Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.2 2019/02
ISSN 2178-6925

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO SOB MANEJO AGROECOLÓGICO DO FEIJÃO GUANDU (*Cajanuscajan*(L.) MILLSP. CV. FAVA LARGA)

Ruth Lopes Negreiros

Engenheira Florestal, formada pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro MSc. Em Ciência da Educação Superior, Especialista em Doenças de Plantas pela Universidade Federal de Lavras, professora no Centro Universitário Doctum de Teófilo Otoni Email: ruth.to@doctum.edu.br

Cleidimar Ferreira Silva Portugal

Engenheira Ambiental e Sanitária, formada pelo Centro Universitário Doctum de Teófilo Otoni
Email: cleidimarportugal@yahoo.com.br

Thuanny Souza Xavier Santos

Engenheira Ambiental e Sanitária, formada pelo Centro Universitário Doctum de Teófilo Otoni
Email: tuanny.souza.xavier@gmail.com

Resumo

Os nutrientes presentes nos solos são fatores necessários para o desenvolvimento saudável das culturas vegetais, mas, as atuais exigências de mercado, de intensa produção a fim de suprir as necessidades humanas associadas aos atuais sistemas de manejos adotados têm causado a perda progressiva da qualidade do solo, tornando forçoso a aplicação de fertilizantes que causam prejuízos ao meio ambiente e que possuem custo elevado. Diante este cenário surge a necessidade da adoção de técnicas sustentáveis que garantam a qualidade nutricional dos solos. Neste sentido, o uso do feijão guandu pode ser uma alternativa economicamente, ambientalmente e socialmente viável para minimizar os impactos causados aos solos por ser uma leguminosa arbustiva de baixo custo que se desenvolve bem em solos de baixa fertilidade, se adapta a altas temperaturas, a condições de seca, tem atuação descompactante, realiza simbiose com bactérias do grupo rizóbios permitindo o processo de fixação biológica de nitrogênio, além de aumentar a disponibilidade de fósforo e do teor de matéria orgânica. Desta maneira, a pesquisa objetivou avaliar a qualidade do solo em uma área experimental de 120m² no interior das Faculdades Unificadas de Teófilo Otoni por meio do manejo agroecológico do feijão guandu (*Cajanuscajan*) a fim de verificar se houve aumento dos nutrientes do solo presente nessa área a partir da comparação das análises dos indicadores físico-químicos e biológicos, realizadas antes e após o cultivo da leguminosa, visando alcançar melhoria da qualidade do solo, o que justifica a proposta da utilização do cultivo agroecológico do feijão guandu como uma alternativa que possa apresentar vantagens econômicas e ambientais para sociedade.

Palavras – chave: Qualidade do solo. Agroecologia. Manejo Agroecológico. Feijão guandu.

Abstract

The nutrients present in soils are essential factors for the healthy development of plant crops, but the current market demands for intense production to meet the human needs associated with the current management systems adopted have caused the progressive loss of soil quality, making it necessary to apply fertilizers that cause harm to the environment and which have a high cost. Considering this scenario, the need arises for the adoption of sustainable techniques that can guarantee the nutritional quality of the soils. In this sense, the use of pigeon pea beans can be an economically, environmentally and socially viable alternative to minimize the impacts caused to the soils because it is a low-cost shrub legume that develops well in low fertility soils because it adapts to high temperatures, to dry conditions, to perform decompact, to perform symbiosis with bacteria of the rhizobia group, allowing the biological nitrogen fixation process, besides increasing the availability of phosphorus and the organic matter content. The objective of this research was to evaluate soil quality in an experimental area of 120m² in the interior of the Unified Faculty of Teófilo Otoni through the agroecological management of Cajanuscajan (Cajanuscajan), in order to verify if there was an increase of the nutrients of the The present study is based on a comparison of physical-chemical and biological indicators, both before and after legume cultivation, aiming to improve soil quality, which justifies the proposal of the use of agro-ecological cultivation of pigeon pea as an alternative that can present economic and environmental advantages for society.

Key - words: Soil quality. Agroecology. Agroecological Management. Pigeon bean.

1 Introdução

Quando se trata de assuntos ambientais, a qualidade do solo pode ser compreendida como um fator importante, visto que, sua constituição nutricional apresenta a capacidade de fazer que, o ecossistema desempenhe suas funções essenciais. Desta maneira, o manejo sustentável é uma estratégia da qual, visa melhoria tanto nos enfoques econômicos quanto nos ambientais.

Nesse contexto, a abordagem sobre qualidade do solo, vem despertando um crescente interesse, em virtude de, ser tão importante, como a qualidade do ar e da água, na determinação da qualidade do ambiente em que vivemos, considerando ainda que, demonstra efeitos vultosos alterando de forma positiva um determinado ecossistema, na saúde e nos ambientes a ele pertinentes (GOMES *et al*., 2006), atendendo ainda, o aumento da qualidade vegetal. Assim, é importante que o solo proporcione a quantidade de nutrientes necessários, para que a produção vegetal tenha qualidade. Por muito tempo, o sistema de manejo convencional foi o mais

utilizado, porém, estudos apontam que esse método pode elevar as perdas de nutrientes e de matéria orgânica por erosão hídrica, além do alto gasto econômico e dos riscos ambientais que podem ser evidenciados. Para minimizar esses danos, desenvolveu-se outras formas de manejo, dentre eles, o manejo agroecológico.

A princípio, Altieri (2004) definiu a Agroecologia como uma ciência ou disciplina científica que parte de alguns conceitos, convicções e metodologias, para estudar, diagnosticar e propor preceitos de manejos para os agroecossistemas que visam a preservação dos recursos naturais, em foco nos termos produtivos, mantendo direções que sejam socialmente justos e economicamente viáveis, preservando, sobretudo a condição de sustentabilidade.

Assim, manejos agroecológicos, como o cultivo da leguminosa feijão guandu (*Cajanuscajan*), na conjuntura de sustentabilidade, semelhantes a ecossistemas naturais, possibilitam a conservação do solo e o melhoramento de sua qualidade, visto que, é uma técnica da qual apresenta um manejo que respeita o meio ambiente, podendo auxiliar no aumento de fertilidade, diferenciando principalmente das práticas convencionais por não utilizar fertilizantes químicos solúveis e nem agroquímicos, sendo uma proposta adequada, para a resolução de problemas relacionados à perda de qualidade do solo.

Dessa forma, avaliá-lo, por meio dos seus indicadores físico-químicos e biológicos, à frente de um manejo agroecológico, utilizando o feijão guandu, consiste em buscar atrelar as necessidades de um solo, para o desempenho de suas funcionalidades, sendo este tipo de avaliação, fundamental na determinação da sustentabilidade de sistemas de manejos mais adequados a serem adotados. Além do mais, a introdução do guandu, pode ser uma tática que,auxilie no aumento da disponibilidade de nutrientes no solo, devido à sua capacidade de absorção de fósforo, realizar simbiose com bactérias do grupo dos rizóbios, permitindo o processo de fixação biológica de nitrogênio. O que determina que, sejam indicadas como plantas de coberturas, capazes de melhorar a disponibilidade de fósforo e nitrogênio no solo. Dessa forma, o presente estudo, objetivou a avaliar a qualidade do solo, por meio de seus indicadores físico-químicos e biológicos sob manejo agroecológico do feijão guandu, com finalidade de mostrar a importância e a inclusão da agroecologia, assim como, o manejo agroecológico na colaboração do uso racional e sustentável dos solos e demonstrar a eficiência do feijão guandu na melhoria da qualidade do solo através de um manejo agroecológico.

Para alcançar os objetivos deste estudo, foi aplicada uma metodologia que, constituiu na construção de dados, através das análises comparativas dos indicadores de qualidade do solo, em uma área experimental, por meio da implementação das análises dos parâmetros, anterior e posterior ao cultivo da leguminosa guandu, verificando a existência de alterações na qualidade do solo.

Portanto, a relevância do estudo é a avaliação da qualidade do solo sob manejo agroecológico do feijão guandu (*Cajanuscajan*) na contribuição da melhoria da fertilidade do solo.

2 Referencial teórico

2.1 A agroecologia na preservação do meio ambiente

A degradação ambiental, a poluição e a miséria aumentam a cada dia, visto que, o crescimento econômico e seu atual modelo geram enormes desequilíbrios. Por um lado nunca houve tanta fartura e riqueza no mundo, mas uma ideia de desenvolvimento sustentável que busca conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental surge desta constatação.

Assim, surge a agroecologia, demonstrando mudanças de atitudes em busca de melhor qualidade de vida, baseando-se na preservação do meio ambiente, restaurando manejos, integrando aspectos ambientais, sociais e culturais. Ou, como diz Coporal (2009), agroecologia pode ser mais do que abordar formas de manejos ecologicamente sustentáveis dos recursos naturais, pode se tratar de uma ciência, com abordagem sistemática, que contribui para que a sociedade se oriente e evolua socialmente e ecologicamente, nas diversas formas de se relacionarem. Sevilla Guzmán e Ottmann (2004) consideram que os elementos essenciais envolvendo a agroecologia, podem ser destacados em extensões ecológicas e técnico agronômicas, socioeconômicas, culturais e ainda sócio-política.

Em outros aspectos apontados por Caporal e Costabeber (2004), a agroecologia apoia a transição dos modelos de produções convencionais para as formas de produções e desenvolvimentos sustentáveis. Segundo os autores, este modelo de produção efetua um processo gradual e multilinear de mudanças nas formas de manejo nas atividades agrícolas. Dessa forma o processo de transição ocorre em fases, começando pela redução do consumo de insumos, que são caros e prejudicam o meio ambiente, adotando-se práticas de manejo alternativo. Em

seguida, ocorre o replanejamento das atividades, o que resulta em uma ordem na produção com perspectivas dos resultados que podem ser alcançados.

Ademais para Gonçalves (2008) a agroecologia, além de abranger um campo científico multidisciplinar, vem de uma proposta que, dispõe-se a produção de alimentos sadios, incluindo a saúde e a não agressão ao meio ambiente, promovendo, portanto, a vida e agregando variáveis tanto produtivas, quanto econômicas, ambientais, culturas, políticas, sustentáveis e sociais.

Daí pode-se dizer que a agroecologia é uma ciência em construção, que se apresenta como alternativa de suporte teórico e metodológico de vários campos científicos, e contribui com a realização da transição aos novos modelos e atitudes de manejos mais adequados à promoção da qualidade de vida, saúde e meio ambiente preservado.

Nesta mesma linha de análise, a Embrapa (2006, p.12) em seu "Marco Referencial em Agroecologia" aponta a importância da agroecologia, pois: "Assim, a Agroecologia oferece as bases para a modificação dos sistemas de produção que causam degradação social e ecológica, por meio do desenho ou redesenho de sistemas, dentro do conceito da sustentabilidade". Por isso, a agroecologia adquiriu a imagem de uma agricultura que respeita o meio ambiente, de práticas agrícolas que consideram a perspectiva da sustentabilidade. Ocorre progressiva evolução na produção, com a melhoria da qualidade de vida, bem como do meio ambiente, e a agregação de lucro nas atividades. Com uma atividade de baixo custo operacional e um bom planejamento as famílias poderão melhorar a sua qualidade de vida.

Portanto, um sistema que está muito além das teorias funcionalistas onde o conflito ocupa um lugar dinamizador na evolução das sociedades e de seu meio ambiente, porque aponta para um vínculo essencial que existe entre o solo, a planta, o animal e o homem, abrindo as portas para o desenvolvimento de novos paradigmas ao "cortar pela raiz as distinções entre a produção do conhecimento e sua aplicação" e valorizar "o conhecimento local e empírico dos agricultores, a socialização desse conhecimento e sua aplicação ao objetivo comum da sustentabilidade" (GLIESSMAN, 2005, p. 54).

Nessa visão entende-se que, a agroecologia proporciona a aplicação de um modelo de manejo sustentável, a partir do respeito ao meio ambiente e aos ciclos naturais da vida, de forma que haja uma interação equilibrada entre o homem e o ecossistema de cultivo, através de práticas de manejos agroecológicas do solo.

2.2 Manejo agroecológico do solo

As novas práticas de manejo do solo introduzidas atualmente, investem em aumento de colheitas cultivando as mais diversas culturas. Contudo vários sistemas de manejos estão sendo estudados, visando a manutenção da fertilidade, redução de custos com maior renda, redução da erosão, solo enriquecido organicamente, permitindo interações com a natureza de forma sustentável.

Logo o manejo agroecológico ou manejo sadio do solo, advém da ocorrência de que, na agroecologia, dinamicamente o solo é considerado um organismo vivo, que interage com a biodiversidade para reproduzir a vida (PETERSEN, 2008). Assim, os manejos agroecológicos, adentram como um conjunto de práticas que pode conduzir o desenvolvimento das funções do solo, que são importantes para a reprodução da fertilidade do agroecossistema, manejando os recursos naturais de forma a respeitar a biodiversidade. Além disso, ele visa estimular a interação entre os organismos do solo, para que se desenvolvam a todo tempo, sendo importante o plantio de diversas espécies vegetais, que poderão servir como cobertura para proteção do solo e que possuam sistemas radiculares que irão explorar volumes diferentes (CARDOSO, 2008). Neste caso, o potencial de funcionalidade natural do solo é aproveitado, quando se utiliza manejos dos quais se alteram o mínimo possível suas características, levando em consideração seu uso atual e futuro.

Pela observação dos aspectos analisados por Primavesi (2008), o manejo para ser agroecológico é preciso basear em cinco aspectos fundamentais, dos quais deve se notar, os solos vivos e agregados, que são bem estruturados, que propõe a interação de variadas formas de organismos vivos no solo; a biodiversidade, como manutenção de grande diversidade de plantas em uma mesma área; proteção do solo contra o aquecimento excessivo, o impacto da chuva e o vento permanente, pois solo desnudo recebe insolação direta e a água que se infiltra é facilmente evaporada; bom desenvolvimento das raízes, que através da manutenção adequada, o solo se mantém bem estruturado e sem impedimentos físicos e/ou químicos ao aprofundamento do sistema radicular das plantas; autoconfiança do agricultor, em que, mudar a atitude em relação à forma de praticar a agricultura, utilizar manejos que respeitem a saúde do solo é necessário.

A importância da prática de manejo agroecológico é buscar manter um solo sadio, aprimorando suas propriedades físicas, químicas e biológicas para melhor

produtividade, por meio de sistemas que introduzem o plantio direto, a adubação verde, consórcio de culturas, rotação de culturas, barreiras de vento, controle de irrigação, plantio em curvas de nível, manutenção de pH, controle biológico,manter a cobertura vegetal do solo e a biodiversidade, dispensando o uso de fertilizantes químicos solúveis e agroquímicos, que podem proporcionar além da preservação do meio ambiente e produção de qualidade a recuperação de áreas degradadas que podem ter sido ocasionadas pela utilização do modelo convencional de agricultura.

Sendo considerado uma prática cada vez mais indispensável, para que o uso do solo seja coerente, gerando menos prejuízos ao meio ambiente, mantendo a qualidade de vida. Certamente é por todos esses aspectos e a partir destas novas sugestões é que se faz necessário uma transição de manejo.

Silva (2016) avalia que a conversão à práticas de manejos agroecológicos, almeja substituir insumos e técnicas baseadas no uso intensivo de recursos que causam degradação ao meio ambiente por manejos mais benévolos, estabelecendo métodos em substituição aos fertilizantes nitrogenados sintéticos, adoções de cultivos mínimos e o uso de agentes de controles biológicos por agrotóxicos

Para que os sistemas de manejos sejam sustentáveis é preciso manter e melhorar a fertilidade dos solos, uma das prioridades dos sistemas agroecológicos, preservando a agrobiodiversidade, o uso da água, da energia e o bom senso dos nutrientes no solo, aproveitando de modo eficiente os recursos naturais disponíveis, favorecendo altos níveis de biodiversidade com o uso adequado do solo, otimizando as entradas de nutrientes, de energia e exercendo múltiplas funções que envolvam objetivos ecológicos, econômicos e sociais (ALTIERI, 2002). Assim, as especificidades de otimizar a produtividade, preservando a biodiversidade e mantendo a qualidade do solo, o manejo agroecológico proporciona autonomia, autossuficiência pela independência de usos de agroquímicos, diminui os custos de produção e garante o equilíbrio do solo, já que, o solo constitui um dos recursos básicos de maior fonte de energia e suporta a cobertura vegetal da terra, da qual os seres vivos necessitam.

2.3 Importância dos solos em geral

Correspondendo à camada superficial da crosta terrestre, componente fundamental ao ecossistema, é do solo que se retira energia necessária para a sobrevivência dos seres vivos, constituído de diversas funções, desde a infiltração,

armazenamento e escoamento da água superficial, aspectos de fundamental importância para o desenvolvimento de diversos ecossistemas.

Além disso, o solo pode ser descrito como um conjunto de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos, que ocupam grande parte da superfície da Terra, contendo organismos vivos (EMBRAPA, 2006). Dessa forma, oferece suporte mecânico, água e nutrientes para sustentação e crescimento das plantas, são responsáveis pela distribuição, manutenção e abastecimento de água nos reservatórios naturais, atuam na reciclagem de nutrientes, através da decomposição de corpos de animais e restos de plantas que morrem na superfície.

Os solos nutrem as plantas através de seus elementos químicos, chamados de nutrientes. Os nutrientes minerais (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Cl, Mo), são fornecidos sobretudo pelo solo. Assim como a água, estes nutrientes são armazenados e disponibilizados às plantas (TASSINARI *et al.,* 2017). De fato, ele é um habitat de variedades de organismos, que desempenham grande importância na qualidade e no desempenho para com suas funções produtivas e ambientais.

Do mesmo modo Tassinari*et al.*(2017) considera que, o solo possui um papel importante nos ciclos biogeoquímicos, exercendo funções essenciais para a sustentação da vida, desempenhando as funções produtivas, pois, nele são cultivadas as plantas que fornecem alimento, madeira, fibras, energia, sendo muitas das vezes conflitantes essas funções, devido ao seu mau uso e as formas de manejos inadequados, que provocam a sua degradação.

Devido a importância do solo é que departamentos de pesquisas se dedicam especialmente ao seu estudo, demonstrando e estimulando a relevância de seu conhecimento, sua preservação e o entendimento de suas funções para o desenvolvimento da vida na terra, assim como a água, o ar, a fauna e a flora. Por tanto é fundamental conhecer como se formam os solos e como se modificam e conhecer componentes relevantes que desempenham papéis essenciais para a sobrevivência na terra.

2.4 Formação dos solos

Configurando-se como importante recurso natural, o solo está frequentemente sob ação de fluências de matéria e energia, continuamente evoluindo e se desenvolvendo no ambiente inserido.

A formação dos solos ocorre através da interação de fatores do ambiente relacionados com o material de origem, relevo, organismos, clima e tempo, denominado processos intempéries, que atuam na decomposição da rocha matriz que dão origem a tamanhos variados de partículas minerais (JENNY, 1941).

Portanto, a superfície da terra constitui-se de diferentes estágios de degradação de rochas, água e substâncias químicas em dissolução, ar e decomposição em fases distintas de matéria orgânica.

Segundo Pinto (2006), as variações de temperatura provocam rachaduras, que facilitam o contato com a água que ataca quimicamente os minerais. A fauna e a flora presentes promovem o ataque químico através da hidratação, hidrólise, oxidação, lixiviação, troca cátions, carbonatação, etc. O conjunto desses processos intempéries leva a formação dos solos que, em consequência, são misturas de pequenas partículas minerais que se diferenciam pelo tamanho e pela composição química que determinam as características específicas de cada tipo de solo.

A primeira característica que distingue os solos é o tamanho das partículas constituintes (PINTO, 2006). Em um contato próximo, observa-se que alguns solos possuem grãos visíveis a olho nu e outros tão finos que não se visualiza suas partículas individualmente. Como cita Coelho *et al.* (2013), pode-se obter três tipos de partículas minerais, as quais são diferenciadas pelo tamanho. A areia é a mais comum, a sua visualização é possível na massa do solo sem a ajuda de microscópio, seu tamanho varia de 2,0 a 0,05 mm; O silte é menor, sendo necessário o uso de microscópio para visualizá-lo, já que o seu tamanho varia de 0,05 a 0,002 mm, já a argila representa a menor classe de partícula mineral, seu tamanho é menor que 0,002 mm.

Porém, os solos argilosos são definidos por ter mais de 30% de argila em sua composição. Para Silva (2010), as partículas de argila sendo pequenas apresentam conduta coloidal, não se depositam facilmente quando suspensas em água, diferindo – se de partículas como da areia. Têm forma de pequenas lâminas e os poros entre partículas de argila são pequenos e irregulares, gerando lento movimento da água e ar no solo. Enquanto os solos arenosos possuem textura granulosa (grãos grossos, médios e finos), composto em grande parte por areia (70%) e devido o tamanho, as partículas de areia apresentam superfície específica relativamente baixa, o que causa pequena capacidade de retenção de água no solo e faz com que esse tipo de solo tenha pouca umidade. As partículas de areias não se mantêm unidas as outras

partículas, não são coesivas, o que pode facilitar a degradação desse tipo de solo (SILVA, 2010). Assim, para a preparação de um solo para cultivo e a escolha de um manejo adequado é importante o conhecimento de suas características gerais.

No Brasil o preparo do solo para receber a cultura é uma prática bastante utilizada, porém, bastante criticada por diversos estudiosos, uma vez que, o principal manejo aplicado no preparo do solo, traz uma série de efeitos que são prejudiciais a sua qualidade que se deve sobretudo, pelo aniquilamento da sua estrutura.

No entanto, as práticas mais comuns no Brasil é a aração e gradagem, pois tem como o objetivo tornar o solo revolvido e destorroado. Porém para plantios que visa um desenvolvimento sustentável não é a melhor escolha. Nesse enfoque a forma de preparo que melhor atende é o plantio direto.

Com o surgimento do plantio direto, inúmeros benefícios nas propriedades físico- químicos do solo têm sido conseguidos, como o aumento na matéria orgânica e da atividade da micro e meso fauna, diminuição das perdas de solo, melhorias na aeração e densidade, atribuindo maior capacidade de absorção de água e nutrientes, requerendo maior crescimento das raízes, para as plantas (PRIMAVESI, 2002). Uma vez que, o plantio direto é realizado sem as etapas do preparo convencional, conhecido como uma prática de manejo sustentável, que ajuda a preservar os nutrientes do solo, combate a erosão e protege o meio ambiente.

O que é confirmado nas palavras de Cavalieri *et. al.*(2004) quando diz que, esse sistema de plantio melhora a qualidade química do solo com maior disponibilidade de nutrientes em razão do acréscimo de matéria orgânica.

Portanto, a importância do plantio direto está relacionada com fundamentos que priorizem a cobertura vegetal do solo, promove rotação de culturas, redução dos procedimentos no preparo do solo e herbicidas, além de ser uma técnica conservacionista bastante difundida, com resultados benéficos sobre as características físico-químicas e biológicas do solo, visando melhor desenvolvimento de culturas e auxiliando na melhoria da qualidade do solo. Para tanto, a amostragem do solo representa a área sobre a qual se faz todas as recomendações de plantio, ou seja,por meio dos resultados das análises das amostragens é que se define o melhor preparo do solo para receber o plantio direto.

2.5 Amostragem do solo

Uma das primeiras etapas, da qual se programa as fases de avaliações de fertilidade, correção ou técnicas de manejo de um solo, é a amostragem, sendo que,a partir desta, as análises realizadas servirão para as devidas recomendações.

A amostragem do solo é considerada a etapa mais crítica de todo o processo de análise do solo (FURTINI NETO *et al*., 2001). Neste sentido, torna-se imprescindível o cuidado na hora da coleta, pois, para que a análise de solo tenha resultados confiáveis, é necessário que a amostragem seja realizada de forma correta, uma vez que, ela representará a área analisada, e não existem possibilidades de correções de possíveis erros cometidos durante a amostragem.

Segundo Catani*et al*. (1954), a retirada de uma amostra simples é insuficiente, viso que, apresenta elevado coeficiente de variação, da mesma forma que, uma amostra composta de cinco amostras simples também não são adequadas. Portanto para obter resultado seguro, recomenda-se coletar sempre 20 amostras simples por amostra composta, independente da área que se deseja amostrar, mesmo que, represente apenas 10m², dado que, a variabilidade dos atributos químicos de um solo pode manifestar-se a pequena distância. Logo, dependendo da homogeneidade do solo, a quantidade de amostras simples pode variar de 10 a 20 pra uma amostra composta. Ainda assim, amostras de solos coletadas de forma incorreta apresentam resultados insatisfatórios que podem causar prejuízos no processo recomendações de adubos, corretivos e o tipo de manejo que deve ser adotado para cada tipo de cultura.

Além do mais, levando em considerações os procedimento de amostragem, segundo Arruda *et al*. (2014), uma área amostrada deve ser dividida em glebas de no máximo 10 hectares, que devem ser mais homogêneas possível, em relação a vegetação, topografia, tempo de uso, produtividade e aplicações de calcário, gesso e fertilizantes. Outro detalhe importante relativo à amostragem é que em áreas que apresentam diferenças de paisagem, como declividade, drenagem, cor, tipo de solo, uso e tratamentos anteriores devem-se coletar amostras separadas.

Segundo o mesmo autor, os pontos de coleta na área a ser amostrada devem ser realizados em zigue-zague. É importante salientar que, em coletas simples, as amostras podem ser acondicionadas diretamente em sacos plásticos limpos com devida identificação. Contudo, para as amostras compostas devem-se coletar amostras simples e depositá-las em um balde plástico limpo, onde deverão ser homogeneizadas e identificadas (ARRUDA *et al*., 2014).

A amostragem do solo representa a área a ser analisada, para tanto, este procedimento, representa um método de grande importância, a fim de permitir a melhor forma para a correção das características produtivas do solo, para que não afete o potencial de rendimento da cultura a ser cultivada.

2.6 Fertilidade do solo

A quantidade de nutrientes presentes no solo reflete diretamente na qualidade da produção vegetal, quanto mais rico em nutrientes maior é a fertilidade do solo. Conforme menciona Nicolodi*et al*. (2008), a fertilidade do solo, é sua capacidade de fornecer nutrientes, em quantidade e proporção adequadas às plantas, na ausência de elementos tóxicos, para o seu desenvolvimento e produtividade. Contudo, os solos pobres apresentam baixa fertilidade e necessitam de correções, a análise físico-química do solo é uma técnica aliada, pois determina as concentrações de cada nutriente e o tipo de solo que está presente.

Daí, Furtini Neto *et al*. (2001) enfatizam que, uma análise completa para avaliação da fertilidade do solo deve incluir os parâmetros: pH, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, zinco, manganês, cobre, ferro, boro, alumínio, hidrogênio mais alumínio, teor de matéria orgânica e granulometria. Logo, realizar a análise físico-química do solo é essencial para auxiliar na compreensão das necessidades básicas para a produção vegetal e na escolha mais adequada de manejo.

Cardoso *et al*.(2009),destaca ainda que, a análise de solos é a forma mais econômica e eficiente para diagnosticar a fertilidade de um solo, além de ser um aporte para as recomendações de quantidades adequadas de corretivos e fertilizantes que favorecem a produtividade das culturas, proporcionam maior produção e lucro. Além de favorecer maior produtividade e lucro, a análise de solos pode ser uma ferramenta indispensável para a redução de danos ao meio ambiente em função da escolha adequada para o manejo do solo.

Por sinal,a avaliação da fertilidade do solo é complexa e não deve levar em consideração apenas as condições de solo, mas também os fatores que afetam a produtividade e a necessidade de nutrientes como potencial genético, manejo da cultura, condições climáticas, disponibilidade de água, ataque de pragas, doenças e competição com plantas invasoras (RAIJ, 2011). Neste sentido, para melhor avaliar a quantidade de nutrientes presentes no solo e auxiliar no tipo de manejo adequado, a cada cultura,é preciso conhecer os fatores que podem alterar a sua qualidade.

Assim, a fertilidade do solo, apresenta-se como instrumento de importância, por permitir estudar os aspectos pertinentes a suprimentos e disponibilidades de nutrientes necessários ao solo e, sobretudo avaliar sua capacidade de suprir todas as necessidades que uma planta precisa para um desenvolvimento saudável.Além disso, segundo Ronquim (2010)um solo para ser considerado fértil é preciso que ele contenha todos os nutrientes em quantidades suficientes e balanceadas, possuir atributos físico-químicos que atendam a demanda dos vegetais.

Dessa forma, embasado na fertilidade do solo é que se pode buscar um sistema de manejo mais eficiente, empregando práticas apropriadas ao aporte de provimento de nutrientes. Além permitir calcular menor custos na produção, diminuição de impactos ao meio ambiente e elevar a produtividade.

2.7 Qualidade do solo (Qs)

A qualidade do solo (Qs) é de importante referência na sustentabilidade de ecossistemas. Podendo ser conceituado, como a habilidade que um certo tipo de solo apresenta, nestes ecossistemas naturais ou manejados, com o intuito de realizar funções relacionadas à conservação da atividade, produtividade, qualidade do meio ambiente, sustentar a produtividade biológica, promover a saúde das plantas, animais e dos homens (DORAN; PARKIN, 1994; KARLEN *et al*., 1997).

A qualidade do solo pode ser avaliada como a capacidade que tem em prover nutrientes para as plantas, auxiliando no crescimento e desenvolvimento radicular, proporcionando uma atividade biológica correspondente, gerando em consequência, estabilidade estrutural apropriada para a resistência à intervenções. Reproduzindo Aguiar (2008), ele funda em seu entendimento que, a qualidade do solo é a resultante da conexão das características físicas, químicas e biológicas do solo.

Convém ressaltar que os reflexos relacionados diretamente a qualquer alteração no solo modificam sua estrutura e consequentemente promove prejuízos relacionados à qualidade das culturas, fertilidade e atividade biológica (CARNEIRO *et al*., 2009). Ademais, a diminuição da qualidade do solo pode advir de práticas não sustentáveis, que por sua vez pode causar a degradação de sua qualidade física, química e biológica, reduzindo a capacidade do solo exercer suas distintas funções.

Porém, a qualidade do solo avaliada quantitativamente possui relação importante na determinação de manejos mais sustentáveis, fazendo-se necessária

na identificação de áreas com problemas na sua produção e monitoramento de mudanças significativas da qualidade ambiental.

Assim, a qualidade do solo pode ser analisada através de diferentes modos de pesquisa, onde examinam estudando os indicadores físicos, químicos, biológicos, matéria orgânica e os processos solo-planta (VEZZANI; MIELNICZUK, 2009).

Neste contexto, o conjunto de indicadores deve apresentar especialidades como aplicabilidade, facilidade de avaliação, adequação ao nível de análise da pesquisa e possibilidade de medições por métodos quantitativos e/ou qualitativos (DORAN *et al*., 1996; USDA, 2001). Portanto, os sistemas quantitativos devem ser apropriados, com fins específicos, para a efetuação desejável dos valores, em distintos espaços de tempo em ecossistemas diferentes.

2.8 Indicadores da qualidade do solo

Os indicadores de qualidade do solo são atributos que podem ser mesurados de forma quantitativa e qualitativa, atribuindo uma atividade, da qual permita se caracterizar através de acompanhamentos e avaliações das contrafações ocorridas em um determinado ecossistema (KARLEN *et al*., 1997). Assim, o uso de indicadores da qualidade do solo é importante na ponderação da sustentabilidade ambiental, que categoricamente se enquadram em indicadores físicos, químicos e biológicos.

A propósito, constituído de propriedades físicas, químicas e biológicas, os indicadores de qualidade do solo abrangem uma relação com a capacidade de uso e de facilidade no manejo do solo, podendo ser pré-requisitos de sua fertilidade (LAL, 2005). Dessa forma são essenciais na criação de dados para monitoramentos de impactos, sejam eles positivos, negativos, fenômenos de acontecimentos naturais ou por ações antrópicas como as atividades de relações agrícolas (ARSHAD, 2002). Além disso, é de relevância a análise destes indicadores, que em sua maioria, são inter-relacionados, pois, a partir destes, poderão ser identificadas ocorrências nas alterações da qualidade do solo, fazer estimativas e propor correções.

Para a avaliação dos atributos do solo e o estabelecimento de um indicador simples e confiável, ver-se um desfio para as atuais pesquisas, já que, para quantificar a qualidade do solo é necessário buscar–se atrelar às características físicas, químicas e biológicas, que permitam o monitoramento das alterações nas condições da qualidade do solo, tanto a médio quanto a longo prazo (PINTO, 2014).

Logo, os indicadores de qualidade do solo, que determinam como referências importantes à capacidade do solo de funcionar adentram dos limites do ecossistema, enquadram como indicadores para a avaliação da sustentabilidade, como manter a qualidade ambiental, produtividade biológica e propiciar a saúde vegetal e animal.

2.8.1 Indicadores físicos da qualidade do solo

Informações sobre as particularidades do solo, como, a disponibilidade de nutrientes, a entrada de água e sua retenção, são especificidades dos indicadores físicos do solo. Pelo qual colabora com o monitoramento da qualidade do solo na avaliação de sua sustentabilidade.

Os principais indicadores físicos do solo são a porosidade, textura, densidade, compactação, capacidade de retenção d'água; estabilidade de agregados e condutividade hidráulica (ARAÚJO *et al*., 2012). Isto é, refletem no crescimento radicular das plantas, infiltração e disponibilidade de água para às plantas.

O estudo dos indicadores físicos do solo, permite quantificar a intensidade e a constância das alterações provocadas pelos diferentes tipos de manejos, ou seja, estabelece se houve alguma degradação ou melhoria na qualidade do solo, para posteriormente permanecer ou indicar o melhor sistema de manejo.

De início é interessante destacar a textura do solo, que, hierarquicamente é uma das propriedades físicas mais importantes. Sendo esta, a proporção de areia, silte e argila no solo, ficando responsável pela fertilidade potencial, aeração, permeabilidade, profundidade efetiva e umidade do solo (BARRIOS *et al*., 2011).

Outro detalhe importante sobre a textura do solo é a apresentação de diferentes granulometrias. Assim, a textura do solo é formada através de grãos de areia e partículas de argila muito finas, cabendo a desígnios práticos agrupamentos em três frações de solo e determinada faixa de tamanho onde areia (2 mm a 0,02 mm de diâmetro), silte (0,02 mm a 0,002 mm) e argila (abaixo de 0,002 mm), obtendo classe textural argilosa, média ou arenosa (FAGERIA e STONE, 2006).

A análise granulométrica é realizada para determinar as dimensões das partículas de solo e das porções relativas que se encontram, sendo representada graficamente por uma curva granulométrica. Assim, esta curva é traçada por pontos em um diagrama semi – logarítmico, no qual, sobre os eixos das abscissas, são marcados os logaritmos das dimensões das partículas e sobre o eixo das ordenadas as porcentagens, em peso, de material que tem dimensão média menor que a

dimensão considerada(CAPUTO, 2011).Os indicadores físicos apresentam os processos que acontecem no solo e as funções exercidas por ele. Além de comumente, serem comuns na avaliação de impacto dos sistemas de uso e manejo.

2.8.2 Indicadores químicos da qualidade do solo

Os indicadores químicos da qualidade do solo se agrupam em classes, que são relevantes para estudos ambientais e agronômicos. A primeira classe está envolvida nos processos do solo ou comportamento, sendo eles o pH e o carbono orgânico; a segunda, relaciona a capacidade do solo resistir à troca de cátions como o CTC; a terceira abrange os que indicam as necessidades nutricionais das plantas como N, P, K, Ca, Mg e elementos traços (micronutrientes) (GOMES; FILIZOLA, 2006).

Este núcleo, agrega alguns elementos nutricionais importantes ao solo, como o pH que,define a acidez ou alcalinidade relativa de uma determinada substância variando seus níveis em uma escala entre 0 a 14, valores iguais a 7 indicam pH neutro, abaixo de 7 pH ácido e acima de 7 pH básico. Em resumo,Teixeira *et al.* (2017) afirma que,o pH do solo é determinado a partir da quantidade de concentração de íons de hidrogênio na solução do solo que influenciam diretamente na disponibilidade de nutrientes do solo.

Além disso, para Lopes (1998), o grau de acidez ou alcalinidade de um solo pode ser influenciado por fatores como: material de origem, precipitações, decomposição de matéria orgânica, vegetação nativa, tipo de cultura, profundidade do solo adubação nitrogenada e inundações.

Dentre outros, destaca-se o nitrogênio (N) como um nutriente essencial e limitante para o crescimento das plantas, pois, quase todas as plantas exigem teores elevado de N para se desenvolverem. Segundo Lopes (1998), o nitrogênio está presente no solo em três formas: o N orgânico, ofertado na parte da matéria orgânica do solo não disponível para planta em crescimento; N amoniacal, fixado pelos minerais argilosos e lentamente disponíveis para plantas e o N inorgânico íons de amônia e nitrato ou compostos solúveis que são os utilizados pelas plantas.

Após o nitrogênio, o macronutriente mais utilizado pelas plantas é o potássio (K). Do mesmo modo, o potássio é fundamental para a fotossíntese, pois, quando ocorre sua deficiência a fotossíntese diminui e a respiração das plantas aumenta, causando diminuição do suprimento de carboidratos para as plantas. (LOPES, 1998).

Em seguida, destaca-se o fósforo (P), decerto, em grande parte, por ser proveniente da intemperização de um mineral chamado apatita, composto por fósforo, cálcio e outros elementos como flúor. A liberação do fósforo no solo ocorre a média que apatita desintegra-se, formando vários compostos de fósforos e dentre eles, dois ortofosfatos que são absorvidos pelas raízes das plantas. Sendo as formas destes compostos geralmente solúveis e podem ser encontradas dissolvidas em pequenas quantidades, na solução do solo. (LOPES, 1998).

Vale notar ainda, a Capacidade de troca catiônica (CTC), da qual se caracteriza pela quantidade total de cátions retidos na superfície das argilas ou coloides minerais e orgânicos existentes no solo, expressa em e.mg/100g ou cmolc/Kg (GOMES; FILIZOLA, 2006). De fato, a importância da CTC refere- se não só a retenção de cátions, mas também de água, além de ter direta relação com a estruturação e consistência dos solo, permitindo que, haja na fase sólida um estoque de nutrientes que serão disponibilizados em solução para as plantas.

Do mesmo modo, o cálcio (Ca) se destaca sobre o fato de que, possui várias funções, dentre elas, estimular o desenvolvimento das raízes das folhas; Formar compostos que são parte das paredes celulares reforçando a estrutura das plantas; Ajuda a reduzir os nitritos, ativar vários sistemas enzimáticos nas plantas, neutralizar ácidos orgânicos nas plantas; Influencia indiretamente a produção por diminuir a acidez do solo (carbonato de cálcio), o que reduz a solubilidade e toxidez do manganês, cobre e do alumínio; Além de ser exigido em grandes quantidades pelas bactérias fixadoras de nitrogênio (LOPES, 1998).

Outro indicador químico interessante a destacar é o magnésio (Mg), presente no solo, originando - se através da intemperização das rochas, que contêm minerais como biotita, hornblenda, dolomita e clorita. Geralmente o magnésio está menos presente no solo do que o cálcio, pois o magnésio não é adsorvido tão fortemente pelas argilas e matérias orgânica, sendo mais suscetível a lixiviação. Em outras palavras, é absorvido como cátion Mg++, onde exerce várias funções. Além do mais, o magnésio é o átomo central na molécula de clorofila, está assim ativamente ligado à fotossíntese, somente os nutrientes do solo, magnésio e nitrogênio constituem a clorofila. Além disso, o magnésio auxilia no metabolismo fosfato, na respiração da planta e na ativação de vários sistemas enzimáticos (LOPES, 1989).

Consequentemente, os sistemas de manejos, alteram os indicadores químicos do solo, cuja dimensão, depende do tipo de solo e da intensidade das

alterações realizadas. Portanto, por meio do monitoramento destes indicadores, respostas quantitativas poderão ser dadas, podendo, portanto, serem indicadores efetivos de qualidade do solo.

2.8.3 Indicadores biológicos do solo

A qualidade do solo pode ser observada ou medida por meio de suas diversas propriedades. Para melhores resultados, estas propriedades devem ser analisadas de forma conjunta, utilizando indicadores mais úteis, para a função da qual o solo está sendo avaliado. Assim, dentre os indicadores biológicos, estão incluídos a matéria orgânica, massa microbiológica e a diversidade de espécies, que possibilita avaliar a atividade microbiológica do solo (Gomes *et al.,* 2006).

De fato, os indicadores biológicos da qualidade do solo, são as propriedades ou processos biológicos que, ocorrem dentro do solo, indicando o seu estado, podendo ser utilizados no biomonitoramento do solo (DORAN; PARKIN, 1994). Logo, dentre estes parâmetros, o mais estudado é a matéria orgânica (MO). Ao passo que, ela controla muitas das propriedades do solo, bem como, atua na manutenção de sistemas agrícolas mais sustentáveis e no controle da erosão.

De acordo, Stevenson (1994), a matéria orgânica (MO), que compõe o conjunto dos indicadores biológicos do solo, pode ser definida como todo material orgânico, vegetal ou animal como liteira, fragmentos de resíduos, biomassa microbiana, compostos solúveis e a matéria orgânica ligada intimamente aos argilominerais do solo.Certamente, em quantidades adequadas, são benéficos aos solos pois, melhoram as condições físicas, aumentam a infiltração de água, diminuem as perdas causadas por processos erosivos, fornecem nutrientes para as plantas e aumentam a CTC (LOPES, 1998). Provavelmente, a maior parte dos benefícios ocorrem devido à liberação de produtos, enquanto os resíduos orgânicos são decompostos.

2.9 Uso de leguminosas na melhoraria da qualidade do solo

O uso intensivo e o manejo inadequado dos solos causam a perda de nutrientes que, tornam os solos ineficientes para o desenvolvimento das plantas, sendo necessária a intervenção de práticas que auxiliem na restauração da capacidade produtiva. A família botânica Leguminosa e, possui mais de 650 gêneros e se encontram distribuídos entre espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas

(FRANCO *et al*., 2003). Além disso, estas espécies possuem uma característica especial, visto que, associam-se à microrganismo do solo, como bactérias fixadoras de nitrogênio, transformando- os em nitrogenados assimiláveis pelos vegetais.

Conforme referenciam Bertoni e Lombardi Neto (2008), as leguminosas contribuem na recuperação de áreas degradadas, colaboram na melhoria da fertilidade do solo e os protegem contra a erosão. Desta forma, as plantas da família Leguminosa e, podem ser uma das alternativas mais efetivas, no aumento dos níveis de nutrientes no solo, devido a sua capacidade de formar nódulos com bactérias fixadoras de nitrogênio, que, proporcionando melhoria na qualidade do solo,pode ser capaz de tornar a planta em partes ou em sua totalidade, autônoma de aporte complementar desse nutriente, além do mais, auxilia na redução de custos e de impactos ambientais, provenientes de manejos irregulares.

Neste contexto, para uma alternativa de sistema de manejo mais sustentável, pode se indicar a utilização da leguminosa feijão guandu (*Cajanuscajan*). Do mesmo modo, relata Rao *et al*.(2002)que,o feijão guandu, proporciona baixos custos de produção, que refletem diretamente no lucro e melhoria da fertilidade do solo, em função da sua habilidade em realizar fixação simbiótica de nitrogênio.

Além disso, Azevedo; Ribeiro e Azevedo (2007), comenta que, o guandu pode ser considerado uma planta de proveito na adubação verde, promovendo uma descompactação do solo, pela possibilidade do desprendimento de camadas adensadas, além de, ser uma cultura com fácil acesso às sementes, pela possibilidade e facilidade de ser encontrado em diversas áreas, tanto em quintais domésticos, quanto em agriculturas com produções de maior porte.

2.10 Características do feijão guandu (*Cajanuscajan*)

A espécie *Cajanuscajan* foi trazida da África para o Brasil na época da escravatura e distribuído de forma aleatória e por isso possui diferentes nomes vulgares, o que se confirma, na fala de Souza *et al*.(2007) que assegura que, o guandu pode ser chamado de “andu” ou “guandu”.

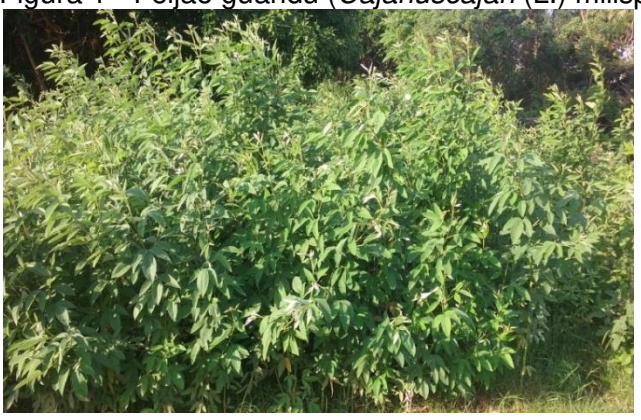
O referido, pertence à família Fabaceae, subfamília Faboideae, apresenta caule forte, lenhoso e com reserva de amido na fase vegetativa, porém, ao iniciar a fase reprodutiva, essa reserva se mobiliza para o preenchimento das vagens (GODOY; SANTOS, 2011). Quanto às folhagens, apresenta folhas trifólias, com folíolos lanceolados ou elípticos, com 4 a 10 cm de comprimento; as flores aparecem

em racemos terminais com 1,5 a 1,8 cm de comprimento, de cor amarela ou amarelo-alaranjado, podendo apresentar estandartes salpicados ou, mesmo, totalmente púrpura ou avermelhadas; vagens indeiscentes, de cores verde, marrom ou púrpura ou, mesmo, verde salpicada de marrom, de forma oblonga, com 8 cm de comprimento e 1,4 cm de largura; sementes entre duas e nove por vagem, de formato redondo, com 4 a 8 mm de diâmetro, cor verde ou púrpura quando imaturas e branco, amarelo, castanho a preto quando maduras, podendo exibir cores claras salpicadas de marrom e púrpura; o número de sementes por quilo varia de 1.150 a 3.630 unidades (SEIFFERT; THIAGO,1983).

Ainda é importante enfatizar que, a espécie de leguminosa em estudo, apresenta características marcantes como: capacidade de absorção do fósforo; realiza simbiose com bactérias do grupo dos rizóbios; proporciona aação de fixação biológica de nitrogênio; atua como plantas descompactadoras e pode ser utilizada como cultura armadilha de diversas pragas. Assim, completa Alvarenga *et al*.(1995) que, o guandu, ainda possui potencial na absorção de água e possibilidade de reciclagem de nutrientes das camadas mais profundas. Ao passo que, levou a espécie a ser indicada como plantas de cobertura, uma vez que, são capazes de favorecer o desenvolvimento de culturas sucessoras.

Diante do exposto Cook *et al.* (2007), garantem que, a espécie guandu é agroecológica. Ao passo que, retrata uma agricultura que respeita o meio ambiente, de práticas agrícolas que consideram a perspectiva da sustentabilidade.

Figura 1 - Feijão guandu (*Cajanuscajan* (L.) millsp. cv. fava larga)



Fonte: Acervo da própria pesquisa

3 Metodologia e procedimentos técnicos da pesquisa

3. 1 Classificação da pesquisa quanto aos fins

A pesquisa classifica-se como aplicada, pois, tem por objetivo gerar conhecimentos que visam à solução de problemas práticos. Classifica-se ainda como descritiva, por realizar estudo detalhado com coleta de dados, observações, registros, análises e interpretação dos dados. Para Triviños (1987, p. 110), os estudos descritivos não ficam simplesmente na coleta, ordenação, classificação dos dados, eles podem estabelecer relações entre variáveis. A pesquisa é ainda de cunho explicativo, pois compara os resultados das análises físico-químicas e biológicos alterados a partir do plantio do feijão guandu.

A pesquisa propõe quanto à natureza dos dados, uma pesquisa quantitativa. Segundo Fonseca (2002), a pesquisa quantitativa é objetiva, sendo compreendida por meio de análises de dados recolhidos com auxílio de instrumentos padronizados ou neutros, e recorre à linguagem matemática, para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc.

3.2 Classificação da pesquisa quanto aos meios

A pesquisa é classificada como experimental. Segundo Gressler (2004), a pesquisa experimental, tem como finalidade a investigação de possíveis relações de causas e efeitos por meio da exposição, condições de tratamento e comparação de resultados, com um ou mais grupos que não receberam determinado tratamento. Para Gressler (2004), uma das características referente à pesquisa experimental é o rigoroso controle e manipulação das variáveis experimentais.

3.2.1 Caracterização do local de estudo

O experimento foi conduzido no campus das Faculdades Unificadas de Teófilo Otoni no município de Teófilo Otoni - MG, entre abril a novembro de 2018.

O município de Teófilo Otoni, pertence à mesorregião do Vale do Mucuri, em Minas Gerais. Segundo o sistema de classificação de Köppen, o clima do município é do tipo tropical quente semiúmido tipo Aw (KOTTEK *et al.,* 2006).

Os solos predominantes da região são os argilosos e os latossolos (MARTINS, 2010). Para Zaroni e Santos (2016), os solos da região do tipo argissolo, são solos que apresentam drenagem moderada, baixos teores de matéria orgânica e alta susceptibilidade à erosão, já os solos do tipo latossolo, devido sua estrutura ser bem definida e por sua alta porosidade, apresentam condições físicas favoráveis

para o uso agrícola, que são muito utilizados para a produção de milho, soja e outros grãos, mesmo esse tipo de solo apresentando baixa fertilidade.

A figura 2 representa a área onde foi realizado o experimento.

Figura 2 – Área do experimento



Fonte: Acervo da própria pesquisa

3.2.2 Levantamento de materiais utilizados na área do experimento

3.2.2.1 Materiais utilizados para demarcar a área

Trena de 10 m marca: Fiberglass®;
Fita de PVC zebrada preta e amarela marca: Plastcor;
Ripas de madeira.

3.2.2.2 Materiais utilizados para amostragem de solo

Enxada; Trado holandês; Espátula; Bandejas de plástico; Balança marca: Quimis®; Sacos plásticos limpos.

3.2.2.3 Materiais utilizados para o plantio

Enxada; Aproximadamente 1500 sementes de *Cajanuscajan*(L.) Millsp. cv. Fava Larga.

3.3 Tratamento de dados

3.3.1 Demarcação da área

Inicialmente, definiu-se no campus das Faculdades Unificadas de Teófilo Otoni o local para realização do experimento. Em seguida, com o auxílio de uma trena de 10 m da marca Fiberglass®, mediu-se uma área equivalente a 120m². Para

a proteção da área experimental, colocou-se ripas de madeira nas extremidades e passou-se fita de PVC zebrada ao redor.

3.3.2 Amostragem do solo

O procedimento de amostragem do solo foi realizado três vezes, com datas e finalidades distintas. A primeira coleta do solo foi feita no dia 16 de maio de 2018, com finalidade de avaliar os indicadores químicos e biológicos do solo antes do cultivo do feijão guandu. No dia 20 de setembro de 2018, executou-se a segunda amostragem para avaliar a textura. Por fim, no dia 05 de outubro foi coletada a última amostra para verificação dos indicadores químicos e biológicos do solo depois do cultivo do feijão guandu, a fim de comparar os valores das análises.

Para todas as amostragens, foram marcados oito pontos de coleta em zigue–zague, com profundidade de 0-20 cm, área que segundo Chaves *et al.* (2012), corresponde à camada de maior resposta à ação antrópica. Durante a coleta, os materiais utilizados foram: enxada para limpeza da superfície do solo, trado para perfurar o solo, espátula para auxiliar a retirada das amostras, bandejas de plástico para homogeneização do solo coletado, balança para pesar o solo amostrado e sacos plásticos limpos e devidamente identificados com capacidade de armazenamento de 500g de solo. Todas as amostras foram compostas, ou seja, constituídas pela mistura das oito amostras simples de cada área.

3.3.3 Plantio

Em função da qualidade e ausência de produtos químicos, as sementes do feijão guandu foram adquiridas na loja online BRSEEDS Produção e Comércio de Sementes Ltda, conforme nota fiscal em anexo A.Antes de realizar o plantio, para evitar interferências nas análises durante o experimento, foi efetuada manualmente uma capina, para retirada da vegetação presente na área do experimento.

O processo para o plantio iniciou-se com a hidratação das sementes imersas em água por um período de 12 horas, que cominou no dia 18 de maio de 2018, data em que as sementes foram plantadas na área experimental, de forma manual, com profundidade de 2 cm e espaçamento entre fileiras de 1m.Durante todo o experimento, a irrigação foi realizada manualmente. Além disso, é importante ressaltar que, não utilizou-se nenhum tipo de adubo ou agroquímico, antes ou após o cultivo da leguminosa guandu.

Figura 5 – Plantio das sementes do feijão guandu



Fonte: Acervo da própria pesquisa

3.3.4 Análise dos indicadores físico, químicos e biológicos

Após coletadas, as amostras de solo foram enviadas conforme suas respectivas datas de coleta, ao Produza Laboratório de Análises do Solo, Vegetal e Água, localizado na Rodovia MGT 418, Km 172, no bairro São Jacinto, CEP: 398000-001, no município de Teófilo Otoni (MG), onde foram avaliados, a textura que foi determinada pelo método densímetro; o potencial hidrogeniônico **(**pH) determinado pelo método de medição do potencial eletronicamente por meio de eletrodo combinado imerso em suspensão solo: líquido (água, KCl e CaCl2), relação 1:2,5; o Fósforo (P) e Potássio (K) trocáveis pelo método de Mehlich 1; o Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Alumínio (Al) trocáveis, pelo método extrator KCL 1N; a acidez potencial (H+Al) estimada pelo método de extração solução tampão SMP; a Matéria Orgânica (MO) determinada pelo método de Oxidação de Na2Cr2O7 4N+H2SO4 10N; a Capacidade de Troca Catiônica Efetiva (CTC(t)); Capacidade de Troca Catiônica a pH 7 (CTC(T)); o Índice de saturação de bases (V); Índice de saturação de alumínio (M); a Soma das bases trocáveis (SB) e; o Nitrogênio (N).

3.3.5 Interpretação dos resultados

Para interpretar os resultados, elaborou-se tabelas, para comparar os valores de referências utilizados pelos laboratórios que integram o PROFERT no estado de Minas Gerais, com os resultados das análises químicas e biológicas realizadas pelos laboratórios Produza Laboratório de Análises do Solo, Vegetal e Água, conforme anexo B e C e do Laboratório Safrar Análises Agrícolas, conforme anexo D e E. Para interpretar o indicador físico, utilizou-se o triângulo de classe textural conforme figura 6 e anexo F, do laboratório Safrar Análises Agrícolas.

4 Resultados e discussão

Foram analisados os indicadores físicos, químicos e biológicos da área de amostragem, julgados necessários para a concepção da temática apresentada, no sentido de elucidar as questões relacionadas com a qualidade do solo e, sobretudo a utilização do manejo agroecológico do feijão guandu, no melhoramento da fertilidade do solo, demonstrando assim alternativas mais sustentáveis de manejos.

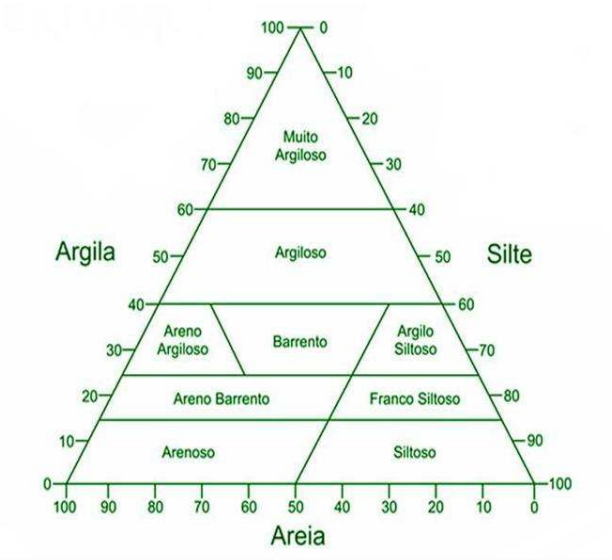
Foi considerado o ciclo completo do feijão guandu na área experimental, perfazendo um total de 141 dias, à partir da data da primeira análise física, química e biológica e plantio da cultura até a última análise química e biológica.

4.1 Indicadores físicos do solo

De acordo com a metodologia proposta para avaliação da textura do solo da área experimental, observou-se que, apresenta textura Arenosa Argilosa (média) ao demonstrar 325 g kg^{-1} de argila, 75 g kg^{-1} de silte e 600 g kg^{-1} de areia total, mencionando 32,5% de argila, conforme laudo do laboratório Safrar Análises Agrícolas, com identificação apresentada na figura 1 do triângulo de classe textural.

Estas características são importantes subsídios à opções de manejo destes solos, de modo a evitar sua degradação. Conforme Almeida (2009), conhecer a textura de um solo permite avaliar a vulnerabilidade de ocorrências de erosão.

Figura 6 – Classe textual do solo



Fonte: Laboratório Safrar Análises Agrícolas

4.1 Indicadores químicos e biológicos

De acordo com a metodologia proposta, a tabela 01 apresenta os resultados obtidos sobre as características dos indicadores químicos e biológicos do solo da área experimental, antes e depois do plantio do feijão guandu. E a tabela 2, apresenta os valores de referências utilizados pelos laboratórios que integram o PROFERT- MG no estado de Minas Gerais.

Tabela 1 – Valores comparativos das características químicas e biológicas do solo antes e depois do cultivo da leguminosa guandu

Indicadores	Unidade	Antes do plantio	Depois do plantio
pH	-	7,8	6,3
P	mg/dm^3	1,8	1,8
K	mg/dm^3	140	162
Ca^{2+}	$cmolc/dm^3$	2,5	1,7
Mg^{2+}	$cmolc/dm^3$	0,4	0,7
Al^{3+}	$cmolc/dm^3$	0	0,05
H+Al	$cmolc/dm^3$	0,8	1,1
SB	$cmolc/dm^3$	3,25	2,81
CTC (t)	$cmolc/dm^3$	3,25	2,86
CTC (T)	$cmolc/dm^3$	4,05	3,91
V	%	80,24	71,86
m	%	0	1,76
MO	dag/Kg	0,57	0,76
N	%	0,07	0,15

Fonte: Dados da própria pesquisa

Tabela 1 - Valores de referência utilizados para interpretar resultados de análise de solo pelos laboratórios integrados ao PROFERT – MG

Indicadores	Muito baixo	Baixo	Médio	Bom	Muito bom
Ca^{2+}	≤ 0,40	0,41 - 1,20	1,21 - 2,40	2,41 - 4,00	> 4,00
Mg^{2+}	≤ 0,15	0,16 - 0,45	0,46 - 0,90	0,91 - 1,50	>1,50
Al^{3+}	≤ 0,20	0,21 - 0,50	0,51 - 1,00	1,01 - 2,00	>2,00

H+Al	≤ 1,00	1,01 - 2,50	2,51 - 5,00	5,01 - 9,00	>9,00
MO	≤ 0,70	0,71 - 2,00	2,01 - 4,00	4,01 - 7,00	>7,00
SB	≤ 0,60	0,61 - 1,80	1,81 - 3,60	3,61 - 6,00	>6,00
CTC (T)	≤ 1,60	1,61 - 4,30	4,31 - 8,60	8,61 - 15,00	>15,00
m	≤ 15,0	15,1 - 30,0	30,1 - 50,0	50,1 - 75,0	>75
V	≤ 20,0	20,1 - 40,0	40,1 - 60,0	60,1 - 80,0	>80

Fonte: Dados da própria pesquisa

4.1.1 pHem água (Acidez ativa)

De acordo com o princípio utilizado para análise, antes do plantio do feijão guandu obtivemos um pHde 7,8, após o plantio houve uma reduçãopara 6,3. Segundo Prezotti eGuarçoni (2013), o pH mede a acidez ativa do solo que corresponde a atividade de H^+ presente na solução do solo. Logo, para essa redução pode-se considerar um indicativo de que, houve liberação de íons de hidrogênio (H^+) na rizosfera da leguminosa, na fixação ativa do Nitrogênio (N_2) atmosférico (LOPES, 1998). Deste modo, entende-se que, as leguminosas podem acidificar o solo ao adicionar grandes quantidades de nitrogênio. Portanto, o pH do solo em estudo demonstrou que, ao passar de um pH com alcalinidade elevada para um pH de acidez fraca em observação à tabela 03, houve a ocorrência de acidificação do solo pela leguminosa guandu.

Tabela 3 - Classes de interpretação para a acidez ativa do solo (pH), conforme critérios emitidos pelos laboratórios integrados ao PROFERT - MG

Ac. Muito elevada	**Acidez elevada**	**Acidez média**	**Acidez fraca**	**Neutra**	**Alcalinidade fraca**	**Alcalinidade elevada**
< 4,5	4,5 - 5,0	5,1 - 6,0	6,1 - 6,9	7,0	7,1 - 7,8	>7,8

Fonte:Dados da própria pesquisa

Além disso, este pH de 6,3 é capaz de indicar baixo teor de Al^{3+} tóxico, ideal para maioria das culturas, bem como, disponibilidade intermediária dos demais micronutrientes (PREZZOTTI; GUARÇONI, 2013). Para tanto, o solo nesta faixa de pH em que se encontra, pode significarconforme a tabela 4 de classificação

agronômica, inadequado para crescimento e desenvolvimento de culturas. Contudo há uma significância em sua redução, se aproximando de um pH bom, do qual seria um indicativo de disponibilidade de nutrientes, sendo adequado para crescimento e desenvolvimento de culturas.

Tabela 4 -Valores de referência de classificação agronômica para a acidez ativa do solo, conforme critérios emitidos pelos laboratórios integrados ao PROFERT – MG

Muito baixo	**Baixo**	**Bom**	**Alto**	**Muito alto**
< 4,5	4,5 - 5,4	5,5 – 6,0	6,1 – 7,0	>7,0

Fonte:Dados da própria pesquisa

4.1.2 Fósforo disponível (P)

O fósforo analisado através extrator de Mehlich1 antes e após o cultivo do feijão guandu, não demostrou nenhuma alteração. Contudo o fósforo é considerado um elemento indispensável para as culturas e se encontra nos solos brasileiros em baixa quantidade (BASTOS *et al.*, 2008). No entanto, as únicas formas de perdas de fósforo são por erosões e remoção pelas culturas. Segundo Lopes (1998), a reunião de dados sobre análises de solo, em levantamentos feitos em várias áreas do mundo, apresentou porcentagens significativas de solos enquadrados como tendo um teor médio a baixo em fósforo.

Conforme tabela 5 de referência, para este solo de textura média com 32,5 % de argila, constata-se que, a quantidade de fósforo disponível se encontra em nível muito baixo.

Tabela 5 - Classes de interpretação da disponibilidade para o fósforo de acordo com o teor de argila do solo, conforme critérios emitidos pelos laboratórios integrados ao PROFERT - MG

Argila (%)	**Muito baixo**	**Baixo**	**Médio**	**Muito bom**
60 – 100	≤ 2,7	2,8 - 5,4	5,5 - 8,0	> 12,0
35 – 60	≤ 4,0	4,1 - 8,0	8,1 - 12,0	>18,0
15 – 35	≤ 6,6	6,7 - 12,0	12,1 - 20,0	>30,0
0 – 15	≤ 10,0	10,1 - 20,0	20,1 - 30,0	>45,0

Fonte: Dados da própria pesquisa

4.1.3 Potássio disponível (K)

A pequena fração de potássio em formas disponíveis para as plantas são representados pelo o potássio trocável que é ligado às cargas negativas das argilas, e o potássio em solução, que na fase líquida do solo permanece livre (PREZOTTI; GUARÇONI, 2013). Assim, cerca de 98% do teor de potássio presente no solo encontra-se nas estruturas minerais, em forma não disponível para as plantas, onde recebe a denominação de potássio estrutural.

No solo em estudo, o valor referente ao potássio (K), antes do plantio do guandu foi de 140 mg/dm³ e depois do cultivo 162 mg/dm³, tendo aumento de 22 mg/dm³ que, de acordo com a tabela 2 referente à publicações no estado de Minas Gerais, representa alto teor de potássio. Para Sobral *et. al.* (2015), o alto teor de potássio no solo, sugere a presença de minerais primários e pouco intemperismo, características que geralmente ocorrem em solos de regiões mais secas. Ainda Prochnow e Rossi (1999) diz que, o nível de potássio trocável adequado às plantas é mais alto em solos argilosos e com alta CTC que em solos mais arenosos e com baixa CTC. Deste modo, a variação do valor de potássio disponível presente no solo analisado, pode ter ocorrido devido à quantidade de potássio estrutural, relacionado com a qualidade e quantidade dos minerais presentes neste solo.

Tabela 6 - Classes de interpretação da disponibilidade para o Potássio, conforme critérios emitidos pelos laboratórios integrados ao PROFERT – MG

Indicadores	**Muito baixo**	**Baixo**	**Médio**	**Bom**	**Muito bom**
K	≤ 15	16 - 40	41 – 70	71 – 120	>120

Fonte: Dados da própria pesquisa

4.1.4 Cálcio (Ca^{2+}) e Magnésio(Mg^{2+}) trocáveis

Referem-se à quantidade de cálcio e magnésio do solo na forma trocável (Ca^{2+} e Mg^{2+}), ou seja, disponíveis para absorção pelas plantas.

Conforme resultados das análises (tabela 1), o valor do cálcio e magnésio antes do plantio eram respectivamente, 2,5 cmolc/dm³ e 0,40 cmolc/dm³, depois do plantio do feijão guandu o teor de cálcio no solo teve redução de 0,80 cmolc/dm³, e o teor de magnésio no solo teve aumento de 0,30 cmolc/dm³. Segundo Prezotti e Guarçoni (2013), os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} estão inteiramente ligados à acidez do solo. Neste sentido, essa relação direta e a diminuição dos teores de Ca^{2+} neste

solo, pode ter influenciado a redução do pH, depois do cultivo do feijão guandu, levando ainda o possível aumento do Al^{3+}.

Logo, atentando-se, aos valores de referências para interpretação do cálcio e do magnésio apresentado na tabela 2, pode-se observar que, os resultados obtidos, indicam quantidade média para o Ca^{2+} e Mg^{2+}no solo.

À vista disto, a fertilidade do solo é influenciada diretamente pela quantidade de cálcio e magnésio trocáveis, ou seja, solos com alto teor de Ca^{2+} e Mg^{2+}, apresentam boa fertilidade (PREZOTTI; GUARÇONI, 2013). Para tanto, um valor que corresponderia de bom a muito bom para o teor de Ca^{2+} neste solo, seria acima de 2,41 cmolc/dm^3 e para o Mg^{2+} seria acima de 0,91 cmolc/dm^3.

4.1.5 Alumínio trocável (Al^{3+})

O Al^{3+}indica a acidez trocável, que representa forma toxica às plantas pois, além de dificultar o crescimento radicular, influência na disponibilidade de outros indicadores da qualidade do solo e em processos como o de mineralização da matéria orgânica (SOBRAL *et al.,* 2015). Os solos em sua totalidade apresentam teor de alumínio com diferentes formas ou compostos, o que varia apenas são as formas em que se encontra (PREZOTTI; GUARÇONI, 2013).

Apartir da análise da tabela 1 observa-se que, o valor para o Al^{3+} antes e depois do plantio do feijão guandu variou de 0,0 cmolc/dm^3 para 0,05 cmolc/dm^3. Logo, comparando os resultados da tabela 1 com a tabela 2, observamos que, antes do cultivo do feijão guandu não havia a presença de Al^{3+} e depois do cultivo o teor de Al^{3+}aumentou, mas o teor ainda é considerado muito baixo. O aumento do nível do teor de alumínio no solo pode ter sido influenciado pela redução do pH depois do plantio do guandu, pois, segundo Prezotti eGuarçoni (2013), os solos ácidos, apresentam elevada solubilidade de Al^{3+} que, causam problemas as plantas. Entretanto, o aumento do valor de pH, resulta na redução da solubilidade de Al^{3+}. Contudo, somente a proporção de alumínio trocável, talvez não seja suficiente para a determinação do grau de toxidez às plantas, necessitando da relação que ele ocupa na CTC efetiva, para essa determinação (PROCHNOW; ROSSI, 1999).

4.1.6 Acidez potencial (H + Al)

Caracteriza-se pela soma da acidez trocável com a acidez não trocável (TEIXEIRA *et al.,* 2017).

Na tabela 2, pode-se observar os valores para interpretação da acidez potencial (H+Al), esses valores de interpretação são considerados genéricos e de pouca aplicação prática, pois o principal objetivo da determinação do H +Al é auxiliar no cálculo de CTC (T).

Assim, comparando os resultados obtidos, com o teor de acidez potencial da tabela 1, podemos classificá-la como sendo baixa. Segundo Prochnow e Rossi (1999), para solos mais ricos em matéria orgânica, há uma disposição de ocorrer maiores teores de H + Al, sobretudo se estes apresentarem pH muito baixo.

Neste contexto, os resultados obtidos podem configurar baixa fertilidade no solo, visto que, o teor de matéria orgânica também foi consideravelmente baixo.

4.1.7 Índice de saturação de bases (V)

Para Prochnow e Rossi (1999), o nível de acidez no solo tem analogia direta com os teores de Ca e Mg, dos quais são utilizados para o cálculo da soma de bases (SB) que por vez, servirá para fazer os cálculos da CTC e da saturação por bases (V%).Antes do plantio do feijão guandu, a porcentagem de V no solo foi de 80,72% e após o plantio, houve uma redução para 71,86%. No entanto, o índice de saturação de bases do solo em estudo, passou de muito bom para bom, após o plantio do guandu, conforme tabela 2 de referências.

Logo, entende-se que, com proeminência da correlação que existe entre o nível de acidez do solo (pH) e a porcentagem de saturação de bases, quanto menor o valor de pH, menor o valor da saturação por bases. Portanto regular a saturação de bases a valores adequados, automaticamente estará adaptando o pH do solo, eliminando decorrências indesejáveis em relação ao excesso de acidez e toxidez por Al^{3+}, inclusive os baixos teores de Ca e Mg.

4.1.8 Saturação por alumínio (m)

Refere-se ao índice de saturação por Al^{3+} na troca catiônica efetiva (t) (PREZOTTI; GUARÇONI, 2013). Os valores para a interpretação da saturação por alumínio são apresentados na tabela 2.

Analisando a tabela 1, observou-se que o resultado do índice de saturação por Al^{3+} antes do plantio do guandu era de 0,0% e depois do cultivo aumentou para 1,74%. Para Prezotti e Guarçoni (2013) é importante que não haja a presença de Al^{3+}, pois sua presença impede o crescimento e o desenvolvimento adequado das

plantas, assim, é ideal que o pH do solo seja mantido acima que 5,5. Logo, com base nos valores de referência apresentados na tabela 2, o valor de m antes do plantio não apresenta toxidez às plantas e o valor de m depois do plantio da leguminosa guandu pode ser considerado baixo. O aumento do valor do índice de saturação por alumínio, depois do cultivo do feijão guandu, pode ter ocorrido em função da redução do pH.

4.1.9 Soma de bases (SB)

A soma dos elementos presentes no solo K, Ca^{2+} e Mg^{2+}, representa a soma de bases e consideradas genéricas sem aplicação prática. Contudo são estimadas para o auxílio do cálculo da CTC total, efetiva e de saturação por bases (V). Portanto, a soma de base analisada antes do plantio do guandu foi de:

$SB = K + Ca^{2+} + Mg^{2+}$

$SB = 0,35 + 2,50 + 0,40$

$SB = 3,25\ Cmolc/dm^3$

Sendo a conversão do K em $Cmolc/dm^3$ feita, dividindo o valor encontrado de 140 mg/dm^3 por sua massa atômica 39,1, obtendo um valor de 3,5 mg/dm^3, dividindo-se por 10 para converter e achar o valor de 0,35 $Cmolc/dm^3$.

A soma de base analisada após o plantio do guandu foi de:

$SB = K + Ca^{2} + Mg^{2}$

$SB = 0,41 + 1,70 + 0,70$

$SB = 2,81\ Cmolc/dm^3$

Sendo a conversão do K em $Cmolc/dm^3$ feita, dividindo o valor encontrado de 162 mg/dm^3 por sua massa atômica 39,1, obtendo um valor de 41,4 mg/dm^3, dividindo-se por 10 para converter e achar o valor de 0,41 $Cmolc/dm^3$.

A soma de base após o plantio do feijão guandu, obteve um decréscimo de 0,44 $Cmolc/dm^3$, obtendo a classificação média conforme tabela 2 de referência.

4.1.10 Capacidade de troca catiônica total (CTC (T))

CTC Total é a capacidade de troca catiônica do solo, medida a pH 7. Prezotti e Guarçoni (2013) apontam que, representa a contagem das cargas negativas, da qual o solo apresentaria se, seu pH fosse 7, retendo os nutrientes de carga positiva. Portanto o valor encontrado da CTC Total conforme análise laboratorial antes do plantio do guandu foi de:

T = SB + (H+Al)

T = 3,25 + 0,80

T = 4,05 mg/dm³

Sendo necessário todos os elementos expressos na mesma unidade mg/dm³.

A CTC encontrada após o plantio do guandu foi de:

T = SB + (H+Al)

T = 2,81 + 1,10

T = 3,91 mg/dm³

Assim, comparando os valores encontrados antes e depois do plantio do feijão guandu, percebeu-se a diminuição da CTC de 0,14 mg/dm³. Segundo classificação da CTC na tabela 2, ela se encontra em nível baixo. Logo, para Freitas *et al*. (2017) o decréscimo da CTC pode ser atribuído à diminuição do pH e da matéria orgânica. Daí, como houve um acréscimo da matéria orgânica, entendemos que, provavelmente a diminuição da CTC fora causada pelo decaimento do pH. Em termos práticos, entende-se também que, os cátions adsorvidos nos coloides do solo são trocáveis, significando que, podem ser substituídos por outros (PROCHNOW; ROSSI, 1999). Portanto, percebe-se que, quanto maior a CTC do solo, maior é o número que cátions que este solo pode reter, sendo uma característica físico-química fundamental para um manejo adequando à fertilidade do solo.

Contudo, podemos dizer ainda em relação a baixa CTC deste solo é que, possui baixa capacidade de retenção de água, sendo necessário uma absorção de água maior pelas plantas, o que pode prejudicar a produção de culturas, podendo se constituir de baixa estruturação e consistência, impedindo o estoque de nutrientes disponibilizados em solução para as plantas, além de amoldar rápida decomposição de matéria orgânica. Portanto entende-se que, a capacidade de troca de cátions poderá ser aumentada pela adição de matéria orgânica. Sendo assim, quanto maior a permanecia do guandu, como cultura de cobertura, proporcionando proteção ao solo, maior o fornecimento de nutrientes, retenção de água e melhora do solo, bem como, o uso para adubação verde que, acontece com a sua poda, o que também pode proporcionar proteção e adição de matéria orgânica, melhorando a fertilidade.

4.1.11 Matéria orgânica (MO)

O teor de matéria orgânica encontrada na área experimental antes do plantio do feijão guandu foi de 0,57 dag/kg e após o plantio foi de 0,76 dag/kg, demonstrando aumento de 0,19 dag/kg. Para Prezotti e Guarçoni (2013), os solos que apresentam maiores teores de MO, exibem maior capacidade de provimento de nutrientes às plantas, sendo, assim, um indicativo do seu potencial produtivo. Além disso, saber se o solo é rico ou pobre em MO permite deduzir sobre as várias propriedades, das quais, poderão auxiliar na realização de recomendações mais adequadas de manejo físico e químico do solo.

Na tabela 2, encontram-se os valores de referência para interpretação da matéria orgânica. Portanto, de acordo com resultados obtidos pelas análises da tabela 1, pode–se observar que, mesmo com o acréscimo no teor da matéria orgânica, o nível ainda se encontra muito baixo. Prochnow e Rossi (1999) dizem que, solos mais arenosos indicam baixos teores de matéria orgânica, baixa CTC total e efetiva, alta possibilidade de lixiviação de bases (Ca, Mg e K) e possibilidade da ocorrência de deficiência de micronutrientes.

A simbiose que acontece entre a leguminosa + bactérias + diazotróficas + fungos micorrízicos conseguem agregar carbono e nitrogênio no solo, tornando-se mais ativos na absorção de nutrientes e tolerantes à estresses ambientais (Franco *et al.,* 1996; Souza e Silva, 1996; Franco e Faria, 1997; Franco e Balieiro, 2000). Deste modo, o feijão guandu, vegetal do qual forma esta simbiose, pode ser considerado capaz de aumentar o conteúdo de matéria orgânica neste solo e consequentemente aumentar as condições de baixa fertilidade. Consequentemente, quanto maior a permanência da leguminosa na área, melhor o resultado por ajudar para a manutenção da MO e convergência para melhoria da fertilidade do solo.

4.1.12 Nitrogênio (N)

O teor de nitrogênio total encontrado na área experimental antes do plantio do feijão guandu foi de 0,07% e após o plantio foi de 0,15%. Logo, houve um aumento de 0,08% de nitrogênio oriundo da fixação biológica. Para Nogueira *et al*. (2012), as leguminosas possuem a habilidade de associar simbioticamente às bactérias fixadoras de nitrogênio, incorporando-o ao solo-planta. A propósito, o nitrogênio é um nutriente limitante ao desenvolvimento, produtividade e biomassa da maioria das culturas. Primavesi (2002) expressa que, a matéria orgânica também promove a fixação de nitrogênio, tanto por meio biológico, fotoquímico ou por simples absorção

do ar. Neste sentindo, o aumento do teor de nitrogênio pode ter ocorrido devido a função da fixação biológica e pelo aumento de matéria orgânica no solo. Além disso, as leguminosas acidificam o solo causando maior estímulo à atividade microbiana e consequentemente a melhoria da fixação biológica de nitrogênio pela leguminosa.

Ainda, segundo Freire *et al.* (2000), esse nutriente na maior parte dos casos, não é suficiente para garantir altas produtividades quando é suprido pelo solo, havendo necessidade de subsídios adicionais. Contudo, o feijão guandu demonstrou que, possui efetividade neste aporte, sem a necessidade de custeio externo, em função dos resultados referentes aos indicadores químicos e biológicos obtidos depois do cultivo do feijão guandu.

Dessa forma pode-se deduzir que, a permanência do manejo agroecológico do feijão guandu nesta área, como planta de cobertura, poderá introduzir em um ano em torno de 0,2% de N.

Figura 7 - Nódulos formados pela simbiose com os rizóbiosna raiz do feijão guandu



Fonte: Acervo da própria pesquisa

4.1.13 Ganhos relacionados com o manejo agroecológico

Segundo Primaversi (2008), manejar os recursos naturais respeitando a teia da vida, significa trabalhar ecologicamente estes recursos, pois, quando os manejos são realizados de forma agroecológica respeitando as características locais do ambiente, alterando o mínimo possível, a potencialidade natural do solo é aproveitada. Logo entende-se que, o potencial natural do solo pode ser aproveitado quando se utiliza um manejo sustentável e mais adequando ao tipo de solo. Sendo assim, o manejo agroecológico utilizado com o feijão guandu na área experimental, demostrou desempenho na preservação e melhoria das condições do solo, como por exemplo, proteção contra erosão, aumento da fertilidade, o teor de matéria

orgânica que, possivelmente possibilitou o aumento de microrganismos neste solo, além de ter proporcionado medidas das quais, vieram dar proteção ao solo como planta de cobertura, capacitando a retenção de umidade, o que proporciona, a conservação da água para ao alcance das raízes, mesmo, após longo período sem chuvas. Outro fator a ser considerado é a proteção contra a insolação direta, visto que, solo descoberto e sem proteção, a água que se infiltra é facilmente evaporada.

5. Conclusão

De acordo com a metodologia aplicada e os resultados obtidos, conclui-se que, o feijão guandu proporcionou resultados significativos em relação à qualidade do solo na área experimental, em função das características que o feijão guandu apresentou durante o período do experimento, possivelmente, por ser uma planta que apresenta bom desenvolvimento, mesmo em solos de baixa fertilidade, por ter ação descompactante do solo e principalmente, por realizar simbiose com as bactérias do grupo rizóbios que, promovem a fixação biológica de nitrogênio, o que possibilita economia, devido ao manejo agroecológico adotado, pois, exclui a necessidade de aplicação de fertilizantes nitrogenados, que, poderá contribuir para a reversão de quadros de degradações ambientais.

Referências

AGUIAR, M. I. Qualidade física do solo em sistemas agroflorestais. 2008. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008. Disponível em:<http://www.mda.gov.br/sitemda/sites/sitemda/files/user_arquivos_64/Qualidade_F%C3%ADsica_do_Solo_em_SAFs.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2018.

ALMEIDA, L.G.F. Caracterização do solo com diferentes usos e composição florística no vale do Mucuri MG. Diamantina, p. 75, 2009. Disponível em: <http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/bitstream/1/543/1/lucianagomesfonsecaalmeida.pdf>. Acessoem: 01 de Nov. 2018.

ALTIERI, M.A. Agroecology: The science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. Agriculture, EcosystemsandEnvironment, California, p. 1-24, 2002. Disponível em: <http://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/11/NRMfinal.pdf>. Acesso em: 19 out. 2018.

ALTIERI, M. *Agroecologia*: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 4.ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004, p.1 1 9. Disponível em:<https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/Agroecologia-Altieri-Portugues.pdf>. Acesso em: 19 out. 2018.

ALVARENGA, R. C. *et al.* Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.30, p.175-185, 1995.

ARAÚJO, E. A. *et al.* Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, Guarapuava-PR, v. 5, n. 1, p.187-206, 30 abr. 2012. Editora Unicentro. http://dx.doi.org/10.5777/paet.v5.n1.12.

ARRUDA, M. R. de; MOREIRA, A.; PEREIRA, J. C. R. Amostragem e cuidados na coleta de solo para fins de fertilidade. 1ed. Manaus: EmbrapaAmazôniaOcidental, 2014.

ARSHAD, M. A.; MARTIN, S. Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems.*Agriculture, Ecosystems & Environment*, Amsterdam, v. 88, n. 2, p. 153-160, Feb. 2002. Disponívelem:<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.631.9132&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 19 out. 2018.

ARRUDA, M. R.*et al.Amostragem e cuidados na coleta de solo para fins de fertilidade*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/117075/1/Doc-115.pdf>. Acesso em: 16 set. 2018.

AZEVEDO, R.L.; RIBEIRO, G.T.; AZEVEDO, C.L.L. Feijão Guandu: Uma Planta Multiuso.*Revista da Fapese*, v.3, n. 2, p. 81-86. 2007. Disponível em: <http://www.fapese.org.br/revista_fapese/v3n2/artigo8.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2018.

BARRIOS E. *et al.InPaC-S: Integração Participativa de Conhecimentos sobre Indicadores de Qualidade do Solo* - Guia Metodológico. World Agroforestry Centre (ICRAF), Embrapa, CIAT. Nairobi. 178 p. 2011.

BASTOS, A.L. *et al*. Influência de doses de fósforo no fluxo difusivo em solos de Alagoas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 12, n. 2, p. 136-142, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v12n2/v12n02a05.pdf>. Acessado em: 05 de nov. 2018.

BERTONI, J; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do Solo*, 7. ed.. Editora Ícone. São Paulo, SP. 2008, 355p.

CAPUTO, H. P. *Mecânica dos solos e suas aplicações*. 6. ed., ver. eampl. Rio de Janeiro: Ltc, 2011. 248 p.

CARDOSO, I. M. Manejo sadio dos solos: O solo vive. *Revista Agriculturas: Experiências em Agroecologia*, Rio de Janeiro, v. 5, n. 3, p.4-6, 2008. Disponível em: <http://aspta.org.br/wp-content/uploads/2011/05/Agriculturas_v5n3.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2018.

CARDOSO, E. L. *et al*. Análise de solos: finalidade e procedimentos de amostragem. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2009. 5 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 79. Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=COT79>. Acesso em: 12 abr. 2018.

CAPORAL, F. R. *Agroecologia*: uma Nova Ciência para Apoiar a Transição a Agriculturas mais Sustentáveis. Brasília: MDA/SAF, v.1. 30 p. 2009. Disponível em: <http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/teses/Agroecologiaumacienciadocampodacomplexidade.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2018.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. *Agroecologia:* aproximando conceitos com a noção de sustentabilidade. In: RUSCHEINSKY, A. (Org.) Sustentabilidade: uma paixão em movimento. Porto Alegre: Sulina, 2004.

CARNEIRO, M. A. C. et al. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 147-157, 2009. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832009000100016&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 30 ago. 2018.

CATANI, R. A. et al. Amostragem de solos para estudos de fertilidade. *Bragantia*, Campinas, v. 14, p. 19-26, 1954. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87051955000100003&script=sci_abstract&tlng=pt >. Acesso em: 30 ago. 2018.

CAVALIERI, K. M. V. *et al.* Alterações nas propriedades químicas de um latossolo vermelho eutroférrico por dois sistemas de manejo do solo. *Acta ScientiarumAgronomy*, v. 26, p. 377-385,

2004. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/1710>. Acesso em: 30 ago. 2018.

CHAVES, A. A. A. *et al*. Indicadores de qualidade de Latossolo Vermelho sob diferentes usos. *PesquisaAgropecuária Tropical*, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 446-454, out./dez. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pat/v42n4/v42n4a02.pdf>. Acessado em: 13 set. 2018.

COELHO, M. R.*et al*. *Solos*: tipos, suas funções no ambiente, como se formam e sua relação com o crescimento das plantas. Rio de Janeiro: Embrapa, 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/busca-de-publicacoes/-/publicacao/974201/solos-tipos-suas-funcoes-no-ambiente-como-se-formam-e-sua-relacao-com-o-crescimento-das-plantas>. Acessoem: 20 abr. 2018.

COOK, S. M. *et al*. The use of push-pull strategies in integrated pest management.*Annual Review of Entomology*, v. 52, p. 375-400, 2007.

DORAN, J. W., PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W., COLEMAN, D. C., BEZDICEK, D. F., STEWARD, B. A (eds.).*Defining soil quality for a sustainableenvironment*. Madison: SSSA. American Society of Agronomy, 1994, p. 3-21(Spec.Public, 35).

DORAN, J. W. *et al*. A Soilhealthand sustainability. *Advances in Agronomy*, Newark. v. 56, p.30-31, 1996.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Sistema brasileiro de classificação de solos.* 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.: il. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2018.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Ed.). Marco Referencial em Agroecologia. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 70 p. disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/107364/4/Marcoreferencial.pdf>. Acesso em 23 ago. 2018.

FAGERIA, N. K. *et al*. Maximização da eficiência de produção das culturas**.** Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 294 p.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.Qualidade do solo e meio ambiente. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 197). 35 p. 2006. Disponível em:<https://www.cnpaf.embrapa.br/transferencia/informacoestecnicas/publicacoesonline/seriedocumentos_197.pdf>. Acesso em: 10 set. 2018.

FONSECA, J. J.S. *Metodologia da pesquisa científica*. Ceará: Universidade Estadual do Ceará, 2002.

FRANCO, A.A. *et al*. Importância das leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas e na sustentabilidade de sistemas agroflorestais. In: Sistemas Agroflorestais eDesenvolvimento Sustentável, Mato Grosso do Sul, p. 1-24, 2003. Disponível em: <http://saf.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/15.pdf>. Acessado em: 24 out. 2018.

FRANCO, A. A.; BALIEIRO, F. de C.The Role of biological nitrogen fixation in land reclamation, agroecology and sustainability of tropical agriculture. In: ROCHAMIRANDA, C. E., (Ed.). *Transition to global sustainability:* The contribution of brazilian science. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2000. p. 209-234.

FRANCO, A. A.; FARIA, S.M.The contribution of N2-fixing tree legumes to land reclamation and sustainability in the tropics. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v. 29, n. 5/6, p. 897-903, 1997. Disponívelem:<https://eurekamag.com/pdf/002/002980832.pdf>. Acessoem: 20 nov. 2018.

FRANCO, A. A. *et al*. Uso de leguminosas associadas a microrganismos na revegetação de áreas de mineração de bauxita em Porto Trombetas-Pa. Itaguaí: EMBRAPA-CNPAB; 1996. 71p. (EMBRAPA-

CNPAB. Documentos, 27). Disponível em:<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/32721/1/doc027.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2018.

FREIRE, F.M. *et al*. Manejo da fertilidade do solo em sistema plantio direto. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.22, n.208, p.49-62, 2000. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/485006/manejo-da-fertilidade-do-solo-em-sistema-plantio-direto>. Acessado em: 05 de nov. 2018.

FREITAS L. *et al.* Indicadores da qualidade química e física do solo sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Unimar Ciências*. Marília - SP, V. 26, (1-2), pp. 08-25, 2017. Disponível em: <http://ojs.unimar.br/index.php/ciencias/article/view/511/0>. Acessado em: 04 de nov. 2018.

FURTINI NETO, A. E.*et al*. *Fertilidade do solo*. 2001. 252f. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Solos e Meio Ambiente) – Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, Universidade Federal de Lavras, Lavras. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/handle/1/11493?mode=full>. Acesso em: 08 out. 2018.

GLIESSMAN, S. R. *Agroecologia:* processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: UFRGS, 2005.

GODOY, R.; SANTOS, P. M. *Cajanuscajan*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Ed.). *Plantas forrageiras*. Viçosa, MG: Editora UFV, 2011. p. 294-309

GOMES, M. A. F.; FILIZOLA, H.F. INDICADORES FÍSICOS E QUÍMICOS DE QUALIDADE DE SOLO DE INTERESSE AGRÍCOLA. Jaguariúna: Embrapa, 2006. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Gomes_Filizola_indicadoresID-u1keja1HAN.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2018.

GOMES, A.S. *et al*. Caracterização de Indicadores da Qualidade do Solo, com Ênfase às Áreas de Várzea do Rio Grande do Sul.2006. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/746124/caracterizacao-de-indicadores-da-qualidade-do-solo-com-enfase-as-areas-de-varzea-do-rio-grande-do-sul>. Acesso em: 02 set. 2018.

GONÇALVES, S. Campesinato, resistência e emancipação: o modelo agroecológico adotado pelo MST no Estado do Paraná. 2008. 332 f. Tese (doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, faculdade de Ciências e Tecnologia, 2008. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/101433>. Acesso em: 08 out. 2018.

GRESSLER, L. A. *Introdução à pesquisa*: projetos e relatórios, 2 ed. rev. atual. São Paulo: Loyola, 2004. 295 p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=XHnajlTNlLIC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acessoem: 20 out. 2018.

JENNY, H. *Factors of soil formation A System of Quantitative Pedology*. New York: DoverPublications, 1941. Disponível em: <http://soilandhealth.org/wp-content/uploads/01aglibrary/010159.Jenny.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2018.

KARLEN, D.L. *et al*. Soil quality: a concept, definition and framework for evaluation. Soil Science SocietyAmericaJournal, v.61, n.1, p.4-10, 1997. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/a0f7/fd8e56f86acdc596aa86364b49610deb2550.pdf>. Acesso em: 05 out 2018.

KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. World map of the Köppen – Geiser climate classification updated. MeteorologischeZeitschrift, v. 15, n. 3, p. 259 – 263, jun. 2006.

LAL R. 2005. *Encyclopedia of Soil Science*, 2ed.CRC Press.2060p.

LOPES, A. S. *Manual Internacional de fertilidade do solo* / Tradução e adaptação, 2 ed., rev. e ampl. Piracicaba: POTAFOS, 1998. Disponível

em:<http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/40A703B979D0330383257FA80066C007/$FILE/Manual%20Internacional%20de%20Fertilidade%20do%20Solo.pdf>. Acesso em: 04 set. 2018.

MARTINS, M. L. Ocupação e desflorestamento numa área de fronteira: Vale do Mucuri, MG – 1890 a 1950. *Revista de História Regional* 15(1): 40-77, Verão, 2010.

NICOLODI, M.*etal.* Insuficiência do conceito mineralista para expressar a fertilidade do solo percebida pelas plantas cultivadas no sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 32, p.2735-2744, dez. 2008. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/79507>. Acesso em: 23 abr. 2018.

NOGUEIRA, N. O. *et al.* Utilização de Leguminosas para Recuperação de áreas Degradadas. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 8, n. 14, p.21-31, 2012. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/ambientais/utilizacao%20de%20leguminosas.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2018.

PETERSEN, P. Manejo sadio dos solos. *Revista Agriculturas: Experiências em Agroecologia*, Rio de Janeiro, v. 5, n. 3, p.1-2, 2008. Disponível em:<http://aspta.org.br/wp-content/uploads/2011/05/Agriculturas_v5n3.pdf>. Acesso em: 19 out. 2018.

PINTO, C. S. *Curso Básico de Mecânica dos Solos em 16 aulas*. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

PINTO, C. R. O. Efeito do uso do solo sobre seus atributos na microrregião de Chapadinha-MA. Tese (doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, xiii, 85 p. 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/123756>. Acesso em 08 de ago. 2018.

PREZOTTI, L. C.; M., A. G..*Guia de interpretação de análise de solo e foliar***.** Vitória: Incaper, 2013. 104 p.

PRIMAVESI, A. M. Agroecologia e manejo do solo. *Revista Agriculturas: Experiências em Agroecologia,* Rio de Janeiro, v. 5, n. 3, p.7-10, 2008. Disponível em:<http://aspta.org.br/wp-content/uploads/2011/05/Agriculturas_v5n3.pdf>. Acesso em: 19 out. 2018.

PRIMAVESI, A. *Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais*. São Paulo: Nobel, 2002. 541p.

PROCHNOW, L.I.; ROSSI, F. *Análise de solo e Recomendação de Calagem e Adubação.* Viçosa – MG, CPT, p.130, 1999.

RAIJ, B. Van. *Fertilidade do Solo e Manejo de Nutrientes*. International Plant Nutrition Institute. Piracicaba, 2011.Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/26251453/fertilidade-do-solo-e-manejo-de-nutrientes--van-raij>. Acessoem: 05 set. 2018.

RAO, M.R. *et al.* (2002) Forage production and nutritive value of selected pigeonpea ecotypes in the southern Great Plains. Crop Science, Madison, 42(4): 1259-1263. Disponívelem:<https://www.researchgate.net/publication/43263683_Forage_Production_and_Nutritive_Value_of_Selected_Pigeonpea_Ecotypes_in_the_Southern_Great_Plains/download>. Acesso em: 05 set. 2018.

RONQUIM, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. Campinas, São Paulo: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/882598/conceitos-de-fertilidade-do-solo-e-manejo-adequado-para-as-regioes-tropicais>. Acesso em 21 out. 2018.

SEIFFERT, N. F.; THIAGO, L. R. L. S. *Legumineira cultura forrageira para produção de proteína:* guandu (*Cajanuscajan*).EMBRAPA-CNPGC, 52p. 1983. (Circular Técnica 13).

SEVILLA GUZMÁN, E.; OTTMANN, G. Las dimensiones de laAgroecología. In:

Instituto de sociología y estudios campesinos. *Manual de olivicultura ecológica.* Córdoba: Universidad de Córdoba, p. 11-26. 2004.

SILVA, A.P. Física do Solo. 2010. Piracicaba In: *The Nature and Properties of Soils*. Editora Prentice Hall. 2001.13ªed. Disponível em:<https://pt.scribd.com/document/71484676/Apostila-Fisica-Do-Solo> Acesso em: 13 jun. 2018.

SILVA, F.C. Tecnologia social PAIS (Produção Agroecológica Integrada e Sustentável): uma alternativa para a promoção de avanços dentro da perspectiva da agroecologia? As experiências vivenciadas no território rural Prof. Cory/Andradina (SP). Tese (doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, p.37. 2016. Disponível em <http://hdl.handle.net/11449/144500>. Acesso em: 08 out. 2018.

SOBRAL, F.L. *et al.Guia prático para interpretação de resultados de análises de solos*Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 13 p. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, 206). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142260/1/Doc-206.pdf>. Acesso em: 04 novembro 2018.

SOUZA, F. H. D. de. *et al.Produção de sementes de guandu*. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. 68p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 69). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPPSE/17295/1/Documentos69.pdf>. Acesso em: 21 maio 2018.

SOUZA, F. A.; SILVA, E. M. R. Micorrizasarbusculares na revegetação de áreas degradadas. In: SIQUEIRA, J. O., (Ed.). *Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas*. Lavras: UFLA/DCS e DCF, 1996. p. 255-290.

STEVENSON, F.J. HUMUS CHEMISTRY: GENESIS, COMPOSITION, REACTIONS. 2th ed. John Wiley and Sons, Inc., New York, NY, 1994.

TASSINARI, D.*et al*. *Solos*: Conhecendo a vida do solo. Lavras: UFLA, 32 p. 2017. Disponível em <http://repositorio.ufla.br/handle/1/28099>. Acesso em: 08 out. 2018.

TEIXEIRA, P. C. *et al.* Acidez potencial do solo. In: PAULO CÉSAR TEIXEIRA. *Manual de métodos de análise de solo.* 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017. Cap. 4. p. 1-186. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/172314/1/Pt-2-Cap-4-Acidez-potencial-do-solo.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2018.

TEIXEIRA, P. C. *et al.* PH do solo. In: PAULO CÉSAR TEIXEIRA. *Manual de métodos de análise de solo.* 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017. Cap. 1. p. 1-186. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/172308/1/Pt-2-Cap-1-pH-do-solo.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2018.

TRIVIÑOS, A.N.S. *Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais:* a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

USDA.United state departament of agriculture.Guidelines for soil quality assessment in conservation planning.NRCS/SoilQualityInstitute, 2001.

VEZZANI, F.M.; MIELNICZUK.J. Uma visão sobre qualidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.743- 755, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832009000400001&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 05 set. 2018.

ZARONI, M. J.; SANTOS, H. G. Árvore do conhecimento: solos tropicais. Ageitec. 2016. Disponível em: < http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_7_2 212200611538.html>. Acesso em: 01 out. 2018.