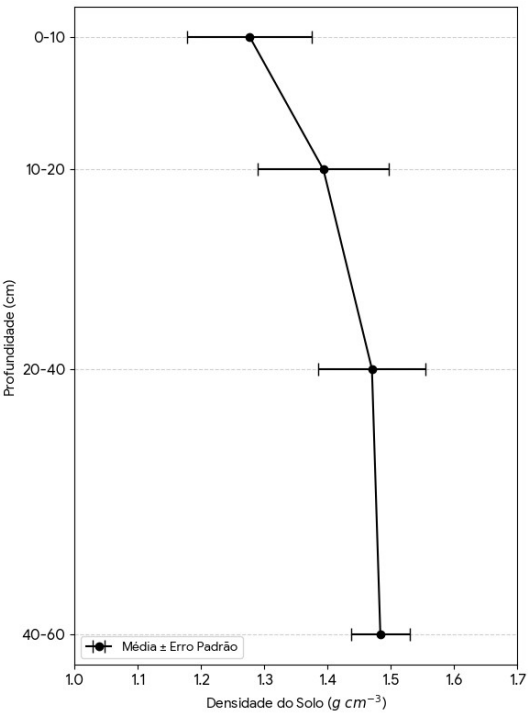
Os dados de densidade do solo obtidos na área experimental (Figura 3) indicam uma maior variabilidade desse atributo nas camadas superficiais (0-20 cm), onde a dinâmica de pedoturbação promovida pelas raízes, pela macrofauna e pelos ciclos mais intensos de secagem e molhamento favorece a estruturação do solo. Observa-se que a variabilidade se reduz com a profundidade, enquanto os valores médios de densidade aumentam, atingindo valores próximos a 1,50 g cm⁻³ nas camadas de 20-40 e 40-60 cm. Esses valores são considerados elevados para solos de textura argilosa a muito argilosa quando bem estruturados (Reis et al., 2023), reforçando a evidência de horizontes adensados.

A profundidade de 20 cm adotada nos poços para a avaliação da condutividade hidráulica saturada de campo (Kfs) situa-se na zona de transição entre os horizontes AB (8-18 cm) e BA (18-28 cm). Observa-se que no horizonte BA,

Tabela 4. Valores de condutividade hidráulica saturada medida in situ (Kfs) em Argissolos em estudos no Brasil.

Autor	Localização	Profundidade (cm)	Classe de Solo	Sistema de Uso / Manejo	Kfs (mm h ⁻¹)
Amaral (2018)	Sete Lagoas, MG	20 – 50	Argissolo Vermelho-Amarelo	Bacia hidrográfica (uso diversificado)	4,0 – 31,0
Bernardes (2005)	Campos, RJ	50 – 150	Argissolo Amarelo	Região Norte Fluminense	3,0 – 143,0
Bhering (2007)	São José de Ubá, RJ	19 – 36	Argissolo Vermelho-Amarelo	Sistema de produção de tomate de mesa	4,0 – 19,0
Guerra et al. (2018)	São Mateus, ES	70	Argissolo	Cultivo de café Conilon com subsolagem	2,0 – 4,0
Silva et al. (2012)	Pesqueira, PE	0 – 100	Argissolo	Bacias experimentais sob manejo conservacionista	14,0 – 81,0
Souza et al. (2014)	São Mateus, ES	60 – 80	Argissolo	Lavoura de café conilon submetida à subsolagem	0,6
Ottoni et al. (2025)	Brasil (Nacional)	N/A	Argissolos	Base de dados Ksat-SSIR-DB (diversos manejos)	28,3 (Média geométrica)

Figura 3. Variação da densidade do solo (g cm⁻³) em profundidade num Argissolo Amarelo Disrófico típico sob sistema de integração pecuária-floresta (IPF) na Fazenda Santa Mônica, Valença, RJ. Os pontos representam as médias aritméticas e as barras horizontais indicam o erro padrão da média (n = 3).



o conteúdo de argilas dispersas é nulo (0 g kg⁻¹, os teores de carbono orgânico são baixos (5,4 g kg⁻¹) e a consistência seca é classificada como dura (Tabelas 1 e 2). Esses atributos, em conjunto com o aumento dos teores de argila em profundidade, são indicativos de um horizonte com caráter adensado. Tal condição justifica a forte restrição ao fluxo hídrico observada, situando os valores de Kfs abaixo da média nacional para a classe dos Argissolos.

Em Argissolos Vermelho-Amarelos, por exemplo, observaram-se valores de 4,0 a 31,0 mm h⁻¹ em Sete Lagoas

– MG (Amaral, 2018) e de 4,0 a 19,0 mm h⁻¹ em São José de Ubá – RJ (Bhering, 2007). Já em Argissolos Amarelos, a amplitude de dados é ainda mais notável, variando de 3,0 a 143,0 mm h⁻¹ no norte fluminense (Bernardes, 2005) e de 14,0 a 81,0 mm h⁻¹ em bacias experimentais no semiárido de Pernambuco (Silva et al., 2012).

Em contraste com esses valores mais elevados, medições realizadas no Espírito Santo indicam zonas de fluxo restrito, com registros de apenas 0,6 mm h⁻¹ (Souza et al., 2014) e faixas entre 2,0 e 4,0 mm h⁻¹ (Guerra et al., 2018). Nesse contexto, os resultados encontrados neste estudo, que variaram entre 0,97 e 3,05 mm h⁻¹, alinham-se ao limite inferior de condutividade observado para a classe. Tais valores sugerem uma limitação na continuidade de poros ou possíveis efeitos de adensamento pedogenético ou do manejo das pastagens, situando-se abaixo da média nacional de 28,3 mm h⁻¹. Enquanto os valores superiores são frequentemente atribuídos à presença de macroporos funcionais, rachaduras estruturais e à estabilidade de agregados típica de solos tropicais, a faixa de 0,97 a 3,05 mm h⁻¹ reflete ambientes onde o fluxo é predominantemente controlado pela matriz do solo ou por horizontes mais compactos, resultando em uma capacidade de infiltração e redistribuição de água mais lenta.

Os dados de log₁₀ Kfs indicam serem significativamente maiores na Borda em relação às posições de Pasto e Renque, as quais não apresentaram diferenças significativas entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05) (Tabela 3). Os menores valores de Kfsat nas posições de Pasto e Renque podem estar associados à menor ocorrência de macroporos e baixa conectividade dos macroporos, uma vez que a Kfs em solos tropicais depende fortemente do diâmetro equivalente dos poros e da continuidade do sistema poroso (Teixeira, 2001). A magnitude encontrada sugere que a ação do sistema radicular isolado do eucalipto ou da pastagem (Urochloa) não foi suficiente para criar um sistema de poros

eficaz na transmissão da água. Na área de borda, onde há o efeito dos dois sistemas radiculares e provavelmente uma dinâmica diferenciada do regime hídrico do solo, cria-se uma condição com valores cerca de 200% superiores em relação ao Renque e Pasto.

A análise da distribuição de frequências da intensidade de chuvas horárias na Estação de Valença, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), considerando a série histórica de 20 anos (2006 – 2026) apresentou elevado grau de consistência dos dados, com apenas 1,27% de registros ausentes ou inválidos (-9999). A condição de ‘tempo seco’ (precipitação igual a zero) foi predominante, ocorrendo em 73,6% das observações válidas. Dos 12.273 eventos de precipitação horária registrados, apenas 22 foram da classe forte ($> 36 \text{ mm h}^{-1}$) e os eventos da classe moderada tiveram uma média $10,45 \text{ mm h}^{-1}$ (Tabela 5). Embora pouco frequentes, os eventos de precipitação classificados como moderados e fortes possuem potencial para gerar escoamento superficial (enxurradas), especialmente em condição de solo saturado ou próximo à saturação. Esse comportamento pode ser atribuído à reduzida Kfs, quando a intensidade da chuva supera a capacidade de infiltração e condução da água dentro do perfil, favorecendo a ocorrência de enxurradas e o desencadeamento de processos erosivos.

Os eventos de precipitação classificados como fortes tiveram uma intensidade média de $48,15 \text{ mm h}^{-1}$ e mediana de $44,3 \text{ mm h}^{-1}$ (Tabela 5).

Um estudo complementar, visando estimar se as chuvas fortes ocorreram com o solo seco ou próximo da saturação (baseado no volume de chuva acumulada nas 72 horas antecedentes ao evento), mostrou que, desses 22 eventos de chuva forte, em 13 havia um volume de chuva acumulada de mais de 21 mm (Tabela 6), esses eventos muito provavelmente ocasionaram um grande volume de enxurradas.

Isso corrobora que, embora os eventos potencialmente erosivos possam apresentar elevada magnitude e causar impactos significativos sobre a dinâmica hidrológica da paisagem, sua ocorrência é relativamente rara na série histórica analisada. Outro aspecto relevante é que uma intensidade de precipitação superior à Taxa de Infiltração Básica (TIB) ou à condutividade hidráulica saturada (Kfs) não implicam, necessariamente, na geração imediata de

Tabela 6. Avaliação da precipitação acumulada nas 72 horas que antecederam eventos de chuva de intensidade forte ($> 36 \text{ mm h}^{-1}$) em Resende - RJ.

Data - Hora	Acumulado 72h Anterior (mm)	Volume do Evento (mm)
22/11/2017 18:00	72,2	38,6
06/02/2022 19:00	66,2	38,4
21/01/2009 08:00	59,6	37,2
17/01/2014 19:00	59,0	40,2
08/01/2012 19:00	38,8	46,6
08/01/2017 17:00	35,2	38,4
21/12/2018 18:00	34,8	43,6
30/12/2022 19:00	32,6	41,0
19/11/2017 18:00	26,2	38,6
02/01/2016 18:00	24,6	42,6
29/12/2008 18:00	23,2	54,4
06/01/2022 19:00	22,4	36,8
07/02/2023 17:00	21,8	51,0

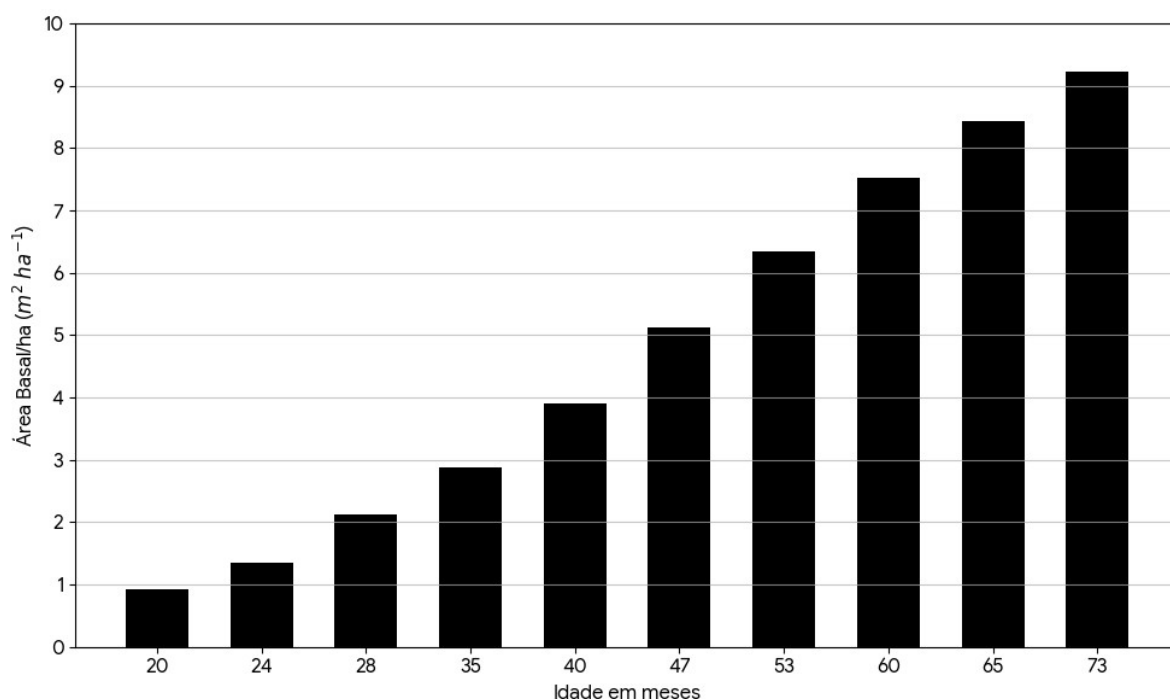
escoamento superficial e erosão; esses processos tendem a ocorrer com maior magnitude quando o solo está saturado, apresentando a menor taxa de infiltração básica (TIB).

A evolução da área basal (AB) do componente arbóreo (Figura 4) indica que o sistema silvipastoril atingiu sua maturidade produtiva aos 73 meses, alcançando $9,22 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$. De acordo com os critérios de manejo propostos por Pezopane et al. (2024), este valor ultrapassa o limiar crítico de $8 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, indicando uma fase de competição intensa por recursos luminosos e a necessidade de intervenções silviculturais, como o desbaste, para garantir a perenidade da pastagem. No contexto da dinâmica hídrica, embora o desenvolvimento das árvores e o aumento da AB reflitam um sistema radicular mais robusto capaz de favorecer a estruturação da matriz edáfica, os baixos valores de Kfs observados nas posições de Renque e Pasto sugerem que a densidade elevada do solo e o adensamento natural horizonte BA (18-28 cm) ainda exercem um controle restritivo dominante sobre o fluxo de água. Contudo, a condutividade significativamente superior na posição de Borda (Tabela 3) sugere que a interface entre os sistemas radiculares do eucalipto e da *braquiária*, em um estágio de desenvolvimento florestal maduro, promove uma conectividade de poros

Tabela 5. Avaliação da intensidade de chuva horária em Valença - RJ, classificada em quatro intervalos de intensidade, na série de 2006 – 2026.

Classe	Intervalo (mm h^{-1})	Nº de Eventos (Horas)	Média (mm h^{-1})	Mediana (mm h^{-1})
Zero	$i = 0$	34.245	0,00	0,00
Leve	$0 < i \leq 3,6$	10.727	1,08	0,80
Moderada	$3,6 < i \leq 36$	1.524	10,45	7,60
Forte	$i > 36$	22	48,15	44,30
Total Válido	—	46.518	—	—

Figura 4. Evolução da área basal por hectare ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$) do componente arbóreo (*Eucalyptus* spp) ao longo de 72 meses no sistema de integração pecuária-floresta (IPF) na Fazenda Santa Mônica, Valença, RJ.



superior à observada nas posições onde os sistemas radiculares atuam de forma isolada.

Essa discrepância reforça a necessidade de considerar a variabilidade espacial e as características morfológicas locais ao modelar processos hidrológicos em áreas de Argissolos. A condutividade hidráulica saturada medida *in situ* (K_{fs}) tende a refletir melhor a conectividade de poros reais do que métodos de laboratório, o que explica a sensibilidade do parâmetro em detectar as diferenças observadas entre as posições avaliadas.

Recomenda-se fazer avaliações de infiltração da água. O efeito das raízes das espécies e do comportamento e manejo do gado pode afetar uma pequena camada superficial do solo, que pode reduzir ou aumentar a capacidade de infiltração da água.

Novas espécies e arranjos (espaçamento entre plantas e entre renques) devem ser estudados, permitindo ganhos em outros serviços ecossistêmicos do solo, como melhoria da fertilidade, aumento do sequestro de carbono e da conservação da biodiversidade, bem como o incremento da produtividade da pastagem.

Conclusões

1) O Argissolo Amarelo da área experimental apresenta valores de K_{fs} classificada como baixa em todas as posições avaliadas, situando-se significativamente abaixo da média nacional para a classe dos Argissolos.

A magnitude dos valores indica um ambiente onde o fluxo é controlado pela matriz argilosa adensada, assemelhando-se a horizontes subsuperficiais adensados de outras regiões e sendo corroborada pela proximidade do horizonte diagnóstico Bt de consistência dura quando seco, observado no perfil local.

2) O solo localizado na borda do renque do IPF tem um valor de K_{fs} significativamente maior em comparação aos valores e um tratamento obtidos na linha das árvores (Renque) e entre os renques (Pasto), sugerindo maior conectividade entre os poros advindos da complementariedade das raízes das espécies na camada superficial do Argissolo estudado.

3) Os valores de K_{fs} inferiores a 1 mm h^{-1} no Pasto e no Renque indicam a necessidade de práticas de manejo que visem a descompactação ou a redução de processos erosivos hídricos, que podem ser potencializados em eventos de alta intensidade sob condições de solo úmido.

4) Os eventos de chuva de alta intensidade foram raros na série histórica analisada (0,18% dos registros válidos). Entretanto quando coincidem com condições de elevada umidade antecedente ou com o solo próximo à saturação, a baixa K_{fs} pode limitar a percolação da água no perfil, favorecendo a geração de escoamento superficial com elevado risco de processos erosivos.

Contribuições dos Autores

W. G. TEIXEIRA e F. De C. BALIERO concepção do estudo, aquisição e análise dos dados e redação do artigo. G. M. VASQUES, G. K. DONAGEMMA e A. O. GONÇALVES aquisição

de dados, revisão do artigo. MULLER, C. E. MARTINS concepção do experimento, condução do experimento, aquisição de dados da área basal dos eucaliptos e revisão do artigo. A. C. FILHO descrição do solo no local do experimento e revisão do artigo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do projeto “Recria de bezerras leiteiras em sistemas de integração pecuária-floresta no bioma Mata Atlântica: uma abordagem trans-disciplinar” financiado pela Fapemig, processo CVZ APQ-00926-24.

Referências

- ALMEIDA, B.G. de; VIANA, J.H.M.; TEIXEIRA, W.G.; DONAGEMMA, G.K. **Densidade do solo**. In: TEIXEIRA, P.C.; DONAGEMMA, G.K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W.G. (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3.ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p.65-75.
- ALVES, F.V.; NICODEMO, M.L.F.; PORFIRIO-DA-SILVA, V. **Bem-estar animal em sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta**. In: CORDEIRO, L.A.M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R.L. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária-floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p.273-289.
- AMARAL, J.R. **Caracterização físico-hídrica dos solos da bacia do Córrego Marinheiro, Sete Lagoas - MG**. 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 155 p.
- ANJOS, L.H.C. dos; KER, J.C.; SHIMIZU, S.H.; PEREIRA, M.G.; ARAÚJO FILHO, J.C. de; OLIVEIRA, V.Á. de. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 8.ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2025. 155p.
- BERNARDES, R.S. **Condutividade hidráulica de três solos da região norte fluminense**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes. 80 p.
- BHERING, S.B. **Influência do manejo do solo e da dinâmica da água no sistema de produção do tomate de mesa: subsídios à sustentabilidade agrícola do Noroeste Fluminense**. 2007. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 211 p.
- BIELUCZYK, W.; PICCOLO, M.C.; PEREIRA, M.G.; LAMBAIS, J.R.; MORAES, M.T.M.; SOLTANGHEISI, A.; BERNARDI, A.C.C.; PEZZOPANE, J.R.M.; BOSI, C.; CHERUBIN, M.R. Eucalyptus tree influence on spatial and temporal dynamics of fine-root growth in an integrated crop-livestock-forestry system in southeastern Brazil. **Rhizosphere**, v.19, p.100415, 2021. DOI: 10.1016/j.rhisph.2021.100415
- BOLFE, É.L.; VICTORIA, D. de C.; SANO, E.E.; BAYMA, G.; MASSRUHÁ, S.M.F.S.; OLIVEIRA, A.F. de. Potential for agricultural expansion in degraded pasture lands in Brazil based on geospatial databases. **Land**, v.13, p.200, 2024. DOI: 10.3390/land13020200
- CARMO, J.B. do; CHRISTIANE, P.B.; ZOTARELLI, L.; PICCOLO, M.C. Conversion of the coastal Atlantic forest to pasture: consequences for the nitrogen cycle and soil greenhouse gas emissions. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.148, p.37-43, 2012. DOI: 10.1016/j.agee.2011.11.016
- CASTRO, M.A.; CUNHA, F.F.; LIMA, S.F.; PAIVA NETO, V.B.; LEITE, A.P.; MAGALHÃES, F.F.; CRUZ, G.H.M. Atributos físico-hídricos do solo ocupado com pastagem degradada e floresta nativa no Cerrado Sul-Mato-grossense. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities Research Medium**, v.3, p.498-512, 2012.
- ELRICK, D.E.; REYNOLDS, W.D. **Infiltration from constant head well permeameters and infiltrometers**. In: TOPP, G.C.; GREEN, R.E. (Ed.). **Measurement of Soil Physical Properties: Bringing Theory into Practice**. Madison, WI: Soil Sci. Soc. Am., 1992. p.1-24. DOI: 10.2136/sssaspecpub30.c1
- FERREIRA, M.M.; FERNANDES, B.; CURI, N. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de latossolos da região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.515-524, 1999. DOI: 10.1590/S0100-06831999000300002
- FIGUEIREDO, E.B.; JAYASUNDARA, S.; DE OLIVEIRA BORDONAL, R.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A.; WAGNER-RIDDLE, C.; LA SCALA JR., N. Greenhouse gas balance and carbon footprint of beef cattle in three contrasting pasture-management systems in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v.142, p.420-431, 2017. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.08.014
- GUERRA, A.S.; CAMPANHARO, A.; VIGNATTI, R.; BONOMO, R.; SOUZA, J.M. **Condutividade hidráulica do solo em área de cultivo de café Conilon submetida a subsolagem**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 44., 2018, Franca. Anais. Franca: Procafé, 2018. p.120-125.
- MARTINS, A.L. da S.; TEIXEIRA, W.G.; OTTONI, M.V.; REIS, A.M.H. dos; PIMENTEL, L.G.; LIMA, M.M. da G. de. **Infiltração e condução da água em solos do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2024. 19p.
- MENDES, I. de C.; FIGUEIREDO, C.C. de; GOMES, A.C.F.; OLIVEIRA, A.D. de. **Bioindicadores de qualidade do solo: a ciência a favor do agricultor**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2018. 23p.
- MÜLLER, M.M.L.; GUIMARÃES, M.F.; DESJARDINS, T.; MARTINS, P.F.S. Degradação das pastagens na Região Amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento das raízes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.1409-1418, 2001.
- OTTONI, M.V.; SOUZA, L.R.; BARBOSA, S.M.; ANDRADE, R.; TEIXEIRA, W.G.; INDA, A.V.; CURI, N. **Mineralogia, estrutura e comportamento físico-hídrico de Latossolos brasileiros e comparação com solos de regiões temperadas**. Rio de Janeiro: Serviço Geológico do Brasil, 2024. 11p.
- OTTONI, M.V.; TEIXEIRA, W.G.; REIS, A.M.H. dos; PIMENTEL, L.G.; SOUZA, L.R.; ALBUQUERQUE, J.A.; MELO, V.F.; CAVALIERI-POLIZELI, K.M.V.; REICHERT, J.M.; VIANA, J.H.M.; FONTANA, A.; MEDRADO, L. de C.; SANTOS, G.G.; AMARAL, L.G.H. do; ANJOS, L.H.C. dos; ARAÚJO FILHO, J.C. de; BHERING, S.B.; BRITO, G.F. de; VALLE, P.G. de C. do; CAMPOS, P.N.; COSTA, A.M. da; MARQUES, J.D. de O.; MARTINS, A.L. da S.; NASCIMENTO, M.B. de S. do; NORONHA, N.C.; OLIVEIRA, R.D. de; PORTELA, J.C.; SERAFIM, M.E.; SILVA, M.B. e; RODRIGUES, S.; ALMEIDA, W.S. de; MORAES, M.L. de; CURI, N. Saturated hydraulic conductivity and steady-state infiltration rate database for Brazilian soils. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.49, p.e0240003, 2025. DOI: 10.36783/18069657rbcs20240003
- PESSOA, T.N.; BOVI, R.C.; NUNES, M.R.; COOPER, M.; UTEAU, D.; PETH, S.; LIBARDI, P.L. Clay mineral composition drives soil structure behavior and the associated physical properties in Brazilian Oxisols. **Geoderma Regional**, v.38, p.e00837, 2024. DOI: 10.1016/j.geodrs.2024.e00837
- PEZZOPANE, J.R.M.; BOSI, C.; BRUNETTI, H.B. Basal area as a strategic indicator for forest component management in silvopastoral systems: insights from long-term experiments. **Agroforestry Systems**, v.98, p.2013-2025, 2024. DOI: 10.1007/s10457-024-00998-x
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M.J.S.; NICODEMO, M.L.F.; DERETI, R.M. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 48p.
- REIS, A.M.H. dos; TEIXEIRA, W.G.; FONTANA, A.; BARROS, A.H.C.; VICTORIA, D. de C.; VASQUES, G.M.; MONTEIRO, J.E. B. de A. Hierarchical pedotransfer functions for predicting bulk density in Brazilian soils. **Scientia Agricola**, v.81, p.e20220255, 2023. DOI: 10.1590/1678-992X-2022-0255
- SALEMI, L.F.; GROppo, J.D.; TREVISAN, R.; SEGHESSI, G.B.; MORAES, J.M. de; FERRAZ, S.F. de B.; VILLANI, J.P.; MARTINELLI, L.A.; PELLEGRINO, G.Q. Land use change in the Atlantic rainforest region of Brazil: its effects on the hydrology of small catchments. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.164, p.115-124, 2013. DOI: 10.1016/j.agee.2012.09.014
- SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A. de; ARAÚJO FILHO, J.C. de; LIMA, H.N.; MARQUES, F.A.; OLIVEIRA, J.B. de; CUNHA, T.J.F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 6.ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2025. 393p.
- SCHEFFLER, R.; COSTA, M.H.; RIVERA, A.D.; PINTO, L.S. Soil hydraulic response to land-use change associated with the recent soybean expansion at the Amazon agricultural frontier. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.144, p.281-289, 2011. DOI: 10.1016/j.agee.2011.08.016

SILVA, J.R.L.; MONTENEGRO, A.A.A.; SANTOS, T.E.M. Caracterização física e hidráulica de solos em bacias experimentais do semiárido brasileiro, sob manejo conservacionista. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.27-36, 2012. DOI: 10.1590/S1415-43662012000100004

SOUZA, J.M.; BONOMO, R.; PIRES, F.R.; BONOMO, D.Z. Curva de retenção de água e condutividade hidráulica do solo em lavoura de café conilon submetida à subsolagem. **Coffee Science**, v.9, p.226-236, 2014. DOI: 10.25186/cs.v9i2.836

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574 p.

TEIXEIRA, W.G. **Land use effects on soil physical and hydraulic properties of a clayey Ferralsol in the Central Amazon**. 2001. 255p. Tese (Doutorado) – Universität Bayreuth, Bayreuth.

TEIXEIRA, W.G.; VICTORIA, D. de C.; BARROS, A.H.C.; LUMBRERAS, J.F.; ARAÚJO FILHO, J.C. de; SILVA, F. de A. da; MONTEIRO, J.E.B. de A. **Predição da água disponível no solo em função da granulometria para uso nas análises de risco no zoneamento agrícola de risco climático**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2021. 38p.

WARRICK, A.W. **Soil physics companion**. Boca Raton: CRC Press, 2001. 120p.

REFERENCIAÇÃO

TEIXEIRA, W. G.; BALIEIRO, F. C.; VASQUES, G. M.; DONAGEMMA, G. K.; GONÇALVES, A. O.; MÜLLER, M. D.; MARTINS, C. E.; CARVALHO FILHO, A. Avaliação da condutividade hidráulica saturada do solo num Argissolo Amarelo, sob sistema de integração pecuária-floresta no Médio Vale do Paraíba do Sul - Rio de Janeiro. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.33-34.e028246, 2026.



Evaluation of saturated hydraulic conductivity of an Acrisol under an integrated livestock forestry system in the Middle Paraíba do Sul Valley - Rio de Janeiro State, Brazil

Wenceslau Geraldes Teixeira^{1(*)}, Fabiano de Carvalho Balieiro¹, Gustavo Mattos Vasques¹, Guilherme Kangussu Donagemma¹, Alexandre Ortega Gonçalves¹, Marcelo Dias Müller², Carlos Eugênio Martins² and Amaury Carvalho Filho¹

¹Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1.024, CEP 22460-000 Rio de Janeiro, RJ, Brazil. E-mails: wenceslau.teixeira@embrapa.br, fabiano.balieiro@embrapa.br, gustavo.vasques@embrapa.br, guilherme.donagemma@embrapa.br, alexandre.ortega@embrapa.br and amaury.carvalho@embrapa.br

²Embrapa Gado de Leite. Rua Eugênio do Nascimento, 610, CEP 36038-330 Juiz de Fora, MG, Brazil. E-mails: marcelo.muller@embrapa.br and carlos.eugenio@embrapa.br

(*)Corresponding author.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 18 April 2026

Accepted 9 June 2026

Index terms:

saturated hydraulic conductivity
silvopastoral system
acrisol

ABSTRACT

This study evaluated variations in field-saturated hydraulic conductivity (Kfs) in an integrated livestock-forestry (silvopastoral) system in Valença, RJ, Brazil. The system was established on a dystrophic Acrisol under Eucalyptus and Urochloa. The forest component reached productive maturity at 73 months, with a basal area of 9.22 m² ha⁻¹. An automated well permeameter was used at a 20 cm depth. Measurements covered the tree line (*renque*), the border, and the pasture. Kfs was classified as low across all positions (< 3.1 mm h⁻¹). The border (3.05 mm h⁻¹) showed significantly higher values than the tree line (0.97 mm h⁻¹) and the pasture (1.09 mm h⁻¹). This hydraulic restriction stems from the densified BA horizon and the transition to the Bt horizon. These conditions place the soil at the lower limit of conductivity for Argisols (Acrisols) in Brazil. It is concluded that the soil has a severe restriction to water flow. The root interface at the border promotes pore connectivity. Intense rainfall events pose a high risk of runoff due to low permeability.

© 2026 SBAgro. All rights reserved.

CITATION

GERALDES TEIXEIRA, W. G.; BALIEIRO, F. C.; VASQUES, G. M.; DONAGEMMA, G. K.; GONÇALVES, A. O.; MÜLLER, M. D.; MARTINS, C. E.; CARVALHO FILHO, A. Avaliação da condutividade hidráulica saturada do solo num Argissolo Amarelo, sob sistema de integração pecuária- lorestal no Médio Vale do Paraíba do Sul - Rio de Janeiro. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.33-34.e028246, 2026.