

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

GIOVANI GASPARINI DE OLIVEIRA

Saúde do solo em um sistema agroflorestal: uma análise integrada dos aspectos químicos, físicos e biológicos e sua relação com sustentabilidade e autonomia alimentar.

São Paulo

2025

GIOVANI GASPARINI DE OLIVEIRA

Saúde do solo em um sistema agroflorestal: uma análise integrada dos aspectos químicos, físicos e biológicos e sua relação com sustentabilidade e autonomia alimentar.

Trabalho de Graduação Integrado (TGI) apresentado ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientadora: Prof. Dr. Déborah de Oliveira

São Paulo

2025

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

O48s Oliveira, Giovani Gasparini de
Saúde do solo em um sistema agroflorestal: uma
análise integrada dos aspectos químicos, físicos e
biológicos e sua relação com sustentabilidade e
autonomia alimentar. / Giovani Gasparini de Oliveira;
orientador Déborah de Oliveira - São Paulo, 2025.
41 f.

TGI (Trabalho de Graduação Individual)- Faculdade
de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da
Universidade de São Paulo. Departamento de Geografia.

1. Agrofloresta. 2. Pedologia. 3. Recuperação de
solos. 4. Agricultura familiar. I. de Oliveira,
Déborah , orient. II. Título.

OLIVEIRA, Giovani Gasparini de. **Saúde do solo em um sistema agroflorestal:** uma análise integrada dos aspectos químicos, físicos e biológicos e sua relação com sustentabilidade e autonomia alimentar. Trabalho de Graduação Integrado (TGI) apresentado à Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Dedico este trabalho ao Pai Criador e Mãe Criadora, meus pais em terra, minha esposa companheira, e a todos os povos em luta do mundo contra a opressão, com fé na libertação da humanidade.

Ai de vocês que adquirem casas e mais casas,
propriedades e mais propriedades, até não haver mais
lugar para ninguém e vocês se tornarem os senhores
absolutos da terra!

Isaias 5:8

RESUMO

O presente trabalho se propõe a examinar a saúde de um sistema agroflorestal localizado na cidade de Osasco. Este sistema é uma forma de agricultura que produz em um mesmo espaço diversas culturas, com alturas, biomassas, formato de raízes, compostos orgânicos, distintas com relação à outras. Esse é um importante aspecto desse sistema: a diversidade produtiva em um mesmo espaço. Tal característica influencia nos aspectos químicos, físicos e biológicos do solo, o que será analisado no presente trabalho, demonstrando se o solo se encontra com características apropriadas ao cultivo alimentar, comparando com as características de solo proeminentes na região. O sistema agroflorestal demonstra capacidade de mitigar a erosão com relação aos métodos convencionais e aprofundar solos que atualmente não se encontram desenvolvidos. Além de seus benefícios ao solo, produzindo alimentos de qualidade, é capaz de beneficiar uma cultura de cultivo familiar, integrada, gerando autonomia, soberania alimentar e renda aos produtores. O Brasil possui um grave problema de trabalho, renda e soberania alimentar. Esse tipo de produção pode ser um aliado fundamental na mitigação desses problemas, de acordo com o conhecimento do produtor e suas técnicas empregadas, com o financiamento que receberá e do suporte especializado.

Palavras chave: Soberania alimentar. Sistema Agroflorestal. Solo

ABSTRACT

This study investigates the soil health of an agroforestry system implemented in Osasco, Brazil, focusing on its integrated chemical, physical, and biological properties. Agroforestry represents an innovative agricultural approach that simultaneously cultivates diverse plant species with varying heights, biomass production, root architectures, and organic matter contributions within a single area. This biodiversity creates synergistic interactions that enhance soil quality and ecosystem resilience. The research evaluates the system's capacity to maintain optimal conditions for food production by comparing its soil parameters with regional agricultural benchmarks.

Results indicate that the agroforestry system effectively reduces soil erosion compared to conventional monoculture practices and improves the depth and quality of previously degraded soils. Beyond environmental benefits, the system demonstrates significant socioeconomic advantages by producing nutritious food while supporting small-scale family farming operations. It contributes to food sovereignty by increasing local producers' autonomy and income generation potential.

In the Brazilian context, where challenges of rural employment, income inequality, and food insecurity persist, agroforestry emerges as a viable sustainable development strategy. Its successful implementation depends on three key factors: farmers' technical knowledge, appropriate financial mechanisms, and ongoing specialized support.

Keywords: Food sovereignty. Agroforestry System. Soil quality. Sustainable agriculture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação esquemática da lógica de uma agrofloresta. Fonte: Tavares et al (2003).	15
Figura 2 - Mapa pedológico. Fonte: PE Jaraguá (2010).....	22
Figura 3 - Demonstração da declividade, segundo imagem do Google Earth .	23
Figura 4 - Exemplificação da morfologia da área	24
Figura 5 - Área de estudo.....	25
Figura 6 - Área de estudo - foto local	25
Figura 7 - Pitfall trap - como foi feito.....	27
Figura 8 - Abertura de trincheira.....	27
Figura 9 - Tabela análise física	29
Figura 10 - Amostra do solo na tabela Munsell	30
Figura 11 - Estrutura do solo	31
Figura 12 - Formação de rolos	31
Figura 13 - Organismos coletados	33
Figura 14 - Culturas cultivadas.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CTC – Capacidade de Troca Catiônica

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ESALQ – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

SAF – Sistema Agroflorestal

USP – Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OS SISTEMAS AGROFLORESTAIS	14
3 SOLO: A BASE DO SISTEMA AGROFLORESTAL.....	17
3.1 Atributos químicos, físicos e biológicos.....	18
3.1.1 Atributos físicos	19
3.1.2 Atributos biológicos.....	19
3.1.3 Atributos químicos	21
4 ÁREA DE ESTUDO	22
4.1 Pedologia	22
4.2 Geologia	24
4.3 Geomorfologia.....	24
5 PROCEDIMENTOS TÉCNICO-OPERACIONAIS	25
6 RESULTADOS	28
6.1 Análise química.....	28
6.2 Análise física em laboratório.....	29
6.2.1 Análise física em campo	30
6.3 Análise da fauna edáfica	31
7 DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS	37

1. Introdução

A realidade brasileira no que toca os estudos sobre os solos e sua produção demanda especial atenção já que existem formas de trabalhá-lo que não necessariamente respeita as formas de vida atual e sua devida continuidade. Os sistemas agroflorestais surgem em um contexto que produz a necessidade de um novo modo de produzir na terra, um modo adequado às necessidades físicas relacionado a alimentação benéfica, rica em nutrientes dos diversos tipos, da autonomia sobre um território e da soberania alimentar que vêm acompanhada disso, pois é imprescindível que a autonomia sobre um território venha acompanhada da soberania alimentar.

De modo semelhante, o atual predomínio de produção baseado em commodities, em monocultura, no uso intensivo de fertilizantes químicos, agrotóxicos, herbicidas e pesticidas, resulta em muitas ocasiões a degradação do solo, o empobrecimento de sua fauna edáfica, a incapacidade de estruturação e sua consequente perda definida como erosão, causando, por exemplo, o assoreamento de rios (MALTEZ et al, 2016). Essa condição atual exige uma antítese, dado o encaminhamento que tal modo de se trabalhar a terra produz. Se há essa forma causadora de contaminação de lençol freático de acordo com o uso de aditivos químicos e perda do solo, a forma contrária deve ser logicamente a que não contamina o lençol freático e que ajude o solo a se estruturar de modo a não propiciar a sua erosão. Segundo Young (1997), os sistemas agroflorestais em solos tropicais possuem capacidade de diminuir de seis a trinta vezes a erosão quando comparada aos monocultivos.

Outro elemento de grande importância em nossa análise está no quesito trabalho. Um modo de produção pode gerar trabalho e renda para muitas ou poucas pessoas, gerando acúmulo para certos setores ou uma rede de renda sustentável com a teia social que se encontra na base da sociedade e em números maiores. Da maneira atual, em uma produção baseada no grande latifúndio, o número de trabalhadores empregados não se equivale ao tamanho de terra utilizado (RIBEIRO et al, 2002). Assim, utiliza-se um grande espaço de terra, concentrando o lucro, desprezando o fornecimento de renda para um alto

número de colaboradores, fazendo com que a economia não seja saudável e sustentável.

Tal processo, estruturado sob a monocultura, se baseia mediante o uso de tecnologias que advém, em sua esmagadora maioria, do estrangeiro. Desde maquinário, como trator, colhedadeiras, semeadeiras, passando pelas sementes modificadas, fertilizantes e produtos químicos: a esmagadora maioria advinda de monopólios estrangeiros (KAGEYAMA, 1987). Tal informação corrobora ao argumento de que esse método não produz uma economia sustentável em nosso território, já que a lógica da monocultura, do grande latifúndio, da exportação de commodities existe desde a formação do Estado Brasileiro e até hoje não demandou, tampouco lutou a favor da criação de uma indústria nacional, pelo contrário, se mostrou desde sempre adequado e subserviente à dependência tecnológica do estrangeiro. Sendo assim, uma nova lógica de poder poderia fazer emergir a necessidade de uma indústria nacional, adequada a um novo tipo de produção, uma produção criadora de renda interna na cadeia que se encontra a grande massa, diferentemente do padrão atual que a renda da terra se acumule nas mãos do grande latifúndio e classes satélites deste (XAVIER, 2017).

A introdução relativa ao aspecto social é indispensável, pois a demanda pela inserção da agrofloresta nos vastos solos brasileiros é também de confrontação com a lógica existente. No entanto, a transformação do modus operandi exige o comprometimento com a comprovação científica, obtendo através dos seus métodos o embasamento necessário que gere aportes à argumentação.

Dúvidas como: como o solo reage ao longo do tempo sob um regime de monocultura e sob o regime agroflorestral? Há diferenciações significativas em seus aspectos físicos, como estrutura, porosidade, agregação, granulometria, densidade? Há diferenciações significativas em seus aspectos químicos, como PH, matéria orgânica, CTC? E sobre a fauna edáfica? O que diferencia no tocante à presença da micro, média e macrofauna? As respostas para essas perguntas, obtidas através do experimento científico, é o embasamento necessário para a compreensão da modelagem do solo através da ação

antrópica, e qual uso empregado proporciona mais aspectos positivos ou negativos, no que diz respeito ao controle de pragas e qualidade nutricional.

No caso deste específico trabalho, foi analisado os atributos físicos, químicos e biológicos do solo. A fim de comparação, só obtive informação através de solos próximos ao SAF, e, observando em campo a profundidade dos mesmos, em situação equivalente perante o relevo, pude verificar que o solo sob o sistema agroflorestal se desenvolveu de maneira muito mais abrupta com relação ao tempo, medido pela variável profundidade, que mostra que os solos sob SAF se aprofundou muito mais, por volta de 1 metro. Outro parâmetro de comparação com solos da região se fez através do Plano Diretor do Parque Estadual do Jaraguá (Fundação Florestal, 2010), que fica a menos de um quilômetro do SAF. Este Plano Diretor possui o mapeamento pedológico em áreas próximas, e, analisando semelhanças de relevo, estimamos quais são os tipos de solo no entorno do SAF com maior possibilidade de ocorrência.

Além disso, no presente trabalho há fontes que comparam as diferenças físicas e químicas de um solo sob diferentes regimes, o que corroborará as nossas posteriores afirmações.

2. Os sistemas agroflorestais

Os sistemas agroflorestais (SAFs), surgem como alternativa no processo de recuperação de ecossistemas degradados pela ação do homem, possibilitando um trabalho na terra que contemple o desenvolvimento econômico e ambiental (TAVARES; ANDRADE; COUTINHO, 2003). Como pontua Castro et. al. (2012), o grupo da agricultura familiar ao trabalhar com este tipo de sistema se beneficia com relação a autossuficiência em mudas, plantas frutíferas, medicinais e alimentícias.

Os sistemas agroflorestais constituem uma alternativa de produção agropecuária que minimiza o efeito da intervenção humana. Imitando o ambiente natural pela consorciação de várias espécies dentro de uma área, eleva-se a diversidade do ecossistema e são aproveitadas as interações benéficas entre as plantas de diferentes ciclos, portes e funções (Sanchez, 1995; Young, 1997). (CARVALHO et al, p.1)

A mestria deste sistema está no fato de possibilitar maior diversidade de produtos em uma mesma área, obtendo diferentes colheitas ao longo do tempo, desde culturas de ciclos mais curtos (batata doce, milho, abóbora) a médios (banana, mandioca, acerola, mamão) e longos (manga, citrus e canistel) (SANTOS et al., 2020). Essa otimização da terra é o que gera os benefícios ambientais e econômicos, pois alia produção e conservação, alicerce e motivação fundamental para os agricultores restaurarem áreas degradadas e improdutivas.

Nos SAFs as plantas cultivadas são introduzidas em consórcio, de forma a preencher todos os nichos, inclusive, considerando nessa combinação, espécies nativas remanescentes, espécies da regeneração ou reintroduzidas. Além de combinar as espécies no espaço, combinam-se os consórcios no tempo como no processo de sucessão natural de espécies, em que os consórcios se sucedem uns após outros, num processo dinâmico, dependendo do ciclo de vida das espécies.

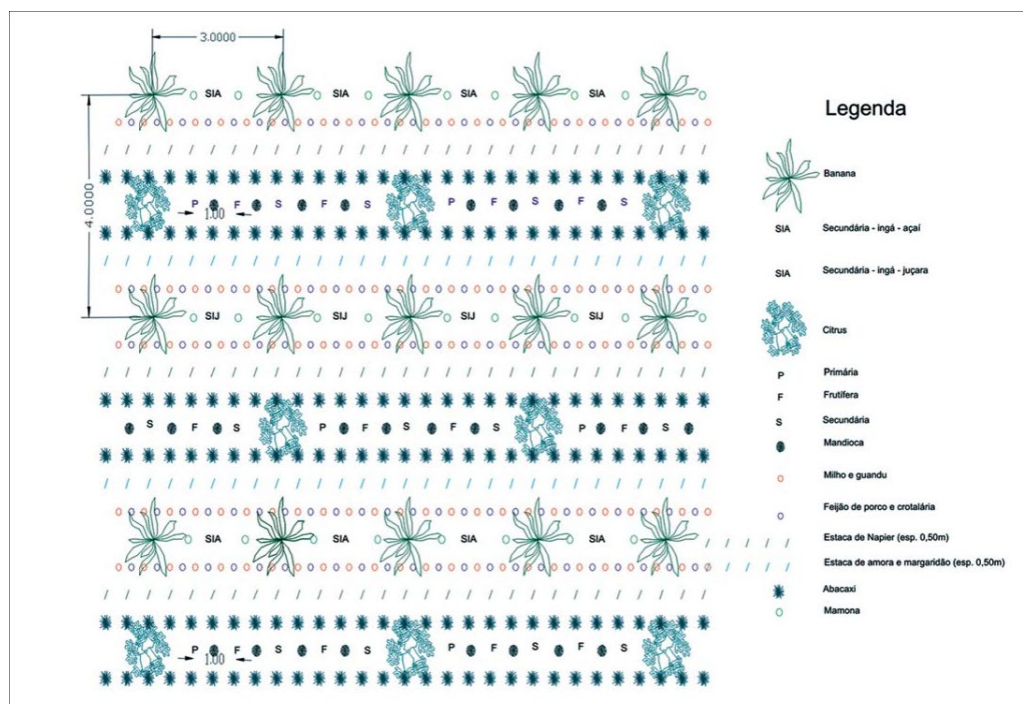


FIGURA 1 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA LÓGICA DE UMA AGROFLORESTA. FONTE: TAVARES ET AL (2003).

Peneireiro (2008) afirma que a floresta é composta por várias espécies, que se desenvolvem em diferentes contextos (nichos) e ocupam o espaço vertical de

forma bastante completa, com seus estratos, de acordo com a necessidade específica de cada uma dessas espécies, em luz, direta ou filtrada, fazendo com que a energia do sol seja aproveitada da melhor maneira possível.

Ainda pode-se ressaltar o uso de espécies para obtenção de resinas, óleos essenciais, utilização de princípios ativos medicinais, obtenção comercial de frutos etc. (ABDO et al, 2008). De maneira semelhante, as árvores utilizadas em SAFs podem ter diversas funções: arborização de pastos e culturas, barreiras vivas, cercas vivas, quebra-ventos, revegetação de áreas degradadas, fonte de proteína para animais, adubação verde, bosque de proteção, fornecimento de matriz energética para obtenção de biocombustíveis, apicultura, forragem, alimentação e celulose (Santos et al, 2020). O próprio eucalipto, que possui um uso extensivo e problemático no território brasileiro, pode ser utilizado em sistemas agroflorestais como quebra-vento de cafeeiro, inclusive gerando renda complementar.

Entre os benefícios indiretos da agrofloresta estão os de bem-estar e saúde pública (sombra, umidade do ar, temperatura e poluição atmosférica), proteção dos solos e dos mananciais, bem como outros benefícios sociais (turismo, educação ambiental) (ABDO et al, 2008).

Para o mesmo ator citado acima, o sucesso nesse método só pode ser acompanhado de uma maior difusão de técnicas desenvolvidas ao longo do tempo e sistematizadas, e de um maior comprometimento de políticas públicas de verdadeiro apoio aos produtores, auxiliando na produção e comercialização. A sistematização das técnicas e sua aplicação é exigência pois esse sistema é caracterizado por ser complexo devido a ação de diversas variáveis simultaneamente. A racionalização, a eficiência e a busca por economia são diretamente dependentes de um planejamento amparado tecnicamente, consciente do desenvolvimento dos conhecimentos que se inclui no seu método, dotado ao mesmo tempo de um espírito inovador e investigativo (científico), com o objetivo de experimentar novas formas de associação de culturas, observando atentamente os resultados e problemas a partir das tentativas e novas ações.

Como limitações técnicas para a implantação de SAFs, podem-se citar: a existência de poucos estudos das interações biofísicas entre os componentes do

sistema que são de cunho multidisciplinar, o incipiente conhecimento sobre os arranjos, combinações de espécies e manejo dos SAFs e inadequação do serviço de extensão rural para esse fim (ABDO et al, 2008). Quanto mais o tempo passa, mais aportes são criados para favorecer o produtor.

O trabalho da agricultura familiar, amparado pela técnica e lógica dos sistemas agroflorestais é de grande importância para a revalorização do meio rural, pois une a eficiência econômica com a eficiência social e contribui para a melhoria das condições de vida no campo. É necessário então que haja uma adoção de políticas públicas criando mecanismos que facilitem os produtores seguirem por esse modelo produtivo.

3. Solo: a base do Sistema Agroflorestal

Este sistema depende integralmente que o solo esteja ligado simbioticamente em um estado de colaboração e construção mútua com ele. O sistema agroflorestal, em processo de elaboração e desenvolvimento, atua na consolidação de um solo saudável, este, a seu turno, favorece a consolidação do cultivo e colheita das espécies trabalhadas. O SAF não pode ser bem-sucedido se sua dinâmica não propicia o melhoramento do solo.

Solos são sistemas abertos que trocam e recebem energia e matéria continuamente e que se auto-organizam num arranjo próprio, em um sistema de retroalimentação em que a interação de cada elemento está embutida em uma rede maior de ligações (PATUCCI, 2015). Essa concepção, que trata o solo como um sistema aberto, traz o significado que sua receptividade vem do que é fornecido exteriormente: a matéria e a energia, que, ao adentrar no sistema-solo, se auto-organiza em um arranjo próprio, imbuído numa rede de retroalimentação, onde a interação de cada elemento está embutida no sistema geral.

Segundo MARCOS (2011), as condições que compõem a fertilidade de um solo são: água, calor, oxigênio, permeabilidade às raízes, pH no ambiente próximo às raízes e disponibilidade de nutrientes no ambiente próximo às raízes. Na mesma linha de raciocínio, LEPSCH (2002) afirma que o requisito para atender as exigências do que se define um bom solo é uma temperatura adequada e um espaço poroso preenchido com proporções adequadas de água

e de oxigênio; ademais, é necessário que o solo tenha uma quantidade adequada de sólidos ativos (argilas e húmus) embebidos em uma solução com pH adequado, e que, ao redor deles, esteja adsorvida uma quantidade adequada de nutrientes, para que as raízes possam nutrir-se deles.

Então, partindo dessas afirmações, conseguimos concluir que um espaço com pouca suscetibilidade à entrada e permanência de ar, água, que dificulta o crescimento de raízes, sem disponibilidade de nutrientes, com temperatura inadequada, sem espaço poroso, compactado e sem sólidos ativos como húmus e argilas, pode ser considerado um solo ruim. Nesse preâmbulo de definição somos capazes de estimar a qualidade de um solo ou outro.

3.1 Atributos físicos, químicos e biológicos

A análise química, física e biológica é importante para potencializar a soberania alimentar e o poder econômico. Ou seja, tal conhecimento é importante na medida em que, no processo de produção, a consciência de como está o solo antes durante e depois da produção aumenta o entendimento do poder da ação sobre ele, e objetivamente conduz a uma maior conscientização dos processos, podendo diminuir custos e aumentar a produtividade (MACÊDO, 2000).

Isso produz concretamente maior soberania no ato de produzir alimentos. Alimentos que são a base da nossa sobrevivência. O poder econômico também é outro setor que é estimulado pelo conhecimento da análise do solo. Já que uma maior produtividade pode ser transformada em maior comercialização de excedentes, principalmente para a agricultura familiar. Até mesmo se tratando de economia de uso de água e fertilizantes.

Este é um conhecimento prático que empodera agricultores familiares e camponeses pobres, pois reduz a dependência de insumos externos, podendo ter acesso a técnicas que aumenta a saúde do solo, dando a ele a capacidade de se auto proteger de doenças, otimizando também o uso da terra e atuando para evitar a sua degradação

3.1.1 Atributos físicos

Os atributos físicos que são mais recomendados para analisar e monitorar qualidade e degradação do solo são os de densidade, porosidade, agregação, compactação, conteúdo de matéria orgânica e nível de atividade biológica (SANTANA & BAHIA FILHO, 1998). Isso porque são atributos que podem sofrer mudanças em médio prazo. Foi concluído no estudo realizado por Carvalho, Goedert e Armando (2004), que o solo sob o Sistema Agroflorestal apresentou menor densidade (menos compactação), maior porosidade, menor resistência à penetração (bom para as raízes), e maior estabilidade dos agregados.

3.1.2 Atributos biológicos

Segundo Lepsch (2002), as muitas atividades dos inúmeros organismos do solo têm um profundo efeito na habilidade do mesmo em sustentar ecossistemas terrestres naturais e campos de cultivo. Muitos são os fatores que determinam o tipo e a quantidade dos micro-organismos do solo. A disponibilidade de nutrientes é o primeiro deles. Apesar de serem muito pequenos, eles necessitam de comida, tal como nós, por isso, a natureza dos resíduos orgânicos pode determinar o número e os tipos de micro-organismos. Se os resíduos forem ricos em nutrientes, o crescimento de muitos tipos de micro-organismos será encorajado (LEPSCH, 2002).

Se a prática agrícola é a monocultura, haverá reduzida disponibilidade alimentícia para esses indivíduos. De maneira contrária, se a prática é a agrofloresta, haverá aumento em tal disponibilidade, que propiciará um maior equilíbrio em sua distribuição, sendo que, em caso contrário, havendo menor disponibilidade de alimento, um contingente menor de organismos se adaptará àquela condição, podendo ocorrer eventual proliferação e desestruturação do equilíbrio da biodiversidade edáfica.

A diversidade biológica do solo é extremamente importante pois deve-se a ela a manutenção da capacidade produtiva das culturas a decomposição e mineralização de resíduos orgânicos o que favorece a disponibilidade de nutrientes (PATUCCI, 2015).

A diversidade de populações é tão importante quanto a diversidade de cobertura vegetal, pois cada organismo possui funções ecológicas específicas. Por exemplo: a serapilheira é preenchida por folhas, frutos, caules, galhos, fezes e resto de animais, e quem fragmenta e decompõem os detritos, cicla elementos químicos inorgânicos, transfere energia, facilita o fluxo de água para camadas inferiores e sustenta a vegetação, são os artrópodes, fungos e bactérias (LAVELLE et al., 1992). A fauna do solo, especificamente formigas, cupins, isopodas e coleópteros atuam de forma a fragmentar o lúter, aumentando a superfície de contato para o ataque microbiano (bactérias, fungos e algas), (PATUCCI, 2015).

Alterações climáticas e certos manejos do solo pode causar um decréscimo na quantidade e qualidade da fauna edáfica, pois estes seres vivos são muito sensíveis a mudanças de temperatura e umidade, fatores estes que ativam a regulação metabólica destes. Essa sensibilidade é utilizada para denunciar o grau de qualidade do solo, sua degradação, e o estágio de recuperação e restauração ambiental. (BARETTA et al., 2006; SOUTO, 2012).

Segundo PATUCCI (2015), a qualidade e o funcionamento das camadas superficiais do solo estão diretamente relacionados com a presença e ação da macro, meso e microfauna do solo. A abundância, variedade e função dos grupos estão associadas à características como microclima, variação da cobertura vegetal, composição da serapilheira, classe de solo e perturbações (LAVELLE & PASHANASI, 1989).

Há certos manejos do solo que causam a compactação, isso reduz a capacidade de ácaros, minhocas e aranhas criarem suas galerias. Essa locomoção depende da porosidade e beneficia esta, que cria condição aeróbica para a diversidade da fauna edáfica. Essa dinâmica de biopedoturbação exercida pela fauna edáfica também interfere, direta e indiretamente, na morfologia do solo, devido a construção de galerias, túneis, pedotúbulos, bioporos, mudanças na estrutura e características químicas. (LAVELLE et al, 1992)

A sua boa distribuição e presença no solo, ocasiona um impacto nos parâmetros físicos, pois influenciam na agregação, aeração, porosidade,

percolação e armazenamento de água. Já nos químicos, é agente na ciclagem de nutrientes, mineralização de resíduos orgânicos, fertilidade e humificação. E no biológico, colabora com a decomposição e disseminação de esporos. (LAVELLE et al, 1992)

3.1.3 Atributos químicos

A avaliação da saúde do solo no SAF requer uma análise criteriosa de atributos químicos específicos, que funcionam como indicadores-chave da fertilidade e sustentabilidade do sistema. Entre os parâmetros mais relevantes destacam-se o pH, teor de matéria orgânica, cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), acidez potencial (H+Al), fósforo disponível (P-resina), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%). Esses elementos, quando analisados de forma integrada, fornecem insights valiosos sobre a capacidade produtiva e a resiliência ecológica dos SAFs (LEPSCH, 2002).

O pH possui influência direta na disponibilidade de nutrientes e na atividade microbiana. Em SAFs, a manutenção de pH entre 5,5 e 6,5 é particularmente importante, pois nesta faixa ocorre a máxima eficiência na disponibilização de nutrientes como fósforo, ao mesmo tempo que se minimiza a toxidez por alumínio (LEPSCH, 2002). A matéria orgânica assume dupla relevância nos SAFs: além de ser fonte de nutrientes através da mineralização, melhora a estrutura do solo e aumenta sua capacidade de armazenamento de água - fatores críticos para o sucesso da consorciação entre espécies (SANTOS et al., 2020).

A soma de bases ($SB = Ca + Mg + K$) e a capacidade de troca catiônica ($CTC = SB + H + Al$) permitem avaliar o potencial de armazenamento de nutrientes do solo. Já a saturação por bases ($V\% = SB / CTC \times 100$) indica o grau de ocupação dos sítios de troca por nutrientes básicos, com valores ideais entre 50-70% para a maioria dos SAFs (LEPSCH, 2002).

O fósforo disponível (P-resina) merece monitoramento especial em SAFs, pois sua deficiência é comum em solos tropicais e sua dinâmica é complexa em sistemas diversificados.

A análise integrada desses atributos permite não apenas diagnosticar o estado nutricional atual do SAF, mas também prever sua sustentabilidade a médio e longo prazo. SAFs com equilíbrio nestes parâmetros químicos apresentam maior produtividade conjunta das espécies, maior eficiência no uso de nutrientes e maior resiliência frente a variações climáticas (LEPSCH, 2002).

4. Área de estudo

A área de estudo encontra-se na Mata Atlântica, no domínio de florestas ombrófilas densas sob as Coordenadas Geográficas 23°28'12.03"S, 46°47'2.15"O – Zona UTM 23. Localiza-se na região noroeste da zona metropolitana de São Paulo na cidade de Osasco, na Rua João Francisco dos Santos, em uma comunidade religiosa intitulada Céu de Maria. O local encontra-se em uma altitude relativamente alta, a 882 metros do nível do mar.

4.1 Pedologia

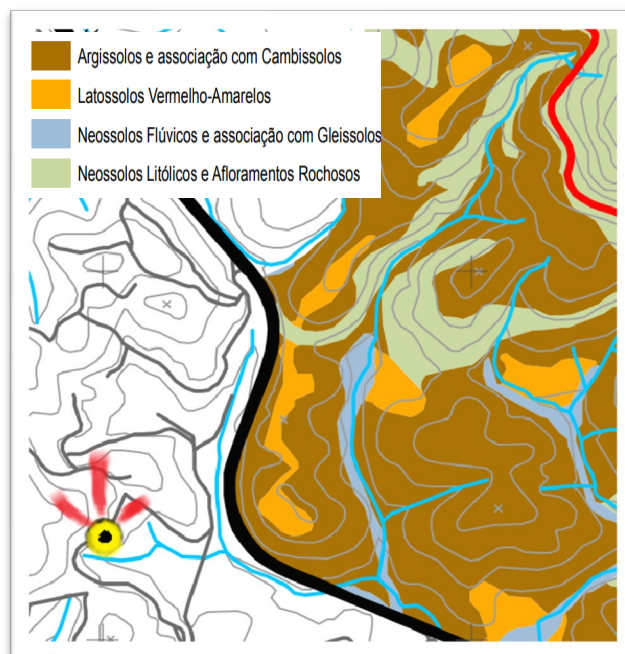


FIGURA 2 - MAPA PEDOLÓGICO. FONTE: PE JARAGUÁ (2010)

A área de estudo encontra-se bem próxima ao Parque Estadual do Jaraguá, tendo por volta de 500 metros até o limite mais próximo, segundo medição realizada pelo Google Earth Pro, e por volta de 2 quilômetros até o Pico do Jaraguá. Graças a esse fato, foi possível estimar, de maneira imprecisa, procurando adotar a lógica da semelhança, qual é o solo predominante no local. Utilizei o mapa pedológico que se encontra no Plano de Manejo do Parque Estadual do Jaraguá, de 2010 para realizar as comparações. Escolhi a semelhança topográfica para identificar feições parecidas, como altura, proximidade de nascente e rios e distância da curva de nível. Muito provavelmente a área escolhida encontra-se sob Argissolos em associação com Cambissolos. Segundo minhas observações em campo, presumo que seja mais próximo ao Cambissolo, que, segundo IBGE (2018):

São solos em formação (transformação). Apresentam grande variação em profundidade e outras características. A identidade dos Cambissolos está relacionada ao baixo grau de intemperismo, no entanto, diferencia-se dos Neossolos por apresentar um Horizonte B incipiente com espessura maior que 10 cm.

Estes solos, segundo Ross (1994), são potencialmente instáveis, com instabilidade morfodinâmica moderada com potencial para alta. Principalmente quando estão sob declividade moderada, que é casa do SAF, como explicitado na figura a seguir:



FIGURA 3 - DEMONSTRAÇÃO DA DECLIVIDADE, SEGUNDO IMAGEM DO GOOGLE EARTH

4.2 Geologia

O SAF se encontra sobre embasamento de granito-xisto-gnaiss, representado por migmatitos, rochas metamórficas e granitoides. (PELOGGIA, 1998). A região encontra-se na Província Mantiqueira no Cinturão Ribeira (IBGE, Almeida et al. 1981). A litologia dessa unidade de relevo é constituída por granitos e quartzitos nas maiores altitudes e gnaisses e migmatitos nos níveis médios (Plano de Manejo PEJ, 2010). Segundo SVMA/SEMPA (2002), a área se encontra sobre embasamento pré-cambriano: unidades magmáticas e metamórficas. Corroborando, Peloggia (1998), aponta para um embasamento de granito-xisto-gnaiss, representado por migmatitos, rochas metamórficas e granitoides.

4.3 Geomorfologia

A área pertence ao domínio geomorfológico do Planalto Atlântico, no Cinturão Orogênico do Atlântico, correspondendo a uma área extensa de morros, pois se encontra na subdivisão denominada Planalto Paulistano Alto-Tietê (ROSS e MOROZ, 2011).

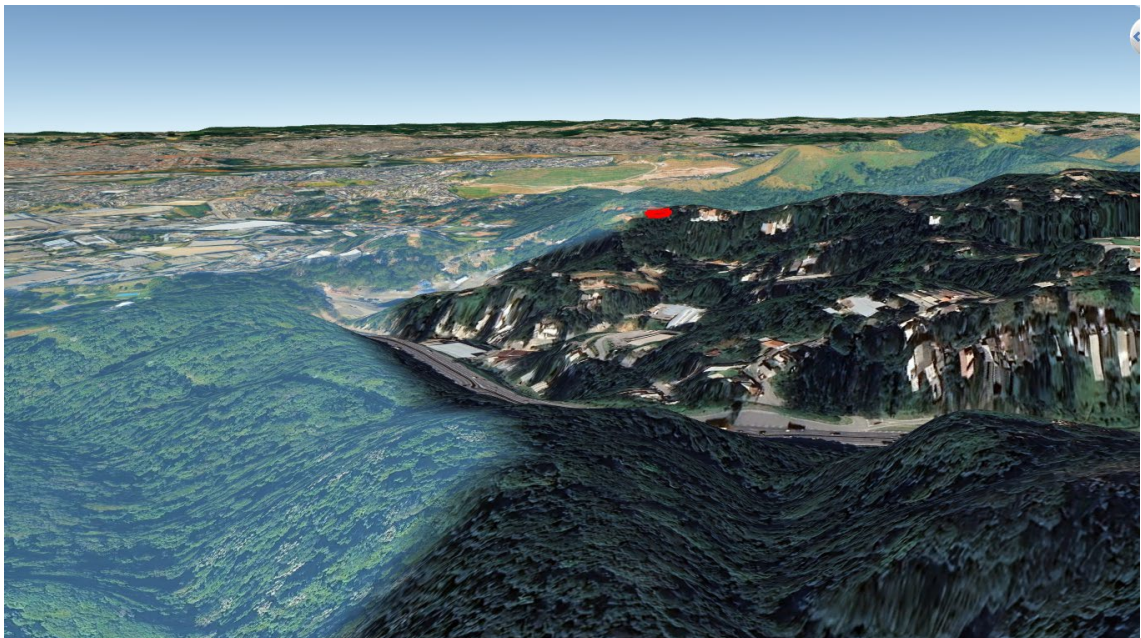


FIGURA 4 - EXEMPLIFICAÇÃO DA MORFOLOGIA DA ÁREA

5. Procedimentos Técnico-Operacionais

No local há três linhas de cultivo de por volta de 50 cm cada. Entre essas linhas há outras linhas menores de passagem. A trincheira foi aberta na linha de passagem, não cultivada, pois a abertura seria demasiada larga, por isso optei nesta para não desestruturar o espaço de plantio. Para a análise granulométrica, dos aspectos químicos e de fauna edáfica, utilizei a linha de cultivo.

O sistema agroflorestal é dividido em dois tipos: A área vermelha pode ser considerada um pomar, e a área vermelha destinada mais à hortaliças.



FIGURA 5 - ÁREA DE ESTUDO



FIGURA 6 - ÁREA DE ESTUDO - FOTO LOCAL

Todas as coletas foram feitas na área de hortaliças. Não foi feita nenhuma análise na área de pomar, mesmo essa área possuindo um solo mais fértil e mais desenvolvido, segundo o jardineiro do local.

A área de hortaliças está sem um cultivo intensivo atualmente pois a demanda de trabalho e tempo gasto para seu cuidado é maior e os moradores do local alegam não possuir verbas o suficiente para pagar mais um jardineiro. Sendo assim, atualmente a área com maior abundância e diversidade é a área do pomar

Para realizar a análise granulométrica e de estrutura, foi retirada uma amostra do solo, com 20 cm de profundidade de uma linha de cultivo. A análise granulométrica foi feita no laboratório da ESALQ em Piracicaba. A estrutura foi verificada tanto em campo, como foi levada ao laboratório para confirmação.

A análise química também foi feita na ESALQ em Piracicaba e foi medido os seguintes parâmetros: pH CaCl_2 , M.O Colorimétrica, Cálcio KCl, Magnésio KCl, Potássio Resina, H+Al SMP, Fósforo Resina, SB, CTC, V. Esses parâmetros são necessários porque são indicativos, sobretudo, do grau de acidez do solo e da fertilidade, características estas fundamentais para o desenvolvimento das plantas.

A análise de fauna edáfica foi feita utilizando dois métodos: para a camada superficial, utilizamos o “pitfall trap”, que se resume em uma armadilha, colocando um recipiente na mesma altura do solo, quando a fauna superficial cai neste copo, há água com detergente para recebê-las, e esse líquido cria uma película que os impede de sair novamente. Foram dois recipientes, que ficaram no local por dois dias.



FIGURA 7 - PITFALL TRAP - COMO FOI FEITO

O outro método diz respeito ao TSBF (Tropical Soil Biology, and Fertility) com coleta de solo em um monólito de 25 × 25 × 30 cm de profundidade, seguido de triagem manual e identificação dos organismos visíveis a olho nu. Tanto um quanto o outro método foi feito na linha de cultivo. Foi aberta também uma trincheira de 45 cm para verificação dos horizontes. Foi verificado cor, textura, estrutura, plasticidade e pegajosidade.



FIGURA 8 - ABERTURA DE TRINCHEIRA

6. Resultados:

6.1 – Análise química:

pH CaCl ₂		6,26
M.O. Colorimétrica	g/dm ³	111,5
Cálcio KCl 1 mol/L	mmolc/dm ³	161,1
Magnésio KCl 1 mol/L	mmolc/dm ³	29,4
Potássio Resina	mmolc/dm ³	5,8
H+Al SMP	mmolc/dm ³	12,1
Fósforo Resina	mg/dm ³	372,2
SB	mmolc/dm ³	196,3
CTC	mmolc/dm ³	208,4
V	%	94

A análise do solo em estudo revelou características marcantes de fertilidade: O pH em CaCl₂ de 6,26 classifica-se na faixa ligeiramente ácida a neutra, condição ideal para a disponibilidade da maioria dos nutrientes essenciais às plantas.

O potássio, com 5,8 mmol_a/dm³, encontra-se em nível classificado como alto, sendo suficiente para atender mesmo culturas consideradas exigentes neste nutriente.

O teor de fósforo (372,2 mg/dm³), que supera em mais de seis vezes o valor de referência para solos considerados muito ricos neste elemento (60 mg/dm³). Tal condição pode ser atribuída tanto a um histórico de adubação fosfatada intensiva quanto a características geológicas do material de origem do solo.

A matéria orgânica, com 111,5 g/dm³, destaca-se como um dos parâmetros mais relevantes desta análise. Este valor, cerca de três a cinco vezes superior ao observado em solos agrícolas convencionais (20-40 g/dm³), reflete provavelmente o manejo conservacionista adotado no sistema agroflorestal, com constante aporte de resíduos vegetais. Segundo Silva et al. (2015), níveis tão elevados de matéria orgânica conferem ao solo melhorias significativas em sua estrutura física, capacidade de retenção hídrica e eficiência na ciclagem de nutrientes. Contudo, ressalta-se que, segundo o mesmo autor, tal condição pode temporariamente imobilizar parte do nitrogênio disponível, devido à intensa atividade microbiana associada à decomposição dos compostos orgânicos.

A capacidade de troca catiônica (CTC) de 208,4 mmol_a/dm³ configura-se como excepcionalmente alta, característica típica de solos com elevado teor de

argila ou, como neste caso, com altos teores de matéria orgânica. A saturação por bases (V%) de 94% indica que praticamente todos os sítios de troca estão ocupados por cátions básicos (Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+}), com acidez trocável ($\text{H}+\text{Al}$) residual de apenas 12,1 mmol_a/dm³. Esta condição de elevada fertilidade química, associada aos excelentes atributos físicos decorrentes do alto teor de matéria orgânica, configura um ambiente edáfico altamente favorável ao desenvolvimento vegetal e à manutenção da biodiversidade do solo. (LEPSCH, 2002).

6.2 Análise física laboratório

Parâmetro	Unidade	Resultado
Argila	g/kg	234,1
Silte	g/kg	369,5
Areia Total	g/kg	396,4
Classificação Textural		Franca

FIGURA 9 - TABELA ANÁLISE FÍSICA

A análise integrada dos parâmetros físico-químicos do solo em estudo revela características marcantes que explicam seu elevado potencial produtivo. O solo classificado como textura franca, com distribuição granulométrica de 234,1 g/kg de argila, 369,5 g/kg de silte e 396,4 g/kg de areia total, apresenta condições ideais para o desenvolvimento vegetal quando associado aos excelentes índices de fertilidade química observados.

A textura franca, caracterizada pelo equilíbrio entre os três componentes granulométricos, confere ao solo propriedades físicas privilegiadas (LEPSCH). Segundo o mesmo autor, a proporção de areia (39,6%) garante adequada aeração e drenagem, enquanto os teores de silte (37,0%) e argila (23,4%) proporcionam significativa capacidade de retenção de água e nutrientes (EMBRAPA, 2018). Esta condição textural explica em parte a elevada CTC observada (208,4 mmol_a/dm³), que embora tenha como principal fator contribuinte o alto teor de matéria orgânica (111,5 g/dm³), é potencializada pela presença significativa da fração argilosa.

6.2.1 Análise Física em campo

Após a abertura de trincheira, foi realizada análise granulométrica, de friabilidade, dureza, plasticidade e pegajosidade.

Em tal abertura, visivelmente, o solo subdividiu-se em dois, o superior de cor marrom escuro e outro nas camadas inferiores, mais avermelhado. O marrom escuro, de acordo com a Tabela Munsell, se enquadra em 2.5YR – 2.5/2 e o segundo, em 2.5 YR – 4/6.



FIGURA 10 - AMOSTRA DO SOLO NA TABELA MUNSELL

Estruturalmente, o marrom apresenta uma estrutura maior de largura e comprimento, em blocos angulares. Os agregados do solo mais avermelhado é granular, menores e mais arredondados.



FIGURA 11 - ESTRUTURA DO SOLO

Quanto mais cavava, mais pedras grosseiras encontrava. Na maioria dos casos, as pedras não estavam tão duras, já pareciam intemperizadas, ou já “apodrecida”, pois o equipamento que usava para abrir a trincheira, conseguia desmanchá-las, a minoria não era possível despedaçar.

Inicialmente, me sobreveio uma dúvida, quando comecei a verificar a granulometria primeiro do solo mais superior e amarronzado. Verificava que não conseguia criar rolos sem eles não criarem rachaduras. Já o solo de profundezas maiores, apesar da sensação de atrito (alertando a presença de areia) na hora de molhar a amostra e trabalha-la inicialmente até a formação dos rolos, este era feito com maior consistência. Então pensava, como pode um solo claramente mais arenoso conseguir ter maior consistência do que um mais argiloso.



FIGURA 12 - FORMAÇÃO DE ROLOS

Após este momento, voltei-me à teoria e ao manual, que informava que a formação do rolo deveria ser feita a partir de a amostra molhada já ter sido suficientemente trabalhada. O resultado duvidoso que obtive era consequência desse fato, pois, o solo mais superior provavelmente possuía areias mais

grossas, até pequenos pedregulhos, que eu misturava indefinidamente até a formação do rolos, já o solo mais profundo, me parecia que os minerais de tamanhos indesejáveis eram mais facilmente reconhecidos pelo seu tamanho mais grosseiro.

O que aconteceu posteriormente é que após bem trabalhado os “dois tipos diferentes” de solo, pude verificar que a consistência de ambos era equivalente. No entanto, o primeiro (marrom), apresentava maior friabilidade e dureza, já o segundo era menos friável, pois se desfazia menos e grudava mais. Questionei-me se este resultado era consequência da menor umidade e maior presença de raízes nos solos superiores, e condições inversas nos solos inferiores.

Durante o processo, sobreveio-me outra dúvida: o material mais avermelhado se tratava de um processo físico-químico ou se era diretamente proveniente da rocha de origem, como num processo que começa de baixo para cima e não de cima para baixo? Essa dúvida se dá pelo fato de não diferenciação significativa entre as duas partes do solo com cores distintas.

O solo do sistema agroflorestal se aprofundou por ação antrópica, pois fica em uma área declivosa, e, analisando os solos vizinhos, pude perceber a praticamente ausência de um desenvolvimento químico-físico, sendo praticamente rocha em um estágio inicial de intemperização, com muitos, com muitos cascalhos e calhaus.

Tal afirmação, de que o solo no local se aprofundou por ação antrópica, se deve ao fato de que colocando uma linha horizontal sobre o local onde está sendo trabalhado o SAF, até outro local onde não está sendo trabalhado por ação antrópica, percebemos que, em praticamente altitude igual, o solo antropizado está com por volta de 1 metro de profundidade, até chegar aos minerais já bastante grosseiros, e mesmo assim, ao chegar nesses, na parte inferior do solo da SAF, estão já “apodrecidos”, diferente do outro, que ao aplicar uma força através da ferramenta, não se quebram. Isso se deve ao trabalho efetuado pelo principal responsável pelo cuidado no local, Luiz de Paula, que começou o seu trabalho no solo incipiente, e hoje o solo se encontra bem mais profundo e fértil.

6.3 Análise da fauna edáfica

O reconhecimento da fauna edáfica foi feito através do aplicativo Picture Insect, onde tiramos a foto do inseto, passamos para o aplicativo e ele nos fornece algumas opções dos insetos que mais assemelham com o coletado em campo. Após fazermos as comparações dos detalhes, chegamos à conclusão de qual inseto se trata. A análise das amostras da fauna superficial, através do Pitfall Trap revelou a presença de seis táxons principais, cada um desempenhando papéis ecológicos distintos no ecossistema edáfico:



FIGURA 13 - ORGANISMOS COLETADOS

Todas as informações sobre as funções dos grupos de animais foram emprestadas de Baretta et al. (2015).

1. **Tasgius ater** (Coleoptera: Staphylinidae): Besouro predador. Espécies desta família atuam no controle biológico natural, predando pequenos invertebrados como larvas de pragas e contribuindo indiretamente para os processos de decomposição ao regular populações de outros artrópodes.
2. **Euthochtha galeator** (Hemiptera: Coreidae): Interagem com a vegetação, afetando padrões de ciclagem de nutrientes.
3. **Cylindroiulus punctatus** (Diplopoda: Julidae): Esses diplópodes destacam-se como importantes agentes decompositores. Sua atividade de fragmentação de matéria orgânica (folhas e madeira) acelera significativamente a ciclagem de nutrientes e contribui para a

formação de húmus estável, além de promover aeração do solo através de suas galerias

4. **Camponotus chromaiodes** (Hymenoptera: Formicidae): Atuam como engenheiras do ecossistema. Suas atividades de escavação criam uma rede complexa de galerias que melhora a estrutura física do solo, aumentando a infiltração hídrica e a troca gasosa (Patucci et al., 2017). Adicionalmente, seu hábito de transporte de partículas orgânicas influencia diretamente a distribuição espacial dos nutrientes no perfil do solo.
5. **Malaltella simoni** (Araneae) e **Chrysolina auripennis** (Coleoptera: Chrysomelidae): Desempenham papel crucial na regulação da teia alimentar edáfica. Como destacado por Baretta et al. (2015), sua presença indica um solo biologicamente ativo e equilibrado, sendo particularmente sensíveis a alterações ambientais. Atuam no controle populacional de outros artrópodes e participam indiretamente nos processos de decomposição.

Já através do TSBF, foi obtido a seguinte fauna:

1. **Minhocas (Oligochaeta: Lumbricidae)**: Engenheiros do ecossistema, suas atividades de bioturbação através da construção de galerias promovem significativa melhoria na estrutura física do solo, aumentando a porosidade e facilitando a infiltração hídrica. Seu processo digestivo transforma resíduos vegetais em húmus estável, liberando nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio em formas assimiláveis pelas plantas. Além da Lignina.
2. **Larvas de Coleópteros (Scarabaeidae e Elateridae)**: Atuam principalmente na decomposição de raízes mortas e matéria orgânica.
3. **Diplópodes (Diplopoda)**: Atuam na decomposição primária e atividade de fragmentação mecânica da serapilheira, nisso, cria superfícies de ataque para a ação subsequente de microrganismos decompositores. Seus excrementos, ricos em partículas finas e muco intestinal, atuam como agentes agregantes, melhorando a estrutura do solo.

Os bioindicadores consistem em organismos que realizam inúmeras funções no solo, a saber: (a) promovem a fragmentação da serapilheira, que aumenta a área de superfície exposta ao ataque de micro-organismos; (b) melhoram a distribuição da matéria orgânica e nutrientes tanto vertical quanto horizontal da superfície para as camadas mais profundas (minhocas, besouros); (c) constroem galerias, que podem ser feitas pelas minhocas, larvas de insetos, térmitas e formigas, formando canais, que servem para facilitar a penetração das raízes, a aeração e a capacidade de infiltração de água; (d) melhoram a estrutura do solo pelo revolvimento e pela deposição dos seus excrementos, aumentando a estabilidade de agregados à água e ao vento; (e) digerem a celulose, lignina e hemicelulose (colêmbolos, térmitas, ácaros); (f) permitem o controle biológico; e (g) degradam substâncias tóxicas no solo. (BARETTA et al, 2015 p.114).

7. Discussão e considerações finais

Como dito anteriormente, o solo foi desenvolvido por ação antrópica e está sendo trabalhado por volta de 8 anos, inicialmente sobre “pedra e cascalho”, conforme lembrança do jardineiro. Esta informação é importante na medida em que podemos, através desse fato, quantificar e qualificar aspectos desse desenvolvimento.

Após o reconhecimento do desenvolvimento do solo no quesito profundidade baseado em trabalho humano, questionei o jardineiro sobre adição de terra no local, ele informou que eventualmente é adicionada terra, porém sempre uma camada fina, juntamente com o adubo.

São plantadas no local as seguintes espécies, além de outras possíveis:

Pomar	Horta
Macaxeira	Tangerina
Mamão	Brócolis
Jambu	Couve-Flor
Banana	Beterraba
Café	Alface
Chacrona	Rúcula
Jagube	Tomate
Algodão	Maracujá
Acerola	Abacate
Pitanga	

FIGURA 14 - CULTURAS CULTIVADAS

Cada espécie possui um tipo de raiz, que solta determinados elementos, esses elementos são digeridos por diversos tipos de organismos, cada raiz produz uma pressão mecânica distinta (LEPSCH, 2002), enfim, há diversos

exemplos que contribuem para a afirmação de que a diversidade produtiva, pensada racionalmente, considerando a característica de cada espécie, favorece o aumento da diversidade edáfica, favorecendo assim a disponibilidade de nutrientes para a planta, a depender do manejo.

Este sistema agroflorestal é adubado através dos resultados obtidos com uma composteira própria, onde o produto manejado é peneirado junto com terra e lançada ao solo. Coloca-se apenas orgânicos na composteira (restos de frutas, legumes, cascas de ovos, borra de café etc.), juntamente com material seco (folhas secas e serragem). Quando se identifica a grande acidez dessa mistura, pela elevada adição de laranja na composteira, mistura-se carvão, deixa-se por volta de 48h secando ao sol para tirar a acidez. Essa técnica foi informada pelo Jardineiro Luiz de Paula.

Sendo assim, temos elementos suficientes para verificar o desenvolvimento desse solo baseado na ação antrópica, aplicando técnicas desenvolvidas ao longo do tempo destinadas ao beneficiamento do solo.

Além disso, nesse trabalho, foi gerado um maior entendimento sobre o sentido de um trabalho científico, principalmente no momento da abertura de trincheira e na verificação dos aspectos do solo. Essa verificação precisou ser pausada, desenvolvida sobre raciocínios, reflexões e novos testes. Foi nesse momento que pude ter uma “catarse”, que, conforme aponta Gasparin (2011), ao desenvolver elementos científicos em nosso aprendizado, em certo momento, nos percebemos em um local de catarse, onde se apresenta mais claramente a razão do processo e sua devida construção, colocando-nos no lugar de construtores do conhecimento.

Todo o estudo levantado, desde o início até o final, foi proveitoso para instigar o desenvolvimento das condições para esse modo produtivo ser implantado com maior facilidade e aplicabilidade, potencialmente gerador de receitas, produzindo em grande escala de forma sustentável, em todos os quesitos, tanto economicamente, quanto social e ambientalmente.

REFERÊNCIAS

ABDO, M. T. V. N.; VALERI, S. V.; MARTINS, A. L. M. Sistemas Agroflorestais e Agricultura familiar: uma parceria interessante. *Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária*, São Paulo, p. 50-59, 2008.

ALMEIDA, F. F. M. et al. *Mapa Geológico do Estado de São Paulo* (escala 1:500.000). São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1981. 126 p.

ANDRADE, D. V. P.; PASINI, F. S. Implantação e manejo de agroecossistema segundo os métodos da agricultura sintrópica de Ernst Götsch. *Cadernos de Agroecologia*, v. 9, p. 1-12, 2014.

ARMANDO, M. S.; BUENO, Y. M.; ALVES, E. R. da S.; CAVALCANTE, C. H. *Agrofloresta para agricultura familiar*. Brasília: Embrapa-Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003. 11 p. (Circular técnica, 16).

CAMPOS, H. F. Solos e nutrição de plantas com foco em sistemas agroflorestais. In: **RIGHI, C. A.; BERNARDES, M. S.** (Eds.). *Cadernos da Disciplina Sistemas Agroflorestais* [recurso eletrônico]. Piracicaba: Os autores, 2015. 108 p. (Série Difusão, v. 1). Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/biblioteca/pdf/Cadernos-da-Disciplina-SAFs-2015.pdf>

CARVALHO, Rodrigo; GOEDERT, Wenceslau J.; ARMANDO, Marcio Silveira. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1153-1159, nov. 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004001100015>

CASTRO, D.; MELLO, R. S. P.; POESTER, G. C. (Orgs.). *Práticas para restauração da mata ciliar*. Porto Alegre: Catarse – Coletivo de Comunicação, 2012. 60 p. ISBN 85-63-199072.

COELHO, G. C. *Sistemas Agroflorestais*. São Carlos: RiMa Editora, 2012.

CORRÊA NETO, N. E.; MESSERSCHMIDT, N. M.; STEENBOCK, W.; MONNERAT, P. F. *Agroflorestando o mundo de facão a trator*. 2016. 177 p.

DANIEL, O. *Definição de indicadores de sustentabilidade para sistemas agroflorestais*. 2000. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2000.

EMBRAPA. *Guia prático para interpretação de resultados de análises de solos*. 2015.

EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo*. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573 p.

EMBRAPA. *Sistema agroflorestal*. Embrapa, 1 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agrossilvipastoril/sitio-tecnologico/trilha-tecnologica/tecnologias/sistema-de-producao/sistema-agroflorestal>. Acesso em: 5 fev. 2023.

EMBRAPA SOLOS. *Relatório técnico do projeto: desenvolvimento de sistemas agroflorestais para a recuperação e sustentabilidade de áreas de mata atlântica*. Rio de Janeiro, 2002. 39 p.

GASPARIN, João Luiz. *Uma didática para a pedagogia histórico-crítica*. 3. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2002.

KAGEYAMA, A. Alguns efeitos sociais da modernização agrícola em São Paulo. In: **MARTINE, G.; GARCIA, R. C.** (Orgs.). *Impactos sociais da modernização agrícola*. São Paulo: Caetés, 1987. p. 99-124.

LAVELLE, P.; BLANCHART, E.; MARTIN, A.; SPAIN, A. V.; MARTIN, S. The impact of soil fauna on the properties of soils in the Humid Tropics. In: **LAL, R.; SANCHEZ, P.** (Eds.). *Myths and science of soils of the tropics*. Madison: Soil Science Society of America, 1992. p. 157-185. (SSSA Special Publication, 29).

LAVELLE, P.; DANGERFIELD, M.; FRAGOSO, C.; ESCHENBRENNER, V.; LOPEZ-HERNANDEZ, D.; PASHANASI, B.; BRUSAARD, L. The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. In: **WOOMER, P. L.; SWIFT, M. J.** (Eds.). *The biological management of tropical soil fertility*. New York: J. Wiley & Sons, 1994. p. 137-169.

LEPSCH, I. F. *19 lições de pedologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2021.

MACÊDO, J. L. V.; PEREIRA, M. M. Análise financeira de sistemas agroflorestais em áreas abandonadas na Amazônia Ocidental. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3., 2000, Manaus. Resumos expandidos...** Manaus: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. p. 414-415.

MALTEZ, M. A. P. F.; GALIZONI, F. M.; ALMEIDA, R. P.; CALDAS, A. L. T.; SIMÃO, E. J. P.; SILVA, E. P. F. Impactos ambientais e sociais causados pelas monoculturas de eucaliptos no Alto Jequitinhonha. In: **V Congresso em Desenvolvimento Social**, 2016.

MALTEZ, Marcos Antônio Pereira da Fonseca et al. *Impactos ambientais e sociais causados pelas monoculturas de eucaliptos no Alto Jequitinhonha*. Universidade Federal de Minas Gerais, ICA - Instituto de Ciências Agrárias, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/41131>

MARTINE, G.; GARCIA, R. C. (Orgs.). *Impactos sociais da modernização agrícola*. São Paulo: Caetés, 1987.

NOVAK, L. R.; MANTOVANI, E. C.; MARTYN, P. J.; FERNANDES, B. Efeito do tráfego de trator e da pressão de contato pneu/solo na compactação de um Latossolo Vermelho-Escuro álico, em dois níveis de umidade. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 27, p. 1587-1595, 1992.

PELOGGIA, A. *O Homem e o Ambiente Geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no Município de São Paulo*. São Paulo: Xamã, 1998. 271 p.

PENEIREIRO, F. M. *Sistemas Agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso*. 1999. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, 1999. 138 p.

PATUCCI, Natália Nunes. *Estudo da pedofauna como bioindicadora da qualidade de solos em fragmentos florestais urbanos*. 2015. 135 p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. DOI: 10.11606/D.8.2015.tde-15102015-133644.

PRIMAVESI, A. *O manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais*. São Paulo: Nobel, 1981. 541 p.

RIBEIRO, D. D. et al. Relações de trabalho na agricultura mecanizada: a monocultura da soja em Goiás. *Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, Universidad de Barcelona, v. VI, nº 119 (81), 2002. ISSN: 1138-9788. Disponível em: <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn119-81.htm>

ROSS, J. L. S. *Geomorfologia ambiente e planejamento*. São Paulo: Contexto, 1990. 85 p.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo* (escala 1:500.000). São Paulo: Laboratório de Geomorfologia, FFLCH-USP / IPT / FAPESP, 1997. 2 v.

ROSSI, M. *Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado*. São Paulo: Instituto Florestal, 2017. v. 1. 118 p.

SANCHEZ, P. A. Science in agroforestry. *Agroforestry Systems*, v. 30, p. 5-55, 1995.

SANTANA, D. P.; BAHIA FILHO, A. F. C. Soil quality and agricultural sustainability in the Brazilian Cerrado. In: **WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 16., 1998, Montpellier. Anais...** Montpellier: ISSS, 1998. CD-ROM.

SANTOS, Wanderson Moreira dos; FARIA, Layanny Robert; ROCHA, Anderson Fabrício Messias; VALE, Luís Sérgio Rodrigues; KRAN, Cássio da Silva. Sistema Agroflorestal na Agricultura Familiar. *Revista UFG*, Goiânia, v. 20, 2020.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. FUNDAÇÃO FLORESTAL. *Plano de Manejo do Parque Estadual do Jaraguá*. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, 2010. Disponível em: <https://fflorestal.sp.gov.br/planos-de-manejo/planos-de-manejo-planos-concluidos/plano-de-manejo-pe-do-jaragua/>

SILVA, P. P. V. *Sistemas agroflorestais para recuperação de matas ciliares em Piracicaba, SP*. 2002. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) –

Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2002.

TAVARES, Sílvio Roberto de Lucena; ANDRADE, Aluísio Granato de; COUTINHO, Heitor Luiz da Costa. Sistemas agroflorestais como alternativa de recuperação de áreas degradadas com geração de renda. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 24, n. 220, p. 73-80, 2003.

YOUNG, A. Agroforestry for soil management. 2. ed. Nairobi: CAB Internacional, 1997. 320 p.

YOUNG, A. The effectiveness of contour hedgerows for soil and water conservation. *Agroforestry Forum*, v. 8, n. 4, p. 2-4, 1997.