



LAUDO TÉCNICO AMBIENTAL

Sítio das Mangueiras – Avaliação da afirmativa “água se planta”
relacionada a área de SAF horta floresta no local

FELIPE ELIA DE ALMEIDA MAGALHÃES
STEPHANE LOUISE FERREIRA DA SILVA
EDUARDO FRANCIA CARNEIRO CAMPELLO
LEONARDO DUARTE BATISTA DA SILVA



Programa de Pós-Graduação em
Agricultura Orgânica



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA

Todos os direitos desta edição são reservados ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. É permitida a reprodução parcial da obra desde que citada a fonte.

Produto técnico vinculado à dissertação "Análise hídrica de 3 cenários: SAF horta floresta, pasto e floresta nativa. Um estudo de caso em Florestal, MG. 2023" do PPGA, de autoria de Felipe Elia de Almeida Magalhães, sob orientação de Eduardo Francia Carneiro Campello e coorientação de Leonardo Duarte Batista da Silva.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Laudo técnico ambiental [livro eletrônico] : Sítio das Mangueiras : avaliação da afirmativa "água se planta" relacionada a área de SAF horta floresta no local / Felipe Elia de Almeida Magalhães...[et al.]. -- Seropédica, RJ : Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica, 2024.
PDF

Outros autores: Stephane Louise Ferreira da Silva, Eduardo Francia Carneiro Campello, Leonardo Duarte Batista da Silva.

Bibliografia.
ISBN 978-65-998904-5-1

1. Agroecologia 2. Agrofloresta 3. Irrigação
4. Laudo técnico das condições I. Magalhães, Felipe Elia de Almeida. II. Silva, Stephane Louise Ferreira da. III. Campello, Eduardo Francia Carneiro. IV. Silva, Leonardo Duarte Batista da.

24-189084

CDD-630

Índices para catálogo sistemático:

1. Agroecologia : Agricultura 630

Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253

Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica
UFRRJ - Instituto de Agronomia
BR 465 Km 47, Seropédica-RJ CEP 23897-000
Site: <https://cursos.ufrrj.br/posgraduacao/ppgao/>
Email: ppgaoufrrj@gmail.com



AUTORES

Felipe Elia de Almeida Magalhães

Engenheiro Agrícola e Ambiental

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica (PPGAO) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Especialista em Perícia e Auditoria Ambiental, Planejamento Agrícola, Outorga de água e Licenciamento Ambiental.

felipe.agricultura@gmail.com

Stephane Louise Ferreira da Silva

stephane.silva@ufv.br

Eduardo Francia Carneiro Campello

monitoreambiental@gmail.com

Leonardo Duarte Batista da Silva

eduardo.campello@embrapa.br

ASSISTENTES TÉCNICOS

Danielle Ferreira Coelho

Estudante de Agronomia - UFV Campus Florestal

Cássio Rodrigues da Cruz

Estudante de Agronomia - UFV Campus Florestal

Apoio:



SÍTIO DAS MANGUEIRAS

Proprietário: **Lucas Faria Machado**

Área Total: 5,00 ha

Área de SAF: 7000 m²

Local: Florestal MG



APRESENTAÇÃO

O tema desse trabalho surgiu da prática de responder a questionamentos técnicos através de laudos periciais.

A avaliação pericial é a análise de um parecer realizada por um profissional especializado, que coleta informações técnico-científicas sobre um determinado problema ou questionamento e, a partir da análise dos parâmetros que o envolvem, elabora um laudo técnico com informações que significam uma resposta prática à questão. As análises sempre são fundamentadas no conhecimento científico estabelecido sobre o assunto.

Os sistemas agroflorestais vêm sendo apontados como uma forma de regeneração do ambiente florestal que foi degradado, e sua capacidade de 'produção de água' é exaltada como um grande benefício que justifica sua implantação. As formas de alcançar bons resultados hídricos, no entanto, não são monitoradas pelo método científico, mas sim pelas observações práticas de mudanças no ambiente.

Para avaliar a afirmação 'água se planta', frequentemente associada aos Sistemas Agroflorestais, é importante caracterizar com precisão o comportamento hídrico do sistema com o qual se trabalha. No sítio das mangueiras, as análises foram conduzidas para melhorar o entendimento sobre as diferenças de comportamento hídrico entre áreas de pastagens sem elementos arbóreos, sistema agroflorestal tipo horta floresta com árvores consolidadas e áreas de fragmentos florestais em regeneração. O estudo buscou apontar potencialidades e limitações à dinâmica do uso e conservação de água no sistema SAF horta floresta.

SUMÁRIO

1. Descrição da área de SAF	7
1.1 Área de estudo: Sítio das Mangueiras – Florestal MG	7
2.2 Área de SAF horta Floresta	8
2. Objetivos.....	10
3. Métodos e Resultados	11
3.1 Parâmetros avaliados	11
3.2 Textura e Fertilidade do solo	11
3.3 Temperatura e umidade relativa do ar	12
3.4 Umidade do solo	13
3.5 Infiltração de água no solo	14
3.6 Simulação da irrigação	14
3.7 Revisão bibliográfica	18
4. Conclusões	19
5. Anexos	20
6. Referências bibliográficas	25

1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE SAF

1.1 Área de estudo: Sítio das Mangueiras – Florestal MG

O Sítio das Mangueiras encontra-se no município de Florestal MG e está localizado à 60 km de Belo Horizonte – MG. A Figura 1 abaixo demonstra a localização de florestal na região sudeste do Brasil.

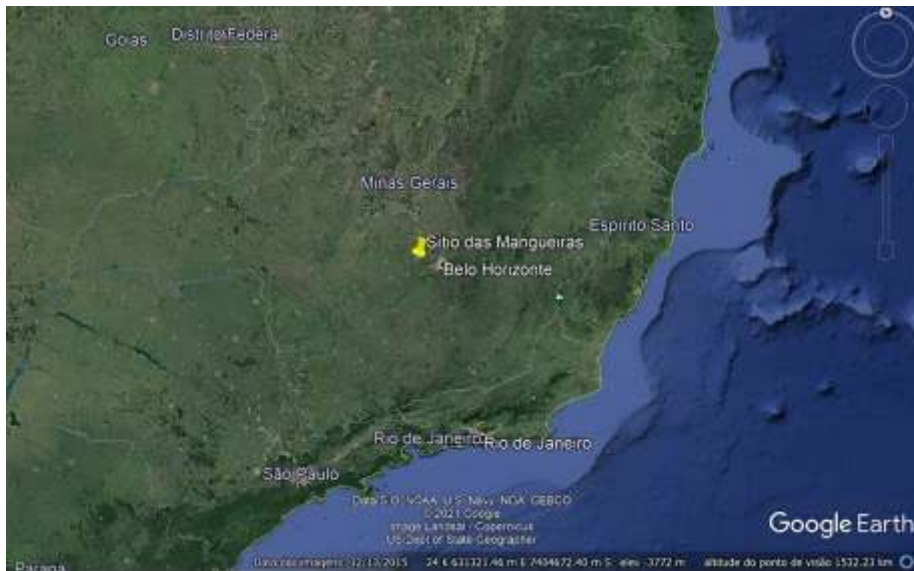


Figura 1. Localização do Sítio das Mangueiras no Brasil em mapa do Google Earth Pro.

Tem área total de aproximadamente 5 hectares, desenvolve, desde 2008, projetos voltados para o manejo agroecológico dos sistemas de produção agrícola e busca ser um exemplo de cultivo em consórcios. Atraindo visitantes da região de Belo Horizonte e estudantes do campus Florestal da Universidade Federal de Viçosa.



Figura 2. Localização do Sítio das Mangueiras em relação à cidade de Florestal MG. Foto de satélite disponível no Google Earth Pro.

O sítio encontra-se nos limites entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica segundo a lei 11428 de 2006. Possui vegetação antrópica em sua área de APP e área de reserva legal declarada com cobertura arbórea composta por frutíferas exóticas variadas (mangueiras, citrus, abacate, etc). A vegetação natural em Florestal MG é descrita como floresta estacional semidecídua. A fonte de água para irrigação da área de cultivo agroflorestal é um poço profundo e a pequena represa representada na Figura 3.



Figura 3. Sítio das Mangueiras em 2019. Córrego em cor ciano e polígono delimitando a área da represa em cor azul. Polígono em cor laranja delimitando os limites do sítio e polígono em cor branca delimitando a área de sistema horta floresta. Foto de satélite disponível pelo software Google Earth Pro.

Em estudo sobre Florestal MG o solo foi classificado pela base cartográfica da FEAM (2010) como PVAe12: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, ambos textura média/argilosa ou média/muito argilosa, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo ondulado e forte ondulado (60-40%).

2.2 Área de SAF horta Floresta

A área de cultivo com horta floresta tem 7.000 metros quadrados. Possui histórico de uso anterior como pastagem de uso intensivo. O sistema foi implantado no ano de 2014, com desenho inspirado no SAF do Sítio Semente, localizado no Distrito Federal. Apresenta faixas de 3 a 5 metros de largura de cultivo de hortaliças intercaladas por linhas de bananeiras e árvores diversas, como café, pupunha, eucalipto, abacate, ingá, citrus, etc. A Figura 4 caracteriza o espaçamento do plantio das linhas de árvores e bananeiras no sistema. A Figura 5 apresenta a vista aérea do SAF.



Figura 4. Caracterização do espaçamento do plantio das linhas de árvores e bananeiras no sistema.



Figura 5. Vista aérea do sistema agroflorestal horta floresta no Sitio das Mangueiras.

Existem faixas com maior quantidade de árvores onde o ambiente e o solo são mais sombreados e protegidos como na Figura 6.



Figura 6. Local de linhas de produção de árvores diversas interno a área de SAF horta floresta.

2. OBJETIVOS

Este laudo tem como objetivos:

1 - Apontar a estratégia (de forma técnica) para responder a pergunta: “É possível afirmar que após a implantação e manejo do SAF ocorreu produção de água no local? Ou seja: “Água se planta no SAF do Sítio das Mangueiras?”

2 - Apontar potencialidades ou limitações à dinâmica de uso e conservação de água no sistema horta floresta.

3. MÉTODOS E RESULTADOS

Para aprofundar a pesquisa sobre os benefícios hídricos atrelados ao SAF, foram realizadas análises em campo comparando o sistema horta floresta a um fragmento de vegetação nativa (que caracteriza a evolução natural de um processo de regeneração do ambiente) e a uma área de pastagem (representando a ocupação de origem da área do SAF). Os parâmetros analisados foram monitorados durante o período de chuvas de 2021/2022 e de seca no ano de 2022.

Foi realizada pesquisa bibliográfica sobre a relação entre sistemas agroflorestais e indicadores de conservação de água no ambiente. Foram realizados testes estatísticos para avaliar a diferença entre os indicadores ambientais nas áreas de SAF, floresta e pasto. Após a coleta de dados, simulações sobre o manejo de irrigação nas áreas estimaram a necessidade de uso de água nas diferentes coberturas de solo.

3.1 Parâmetros avaliados

- Textura do solo
- Fertilidade do solo
- Temperatura e umidade relativa do ar
- Umidade do solo
- Infiltração de água no solo
- Simulação da irrigação

3.2 Textura e Fertilidade do solo

A textura do solo foi avaliada para que fossem comparadas áreas cobertas por vegetação diferente, mas com características de porosidade semelhantes. As análises de textura confirmaram que as três áreas de estudo tem solos com textura Argilo Arenosa, validando a comparação proposta conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Análises de textura do solo (0-30 cm) do fragmento florestal, da área de pastagem e do SAF realizadas em 13/01/2022.

Área	Areia (g kg ⁻¹)	Silte (g kg ⁻¹)	Argila (g kg ⁻¹)	Textura
Fragmento florestal	514	130	356	Argilo Arenosa
Pastagem	574	136	290	Argilo Arenosa
SAF	566	136	298	Argilo Arenosa

A fertilidade do solo foi caracterizada pela análise química de uma amostra de solo composta por 20 simples em cada área. Foram coletadas da camada de solo de 15-30 cm de profundidade. Os resultados apontaram:

- 1- Que as características químicas do solo são diferentes para SAF, pasto e floresta.
- 2- Que o manejo de adubação (com calagem, fertilizantes orgânicos, adição de biomassa, manejo de proteção do solo com palhada e restos de poda) no SAF provavelmente é o motivo dos altos valores nos parâmetros avaliados como referência para fertilidade no estado de Minas Gerais.
- 3- Que o SAF apresentou segundo os parâmetros de fertilidade analisados a melhor qualidade química para produção agrícola em geral.

Tabela 2. Comparativo entre os parâmetros químicos avaliados nos diferentes tipos de uso do solo.

Amostra	pH	V M		Al H+Al K Ca Mg					P mg dm-3	t T		MO Dag kg-1
		---	---	-----cmolc dm-3-----						cmolc	dm-3	
Pasto	4,7	50	12	0,48	3,4	0,17	2,46	0,78	12,7	3,89	6,81	1,7
Floresta	4,4	5	74	1,42	9,3	0,12	0,22	0,16	0,8	1,93	9,81	3,6
SAF	6,4	86	0	0	1,6	1,13	5,91	2,75	316,1	9,79	11,39	4,4
*Nível	5,5	60									8,6	
Referência	a	a	<20	<0,2	<2	>0,2	2,4 a	0,9 a	12,1 a	4,6 a	a	2,1 a
(LABAS)	6,5	80					4,0	1,5	18,0	8,0	15,0	4,5

3.3 Temperatura e umidade relativa do ar

A temperatura e umidade relativa do ar do SAF, pasto e floresta nativa foram monitoradas com um termo-higrômetro digital em 16 dias aleatórios em 2021. O teste Tukey foi realizado para testar quais os tratamentos foram diferentes entre si ao nível de 95% de significância. As análises foram realizadas pelo software PAST (Paleontological Statistics Software Package for Education and data Analysis). A área de floresta teve temperaturas mais baixas e umidade do ar superior à do pasto. Em relação ao SAF, a floresta não apresentou diferença estatística em relação à umidade relativa.

Tabela 3. Comparação das médias de temperatura e umidade relativa do ar pelo teste Tukey.

Temperatura e umidade do ar medida nas áreas		
	Temperatura (°C)	UR (%)
Fragmento Florestal	27,5 a	62,7 a
Pastagem	32,8 b	49,1 b
SAF Horta Floresta	31,1 b	55,1 ab

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey (p<0,05)

3.4 Umidade do solo

A umidade do solo foi a base para estimar a quantidade de água que existe no sistema e o principal parâmetro avaliado. Foi analisada em dois períodos diferentes. De outubro de 2021 a fevereiro de 2022 e de maio a agosto de 2022. A umidade do solo é uma medição direta da quantidade de água que existe no sistema. Foi obtida de 2 a 3 vezes por semana nas três áreas com diferentes coberturas vegetais. As coletas foram realizadas em zigue zague em três pontos distintos. Foram coletadas 3 amostras de solo nas profundidades de 0-15 e 3 nas profundidades de 15-30 cm em cada tratamento. A umidade foi medida pelo método gravimétrico que consiste em pesar as amostras de solo e submetê-las a secagem em estufa por 24 horas a 105º C. (NBR 6457/2016).

Tabela 4. Umidades médias do solo nas camadas de 0 a 15 e de 15 a 30 cm nos períodos chuvoso (novembro de 2021 a fevereiro de 2022) e período seco (junho a agosto de 2022), para coberturas do solo com fragmento florestal, pastagem e SAF horta floresta, em Florestal, MG.

Período chuvoso		
Ocupação do solo	Umidade média do solo (%)	
	0 - 15 cm	15 - 30 cm
Fragmento Florestal	21,11 a	20,74 a
Pastagem	17,40 b	17,42 ab
SAF Horta Floresta	17,78 ab	17,33 b
Período Seco		
Ocupação do solo	Umidade média do solo (%)	
	0 - 15 cm	15 - 30 cm
Fragmento Florestal	16,15 a	17,02 a
Pastagem	10,64 b	11,84 b
SAF Horta Floresta	11,63 b	12,50 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A média da umidade do solo na área de floresta nativa foi estatisticamente superior às médias obtidas no pasto e no SAF. Não houve diferença significativa entre a umidade do solo na área de pasto e na área de SAF.

O resultado indica que em relação à conservação de água no solo as coberturas vegetais de pasto e SAF foram equivalentes nesse período. A floresta nativa, por sua vez, demonstrou superioridade em relação à capacidade de armazenar água no solo em grandes proporções.

3.5 Infiltração de água no solo

Teste no período de chuvas

A infiltração de água no SAF durante todo o experimento foi muito superior aos demais tratamentos, alcançando o valor de 21,7 cm/h após 180 min do teste. A infiltração no fragmento florestal teve comportamento mais suave, partindo de 9 cm/h e estabilizando-se em 3 cm/h. Os valores observados no pasto indicam forte compactação da camada superficial na área. A taxa de infiltração após 20 min de teste já estava em 0,5 cm/h.

Otoni Filho, 2002, classificou solos quanto a sua velocidade básica de infiltração (VIB) e considerou solos com $VIB < 2\text{cm/h}$ como solos com baixa capacidade de infiltração, $2\text{cm/h} < VIB < 12,5\text{cm/h}$ como velocidade média e de $VIB > 12,5\text{cm/h}$ como solos de alta velocidade de infiltração.

Teste no período de seca

No fragmento florestal a taxa de infiltração foi baixando lentamente até 40 cm/h após o tempo de 40 minutos, enquanto na área do SAF, foi observado o mesmo valor de infiltração (40 cm/h) depois de 20 minutos do teste. A área de pastagem foi o cenário com as menores taxas de infiltração e com uma queda brusca da taxa de infiltração nos primeiros 10 minutos de teste, indicando que existe algum impedimento ao fluxo vertical da água que poderia ser explicado pela compactação do solo causada pelo pisoteio animal intensivo.

O sistema horta floresta apresentou altas taxas de infiltração, comportamento que indicou que o SAF teria uma boa resposta à capacidade de lidar com chuvas intensas em relação ao efeito da erosão de solo causado por escoamento superficial.

A curva de infiltração do fragmento florestal foi a que teve inclinação mais suave, indicando que existe estrutura de solo que garante um fluxo ordenado de entrada da água.

3.6 Simulação da irrigação

Como o estudo analisou a umidade do solo na camada de 0 a 30 cm, foi escolhido o feijão como cultura para estabelecer comparações sobre a irrigação nas áreas. Os critérios da escolha da cultura de comparação foi por possuir a profundidade efetiva das raízes nessa camada e também por ser uma cultura que pode ser plantada nas entrelinhas de um sistema agroflorestal.

Com os dados periódicos de umidade do solo e com os dados de precipitação, temperatura e umidade relativa obtidos da estação experimental Florestal A535 foi possível estimar a necessidade de irrigação de um cultivo de feijão levando em conta os resultados de

umidade do solo em cada área. Essa é uma forma possível e simples de analisar como os sistemas solo-planta nos diferentes tratamentos se comportam em relação à dinâmica de entradas e saídas de água.

Simulação 1. Cálculo do número de irrigações necessários para os três cenários avaliados, considerando o período de chuvas

Na realização dessa simulação adotou-se como umidade crítica 15% em massa base seca e capacidade de campo 25% em massa base seca de acordo com Dardengo et al. (2005). Nesse exercício de simulação foi considerado que quando o solo estivesse abaixo de 15% de umidade seria necessária uma irrigação no sistema.

No SAF horta floresta, considerando os dados de umidade obtidos na camada de 0 a 15 cm do solo no período de chuvas, seria necessário irrigar apenas uma vez o cultivo no dia 25 de novembro (quando a umidade do solo foi de 14%).

Na pastagem seriam necessárias três irrigações. No período de 31/10 a 04/11, no período de 19/11 a 24/11 e também no período de 26/01 a 02/02.

Na área de fragmento florestal não seria necessária nenhuma irrigação pois o solo se manteve sempre acima da umidade crítica de 15%.

Quando considerados os dados da camada de 15 a 30 cm, no SAF seria necessária uma irrigação no dia 09/11 e outra no período entre 19 e 25/11.

No pasto seriam novamente necessárias 3 irrigações, uma no dia 09/11, outra no período entre 19/11 e 24/11 e outra entre os dias 21/01 e 02/02.

Tabela 5. Número de irrigações necessárias para os três cenários estudados considerando a simulação de manejo de irrigação para o cultivo de feijão no período de chuvas para os dados obtidos no Sítio Mangueiras em Florestal, MG.

Simulação da irrigação 1:		
Período de chuvas	Profundidade (cm)	
	0-15	15-30
Cenário	Nº Irrigações	
Floresta	0	0
SAF	1	2
Pasto	3	3

Simulação 2. Cálculo do número de irrigações necessários para os três cenários avaliados, considerando o período seco

Enquanto no período chuvoso a simulação utilizou a definição em literatura de uma umidade crítica para definição de quando seria necessária uma irrigação para complementar as chuvas, no período de seca optou-se por simular a quantidade de água que seria necessária para irrigação de acordo com a variação da umidade no solo.

Para simular a necessidade de irrigação nas três áreas, considerou-se as umidades de 15 a 30 cm no período seco. Considerou-se o valor de 1,2 g/cm³ como a densidade do solo. O valor é uma estimativa segundo o trabalho de Michelon et al. (2009) sobre as propriedades físicas de solos no Brasil.

Considerou-se que os valores de umidade do solo obtidos no experimento seriam referência exata para o manejo de irrigação. O objetivo do exercício foi comparar a necessidade de lâminas de irrigação em mm para o cultivo de feijão durante o período seco de 26/05 a 25/08/2022.

O comportamento de água no solo considera precipitação, irrigação, evapotranspiração, deflúvio superficial, drenagem e variação da armazenagem de água no solo

A estimativa da evapotranspiração potencial foi calculada utilizando os dados da estação Florestal A535. A equação de Penman Monteith FAO 56 forneceu valores que variaram de 1,34 a 7,94 mm por dia.

O exercício considerou metodologia do manual de irrigação de Salassier Bernardo, Antônio A Soares e Everardo C. Mantovani. $f=0,6$ $Cc=0,25$ $Pm=0,10$ $da=1,2g/cm^3$

$$DTA = \frac{(Cc - Pm).da}{10} \quad (2)$$

em que:

DTA= Disponibilidade total de água no solo, em mm água/cm de solo;

Cc = Capacidade de Campo, em %;

Pm = Ponto de murcha permanente, em %; e

Da = densidade do solo, em g/cm³.

$$DTA = \frac{(25 - 10).1,2}{10} = 1,8 \text{ mm água/cm de solo}$$

$$DRA = DTA . f \quad (3)$$

em que:

DRA= Disponibilidade real de água no solo; e

f = Fator de disponibilidade hídrica.

DRA = $1,8 \cdot 0,6 = 1,08$ mm/cm de solo.

CRA = DRA . Z (4)

em que:

CRA = capacidade real de água no solo; e

Z = profundidade efetiva das raízes em cm.

CRA = $1,08 \cdot 30 = 32,4$ mm

Considerando que no manejo de irrigação, o intervalo entre a umidade crítica e a umidade na capacidade de campo para a cultura hipotética do feijão, a capacidade real de água, seria de 32,4 mm.

Nesse item irá se adotar duas suposições: supondo uma unidade percentual a mais na umidade do solo, ou seja, 1% (3,6 mm) + valor de umidade do solo em percentagem equivalendo a uma lâmina de 3,6 mm e quatro unidades percentuais a mais na umidade do solo (14,4 mm).

A explicação dessas suposições é devido a que em média os valores de umidade do solo de 15 a 30 cm no SAF apresentaram valores com uma unidade percentual a mais de umidade base seca em relação ao pasto e quando comparados o SAF com o fragmento florestal, o fragmento apresentou quatro unidades percentuais a mais que o SAF.

Considerando os dados obtidos e planejando a irrigação considerando o método de balanço de água no solo foram obtidos 9 eventos de irrigação necessária conforme os dias apresentados na Tabela 6 abaixo.

Tabela 6. Comparação entre lâminas de irrigação para 9 eventos segundo método de balanço de água considerando efeitos de umidade inicial do solo com valor de 1 unidade percentual a mais na umidade do solo e 4 unidades percentuais a mais no valor de umidade do solo.

Dia	Irrigação (mm)	Efeito Usolo 1% a mais Irrigação (mm)	Efeito Usolo 4% a mais Irrigação (mm)
09/jun	32,95	29,35	18,55
20/jun	34,35	30,75	19,95
30/jun	33,9	30,3	19,5
07/jul	36,35	32,75	21,95
14/jul	36,35	32,75	21,95
21/jul	36,55	32,95	22,15
30/jul	34,85	31,25	20,45
10/ago	35,55	31,95	21,15
20/ago	32,5	28,9	18,1
Total	313,35	280,95	183,75

Nesse exercício de simulação e cálculos sobre o manejo de irrigação pode-se estimar que nesse cultivo hipotético de feijão, se fosse realizado em área de 1 hectare (10.000m²) e obtendo-se economia de lâmina d'água de 32,4 mm de água (comparação entre a irrigação total com a umidade do solo com 1% a mais), isso corresponderia a 324 m³ (324.000 L) de água. Da mesma forma, estima-se uma economia de 129,6 mm (comparação entre a irrigação total com a umidade do solo 4% a mais), correspondendo 1296 m³ (1.296.000 L) de água.

Mesmo tendo consciência que essas simulações são hipotéticas, estima-se que na comparação fragmento florestal e SAF a diferença do volume de água aplicada por um sistema de irrigação seria 71% maior na área com SAF; e que na comparação SAF e pastagem seria 12% maior na área com pastagem.

3.7 Revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica possibilitou afirmar que:

1. Sistemas agroflorestais legalmente podem ser usados para ocupar espaços de regeneração de áreas de florestas nativas no intuito de exercerem o papel de manutenção das propriedades hidrológicas.

Os sistemas agroflorestais podem tornar o setor agropecuário menos exposto aos efeitos negativos das mudanças climáticas, tanto no presente quanto em cenários futuros” (SCHEMBERGUE *et al.*, 2017).

2. Em relação à temperatura e umidade relativa do ar (parâmetros que traduzem as condições de conforto ambiental aos seres vivos e se relacionam com a dinâmica de fluxo de água nos sistemas) Wanderley e Miguel (2019) estudaram a influência da degradação da Floresta da Tijuca no microclima do Rio de Janeiro e perceberam que “a degradação da floresta contribuiu para o aumento da temperatura do ar e redução da umidade relativa no local”. Atualmente, alguns estudos relacionam mudanças no clima em escala regional ou global com a degradação florestal. As mudanças são para os autores um sinal claro de que a influência humana no aumento de emissões de gases do efeito estufa tem relação com o aumento da temperatura global (MARENGO; SOUZA JR., 2018).

3. A escassez de água é provocada pela alteração de processos do seu ciclo natural e principalmente pela demanda crescente de água na agricultura irrigada (LONDE *et al.*, 2014).

4. O desmatamento pode provocar a escassez de água potável e alteração do ciclo hidrológico (GOEKING; TARBOTON, 2020; BARROS *et al.*, 2020; SONE *et al.*, 2019; GJORUP *et al.*, 2016).

5. Sistemas agroflorestais podem ser uma forma de transição, favorecendo as condições ambientais para sistemas florestais biodiversos, que tenham a capacidade de

manter características de conservação e infiltração de água que justifiquem o mérito por serviços hidrológicos (CANUTO, 2017; ELLISON *et al.*, 2017; ZWIRTES *et al.*, 2013; FREITAS *et al.*, 2012).

6. O comportamento hídrico está relacionado às mudanças da cobertura vegetal em uma bacia hidrográfica de forma multidisciplinar. Conhecimentos em hidroquímica, hidroecologia, análises físicas e biogeoquímica auxiliam a compreensão. Fatores como tipo de solo, clima e a topografia também precisam ser considerados (GAROFOLLO; RODRIGUEZ, 2022).

4. CONCLUSÕES

É preciso monitorar o sistema por um período maior, décadas provavelmente, para avaliar de forma estatística se existe aumento na quantidade de água no Sítio das Mangueiras em consequência direta da instalação do SAF. Contudo, nos períodos de 2021 e 2022 os parâmetros ambientais avaliados indicaram boas condições para que exista uma economia de água na produção agrícola.

Foi difícil quantificar benefício hídrico ao ambiente pela existência do SAF em detrimento da ocupação anterior do solo por pastagem. O monitoramento da umidade do solo indicou que as coberturas com SAF e pasto foram equivalentes em relação à conservação de água no solo.

A umidade relativa do ar no SAF (semelhante ao fragmento florestal) e o sombreamento promovido pelas árvores contribuem para a manutenção da água em fluxo no sistema agroflorestal.

Quando foi realizada a simulação de irrigação para os três cenários, o fragmento florestal apresentou a melhor economia no uso de água e necessidade menor de irrigações frequentes. O resultado indica que um SAF com mais árvores pode ser mais eficiente para a manutenção de água no sistema.

Felipe Elia de Almeida Magalhães
Engenheiro Agrícola e Ambiental
CREA: 205805

Florestal MG, 05 de julho de 2023

5. ANEXOS

Anexo A. Umidade do solo de 15-30 cm no período seco. Médias obtidas de três amostras diárias. 20 dias. Três cenários.

15-30	Dias	Floresta	Pasto	Horta Floresta
1	26/mai	24,57%	22,06%	18,03%
2	30/mai	16,91%	18,01%	17,26%
2	01/jun	16,90%	18,69%	16,76%
4	11/jun	21,02%	13,82%	19,86%
5	12/jun	22,61%	16,46%	18,80%
6	22/jun	12,98%	9,31%	9,58%
7	27/jun	14,66%	12,40%	12,87%
8	29/jun	23,93%	11,98%	13,46%
9	06/jul	14,32%	8,92%	8,82%
10	07/jul	15,92%	10,64%	11,56%
11	11/jul	17,01%	9,90%	12,39%
12	14/jul	18,81%	10,26%	11,46%
13	01/ago	14,61%	9,02%	11,29%
14	03/ago	13,75%	10,03%	9,39%
15	10/ago	16,50%	10,36%	9,41%
16	11/ago	14,49%	8,56%	9,97%
17	17/ago	13,98%	10,74%	9,20%
18	18/ago	17,45%	9,09%	10,31%
19	23/ago	15,23%	8,42%	10,07%
20	25/ago	14,81%	8,08%	9,58%
MEDIA		17,02%	11,84%	12,50%

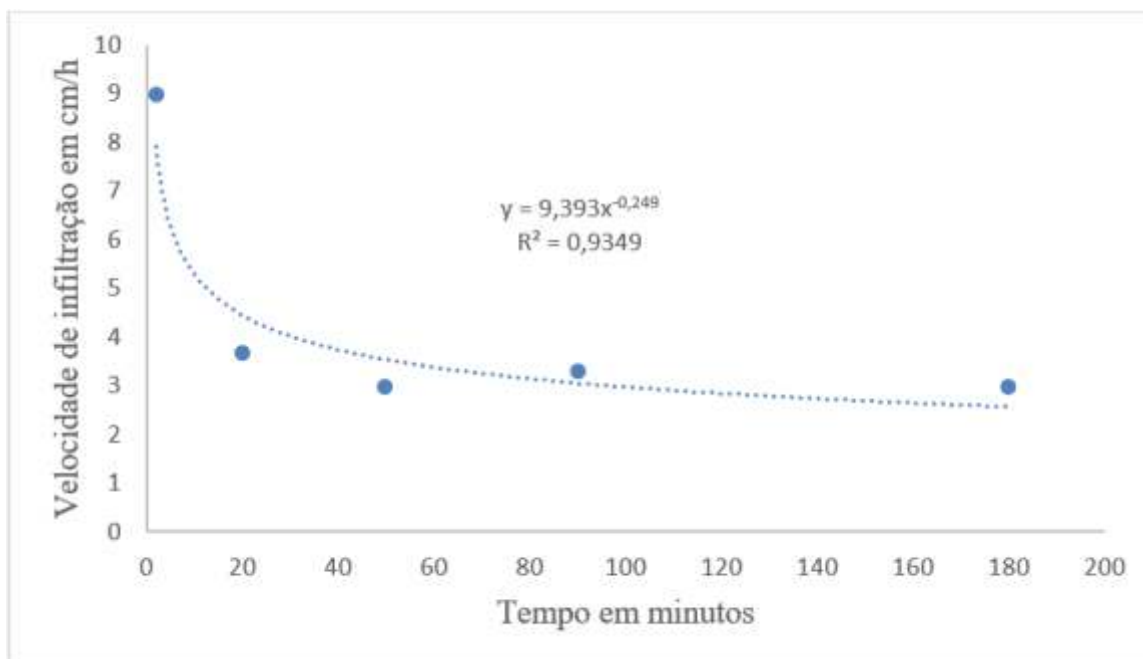


Figura 7. Velocidade de infiltração de água no solo no Fragmento Florestal no período de chuvas.

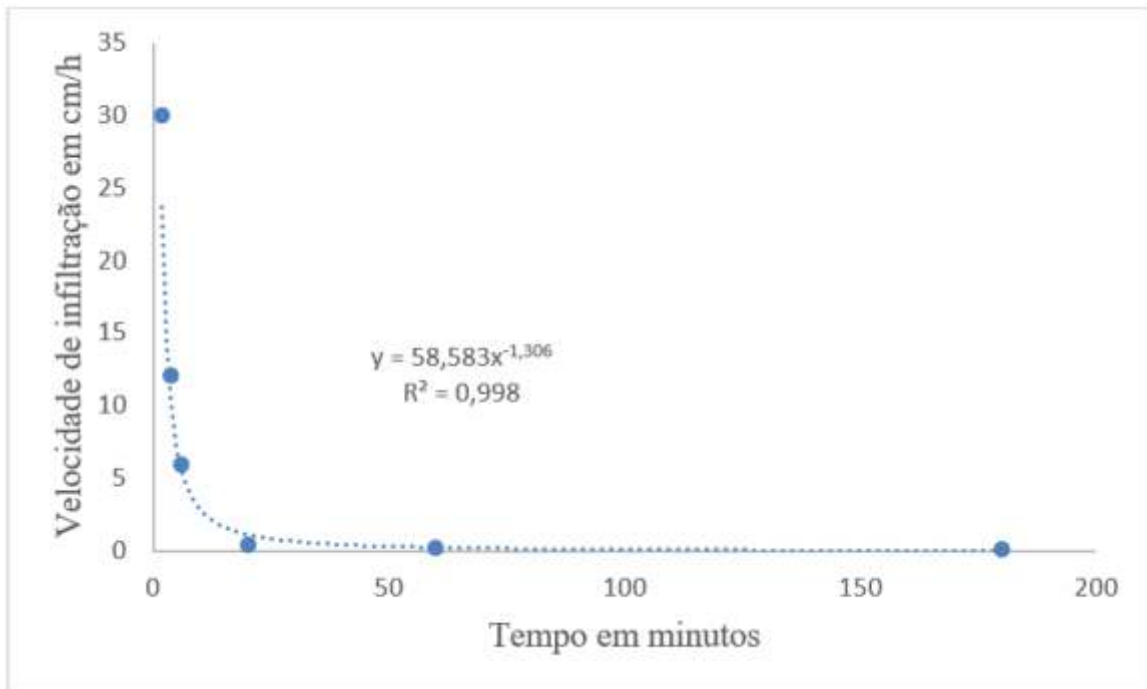


Figura 8. Velocidade de infiltração de água no solo na Pastagem no período de chuvas.

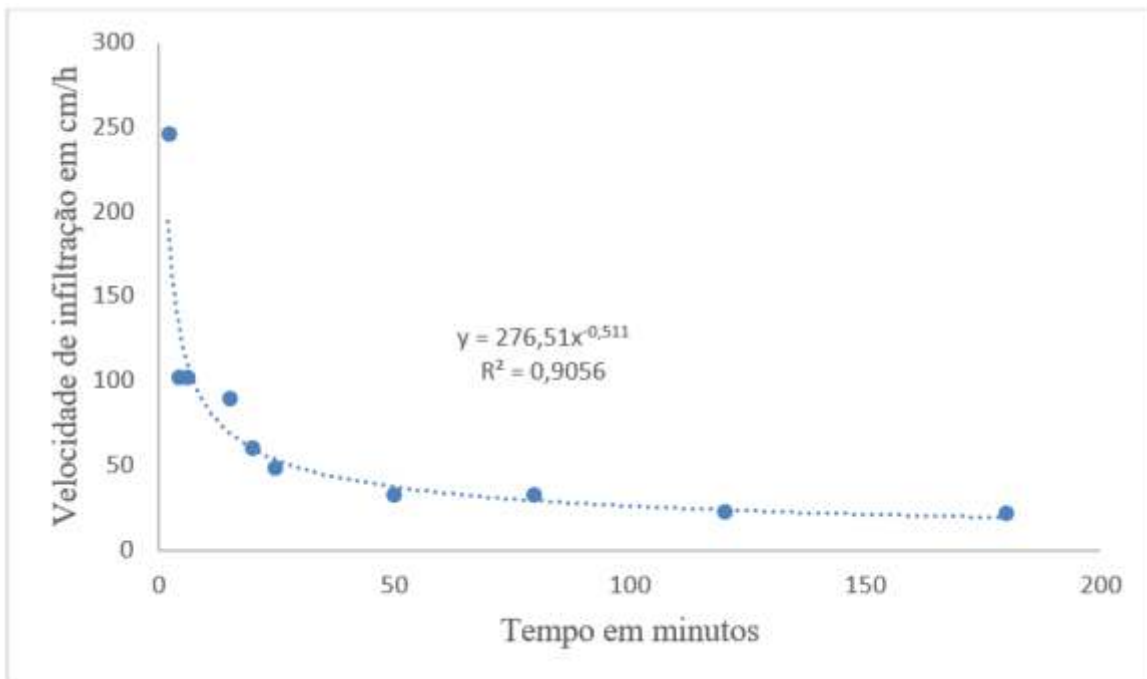


Figura 9. Velocidade de infiltração de água no solo no SAF Horta Floresta no período de chuvas.

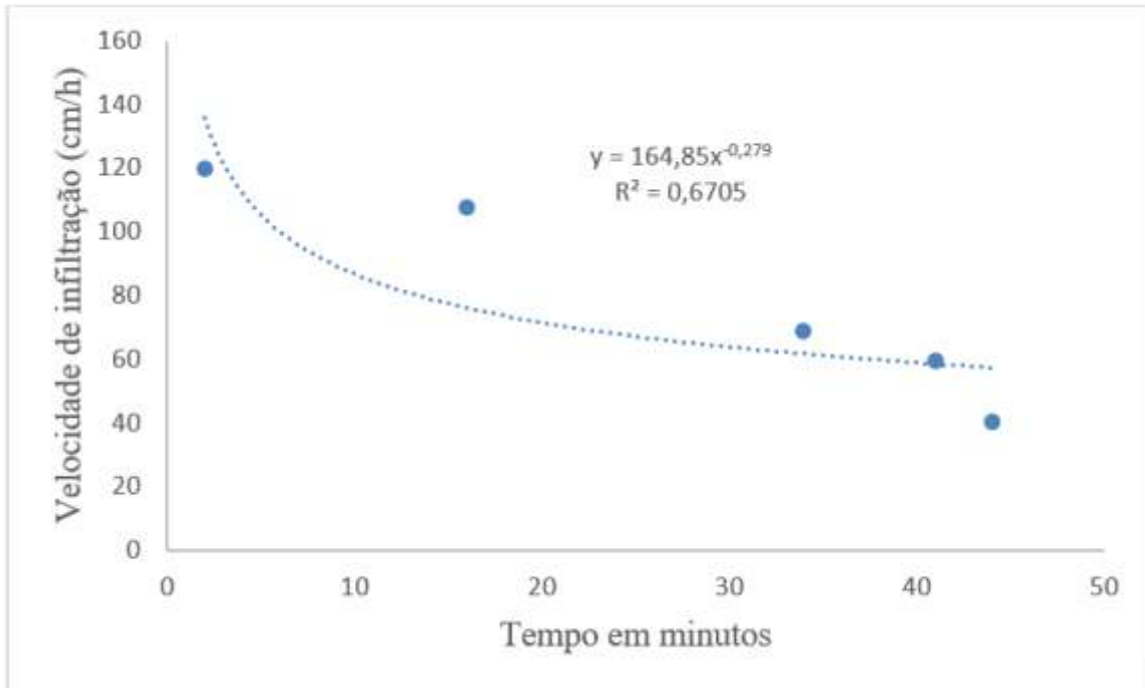


Figura 10. Velocidade de infiltração de água no solo no Fragmento Florestal no período de seca.

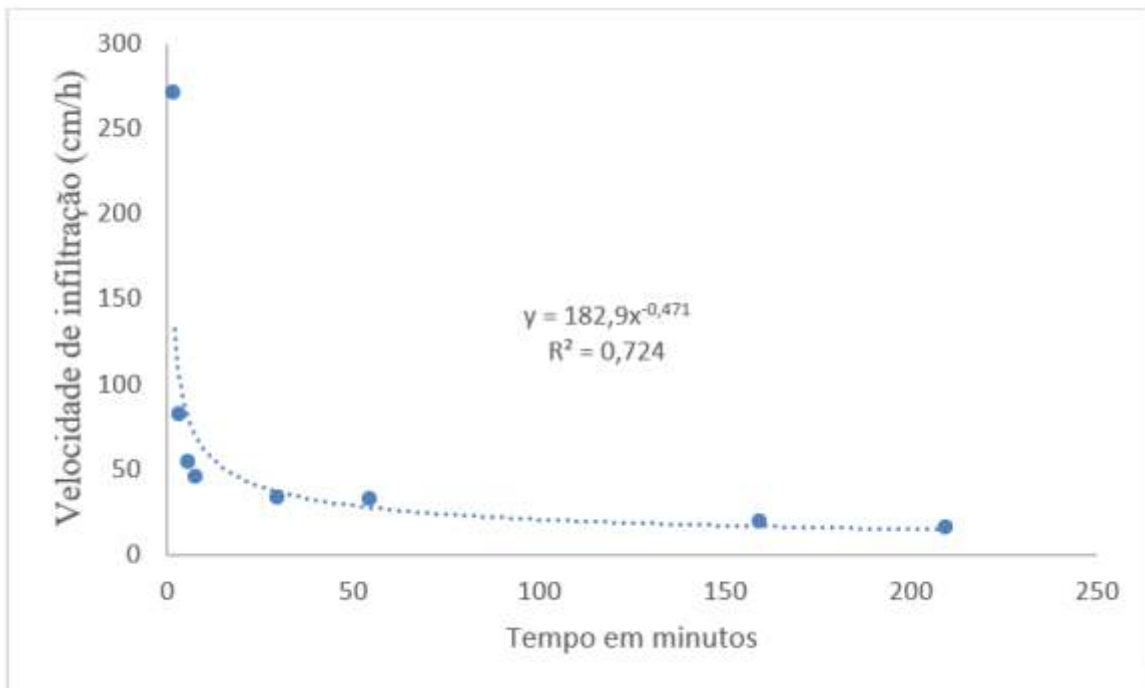


Figura 9. Velocidade de infiltração de água no solo no SAF Horta Floresta no período de chuvas.

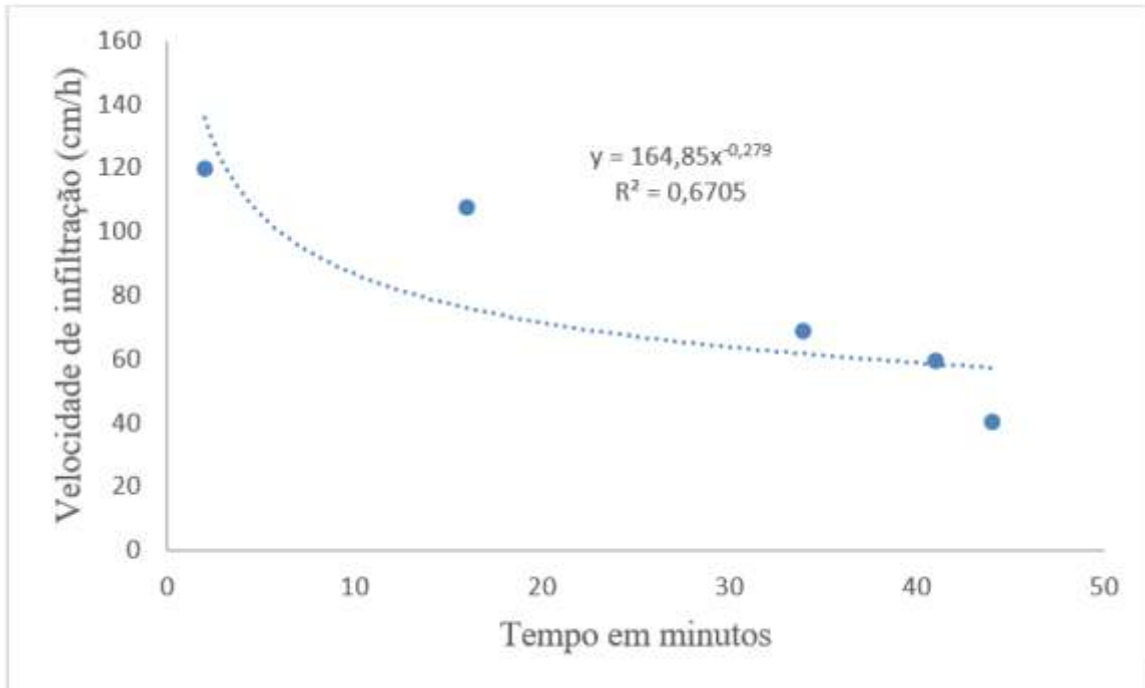


Figura 10. Velocidade de infiltração de água no solo no Fragmento Florestal no período de seca.

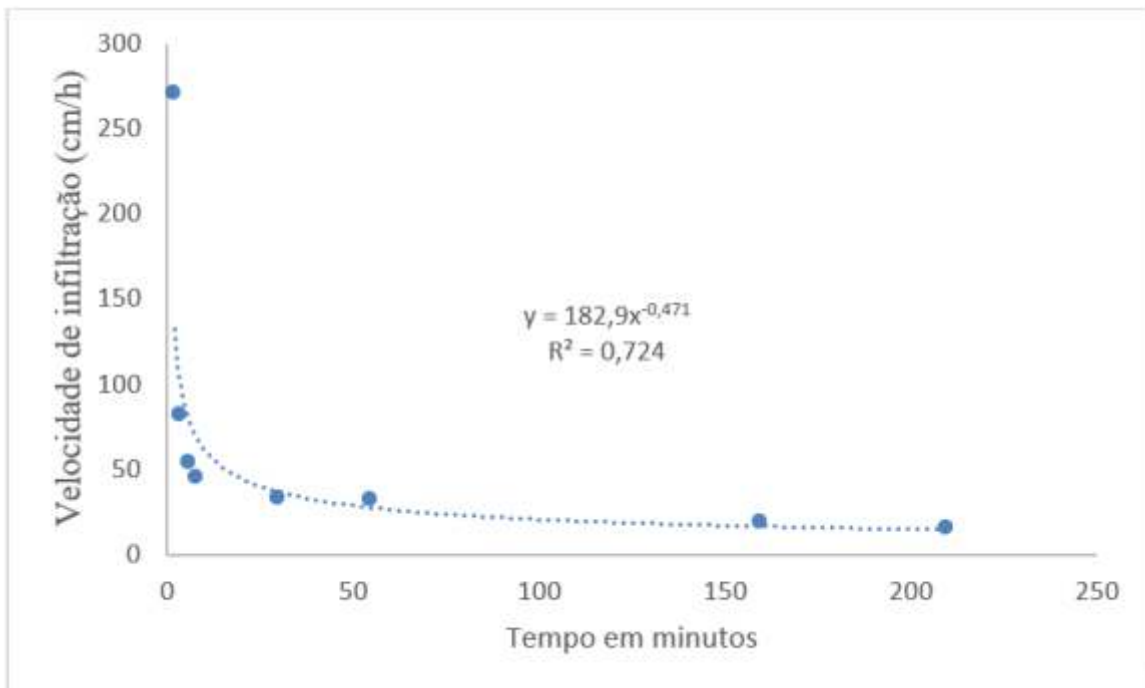


Figura 11. Velocidade de infiltração de água no solo no Pasto no período de seca.

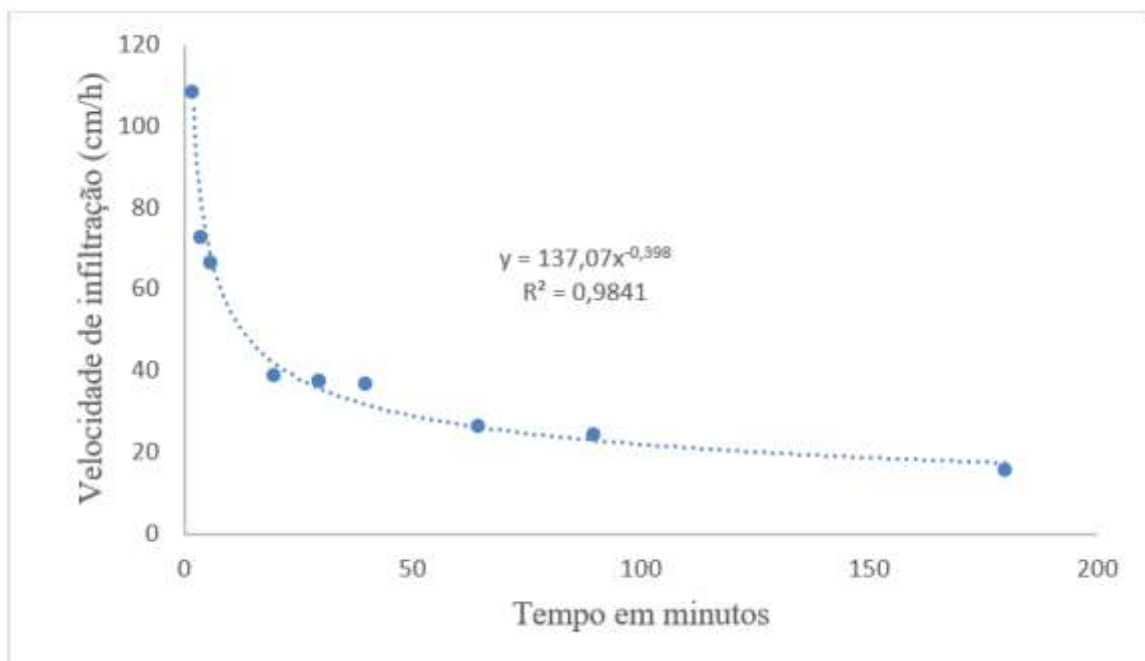


Figura 12. Velocidade de infiltração de água no solo no SAF Horta Floresta no período de seca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, V. C. C.; SOUZA, R. H. P.; MARQUES, R. T.; BORGES, L. A. C. Pagamento por serviço ambiental: panorama do Programa Bolsa Verde do Estado de Minas Gerais. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 13, n. 4, p. 1347–1363, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2020v13n4p1347-1363>

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D.; SOARES, A. A. **Manual de Irrigação**. 8. ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. *E-book*. Disponível em: <https://www.editoraufv.com.br/produto/manual-de-irrigacao-9-edicao-editora-ufv/1108843>. Acesso em: 7 jun. 2023.

CANUTO, J. C. **Sistemas agroflorestais: experiências e reflexões**. Brasília: Embrapa, 2017. *E-book*. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1074707>. Acesso em: 7 jun. 2023.

DARDENGO, M. C. J. D.; EFFGEN, T. A. M.; TATAGIBA, S. D.; REIS, E. F.; PASSOS, R. R. Avaliação da capacidade de campo em dois solos da região sul do estado do Espírito Santo por diferentes métodos de determinação. *In*: 2005, Universidade do Vale do Paraíba. **IX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e V Encontro Latino Americano de Pós-Graduação**. Universidade do Vale do Paraíba: [s. n.], 2005. Disponível em: https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2005/epg/EPG5/EPG5-6corrigido.pdf. Acesso em: 7 jun. 2023.

ELLISON, D. *et al.* Trees, forests and water: Cool insights for a hot world. **Global Environmental Change**, v. 43, p. 51–61, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.01.002>

FREITAS, I. C.; SANTOS, F. C. V.; CUSTÓDIO FILHO, R. O.; SILVA, N. R. A.; CORRECHEL, V. Resistência à penetração em Neossolo Quartzarênico submetido a diferentes formas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 12, p. 1275–1281, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012001200003>

GAROFOLO, L.; RODRIGUEZ, D. A. Impacto observado das mudanças no uso e cobertura da terra na hidrologia de bacias com ênfase em regiões tropicais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 42, p. 1–15, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.4336/2022.pfb.42e201902069>

GJORUP, A. F.; FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B.; SCHULER, A. E. Análise de procedimentos para seleção de áreas prioritárias em programas de pagamento por serviços ambientais hídricos. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 11, n. 1, p. 225–238, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1782>

GOEKING, S. A.; TARBOTON, D. G. Forests and Water Yield: A Synthesis of Disturbance Effects on Streamflow and Snowpack in Western Coniferous Forests. **Journal of Forestry**, v. 118, n. 2, p. 172–192, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jofore/fvz069>

LONDE, L. R.; COUTINHO, M. P.; DI GREGÓRIO, L. T.; SANTOS, L. B. L.; SORIANO, É. Desastres relacionados à água no Brasil: perspectivas e recomendações. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 4, p. 133–152, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC1082V1742014>

MARENGO, J. A.; SOUZA JR., C. **Mudanças Climáticas: impactos e cenários para a Amazônia**. São Paulo: ALANA, 2018.

MICHELON, C. J.; CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; MELO, G. L.; SPOHR, R. B.; ANDRADE, J. G. Qualidade física dos solos irrigados de algumas regiões do Brasil Central. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 39–45, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662009000100006>

SONE, J. S.; GESUALDO, G. C.; ZAMBONI, P. A. P.; VIEIRA, N. O. M.; MATTOS, T. S.; CARVALHO, G. A.; RODRIGUES, D. B. B.; SOBRINHO, T. A.; OLIVEIRA, P. T. S. Water provisioning improvement through payment for ecosystem services. **Science of The Total Environment**, v. 655, p. 1197–1206, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.319>

WANDERLEY, H. S.; MIGUEL, V. C. Mudança dos elementos meteorológicos em função da degradação da floresta urbana. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 2, p. 834–843, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509832090>

ZWIRTES, A. L.; SPOHR, R. B.; BARONIO, C. A.; MENEGOL, D. R.; ROSA, G. M.; MORAES, M. T. Utilização do infiltrômetro de cornell e dos anéis concêntricos para determinação da infiltração de água em um Latossolo Vermelho. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6Supl1, p. 3489, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n6Supl1p3489>