



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA- UNB  
FACULDADE UNB PLANALTINA- FUP  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
AMBIENTAIS**

**FERTILIDADE QUÍMICA DE SOLOS SOB SISTEMAS  
AGROFLORESTAIS: UMA ANÁLISE PRELIMINAR NO  
DISTRITO FEDERAL**

**STEFANI NASCIMENTO MEDEIROS**

**BRASÍLIA, DF  
FEVEREIRO/2019**

**STEFANI NASCIMENTO MEDEIROS**

**Dissertação de mestrado**

**FERTILIDADE QUÍMICA DE SOLOS SOB SISTEMAS  
AGROFLORESTAIS: UMA ANÁLISE PRELIMINAR NO  
DISTRITO FEDERAL**

Dissertação de mestrado submetida ao  
Programa de Pós-Graduação em Ciências  
Ambientais da Universidade de Brasília,  
como parte de um dos requisitos necessários  
para a obtenção do grau de mestre em  
Ciências Ambientais.

**Linha de pesquisa:** Manejo e Conservação  
dos Recursos Naturais  
**Orientador:** Prof. Dr. Rodrigo Studart Côrrea

**BRASÍLIA, DF  
FEVEREIRO/2019**

## FICHA CATALOGRÁFICA

NF411f Nascimento Medeiros, Stefani  
Fertilidade química de solos sob sistemas agroflorestais:  
uma análise preliminar no Distrito Federal / Stefani  
Nascimento Medeiros; orientador Rodrigo Studart Corrêa. --  
Brasília, 2019.  
61 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Ciências Ambientais)  
- Universidade de Brasília, 2019.

1. Produção orgânica. 2. Adubação. 3. Concentração de  
macronutrientes. I. Studart Corrêa, Rodrigo, orient. II.  
Título.

**FERTILIDADE QUÍMICA DE SOLOS SOB SISTEMAS  
AGROFLORESTAIS: UMA ANÁLISE PRELIMINAR NO  
DISTRITO FEDERAL**

STEFANI NASCIMENTO MEDEIROS

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Rodrigo Studart Corrêa (FUP/UNB)

---

Prof<sup>ª</sup>. Ana Maria Resende Junqueira (FAV/UNB)

---

Prof. Luiz Felipe Salemi (FUP/UNB)

---

Prof. Alexandre Nascimento de Almeida (FUP/UNB)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à minha filha Aurora que está prestes a vir para esse mundo, e ao meu companheiro Arthur Bartholo,  
meu grande amor!

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao universo e a energia cósmica, por estarem sempre me guiando para seguir os melhores caminhos destinados à minha existência atual.

À minha família e amigos, que sempre me incentivam nos momentos mais difíceis da minha caminhada, seja ela acadêmica ou pessoal, me apoiando e amparando sempre que necessário.

A todos os produtores orgânicos agroflorestais, em especial aos agrofloresteiros que me auxiliaram nessa pesquisa, pois entre erros e acertos buscam sempre deixar seu ambiente melhor do que foi encontrado. Além de estarem competindo com uma produção monocultural massiva e destruidora, que é grande realidade agrícola do nosso país.

Ao meu querido orientador Rodrigo Studart Corrêa, que aceitou encarar esse desafio junto comigo. Agradeço a todas as conversas e ensinamentos ao longo desses dois anos de mestrado. Tenho certeza que finalizo essa etapa muito mais experiente do que quando nos encontramos pela primeira vez.

A todos os meus professores que passaram seus conhecimentos ao longo desses dois anos de mestrado. O conhecimento adquirido me fez ter outra percepção de vários assuntos voltados para a área ambiental.

Ao meu grande companheiro de vida Arthur, que me possibilitou trilhar esse caminho acadêmico me dando todo o suporte necessário, tanto emocional quanto financeiro.

Por fim, a minha pequena florzinha Aurora, fruto de um relacionamento cheio de amor e cumplicidade que está prestes a florescer nesse mundo tão estranho. Mesmo ainda tendo seu coração batendo dentro do meu corpo, você me deu forças para finalizar essa dissertação antes da sua chegada. Que você venha com muita saúde e amor!

“Conhecereis a verdade e a verdade vos libertará” **Jesus Cristo**

“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar  
uma alma humana seja apenas outra alma humana” **Carl Jung**

## RESUMO

Os sistemas orgânicos de produção são baseados em técnicas que dispensam o uso de insumos químicos, como pesticidas e fertilizantes, conservantes, aditivos e irradiação. Os sistemas agroflorestais (SAF's) caracterizam-se como uma prática sustentável de uso da terra, em que se aplicam variados tipos de cultivo, e que resulta em inúmeros benefícios ambientais, sociais e econômicos. No entanto, a categorização do uso do solo sob SAF's é baseada no tipo de cobertura do solo, sendo cada cultura implantada no espaçamento adequado ao seu desenvolvimento e suas necessidades de luz. A pesquisa presente busca avaliar a fertilidade química de solos sob os SAF's no Distrito Federal (DF) e relacioná-la com o teor de nutrientes e o balanço nutricional encontrado nesses solos. Para o desenvolvimento do trabalho, foi feita análise de solos em oito locais de produção sob SAF, em variadas partes do DF, sendo coletadas 30 amostras simples, totalizando três amostras compostas de cada área, que foram enviadas para análise laboratorial. Ao avaliar o teor de nutrientes e o balanço nutricional dos solos, foram calculados valores de nitrogênio, fósforo e potássio recomendados para a produção das espécies mais cultivadas entre arbóreas e olerícolas. Os resultados das análises de solos encontrados sob os SAF's mostraram grandes alterações nas propriedades químicas analisadas, apresentando concentrações excessivas de nutrientes, em especial o fósforo. Como resposta ao teor de nutrientes inseridos no solo através da adubação e aos encontrados na análise química, verificou-se uma divergência entre os padrões a respeito da quantidade de insumos necessárias para as culturas arbóreas e olerícolas dos solos analisados. O estudo mostrou que a maioria dos solos estudados sob SAF encontravam-se desbalanceados, sendo que o nível de fertilidade encontrado nesses solos difere dos tradicionalmente observados em outros sistemas de cultivo.

**Palavras-chave:** Produção orgânica; Adubação; Concentração de macronutrientes.

## ABSTRACT

Organic production systems are based on techniques that do not require the use of chemical inputs such as pesticides, fertilizers, preservatives, additives and irradiation. Agroforestry systems (SAFs) are characterized as a sustainable land-use practice, in which various types of cultivation are applied, resulting in numerous environmental, social and economic benefits. However, the categorization of soil use under SAFs is based on the type of soil coverage, with each crop being deployed in spacing appropriate to its development and its light needs. The present research seeks to evaluate the chemical fertility of soils under SAF's in the Federal District (DF) and to relate it to the nutrient content and the nutritional balance found in these soils. For the development of the work, soil analysis was carried out in eight production sites under SAFs, in several parts of the DF, and 30 simple samples were collected, totaling three composed samples from each area, which were sent for laboratory analysis. When evaluating the nutrient content and the nutritional balance of soils, the values of nitrogen, phosphorus and potassium were calculated for the production of the most cultivated species among trees and olive groves. The results of soil analyzes found under the SAFs showed great alterations in the analyzed chemical properties, presenting excessive concentrations of nutrients, especially phosphorus. As a response to the nutrient content inserted in the soil through fertilization and to those found in the chemical analysis, there was a divergence between the standards regarding the amount of inputs required for the tree and oil crops of the analyzed soils. The study showed that most of the soils studied under SAFs were unbalanced, and the level of fertility found in these soils differs from those traditionally observed in other cropping systems.

**Keywords:** Organic production; Fertilization; Macronutrient concentration.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	11
ABSTRACT .....	12
LISTA DE FIGURAS .....	14
LISTA DE TABELAS .....	15
1. CONTEXTUALIZAÇÃO .....	16
1.1. Introdução .....	16
1.2. Sistemas orgânicos .....	16
1.3. Sistemas agroflorestais .....	18
1.4. Solos sob sistemas agroflorestais .....	19
2. OBJETIVOS .....	20
2.1. Objetivo geral .....	20
2.2. Objetivo específico .....	21
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	21
3.1. Caracterização dos locais de estudo .....	21
3.2. Correção e adubação dos solos .....	32
3.3. Exigência de macronutrientes pelas plantas .....	34
3.4. Quantidade de adubo necessário para cada cultura .....	35
3.5. Coleta e análise química dos solos das unidades de estudo .....	36
3.6. Análise de dados .....	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	37
4.1. Fertilidade química dos solos .....	37
4.2. Exigência de macronutrientes pelas plantas .....	42
5. CONCLUSÕES.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53
ANEXO .....	59

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Localização dos locais de coleta no mapa do Distrito Federal e o tipo de solo encontrado em cada local .....	21
<b>Figura 2:</b> SAF com enfoque em frutíferas e madeira na Terra Manitus .....	24
<b>Figura 3:</b> SAF consorciado com frutíferas e hortaliças .....	26
<b>Figura 4:</b> SAF em desenvolvimento sem sistema de irrigação .....	27
<b>Figura 5:</b> SAF do Sítio Estelina .....	28
<b>Figura 6:</b> Produção agroflorestal com hortaliças e arbóreas .....	29
<b>Figura 7:</b> SAF com enfoque em produção de hortaliças .....	30
<b>Figura 8:</b> Produção agroflorestal biodiversa .....	31
<b>Figura 9:</b> SAF bem desenvolvido na Fazenda Bella .....	32

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Espécies arbóreas produzidas em cada unidade de estudo na época da coleta de solos .....	22
<b>Tabela 2:</b> Espécies olerícolas produzidas em cada unidade de estudo na época da coleta de solos .....	23
<b>Tabela 3:</b> Insumos aplicados nos solos estudados .....	33
<b>Tabela 4:</b> Porcentagem de NPK presente em cada insumo .....	33
<b>Tabela 5:</b> Dados obtidos sobre as características químicas encontradas em áreas de cerrado nativo sob Latossolos e Cambissolos .....	37
<b>Tabela 6:</b> Propriedades químicas analisadas sob os solos das unidades de estudo .....	38
<b>Tabela 7:</b> Dosagem ( $\text{Kg ha}^{-1}$ ) de NPK e níveis de pH e V recomendadas para o cultivo de cada cultura avaliada .....	42
<b>Tabela 8:</b> Doses exigidas e aplicadas de NPK durante a adubação do solo para as culturas de arbóreas, e as proporções presentes no solo de TM de cada nutriente .....	44
<b>Tabela 9:</b> Doses exigidas e aplicadas de NPK durante a adubação do solo de CB para as culturas de arbóreas e de olericultura, e as proporções presentes no solo de cada nutriente .....	45
<b>Tabela 10:</b> Doses exigidas e aplicadas de NPK durante a adubação do solo de SE para as culturas de arbóreas e de olericultura, e as proporções presentes no solo de cada nutriente .....	45
<b>Tabela 11:</b> Doses exigidas e aplicadas de NPK durante a adubação do solo de SS para as culturas de arbóreas e de olericultura, e as proporções presentes no solo de cada nutriente .....	46
<b>Tabela 12:</b> Doses exigidas e aplicadas de NPK durante a adubação do solo de HS para as culturas de arbóreas e de olericultura, e as proporções presentes no solo de cada nutriente .....	48
<b>Tabela 13:</b> Doses exigidas e aplicadas de NPK durante a adubação do solo de SA para as culturas de arbóreas e de olericultura, e as proporções presentes no solo de cada nutriente .....	50
<b>Tabela 14:</b> Doses exigidas e aplicadas de NPK durante a adubação do solo de NT para as culturas de arbóreas e de olericultura, e as proporções presentes no solo de cada nutriente .....	50
<b>Tabela 15:</b> Doses exigidas e aplicadas de NPK durante a adubação do solo de FB para as culturas de arbóreas e de olericultura, e as proporções presentes no solo de cada nutriente .....	51

## **1. CONTEXTUALIZAÇÃO**

### **1.1. Introdução**

Na história da humanidade, a relação entre solos e a saúde humana foi percebida há milhares de anos. Desde os tempos bíblicos há sugestões de que o bem-estar das civilizações dependia da qualidade dos solos que eram cultivados, com base na sua concentração de nutrientes que interferiam no desenvolvimento de algumas espécies (Moraes, 2016).

Atualmente a agricultura convencional se mostra insustentável para o meio ambiente, para os agricultores e consumidores. Problemas de erosão, compactação e infiltrabilidade do solo, doenças e contaminação da água e do solo, chamaram a atenção do público para questões relacionadas à alimentação (Darolt, 2003). Com isso, a busca de maneiras mais sustentáveis de cultivo e da qualidade alimentar tornou-se uma das principais preocupações dos consumidores conscientes com a saúde e com o meio ambiente.

A preocupação com meio ambiente e a qualidade de vida vêm sendo difundida largamente dentro das formas alternativas de agricultura, entre elas, a agricultura orgânica (Fontanétti, et al., 2006). Existem evidências, em especial a grande presença de alimentos orgânicos nas gôndolas de supermercados, de que os brasileiros estão mudando seus hábitos alimentares. Parte da população está preocupada em manter a aquisição e o consumo de alimentos convencionais, especialmente algumas frutas, legumes e hortaliças (Borguini e Torres, 2006). Isso se deve ao fato de os consumidores estarem mais preocupados com a saúde e com o risco da ingestão de alimentos que contenham resíduos de produtos fitossanitários (agrotóxicos) e com a conservação do meio ambiente (Campanhola e Valarini, 2001).

Meios de plantação que melhoram a qualidade de vida no ambiente rural e preservam a capacidade produtiva dos solos ao longo dos anos, fizeram com que variados agricultores buscassem informações acerca da importância dos cultivos orgânicos (Cunha et al., 2011) e agroflorestais.

### **1.2. Sistemas orgânicos**

O art. 1 (Lei N° 10.831, de 23 de dezembro de 2003) diz: “Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade

econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente” (Brasil, 2003).

Assim, o termo orgânico é dado aqueles produtos que são gerados de acordo com as normas estabelecidas pela produção orgânica e que são certificados por uma estrutura ou autoridade de certificação (Borguini e Torres, 2006).

Dessa forma, a produção de alimentos orgânicos é baseada em técnicas que dispensam o uso de insumos químicos, como pesticidas e fertilizantes, conservantes, aditivos e irradiação (Sousa et al., 2012). A ênfase da produção está diretamente relacionada ao uso de práticas de gestão e manejo do solo (Sousa et al., 2012). O cultivo orgânico adota técnicas específicas para a otimização do uso de recursos naturais e socioeconômicos disponíveis, além do respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tomando como objetivo a sustentabilidade ecológica e econômica, a maximização dos benefícios sociais e a minimização da dependência de energias não renováveis (Borguini e Torres, 2006).

Na agricultura orgânica, busca-se reduzir o impacto ambiental e a poluição, evitando a mecanização pesada, minimizando a dependência externa de matérias primas, buscando assim maximizar o uso de insumos orgânicos gerados no local, além de otimizar o balanço energético da produção (Roel, 2002).

Reganold e Wachter (2016), retrata que nesse tipo de produção, os agricultores combinam métodos tradicionais de cultivo com as modernas técnicas agrícolas, como a rotação de culturas, o manejo natural das pragas, a diversificação dos cultivos e a melhoria do solo, com adições de adubos verdes.

Primavesi (2003) aborda que a agricultura orgânica deve possuir quatro itens fundamentais: 1. Possuir suficiência em matéria orgânica, trazendo a agregação e oxigenação do solo; 2. Manter uma maior biodiversidade vegetal, da qual depende a diversidade da vida no solo; 3. Dispor de cobertura de solo para evitar seu superaquecimento; 4. Apresentar um controle de vento, como quebra ventos e bosques, afim de manter a umidade do local de produção.

### **1.3. Sistemas agroflorestais**

Existem diferentes conceitos para definir o que são os sistemas agroflorestais (SAF's). Na década de 1980, Nair (1985) abordou as dificuldades de se encontrar uma definição para o termo, possuindo, na época, variadas ideias abstratas e longas. Contudo, uma definição que engloba os diferentes tipos de sistemas agroflorestais é inferida pelo Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal (ICRAF): “Agrofloresta é um nome genérico para sistemas de uso da terra, onde espécies lenhosas perenes são cultivadas no mesmo terreno com culturas agrícolas e/ou animais, num determinado arranjo espacial e temporal ” (Bandolin e Fisher, 1991).

Farrel e Altieri (2012) caracterizam os SAF's como um tipo de manejo em que as árvores são associadas as espécies agrícolas e/ou animais, apresentando na mesma área elementos de interesse agrônômico e elementos florestais, em técnicas de produção sustentável.

Na legislação brasileira, os SAF's são definidos como “sistemas de uso e ocupação do solo em que plantas lenhosas perenes são manejadas em associação com plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas, culturas agrícolas, e forrageiras, em uma mesma unidade de manejo, de acordo com arranjo espacial e temporal, com diversidade de espécies nativas e interações entre estes componentes” (CONAMA, 429/2011).

Existem variados tipos de SAF's: alguns são voltados para a criação de animais, por meio da associação entre pastagens e árvores (sistemas silvipastoris), outros possuem espécies agrícolas e florestais, juntamente com a criação de animais (sistemas agrossilvipastoris). Também existem consórcios de culturas agrícolas anuais que se associam com espécies florestais (sistemas silviculturais) (Miccolis et al., 2016).

Existem ainda sistemas mais diversos, que são similares aos ecossistemas florestais naturais, conhecidos como agroflorestas sucessionais ou biodiversas, caracterizadas por uma alta diversidade de espécies que interagem entre si pela lógica da sucessão natural (Miccolis et al., 2016; Gregio et al., 2017).

Um dos maiores propagadores dos sistemas agroflorestais sucessionais é o agricultor Ernst Götsch, suíço que reside no Brasil e que desenvolve técnicas de manejo, atuando na transformação de áreas degradadas em florestas com grande diversidade de alimentos (Gregio et al., 2017).

Abordando sobre os benefícios dos SAF's, pode-se inferir que esse tipo de sistema possui inúmeras melhorias ambientais, econômicos e sociais (Miccolis et al., 2016). O

consórcio de espécies existentes dentro de um SAF tem como objetivo acelerar a sucessão ecológica, a produtividade e a prestação de serviços ambientais. Existem diferentes intuítos na escolha das espécies cultivadas, entre eles a alimentação, a produção de madeira, a produção de biomassa, sombreamento, atração de polinizadores e a produtividade comercial (Götsch, 1999; Penereiro, 1999; Miccolis et al., 2016).

Com a integração de espécies florestais, agrícolas e/ou animais, o SAF possui um grande potencial de promover variados serviços ecossistêmicos, obtendo aumento no estoque de carbono e na melhoria da fertilidade dos solos (Pezarico et al., 2013). Ele também aumenta a biodiversidade e a capacidade do solo de sustentar a produtividade biológica e de manter a qualidade da água, do ar e a saúde de plantas e animais dentro do ambiente (Jose, 2009; Bardhan et al., 2012; Pezarico et al., 2013; Casanova-Lugo et al., 2016).

No Brasil, os SAF's são difundidos com grande ênfase na agricultura familiar, pois esse tipo de manejo otimiza o uso da terra, conciliando a produção de alimentos, energia e serviços ambientais com a produção florestal (Padovan et al., 2017). Isso faz ocorrer uma diminuição da pressão pelo uso da terra para a produção agropecuária, otimizando a conservação dos recursos naturais renováveis por meio de sistemas agroecológicos mais estáveis (Duboc, 2010).

Conforme retratado por Jose (2009), a incorporação de árvores ou arbustos nos SAF's podem aumentar a quantidade de carbono sequestrado no solo, em comparação com o cultivo de monoculturas ou pastagens.

Através da aproximação da diversidade encontrada nos SAF's aos ecossistemas naturais, esses sistemas podem ser utilizados como uma estratégia metodológica tanto de restauração, como de constituição de agroecossistemas sustentáveis, pois sua compensação financeira acontece em um curto espaço de tempo, através dos produtos agrícolas e florestais cultivados nos locais (Silva et al., 2011).

Devido aos benefícios da diversificação de culturas, a sustentabilidade ambiental e menor consumo de água na irrigação, os SAF's tornam-se uma excelente opção para a agricultura familiar e de larga escala, pois evita a contaminação das bacias hidrográficas, aumenta a fertilidade do solo e reduz gradativamente os custos de produção (Armando et al., 2002).

#### **1.4. Solos sob sistemas agroflorestais**

A característica química dos solos é significativa para sua sustentabilidade, sendo relacionada à diversas funções que envolve o crescimento das raízes e as atividades biológicas, além do armazenamento e fornecimento de nutrientes, e infiltrabilidade do solo (Carneiro, 2010).

A categorização do uso do solo sob SAF's é baseada no tipo de cobertura do solo (Santiago-Freijanes et al., 2018), sendo cada cultura implantada no espaçamento adequado ao seu desenvolvimento e suas necessidades de luz.

Através da biomassa depositada na superfície dos solos sob SAF's pela queda de folhas, pela poda de ramos e por resíduos das culturas anuais há maior liberação de nutrientes para os solos, favorecendo a atuação dos microrganismos benéficos e reduzindo o consumo de água na irrigação, pois a biomassa mantém o solo úmido por mais tempo (Armando et al., 2002). As espécies forrageiras perenes protegem o solo das chuvas, da insolação direta e dos ventos secos, típicos das regiões tropicais (Armando et al., 2002). Assim, é de se esperar que um solo sob SAF apresente boa qualidade física, pois esse manejo favorece a redução da densidade aparente, aumenta a porosidade, reduz resistência à penetração de raízes e favorece a infiltração de água (Aguiar, 2008).

A presença de árvores nos SAF's pode melhorar o teor de nutrientes do solo, pois, através das suas raízes, elas conseguem atingir os nutrientes nas camadas mais profundas, recuperando dessa forma os nutrientes lixiviados e depositando-os nas camadas superficiais do solo por meio da serapilheira (Farrel e Altieri, 2012). A matéria orgânica depositada aumenta o teor de húmus e a capacidade de troca catiônica, resultando na diminuição da perda de nutrientes (Farrel e Altieri, 2012).

Além disso a atividade microbiana nesses ambientes tende a aumentar devido à presença de altos teores de matéria orgânica, melhores condições de umidade e temperatura no solo (Farrel e Altieri, 2012).

Dessa forma, os SAF's podem ser utilizados na recuperação de áreas degradadas, pois contribuem significativamente para a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Pezarico et al., 2013).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

- Avaliar a fertilidade química de solos sob os SAF's no Distrito Federal.

## 2.2. Objetivo específico

- Avaliar o teor de nutrientes e o balanço nutricional dos solos sob oito SAF's no Distrito Federal.

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1. Caracterização das áreas de estudo

Para a realização do estudo, foram avaliados no Distrito Federal oito sistemas agroflorestais (SAF's) com áreas de produção entre 0,1 a 0,5 ha. Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante na região é Aw (Tropical de Savana), com média anual de pluviosidade de 1.668 mm. A temperatura média é de 21,1 °C e a umidade relativa do ar varia entre 12 a 85%.

Seis SAF's estudados encontram-se em Latossolo Vermelho (Sítio Sintropia, Fazenda Bella, Chácara Bindu, Terra Manitus, Sítio Nossa Senhora Aparecida e Sítio Estelina) e dois em áreas de Cambissolo (Haras El Shaday e Sítio Nossa Terra) (Figura 1).

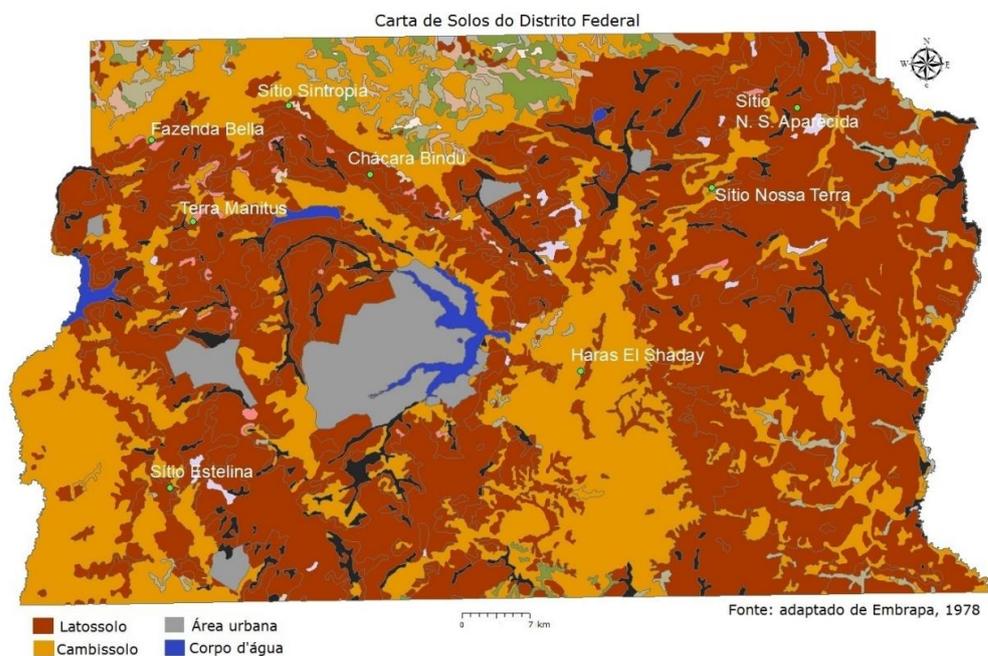


Figura 1: Localização dos locais de coleta no mapa do Distrito Federal e o tipo de solo encontrado em cada local

Por se tratar de sistemas biodiversos, todas as áreas mantêm consórcios de diversas espécies em seus canteiros de produção. As tabelas 1 e 2 mostram as diferentes espécies de arbóreas e olerícolas que eram produzidas em cada área de estudo na época da coleta de solos. Foi atribuído o nome popular de cada espécie disponibilizado pelos agricultores responsáveis pela produção agroflorestal. Porém, as espécies do gênero *Citrus* foram agrupadas, sendo todas consideradas como *Citrus* spp., por muitas estarem em estado vegetativo e outras serem híbridas, dificultando a identificação pelo produtor. A maioria das variedades dentro de uma mesma espécie também não foram diferenciadas.

Tabela 1: Espécies arbóreas produzidas em cada unidade de estudo na época da coleta de solos

		Local	TM	CB	HS	SE	SS	AS	NT	FB
NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO									
Abacate	<i>Persea americana</i>		X							X
Açaí	<i>Euterpe oleracea</i>		X							
Acerola	<i>Malpighia emarginata</i>			X	X					
Amora	<i>Morus</i> sp.		X							X
Angico	<i>Anadenanthera</i> sp.								X	X
Aroeira	<i>Schinus</i> sp.		X				X		X	X
Banana	<i>Musa</i> sp.		X	X	X	X	X	X	X	X
Barú	<i>Dipteryx alata</i>		X							
Biribá	<i>Rollinia deliciosa</i>		X							X
Cacau	<i>Theobroma cacao</i>									X
Café	<i>Coffea</i> sp.		X	X		X	X		X	X
Cagaíta	<i>Stenocalyx dysentericus</i>								X	
Cajá	<i>Spondias</i> sp.		X							
Caju	<i>Anacardium occidentale</i>		X							X
Carambola	<i>Averrhoa carambola</i>			X						
Cedro	<i>Cedrus</i> sp.		X							
Chichá	<i>Sterculia striata</i>		X				X		X	
Citros	<i>Citrus</i> spp.		X	X	X	X	X		X	X
Cupuaçu	<i>Theobroma grandiflorum</i>		X							
Embaúba	<i>Cecropia</i> sp.									X
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i>		X	X		X	X		X	X
Fruto do sabiá	<i>Acnistus arborescens</i>								X	X
Goiaba	<i>Psidium guajava</i>		X							X
Graviola	<i>Annona muricata</i>									X
Guanandi	<i>Calophyllum brasiliense</i>		X							
Guapuruvu	<i>Schizolobium parahyba</i>		X							X
Ingá de metro	<i>Inga edulis</i>		X							
Ipê	<i>Tabebuia</i> sp.								X	X
Jabuticaba	<i>Plinia cauliflora</i>									X
Jaca	<i>Artocarpus heterophyllus</i>		X							
Jacarandá	<i>Jacaranda</i> sp.								X	X
Jamelão	<i>Syzygium cumini</i>									X
Jatobá	<i>Hymenaea</i> sp.		X				X		X	X
Jenipapo	<i>Genipa americana</i>		X							X
Maçã	<i>Malus domestica</i>									X

<b>Mamão</b>	<i>Carica papaya</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Manga</b>	<i>Mangifera indica</i>	X							X
<b>Mogno</b>	<i>Swietenia sp.</i>	X							
<b>Monjoeiro</b>	<i>Senegalia polyphylla</i>							X	
<b>Mutamba preta</b>	<i>Guazuma ulmifolia</i>							X	
<b>Néspera</b>	<i>Eriobotrya japônica</i>	X							X
<b>Oliveira</b>	<i>Olea sp.</i>								X
<b>Pau Balsa</b>	<i>Ochroma pyramidale</i>								X
<b>Pequi</b>	<i>Caryocar brasiliense</i>	X							
<b>Pera</b>	<i>Pyrus sp.</i>								X
<b>Pitanga</b>	<i>Eugenia uniflora</i>	X							
<b>Pupunha</b>	<i>Bactris gasipaes</i>								X
<b>Tamarindo</b>	<i>Tamarindus indica</i>	X							
<b>Tamboril</b>	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	X							X

Tabela 2: Espécies olerícolas produzidas em cada unidade de estudo na época da coleta de solos

	<b>Local</b>	<b>TM</b>	<b>CB</b>	<b>HS</b>	<b>SE</b>	<b>SS</b>	<b>AS</b>	<b>NT</b>	<b>FB</b>
<b>NOME POPULAR</b>	<b>NOME CIENTÍFICO</b>								
<b>Abóbora</b>	<i>Cucurbita sp.</i>	X	X	X			X		X
<b>Abobrinha</b>	<i>Cucurbita pepo</i>				X		X		
<b>Acelga</b>	<i>Beta vulgaris var. vulgaris</i>		X		X		X		
<b>Agrião</b>	<i>Nasturtium officinale</i>						X		
<b>Aipo</b>	<i>Apium graveolens</i>		X				X		
<b>Alface</b>	<i>Lactuca sp.</i>		X	X	X	X	X	X	X
<b>Alho poró</b>	<i>Allium ampeloprasum</i>		X	X	X	X	X	X	X
<b>Batata baroa</b>	<i>Arracacia xanthorrhiza</i>							X	
<b>Berinjela</b>	<i>Solanum melongena</i>		X	X		X		X	X
<b>Beterraba</b>	<i>Beta vulgaris</i>		X	X	X	X	X	X	X
<b>Brócolis</b>	<i>Brassica oleracea var. italica</i>		X	X	X	X	X	X	X
<b>Cebola</b>	<i>Allium cepa</i>		X					X	
<b>Cebolinha</b>	<i>Allium schoenoprasum</i>		X		X	X	X	X	
<b>Cenoura</b>	<i>Daucus carota</i>		X	X	X	X	X	X	X
<b>Chicória</b>	<i>Cichorium intybus</i>			X			X		
<b>Chuchu</b>	<i>Sechium edule</i>		X						
<b>Coentro</b>	<i>Coriandrum sativum</i>		X		X	X	X	X	
<b>Couve</b>	<i>Brassica oleracea</i>		X			X			X
<b>Couve flor</b>	<i>Brassica oleracea var. botrytis</i>		X				X		
<b>Espinafre</b>	<i>Spinacia oleracea</i>		X		X		X		
<b>Jiló</b>	<i>Solanum aethiopicum</i>		X	X	X	X	X	X	X
<b>Maxixe</b>	<i>Cucumis anguria</i>						X		
<b>Morango</b>	<i>Fragaria ananassa</i>								X
<b>Nabo</b>	<i>Brassica rapa</i>		X				X		
<b>Pimenta</b>	<i>Capsicum sp.</i>		X	X		X		X	X
<b>Pimentão</b>	<i>Capsicum annum</i>								
<b>Quiabo</b>	<i>Abelmoschus esculentus</i>			X			X		X
<b>Rabanete</b>	<i>Raphanus sativus</i>		X	X			X	X	
<b>Repolho</b>	<i>Brassica sp.</i>		X		X		X		X
<b>Rúcula</b>	<i>Eruca sativa</i>		X	X	X		X	X	X
<b>Salsa</b>	<i>Petroselinum crispum</i>		X		X			X	
<b>Tomate cereja</b>	<i>Solanum lycopersicum var. cerasiforme</i>		X	X	X			X	X

## SAF 1 – Terra Manitus (TM)

Localizado entre as coordenadas 15° 41' 44.5'' S e 48° 06' 36.8'' W na Região Administrativa de Brazlândia. A propriedade possui área de 0,5 ha e o SAF ocupa uma área de 0,1 ha, sendo cultivada desde 2015. O motivo principal relatado pelo agricultor para a implementação da agrofloresta na área é para o consumo próprio da família. O local não possui certificação orgânica, no entanto, o produtor utilizou técnicas presentes dentro da agricultura orgânica.

Durante as coletas de solo, as plantas de primeiro ciclo já tinham sido retiradas do sistema, dando espaço para cultivares de ciclos médios e longos, como espécies frutíferas, madeireira e cultivares de mandioca (*Manihot esculenta*) e abóbora (*Curcubita* sp.) (Figura 2).

Figura 2: SAF com enfoque em frutíferas e madeira na Terra Manitus



Fotografia: Stefani Nascimento (2017)

## SAF 2 – Chácara Bindu (CB)

A chácara se associa às coordenadas 15° 38' 04.77" S e 47° 55' 21.6" W na Região Administrativa de Sobradinho/Lago Oeste. A propriedade possui uma área total de 2 ha, sendo que o SAF ocupa uma área de 0,5 ha, sendo cultivada desde 2014. Anterior à chegada dos produtores no local, a terra era utilizada para o cultivo de plantação de grãos na forma convencional de cultivo.

A produção do SAF é voltada para cultivares variados de olericultura, ervas medicinais e diferentes espécies de plantas arbóreas, entre frutíferas e madeiras (Figura 3), sendo a comercialização e o consumo familiar um dos principais motivos para a produção agrofloresal na área.

A comercialização dos produtos ocorre através de um sistema denominado CSA (Comunidade que Sustenta a Agricultura), que é um modelo de distribuição de alimentos onde os consumidores pagam uma taxa mensal e recebem semanalmente em forma de cestas uma quantidade específica de alimentos, variando de acordo com o período do ano, permitindo que os agricultores obtenham o capital necessário à manutenção de sua produção (Castelo Branco et al., 2011).

O local não possui certificação orgânica, no entanto, dentro da rede CSA-Brasília existe uma declaração onde a principal exigência para se tornar uma CSA é produzir alimentos orgânicos, mesmo sem a certificação. Portanto, a produção é baseada seguindo os princípios agrícolas da agricultura orgânica, utilizando técnicas exigidas pelas certificadoras de orgânicos.

Figura 3: SAF consorciado com frutíferas e hortaliças



Fotografia: Rodrigo Studart Corrêa (2017)

### SAF 3 – Haras El Shaday (HS)

Associado às coordenadas  $15^{\circ} 49' 47.7''$ S e  $47^{\circ} 42' 54.3''$  W na região do Altiplano Leste, o Haras possui 22 ha. Diferente das outras áreas de estudo, a propriedade não pertencia ao agricultor responsável pelo SAF, sendo concedida uma gleba de 1 ha para desenvolvimento do sistema. A área não possuía um sistema de irrigação, sendo uma outra diferença importante comparada as outras unidades de estudo (Figura 4).

O SAF fazia parte do projeto denominado Unidade de Produção Sintrópica (UPS) – Altiplano Leste, coordenado pelo agricultor José Kubitschek Fonseca de Borda Junior. Foi implementado em 0,5 ha em dezembro de 2016, dessa forma, na data da coleta de solo o SAF apresentava apenas sete meses de cultivo, sem certificação orgânica. O projeto teve duração de apenas um ano, sendo finalizado em dezembro de 2017, pois o proprietário do Haras demandou a área para cultivar capim para alimentação equina.

Um dos motivos principais do produtor para o cultivo do SAF no local era a recuperação da área e a comercialização dos produtos, sendo feito o escoamento dos vegetais colhidos no SAF, através de feiras no Distrito Federal, tendo um mediador para a venda dos produtos.

Figura 4: SAF em desenvolvimento sem sistema de irrigação



Fotografia: José Kubitschek Fonseca de Borba Júnior (2017)

#### SAF 4 – Sítio Estelina (SE)

O Sítio encontra-se associado às coordenadas 15° 56' 17.3'' S 48° 07' 35.5'' W, próximo a Região Administrativa do Gama. A área do terreno é de 4 ha, possuindo 0.5 ha de área cultivada de SAF desde 2015. Anteriormente a produção agroflorestal as terras do sítio eram utilizadas para diversos usos, como o plantio de pomar e hortaliças próximos a casa da família e a criação de avicultura e húmus em pequena escala.

Atualmente a produção do sítio é voltada para o cultivo biodiverso de variadas espécies de olerícolas (Figura 5), além de diferentes arbóreas entre frutíferas e madeireiras, sendo a comercialização e o consumo familiar como os principais motivos para o estabelecimento da agrofloresta no local.

A propriedade possui certificação orgânica pela OPAC-Cerrado que atua como um Organismo Participativo de Avaliação da Conformidade Orgânica (OPAC), integrado ao Sistema Participativo de Garantia da Qualidade Orgânica – SPG do SINDIORGÂNICOS (Sindicato dos Produtores Orgânicos do Distrito Federal) (SINDIORGÂNICOS, 2019). O escoamento dos produtos acontece através de feiras orgânicas na região.

Figura 5: Produção agroflorestal no Sítio Estelina



Fotografia: Marcelo Chamoschine Fernandes (2016)

#### SAF 5 – Sítio Sintropia (SS)

Associado às coordenadas 15° 33' 30.8'' S e 48° 00' 20.3''W, na Região Administrativa de Sobradinho/Lago Oeste. A área total do sítio é de 2,1 ha, contendo 1,5 ha de plantação. Todavia, a parte de SAF comercial possui cerca de 0,2 ha, implementada desde 2015. Durante o período de 15 anos as terras do local eram utilizadas para pastagem, sendo entregue aos agricultores responsáveis pelo SAF arada e gradeada.

No sistema são cultivados espécimes variados de olerícolas, além de diferentes arbóreas entre frutíferas e madeiras (Tabela 1 e 2). No entanto, dentro do SAF também são cultivadas plantas medicinais que são utilizadas para revenda in natura e para a fabricação de produtos naturais feito pelos próprios agricultores e comercializados nas feiras de produtos orgânicos do Plano Piloto, pois o local possui certificação orgânica de seus produtos.

Além da comercialização dos alimentos produzidos no SAF, existem outros motivos que levaram os produtores a estabelecer um SAF no local, estando relacionado a recuperação da área e ao consumo da família.

Figura 6: Produção agroflorestal com hortaliças e arbóreas



Fotografia: Stefani Nascimento (2017)

#### SAF 6 – Sítio Nossa Senhora Aparecida (SA)

Associado às coordenadas 15° 34' 30.0612'' S e 47° 29' 41.2944'' W, na Região Administrativa de Planaltina. A propriedade possui uma área de 7,5 ha, com 4,5 ha de plantação cultivados desde 2014, no entanto, a área de coleta de solo possuía 0,54 ha de SAF com sete meses de cultivo (na época da coleta). Anteriormente a chegada dos proprietários no sítio, as terras do local eram utilizadas para a produção de convencional de grãos.

No local onde foram feitas as coletas de solos, estavam sendo cultivadas diversas espécies de hortaliças consorciadas com mandioca (*Manihot esculenta*), mamão (*Carica papaya*) e banana (*Musa sp.*) (Figura 7). A propriedade possui certificação orgânica, sendo feita a comercialização dos seus produtos através do sistema de CSA.

A implementação do SAF no local teve como objetivo, além da comercialização dos produtos, a recuperação ambiental da área e consumo próprio, suprimindo a maioria das necessidades alimentares da família.

Figura 7: SAF com enfoque em produção de hortaliças



Fotografia: Stefani Nascimento (2017)

#### SAF 7 – Sítio Nossa Terra (NT)

O sítio associa-se às coordenadas 15° 39' 08.81'' S e 47° 34' 52.38'' W, na Região Administrativa de Planaltina. A propriedade possui área de 4,9 ha, sendo 0,2 ha de SAF, implementado desde 2016. As terras do local, antes do cultivo de SAF, eram utilizadas para pastagem e produção convencional de grãos.

As plantas cultivadas no local eram basicamente voltadas para a produção de hortaliças e para a fruticultura/madeiraira, possuindo espécies diferentes de arbóreas (Tabela 1 e 2). A produção do sítio não possui certificação orgânica, porém o produtor baseia-se nos princípios da agricultura orgânica, utilizando técnicas de manejo exigidos pelas certificadoras de orgânicos.

Os principais motivos que levaram o produtor a implementar um SAF no local, envolvem a comercialização dos produtos através de feiras da região, o consumo próprio e a restauração ambiental da área.

Figura 8: Produção agroflorestal biodiversa



Fotografia: Stefani Nascimento (2017)

#### SAF 8 – Fazenda Bella (FB)

A fazenda se associa às coordenadas  $15^{\circ} 35' 46.5''S$  e  $48^{\circ} 08' 41.11'' W$ , nas mediações da cidade de Brazlândia. A área da propriedade é de 70 ha, mas a área de SAF possui apenas 0.3 ha, implementado desde 2015. Anteriormente à implementação do SAF, as terras do local eram utilizadas para a produção de grãos dentro do sistema convencional de cultivo e para a pastagem.

O SAF é bem estabelecido, com cultivos de variadas espécies de hortaliças e arbóreas (Figura 9). A propriedade também não possui certificação orgânica, no entanto, assim como o Sítio Nossa Terra, o produtor responsável utiliza técnicas de manejo baseadas nos princípios da agricultura orgânica, não utilizando insumos químicos na sua produção.

O cultivo agroflorestal foi inserido buscando suprir algumas necessidades alimentares da família, a comercialização dos alimentos, além de trazer uma recuperação ambiental para a área.

Figura 9: SAF bem desenvolvido na Fazenda Bella



Fotografia: Rodrigo Studart Corrêa (2017)

### 3.2. Correção e adubação dos solos

Em relação à adubação e calagem dos solos avaliados, os produtores aplicaram insumos que não utilizam processos industriais para obtenção do produto final e que são aprovados pelo IBD (Inspeções e certificações agropecuárias e alimentícias), que é uma certificadora brasileira de produtos orgânicos com atuação internacional. Os variados insumos e as quantidades utilizadas em cada local estão representados na tabela 3. Vale ressaltar que todas as propriedades analisadas fizeram suas devidas correções e adubações de solo sem antes fazer uma análise anterior dos seus solos.

Cinco propriedades (TM – Terra Manitus; HS – Haras El Shaday; SE – Sítio Estelina; SA – Sítio Nossa Senhora Aparecida; FB – Fazenda Bella) tiveram apenas uma adubação de base/correção dos seus solos durante a preparação dos canteiros de produção. No entanto, as propriedades NT (Sítio Nossa Terra), SS (Sítio Sintropia) e CB (Chácara Bindu) receberam adubação de manutenção, sendo NT (Sítio Nossa Terra) adubado com 300 kg ha<sup>-1</sup> de esterco suíno sempre que o agricultor refez os canteiros de produção. O solo de SS (Sítio Sintropia) recebeu os insumos Yoorin e cama de frango a cada três meses, e o solo de CB (Chácara Bindu) é adubado com Yoorin e Bokashi a cada quatro meses. Os agricultores dos SAF's CB e SS não souberam responder a quantidade exata de insumos utilizado na adubação de manutenção dos canteiros.

O insumo Yoorin é originado de pó de rocha silicatado. Trata-se de um fertilizante fosfatado enriquecido com silicato de magnésio e fundido em um forno elétrico à temperatura de 1550°C. É um produto higroscópico que não sofre deterioração. Ele é solúvel em ácido cítrico e recomendado para a agricultura orgânica (Yoorin Fertilizantes, 2018). O Bokashi, é um concentrado de composto orgânico, obtido a partir de uma mistura vegetal fermentada com microrganismos inoculantes (Carvalho & Rodrigues, 2007). Cada Bokashi possui níveis diferentes de macro e micronutrientes, em anexo segue o laudo com a porcentagem de nutrientes presentes nesse insumo utilizado na adubação do SAF CB.

Segundo informações colhidas dos produtores dos SAF's, os insumos foram aplicados a lanço e incorporados aos solos com o auxílio de trator tipo Tobata e/ou enxadas. Além dos adubos inseridos nos sistemas, os solos de todas as unidades amostrais possuíam cobertura vegetal formada por galhos, folhas e resíduos de colheita.

Tabela 3: Insumos aplicados nos solos estudado

SAF's	TM	CB	HS	SE	SS	SA	NT	FB
Insumos	Dose (kg ha <sup>-1</sup> )	Dose (kg ha <sup>-1</sup> )	Quantidade (kg ha <sup>-1</sup> )					
Esterco Bovino			10.000					300
Esterco equino			7.000					
Cama de frango	1.000			200	3.500	200	100	
Esterco suíno							300	
Pó de rocha			2.000	1.000	1.000			1.000
Calcário		1.000	4.000		1.000	1.000		
Cinza	5.000			7.000				
Yoorin	3.500	2.000		7.000	2.000			
Bokashi		20.000						

Os números da tabela 4 representam a porcentagem de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) presente em 100 kg dos insumos utilizados pelos produtores das unidades amostrais.

Tabela 4: Porcentagem de NPK presente em cada insumo

Insumos	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	Referência
Esterco Bovino	1,7	0,9	1,4	Ribeiro et al., 1999

<b>Cama de frango<sup>1</sup></b>	1,8	6,9	2,9	Valadão et al., 2011
<b>Esterco de equino</b>	1,4	0,5	1,7	Ribeiro et al., 1999
<b>Esterco suíno</b>	1,9	0,7	0,4	Ribeiro et al., 1999
<b>Pó de rocha</b>	-	-	8	Pádua, 2012
<b>Cinza</b>	0,2	0,3	0,5	Bellote et al., 2008
<b>Yoorin</b>	-	17,5	-	Yoorin fertilizantes, 2018
<b>Bokashi</b>	1,7	3,00	2,8	Lauda técnico <sup>2</sup>

%; em 100 kg de produto; <sup>1</sup> média de valores de 4 criadas; <sup>2</sup> em anexo

### 3.3. Exigência de macronutrientes pelas plantas

Os SAF's avaliados possuem cultivos biodiversos com consorciação de espécies vegetais arbóreas e olerícolas dentro das mesmas linhas de produção. Portanto, espera-se que os solos sejam adubados levando em consideração uma fertilidade mínima que seja capaz de suprir todas as culturas presentes nesses locais. Dessa forma, foram selecionadas cinco espécies arbóreas e seis olerícolas mais cultivadas entre os agricultores, de acordo com as tabelas 1 e 2.

As espécies selecionadas para as arbóreas foram: eucalipto (incluindo todas as espécies do gênero *Eucalyptus*), mamão (*Carica papaya*), banana (incluindo todas as espécies do gênero *Musa*), citros (incluindo todas as espécies do gênero *Citrus*) e café (incluindo todas as espécies do gênero *Coffea*). Porém, durante as coletas de solo, o SAF HS (Haras El Shaday) não possuía eucalipto e café. Já no SAF SA (Sítio Nossa Senhora Aparecida), havia apenas mamão e banana no meio do consórcio das variadas espécies olerícolas existente no local.

As principais olerícolas cultivadas por todos os agricultores responsáveis pelas unidades de estudo são: cenoura (*Daucus carota*), brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*), alface (*Lactuca sativa*), beterraba (*Beta vulgaris*), alho poró (*Allium ampeloprasum*) e jiló (*Solanum gilo*). No entanto, apenas o SAF TM (Terra Manitus) não entrou nesta discussão, pois durante as coletas de solo, o produtor não estava cultivando nenhuma das espécies olerícolas acima citadas.

Porém, foi utilizado dados referenciais secundários para analisar as exigências recomendadas de concentrações de NPK que devem estar presentes nos solos cultivados por cada espécie selecionada pelo estudo.

### **3.4. Quantidade de adubo necessário para cada cultura**

Foram calculados os valores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) recomendados para a produção de cada espécie, sendo selecionada as espécies mais cultivadas entre arbóreas e olerícolas presentes nos SAF's estudados.

Nos fertilizantes o nitrogênio, o fósforo e o potássio estão expressos na forma de N,  $P_2O_5$  e  $K_2O$ , assim para converter a forma elementar de P em  $P_2O_5$  os valores de P foram multiplicados pelo índice 2,29. A transformação elementar de K em  $K_2O$  foi feita através da multiplicação dos valores de K pelo índice 1,205.

Os valores médios de NPK exigidos para a produção de eucalipto refere-se à adubação de plantio em  $kg\ ha^{-1}$ , para solos com pH menor que 5 e com baixo teor de P-disponível conforme Wilcken et al. (2008). Os solos encontrados nas unidades de estudo, em seu estado natural, apresentam as características referentes para a aplicação dos insumos neste tipo de produção.

Para a produção de mamões, os valores médios de NPK recomendados foram retirados dos estudos de Fontes et al. (2010). Em relação à adubação básica para o plantio das bananeiras, os valores médios são sugeridos por Borges e Brasil (2000). No cultivo de citros, os valores médios receitados são encontrados em Azevêdo (2003), por fim para a produção de café os valores propostos de NPK foram retirados de Grip (1998). Os dados da dose de nutrientes exigidos na adubação do solo para a produção de hortaliças foram extraídos de Filgueira (2000). Todos os valores médios encontrados pelos pesquisadores citados acima são referentes a produções em monocultivos.

Os valores inseridos de NPK, corresponde a porcentagem desses nutrientes presentes nos insumos utilizados (Tabela 3) durante a adubação dos SAF's de cada unidade de estudo.

Para análise da proporção de NPK aplicados de fato em cada local, foi considerado o valor 1 como a quantidade ideal para cada cultura, sendo valores  $>$  (maior) ou  $<$  (menor) que 1 considerados com excesso ou déficit nutricional para cada cultura.

### 3.5. Coleta e análise química dos solos das unidades de estudo

As coletas de solo foram realizadas entre os meses de junho e julho de 2017. Cada área de estudo foi dividida em três sessões, de onde foram coletadas três amostras compostas de 30 amostras simples para cada sessão. As coletas foram realizadas nas profundidades de 0 – 20 cm com a utilização de um trado Holandês e retidas dentro dos canteiros de produção, sendo removidas plantas e restos vegetais da superfície do solo.

As amostras compostas, com massa de 500g, foram homogeneizadas, passadas em peneira de 2 mm (10 Mesh), secas ao ar por duas semanas (TFSA) e analisadas para teor de matéria orgânica (MO), pH em água, pH em  $\text{CaCl}_2$ , fósforo disponível,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Al}^{+3}$ ,  $\text{H}^+ + \text{Al}^{+3}$ , CTC a pH 7, soma de bases e saturação de bases.

Carbono orgânico (C-orgânico) foi determinado pelo Método da Combustão Úmida (Walkley-Black), e as concentrações de matéria orgânica (M.O.) foram estimadas a partir da multiplicação dos valores encontrados de C-orgânico por 1,724. A avaliação do pH foi feita através de um potenciômetro em solução 1:2,5 de solo-água (Embrapa, 1997).

O fósforo (P) e potássio (K) foram extraídos com solução Mehlich I ( $0,025 \text{ N H}_2\text{SO}_4 + 0,05 \text{ N HCl}$ ). As concentrações de P foram determinadas em um fotolorímetro a 660 nm e as concentrações de K foram determinadas em espectrofotômetro de absorção atômica com chama. Alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ ), cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) foram extraídos por meio de uma solução de KCl 1N. As concentrações de  $\text{Al}^{3+}$  foram estabelecidas por titulação com NaOH (0,01 N) e as concentrações de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  foram determinadas por espectrofotômetro de absorção atômica com chama. Determinou-se a acidez potencial ( $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ) através de uma solução tamponada de acetato de cálcio 0,5 M e posterior a titulação com NaOH 0,05 M (Embrapa, 1997).

Os cálculos para verificar a capacidade de troca catiônica (CTC a pH 7), a soma de bases (SB) e a porcentagem de saturação por bases (V%) foram obtidos por meio dos resultados encontrados. O nitrogênio (N) total do solo foi analisado pelo método de Kjeldahl de destilação (Embrapa, 1997).

Todas as análises foram feitas no laboratório Campo – Análises Agrícolas Ambientais, localizado na cidade de Paracatu-MG.

### 3.6. Análise de dados

Os valores referentes às médias e desvios padrões, juntamente com os valores correspondentes as proporções de NPK utilizados ao longo do estudo, foram calculados através do software MATLAB (Matrix Laboratory R2017b).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Fertilidade química dos solos

Os indicadores químicos da qualidade dos solos são ditados pelo teor de matéria orgânica (MO), acidez, conteúdo de nutrientes, elementos fitotóxicos e algumas relações como a saturação de bases (V%) e de alumínio (m) (Araújo et al., 2012).

A tabela 5 mostra dados sobre a fertilidade química dos tipos de solos encontrados nas áreas de estudo, sob condições nativas do cerrado sem histórico de perturbações antrópicas. Os Latossolos são reconhecidos como solos intemperizados, contendo uma baixa reserva de nutrientes (Correia et al., 2004). Os Cambissolos além de possuir a presença de cascalhos e silte, também são considerados solos ácidos e apresentam uma boa reserva nutricional para as plantas (Labor News, 2014).

Contudo, os resultados das análises de solos encontrados sob os SAF's estudados, mostrou grandes alterações nas propriedades químicas analisadas (Tabela 6). Isso decorre devido ao manejo utilizado pelos produtores para suas produções agrícolas.

Tabela 5: Dados obtidos sobre as características químicas encontradas em áreas de cerrado nativo sob Latossolos e Cambissolos

	<b>pH (H<sub>2</sub>O)</b>	<b>P (mg dm<sup>-3</sup>)</b>	<b>K (mg dm<sup>-3</sup>)</b>	<b>MO (dag kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>H + Al (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)</b>	<b>CTC (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)</b>	<b>SB (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)</b>	<b>V (%)</b>	<b>Referência</b>
<b>Latossolo</b>	4,7	3,3	37,9	4,3	9,9	11,5	1,7	23,5	Carneiro (2010)
<b>Cambissolo</b>	5,1	2,0	31,0	2,7	6,1	-*	-*	-*	Melloni et al (2001)

\*: dados não disponíveis; P: fósforo; K: potássio; MO: matéria orgânica; CTC: capacidade de troca catiônica; SB: soma de bases; V: saturação de bases; H+Al: acidez potencial

Tabela 6: Propriedades químicas analisadas sob os solos das unidades de estudo

Locais	TM	CB	HS	SE	SS	SA	NT	FB
<b>Propriedade</b>								
<b>pH (H<sub>2</sub>O)</b>	6,93 ±0,15	7,00 ±0,43	7,20 ±0,26	7,30 ±0,45	7,00 ±0,26	6,56 ±0,3	6,80 ±0,26	7,03 ±0,35
<b>pH (CaCl<sub>2</sub>)</b>	6,30 ±0,1	6,37 ±0,41	6,60 ±0,26	6,63 ±0,5	6,23 ±0,2	5,86 ±0,3	6,16 ±0,2	6,3 ±0,26
<b>MO (dag kg<sup>-1</sup>)</b>	4,06 ±0,47	4,13 ±0,25	4,0 ±0,36	4,23 ±0,15	4,40 ±0,20	2,90 ±0,55	3,70 ±0,40	4,13 ±0,25
<b>P-disponível (mg dm<sup>-3</sup>)</b>	20,80 ±13,00	166,60 ±31,75	645,70 ±170,10	168,90 ±42,90	197,20 ±30,81	16,40 ±1,80	41,43 ±27,37	38,90 ±40,80
<b>CTC (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)</b>	10,87 ±0,70	12,27 ±1,64	16,87 ±1,38	14,20 ±2,78	13,87 ±0,37	8,76 ±0,73	8,73 ±0,50	13,50 ±1,22
<b>N-total (%)</b>	0,20 ±0,00	0,03 ±0,05	0,10 ±0,00	0,06 ±0,05	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00	0,20 ±0,05
<b>K (mg dm<sup>-3</sup>)</b>	253,70 ±65,74	511,30 ±80,88	493,70 ±15,94	510,30 ±33,02	613,70 ±56,21	230,30 ±28,67	354,00 ±34,87	194,10 ±121,53
<b>SB (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)</b>	8,97 ±0,26	11,37 ±1,37	15,32 ±0,91	13,77 ±2,58	12,33 ±0,69	6,11 ±1,33	6,26 ±0,17	11,49 ±1,48
<b>V (%)</b>	82,70 ±3,10	93,00 ±2,60	91,0 ±1,70	97,00 ±1,00	89,00 ±2,60	69,30 ±9,30	71,70 ±2,10	85,00 ±4,60
<b>H + Al (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)</b>	1,90 ±0,45	0,86 ±0,37	1,53 ±0,49	0,43 ±0,23	1,53 ±0,28	2,63 ±0,63	2,46 ±0,35	2,00 ±0,45

Média, ± desvio padrão; N-total: nitrogênio total; MO: matéria orgânica; P-disponível: fósforo disponível, CTC: capacidade de troca catiônica; V: saturação de bases; K: potássio; SB: soma de bases; H+Al: acidez potencial

Os solos encontrados nas unidades de estudo são ácidos sob condições naturais (Tabela 5) e o valor de pH em água de 6,5 é considerado ideal para solos sob produção agrícola, porque nesse valor de pH há maior disponibilidade de nutrientes para as plantas, possibilitando um maior desenvolvimento do sistema radicular e aéreo das plantas (Sousa e Lobato, 2004). Apenas uma das áreas estudadas (Sítio Nossa Senhora Aparecida - SA) apresentou valor de pH em água próximo a 6,5. As demais áreas apresentaram solos variando de neutro a levemente alcalino (Tabela 6).

Vale ressaltar que o aumento do pH nos solos do Cerrado (> 7) pode reduzir a disponibilidade de determinados micronutrientes importantes para as culturas agrícolas, como o zinco, o boro, o manganês, o cobre e o ferro (Sousa e Lobato, 2004).

As concentrações de MO (matéria orgânica) e os valores de capacidade de troca catiônica (CTC) dos solos sob SAF são suficientes para garantir o desenvolvimento de plantas saudáveis (Pedroso Neto e Costa, 2012). Os valores encontrados (Tabela 6) são relevantes para avaliar a fertilidade dos solos, pois a matéria orgânica do solo (MOS) é um importante

reservatório de carbono, nutrientes e energia, sendo essencial para a fertilidade, produtividade e sustentabilidade de áreas agrícolas (Leite, 2004; Rossi et al., 2011).

Um solo com alta concentração de MO responde melhor aos mecanismos de recuperação naturais comparados a solos com baixos níveis de MO (Bonetti et al., 2017). Dessa forma, ela aumenta a infiltração e a retenção de água no solo e possui um alto fator de proteção contra a erosão (Costa et al., 2013). Caracterizar o comportamento e a composição da MO é fundamental para analisar os fatores que acontecem na sua dinâmica e estabilização, com isso podemos viabilizar práticas de manejo sustentáveis que possam contribuir para a preservação dos solos e promover a sustentabilidade dos agroecossistemas (Machado, 2014).

A MO apresenta cargas na superfície que são capazes de aumentar a CTC, principalmente em solos intemperizados, como os solos encontrados no estudo. Ela auxilia na disponibilidade e ciclagem de vários nutrientes, em especial os micronutrientes, regula a atividade de elementos fitotóxicos, como  $Al^{3+}$  e  $Mn^{2+}$ , e aumenta a biota do solo (Conceição et al., 2005; Zandonadi et al., 2014).

A tabela 6 mostra altos valores de CTC dentro dos sistemas estando diretamente relacionados aos valores de MO presente nos solos analisados, possibilitando maiores aportes de nutrientes.

O fósforo (P) é um nutriente essencial para o crescimento das plantas que desempenha um papel importante na manutenção da fertilidade e produtividade do solo (Prakash et al., 2018). A fixação de P geralmente depende do pH e do tipo de solo, sendo solos com pH baixo capaz de reter altas capacidades de P na fase sólida devido as suas elevadas concentrações de alumínio e ferro (Paul et al., 2018; Bucher et al., 2001). Os solos sob o Cerrado possuem grande deficiência de fósforo, sendo seus valores muito baixos desse nutriente (Tabela 5) uma grande limitação para o crescimento das plantas cultivadas no bioma (Lopes e Guilherme, 1994).

Quatro unidades de estudo apresentam em seus solos concentrações excessivas de P-disponível, com médias entre 166,6 a 645,7 mg dm<sup>-3</sup> (Chácara Bindu – CB; Sítio Estelina – SE; Sítio Sintropia – SS; e Haras El Shaday – HS) (Tabela 6). Nota-se que essas elevadas concentrações são consequências da grande quantidade de insumos colocadas dentro do sistema (Tabela 3), sendo os SAF's Chácara Bindu (CB) e Sítio Sintropia (SS) readubados com termofosfato (Yoorin), em um curto intervalo de tempo (3 a 4 meses). A utilização do termofosfato nesses locais representa, além de um meio para reter amônia presente nos

adubos orgânicos inseridos (bokashi, cama de frango, cama de cavalo e esterco bovino), um enriquecimento desses adubos em P, conforme relatado por Malavolta (1981).

Em solos argilosos como os encontrados nas unidades de estudo, os teores adequados de P para sistemas irrigados variam entre 6,1 a 20,0 mg dm<sup>-3</sup> (Sousa et al., 2004), no entanto, apenas o SAF SA (Sítio Nossa Senhora Aparecida) e TM (Terra Manitus) apresentam médias adequadas correspondentes (Tabela 6). Os solos sob os SAF's NT (Sítio Nossa Terra) e FB (Fazenda Bella) possuem médias de 41,4 a 38,9 mg dm<sup>-3</sup> respectivamente, consideradas altas (Sousa et al., 2004).

Concentrações excessivas de P-disponível causam deficiência de zinco no complexo de troca do solo e, conseqüentemente, nas plantas. O zinco (Zn) é um micronutriente que atua como cofator de um grande número de enzimas. No entanto, a elevação do pH também pode provocar deficiência de Zn nas plantas, de tal forma que o uso de P pode intensificar ainda mais esta deficiência, como relatado por Motta et al. (2007).

Em solos com pH entre 5,5 a 7,5, há uma diminuição do P-disponível em períodos variáveis de 1 a 6 anos, e essa diminuição acontece mais rapidamente quando o pH está muito acima da neutralidade (Malavolta, 1981). Isso condiz com os dados encontrados no SAF TM (Terra Manitus) que, apesar de ter aplicado uma grande quantidade de termofosfato (Yoorin) no solo (Tabela 3), suas concentrações de P-disponível são consideradas adequadas (Sousa et al., 2004).

Todavia, utilizando os dados da Embrapa para culturas de milho, Malavolta (1981) mostrou que, quanto maior a dose de P aplicada nos solos, menor será sua disponibilidade em função do tempo. Contudo, vale ressaltar que, com exceção do SAF SA, NT e FB, todos os agricultores responsáveis pelos SAF's estudados aplicaram altas doses de insumos fosfatados (Tabela 3).

As concentrações de potássio (K) encontradas nos solos estudados apresentam níveis altos em comparação aos encontrados na região do cerrado (Lopes e Guilherme, 1994) (Tabela 5 e 6). Esses valores de K podem ser justificadas devido à presença de um grande aporte de restos vegetais utilizados na cobertura dos solos, que se torna uma relevante fonte orgânica de K<sub>2</sub>O liberada durante o processo de decomposição, conforme relatado por Malavolta (2006).

As elevadas concentrações de K apresentam potencial de inibir a absorção de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (amônio) podendo competir por sítios de troca no solo, pois ambos são monovalentes e apresentam raios iônicos e isothermas de trocas similares. Natale et al. (2006) observaram que

o aumento das doses de K causou diminuição no teor de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e magnésio (Mg), assim o excesso de K pode causar desequilíbrio nutricional nas plantas, prejudicando a absorção e a utilização de outros nutrientes, como o  $\text{Ca}^{2+}$ , pois todos são nutrientes catiônicos que competem pelos mesmos sítios de absorção (Filgueira, 2000; Natale et al., 2006).

O nitrogênio (N) é o nutriente com maior demanda pelas culturas, sendo o único nutriente essencial que não é liberado pelo intemperismo dos minerais dos solos (Veras et al., 2016; Schulten e Schnitzer, 1998). Normalmente, solos contêm de 0,1 a 0,6 % de N nas camadas de 0-15 cm, representando de 2000 a 12000  $\text{kg ha}^{-1}$  (Cameron et al., 2013).

A MO, em essencial as frações húmicas, atua como um importante depósito e fornecedor de N para os microrganismos e as raízes das plantas, sendo que um percentual de 95% do total de N no solo encontra-se diretamente associado à MO (Schulten e Schitzer, 1998). Ao decomporem a MO, os microrganismos, através da sua demanda energética, mineralizam os compostos orgânicos, disponibilizando e imobilizando N no solo (Sousa e Lobato, 2004).

Os solos sob os SAF's apresentam altos níveis de MO (Sousa e Lobato, 2004). De acordo com esses valores, considerando que 1% de MO fornece 30  $\text{kg ha}^{-1}$  de N para as produções agrícolas (Sousa e Lobato, 2004), observa-se que, devido ao grande aporte de insumos fontes de N inseridos nos canteiros de produção, os SAF's encontram-se com excelentes níveis desse nutriente (Tabela 6).

As áreas estudadas apresentam solos em estado eutrófico com valores de saturação de bases superiores a 70% (Tabela 6). Os solos analisados receberam insumos que são fontes de bases (Tabela 3). Dessa forma, as bases ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^{+}$ ) dominam o complexo de troca catiônica desses solos em detrimento dos cátions que provocam acidez ( $\text{H}^{+}$  e  $\text{Al}^{+3}$ ). Portanto, para os cultivos agrícolas, os valores de soma e saturação de bases são considerados excelentes (Pedroso Neto e Costa, 2012).

A acidez dos solos pode levar a uma baixa produtividade agrícola, pois o excesso de íons  $\text{H}^{+}$  encontrados nos solos ácidos pode prejudicar o crescimento de raízes principais e secundárias (Fonseca e Cruz et al., 2004). Os solos analisados apresentam níveis baixos de acidez potencial ( $\text{H}^{+}$  e  $\text{Al}^{+3}$ ), de acordo com os padrões estabelecidos por Pedroso Neto e Costa (2012). Além disso, todas as unidades amostrais apresentaram valores de saturação de alumínio ( $v$ ) = 0, não apresentando saturação por alumínio. Portanto, os solos sob os SAF's possuem boas condições para o desenvolvimento das raízes das plantas inseridas dentro do sistema.

## 4.2. Exigência de macronutrientes pelas plantas

Durante a adubação e correção dos solos, cada cultura analisada exige diferentes concentrações de N (nitrogênio), P (fósforo) e K (potássio), além de elevados níveis pH e saturação de bases (V). Na tabela 7, verifica-se a dosagem ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) exigida de NPK para a adubação dos solos e os níveis de saturação de bases e pH necessários para o bom desenvolvimento de cada espécie avaliada.

Tabela 7: Dosagem ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de NPK e níveis de pH e V recomendadas para o cultivo de cada cultura avaliada

	<b>pH</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>V (%)</b>	<b>Referência</b>
<b>Eucalipto</b>	5,5 – 6	10	500	20	50-60	Gonçalves (1995); Wilcken et al. (2008)
<b>Mamão</b>	5,5 - 6,7	350	240	795	70-80	Fontes et al. (2010); Souza et al (2013)
<b>Banana</b>	5,5 – 7	200	120	450	60	Borges e Brasil (2000)
<b>Citros</b>	5,5-6,5	120	72	120	70	Azevêdo (2003); Magalhães (2005)
<b>Café</b>	5,6-6,5	120	137	145	50-60	Grip (1998); Mesquita et al (2016)
<b>Cenoura</b>	5,7 - 6,8	20	250-400	100-150	70-80	Filgueira (2000)
<b>Beterraba</b>	6 - 6,8	20	200-350	100-150	80	Filgueira (2000)
<b>Alho Poró</b>	6 - 6,8	40	250-350	120-150	—	Filgueira (2000)
<b>Jiló</b>	5,5 - 6,8	40	350-600	120-180	70	Filgueira (2000)
<b>Brócolis</b>	6,0 - 6,8	80	400-500	150-200	80	Filgueira (2000)
<b>Alface</b>	6,0 - 6,8	30	250-400	80-100	70	Filgueira (2000)

Cerca de 60% dos SAF's foram adubados com excesso de algum nutriente avaliado. Ao analisar o  $\text{P}_2\text{O}_5$ , considerando que 1,0 é o valor ideal para cada cultura, nota-se que os SAF's TM (Terra Manitus), CB (Chácara Bindu), SE (Sítio Estelina) e SS (Sítio Sintropia) apresentaram adubações excessivas desse nutriente para as culturas de arbóreas e olerícolas (Tabelas 8, 9, 10 e 11).

Apesar do excesso de  $\text{P}_2\text{O}_5$  inserido no solo, TM é uma das poucas unidades amostrais que apresentam níveis adequados desse nutriente para as produções agrícolas ( $20,80 \text{ mg dm}^{-3}$ ). Porém, as altas doses de insumos fosfatados adicionados no solo sob o SAF CB, SE e SS resultou em excedentes de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . As análises de fertilidade mostraram médias entre 166,60 a  $197,20 \text{ mg dm}^{-3}$ , consideradas muito altas em comparação com os níveis ideais para as produções ( $20,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ). Os altos teores desse nutriente podem causar maléficos ao solo, ao

ambiente e ter consequências negativas para a produção, sendo necessário uma observação maior dos produtores a respeito do tipo de adubação utilizado dentro do sistema.

Vale ressaltar que os SAF's CB e SS recebiam adubação de manutenção com um fertilizante fosfatado (Yoorin). Esse adubo, como mostrado na tabela 4, contém elevados níveis de  $P_2O_5$ , no entanto, devido aos altos níveis desse nutriente encontrados nas análises de solo, verificou-se que essa adubação é totalmente dispensável, pois os solos sob essas áreas possuem teor de  $P_2O_5$  maior do que necessário para as espécies cultivadas nos locais.

Em relação a  $K_2O$ , durante a adubação dos solos de TM e SE, as dosagens inseridas foram menores do que necessário para a maioria das culturas de arbóreas e olerícolas (Tabelas 8 e 10). Todavia, mesmo havendo uma deficiência de  $K_2O$  para a maioria das culturas, os SAF's TM e SE, apresentam altas concentrações desse nutriente (média de 253,70 e 510,30  $mg\ dm^{-3}$ , respectivamente).

Por ser móvel no solo, o potássio perde-se facilmente pela lixiviação. Porém, a habilidade do solo de reter esse nutriente depende fortemente da CTC e MO (Ribeiro et al., 2014). Como os solos de TM e SE possuem médias elevadas de CTC (10,87 e 14,20  $cmol_c\ dm^{-3}$ ), as altas exigências de  $K_2O$  das culturas avaliadas são supridas. O resultado mostra-se positivo, pois o potássio é um dos nutrientes que mais são acumulados pelas culturas, em especial a beterraba (Grangeiro et al., 2007).

Os SAF's CB e SS, apresentaram excessos nas dosagens de  $K_2O$  inseridas nos solos para a maioria das culturas avaliadas (Tabelas 9 e 11). Ao fazer um comparativo com as análises de solo dos locais, nota-se que esses excessos resultaram em elevadas concentrações de  $K_2O$ , apresentando médias de 511,30  $mg\ dm^{-3}$  para CB e 613,70  $mg\ dm^{-3}$  para SS.

O alto nível de potássio na adubação pode trazer tanto malefícios quanto benefícios para as culturas arbóreas. Por exemplo, para os cítricos, a grande quantidade desse nutriente é benéfica para a produção, aumentando o tamanho dos frutos, da espessura e rugosidade da casca e o aumento de vitamina C (Mourão Filho, 1994). Para a produção de mamão, o potássio promove uma maior produtividade e qualidade dos frutos, portanto uma quantidade excessiva de  $K^+$  pode provocar um excesso do crescimento vegetativo desses frutos, com qualidade inferior e aspecto aquoso (Corrêa e Fernandes, 1994).

Ao analisar as dosagens exigidas e aplicadas de N para as culturas cultivadas nos SAF's TM, CB, SE e SS percebe-se que houve déficit (TM e SS) e excesso (CB e SS) desse nutriente nas quatro unidades amostrais (Tabelas 8, 9, 10 e 11). No entanto, o nível de N

encontrado nesses locais é capaz de suprir as necessidades nutricionais exigidas por todas as culturas, isso ocorre devido ao elevado nível de MO presente nessas unidades.

Considerando o pH (6,93) e a porcentagem de saturação de bases (V) (82,70), segundo esses parâmetros, o solo presente sob o SAF TM corresponde com os valores exigidos (Tabela 7) pelas culturas arbóreas analisadas, sendo possível o desenvolvimento dessas espécies no mesmo local de produção.

Os valores de pH e saturação de bases (V) encontrados no solo sob os SAF's CB (pH: 7,0; V: 93,0), SE (pH: 7,3; V: 97,0) e SS (pH: 7,0; V: 89,0), estão acima daqueles exigidos pelas culturas avaliadas (Tabela 7). No entanto, esses valores correspondem a solos em estado eutrófico, possuindo uma menor toxicidade por  $Al^{3+}$ , facilitando um maior desenvolvimento radicular das plantas e maior absorção de água e nutrientes, possibilitando uma maior produtividade agrícola. Porém, o aumento do pH pode reduzir a disponibilidade de determinados micronutrientes prejudicando determinadas culturas, em especial a produção de banana e olerícolas, conforme relatos de Borges e Brasil (2000) e Sousa e Lobato (2004).

Segundo Natale e Rozane (2018), ao aplicar um fertilizante, seja ele orgânico ou químico, deve-se considerar a dinâmica de absorção de nutriente pela planta, evitando, além da incompatibilidade, a disponibilidade excessiva no solo, gerando desequilíbrios na absorção de outros nutrientes. Portanto, aplicações altas de fertilizantes, além de provocar desequilíbrios nutricionais, podem poluir o ambiente e tornar a prática antieconômica

Tabela 8: Doses exigidas e aplicadas de NPK durante a adubação do solo para as culturas de arbóreas, e as proporções presentes no solo de TM de cada nutriente

Nutriente → Espécie ↓	Dose de N aplicado/Dose de N exigido (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporção de N aplicado	Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aplicado/Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> exigido (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporção de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aplicado	Dose de K <sub>2</sub> O aplicado/Dose de K <sub>2</sub> O exigido (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporção de K <sub>2</sub> O aplicado	Referência
<b>Eucalipto</b>	18 <sup>1</sup> /10	1,8	697 <sup>2</sup> /500	1,4	54 <sup>3</sup> /20	2,7	Wilcken et al (2008)
<b>Mamão</b>	18/350	0,1	697/240	2,9	54/795	0,1	Fontes el al (2010)
<b>Banana</b>	18/200	0,1	697/120	5,8	54/450	0,1	Borges e Brasil (2000)
<b>Citros</b>	18/120	0,1	697/72	9,7	54/120	0,4	Azevedo (2003)
<b>Café</b>	18/120	0,1	697/137	5,0	54/145	0,4	Grip (1998)

<sup>1</sup>Soma da quantidade de N aplicado (18 – cama de frango, 10 – cinza); <sup>2</sup>Soma da quantidade de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicado (613 – yoorin, 69 – cama de frango, 15 – cinza); <sup>3</sup>Soma da quantidade de K aplicado (25 – cinza; 29 – cama de frango)

Tabela 9: Doses exigidas e aplicadas de NPK durante a adubação do solo de CB para as culturas de arbóreas e de olericultura, e as proporções presentes no solo de cada nutriente

Nutriente → Espécie ↓	Dose de N aplicado/Dose de N exigido (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporção de N aplicado	Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aplicado/Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> exigido (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporção de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aplicado	Dose de K <sub>2</sub> O aplicado/Dose de K <sub>2</sub> O exigido (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporção de K <sub>2</sub> O aplicado	Referência
<b>ARBÓREAS</b>							
<b>Eucalipto</b>	344/10	34,4	950 <sup>1</sup> /500	1,9	554/20	27,7	Wilcken et al (2008)
<b>Mamão</b>	344/350	1,0	950/240	3,9	554/795	0,7	Fontes el al (2010)
<b>Banana</b>	344/200	1,7	950/120	7,9	554/450	1,2	Borges e Brasil (2000)
<b>Citros</b>	344/120	2,9	950/72	13,2	554/120	4,6	Azevedo (2003)
<b>Café</b>	344/120	2,9	950/137	6,9	554/145	3,8	Grip (1998)
<b>OLERÍCOLAS</b>							
<b>Cenoura</b>	344/20	17,2	950/400	2,4	554/150	3,7	Filgueira (2000)
<b>Brócolis</b>	344/80	4,3	950/500	1,9	554/200	2,8	Filgueira (2000)
<b>Alface</b>	344/30	11,5	950/400	2,4	554/100	5,5	Filgueira (2000)
<b>Beterraba</b>	344/20	17,2	950/350	2,7	554/150	3,7	Filgueira (2000)
<b>Alho Poró</b>	344/40	8,6	950/350	2,7	554/150	3,7	Filgueira (2000)
<b>Jiló</b>	344/40	8,6	950/600	1,6	554/180	3,1	Filgueira (2000)

<sup>1</sup>Soma da quantidade de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicado (350 – yoorin, 600 – Bokashi)

Tabela 10: Doses exigidas e aplicadas de NPK durante a adubação do solo de SE para as culturas de arbóreas e de olericultura, e as proporções presentes no solo de cada nutriente

Nutriente → Espécie ↓	Dose de N aplicado/Dose de N exigido (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporção de N aplicado	Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aplicado/Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> exigido (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporção de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aplicado	Dose de K <sub>2</sub> O aplicado/Dose de K <sub>2</sub> O exigido (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporção de K <sub>2</sub> O aplicado	Referência
--------------------------	---	-------------------------	---	---	---	--	------------

ARBÓREAS							
<b>Eucalipto</b>	18 <sup>1</sup> /10	1,8	1260 <sup>2</sup> /500	2,5	121 <sup>3</sup> /20	6,0	Wilcken et al (2008)
<b>Mamão</b>	18/350	0,1	1260/240	5,2	121/795	0,1	Fontes el al (2010)
<b>Banana</b>	18/200	0,1	1260/120	10,5	121/450	0,3	Borges e Brasil (2000)
<b>Citros</b>	18/120	0,1	1260/72	17,5	121/120	1,0	Azevedo (2003)
<b>Café</b>	18/120	0,1	1260/137	9,1	121/145	0,8	Grip (1998)
OLERÍCOLAS							
<b>Cenoura</b>	18/20	0,9	1260/400	3,1	121/150	0,8	Filgueira (2000)
<b>Brócolis</b>	18/80	0,2	1260/500	2,5	121/200	0,6	Filgueira (2000)
<b>Alface</b>	18/30	0,6	1260/400	3,1	121/100	1,2	Filgueira (2000)
<b>Beterraba</b>	18/20	0,9	1260/350	3,6	121/150	0,8	Filgueira (2000)
<b>Alho Poró</b>	18/40	0,4	1260/350	3,6	121/150	0,8	Filgueira (2000)
<b>Jiló</b>	18/40	0,4	1260/600	2,1	121/180	0,7	Filgueira (2000)

<sup>1</sup>Soma da quantidade de N aplicado (4 – cama de frango, 14 – cinza); <sup>2</sup>Soma da quantidade de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicado (1225 – yoorin, 14 – cama de frango, 21 – cinza); <sup>3</sup>Soma da quantidade de K<sub>2</sub>O aplicado (80 – pó de rocha, 35 – cinza, 6 – cama de frango)

Tabela 11: Doses exigidas e aplicadas de NPK durante a adubação do solo de SS para as culturas de arbóreas e de olericultura, e as proporções presentes no solo de cada nutriente

Nutriente → Espécie ↓	Dose de N aplicado/Dose de N exigido (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporção de N aplicado	Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aplicado/Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> exigido (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporção de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aplicado	Dose de K <sub>2</sub> O aplicado/Dose de K <sub>2</sub> O exigido (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporção de K <sub>2</sub> O aplicado	Referência
ARBÓREAS							
<b>Eucalipto</b>	63/10	6,3	592 <sup>1</sup> /500	1,2	182 <sup>2</sup> /20	9,1	Wilcken et al (2008)
<b>Mamão</b>	63/350	0,2	592/240	2,5	182/795	0,2	Fontes el al (2010)
<b>Banana</b>	63/200	0,3	592/120	4,9	182/450	0,4	Borges e Brasil (2000)
<b>Citros</b>	63/120	0,5	592/72	8,2	182/120	1,5	Azevedo

							(2003)
<b>Café</b>	63/120	0,5	592/137	4,3	182/145	1,2	Grip (1998)
OLERÍCOLAS							
<b>Cenoura</b>	63/20	3,1	592/400	1,5	182/150	1,2	Filgueira (2000)
<b>Brócolis</b>	63/80	0,8	592/500	1,2	182/200	0,9	Filgueira (2000)
<b>Alface</b>	63/30	2,1	592/400	1,5	182/100	1,8	Filgueira (2000)
<b>Beterraba</b>	63/20	3,1	592/350	1,7	182/150	1,2	Filgueira (2000)
<b>Alho Poró</b>	63/40	1,6	592/350	1,7	182/150	1,2	Filgueira (2000)
<b>Jiló</b>	63/40	1,6	592/600	1,0	182/180	1,0	Filgueira (2000)

<sup>1</sup>Soma da quantidade de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicado (350 – yoorin, 242 – cama de frango); <sup>2</sup>Soma da quantidade de K<sub>2</sub>O aplicado (80 – pó de rocha, 102 – cama de frango)

O SAF HS (Haras El Shaday) foi a única unidade de estudo que apresentou deficiência de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e excesso de N e K<sub>2</sub>O nas dosagens de insumos exigidas para a maioria das culturas avaliadas.

Ao observar as análises de solo da unidade HS, existe uma divergência nos valores das concentrações de nitrogênio e fósforo encontrados no solo. Apesar de apresentar excessos para a maioria das produções, a concentração de N dispõe de níveis ideais desse nutriente, podendo ser decorrente da grande quantidade de MO encontrada.

Vale ressaltar que o nível elevado de N pode ocasionar queima das folhas, suscetibilidade a certas doenças e crescimento vegetativo exagerado (Filgueira, 2000). Dessa forma, é recomendado uma dosagem menor do que exigido pelas culturas, já que o erro é facilmente corrigido, mas o excesso pode ocasionar em desastres agrônômicos e/ou econômicos, assim como relatado por Filgueira (2000).

Sobre os níveis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dos oito locais de estudo, HS foi o que apresentou a maior concentração desse nutriente, com média de 645,70 mg dm<sup>-3</sup>. Assim, comparando aos valores detectados das proporções de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicado para o cultivo das variadas espécies analisadas (Tabela 12), percebe-se uma grande discrepância entre as análises.

O excesso de K<sub>2</sub>O inseridos na adubação do solo sob HS, resultou em um alto valor de K<sub>2</sub>O encontrado na análise de solo (média de 493,70 mg dm<sup>-3</sup>). Isso pode ser decorrente a

falta de informações anteriores sobre a fertilidade do solo da área, pois o agricultor responsável pela produção fez as devidas recomendações para a correções e adubação do solo, sem antes verificar uma possível análise anterior do solo. Sendo essa uma das hipóteses do elevado nível de  $P_2O_5$  e  $K_2O$  encontrado no local.

Uma outra hipótese sobre o excesso de P encontrado nesse SAF, baseia-se na teoria que esse nutriente dispõe de pouca mobilidade na maioria dos solos, permanecendo onde é colocado, seja pelo intemperismo dos minerais ou adubação, conforme Klein e Agne (2012). Como o sistema não possuía irrigação, e o P, para se movimentar por difusão, necessita de umidade, sua absorção pelas plantas pode ficar comprometida (Klein e Agne, 2012). Dessa forma, as concentrações excessivas de P encontradas no solo sob o SAF HS podem ser devido a essas informações.

O fósforo e o potássio são nutrientes essenciais para a produtividade e qualidade dos produtos olerícolas, sendo essas culturas exigentes nessas duas substâncias (Filgueira, 2000). No entanto, as aplicações excessivas de P e K podem desequilibrar a absorção de outros nutrientes como o zinco e o cálcio (Filgueira, 2000). Nesse sentido, o excesso de fósforo (P) nas culturas agrícolas pode ocasionar uma redução no crescimento das plantas acarretada por um desequilíbrio nutricional causado pelo retardamento da absorção e translocação de zinco, ferro e cobre (Sousa e Lobato, 2004).

Tabela 12: Doses exigidas e aplicadas de NPK durante a adubação do solo de HS para as culturas de arbóreas e de olericultura, e as proporções presentes no solo de cada nutriente

Nutriente → Espécie ↓	Dose de N aplicado/Dose de N exigido (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporção de N aplicado	Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aplicado/Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> exigido (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporção de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aplicado	Dose de K <sub>2</sub> O aplicado/Dose de K <sub>2</sub> O exigido (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporção de K <sub>2</sub> O aplicado	Referência
<b>ARBÓREAS</b>							
<b>Mamão</b>	268 <sup>1</sup> /350	0,8	125 <sup>2</sup> /240	0,5	419 <sup>3</sup> /795	0,5	Fontes et al (2010)
<b>Banana</b>	268/200	1,3	125/120	1,04	419/450	0,9	Borges e Brasil (2000)
<b>Citros</b>	268/120	2,2	125/72	1,7	419/120	3,5	Azevedo (2003)
<b>OLERÍCOLAS</b>							
<b>Cenoura</b>	268/20	13,4	125/400	0,3	419/150	2,8	Filgueira (2000)
<b>Brócolis</b>	268/80	3,3	125/500	0,2	419/200	2,0	Filgueira (2000)

<b>Alface</b>	268/30	8,9	125/400	0,3	419/100	4,1	Filgueira (2000)
<b>Beterraba</b>	268/20	13,4	125/350	0,3	419/150	2,8	Filgueira (2000)
<b>Alho Poró</b>	268/40	6,7	125/350	0,4	419/150	2,8	Filgueira (2000)
<b>Jiló</b>	268/40	6,7	125/600	0,4	419/180	2,3	Filgueira (2000)

<sup>1</sup>Soma da quantidade de N aplicado (170 – esterco bovino, 98 – esterco equino); <sup>2</sup>Soma da quantidade de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicado (90 – esterco bovino, 35 – esterco equino); <sup>3</sup>Soma da quantidade de K<sub>2</sub>O aplicado (160 – pó de rocha, 140 – esterco bovino, 119 – esterco equino)

As quantidades de nutrientes aplicados nos SAF's SA (Sítio Nossa Senhora Aparecida), NT (Sítio Nossa Terra) e FB (Fazenda Bella), não são suficientes para suprir as demandas nutricionais exigidas pelas culturas presentes no local.

A adubação dos solos necessita ser baseada nas análises químicas, tendo como objetivo adicionar a quantidade nutricional exigida pelas culturas, melhorando assim a eficiência da adubação (Silva, 2013). Contudo, os SAF's avaliados não possuíam uma análise química anterior à adubação.

Ao verificar os resultados de fertilidade, observou-se que apesar das tabelas 13, 14 e 15 mostrarem uma adubação ineficiente para as culturas avaliadas, as médias de NPK nos solos dos SAF's SA (N: 0,1%; P: 16,40 mg dm<sup>-3</sup>; K: 230,30 mg dm<sup>-3</sup>) NT (N: 0,1%; P: 41,43 mg dm<sup>-3</sup>; K: 354,00 mg dm<sup>-3</sup>) e FB (N: 0,2%; P: 38,87 mg dm<sup>-3</sup>; K: 194,10 mg dm<sup>-3</sup>), são suficientes para suprir as necessidades nutricionais das espécies vegetais produzidas no local.

Vale destacar que o SAF SA, em comparação com os outros locais de estudo, é o único sistema que apresenta bons níveis de nutrientes, não possuindo demasiado excesso de NPK no seu solo.

Os resultados encontrados sobre o nível de fertilidade dos solos sob os SAF's SA, NT e FB são baseados em algumas hipóteses. Os altos níveis de nutriente podem ser devido ao grande aporte de MO presente nos solos podendo elevar os níveis de N e K<sub>2</sub>O através do processo de decomposição, conforme observado em Malavolta (2006). Outra aplicação pode estar relacionada à adubação orgânica utilizada pelos produtores.

Os valores de pH e saturação de bases (V) encontrados nos SAF's SA (pH: 6,5; V: 69,3), NT (pH: 6,8; V: 71,7) e FB (pH: 7,0; V: 85,0), corresponde com os valores exigidos (Tabela 7) pela maioria das culturas analisadas, permitindo um bom desenvolvimento de todas as espécies cultivadas na área.

A adubação colocada pelos agricultores nos solos supre as necessidades nutricionais das culturas avaliadas, muito embora as tabelas 13, 14 e 15 mostrem que essa adubação se encontra inferior ao recomendado. Isso pode decorrer devido que os solos presumivelmente possuíam uma quantidade razoável de nutrientes, sendo as possíveis adubações anteriores a análise química, ter aumentando o padrão de fertilidade do local devido aos insumos posteriormente adicionados.

Tabela 13: Doses exigidas e aplicadas de NPK durante a adubação do solo de SA para as culturas de arbóreas e de olericultura, e as proporções presentes no solo de cada nutriente

Nutriente → Espécie ↓	Dose de N aplicado/Dose de N exigido (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporção de N aplicado	Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aplicado/Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> exigido/ (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporção de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aplicado	Dose de K <sub>2</sub> O aplicado/Dose de K <sub>2</sub> O exigido/ (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporção de K <sub>2</sub> O aplicado	Referência
<b>ARBÓREAS</b>							
<b>Mamão</b>	4/350	0,01	14/240	0,1	6/795	0,01	Fontes el al (2010)
<b>Banana</b>	4/200	0,02	14/120	0,1	6/450	0,01	Borges e Brasil (2000)
<b>OLERÍCOLAS</b>							
<b>Cenoura</b>	4/20	0,2	14/400	0,03	6/150	0,04	Filgueira (2000)
<b>Brócolis</b>	4/80	0,1	14/500	0,02	6/200	0,03	Filgueira (2000)
<b>Alface</b>	4/30	0,1	14/400	0,03	6/100	0,06	Filgueira (2000)
<b>Beterraba</b>	4/20	0,2	14/350	0,04	6/150	0,04	Filgueira (2000)
<b>Alho Poró</b>	4/40	0,1	14/350	0,04	6/150	0,04	Filgueira (2000)
<b>Jiló</b>	4/40	0,1	14/600	0,02	6/180	0,03	Filgueira (2000)

Tabela 14: Doses exigidas e aplicadas de NPK durante a adubação do solo de NT para as culturas de arbóreas e de olericultura, e as proporções presentes no solo de cada nutriente

Nutriente → Espécie ↓	Dose de N aplicado/Dose de N exigido (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporção de N aplicado	Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aplicado/Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> exigido (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporção de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aplicado	Dose de K <sub>2</sub> O aplicado/Dose de K <sub>2</sub> O exigido (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporção de K <sub>2</sub> O aplicado	Referência
--------------------------	---	-------------------------	---	---	---	--	------------

ARBÓREAS							
<b>Eucalipto</b>	8 <sup>1</sup> /10	0,8	9 <sup>2</sup> /500	0,01	4 <sup>3</sup> /20	0,2	Wilcken et al (2008)
<b>Mamão</b>	8/350	0,02	9/240	0,03	4/795	0,01	Fontes el al (2010)
<b>Banana</b>	8/200	0,04	9/120	0,1	4/450	0,01	Borges e Brasil (2000)
<b>Citros</b>	8/120	0,1	9/72	0,1	4/120	0,03	Azevedo (2003)
<b>Café</b>	8/120	0,06	9/137	0,06	4/145	0,02	Grip (1998)
OLERÍCOLAS							
<b>Cenoura</b>	8/20	0,4	9/400	0,02	4/150	0,02	Filgueira (2000)
<b>Brócolis</b>	8/80	0,1	9/500	0,01	4/200	0,02	Filgueira (2000)
<b>Alface</b>	8/30	0,2	9/400	0,02	4/100	0,04	Filgueira (2000)
<b>Beterraba</b>	8/20	0,4	9/350	0,02	4/150	0,02	Filgueira (2000)
<b>Alho Poró</b>	8/40	0,2	9/350	0,02	4/150	0,02	Filgueira (2000)
<b>Jiló</b>	8/40	0,2	9/600	0,01	4/180	0,02	Filgueira (2000)

<sup>1</sup>Soma da quantidade de N aplicado (2 – cama de frango, 6 – esterco de porco); <sup>2</sup>Soma da quantidade de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicado (7 – cama de frango, 2 – esterco de porco); <sup>3</sup>Soma da quantidade de K<sub>2</sub>O aplicado (3 – cama de frango, 1 – esterco de porco)

Tabela 15: Doses exigidas e aplicadas de NPK durante a adubação do solo de FB para as culturas de arbóreas e de olericultura, e as proporções presentes no solo de cada nutriente

Nutriente → Espécie ↓	Dose de N aplicado/Dose de N exigido (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporção de N aplicado	Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aplicado/Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> exigido (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporção de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aplicado	Dose de K <sub>2</sub> O aplicado/ Dose de K <sub>2</sub> O exigido (kg ha <sup>-1</sup> )	Proporção de K <sub>2</sub> O aplicado	Referência
ARBÓREAS							
<b>Eucalipto</b>	5/10	0,5	3/500	0,01	84 <sup>1</sup> /20	4,2	Wilcken et al (2008)
<b>Mamão</b>	5/350	0,01	3/240	0,01	84/795	0,1	Fontes el al (2010)
<b>Banana</b>	5/200	0,02	3/120	0,02	84/450	0,2	Borges e Brasil (2000)
<b>Citros</b>	5/120	0,04	3/72	0,04	84/120	0,7	Azevedo

							(2003)
<b>Café</b>	5/120	0,04	3/137	0,02	84/145	0,5	Grip (1998)
OLERÍCOLAS							
<b>Cenoura</b>	5/20	0,2	3/400	0,01	84/150	0,6	Filgueira (2000)
<b>Brócolis</b>	5/80	0,1	3/500	0,01	84/200	0,4	Filgueira (2000)
<b>Alface</b>	5/30	0,2	3/400	0,01	84/100	0,8	Filgueira (2000)
<b>Beterraba</b>	5/20	0,2	3/350	0,01	84/150	0,6	Filgueira (2000)
<b>Alho Poró</b>	5/40	0,1	3/350	0,01	84/150	0,6	Filgueira (2000)
<b>Jiló</b>	5/40	0,1	3/600	0,01	84/180	0,5	Filgueira (2000)

<sup>1</sup>Soma da quantidade de K<sub>2</sub>O aplicado (4 – esterco bovino; 80 – pó de rocha)

## 5. CONCLUSÕES

O estudo mostrou que a maioria dos solos estudados sob SAF encontravam-se desbalanceados para a produção agroflorestal. Portanto, é eminente a necessidade de uma análise de solo anterior à adubação, para que assim os produtores possam inserir a dosagem correta de insumos orgânicos evitando gastos desnecessários com adubos e uma saturação nutricional nos solos.

Pode-se concluir que há uma divergência entre os padrões encontrados na análise química e naqueles vistos para a produção de culturas arbóreas e olerícolas, sendo necessário um histórico de adubação da área. Contudo, por se tratar de um sistema biodiverso, ainda não há recomendações agronômicas adequadas para esse tipo de cultivo, ou seja, não existem receitas técnicas únicas específicas para adubação desses solos. Portanto, constatou-se as dificuldades de analisar os valores de nutrientes necessários para cada cultura.

Assim, os valores de fertilidade encontrados nos solos sob os SAF's diferem dos tradicionalmente observados em outros sistemas de cultivo. Isso pode ocorrer devido ao grande aporte de matéria orgânica existente, tornando os nutrientes mais disponíveis ao complexo de troca no solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, M. I. **Qualidade física do solo em sistemas agroflorestais**. 2008. 79 f. Dissertação (Mestrado em solos e nutrição de plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- ARAÚJO, E. A. de. et al. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. **Pesquisa aplicada e agrotecnologia**, v. 5, n. 1, p. 187-206, 2012.
- ARMANDO, M. S. et al. **Agrofloresta para a agricultura familiar**. Circular técnica n. 16. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, 2002.
- AZEVÊDO, C. L. L. Sistema de produção de citros para o nordeste. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2003.
- BANDOLIN, T. H.; FISHER, R. F. Agroforestry systems in North America. **Agroforestry systems**, v. 28, p. 95-118, 1991.
- BARDHAN, S. et al. Homegarden agroforestry systems: an intermediary for biodiversity conservation in Bangladesh. **Agroforestry systems**, v. 85, p. 29-34, 2012.
- BELLOTE, A. F. J.; DEDECEK, R. A.; SILVA, H. D. da. Nutrientes minerais, biomassa e deposição de serapilheira em plantio de *Eucalyptus* com diferentes sistemas de manejo e resíduos florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 56, p. 31-41, 2008.
- BONETTI, J. de A. et al. Resilience of soils with different texture, mineralogy and organic matter under long-term conservation systems. **Soil & Tillage Research**, v. 174, p. 104-112, 2017.
- BORGES, A. L.; BRASIL, E. C. **Adubação. Embrapa Amazônia Oriental - capítulo em livro científico (ALICE)**, 2000
- BORGUINI, R. G.; TORRES, E. A. F. S. Alimentos orgânicos: qualidade nutritiva e segurança do alimento. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 13, n.2, p. 64-75, 2006.
- BRASIL, Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências, Brasília, DF, dez 2003.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 429, de 28/02/2011**. Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente – APPs.
- BUCHER, M.; RAUSCH, C. DARAM, P. Molecular and biochemical mechanisms of phosphorus uptake into plants. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 164, n. 2, p. 209-217, 2001.
- CAMERON, K. C.; DI, H. J.; MOIR, J. L. Nitrogen losses from the soil/plant system: a review. **Annals of applied biology**, v. 162, p. 145-173, 2013.

CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P. J. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 18, n.3, p. 69-101, 2001.

CARNEIRO, S. P. **Qualidade de um Latossolo Vermelho sob diferentes tipos de usos e manejos em área do cerrado**. 2010. 125 f. Dissertação (Mestrado em Geografia e Análise Ambiental) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CARVALHO, J. O. M. de; RODRIGUES, C. D. S. **Bokashi**: composto fermentado para a melhoria da qualidade do solo. Rondônia, 2007. 3p. Folder elaborado pela Embrapa Rondônia.

CASANOVA-LUGO, F. et al. Environmental services from tropical agroforestry systems. **Revista chapingo serie ciencias forestales y del ambiente**, v. 22, n. 3, p. 269-284, 2016.

CASTELO BRANCO, M. et al. Agricultura apoiada pela comunidade: poderia a experiência dos agricultores americanos ser útil para os agricultores urbanos brasileiros? **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 1, jan/mar 2011.

CONCEIÇÃO, P. C. et al. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n.5, p. 777-788, 2005.

CORRÊA, L. de S.; FERNANDES, F. M. Importância da adubação na qualidade de frutas tropicais (Abacaxi e mamão). In: SÁ, M. E. de; BUZZETI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994, p. 177-188.

CORREIA, J. R.; REATTO, A.; SPERA, S. T. Solos e suas relações com o uso e o manejo. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. **Cerrado correção do solo e adubação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, 2. ed. p. 29-61.

COSTA, E. M.; SILVA, H. F.; RIBEIRO, P. R. A. Matéria orgânica no solo e o seu papel na manutenção e produtividade de sistemas agrícolas. **Enciclopédia Biosfera: Centro científico conhecer**, v. 9, n. 17, p. 1842-1860, 2013.

CUNHA, E. Q. et al. Atributos químicos de solo sob produção orgânica influenciados pelo preparo e por plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 10, p. 1021-1029, 2011.

DAROLT, M. R. Comparação da qualidade do alimento orgânico com o convencional. In: STRIGHETA, P. C.; MUNIZ, J. N. **Alimentos orgânicos: produção, tecnologia e certificação**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003, 1. ed. p. 289-312.

DUBOC, E. Sistemas agroflorestais e o cerrado. **Savanas: desafios estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. v. 31, p. 965-985, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1997. 212p.

FARREL, J. G.; ALTIERI, M. A. Sistemas agroflorestais. In: ALTIERI, M. **Agroecologia: Bases científicas para a agricultura sustentável**, 3 ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012. 400p.

FILGUEIRA, F. A. R. Solo, nutrição e adubação. In: \_\_\_\_\_. **Novo manual de olericultura, agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Ed. UFV, 2000. p. 40-62.

FONSECA E CRUZ, C. A. et al. Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). **Scientia Forestalis**, n. 66, p. 100-107, 2004.

FONTANÉTTI, A. et al. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura brasileira**, v. 24, n. 2, 2006.

FONTES, R. V. et al. Diferentes espaçamentos de plantio e níveis de adubação sobre a atividade da redutase do nitrato em folhas do híbrido de mamoeiro UENF/CALIMAN-01. **Revista brasileira de fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1138-1145, 2010.

GONÇALVES, J. L. de M. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica. **Documentos florestais**, v. 15, p. 1-23, 1995.

GÖTSCH, E. **O renascer da agricultura**. Ed. AS-PTA - Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, Rio de Janeiro, 1999.

GRANGEIRO, L. C. et al. Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. **Ciências Agrotécnicas**, v. 31, n. 2, p. 267-273, 2007.

GREGIO, J. V.; SILVA, R. K. A. da; CANDIOTTO, L. Z. P. Sistema agroflorestal sucessional: relato de uma experiência de implantação. **Seminário internacional sobre desenvolvimento regional**. Santa Cruz do Sul-RS, setembro de 2017.

GRIP, R. **Café: adubação e produção**. 1998. Disponível em: <http://ruygripp.com.br/cafe-adubacao-de-producao/>. Acesso em: 26 de setembro de 2018.

JOSE, S. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. **Agroforestry systems**, v. 76, p. 1-10, 2009.

KLEIN, C.; AGNE, S. A. A. Fósforo: de nutriente à poluente. **Revista eletrônica em gestão educação e tecnologia ambiental**, v. 8, n. 8, p. 1713-1721, 2012.

LABOR NEWS. **Conhecendo os solos brasileiros: Cambissolos**, 2014. Disponível em: <https://www.laborsolo.com.br/analise-quimica-de-solo/conhecendo-os-solos-brasileiros-cambissolos/>. Acesso em: 21 ago. 2018.

LEITE, L. F. C. **Matéria orgânica do solo**. Embrapa Meio-Norte, documentos 97. Teresina, 2004.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. A. G. **Solos sob Cerrado: manejo da fertilidade para a produção agropecuária**. Boletim técnico n. 5. ANDA, São Paulo, 2 ed. 1994.

MACHADO, L. V. et al. Fertilidade e compartimento da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo. **Coffe Science**, v. 9, n. 3, p. 289-299, 2014.

MAGALHÃES, A. F. de J. Nutrição, calagem e adubação. In: SANTOS FILHO, H. P.; MAGALHÃES, A. F. de J.; COELHO, Y da S. **Citros: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: EMBRAPA, 2005, p. 83-102.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola adubos e adubação**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1981, 3 ed. 595 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 2006, 638 p.

MELLONI, R. *et al.* Características biológicas de solos sob mata ciliar e campo cerrado no sul de Minas Gerais. **Ciência e agrotecnologia**, v. 25, n. 1, p. 7-13, 2001.

MESQUITA, C. M. *et al.* **Manual do café: implantação de cafezais *Coffea arabica* L.** Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016, 50 p.

MICCOLIS, A. *et al.*, 2016. **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

MORAES, M. F. Qualidade de alimentos: ciência do solo e a saúde humana. **Sociedade brasileira de ciência do solo**, v. 42, n. 2, p. 19, 2016.

MOTTA, A. C. V. et al. **Micronutrientes na rocha, no solo e na planta**. Curitiba: Imprensa universitária da UFPR, 2007, 242 p.

MOURÃO FILHO, F. de A. A. Importância da adubação na qualidade dos citros. In: SÁ, M. E. de; BUZZETI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ed. Ícone, 1994, p. 115-132.

NAIR, P. K. R. Classification of agroforestry systems. **Agroforestry systems**, v. 3, p. 97-128, 1985.

NATALE, W. et al. Adubação nitrogenada e potássica no estado nutricional de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Acta scientiarum agronomy**, v. 28, n. 2, p. 187-192, 2006.

NATALE, W.; ROZANE, D. E. **Análise de solo, folhas e adubação de frutíferas**. Registro: Ed. UNESP, 2018, 124 p.

PADOVAN, M. P. et al. Serviços ambientais prestados por sistemas agroflorestais biodiversos na recuperação de áreas degradadas e algumas possibilidades de compensações aos agricultores. In: **Embrapa Agropecuária Oeste-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: Simpósio nacional recuperação de áreas degradadas (SOBRADE), p. 252-266, Curitiba, 2017.

- PÁDUA, E. J. de. **Rochagem como adubação complementar para culturas oleaginosas**. 2012. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2012.
- PAUL, R. et al. Phosphorus dynamics and solubilizing microorganisms in acid soils under different land uses of Lesser Himalayas of India. **Agroforest system**, v. 92, p. 449-461, 2018.
- PEDROSO NETO, J. C.; COSTA, J. de O. **Análise de solo: determinações, cálculos e interpretação**. Empresa de pesquisa e agropecuária de Minas Gerais, Lavras, 2012.
- PENEIREIRO, F. M. **Sistemas Agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso**. 1999. 100 f. Dissertação (Mestrado em ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, São Paulo.
- PEZARICO, C. R. et al. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. **Revista de ciências agrárias**, v. 56, n. 1, p. 40-47, 2013.
- PRAKASH, D.; BENDI, D. K.; SAROA, G. S. Land-use effects on phosphorus fractions in Indo-Gangetic alluvial soils. **Agroforest system**, v. 92, p. 437-448, 2018.
- PRIMAVESI, A. Revisão do conceito de agricultura orgânica: conservação do solo e seu efeito sobre a água. **Biológico**, v. 65, n. 1/2, p. 69-73, 2003.
- REGANOLD, P. R.; WATCHER, J. M. Organic agriculture in the twenty-first century. **Nature plants**, Washington, v. 2, 2016.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5a aproximação**. Viçosa, MG. p.359. 1999.
- RIBEIRO, P. H. P. et al. Distribuição do Potássio aplicado via vinhaça em Latossolo Vermelho Amarelo e Nitossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 8, n. 5, p. 403-410, 2014.
- ROEL, A. R. A agricultura orgânica ou ecológica e a sustentabilidade da agricultura. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, v. 3, n. 4, p. 57-62, 2002.
- ROSSI, C. Q. et al. Frações húmicas da matéria orgânica do solo cultivado com soja sobre palhada de braquiária e sorgo. **Bragantia**, v. 70, n. 3, p. 622-630, 2011.
- SANTIAGO-FREIJANES, J. J. et al. Understanding agroforestry practices in Europe through landscape features policy promotion. **Agroforestry systems**, v. 92, p. 1105-1115, 2018.
- SCHULTEN, H. R.; SCHNITZER, M. The chemistry of soil organic nitrogen: a review. **Biology and fertility of soils**, v. 26, p. 1-15, 1998.
- SILVA, A. S. N. da. **Doses de fósforo e potássio na produção de alface**. 2013. 43 f. Tese (Doutorado em ciências do solo) – Universidade Estadual Paulista – UNESP. Jaboticabal. São Paulo.

SILVA, D. C. da. et al. Atributos do solo em sistemas agroflorestais, cultivo convencional e floresta nativa. **Revista de estudos ambientais**, v. 13, n. 1, p. 77-86, 2011.

SINDIORGÂNICOS. **Sindicato os produtores de orgânicos o Distrito Federal**. c.2019. Página Inicial. Disponível em: <<http://www.fapedf.org.br/sindiorganicos/institucional/>>. Acesso em: 26 de janeiro de 2019.

SOUSA, A. A. et al. Alimentos orgânicos e saúde humana: estudo sobre as controvérsias. **Revista panam salud publica**, v. 31, n. 6, p. 513-517, 2012.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. Correção e acidez do solo. In: \_\_\_\_\_. **Cerrado correção do solo e adubação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, 2 ed. p. 81-96.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E.; REIN, T. A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. **Cerrado correção do solo e adubação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, 2 ed. p. 147-168.

SOUZA, L. F. da S. Clima, solo, calagem e adubação. In: DANTAS, J. L. L.; JUNGHANS, D. T.; LIMA, J. F. de. **Mamão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: EMBRAPA, 2013, p. 29-50.

VALADÃO, F. C. de A. et al. Variação nos atributos do solo em sistemas de manejo com adição de cama de frango. **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 35, n. 6, p. 2073-2082, 2011.

VERAS, M de S. et al. Cover crops and nitrogen fertilization effects on nitrogen soil fractions under corn cultivation in a no-tillage system. **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 40, 2016.

WILCKEN, C. F. et al. **Guia prático de manejo de plantações de eucalipto**. Botucatu: FEPAF, 2008, 25 p.

YOORIN FERTILIZANTES. **Fornecendo nutrientes para aumentar sua produtividade**, c.2018. Página Inicial. Disponível em: <<http://www.yoorin.com.br/pt/home>>. Acesso em: 21 de agosto 2018.

ZANDONADI, D. B. et al. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 14-20, 2014.

## **ANEXO**

Laudo técnico e certificado do Bokashi disponibilizado pelo laboratório à agricultora responsável pela produção agroflorestal da Chácara Bindu.

**Código: SOLOMASTER0001-18**

## CERTIFICADO DE ANÁLISE

<b>Análise realizada</b>	Detecção de Organismo Geneticamente Modificado (OGM) por PCR
<b>Cliente</b>	Eliede Pires dos Santos - ME( Solo Master Adubos Orgânicos)
<b>Endereço</b>	Rod DF 230 faz. Mestre Darmas, 27, Chacára 27-P IV - Planaltina - DF
<b>Descrição da Amostra</b>	<b>Bokashi</b>
<b>Data de Recebimento</b>	13 - abril - 2018
<b>Quantidade Fornecida</b>	0,659Kg
<b>Quantidade Analisada</b>	0,659 Kg/ 2 x 1,0g
<b>Limite de Detecção</b>	0,1%
<b>Código AgroGenética</b>	0048-18

### RESULTADO

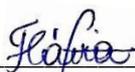
Certificamos a **AUSÊNCIA DE DNA** na referida amostra, **Bokashi**, impossibilitando sua análise pela Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) e a consequente detecção de modificação genética. Tal resultado apresenta -se quando o DNA da amostra não é extraído, ou, se extraído não é possível a amplificação por PCR para o(s) alvo(s) testado(s).

### METODOLOGIA

O método de análise utiliza a técnica de PCR (Reação em Cadeia da DNA Polimerase) para a detecção de sequências transgênicas de DNA presentes em OGMs e que não são usualmente encontradas em plantas normais. Todas as reações são realizadas utilizando padrões certificados GM (Geneticamente Modificados). Análise realizada de acordo com PA.001 (Rev05) e PA.002 (Rev02).

*Os resultados apresentados referem-se apenas à proporção da amostra que foi submetida para análise.  
O Certificado de Análise não deve ser reproduzido, exceto por completo e com aprovação prévia, por escrito, da AgroGenética.*

Viçosa, MG, 17 de abril de 2018



Renata Flávia Ferreira e Freitas, Ma.  
Analista de Laboratório  
CREA-MG: 153575

**AgroGenética** - CREA 60982/14 - CQB 0146/01

### LAUDO ANÁLISE DE FERTILIZANTE ORGÂNICO

<b>Solicitante</b> : SOLO MASTER ADUBOS ORGÂNICOS	<b>Data entrada</b> : 05/06/2018	<b>Data saída</b> : 11/06/2018
<b>Proprietário</b> :	<b>Convênio</b> : PARTICULAR	<b>Nº Laudo</b> : 10/2018
<b>Propriedade</b> : FAZ. MESTRE D'ARMAS	<b>Nº Amostra</b> : 10	<b>Tipo</b> : AMOSTRA 01
<b>Município/UF</b> : BRASÍLIA		
<b>CGC/CPF/CNPJ</b> : 28.475.501/0001-43		
<b>Telefone</b> : (61) 98581 4002		
ANÁLISES	UNIDADE	BASE SECA - 65°C
pH CaCl <sub>2</sub> 0,01M (Ref. 1:5)	-	8,57
CTC	mmol L <sup>-1</sup>	500,00
Matéria Orgânica Total	%	9,37
Umidade à 60-65°C	%	21,62
Carbono Orgânico	%	5,44
Nitrogênio Total	%	1,72
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total)	%	3,00
Potássio (K <sub>2</sub> O)	%	2,77
Cálcio	%	3,10
Magnésio	%	0,60
Enxofre	%	0,11
Boro	%	0,04
Cobre	%	0,05
Ferro	%	0,82
Manganês	%	0,06
Zinco	%	0,04

**Observações:**

N - [N Total] = Digestão Sulfúrica

Ca, Mg, S, Na, Cu, Fe, Mn, Zn = Digestão Nitro Perclórica; Determ. por ICP-OES ns -

Não Solicitado

O - laboratório não se responsabiliza por interpretações dos resultados das análises Este laudo não tem fins jurídicos



Edilton da Silva Mota

Responsável Técnico CFQ/CRQ:  
12400195