

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – CAMPUS SOROCABA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO E USO DE RECURSOS  
RENOVÁVEIS

FERNANDA SANTOS FERNANDES

**Indicadores ambientais de Sistemas Agroflorestais: um estudo de caso do  
Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável (PDRS)**

**Sorocaba**

**2021**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – CAMPUS SOROCABA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO E USO DE  
RECURSOS RENOVÁVEIS

FERNANDA SANTOS FERNANDES

**Indicadores ambientais de Sistemas Agroflorestais: um estudo de caso do  
Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável (PDRS)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis, da Universidade Federal de São Carlos – *Campus Sorocaba*, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis.

Orientação: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Kelly Cristina Tonello

**Sorocaba**

**2021**

Santos Fernandes, Fernanda

Indicadores ambientais de Sistemas Agroflorestais: um estudo de caso do Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável (PDRS) / Fernanda Santos Fernandes -- 2021.  
56f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba  
Orientador (a): Kelly Cristina Tonello  
Banca Examinadora: Julieta Bramorski, Fernando Silveira Franco  
Bibliografia

1. Ciências Ambientais. 2. Sistemas Agroflorestais. 3. Indicadores Ambientais. I. Santos Fernandes, Fernanda. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -  
CRB/8 6979



---

**Folha de Aprovação**

---

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Fernanda Santos Fernandes, realizada em 26/04/2021.

**Comissão Julgadora:**

Profa. Dra. Kelly Cristina Toneño (UFSCar)

Profa. Dra. Julieta Bramorski (UNIFAP)

Prof. Dr. Fernando Silveira Franco (UFSCar)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis.

## RESUMO

Por considerar o solo um organismo vivo, os Sistemas Agroflorestais (SAF) são considerados sistemas de produção mais sustentáveis para geração de alimentos, insumos e conservação de florestas e da biodiversidade. Este estudo teve como objetivo avaliar a taxa de infiltração, a cobertura do solo e os danos foliares em SAF em função da sazonalidade de chuvas. O estudo foi conduzido, em um SAF do tipo complexo, biodiverso e sucessional com trato cultural ocasional e em um SAF do tipo simples, com trato cultural realizado periodicamente. Em ambos os casos, o monitoramento da taxa de infiltração foi também realizado em parcelas testemunhas. A taxa de infiltração de água (TI) no solo foi obtida pelo método do recipiente. Foi feito um comparativo entre as campanhas entre o período chuvoso e o período seco. A cobertura do solo foi verificada utilizando-se o método do quadrante de 1m<sup>2</sup>. Os danos foliares foram avaliados visualmente a partir de duas folhas coletadas de cada uma das faces (N, S, L, O) no terço médio do indivíduo de porte arbustivo/arbóreo. Foi realizada ANOVA dos indicadores, e quando esta foi significativa, foi feito o teste de Student. As TI aumentaram 63% nos SAF1 e 3% no SAF2 quando comparadas as médias das testemunhas. Em ambas as áreas a cobertura média do solo foi inferior a 50%, porém influenciou as TI. Ambos os SAF apresentaram algum nível de dano foliar, que foi influenciado positivamente pela cobertura do solo. Concluiu-se que os Sistemas Agroflorestais estudados apresentam melhoras nos indicadores pré estabelecidos.

Palavras chaves: Sistemas Agroflorestais, Taxa de infiltração, Cobertura morta, Danos foliares.

## ABSTRACT

### Environmental Indicators of Agroforestry Systems: a case study of the Sustainable Rural Development Project

The soil is considered a living organism, the Agroforestry Systems are considered more sustainable production systems for the generation of food, inputs and conservation of forests and biodiversity. This study aimed to evaluate the infiltration rate, soil cover and leaf damage in Agroforestry Systems as a function of the rain seasonality. The study was conducted, in a complex, biodiverse and successional Agroforestry Systems with occasional cultural treatment and in a simple Agroforestry Systems, with cultural treatment performed periodically. In both cases, the monitoring of the infiltration rate was also carried out in control plots. The rate of water infiltration in the soil was obtained by the container method. A comparison was made between the campaigns between the rainy season and the dry season. The ground cover was verified using the 1m<sup>2</sup> quadrant method. Leaf damage was assessed visually from two leaves collected from each of the faces (N, S, E, W) in the middle third of the individual of shrub / tree size. ANOVAs of the indicators were performed, when this was significant, the Student test was performed. TI increased by 63% in Agroforestry Systems 1 and 3% in Agroforestry Systems 2, when compared to witness averages. In both areas, the average soil coverage was less than 50%, but it influenced the IT. Both Agroforestry Systems showed some level of leaf damage, which was positively influenced by soil cover. It was concluded that the studied Agroforestry Systems present improvements in the pre-established indicators

Key words: Agroforestry systems, Infiltration rate, Soil cover, Leaf damage

## Lista de Figuras

FIGURA 1. IMAGEM DA ÁREA DA PROPRIEDADE ONDE FOI IMPLANTADO O SAF1 NO MUNICÍPIO DE ÁREA DO IPERÓ, SP, 2018.....	27
FIGURA 2. VISÃO GERAL DO SAF1 IMPLANTADO NO MUNICÍPIO DE IPERÓ, 2018.....	27
FIGURA 3. VISÃO GERAL DO SAF2 IMPLANTADO LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE SOCORRO, 2018. ....	28
FIGURA 4. IMAGEM DA ÁREA DA PROPRIEDADE ONDE FOI IMPLANTADO O SAF2 NO MUNICÍPIO DE SOCORRO, SP, 2018.....	30
FIGURA 5. ÁREA ONDE FOI IMPLANTADO O SAF1 E DEMONSTRAÇÃO DA ORIENTAÇÃO PARA ESTENDER A TRENA, IPERÓ, SP, 2018.....	31
FIGURA 6. ÁREAS ONDE FORAM IMPLANTADOS OS SAF2 E DEMONSTRAÇÃO DA ORIENTAÇÃO PARA ESTENDER A TRENA, SOCORRO, SP, 2018.....	32
FIGURA 7. QUADRANTE UTILIZADO PARA MONITORAMENTO DA COBERTURA DO SOLO E RECIPIENTE UTILIZADO PARA O MONITORAMENTO DA TAXA DE INFILTRAÇÃO.....	33
FIGURA 8. PRECIPITAÇÃO ACUMULADA AO LONGO DO PERÍODO ESTUDADO EM IPERÓ, SP, BRASIL.....	35
FIGURA 9. PRECIPITAÇÃO ACUMULADA AO DO LONGO PERÍODO ESTUDADO EM SOCORRO, SP, BRASIL.....	35

## Lista de tabelas

TABELA 1. MÉDIA DOS INDICADORES ANALISADOS, SAF1 EM IPERÓ.....	36
TABELA 2. MÉDIA DOS INDICADORES ANALISADOS, SAF2 EM SOCORRO. ....	36
TABELA 3. ANOVA TAXA DE INFILTRAÇÃO ENTRE SAF1 E AS TESTEMUNHAS.....	38
TABELA 4. ANOVA DO INDICADOR TAXA DE INFILTRAÇÃO ENTRE SAF2 E TESTEMUNHAS.....	38
TABELA 5. MÉDIA DOS INDICADORES TAXA DE INFILTRAÇÃO, COBERTURA MORTA E DANOS FOLIARES ANALISADOS NO SAF1, LOCALIZADO EM IPERÓ, SP.....	45
TABELA 6. MÉDIA DOS INDICADORES TAXA DE INFILTRAÇÃO, COBERTURA MORTA E DANOS FOLIARES ANALISADOS NO SAF2, LOCALIZADO EM SOCORRO, SP. ....	45
TABELA 7. COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE OS INDICADORES ESTUDADOS.....	46

## Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVO .....	11
2.1. Objetivos Específicos .....	11
3. REFERENCIAL TEÓRICO .....	12
3.1. Os sistemas agroflorestais (SAF).....	12
3.2. Infiltração.....	16
3.2. Cobertura Vegetal .....	19
3.3. Pragas e Doenças.....	21
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	24
4.1. Infiltração de água solo .....	32
4.2. Cobertura Morta .....	33
4.3. Danos Foliares .....	34
4.4. Análises Estatísticas .....	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	35
5.1. Precipitação.....	35
5.2. Infiltração.....	36
5.3. Cobertura Morta .....	40
5.4. Danos Foliares .....	43
5.5. Coeficiente de Correlações de Pearson.....	46
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49

## 1. INTRODUÇÃO

Os primeiros registros sobre como manejar a terra para produzir alimentos têm em torno de 10 mil anos e as mudanças são constantes principalmente quando se tem em vista os fatores ambientais e o modo como a sociedade se relaciona com a natureza (OLIVEIRA, 2019). Porém, com o aumento da população mundial e da demanda por alimentos, a agricultura, atividade responsável pela produção de alimentos, tem sido desenvolvida de forma exploratória, promovendo o esgotamento dos recursos naturais, como solo e água (CARVALHO *et al.* 2017).

Assim sendo, o manejo intensivo do solo, a monocultura e o uso dos pesticidas e fertilizantes tornaram-se práticas comuns espaço para aumento da produção agrícola (OLIVEIRA *et al.*, 2017). A ampliação das fronteiras agrícolas no Brasil nas últimas décadas tem sido relacionada à mecanização das atividades, ao melhoramento genético das culturas, ao desenvolvimento de técnicas de produção intensiva e ao uso de agroquímicos.

Com isso, o uso sem controle de produtos químicos na agricultura tem gerado uma grande preocupação de parte da sociedade atual quanto aos riscos à saúde humana e ao meio ambiente, o que vem alterando o cenário agrícola mundial (BUENO *et al.*, 2018). E com este uso descontrolado, tem aumentado a demanda por alimentos livres desses contaminantes, fazendo com que o mercado seja mais exigente em relação à segurança alimentar (DE MARI *et al.*, 2017).

Dessa forma, deve-se pensar sobre agricultura e meios de produção e em suas formas e condições de vida (SOUZA e AZEVEDO, 2017), onde de um lado tem-se uma propriedade com base familiar e outra com base em negócios (NASCIMENTO, 2008).

O agronegócio brasileiro é líder mundial no setor, ocupando uma posição de destaque no cenário internacional. Cada dia mais, o desenvolvimento de sistemas que procuram obter vantagens das interações de ocorrência natural, principalmente com ênfase ao manejo das relações biológicas e processos naturais, estão em alta no mundo, incluindo o Brasil, principalmente nas

pequenas e médias propriedades agrícolas e na agricultura familiar, porém esse movimento começa a ser notado em grandes propriedades agrícolas (VIEIRA, *et al.*, 2016).

Em 2014, foi celebrado pela Assembleia Geral das Nações Unidas, o ano internacional da agricultura familiar, dada a importância dessa forma social de produção em termos dos objetivos de segurança alimentar e erradicação da pobreza em nível mundial (DOS ANJOS, CALDAS E SILVINI, 2016).

Com a intenção de um manejo mais conservacionista e no âmbito da sustentabilidade, algumas soluções econômicas e práticas agrícolas vêm sendo repensadas, de forma que forneçam aos produtores melhores condições de vida, e simultaneamente preservem ou recuperem remanescentes florestais (BUENO *et al.*, 2018). Pesquisadores, preocupados com esses impactos e com a degradação ambiental, começaram a pesquisar meios de produção de alimentos que tivessem menos impactos ao meio ambiente, através do uso de leguminosas, controle biológico, manutenção da biodiversidade e os chamados sistemas agroflorestais, como opções de tecnologias agroecológicas sustentáveis (DANIEL *et al.*, 1999). Uma dessas soluções potenciais seriam os sistemas agroflorestais, que podem propiciar aos produtores retornos econômicos e maior conservação dos recursos naturais (ARANTES *et al.*, 2017).

As práticas agroecológicas contribuem para a permanência da família no campo, pois valorizam os saberes locais, propiciam o manejo sustentável dos solos e a conservação dos recursos naturais (GUEDES; MARTINS, 2011).

A hipótese a ser estudada neste trabalho é de que os Sistemas Agroflorestais melhoram a taxa de infiltração, a cobertura do solo e os danos foliares em função da sazonalidade.

## 2. OBJETIVO

O presente estudo tem como objetivo avaliar a taxa de infiltração, a cobertura do solo e os danos foliares em SAF em função da sazonalidade de chuvas.

### 2.1. Objetivos Específicos

- Medir a taxa de infiltração de água no solo em cada SAF e em suas respectivas testemunhas.
- Contrapor a taxa infiltração de água no solo de cada modelo de SAF com suas respectivas testemunhas;
- Comparar a taxa de infiltração de água nos SAF no período seco e no período chuvoso com a taxa média de infiltração de água no solo dos SAF;
- Mensurar a cobertura do solo em dois modelos de SAF, comparando-as no período seco e no período chuvoso com a média de cobertura de solo obtida durante o período estudado em cada SAF;
- Estimar os danos foliares em ambos os SAF, comparando-os no período seco e no período chuvoso com a média dos danos foliares obtidos durante o período estudado em cada SAF.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. Os sistemas agroflorestais (SAF)

O fortalecimento do termo “sistema agroflorestal” ocorreu em 1977 (BENE; BEALL; CÔTÉ, 1977), em um momento em que diversas investigações científicas que ocorriam no campo da agricultura, silvicultura e pecuária se voltaram para a melhor compreensão dos benefícios do consórcio de culturas. Havia uma grande preocupação no momento, por questões como as altas taxas de degradação ambiental e fome em países em desenvolvimento (NAIR, 1993).

Os sistemas agroflorestais (SAF) são alternativas da utilização e manejo dos recursos naturais, nos quais espécies lenhosas são empregadas juntamente com culturas agrícolas (NAIR, 1993), de maneira simultânea ou em sequência temporal (MONTAGNINI, 1992), com interações ecológicas e/ou econômicas significativas entre os componentes, podendo-se constituir em prática recomendável nas várias regiões do Brasil (GAMS RODRIGUES, 2006).

De acordo com a definição mais aceita na literatura, proposta pelo International Centre for Research in Agroforestry, SAF podem ser definidos como:

“[...] a collective name for land-use systems and Technologies where woody perennials (trees, shrubs, palms, bamboos etc.) are deliberately used on the same land-management units as agricultural crops and/or animals, in some form of spatial arrangement or temporal sequence. In agroforestry systems there are both ecological and economical interactions between the different components” (LUNDGREN E RAIN TREE, 1982).

“[...]um nome coletivo para sistemas de uso da terra e tecnologias em que lenhosas perenes (árvores, arbustos, palmeiras, bambus etc.) são deliberadamente usados nas mesmas unidades de manejo da terra como culturas agrícolas e/ou animais, em alguma forma de arranjo espacial ou temporal seqüência. Em sistemas agroflorestais, existem interações ecológicas e econômicas entre os diferentes componentes” (LUNDGREN E RAIN TREE, 1982).

A partir dessa definição, pode-se afirmar que os SAF caracterizam atividades integradoras, que melhoram o uso da terra e tem um grande potencial tanto no sentido ecológico quanto econômico, ou seja, permitem sustentabilidade ambiental e socioeconômica (SCHEMBERGUE, *et al.*, 2017). No entanto, ainda existem diversas dúvidas sobre o potencial dos sistemas agroflorestais (MARTINS, *et al.*, 2019).

Os SAF podem ser excelentes mantenedores da fertilidade do solo e contribuem para a ciclagem de nutrientes, uma vez que se trata de um sistema cuja cobertura vegetal que tem a fisionomia parecida com a de uma floresta (CRODA, 2019).

Para Nair (1989) e Young (1990) o consórcio cultural dos SAF apresenta mútuo benefício aos elementos colocados propositalmente no sistema ou alguma vantagem em comparação aos outros sistemas produtivos, tendo como resultado interações ecológicas e econômicas da introdução ou preservação das espécies arbóreas associadas às culturas e/ou animais. Os SAF são os sistemas produtivos que apresentam maior similaridade com o ecossistema de mata natural. Por essa razão, possibilitam uma maior segurança do ponto de vista da conservação do meio ambiente e uma melhor bioprodutividade (PENEIREIRO, 2008). Estes sistemas podem apresentar diferentes disposições em espaço e tempo, e devem utilizar práticas de manejo compatíveis com o produtor.

A agricultura convencional altera a estrutura do solo de maneira negativa, degradando a estrutura dos agregados, tornando-os instáveis à água, causando a destruição dos macroporos compactando o solo, dificultando a infiltração da água, e privando as raízes de oxigênio e de crescimento (PRIMAVESI, 1984).

Dentre as vantagens do SAF amplamente divulgadas na literatura, pode-se citar: aumento da infiltração de água no solo; controle da erosão; criação de um microclima com temperaturas mais baixas; aumento de resistência de cultivos a períodos de seca; aumento da macro e micro fauna do solo; aumento da resistência de cultivos ao ataque de pragas e doenças; diversificação dos agroecossistemas (ALTIERI, 2000; DUBOIS e VIANA, 1996; HOMMA, 2013; JUNQUEIRA *et al.*, 2013); conservação de nascentes e cursos d'água; substituição das matas ciliares, mantendo o papel de proteção; e atuação de

corredores ecológicos interligando fragmentos florestais (MÜLLER, 2017). Há também os benefícios socioeconômicos (NAIR, 2007; SANTOS, 2010; VIVIAN, 2010; YAMADA; e GHOLZ, 2002) que são a alternância e diversificação da produção, o aproveitamento dos recursos próprios do sistema e um maior envolvimento dos agricultores com o sistema de produção (MACEDO, 2000; MAY e TROVATO, 2008).

Sabe-se ainda que alguns SAF estão se colocando como demonstração concreta de estilos de agricultura com maior nível de sustentabilidade, se usado o modelo convencional em comparação (MOTA, SILVA e MOTA, 2019).

Em regiões tropicais, a grande parte das espécies agrícolas é cultivada em sistema de monocultura, mas muitas espécies são tolerantes a certos níveis de sombreamento, adaptando-se a sistemas de cultivo mistos (ILANY, *et al.*, 2010).

No que diz respeito à viabilidade financeira (LUCENA, PARAENSE e MANCEBO, 2016), o modelo atual de produção agrícola é baseado em cultivos homogêneos e com retorno do investimento em pouco tempo ao contrário do SAF (MARTINS, *et al.*, 2019). Porém no SAF, o cultivo de culturas agrícolas nas entrelinhas podem trazer um retorno econômico direto (LELES, OLIVEIRA NETO e ALONSO, 2015).

Os SAF são classificados de acordo com a disposição das espécies no campo e podem ser categorizadas por sua estrutura, finalidade, função, arranjo dos componentes, dentre outros aspectos (MULLER e BEZERRA, 2010).

Em relação a divisão temporal, os SAF podem ser:

- Sequenciais: desenvolvidos com um intervalo de tempo entre a colheita de uma cultura e o plantio da próxima cultura;
- Simultâneos: que pode ser tanto coincidentes, quando são cultivadas culturas com a mesma época de plantio e colheita, como concomitantes, culturas que possuem uma mesma época de plantio e diferentes épocas de colheita;
- Interpolados: onde são cultivadas culturas de ciclo curto durante o ciclo de uma cultura perene.

De acordo com a Embrapa (2006), os SAF por suas estruturas são divididos em:

- Sistemas agrossilviculturais – quando combinam árvores com cultivos agrícolas anuais;
- Sistemas agrossilvipastoris – nos casos onde há a combinação de árvores com cultivos agrícolas e animais;
- Sistemas silvipastoris – combinam árvores e pastagem (animais).

Há SAF que são associações simples, cujo modelo é o mesmo da monocultura, utiliza a combinação de certas espécies para melhor aproveitamento dos fatores de produção, incluindo os insumos e mão de obra. Os SAF mais complexos buscam os princípios na própria floresta, em seus princípios ecológicos (PENEIREIRO, 2003).

Diferentes critérios são utilizados para classificar sistemas agroflorestais, e a preferência destes vai depender do objetivo ao qual se pretende categorizar os sistemas. Outra maneira de agrupar esses sistemas seria segundo os princípios, as expectativas ou o propósito que rege a implantação e o manejo. Neste sentido, é possível classificar sistemas agroflorestais como agroecológicos, o que, de modo geral, podem ser considerados aqueles que são implementados e manejados segundo os princípios da agroecologia (SCHULER, 2018).

Quando se fala em métodos de monitoramento de SAF, deve-se levar em conta que estes devem ser feitos para auxiliar na orientação dos SAF com manejo inadequado

Ao fazer o monitoramento dos SAF implantados, é possível observar as modificações ao longo do tempo e entender o desenvolvimento das áreas, avaliá-las e estimar o sucesso dos objetivos definidos.

O monitoramento ideal na fase inicial da implantação deve ocorrer no primeiro ano, com duas visitas, uma período chuvoso e uma período de seca (VAZ, 2012). Entre os primeiros monitoramentos e o quinto ano de implantação, é necessário que haja ao menos uma visita ao ano e, após esse período, uma

visita a cada dois anos até o nono ano de idade do SAF. Ainda sugere-se que, após o nono ano, o monitoramento ocorra a cada cinco anos.

Segundo a autora, o monitoramento deve ser feito utilizando um levantamento de dados rápido, que não dependa de instrumentos de alta tecnologia, porém que possa ser de fácil sistematização e visualização desses dados, criando assim a clareza necessária para avaliação do sistema em questão.

### 3.2. Infiltração

É necessário pensar em formas de manejo sustentável, em que agroecossistemas coexistam com ecossistemas naturais fazendo, em conjunto, com que as águas pluviais se infiltrem no solo. Nesse aspecto, o processo de infiltração de água no solo é considerado um dos mais importantes processos da superfície terrestre e de seus ecossistemas (ZHAO *et al.*, 2013; ZHIPENG, *et al.*, 2018), pela sua conexão direta com a recarga de aquíferos, manutenção do fluxo de base nos corpos d'água e, conservação da água por mais tempo na bacia hidrográfica que, conseqüentemente, disponibiliza água para as coberturas vegetais (DE MORAIS, 2012).

A infiltração de água é o processo pelo qual a água entra no perfil do solo através da superfície (MOLINARI e VIEIRA, 2004). Durante este processo, a capacidade de infiltração tende a diminuir com o tempo até tornar-se linear no momento em que o solo entra no estado de saturação, sendo denominado taxa de infiltração estável (TIE).

Segundo Pinheiro *et al.* (2009) a principal característica hídrica para a descrição do comportamento da água no solo é a taxa de infiltração (TI). A quantidade de água que atinge o solo tem três possibilidades: infiltrar na superfície do solo, ficar retida na superfície (poças de água) quando a taxa de precipitação é superior à capacidade de infiltração do solo ou ser uma zona de descarga de águas subterrâneas ou ainda ocorrer escoamento superficial (OLIVEIRA, 2006). É um indicativo importante das características físicas do solo (estrutura, porosidade, compactação) e pode ser utilizado em diversas áreas, principalmente para a agricultura (ANDRADE, *et al.*, 2020).

A taxa de infiltração de água no solo, anteriormente denominada velocidade de infiltração, equivale ao volume de água que infiltra na superfície do solo em um determinado tempo. Essa característica reflete a capacidade de um solo absorver água oriunda da chuva ou da irrigação (SANTOS *et al.*, 2016). Conclui-se, que a infiltração é o processo que separa o quanto da precipitação (chuva ou irrigação) corre pela superfície do solo e quanto corre abaixo da superfície (LIBARDI, 2012). Sendo assim, a taxa na qual a superfície do solo pode absorver a água da chuva corresponde à capacidade de infiltração (PEREIRA, *et al.*, 2019).

O conhecimento da taxa de infiltração da água no solo é essencial para se poder definir as técnicas de conservação do solo, planejar e conceber sistemas de irrigação e drenagem, bem como ajudar no cenário mais real da retenção da água e aeração no solo (NERY *et al.*, 2017).

Durante o processo de infiltração, estando o solo inicialmente seco, a capacidade de infiltração tende a diminuir com o tempo, atingindo um valor final, conhecido como capacidade de infiltração mínima ou velocidade de infiltração básica (VIB) (LIBARDI, 2005).

O comportamento da infiltração é descrito por uma curva em função do tempo (PEREIRA, 2019). A taxa de infiltração da água no solo é alta no início do processo de infiltração, principalmente quando o solo está muito seco, mas tende a decrescer com o tempo, aproximando-se assintoticamente de um valor constante, denominado taxa de infiltração estável, muito conhecida por velocidade de infiltração básica da água no solo – VIB.

Outra maneira de descobrir a taxa de infiltração, segundo Molinari e Vieira, e Quadros e Neto (2004), é com o valor infiltrado acumulado em ml, dividindo este valor pelo tempo total do teste.

O tipo de solo é um dos fatores mais importantes da infiltração, já que fatores como densidade (BRANDÃO *et al.*, 2006; ALMEIDA *et al.*, 2018), estrutura (BRANDÃO *et al.*, 2006), textura (BRANDÃO *et al.*, 2006; MENDONÇA *et al.*, 2009), porosidade, tamanho e estabilidade dos agregados (ALMEIDA *et al.*, 2018) influenciam no processo de infiltração.

Em relação aos fatores ligados à superfície do solo, a presença ou ausência da cobertura vegetal nos sistemas de cultivo altera de forma extrema a taxa de infiltração da água, conforme afirmado por Panachuki *et al.* (2011), pois conforme se elimina os resíduos vegetais ao longo do tempo, mais a superfície do solo é exposta ao impacto das gotas de chuvas, que resulta no fracionamento dos agregados e por conseguinte alteração da estrutura natural do solo, observando-se diminuição da TI (BERTOL *et al.*, 2001).

Vários fatores influenciam o movimento da água no solo e são relatados por diferentes autores. De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1985), Reichert *et al.* (1992), Araújo Filho e Ribeiro (1996), Sales *et al.* (1999), Carvalho e Silva (2006), Andrade *et al.* (2008), Panachuki *et al.* (2011) a infiltração depende em maior ou menor grau, de diferentes fatores podendo-se citar:

- Condição da superfície: a natureza da superfície é considerada decisiva no processo de infiltração, por exemplo, áreas urbanizadas têm velocidades de infiltração menores do que áreas agrícolas, principalmente quando estas têm cobertura vegetal.
- Tipo de solo: a textura e a estrutura têm grande influência na infiltração.
- Condição do solo: geralmente, o preparo do solo tende a aumentar a capacidade de infiltração. Porém, se forem feitos preparos e manejos inadequados, a capacidade de infiltração poderá se tornar inferior à um solo sem preparo, especialmente se a cobertura vegetal deste tiver sido removida.
- Umidade inicial do solo: a capacidade de infiltração será mais alta quanto mais seco estiver o solo inicialmente.
- Compactação do solo por máquinas e/ou por animais: o tráfego intenso de máquinas sobre a superfície do solo produz uma camada compactada que reduz a capacidade de infiltração do solo.
- Cobertura vegetal: O sistema radicular das plantas abre caminhos para o movimento da água no solo, aumentando a TI. A presença de cobertura vegetal reduz o impacto das gotas de chuva, que reduzem a velocidade do escoamento superficial e, portanto, aumentam a capacidade de infiltração. A cobertura vegetal pode diminuir a sua velocidade de

infiltração pelo atrito entre a serapilheira e a água (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2008).

Pode -se citar ainda, a compactação do solo pela ação da chuva, onde as gotas da chuva ou da irrigação, ao atingirem a superfície do solo podem promover uma compactação deste reduzindo a capacidade de infiltração.

A constatação de que a infiltração é maior em áreas de floresta preservada que em áreas de vegetação com influência do homem também foi feita por Leite e Medina (1984), Cavenage *et al* (1999), Centurion, Cardoso e Natale (2001) e Mendonça (2001). Em florestas preservadas, a serapilheira e a matéria orgânica produzidas protegem o solo dos impactos das gotas de chuva e ajudam a manter uma elevada capacidade de infiltração, dificultando a ocorrência de erosão em áreas não alteradas. Além do mais, as raízes das árvores ajudam a manter o solo coeso, reduzindo o perigo do transporte de sedimentos por enxurradas mesmo em áreas de grande declividade.

Como a capacidade de infiltração depende primordialmente da umidade antecedente, da natureza e do estado da estrutura do solo superficial, ela é facilmente afetada pelo tipo de vegetação e de manejo (MENDONÇA, *et al.*, 2009).

### 3.2. Cobertura Vegetal

A vegetação tem uma grande importância no que se refere à qualidade do meio ambiente e a manutenção da vida na terra, onde sua finalidade é preservar os recursos hídricos e conservar a diversidade de fauna e flora (GOMES, 2003; NUCCI, 2001; ALVES *et al.*, 2011; CABRAL, 2013).

Uso de práticas impróprias e indevidas na ocupação e no uso da terra, no manejo do solo, das águas e das florestas são uns dos maiores responsáveis pela degradação ambiental (MIRANDA *et al.*, 2018). Segundo Schulz *et al.* (2017), um dos problemas que prejudica a biodiversidade e o bem-estar das populações é a perda da cobertura vegetal.

Em escala global, várias espécies de plantas de cobertura de solo são usadas em sistemas de rotação e sucessão de culturas. Mesmo que, em várias

situações as plantas de cobertura de solo sejam utilizadas em consórcios com outras espécies de plantas de cobertura de solo, culturas comerciais ou espécies perenes (TIECHER, 2016).

Segundo Cabral (2013), a vegetação é parte necessária que promove vantagens para todos, ajuda no equilíbrio da temperatura ambiente e mantém a umidade do ar.

No que diz respeito à cobertura vegetal, que compreende formações nativas e cultivos, sua presença diminui a energia cinética das gotas de chuva e o impacto da queda, assim como o selamento e escoamento superficial, além de participar da estruturação dos agregados, fornecendo matéria orgânica (PEREIRA, 2019). A cobertura vegetal também age no sentido de reduzir a velocidade do escoamento superficial e, portanto, contribui para aumentar o volume de água infiltrada (CARVALHO e SILVA, 2016).

Dado que as mudanças na cobertura vegetal podem conduzir a diferentes comportamentos hidrológicos e que a infiltração de água no solo é um processo excessivamente importante e, ao mesmo tempo, influenciável demais pelo uso da terra, investigar como ela ocorre em diferentes coberturas nativas é fundamental para as pesquisas hidrológicas (BRITO, 2019).

A presença de cobertura aumenta a quantidade de matéria orgânica dos solos, conservando a umidade, aumentando a capacidade de absorção e infiltração de água, reduzindo o risco de erosão e estimulando a atividade biológica (MUSCHLER, 2000; BARBERA-CASTILLO, 2001).

Quando não há controle no manejo da vegetação e do solo, ocorrem modificações na sua estrutura, causando maior ou menor compactação; modificando a densidade; afetando a porosidade, o armazenamento e a disponibilidade de água às plantas; interferindo na capacidade de infiltração e no desenvolvimento radicular da vegetação (KLEIN; LIBARDI; SILVA, 1998; DIAS JUNIOR; ESTANISLAU, 1999; SOUZA; ALVES, 2003).

A cobertura do solo tem sido usada com o objetivo de diminuir a evaporação da água disponibilizada às plantas, evitando o incremento da concentração salina e promovendo perdas nos quantitativos de sais na superfície do solo e próximo à zona radicular das plantas (PERES *et al.*, 2010).

É esperado que a cobertura do solo promova proteção por maior período possível, que se decomponha devagar, deixando uma maior quantidade de nutrientes no solo, que não provoque a transmissão de nenhuma patologia para a cultura em desenvolvimento e que mantenha a resíduos remanescentes (FERNANDES, 2019). Dessa maneira, o ambiente torna-se favorável ao desenvolvimento das plantas, contribuindo para a estabilização da produção agrícola, sustentabilidade do solo e uma menor dependência de insumos externos aos agroecossistemas (TIECHER, 2016).

O conhecimento do uso e cobertura das terras estabelece um instrumento importante para assessorar o planejamento e a gestão sustentável das terras, levando em conta que o uso dos solos interfere diretamente na produção e na qualidade da água gerada pelas bacias hidrográficas (CALDEIRAS FILHO, *et al.*, 2019).

### 3.3. Pragas e Doenças

Os organismos que acometem plantações são consideradas pragas quando reduzem a produção das culturas, ocasionando prejuízos econômicos ao agricultor (PICANÇO e GUEDES, 1999). Por essa razão, existe necessidade de diminuir a população dessas pragas para se aumentar a eficiência produtiva (AMORIM *et al.*, 2011). O processo produtivo é um evento dependente da ocorrência de pragas e doenças em plantas cultivadas. Contudo, foi da evidência de correlação entre perdas na produtividade com a manifestação destas pragas e doenças que o uso de medidas intervencionistas foi definido soluções dos problemas fitossanitários (GONÇALVES e BOFF, 2002).

Como o manejo de doenças e pragas é parte essencial do modelo agrícola que tem como objetivo elevados índices de produtividade, acabou ocorrendo, em muitos casos, uma dependência exagerada de agrotóxicos para o controle fitossanitário (VIEIRA *et al.*, 2016)

O Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo em números absolutos (FAO, 2019). Na última década, o Brasil chegou à posição de maior consumidor mundial de pesticidas (RIBAS e MATSUMURA, 2009). Almeida *et al.* (2009) afirmam que, em hortaliças, o consumo de pesticida aumentou, de 2004 a 2008, em 8% no Brasil.

Em todo agroecossistema há um alto número de insetos associados às plantas cultivadas, que podem ser maléficos ou benéficos aquela cultura, como inimigos naturais das pragas. Em função da localização e das espécies cultivadas, podem ou não acarretar danos e, como consequência, prejuízos para esses cultivos (ARAÚJO *et al.*,2016). Várias espécies de insetos consideradas pragas têm comportamento variado de acordo com as condições edafoclimáticas, sistemas de cultivo, dentre outras (CZAPACK *et al.* 2006).

Uma das grandes armas da agricultura para evitar a incidência de pragas e doenças na agricultura é a prevenção. Na visão da agricultura orgânica, essa prevenção significa compreender que a propriedade agrícola é um organismo vivo, onde o manejo adequado do solo em conjunto com a correta nutrição das plantas e sua forma de cultivo precisam estar equilibrados, sendo o solo responsável por guardar toda a vida microbiana e nutrientes que as plantas utilizarão durante sua vida (DIAS, M. R. G. M, 2003).

Referindo-se especificamente as formas de controle das pragas e doenças, Primavesi (1994) afirma que existem várias formas de controlá-las, respeitando a natureza e as pessoas. A autora destaca quatro modos de combate e dois de prevenção. São eles, combate mecânico, físico, químico, biológico, além da prevenção a partir da diversificação e da resistência vegetal com uma nutrição adequada.

O controle de doenças e pragas na agricultura chamado de “convencional”, baseado em calendários de aplicações de agrotóxicos, tem como objetivo o retorno econômico imediato. Esse modelo tornou-se insustentável devido às contaminações e desequilíbrios ambientais, presença de resíduos de agrotóxicos nos produtos agrícolas acima dos limites de tolerância, intoxicação de aplicadores e aumento no custo de produção. Fora que, cada vez mais, com uso contínuo e exclusivo do controle químico, os patógenos e pragas tornam-se resistentes aos produtos (VIEIRA, 2016)

O manejo integrado de pragas e doenças tem como definição a escolha e o uso inteligente de táticas de controle que terão consequências favoráveis dos pontos de vista econômico, ecológico e sociológico (KOGAN, 1988; LUCKMANN; METCALF, 1994). Entre os vários artifícios que podem influir

diretamente sobre a incidência de pragas e doenças, pode-se citar a cobertura do solo, seja ela feita por materiais orgânicos vegetais ou filmes de polietileno (CASTOLDI, 2006). A adubação verde apresenta características multifuncionais e pode ser usada de várias maneiras para garantir a diversificação biológica no agroecossistema, tornando-o mais equilibrado e menos favorável ao ataque de pragas e doenças (ARAÚJO *et al.*, 2016). Ainda, as plantas de cobertura de solo ajudam no controle natural de pragas e doenças, como no caso dos nematoides fitopatogênicos, com menor incidência em solos com maiores teores de matéria orgânica (TIECHER, 2016).

Segundo Dias, 2003, quando o sistema não está equilibrado, há o surgimento das pragas, sejam elas insetos, bactérias, fungos, nematoides ou ácaros e isso acontece, pois as pragas possuem poucas enzimas, diminuindo sua capacidade de sintetizar moléculas complexas como as proteínas por exemplo, e já as plantas desequilibradas possuem muitas moléculas simples altamente solúveis, como os aminoácidos, açúcares e nitratos por exemplo disponíveis, pois não foram metabolizados por ela, e são os alimentos preferidos das pragas.

Dessa forma, pragas e doenças são indicadores biológicos de manejo inadequado (GONÇALVES e BOFF, 2002).

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

Em novembro de 2010, o governo do Estado de São Paulo (ESP), através da então Secretaria do Meio Ambiente (SMA) e sua então Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais (CBRN) e da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA) através da então Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), firmaram um convênio com o Banco Mundial com o objetivo de aumentar a competitividade da agricultura familiar no ESP, melhorando concomitante a sua sustentabilidade ambiental. Dessa parceria, originou-se o Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável (PDRS), que incentivou os agricultores a adotarem práticas de produção, comercialização e organização melhores, além de promover melhorias na infraestrutura e fortalecimento dos órgãos públicos que trabalham com esse público (SMA, 2010). Os agentes executores desse projeto eram a CBRN e a CATI.

Para a escolha das organizações que seriam beneficiadas, foram abertos dois editais públicos com os requisitos e obrigações para inscrição, o primeiro em abril de 2012 e o segundo em dezembro de 2013. Foram contempladas 24 organizações que tiveram seus convênios assinados. Este trabalho se refere a dados produzidos nas propriedades de dois agricultores de duas associações contempladas no projeto: a Cooperativa dos Produtores Rurais de Ipanema e Região - COPRIR, com o SAF1 e a Cooperativa dos Produtores Rurais Entre Serras e Águas, com o SAF2, sendo a primeira em um Assentamento da reforma agrária e o segundo, em uma propriedade de um agricultor familiar.

A amostragem de campo foi realizada no SAF1, localizada no município de Iperó e no SAF2, localizada no município de Socorro, ambos no estado de São Paulo.

O município de Iperó está situado a cerca de 35 km de Sorocaba e 141 km da capital São Paulo. Possui perfil essencialmente rural. De acordo com o IBGE 2019, possui área de 170,284 km<sup>2</sup> e população estimada de 37.133 pessoas. Pertence ao bioma Mata Atlântica (Datageo, 2019), com vegetação de Floresta Estacional Semidecidual. O clima é quente e temperado, com pluviosidade significativa ao longo do ano com média anual de 1.177mm, sendo agosto o mês mais seco e janeiro o mais chuvoso (CLIMATE DATA, 2020). De

acordo com Köppen-Geiger, o clima está classificado como Cfa (significa C=clima temperado ou temperado quente; f=clima úmido, com precipitação em todos os meses do ano; a=verão quente), e inexistência de estação seca definida com temperatura média de 19.7°C. O relevo da cidade é ondulado e a vegetação é Floresta Estacional Semidecidual (FES). Iperó faz parte da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídrico - UGRHI 10 (Tietê-Sorocaba). Ocorrem solos das classes Argissolo (40,3%) e predominantemente Latossolos (59,7) (OLIVEIRA *et al.*, 1999). A heterogeneidade vegetacional está relacionada com as características físicas do ambiente, como as condições edáficas e microclimáticas, além do histórico de perturbação da área (MONTEIRO, 2013).

O município de Socorro possui área de 449km<sup>2</sup> (IBGE, 2018) e população estimada de 40.005 pessoas de acordo com o IBGE, 2019. Pertence ao bioma Mata Atlântica (Datageo, 2019), com vegetação de Floresta Estacional Semidecidual montana. O clima é quente e temperado, com média de temperatura de 19.1°C, com pluviosidade significativa ao longo do ano com média anual de 1.457mm, sendo julho o mês mais seco e janeiro o mais chuvoso (CLIMATE DATA, 2020). De acordo com Köppen-Geiger, o clima está classificado como Cfb (significa C=clima temperado ou temperado quente; f=clima úmido, com precipitação em todos os meses do ano; a=verão temperado, e inexistência de estação seca definida. O relevo do município de Socorro é montanhoso e com grande potencial hídrico (prefeitura de Socorro, 2020) e a vegetação é Floresta Estacional Semidecidual (FES). A cidade de Socorro pertence a UGRHI 9 (Mogi Guaçu). Ocorrem solos das classes Argissolos Vermelho Amarelo (OLIVEIRA *et al.*, 1999).

A precipitação de cada município foi obtida através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), sendo que a análise compreendeu o período de fevereiro a outubro de 2018 para o SAF1, e de outubro de 2016 a outubro de 2018 para o SAF2.

O SAF1 escolhido pela agricultora para ser implantado entre as opções fornecidas no edital publicado pelo Estado foi o SAF “Complexo, biodiverso e sucessional”. Este SAF1, de acordo com o edital de publicação do projeto deveria possuir alta diversidade de espécies contendo no mínimo 30 espécies,

com ao menos 40% de espécies florestais nativas da região, densidade de árvores maior que 500 indivíduos/ha e integrar no sistema, ao mesmo tempo, espécies agrícolas e arbóreas, tanto com uso para madeira como para outros (SMA, 2013). Este SAF1, de aproximadamente 1 hectare (Figura 1) foi implantado em 09/2016. A área era antes utilizada em parte para plantio de mandioca (*Manihote sculenta*) e em parte estava em pousio, possuindo apenas capim braquiária (*Urochloa decumbens*).

Entre julho e setembro de 2016, foram realizados os seguintes preparos de solo antes da implantação do SAF: amostragem de solo com posterior calagem, uso da grade para destorroamento e descompactação do solo, uso de esterco de vaca como adubo nas linhas de plantio e uso do trator para realização das linhas de plantio. No SAF1, as linhas de plantio eram preenchidas com espécies florestais, tanto nativas como exóticas, de porte arbóreo como pau jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), au d'alho (*Gallesia integrifolia*), paineira (*Ceiba speciosa*), edro rosa (*Cedrela fissilis*), urucum (*Bixa orellana*), upê amarelo (*Handroanthus albus*), upe branco (*Tabebuia roseo-alba*), ipe Rosa (*Handroanthus heptaphyllus*), araçá (*Psidium cattleianum*), citrus sp. (Limão Tahiti - *Citrus x latifolia*, caranja - *Citrus X sinensis*, conkan - *Citrus reticulata*), pitanga (*Eugenia uniflora*), goiaba (*Psidium guajava*), abacate (*Persea* sp.) quanto com espécies olerícolas e frutas como banana (*Musa* sp.) e mamão (*Carica papaya*), e nas entrelinhas, preenchido inicialmente com mandioca.

O espaçamento utilizado foi de 4m nas entrelinhas e 2,5m entre plantas de porte arbóreo e, entre as plantas, foram plantados abacaxi (*Ananas* sp.), abobrinha (*Curcubita* sp.), pimenta (*Capsicum* sp.), tomate (*Solanum lycopersicum*), etc. Nas entrelinhas, conforme o SAF ia amadurecendo e sendo realizada a colheita, novas culturas eram introduzidas nas entrelinhas e nas linhas de plantio (Figura 2). Como houve uma mortalidade elevada, houve a substituição de muitas espécies implantadas inicialmente. Os tratamentos culturais realizados na área do SAF incluíram combate às formigas, utilizando-se nas primeiras vezes isca granulada à base de fipronil, e posteriormente, com a entrada da família na venda de produtos orgânicos através da Organização de Controle Social, com produtos naturais e permitidos na agricultura orgânica como caldas naturais e plantio de espécies como o gergelim. Ainda nos tratamentos

culturais, era feita a roçada semi-mecanizada através do uso de roçadeira costal, coroamento das mudas, capinas seletiva, além de adubação de cobertura com esterco de galinha, podas de formação e de condução das espécies de porte arbóreo e arbustivo.

Para fins de comparação da taxa de infiltração, as áreas 2, 3 e 4 foram utilizadas como testemunha em relação à área 1, com o SAF implantado (Figura 1). As áreas testemunhas deveriam ter um uso similar ao da área da SAF antes da sua implantação. No caso do SAF1, havia rotação de culturas anuais nas áreas testemunhas, tendo sido encontrada desde plantio de amendoim e abobrinha, até mandioca e pousio.

Figura 1. Imagem da área da propriedade onde foi implantado o SAF1 no município de Área do Iperó, SP, 2018.



Legenda: (1) Área onde foi implantado o SAF, (2), (3) e (4) áreas das testemunhas

Fonte: Google Earth, 2018

Figura 2. Visão geral do SAF1 implantado no município de Iperó, 2018.



Fonte: a autora

O SAF2 foi implantado em 2016, durante os meses de maio, junho e julho. Anteriormente ao SAF, existia na propriedade mirtilo (*Vaccinium* sp.) em parte da área, caqui (*Diospyrus kaki* L), algumas frutíferas e parte estava em pousio (Figura 3). O agricultor tinha produção certificada como orgânica por uma certificadora. O principal produto da propriedade era caqui e a principal fonte de renda era o mirtilo, porém também se produzia olerícolas orgânicas na área onde foi implantado o SAF. Antes da implantação do SAF, foi realizada uma análise de solo para saber como estava a terra onde o SAF seria implantado, e antes do plantio, foi jogado apenas calcário na área.

O SAF2 escolhido pelo agricultor para ser implantado entre as opções fornecidas no edital publicado pelo Estado foi o “Consórcio simples”, SAF este que deveria ter baixa diversidade de espécies (conter no mínimo 40% de espécies florestais nativas da região) e baixa densidade arbórea, variando entre 400 e 500 indivíduos/ha (SMA, 2013).

Figura 3. Visão geral do SAF2 implantado localizado no município de Socorro, 2018.



Fonte: a autora

A área total implantada com SAF simples foi de aproximadamente 0,8 ha, sendo dividida em 4 subáreas, denominadas 1, 2, 3 e 4 (figura 4). Algumas espécies frutíferas como imão tahiti, laranja, lima da pérsia (*Citrus limettioide*), pitanga, goiaba, araçá, banana, pitaya (*Hylocereus undatus*), pera (*Pyrus* sp.), maçã (*Malus domestica*), noz-pecã (*Carya illinoensis*), foram introduzidas no sistema utilizando a técnica de enriquecimento e plantio total na parte onde não haviam culturas.

Ainda foram utilizadas tanto espécies arbóreas nativas com fins madeireiros como fins frutíferos como por exemplo jaracatiá, ipê, pau brasil e pitanga, como arbóreas exóticas entre eles eucalipto (*Eucalyptus* sp.), frutíferas exóticas como citrus, café (*Coffea* sp.) além de espécies olerícolas como inhame (*Dioscorea* sp.), cará (*Dioscorea bulbifera*), cebola (*Allium* sp.), alho (*Allium sativum*) e feijão (*Phaseolus vulgaris*) entre outras e espécies para uso como adubo verde como, por exemplo, margaridão (*Sphagneticola trilobata*), feijão de porco (*Canavalia ensiformis*) e capim napier (*Pennisetum purpureum*), estes cortados e incorporados na área de tempos em tempos.

Os tratos culturais realizados nas áreas do SAF eram roçadas semi-mecanizadas com roçadeira costal no capim braquiária que existia na área, podas de formação e de condução das espécies com porte arbustivo e arbóreo. A irrigação era realizada quando houvesse necessidade por meio de gotejamento e a roçada dos adubos verdes ocorria de forma quase constante, sendo disposto no solo de forma a deixar uma cobertura morta sempre que possível, além de coroamento manual das mudas arbóreas.

Como contraponto, três áreas foram determinadas como testemunhas para monitoramento da infiltração de água no solo (sem implantação de SAF), nomeadas como 5, 6 e 7 (Figura 4). Essas áreas testemunhas foram selecionadas baseadas em seu uso, que deveria ser similar ao das áreas utilizadas para a implantação do SAF. No SAF2, a área 5 possuía mirtilo, a área 6 um fragmento de mata nativa e a área 7, caqui orgânico.

Figura 4. Imagem da área da propriedade onde foi implantado o SAF2 no município de Socorro, SP, 2018.



Legenda: áreas (1), (2), (3) e (4) com SAF implantado, sendo que na (1) foi implantado SAF em meio ao mirtilo, na (2) implantado SAF em uma área sem uso anterior, na (3) foi implantado SAF em uma área com plantio de olerícolas e na (4) foi implantado SAF num área com frutíferas já existentes e as (5), (6) e (7) são a áreas das testemunhas.

Fonte: Google Earth, 2018.

A metodologia utilizada para delimitar a área da parcela era estender uma trena de 25m em diagonal sentido oeste-leste e caminhar no mesmo sentido da trena e a cada, aproximadamente 5m, lançar no sentido sul da trena o quadrado com tamanho 1m<sup>2</sup> de modo a cair aleatoriamente na área, onde seria definido como uma parcela, realizando o monitoramento dos indicadores pré estabelecidos. Ao chegar no final dos 25m da trena, a mesma deveria ser estendida no sentido leste-oeste, porém iniciando ao sul da área do SAF e realizar o mesmo procedimento anterior conforme figura 5 e 6. A cobertura morta, taxa de infiltração e danos foliares foram monitorados em 10 repetições, dentro de uma única área, determinada aleatoriamente.

Figura 5. Área onde foi implantado o SAF1 e demonstração da orientação para estender a trena, Iperó, SP, 2018.



Fonte: Google Earth, 2018.

Figura 6. Áreas onde foram implantados os SAF2 e demonstração da orientação para estender a trena, Socorro, SP, 2018.



Fonte: Google Earth, 2018.

O protocolo de monitoramento foi realizado no SAF1 em fevereiro, maio e outubro de 2018 e no SAF2 em outubro de 2016, fevereiro, junho e setembro de 2017 e maio e outubro de 2018.

#### 4.1. Infiltração de água solo

A infiltração de água no solo foi obtida pelo lançamento aleatório do quadrante de 1m<sup>2</sup>, onde, inseriu-se no solo um recipiente de 200mL (altura total do recipiente 10 cm), até a metade de sua altura (5cm) (OLIVEIRA, 2016). Em cada medição, adicionou-se 100mL de água e procedeu-se com a contagem do tempo até que toda a água fosse infiltrada no solo (Figura 7). No caso deste indicador, além da amostragem das 10 parcelas dentro do SAF, também foram realizadas três amostragens em áreas testemunhas fora do SAF, com uso igual ou similar ao uso anterior a implantação do SAF, buscando dessa forma comparar a infiltração da água no solo.

Também foi feito um comparativo entre o período chuvoso e o período seco.

Figura 7. Quadrante utilizado para monitoramento da cobertura do solo e recipiente utilizado para o monitoramento da taxa de infiltração.



Crédito: a autora

A taxa de infiltração foi obtida por:

$$\text{Taxa de infiltração (TI)} = \frac{\text{volume acumulado (mL)}}{\text{tempo (h)}}$$

Além disso, foi calculada a velocidade de infiltração básica:

$$\text{Velocidade de Infiltração básica (VIB)} = \frac{\text{infiltração (mm)}}{\text{tempo (h)}}$$

#### 4.2. Cobertura Morta

O atributo cobertura do solo, foi determinado pela presença de cobertura morta – material oriundo de capina – e a cobertura de serapilheira – folhas, galhos, ramos, sementes e restos vegetais.

Para que fosse estimada a porcentagem de cobertura do solo de cada parcela, fez-se o uso de um quadro de 1,0m x 1,0m subdividido em 4 quadrantes de 0,25m x 0,25m (figura 7), lançado aleatoriamente uma vez dentro de cada parcela, de forma a ter uma média em porcentagem de cobertura do indicador cobertura morta dentro das área de estudo (0%, 25%, 50%, 75%, 100%) (RODRIGUES *et al.*, 2009). Baseado nessa porcentagem, atribuía-se nota 0, 1, 2 e 3, onde a nota 0 era para quando não existia cobertura morta recobrando o solo, a nota 1 quando a área coberta era menor que 25%, nota 2 para quando o solo era coberto entre 25 e 50% e 3 pontos para casos em que a área coberta ficava entre 50% e 100%.

#### 4.3. Danos Foliare

Foi avaliada a porcentagem de danos foliares - ataque de doenças e pragas. As injúrias foliares foram estimadas visualmente, atribuindo-se uma porcentagem de área foliar danificada (LOURENÇÃO *et al.*, 2005). Estimativas visuais têm sido consideradas como um método preciso e rápido para avaliação de danos foliares em soja (BOWERS *et al.*, 1999). Para o monitoramento dos danos foliares, selecionou-se o indivíduo de porte arbóreo mais próximo ao quadrado lançado para avaliar. Foram coletadas duas folhas de cada uma das faces (N, S, L, O) no terço médio de altura do indivíduo de porte arbustivo/arbóreo, totalizando 8 folhas coletadas, e verificada a porcentagem de danos foliares. Era atribuída uma pontuação de 0, 1, 2 e 3 para cada folha coletada, onde era dada a nota 0 para incidência de pragas e doenças maior que 25%, nota 1 para incidência de pragas e doenças entre 15 a 25% da folha, nota 2 para incidência entre 5 e 15% e nota 3 para menor que 5% da folha afetada. Foi obtida a média dos danos foliares dessas 8 folhas coletadas, em cada uma das repetições.

#### 4.4. Análises Estatísticas

Foi feita a análise estatística descritiva e análise de variância com um fator nos indicadores infiltração, cobertura morta e danos foliares em cada SAF. Especificamente no indicador taxa de infiltração, ainda foi feita uma comparação entre as áreas de SAF e as testemunhas da área para definir se existiam diferenças entre elas.

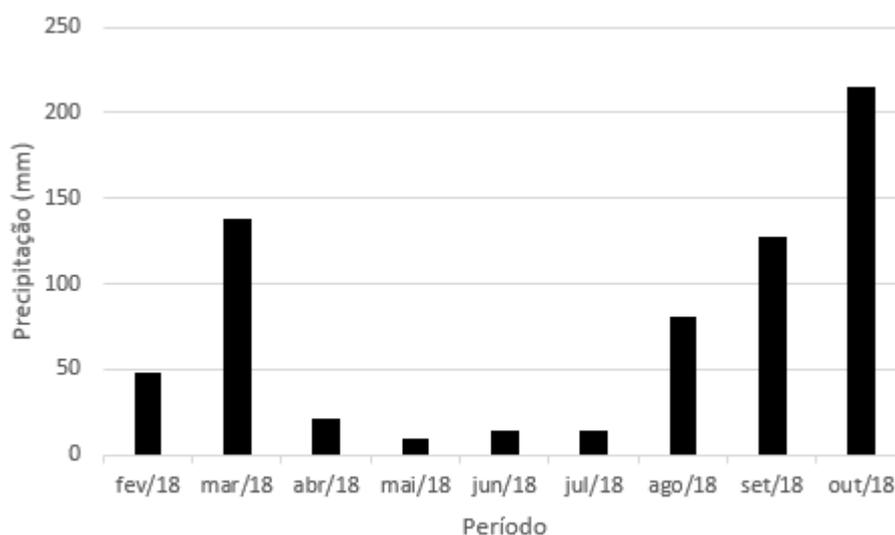
Quando estas foram significativas, aplicou-se o teste de Student ao nível de 5% de probabilidade. A correlação de Pearson calculada para verificar o grau de relação entre os indicadores taxa de infiltração com precipitação e cobertura morta e a cobertura morta com danos foliares em cada área.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1. Precipitação

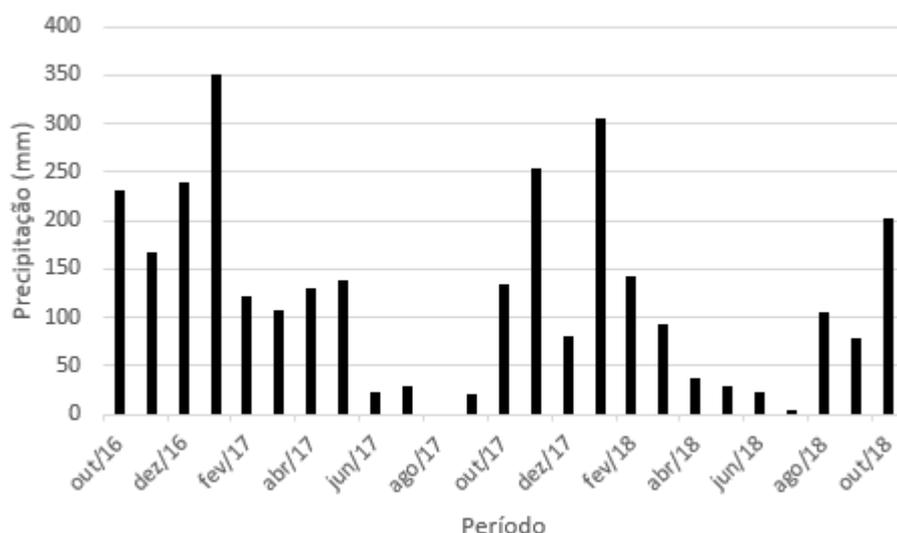
A precipitação total no período monitorado na área SAF1 foi de 668,5mm, com maior volume em outubro com 215mm, e o menor em maio com 9,6mm. De acordo com as normais climatológicas do período de 1981 a 2010, o valor mensal está abaixo da média histórica nos meses de fevereiro e maio e acima em outubro (INMET, 2018) (Figura 8).

Figura 8. Precipitação acumulada ao longo do período estudado em Iperó, SP, Brasil.



Já no SAF2, a precipitação total durante o período monitorado foi de 3051,5mm, com maior volume em janeiro/2017 com 351,8mm, e o menor em agosto/2017 com 0,0mm. De acordo com as normais climatológicas do período de 1981 a 2010, o valor mensal está abaixo da média histórica nos meses de fevereiro/2017, junho/2017, setembro/2017 e em maio/2018 acima nos meses de em outubro/2016, janeiro/2018 e outubro/2018 (INMET, 2018) (Figura 9).

Figura 9. Precipitação acumulada ao do longo período estudado em Socorro, SP, Brasil.



## 5.2. Infiltração

As tabelas 1 e 2 apresentam um resumo dos resultados obtidos no presente estudo, em cada SAF.

Tabela 1. Média dos indicadores analisados, SAF1 em Iperó.

SAF1					
Indicador	Período	SAF		Testemunha	
		Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
Taxa de infiltração (mLh <sup>-1</sup> )		5.871	27.663	6.238	11.664
VIB (mmh <sup>-1</sup> )		1.033	4.997		
Cobertura morta		1,05	1,40		
Danos foliares		2,55	2,23		

Fonte: a autora

Tabela 2. Média dos indicadores analisados, SAF2 em Socorro.

SAF2					
Indicador	Período	SAF		Testemunha	
		Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
Taxa de infiltração (mLh <sup>-1</sup> )		28.392	38.376	34.240	28.567
VIB (mmh <sup>-1</sup> )		487	6.663		
Cobertura morta		1,65	2,03		
Danos foliares		2,66	2,35		

Fonte: a autora

O processo de infiltração, apresentou-se de forma diferente em alguns pontos da área de estudo. Essa diferença deve-se a fatores relacionados ao solo, como: as características morfológicas; a cobertura superficial que corresponde à presença de matéria orgânica e de vegetação; o preparo e manejo do solo (BRANDÃO *et al*, 2003).

A média da taxa de infiltração no SAF1 foi  $13.135\text{mLh}^{-1}$ , enquanto que na área das testemunhas foi  $8.047\text{mLh}^{-1}$ . Com isso, é possível notar que a taxa de infiltração no SAF1 é maior que a da testemunha no período monitorado.

Observou-se que nas campanhas realizadas nos períodos chuvosos no SAF1 a taxa de infiltração média foi de  $5.871\text{mLh}^{-1}$  enquanto que no período seco, a taxa de infiltração média foi  $27.663\text{mLh}^{-1}$ . É possível observar que houve diferenças significativas entre o período seco e chuvoso no SAF (Tabela 3). A taxa de infiltração está correlacionada negativamente com a ocorrência de chuva, ou seja, quanto maior o índice de precipitação menor a taxa de infiltração.

Quando se compara a taxa de infiltração do SAF1 no período seco, esta é 110% maior que a taxa de infiltração média. Enquanto que a taxa no período chuvoso é 55% menor do que a infiltração média.

Contraopondo-se em relação às testemunhas, o período chuvoso no SAF1 apresenta taxa de infiltração 27% menor do que a média das testemunhas, porém no período seco, a taxa fica 244% maior do que na testemunha. Isso comprovou que o SAF1 melhorou a quantidade de água que infiltrou no solo em torno de 63% quando comparado à testemunha.

Panachuki *et al.* (2011) constataram a importância da cobertura vegetal para a infiltração de água no solo, num estudo num Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo, onde notaram que no tratamento plantio direto sem resíduo vegetal ocorreu a menor taxa de infiltração estável (TIE), enquanto que o tratamento com maior quantidade de resíduo vegetal obteve a maior TIE.

A matéria orgânica resultante das podas e capinas seletivas realizadas no SAF é de fundamental importância para a recuperação de áreas degradadas, propiciando boas condições físicas ao solo, incluindo a capacidade de retenção de água e suprimento de nutrientes (ALVES, 2009).

A TI (taxa de infiltração) é influenciada pelas características físicas em que o solo se encontra, como a umidade inicial, temperatura, textura, além do estado de compactação e cobertura vegetal (CARVALHO e SILVA; 2006). Se um determinado solo se encontra com elevado teor de umidade, a infiltração praticamente será nula. Caso o solo se encontre praticamente seco, a infiltração será maior.

No manejo que utiliza vegetação, os resíduos vegetais são mantidos na superfície do solo, enquanto que, em sistemas com a eliminação da vegetação, o solo fica exposto à degradação pelo impacto das gotas das chuvas diminuindo a estabilidade do solo e como consequência afetando a infiltração (MARCOLAN et al., 2009).

Tabela 3. Anova taxa de infiltração entre SAF1 e as testemunhas.

ANOVA						
<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>GL</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor -P</i>	<i>F critico</i>
Entre Grupos	3,17E+09	1	3,17E+09	8,432197	0,007116	4,195972
Dentro dos grupos	1,05E+10	28	3,75E+08			
Total	1,37E+10	29				

Fonte: a autora

No SAF2 a média da taxa de infiltração no SAF foi 32.671mLh<sup>-1</sup> enquanto que na área das testemunhas foi 31.809mLh<sup>-1</sup>.

Observou-se que nas campanhas realizadas nos períodos chuvosos no SAF2 a taxa de infiltração média foi de 28.392mLh<sup>-1</sup> enquanto que no período seco, a taxa de infiltração média foi 38.376mLh<sup>-1</sup>.

A taxa de infiltração está diretamente relacionada com a precipitação. No período chuvoso, houve uma menor taxa de infiltração, enquanto que no período seco, a taxa de infiltração foi maior, não apresentando diferenças estatísticas significativas (Tabela 4).

Tabela 4. Anova do indicador taxa de infiltração entre SAF2 e testemunhas.

ANOVA						
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	1,71E+08	1	1,71E+08	0,376837	0,566152	6,607891
Dentro dos grupos	2,27E+09	5	4,54E+08			
Total	2,44E+09	6				

Fonte: a autora

Quando se compara a taxa de infiltração do SAF2 no período seco, esta é 17% maior que a taxa de infiltração média, enquanto que a taxa no período chuvoso é 13% menor do que a taxa de infiltração média.

Contra-pondo-se em relação às testemunhas, o período chuvoso no SAF2 apresenta taxa de infiltração 11% menor do que a média das testemunhas, porém no período seco, a taxa fica 21% maior do que na testemunha.

Ainda, observa-se que houve uma melhora em torno de 3% na taxa média de infiltração do SAF2 quando comparada às suas respectivas testemunhas.

Em relação à cobertura morta, é possível notar que há uma correlação entre esta e a taxa de infiltração conforme tabela 7. A cobertura vegetal contribui para aumentar o volume de água infiltrada (CARVALHO e SILVA, 2016).

De acordo com Parron (2015), a presença de vegetação sobre o solo influencia a taxa de infiltração de água, diminuindo o escoamento superficial, evitando que os sedimentos sejam transportados nas águas.

A capacidade de infiltração depende principalmente da umidade anterior, da natureza e do estado da estrutura do solo superficial e é facilmente afetada pelo tipo de vegetação e de manejo (MENDONÇA *et al.*, 2009). Ainda segundo os autores, não se deve esperar que solos que estejam sob cultivo e manejo mantenham as características de solos que estão sob vegetação nativa preservada, mas planos de manejo criteriosos de vegetação nativa podem ser uma alternativa para minimizar os impactos provocados por alterações nas características dos solos que influem na capacidade de infiltração.

Entretanto, identifica-se que quando existe maior cobertura vegetal do solo, este passa a ter maior velocidade de infiltração, devido a fatores como

canais formados por raízes, matéria orgânica e atividade microbológica (NUNES *et al.*, 2012).

Durante o processo de infiltração, estando o solo inicialmente seco, a capacidade de infiltração tende a diminuir com o tempo, atingindo um valor final, conhecido como capacidade de infiltração mínima ou velocidade de infiltração básica (VIB) (LIBARDI, 2005).

Em um Latossolo Vermelho no sudoeste de Goiás, a velocidade de infiltração básica foi de 888,3 mmh<sup>-1</sup> (BONO *et al.*, 2012). Como os SAF neste estudo estão nos primeiros anos de implantação, boa parte do aumento da capacidade de infiltração da água no solo, em comparação com a área de pastagem deve-se ao fato do revolvimento do solo para o cultivo do milho e braquiária.

Apesar da granulometria do solo não ter sido avaliada neste estudo, a literatura indica que os valores de VIB estão relacionados com a textura do solo, sendo arenosa quando de 25 a 250mmh<sup>-1</sup>; franco-arenosa de 13 a 76mmh<sup>-1</sup>; franco-arenosa argilosa de 5 a 20mmh<sup>-1</sup> e franco-argilosa: 2,5 a 15mmh<sup>-1</sup> (BERNARDO *et al.*, 2006). No caso SAF1, a média da VIB no período chuvoso foi 1.033mmh<sup>-1</sup>, enquanto que no SAF2 foi 487mmh<sup>-1</sup>, enquanto que a média do SAF1 no período seco foi 4.997mmh<sup>-1</sup> e no SAF2 foi 6.663 mmh<sup>-1</sup>, o que colocaria ambas as áreas com velocidade de infiltração acima da registrada na literatura.

### 5.3. Cobertura Morta

A adubação verde proporciona inúmeras vantagens ao sistema. As crotalárias, por exemplo, são amplamente conhecidas por reduzir a população de nematoides no solo, já as leguminosas adicionam nitrogênio ao solo. Os adubos verdes auxiliam na ciclagem dos nutrientes ao trazer para a superfície do solo nutrientes que estão mais profundos. Ademais, os adubos verdes favorecem a manutenção da matéria orgânica do solo e o “sequestro” de carbono da atmosfera, recuperam solos degradados e controlam plantas daninhas (TIVELLI, PURQUEIRO e KANO, 2010).

O uso de cobertura do solo traz alguns benefícios como por exemplo, diminuição da infestação de pragas e plantas daninhas, aumento da infiltração, manutenção da umidade, entre outros (ENTZ *et al.*, 2002; BRAGAGNOLO e MIELNICZUK, 1990). A cobertura morta do solo proporciona condições

adequadas pois o solo fica recoberto e protegido, inibindo a mato-competição, permanecendo úmido e com boa quantidade de nutrientes (DAVIDSON *et al.* 2004).

A cobertura vegetal do solo é fundamental por agir na superfície do solo como um sistema de entrada e saída, recebe entradas via vegetação que, decompõe-se e suprime o solo e as raízes com nutrientes e matéria orgânica, sendo útil na restauração da fertilidade do solo em áreas em início de sucessão ecológica (ALTIERI, 2002).

Para um melhor diversidade biológica do solo e sua manutenção, é essencial que existam diferentes espécies vegetais na área de cultivo, o que acarreta numa diversidade do substrato (ARAUJO NETO *et al.*, 2014; HUNGRIA *et al.*, 2009; LORANGER-MERCIRISA *et al.*, 2006; XUE-MEI *et al.*, 2007).

A decomposição dos resíduos orgânicos que formam a cobertura é o principal processo de ciclagem de nutrientes em um ecossistema florestal (MONTAGNINI e JORDAN, 2002). Sistemas agroflorestais, distintivamente da silvicultura convencional, podem incluir a produção de espécies forrageiras, fixadoras de nitrogênio, como também aquelas que possuem sistema radicular profundo e, portanto, contribuem para diminuir a competição com as culturas agrícolas nas camadas mais superficiais do solo, além de espécies que forneçam proteção adequada ao solo (BUDOWSKI, 1991).

Dentre as funções da palhada, pode-se citar a redução das perdas de solo e água pela erosão, a diminuição do impacto da chuva no solo, evitando a desagregação das partículas, o aumento da infiltração da água no solo, a proteção do solo contra a compactação, a diminuição das perdas de água por evaporação, menor amplitude térmica no solo, proporcionando maior umidade nas camadas superficiais do solo e disponibilidade hídrica para as plantas, e reciclagem de nutriente. (BERTOL *et al.*, 2007).

A média da pontuação atribuída para SAF1 não difere estatisticamente entre si conforme tabela 5. Nos dois períodos, nota-se que a cobertura não atingiu a pontuação máxima que seria o valor 3, indicando uma maior cobertura morta no solo, e, como consequência, menos solo exposto.

A razão da cobertura morta no SAF1 não atingir a pontuação máxima se deve à presença ou ausência de cultivos nas entrelinhas, uma vez que a

cobertura morta era composta dos restos vegetais das culturas e das roçadas realizadas.

O período seco foi o que obteve a maior pontuação média (1,4). Valores abaixo de 50% de cobertura de serapilheira são cenários considerados como indesejáveis (PIÑA- RODRIGUES *et al*,1989), o que foi observado neste caso.

No SAF1, quando se compara a média da cobertura morta do período chuvoso com a média da cobertura morta do SAF, esta apresenta uma pontuação 14% menor, enquanto que, no período seco, foi 14% maior que a média.

Já na análise das coberturas mortas das áreas de SAF2, também não há diferenças significativas entre as médias de pontuação, conforme apresentadas na tabela 5.

Assim como no caso do SAF1, em nenhum momento, as médias dos pontos nas campanhas chegaram a nota máxima que era 3. Ainda de acordo com PiñaRodrigues *et al.*, (1989), os valores médios de cobertura de serapilheira abaixo de 50% são considerados como indesejáveis.

No período seco, onde registrou-se a pontuação média de 2,03, obteve-se maior média desta quando comparado ao período chuvoso. No caso do SAF2, a cobertura morta era formada por restos oriundos das roçadas, podas das frutíferas, corte dos adubos verdes, além da queda de folhas das árvores do SAF.

No SAF2, quando se compara a média da cobertura morta do período chuvoso com a média da cobertura morta do SAF, esta apresenta uma pontuação 10% menor, enquanto que, no período seco, foi 10% maior que a média.

Os resultados dos períodos secos eram esperados, uma vez que o estoque de matéria seca sobre o solo é em função da cobertura vegetal predominante no sistema (ALVES *et al.*, 2006; FERREIRA *et al.*, 2006), e está relacionado à maior queda das folhas nesta época do ano devido ao déficit hídrico, fenômeno natural (AGOSTINHO, 2017).

Em um estudo em relação à sazonalidade de produção de matéria vegetal seca, a maior produção foi verificada nos meses de janeiro e agosto (final da estação seca) (SOUZA, 2016), o que também ocorreu neste estudo, ambos os SAF produziram mais matéria vegetal seca nas estações secas. Resultados semelhantes a este estudo foram obtidos por Araújo *et al.* (2006), em que a maior produção de matéria seca, na estação seca, pode estar relacionada com resposta ao estresse hídrico pelo descarte das folhas (SILVA *et al.*, 2007), principal componente do material seco.

Considerando que os SAF são sistemas relativamente jovens e diferem quanto à composição das espécies, então pode-se considerar que a sua estabilidade é influenciada pelo tempo de adaptação do sistema (ALVES, 2009).

#### 5.4. Danos Foliares

O uso de cobertura do solo traz alguns benefícios para o mesmo, como por exemplo, pode diminuir infestação de pragas e plantas daninhas (ENTZ *et al.*, 2002; BRAGAGNOLO e MIELNICZUK, 1990).

Incrementar a biodiversidade acima e abaixo do solo melhora a saúde do solo (PRIMAVESI, 1994). Um agroecossistema mais biodiverso, como os SAF, apresenta maior quantidade de habitats e recursos para uma população mais diversa de inimigos naturais (predadores, parasitoides e agentes entomopatogênicos). A diversificação vegetal atuará para permitir um ambiente agrícola mais estável ao longo do tempo de forma similar ao que ocorre nos ecossistemas naturais, e dessa maneira diminuir a necessidade de intervenção (MEDEIROS *et al.*, 2011).

Os mesmos autores citam que a maior diversidade e atividade biológica do solo contribuem para a danificação de sementes de ervas espontâneas e associações das raízes das plantas com fungos oferecem proteção contra doenças. A saúde biológica do solo contribui, de forma determinante, para a boa nutrição do solo e das plantas, o que tem também papel fundamental no desenvolvimento de bons sistemas de defesa das plantas a pragas e doenças (NICHOLLS e ALTIERI, 2008).

Quando o sistema não está equilibrado nutricionalmente, não há a transformação dos aminoácidos em substâncias complexas como proteínas e

açúcares por exemplo, e dessa forma, há o ataque das pragas como insetos, bactérias, fungos, nematoides e ácaros, que se alimentam do aminoácido não transformado (DIAS, 2003).

Em nenhum momento, os danos foliares tiveram a nota 3 no SAF1, mas apresentaram valor superior a 2 em todos os períodos. No SAF1, quando se compara os danos foliares médios do período chuvoso com os danos foliares médios do SAF1, este apresenta uma pontuação 7% maior, enquanto que, no período seco foi 7% menor que a média geral do SAF1.

O SAF2 também não obteve a nota 3 para danos foliares, porém apresentou nota sempre acima de 2. Nota-se que a pontuação média foi maior no período chuvoso quando comparado ao período seco. No SAF2, quando se compara os danos foliares médios do período chuvoso com os danos foliares médios do SAF2, este apresenta uma pontuação 6% maior, enquanto que, no período seco foi 6% menor que a média geral do SAF2.

Em nenhuma das áreas de estudo houve diferenças significativas entre o período chuvoso e o seco (tabela 5 e 6). Conforme observado em um estudo conduzido em um pomar de banana na cidade de Visconde de Rio Branco, MG, foi observado que a incidência de brocas no bananal com cobertura morta (restos vegetais da própria cultura) e o outro sem a cobertura, também não apresentou diferença quanto a incidência de broca, validando os resultados apresentados no SAF1 e SAF2 (OLIVEIRA e SOUZA, 2003).

As plantas de cobertura de solo ajudam no controle natural de pragas e doenças (TIESCHER, 2016), porém tanto no SAF1 como no SAF2, isso não pôde ser notado, pois no período seco quando houve maior cobertura morta, os danos foliares tiveram a menor média de pontuação, observando uma maior incidência de ataques de pragas.

Essa tendência está de acordo com estudo de FORTUNATO *et al.*, (2012) onde um fator a ser considerado neste caso, é que dentro da classificação dos danos está incluso a ocorrência de doenças, geralmente ocasionadas por fungos, que tem por hábito preferir lugares com baixa luminosidade e temperatura elevada para sua propagação.

E solo sem cobertura, os possíveis ovos de insetos e esporos de fungos são expostos aos raios solares, levando a desidratação dos mesmos e a possível morte, o que diminui a incidência das pragas e das doenças (VIDA *et al.*, 2004). Ainda no caso do SAF1, não havia diversificação da matéria orgânica usada, sendo sempre capim brachiaria oriundo das roçadas.

A cobertura usada nas áreas estudadas derivava do próprio sistema e não tinha nenhum tratamento específico para conter pragas e doenças, apenas podas e roçadas pontuais e os produtos desses manejos eram deixados no solo para decomposição (VAZ, 2020).

Esse comportamento em ambas as áreas estudadas é descrito na literatura. Isso ocorre devido à presença de pragas e doenças no ambiente de cultivo, a presença da cobertura pode servir como ambiente de proteção ou propagação para insetos (depósito de ovos) e doenças (substrato para proliferação de esporos) (CARVALHO *et al.*, 2005).

Tabela 5. Média dos indicadores taxa de infiltração, cobertura morta e danos foliares analisados no SAF1, localizado em Iperó, SP.

		Chuvoso	Seco
SAF1	Taxa de infiltração (mLh <sup>-1</sup> )	5.871a	27.663b
	Cobertura morta	1,05a	1,40a
	Danos foliares	2,55a	2,23a

Legenda: Médias seguidas de mesma letra nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Student a 5% de probabilidade.

Fonte: a autora

Tabela 6. Média dos indicadores taxa de infiltração, cobertura morta e danos foliares analisados no SAF2, localizado em Socorro, SP.

		Chuvoso	Seco

SAF2	Taxa de infiltração (mLh <sup>-1</sup> )	28.392a	38.376a
	Cobertura morta	1,65a	2,03a
	Danos foliares	2,66a	2,35a

Legenda: Médias seguidas de mesma letra nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Student a 5% de probabilidade.

Fonte: a autora

### 5.5. Coeficiente de Correlações de Pearson

O coeficiente de correlação de Pearson tem o objetivo de indicar como as duas variáveis estão associadas entre si.

Foram observadas correlações entre os atributos chuva e taxa de infiltração, cobertura morta e danos foliares e taxa de infiltração com cobertura morta no SAF1 e SAF2.

Os sistemas de manejo podem influenciar as correlações, ficando elas maiores ou menores. Alguns indicadores são mais ou menos afetados pelo tipo de manejo realizado (FERNANDES, 2019).

A taxa de infiltração teve correlação inversa com a precipitação, quanto maior a precipitação menor a taxa de infiltração. No caso da cobertura vegetal, a correlação foi positiva com os danos foliares, ou seja, quanto maior a cobertura, maior os danos foliares.

A correlação foi positiva quando associada a taxa de infiltração com a cobertura morta, ou seja, quando uma aumenta a outra aumenta também.

Na correlação de Pearson, quanto mais próximo dos extremos do intervalo, (-1 e +1) mais forte é a correlação e quanto mais próximo do centro do intervalo, zero, mais fraca é a correlação linear.

Tabela 7. Coeficiente de Correlação de Pearson entre os indicadores estudados.

SAF	Indicadores	Taxa infiltração (mLh <sup>-1</sup> )	Danos foliares
SAF1	Precipitação (mm)	-0,50	
	Cobertura morta	0,13	0,08
SAF2	Precipitação (mm)	-0,60	
	Cobertura morta	0,10	0,02

Fonte: a autora

## 7. CONCLUSÕES

Os Sistemas Agroflorestais estudados apresentaram melhoras no indicadores taxa de infiltração, cobertura morta e danos foliares ao longo do tempo em ambas as áreas.

Ao avaliar o SAF e as testemunhas nas propriedades SAF1 e SAF2, pode-se concluir que a taxa de infiltração foi influenciada pela precipitação.

Ainda em relação ao indicador taxa de infiltração de água no solo, os SAF de ambas as propriedades apresentaram maiores taxas do que as testemunhas.

Em relação a cobertura morta, tanto o SAF1 como o SAF2 apresentaram cobertura menor do que 50% sendo esta porcentagem considerada inadequada, porém mesmo com esse valor ela influenciou na melhora da taxa de infiltração.

No que se refere aos danos foliares, as áreas de ambas as propriedades apresentaram danos, ocorrendo maior incidência de ataques quando a cobertura morta estava disponível em maior quantidade para o sistema.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, P. R. **Indicadores biológicos de qualidade de solo em sistemas agroflorestais biodiversos para fins de recuperação de áreas degradadas**. 2017. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral Bioprospecção) - UFGD, Dourados, 2017.

ALMEIDA, W. S.; PANACHUKI, E.; OLIVEIRA, P. T. S.; MENEZES, R. S. ALVES SOBRINHO, T.; CARVALHO, D. F. Effect of soil tillage and vegetal cover on soil water infiltration. **Soil & Tillage Research**. 175, p. 130-138, 2018.

ALMEIDA, V. E. S.; CARNEIRO, F. F.; VILELA, N. J. Agrotóxicos em hortaliças: segurança alimentar, riscos socioambientais e políticas públicas para promoção da saúde. **Actas em Saúde Coletiva**, v. 4, n. 4, p. 84-99, 2009.

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 2ed. Porto Alegre: Universidade Editora, 2000. 120p.

ALVES, A. C. N.; DE ANDRADE, T. C. Q.; NERY, J. M. F. G. A influência da vegetação e da ocupação do solo no clima urbano: um exercício analítico sobre a Avenida Paralela. **Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável**, v. 4, n. 1, p. 43-52, 2011.

AMORIM, L.; et al. **Manual de Fitopatologia**. Vol. 1. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda., 2011.

ANDRADE, V.D.; et al. Capacidade de infiltração no solo em área de pastagem degradada e sistema ilp no primeiro ano. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 6, n. 2, p. 6083-6087, feb. 2020.

ARANTES P.B.; RIGHI, C.A.; BOSI, C.; DOMENICO, C.I.; GALVEZ, V.A.R. Agroflorestas familiares no vale do ribeira: diagnóstico produtivo, estratégias e desafios. **REDD –Revista Espaço de Diálogo e Desconexão**, Araraquara, 2017

ARAÚJO, C.R., et al. Formigas (Hymenoptera, Formicidae) associadas à cobertura de solo com adubos verdes. **Cadernos de Agroecologia** v. 11, n.2, 2016.

ARAÚJO, R. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; MACHADO, M. R.; PEREIRA, M. G.; FRAZÃO, F. J. Aporte de serrapilheira e nutrientes ao solo em três modelos de revegetação na Reserva Biológica de Poços das Antas, Silva Jardim, RJ. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 12, n. 2, p. 15-21, 2006

Araújo Neto, S.E.de; Silva, A.N.da; Kusdra, J.F.; Kolln, F.T.; Andrade Neto, R.de C. Atividade biológica de solo sob cultivo múltiplo de maracujá, abacaxi, milho, mandioca e plantas de cobertura. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 4, p.650-658, 2014.

BARBERA-CASTILLO, N.M. **Diversidad de especies de hormigas en sistemas agroforestales contrastantes de café, em Turrialba, Costa Rica**. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica, 2001.

- BEDIN, Eliete et al. Formação de OCS – Organismo de Controle Social em Planaltina - DF. **Cadernos de Agroecologia**, [S.l.], v. 9, n. 4, feb. 2015. ISSN 2236-7934. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/16498>>. Acesso em: 09 feb. 2020.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Atual. e Ampl. Viçosa: UFV, 2008. p. 625.
- BENE, J. G.; BEALL, H. W.; CÔTÉ, A. **Trees, food, and people: land management in the tropics**. Ottawa: IDRC, 1977.
- BERTOL, I. BEUTLER, J.F.; LEITE, D. & BATISTELA, O. Propriedades físicas de um cambissolo húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba-SP, v.58, n.3, 2001.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 6ª. ed. São Paulo: Ícone, 2008.
- BONO, J.A.M.; MACEDO, M.C.M.; TORMENA, C.A.; NANNI, M.R.; GOMES, E.P.; MULLER, M.M.L. Infiltração de água no solo em um Latossolo vermelho da região sudoeste dos Cerrados com diferentes sistemas de uso e manejo. **R. Bras.Ci. Solo**, v. 36, p. 1845-1853, 2012.
- BOWERS, G.R.; KENTY, M.M.; WAY, M.O.; FUNDERBURK, J.E.; STRAYEB, J.R. Comparison of three methods for estimating defoliation in soybean breeding programs. **Agronomy Journal**, Madison, v. 91, p. 242-247, 1999.
- BRANDÃO, V. S; CECILIO, R. A; PRUSKI, F. F; SILVA, D. D. **Infiltração da água no solo**. 3ª ed. Editora UFV: Viçosa, p. 120, 2006.
- BUENO, Paulo Agenor Alves et al. Microbiological indicators of recovery soil quality in a agroforestry system. **Acta Brasiliensis**, [S.l.], v. 2, n. 2, p. 40-44, may 2018. ISSN 2526-4338
- CABRAL, P. I. D. Arborização urbana: problemas e benefícios. **Revista Especialize On-line IPOG**, v. 1, n. 6, 2013.
- CALDERANO FILHO, B.; BHERING, S.B; CARVALHO JUNIOR, W.; CALDERANO, S.B.; CHAGAS, C.S.; POLIVANOV, H. Uso e cobertura vegetal das terras de áreas tropicais montanhosas da serra dos Órgãos, estado do Rio de Janeiro. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**. Curitiba, v. 2, n. 4, p. 1273-1284, jul./set. 2019.
- CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. **Hidrologia: Infiltração**. Rio de Janeiro. UFRRJ, 2006. 21p.
- CARVALHO, A.E. M.; LIMA, L. A.; OLIVEIRA, L. S.; COSTA, M. C. G.. Diagnóstico do uso e conservação do solo em região de reforma agrária no semiárido. **Revista Verde** - ISSN 1981-8203 - (Pombal - PB) v. 12, n.3, p.568-573, jul.-set., 2017

CASTOLDI, R.; CHARLO, H. C. O.; ITO, L. A.; BRAZ, L. T. Effect of plastic film mulch on the production of butterhead lettuce cultivars under protected cultivation. **Acta Horticulturae**, v. 67, p. 205, 2006.

CAVENAGE, A. *et al.* Alterações nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro, sob diferentes culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 997-1003, 1999.

CENTURION, J.F.; CARDOSO, J.P.; NATALE, W. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho em diferentes agroecossistemas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 254-258, 2001.

Classificação Climática de Köppen-Geiger

[https://portais.ufg.br/up/68/o/Classificacao\\_Climatica\\_Koppen.pdf](https://portais.ufg.br/up/68/o/Classificacao_Climatica_Koppen.pdf), consultado em 10/01/2020.

CORRÊA, F.L.O.; RAMOS, J. D.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; MULLER, M. W. Produção de serapilheira em sistema agroflorestal multiestratificado no estado de Rondônia, Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.6, p.1099-1105, 2006.

CRODA, J. P. **Importância dos sistemas agroflorestais para agricultura familiar na Amazônia Brasileira: um estudo de caso sobre o projeto RECA**. Dissertação, UFSM – Santa Maria. 2019.

DANIEL, O.; COUTO, L. ; SILVA, E.; JUCKSH, I.; GARCIA, R.; PASSOS, C. A. M. Sustentabilidade em sistemas agroflorestais: indicadores biofísicos. Sustainability in agroforestry systems: biophysical indicators. **Revista Árvore**. 23. 381-392. 1999.

DELGADO, G. C. **Do capital financeiro na agricultura à economia do agronegócio**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012.

DE MARI, C. L.; TAVARES, P.D.V.B.; FONSECA, V.M. 2017. Alimentos, saberes e educação para o “bem viver”: os camponeses um passo adiante. **REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, 34(3): 37-54.

DIAS, M. R. G. M. Manejo ecológico de doenças e pragas de plantas. **Instituto Biológico**, São Paulo, v.65, n.1/2, p.75-77, jan./dez., 2003

Dados clima Socorro - <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sao-paulo/socorro-34825/> consultado em 10/01/2020

Dados clima Iperó - <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sao-paulo/iperó-34789/> consultado em 10/01/2020.

DIAS JUNIOR, M.S.; ESTANISLAU, W.T. Grau de compactação e retenção de água de Latossolos submetidos a diferentes sistemas de manejo, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 23, p. 45-51, 1999.

DOS ANJOS, F. S.; CALDAS, N. V. S. A agricultura familiar no Brasil: caminhos da inovação, espaços de afirmação. **Revista agroalimentaria** Vol. 22, Nº 43; jul-dez, 2016.

DUBOIS, J. C. L.; VIANA, V. M. **Manual agroflorestal para a Amazônia**. 1.ed. Rio de Janeiro: REBRAAF Editora, 1996. 228p.

FAO, **Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura**. Relatório divulgado em: <https://nacoesunidas.org/fao-alerta-que-desaparecimento-da-biodiversidade-ameaca-producao-de-alimentos/> Acesso em 31/03/2020.

Farah, M.F.S. Administração pública e políticas públicas. **Rev. Adm. Pública**.vol, 45 n.3 Rio de Janeiro, jun 2011.

FERNANDES, F. S. **Indicadores de qualidade do solo em diferentes sistemas de manejo**. 2019. Dissertação. (Mestrado em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis), UFSCar – Sorocaba. 2019.

FORTUNATO, A. A.; RODRIGUES, F. A.; NASCIMENTO, K.J.T. Physiological and biochemical aspects of the resistance of banana plants to fusarium wilt potentiated by silicon. **Phytopathology**, v.102, n. 10, p.957-966, 2012.

GAMA RODRIGUES, A. C. Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. **Brasilian Journal of agroecology and sustainability**. v,01. n.2. Recife, 2019.

GOMES, M. A. S.; SOARES, B. R. A vegetação nos centros urbanos: considerações sobre os espaços verdes em cidades médias brasileiras. **Estudos Geográficos**, v. 1, n. 1, p. 29-39, 2003.

GONÇALVES, P.A.S.; BOFF, P. Manejo ecológico e doenças de plantas. **Informativo Técnico Agropec. Catarin.**, v.15, n.3, nov. 2002.

Governo federal - [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D1946.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D1946.htm), consultado em 12/05/2020.

HOFFMANN, M. R. M. **Sistemas agroflorestais para agricultura familiar: análise econômica**. Dissertação. 2013 - UNB - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2013

HÖFLING, E. M. ESTADO E POLÍTICAS (PÚBLICAS) SOCIAIS. **Cad. CEDES**, vol.21, n..55, Campinas, nov. 2001

HOMMA, A. K. O. Os avanços e os desafios da pesquisa agrícola. **Parc. Estrat.**, Brasília, v.18, n.36, p.33-54, 2013.

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J.C.; BRANDÃO JÚNIOR, O.; KASCHUK, G. & SOUZA, R.A. Soil microbial activity and crop sustainability in a longterm experiment with three soil-tillage and two crop-rotation systems. **Applied Soil Ecology**, v. 42, n. 3, p. 288-296, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE): cidades. Disponível em - <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/socorro/panorama> consultado em 10/01/2020

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO): Disponível em: - <http://www.icmbio.gov.br/flonaipanema/com->

[phocagallery-controlpanel/aspectos-naturais.html](http://phocagallery-controlpanel/aspectos-naturais.html) acesso em 10 de janeiro de 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET): Disponível em <https://portal.inmet.gov.br/> acesso em 23/01/2021.

ILANY, T. et al. Using Agroforestry to improve soil fertility: effects of intercropping on *Ilex paraguariensis* (yerba mate) plantations with *Araucaria angustifolia*. **Agroforest Systems**, Amsterdam, v. 80, p. 399-409, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET): normal climatológica de 1981 – 2010. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas> acesso em 18 de junho de 2020.

JUNQUEIRA, A. da C.; SCHLINDWEIN, M. N.; CANUTO, J. C.; NOBRE, H. G.; SOUZA, T. de J. M. Sistemas agroflorestais e mudanças na qualidade do solo em assentamento de reforma agrária. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.8, n.1, p.102-115, 2013.

KLEIN, V.A.; LIBARDI, P.L.; SILVA, A.P. Resistência mecânica do solo à penetração sob diferentes condições de densidade e teor de água, **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 18, n. 2, p. 45-54, 1998.

KOGAN, M. Ecological theory and integrated pest management. New York: **WileyInterscience**, 1988. 362 p

LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; ALONSO, J. M. Restauração florestal em diferentes espaçamentos. In: LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N. (ed.). **Restauração Florestal e a Bacia do Rio Guandu**. Seropédica: Editora Rural, 2015. p. 120-156.

LIBARDI, P.L. **Dinâmica da água no solo**. Ed. 2, São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 346p., 2012.

LORANGER-MERCIRISA, G.; Barthes, L.; Gastine, A.; Leadley, P. Rapid effects of plant species diversity and identity on soil microbial communities in experimental grassland ecosystems. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 38, n. 8, p. 2336-2343, 2006

LOURENÇÃO, A.L., *et al.* Avaliação de danos de insetos e de severidade de oídio em genótipos de soja. **Bragantia**, vol.64, n.3, Campinas, 2005.

LUCKMANN, W. H.; METCALF, R. L. **The pest management concept**. In: METCALF, R. L.; LUCKMANN, W. H. (Ed.). Introduction to insect pest management. New York : John Wiley & Sons, 1994. p. 1-34.

LUNDGREN, B. O; RAIN TREE, J. B. **Sustained agroforestry**. In: NESTEL, B. (ed.). Agricultural Research for Development: Potentials and Challenges in Asia. ISNAR, The Hague, The Netherlands, 1982. p. 37-49.

MACEDO, R. L. G. **Princípios básicos para manejo sustentável de sistemas agroflorestais**. Lavras: UFLA/FAEPE 2000.

MARCOLAN, A. L.; LOCATELLI, M. FERNANDES, S. R. Atributos químicos e físicos de um Latossolo e rendimento de milho em diferentes sistemas de

manejo da capoeira. **Comunicado Técnico 352**, Embrapa, Porto Velho, RO, nov, 2009, p.6

MARTINS, E. M. *et al.*, O uso de sistemas agroflorestais diversificados na restauração florestal na Mata Atlântica. **Ciências Florest.** vol.29 no.2 ,Santa Maria Apr./June 2019.

MARTINS, S.V.; RODRIGUES, R.R. Produção de serrapilheira e m clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.22, n.3, p.405-412, 1999.

MAY, P. H.; TROVATTO, C. M. M. **Manual agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria de Agricultura Familiar, 2008.

MEDEIROS, M.A. *et al.*, **Princípios e práticas ecológicas para o manejo de insetos-praga na agricultura**. Projeto Biodiversidade e Transição Agroecológica de Agricultores Familiares. Emater-DF. Brasília. 2010. 44p

MENDONÇA, L. A. R; VÁSQUEZ, M. A. N; FEITOSA, J. V; OLIVEIRA, J. F; FRANCA, R. M; VÁSQUEZ, E. M. F; FRISCKORN, H. Avaliação de infiltração de solos submetidos a diferentes tipos de manejo. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, v.14, n.1, p. 89-98, 2009.

MENDONÇA, L.A.R. **Recursos hídricos da Chapada do Araripe**. 2001, 193 p. Tese (Doutorado) - Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2001.

MICCOLIS, A. *et al.* **Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais: como conciliar conservação com produção: Opções para Cerrado e Caatinga**. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza – ISPN/Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal – ICRAF, 2016

MIRANDA, M.R.S.; *et al.* Distribuição de queimadas e mudanças na cobertura vegetal e uso da terra no bioma pantanal, Cáceres- Brasil. **Caminhos de Geografia** Uberlândia -MG. v. 19, n. 65 março/2018. p. 91–108.

MOTA, N.F; SILVA, E.V.da; MOTA, Y. R. AVALIAÇÃO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO LITORAL CEARENSE. **Revista educação ambiental em ação**. Novo Hamburgo, RS. 2019.

MONTAGNINI, F. Coord. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los tropicos. 2. ed. San José. Costa Rica: **CATIE/Organización para Estudios Tropicales**. 1992. 622p.

MONTEIRO, T. **Avaliação da qualidade e quantidade do carbono e do nitrogênio no solo em Iperó-sp**. 2013. Dissertação (Mestrado) –Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia, Bauru, 2013.

MOLINARI, D. C; VIEIRA, A.F.G. Considerações preliminares sobre a capacidade de infiltração de água no solo do distrito industrial II Manaus (AM). *In: V SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA. In: I ENCONTRO SUL-*

AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA, 2004, Santa Maria. **Resumo [...]** UFSM, 2004.

MULLER M. W. **Sistemas agrofloretais como uso sustentável dos solos: conceito e classificação.** Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/radar/semfaz/conceitoe classificacao.htm> Acesso em: 05.03.2020

MUSCHLER, R.G. **Árboles em cafetales.** Turrialba, Costa Rica: Catie/ GTZ, 2000.

NAIR, P. K. R. The coming of age of agroforestry. **Journal of Science of Food and Agriculture**, v. 87, p.1613-1619, 2007.

NAIR, P. K. R. 1993. Introduction to Agro forestry. **Kluwer Academic Publishers**, Dordrecht. 499p.

NAIR, P. K. R. 1989. Agroforestry systems in the tropics. Dordrecht: **Kluwer Academic**, 664p. Forestry Sciences, v.31.

NASCIMENTO, C.A. **Pluriatividade, Pobreza Rural e Políticas Públicas: uma análise comparativa entre Brasil e União Européia.** Série BNB Teses e Dissertações nº 11. Fortaleza, 2008.

NERY, A. P.; et al. **Acta Kariri Pesquisa e Desenvolvimento.**, v.2, n.1, p.56-61, Crato -CE. dezembro – 2017.

NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A. Projeção e implantação de um estratégia de manejo de habitats para melhorar o controle biológico de pragas em agroecossistemas. In: ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I.; PONTI, L. **Controle biológico de pragas através do manejo de agroecossistemas.** Brasília: MDA, 2008. 33 p

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP).** São Paulo: Editora Humanitas, 2001.

NUNES, J. A. S.; SILVEIRA, M. H. D.; SILVA, T. J. A.; NUNES, P. C. M.; CARVALHO, K. S. Velocidade de infiltração pelo método do infiltrômetro de anéis concêntricos em latossolo vermelho de cerrado. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer:Goiânia -GO, 2012. v.8, n.15; p.1685

OLIVEIRA, C. A. P; SOUZA, C. M. Influência da cobertura morta na umidade, incidência de plantas daninhas e de broca-do-rizoma (*cosmopolites sordidus*) em um pomar de bananeiras (*musa spp.*). **Revista Brasileira de Fruticultura.** v. 25, n. 2, p.345-347,2003.

OLIVEIRA, J. B. De; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B., **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo. Legenda Expandida.** Campinas: Instituto Agrônomo; Rio de Janeiro: EMBRAPA – Solos, 64 p, 1999.

OLIVEIRA, L.G.; BATALHA, M.O.; PETTAN, K.B. Comparative assessment of the food purchase program and the national school feeding program's impact in Ubá, Minas Gerais, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, p.01-06, 2017.

OLIVEIRA, F.H.; SILVA, V.R. Uso de agrotóxico ou controle agroecológico de pragas e doenças da agricultura? uma reflexão a partir do município de Alvorada do Gurguéia-PI. PANACHUKI, E.; BERTOL, I.; SOBRINHO, T. A.; OLIVEIRA, P. T. S. de; 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**, v.35, p.1777- 1785, 2011.

PIÑA-RODRIGUES; F.C.M.; COSTA, L. G. S.; REIS, A. Estratégia de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. **Silvicultura**, v.3, p.672-690, 1989

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL (PDRS). Disponível em: <https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Default.aspx?idPagina=13536> acesso em 13 de janeiro de 2020.

PENEIREIRO, F. M. 2008. **Cuidando da natureza, cuidamos da humanidade. Palestra proferida no Segundo Módulo do Projeto “Formação de agentes multiplicadores Socioambientais na Bacia do Xingu”**. Disponível no site [www.socioambiental.org](http://www.socioambiental.org). Acesso em 28/02/2020.

PENEIREIRO, F. M. Fundamentos da agroflorestal sucessional. *In*: II SIMPÓSIO SOBRE AGROFLORESTA SUCESSIONAIS. Sergipe. **Resumo** [...] Sergipe, 2003.

PERES, J. G.; SOUZA, C. F.; LAVORENTI, N. A. Avaliação dos efeitos da cobertura de palha de cana de açúcar na umidade e na perda de água do solo. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 5, p. 875-886, 2010.

PEREIRA, D. C.; *et al.*, Estimativa da velocidade de infiltração básica em solos sob regeneração vegetativa. **Terr@ Plural**, Ponta Grossa, v.13, n.1, p. 124-137, jan./abr. 2019.

PICANÇO, M.; GUEDES, R. N. C. Manejo Integrado de Pragas no Brasil: situação atual, problemas e perspectivas. **Ação Ambiental**, v. 2, p. 23-27, 1999.

PINHEIRO, A.; TEIXEIRA, L. P.; KAUFMANN, V. Capacidade de infiltração de água em solos sob diferentes usos e práticas de manejo agrícola. **Revista Ambiente & Água**, v.4, n.2, p.188-199, 2009.

Prefeitura de Socorro - <http://www.socorro.sp.gov.br/dadosgerais>, acesso em 10/01/2020

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 1984.

- PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico de pragas e doenças: técnicas alternativas para a produção agropecuária e defesa do meio ambiente.** São Paulo: Nobel, 1994.
- QUADROS, Bruna C.; NETO, Thiers. P.F. **Estimativa da taxa de infiltração em solo argiloso, sob diferentes condições de umidade.** 2015, 80f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.
- RIBAS, P. P.; MATSUMURA, A. T. S. A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente. **Revista Liberato**, v. 10, n. 14, p. 149-158, 2009.
- RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto para a restauração ecológica da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal.** Instituto BioAtlântica, São Paulo, 2009.
- SANTOS, A. C. **O papel dos sistemas agroflorestais para usos sustentáveis da terra e políticas públicas relacionadas – Indicadores de Funcionalidade econômica e Ecológica de SAF em Redes Sociais da Amazônia e Mata Atlântica.** Ministério do Meio Ambiente- Subprograma Projetos Demonstrativos (PDA). Brasília 2010.
- SANTOS, T.E.M.; SOUZA, E.R.; MONTENEGRO, A.A.A. Modeling of soil water infiltration with rainfall simulator in diferente agricultural systems. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, n.6, p. 513-518, 2016.
- SANTOS, K. P.; SANTOS, M. A. Uso da terra, cobertura vegetal e desertificação no Projeto de Irrigação N11 –Petrolina, PE, Brasil. **Terra Plural**, Ponta Grossa, v.13, n.2, p. 385-399, maio/ago 2019.
- SCHEMBERGUE, A. *et al.* Sistemas Agroflorestais como Estratégia de Adaptação aos Desafios das Mudanças Climáticas no Brasil. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, vol.55, n.1, Brasília. Jan./Mar. 2017.
- SCHULER, H.R. **Evidências científicas do desenvolvimento de sistemas agroflorestais agroecológicos no brasil.** 2018. Dissertação - Universidade Federal de Santa Catarina, 2018.
- SCHULZ, C.; KOCH, R.; CIERJACKS, A.; KLEINSCHMIT, B. Land change and loss of landscape diversity at the Caatinga phytogeographical domain e Analysis of pattern-process relationships with MODIS land cover products (2001e 2012). **Journal of Arid Environments**, v.132, p.54-74,2017.
- RALISCH, R., MIRANDA, T. M., OKUMURA, R. S., BARBOSA, G. M. D. C., GUIMARÃES, M. D. F., SCOPEL, E., BALBINO, L. C. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho Amarelo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.4, p.381- 384, 2008.
- SOUZA, S. S.; AZEVEDO, A. B. Políticas Públicas e o bem estar rural: lançando um olhar sobre a agricultura brasileira. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural (UFV)**. V.6. N.1. JAN.-JUN.2017.

SOUZA, C. M. A. *et al.* **Atributos físicos do solo em sistemas agroflorestais sequenciais no município de Igarapé Açu, Pará.** Instituto de Estudos Superiores da Amazônia. IESAM. 2009.

TEIXEIRA, J.C. Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais. **Revista Eletrônica AGB-TL**, v.1, n. 2, p.21-42. 2005

TIECHER, T. **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água.** Porto Alegre: UFRGS, 2016. 186p.

TIVELLI, S.W.; PURQUEIRO, L.F.V.; KANO, C. ADUBAÇÃO VERDE E PLANTIO DIRETO EM HORTALIÇAS. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 7, n. 1, Jan-Jun 2010.

VAZ DA SILVA, P. P. **Guia para monitoramento de projetos de restauração florestal baseados em sistemas agroflorestais.** In: Projeto de recuperação de Matas Ciliares. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. São Paulo, n. 5, 2012.

VAZ, J.M.; *et. al.* Cobertura morta de solo no cultivo orgânico de physalis (*Physalis peruviana* L. **Brazilian Journal of Development**.Curitiba, v.6, n.10,p.80113-80130,2020.

VIDA, J.B.; ZAMBOLIM, L.; TESSMANN, D.J.; BRANDÃO FILHO, J.U.T.; VERZIGNASSI, J.R.; CAIXETA, M.P. Manejo de doenças de plantas em cultivo protegido. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, p.355-372, 2004.

VIEIRA, B.A.A. *et al.* **Defensivos agrícolas naturais: uso e perspectivas.** Editores técnicos. Brasília, DF. Embrapa, 2016.

VIVIAN, J. L. **Manual de diagnóstico e desenho de sistemas agroflorestais: manual de campo para extensionistas.** Porto Alegre: EMATER, 2000. 43 p.

YOUNG, A. **Agroforestry for soil conservation**, Nairóbi: ICRAF, 1990. 276p.

XUE-MEI, H.; Wang, R.; Liu, J.; Wang, M.; Zhou, J., Guo, W. Effects of vegetation type on soil microbial community structure and catabolic diversity assessed by polyphasic methods in North China. **Journal of Environmental Sciences**, v. 19, n. 10, p. 1228-1234, 2007.