



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SERGIPE-CAMPUS SÃO CRISTÓVÃO
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA
ELIS LEI DA SILVA

**EFEITO DO MANEJO DO SOLO SOBRE ATRIBUTOS FÍSICOS E
MICROBIOLÓGICOS**

SÃO CRISTÓVÃO-SE

2016

ELIS LEI DA SILVA

**EFEITO DO MANEJO DO SOLO SOBRE ATRIBUTOS FÍSICOS E
MICROBIOLÓGICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Superior de
Tecnologia em Agroecologia do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
de Sergipe - Campus São Cristóvão, como
pré-requisito para a obtenção do título de
Tecnólogo em Agroecologia.

Orientadora: Prof. Dra. Liamara Perin
Co-Orientadora: Prof. Msc Marisa Borin da Cunha

SÃO CRISTÓVÃO-SE

2016

IFS - Biblioteca do Campus São Cristóvão

S586e Silva, Elis Lei da
Efeito do manejo do solo sobre atributos físicos e microbiológicos /
Elis Lei da Silva. - São Cristóvão, 2016.
36 f.; il.

Monografia (Graduação) - Tecnologia em Agroecologia. Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe ã Campus São
Cristóvão, 2016.

Orientadora: Prof.^a Dra. Liamara Perin.

1. Prática agrícola. 2. Sustentável. 3. Biodiversidade. 4. Qualidade do
solo. I. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe -
IFS. II. Título.

CDU 631.5

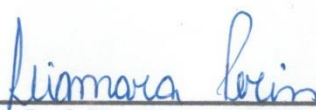
ELIS LEI DA SILVA

**EFEITO DO MANEJO DO SOLO SOBRE ATRIBUTOS FÍSICOS E
MICROBIOLÓGICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Superior de
Tecnologia em Agroecologia do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
de Sergipe - Campus São Cristóvão, como
pré-requisito para a obtenção do título de
Tecnólogo em Agroecologia.

Aprovado em: 18/08/2016

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Lianara Perin
IFS-Campus São Cristóvão



Prof. Arão Araújo Gomes
IFS-Campus São Cristóvão



Prof. Alexandre de Siqueira Pinto
Universidade Federal de Sergipe

DEDICATORIA

Dedico a DEUS, minha FAMÍLIA, AMIGOS, e a todas as
pessoas que possam vir a ler este trabalho usufruindo e
fazendo bom uso do seu conteúdo.

*Para que ter medo?
Deus já está no lugar
onde você quer chegar!
Sabe por que?
Ele faz o impossível acontecer.
(Autor desconhecido)*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente DEVO agradecer ao meu MARAVILHOSO **DEUS** por sempre estar comigo a todo instante me ajudando em absolutamente todos os meus momentos de existência. OBRIGADA MEU DEUS! Em seguida agradeço aos **MEUS PAIS**, eles que são minha base, meu alicerce, minha inspiração, meu TUDO. Com eles aprendi ter princípios, a ser forte e guerreira, respeitar e ajudar o próximo seja ele quem for, aprendi a ser humilde e honesta, a lutar pelos meus sonhos, aprendi também que mesmo em meio as tristezas, aflições e aos obstáculos da vida, SEMPRE devemos ter em mente que o amanhã poderá ser melhor que o hoje e que a todo momento devemos ter no rosto um belo sorriso como forma de agradecimento a oportunidade dada por Deus em poder desfrutar do dom da vida. Falando em família, não poderia deixar de agradecer as minhas **IRMÃS** Gleide, Graciene e Graciele e ao meu único **IRMÃO** Edson, que estiveram comigo toda vez que precisei e sempre torceram por minha vitória, OBRIGADA. Nesse contexto, é impossível falar de pai, mãe, irmãs e irmão, e não falar deles, meus **SOBRINHOS** Janbson, David Henrique, Jhon Hebert e minha **SOBRINHA** Eveny Natiely. Juntos todos eles constituem minha família, a melhor de todas e o melhor presente em minha vida dado por Deus. EU AMO VOCÊS!

Venho agradecer ainda as minhas tias, tios, primas e primos. Aos meus **AMIGOS** e **AMIGAS** tanto da Bahia como de Sergipe que mesmo sem citar nomes sabem que são e sempre serão meus inesquecíveis e verdadeiros amigos. Que estiveram presentes em minha vida mesmo que as vezes distantes, acreditando em minha capacidade, minhas escolhas e minhas decisões além de torceram por minha felicidade e vitória. Em especial agradecer a meu amigo Erick Alexandre que sempre esteve ao meu lado e que tanto colaborou para a realização desse trabalho. Vocês estarão pra sempre em meu coração independente da distância e do tempo.

Gostaria também de agradecer a TODOS que me ajudaram no decorrer deste trabalho. Ao servidor Josenaldo pelos trabalhos de campo, a Vanessa Miranda e Breno Menezes pela força dada nas análises laboratoriais tendo paciência em ajudar-me e ensinar-me. As MARAVILHOSAS e EXCELENTES **PROFESSORAS** Marisa Borin da Cunha que demais contribuiu para minha formação profissional e pessoal, sendo minha eterna AMIGA e ADMIRADA professora. Também a Liamara Perin profissional sem igual, que teve toda dedicação e paciência comigo em todo processo de execução do referido trabalho de pesquisa, MUITO obrigada, que Deus as abençoem! A todos os professores desde o fundamental em especial Rita de Cássia, aos do ensino médio técnico até aos da graduação, que colaboraram para minha formação acadêmica e para chegar onde cheguei. Ao **IFS**, que me acolheu de braços abertos por muitos e muitos anos, proporcionando ensinamentos e oportunidades de crescer como pessoa e profissional.

Por fim, meu ENORME agradecimento ao **SOLO**, que devido a sua existência e sua importância para todos os meios de vida existente, me proporcionou a realização do meu projeto de pesquisa.

Obrigada!

RESUMO

Práticas agrícolas que visam a conservação do solo e a sustentabilidade da agricultura têm recebido atenção crescente por parte de pesquisadores e agricultores. Após a mudança no manejo dos solos, ocorrem alterações em suas características. O monitoramento de atributos de qualidade do solo pode servir como critério para detectar alterações mais impactantes. Essas informações podem contribuir para o desenvolvimento de sistemas de manejos mais sustentáveis. Neste estudo, buscou-se avaliar atributos físicos e microbiológicos de qualidade de solos submetidos a diferentes usos agrícolas no IFS - Campus São Cristóvão. Foram retiradas amostras de solo na profundidade de 0-10 cm, com nove repetições em três áreas com diferentes sistemas de manejos: pastagem, SAF e horta, utilizando área de mata como referência. Para o teor de umidade e densidade do solo foram coletadas amostras indeformadas utilizando anel cilíndrico com volume conhecido. As análises microbiológicas consistiram de carbono da biomassa microbiana pelo método do Clorofórmio e a atividade microbiana pelo acúmulo de C-CO₂ durante 3 dias de incubação. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5%. Os dados indicaram que a mudança no uso do solo promoveu alterações com maior valor na densidade e menor na umidade para a área de pastagem. Para os atributos microbiológicos, foi observado que a área da horta apresentou menor população e maior atividade microbiana, possivelmente pelo maior revolvimento do solo e adição de adubos orgânicos. Por conseguinte, foi observado que mesmo as áreas de pastagem e horta tendo apresentado alterações em relação a solo da mata, nos atributos avaliados proveniente do manejo, nenhuma destas apresentaram indícios de compactação do solo. Mas faz-se uma alerta para práticas de manejos mais sustentáveis destes solos.

Palavras-chave: Práticas agrícolas. Sustentável. Biodiversidade. Qualidade do solo.

ABSTRAT

Agricultural practices that aim the soil conservation and more sustainable agriculture have received increasing attention by researchers and farmer. After the change in land management, changes occur in their characteristics. Monitoring of soil quality attributes can serve as a criterion to detect more impactful changes. Such information can contribute to the development of more sustainable management systems. In this study, we sought to evaluate physical and microbiological quality attributes of soils submitted to different agricultural uses in the IFS - Campus São Cristóvão. Soil samples were collected at a depth of 0-10 cm with nine replicates in three areas with different management systems: pasture, SAF and vegetable garden using woods area as reference. For moisture content and density of the soil undisturbed soil samples were collected using cylindrical ring with known volume. Microbiological analysis consisted of microbial biomass carbon by the method of Chloroform and microbial activity by the C-CO₂ accumulation during three days of incubation. Means were compared by the Scott-Knott test at 5%. The data indicate that the change in land use changes promoted with highest density and lower in moisture for pasture. For microbiological attributes, it was observed that the area of the garden had lower population and increased microbial activity, possibly due to greater soil disturbance and addition of organic fertilizers. Therefore, it was observed that even areas of pasture and vegetable garden has submitted changes in the ground of the woods, the evaluated attributes from the management, none of these showed evidence of soil compaction. But it is a warning to more sustainable management practices of these soils.

Keywords: Agricultural practices. Sustainable, Biodiversity. Soil quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Fotografia aérea mostrando a localização das áreas de coleta. Foto: google	20
Figura 2- Dados pluviométricos em mm de chuva por dia no período de coleta das áreas estudadas	21
Figura 3- Fotografias mostrando a área da mata (A) e o procedimento adotado para coleta das amostras (B)	21
Figura 4- Fotografias mostrando a área de pastagem (A) e coleta sendo realizada na área (B)	22
Figura 5- Fotografias mostrando o Sistema Agroflorestal	22
Figura 6- Fotografias mostrando a área de horta estudada	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Atributos físicos de qualidade do solo avaliados nas áreas de estudo do Campus São Cristóvão	26
Tabela 2- Atributos microbiológicos de qualidade do solo avaliados nas áreas de estudo do Campus São Cristóvão	29

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO	12
2- OBJETIVO GERAL	13
3- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1- Atributos do solo como indicadores de sua qualidade	14
3.2- Atributos visuais de qualidade de solo	15
3.3- Atributos físicos de qualidade do solo	16
3.4- Atributos químicos de qualidade do solo	17
3.5- Atributos biológicos de qualidade do solo	17
3.5.1 Biomassa microbiana do solo	18
3.5.2 Respiração basal do solo	19
4- METODOLOGIA	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
6- CONCLUSÃO	29
7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

1. INTRODUÇÃO

O solo é um importante recurso natural que suporta a flora, fauna, o armazenamento da água e as edificações do homem. É considerado um componente vital para os agroecossistemas no qual ocorrem os processos e ciclos de transformações físicas, biológicas e químicas, que quando mal manejados podem degradar todo o ecossistema, provocando riscos ambientais com impacto negativo tanto para comunidades rurais como no meio urbano. Sendo ainda considerado o principal componente na manutenção da qualidade ambiental com efeitos desde nível local, regional até mundial.

Um dos grandes desafios da agricultura é manter alta produção vegetal e animal sem degradar seus solos e o meio ambiente. O que predomina na agropecuária brasileira é um sistema de produção “extrativista”, onde se produz extraindo tudo o que o solo pode fornecer sem reposição e sem manutenção de suas características.

Práticas agropecuárias consideradas inadequadas, como o pastoreio intensivo, tráfego de máquinas, intenso revolvimento do solo, arações, gradagens e solo desprotegido, são os principais responsáveis pela degradação dos solos. A médio e longo prazo estes solos diminuem sua capacidade produtiva, aumentando o custo de produção ou gerando pressão sobre áreas de matas, além de diminuir a capacidade de armazenamento de água e reabastecimento do lençol freático, interferindo em toda a bacia hidrográfica. A erosão é uma das principais consequências do uso inadequado do solo. Em muitos casos, pode atingir magnitude que impeça uma propriedade de ser lucrativa, expulsando assim o homem do campo.

Nesse sentido, a agroecologia se apresenta como prática capaz de preservar e reconstruir sistemas de produção degradados pela ação do homem, no momento em que tem por base seis pilares de dimensões básicas, como os de caráter econômico, social, ecológico, político, cultural e ético, os quais preconizam um repensar no próprio modo de vida. Dessa forma, corresponde a um campo de estudo que compreende o manejo ecológico dos recursos naturais, para que, através de uma estratégia sistêmica seja construído um modelo de agricultura e de vida mais sustentável.

A prática agrícola com base ecológica contribui para o restabelecimento do balanço energético de determinado sistema, através do manejo sustentável dos

sistemas de produção e da preservação da biodiversidade natural. Pois, com a diversidade de espécies atuando num mesmo local, ocorrerão interações entre os componentes do sistema, onde alguns elementos serão utilizados para a produção de outros (VARGAS et al., 2013).

Em sistemas agroecológicos de produção o foco passa a ser o solo e não a planta. Busca-se melhorar e dar vida ao solo para que este consiga sustentar planta com boa produtividade. Sendo o solo alvo principal, estudos são desenvolvidos para conhecer os efeitos dos manejos nos diferentes regimes edafoclimáticos brasileiros. Portanto, conhecer as interferências dos diferentes manejos sobre sua qualidade foi o objetivo desse estudo.

2- OBJETIVO GERAL

Avaliar atributos físicos e microbiológicos de qualidade dos solos submetidos a diferentes usos agrícolas no IFS – Campus São Cristóvão.

2.1- Objetivos Específicos

- a) Comparar o efeito dos manejos pastagem, SAF e horta em comparação com a mata;
- b) Identificar o teor de umidade e densidade dos solos sob diferentes usos agrícolas;
- c) Quantificar a população microbiana e sua atividade nos solos sob diferentes usos agrícolas;

3- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Atualmente, há uma maior preocupação com a qualidade do solo, na medida em que o seu uso e a mobilização intensiva podem diminuir a capacidade produtiva e a manutenção da população biológica sustentável (CARVALHO et al., 2004). De acordo com Araújo et al. (2007, apud, Arcoverde 2013), o uso sustentável e a qualidade dos recursos naturais, especialmente do solo e da água, tem-se constituído um tema de crescente relevância em razão, principalmente, do aumento das atividades antrópicas devido à necessidade de produção de alimentos para atender uma demanda cada vez maior.

Os principais contribuintes para a degradação dos solos são as práticas agrícolas inadequadas, incluindo pastoreio intensivo, a super-utilização com culturas anuais e o desmatamento. Após a remoção da vegetação natural, a

degradação é acentuada com os cultivos subsequentes, onde a remoção dos nutrientes e da matéria orgânica são maiores do que a reposição, até que em determinado momento inviabiliza a produção agrícola, caracterizando um estágio avançado da degradação (SOUZA; MELO, 2003).

Vargas e Scholles (2000) perceberam que sistemas de manejo com diferenças no revolvimento do solo e na composição dos resíduos vegetais, alteram as propriedades do solo, com reflexos sobre a qualidade e a produtividade das culturas, e da comunidade microbiana. Porém é necessário dispor de parâmetros que possam quantificar o grau de interferência das práticas agrícolas no solo. A compreensão e a mensuração do impacto do uso e manejo do solo na sua qualidade são fundamentais no desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis (DEXTER; YOUNGS, 1992 apud, JORGE, 2010).

Lal e Pierce (1991, apud, Vezzani et al., 2009), foram precursores em alertar sobre a relação do manejo do solo e a sustentabilidade da agricultura. Os números alarmantes de áreas degradadas física e quimicamente contaminadas por agroquímicos fizeram com que os mesmos autores despertassem a comunidade científica a buscar sistemas de manejo inovadores, capazes de balancear o requerimento do solo e das culturas, com ênfase não em maximizar a produção, mas sim em otimizar o uso do recurso e sustentar a produtividade a um longo prazo.

3.1- Atributos do solo como indicadores de sua qualidade

A rápida degradação dos solos sob exploração agrícola, especialmente nos países tropicais, despertou nas últimas décadas a preocupação com sua sustentabilidade. Conhecer as características dos solos nos leva a entender quais práticas contribuem para sua melhoria ou degradação. Estudos levaram ao conceito de Qualidade do Solo (QS), definido como a capacidade do solo em exercer as suas funções na natureza, de modo a funcionar como meio para o crescimento das plantas; regular e compartimentalizar o fluxo de água no ambiente; estocar e promover a ciclagem de elementos na biosfera; e servir como tampão ambiental na formação, na atenuação e na degradação de compostos prejudiciais ao ambiente (DORAN, 2000).

Pelo fato de necessitar de um número razoável de variáveis, a qualidade do solo não pode ser mensurada diretamente, mas pode ser estimada a partir de indicadores de qualidade (ANDREWS et al., 2004). Reinert (1998), citado por Júnior

(2013), categoriza os indicadores em descritivos e analíticos. Os descritivos são de caráter visual e, ou morfológico, como: cor, cobertura vegetal, erosão, drenagem, espessura dos horizontes ou camadas, dentre outros, os analíticos são de natureza física, química e biológica. Posteriormente a qualidade do solo passou a ser avaliada através do estabelecimento de indicadores, que são distribuídos em quatro grupos: visuais, físicos, químicos e biológicos (ARAÚJO et al., 2007).

O conceito QS foi proposto por Doran e Parkin (1994), que mais tarde foi reformulado por Doran (1997, apud, Vezzani et al., 2009) sendo ainda utilizado nos dias atuais como:

"Qualidade do solo é a capacidade de um solo funcionar dentro dos limites de um ecossistema natural ou manejado, para sustentar a produtividade de plantas e animais, manter ou aumentar a qualidade do ar e da água e promover a saúde das plantas, dos animais e dos homens".

Em outras palavras, é a capacidade de o solo exercer suas funções na natureza que são:

{...} funcionar como meio para o crescimento das plantas; regular e compartimentalizar o fluxo de água no ambiente; estocar e promover a ciclagem de elementos na biosfera; e servir como tampão ambiental na formação, atenuação e degradação de compostos prejudiciais ao ambiente (DORAN, 1997).

Assim, o estudo da qualidade do solo é essencial, pois reflete o uso, a produtividade e a sustentabilidade global de agrossistemas, sendo, portanto, um indicador necessário quando se deseja fornecer informações sobre o manejo do solo e assegurar a tomada de decisões para uma melhor utilização desse recurso Sposito (2000, apud, Arcoverde 2013), tendo em vista que a qualidade do solo pode ser diminuída pelas mudanças do uso da terra, especialmente o cultivo em áreas desflorestadas, ao contrário do que ocorre, por exemplo, em sistemas conservacionistas de manejo como o plantio direto (SILVA et al., 2000), que visa a manutenção da qualidade do solo por um longo período e, assim, da sustentabilidade agrícola (VEZZANI, 2001).

3.2- Atributos visuais de qualidade de solo

Segundo Shepherd (2000, apud, NIERO, 2009), o uso de avaliações visuais para a qualidade do solo fornece de maneira rápida, segura e barata, as

informações necessárias ao planejamento agrícola; ainda, segundo o autor, a avaliação visual caracteriza-se pela simplicidade e praticidade dos métodos utilizados.

Como descrito por Houskova (2005, apud, NIERO 2009), a avaliação visual do solo (AVS), é baseada na avaliação de seus atributos e em indicadores que são visíveis ou passíveis de serem distinguidos sem análises laboratoriais. Podendo ainda ser usada como instrumento de apoio na avaliação da qualidade e da sustentabilidade do solo de acordo com seu uso e ocupação. Buscando caracterizar o ambiente para o correto desenvolvimento das plantas, a AVS possibilita avaliar, entre outros, os seguintes indicadores: textura, estrutura, consistência, porosidade, cor, presença de horizontes compactados, número de minhocas e grau de erosão.

3.3- Atributos físicos de qualidade do solo

A qualidade física do solo é um importante elemento de sustentabilidade, sendo uma área de estudo em contínua expansão (REYNOLDS et al., 2002). Segundo Arshad et al. (2006, apud, Cardoso et al., 2011), as propriedades físicas e os processos do solo estão envolvidas no suporte ao crescimento radicular; armazenagem e suprimento de água e nutrientes, e atividade biológica.

Carvalho et al. (2004, apud, Suzuki et al., 2006), afirmam que os atributos físicos estão relacionados ao arranjo das partículas e do espaço poroso do solo, incluindo densidade, porosidade, estabilidade de agregados, textura, encrostamento superficial, compactação, condutividade hidráulica e capacidade de armazenagem de água disponível, os quais refletem limitações ao crescimento radicular, à emergência das plântulas, à infiltração e ou movimento da água no interior do perfil do solo, bem como sua disponibilidade às plantas. Dessa forma, os principais indicadores físicos propostos atualmente são: textura; densidade do solo; porosidade total; resistência à penetração; estabilidade de agregados; capacidade de retenção de água; e condutividade hidráulica (ARAÚJO et al., 2012).

3.3.1 Determinação de umidade atual e densidade do solo

A umidade do solo influencia diretamente o volume de água nele armazenado, bem como a sua resistência e a compactação, entre outros fatores. Logo é de grande importância o conhecimento da umidade para estudos de movimento da

água, bem como a adoção de determinadas práticas de manejo culturais e irrigação (BRAGANÇA, 2011).

A densidade do solo refere-se à relação entre a massa seca e o volume total. É afetada pela cobertura vegetal, quantidade de resíduos à superfície, teor de matéria orgânica e uso e manejo do solo (SILVA et al., 2006). É um importante atributo físico, por fornecer indicações a respeito do estado de sua conservação, sobretudo em sua influência em propriedades como infiltração e retenção de água, desenvolvimento de raízes, trocas gasosas e suscetibilidade do solo aos processos erosivos, e também sendo largamente utilizada na avaliação da compactação e/ou adensamento. Conforme Carvalho et al. (2007), atributos físicos como densidade e umidade são indicadores responsáveis pela capacidade deste em manter a produtividade biológica, a qualidade ambiental e a vida vegetal e animal saudável na face da terra.

3.4- Atributos químicos de qualidade do solo

Os indicadores químicos retratam parâmetros que são responsáveis pelos processos naturais do funcionamento do solo, como a matéria orgânica (influencia a textura e a biomassa microbiana), o pH (a disponibilidade de nutrientes) e o conteúdo de nutrientes que está relacionado a produção de biomassa (PINTO, 2014).

Dentre os principais indicadores químicos, destaca-se a matéria orgânica do solo (MOS) em virtude de ser altamente suscetível a alteração frente às práticas de manejo além de estabelecer relação com as demais propriedades do solo, tais como a densidade, a porosidade, a superfície específica, a estrutura e a retenção de água (REINERT et al., 2006).

3.5- Atributos biológicos de qualidade do solo

Na agricultura, existe a necessidade de dispor de atributos sensíveis a mudanças provocadas pelo manejo do solo, de modo a avaliar o grau de sustentabilidade de um sistema e muitas das vezes os indicadores químicos e físicos não demonstram as mudanças ocasionadas pelo uso inadequado do solo num curto espaço de tempo. Atributos biológicos são muito sensíveis e são os primeiros a apresentarem alterações quando se altera o manejo de um solo (DE-POLLI; GUERRA, 1996).

Os indicadores biológicos refletem os processos e transformações que estão intimamente relacionadas às funções que o solo necessita exercer para ser considerado de qualidade (MONOKROUSOS et al., 2006), além de serem indicadores sensíveis e precoces de mudança nos processos de dinâmica da matéria orgânica como descrito por (MARINARI et al., 2006, apud, PINTO, 2014). As práticas de manejo em uso no sistema de produção podem influenciar de forma direta e indireta a fauna do solo. A relação entre a diversidade de animais e os processos que ocorrem no solo permite identificar grupos funcionais da fauna edáfica mais sensíveis ao sistema de manejo (BARETTA et al., 2003; SILVA et al., 2006). Portanto, o monitoramento da diversidade dos grupos da fauna edáfica permite compreender a funcionalidade destes organismos, e a complexidade ecológica destas comunidades (MOÇO et al., 2005).

Os microrganismos se enquadram nesses critérios, sendo responsáveis por serviços ambientais de importância fundamental, tais como os processos de formação do solo, decomposição de resíduos orgânicos (animais e vegetais), ciclagem de nutrientes e formação da matéria orgânica, biorremediação de poluentes e agrotóxicos, entre outros (MENDES, et al., 2009).

As propriedades biológicas do solo, como biomassa microbiana do solo (BMS), atividade enzimática e taxa de respiração constituem indicadores sensíveis às alterações ambientais e servem como ferramenta para orientar o planejamento e avaliar as práticas de manejo do solo. Alguns trabalhos avaliaram variáveis microbiológicas e identificaram que estas foram mais sensíveis em detectar os efeitos de diferentes manejos do solo do que as variáveis físicas e químicas, utilizando como referência vegetações nativas (SILVA, 2009).

Para Alves et al. (2011, apud, Pezarico et al., 2013), na análise qualitativa dos solos, os indicadores microbiológicos como carbono da biomassa microbiana, respiração microbiana e quociente metabólico têm sido frequentemente sugeridos como mais sensíveis aos impactos causados pelo manejo, tendo em vista que esses sistemas influenciam, constantemente, a atividade metabólica dos microrganismos.

3.5.1 Biomassa microbiana do solo

Esse atributo representa a parte viva e mais ativa da matéria orgânica e é a mais sensível ao preparo do solo que a parte morta (CARNEIRO et al., 2009).

Segundo Frighetto (2000), como parâmetro ecológico, sua avaliação é útil para obter informações rápidas sobre mudanças nas propriedades orgânicas do solo; detectar variações causadas por cultivos ou por devastação de florestas; medir a regeneração dos solos após a remoção da camada superficial; e avaliar os efeitos de poluentes como metais pesados e pesticidas.

Atualmente a BMS e seus processos bioquímicos são utilizados como indicadores de qualidade, devido a sua capacidade de responder rapidamente a alterações no ambiente do solo. Os conteúdos de C, N e P na biomassa microbiana e a atividade dos microrganismos são de grande importância para o entendimento dos fluxos de nutrientes em ecossistemas naturais, manejados e/ou com níveis de perturbação e um importante atributo no monitoramento de processos de recuperação ambiental e de áreas degradadas (ROSA et al., 2011).

A biomassa microbiana é um dos componentes que controlam funções chaves no solo, como a decomposição e o acúmulo de matéria orgânica, ou transformações envolvendo os nutrientes minerais. Representa, ainda, uma reserva considerável de nutrientes, os quais são continuamente assimilados durante os ciclos de crescimento dos diferentes organismos que compõem o ecossistema (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

3.5.2 Respiração basal do solo

A respiração do solo, que é a oxidação biológica da matéria orgânica a CO_2 pelos microrganismos aeróbios, ocupa uma posição chave no ciclo do carbono nos ecossistemas terrestres. A avaliação da respiração é a técnica mais frequente para quantificar a atividade microbiana, sendo positivamente relacionada com o conteúdo de matéria orgânica e com a biomassa microbiana. Alef (1995, apud, Araújo et al., 2007).

A combinação das medidas da biomassa microbiana e respiração fornecem a quantidade de CO_2 evoluída por unidade de biomassa, denominada quociente metabólico ou respiratório (qCO_2). O qCO_2 indica a eficiência da biomassa microbiana em utilizar o carbono disponível para biossíntese, sendo sensível indicador para estimar a atividade biológica e a qualidade do substrato (SAVIOZZI et al., 2002). Quociente Metabólico do Solo (qCO_2) é a razão entre a respiração basal do solo por unidade de carbono da biomassa microbiana, conforme descrito por Araújo et al. (2007). Altos valores do qCO_2 significam que a população

microbiana está oxidando carbono das suas próprias células para sua manutenção, indicando que se encontra em condições adversas ou que o local recebeu incorporação de resíduos orgânicos (ALVES et al., 2011).

4- METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe (IFS)- Campus São Cristóvão, município de São Cristóvão, definido pelas coordenadas 11° 00' 54" S e 37° 12' 21" N, com altitude de 47 metros. O Campus ocupa uma área de 432,4 Km². O clima da região é tropical e a temperatura média anual é de 26° C, com precipitações pluviométricas médias anuais de 1.303 mm. A vegetação primitiva da região era formada por extensas florestas e atualmente apresenta vegetação litorânea, resíduos de mata atlântica e cerrado (EMDAGRO, 2008). Sendo seu remanescente de mata atlântica considerado de grande valor para o ensino, a pesquisa e outras atividades afins como turismo ecológico devido sua raridade na região e proximidade de centros urbanos. Anualmente há produção agrícola de grãos, frutíferas, hortaliças e de pastagens.

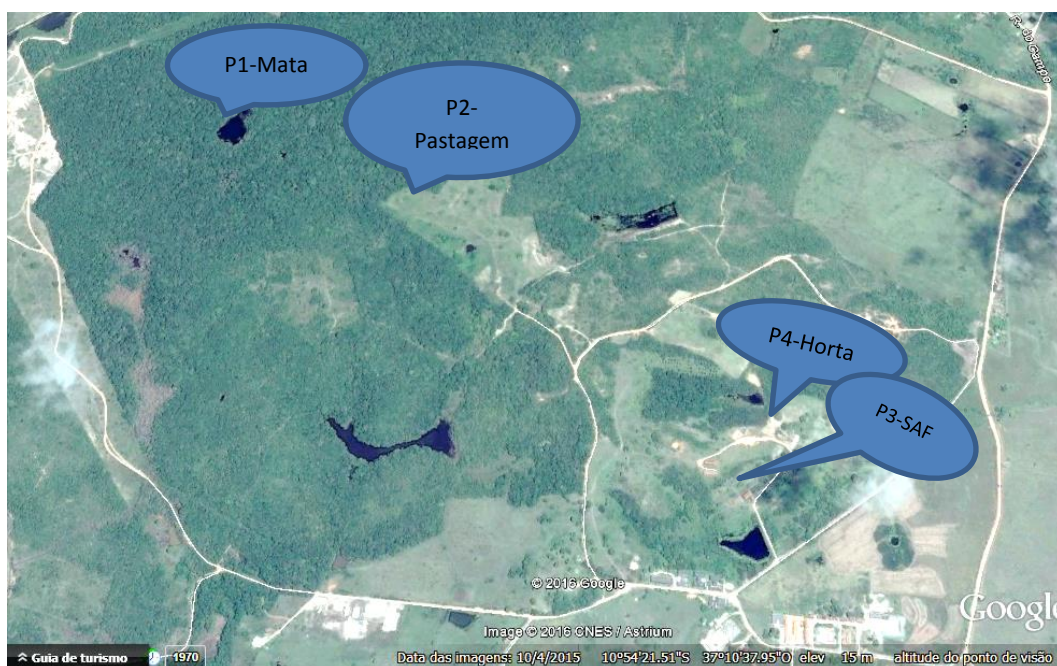


Figura 1: Fotografia aérea mostrando a localização das áreas de coleta. Foto: google

As coletas foram realizadas nos meses de maio e junho de 2016 em quatro áreas com diferentes sistemas de manejo e uso do solo. Todas as áreas de estudo pertencem a classe de solo denominado Argissolo Vermelho Amarelo e são elas:

(1) mata, usada como referência para comparação de manejo em relação as demais áreas analisadas; (2) pastagem; (3) Sistema Agroflorestal (SAF) e (4) horta.

Segue abaixo (Figura 2) gráfico contendo dados de precipitação pluviométrica no Campus São Cristóvão, coletadas na estação pluviométrica do Campus e fornecida pelo professor Anderson Nascimento do Vasco.

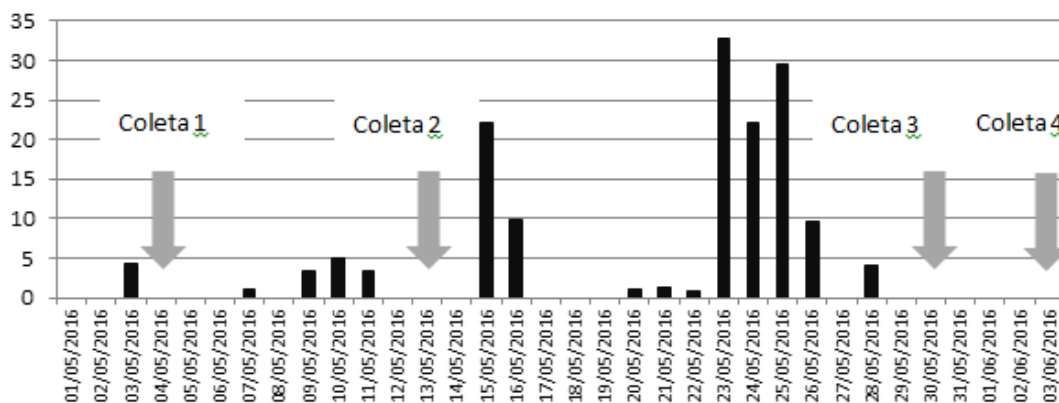


Figura 2: Dados pluviométricos em mm de chuva por dia no período de coleta das áreas estudadas.

O fragmento de Mata Atlântica (Figura 3) é considerada mata secundária que a muito tempo foi explorada para retirada de madeira de importância para a indústria.



Figura 3: Fotografias mostrando a área da mata (A) e o procedimento adotado para coleta das amostras (B).

A área de pastagem amostrada (Figura 4) ocupa 12 hectares onde anteriormente era cultivado mandioca e a aproximadamente 30 anos foi plantado *Brachiaria decumbens*. Atualmente, 4 vezes ao ano, são colocadas em torno de 60 cabeças de gado por um período de 30 dias. O único trato cultural nesta área é a roçada mecânica das plantas espontâneas e já é notável a presença da gramínea

nativa perene chamada capim-gengibre (*Paspalum maritimum*, Trind.) e pontos com solo exposto.



Figura 4: Fotografias mostrando a área de pastagem (A) e coleta sendo realizada na área (B).

O Sistema Agroflorestal (SAF) fica vizinho a área de horta, foi iniciado a 13 anos e conta com a presença de árvores nativas da Mata Atlântica e espécies frutíferas como coqueiros, bananeiras e abacaxizeiros (Figura 5). Anteriormente ao SAF, por uns 30 anos esta área foi utilizada como horta, depois cultivo de coqueiros e inhame. O sistema não é adubado com insumos externos, na área são plantadas leguminosas para adubação verde e essa biomassa, juntamente com as plantas espontâneas é manejada para proteção do solo e ciclagem de nutrientes.



Figura 5: Fotografias mostrando o Sistema Agroflorestal.

A área da horta estudada foi anteriormente utilizada para o cultivo de inhame e macaxeira seguindo o modelo convencional de produção. A partir de 2008 passou a ser utilizada com o cultivo de hortaliças e somente a partir de 2012 iniciou processo de conversão para sistema agroecológico de produção. A produção é diversificada e garantida no período seco com uso de irrigação (Figura 6). A adubação é feita com uso de esterco, compostos e adubação verde. Apresenta

aleias de gliricídias (*Gliricidia sepium*) e os canteiros são cobertos com cobertura morta. Nesta área são desenvolvidas aulas práticas para os estudantes dos cursos técnico em agropecuária e superior em agroecologia.



Figura 6: Fotografias mostrando a área de horta estudada.

Análises físicas

Dos atributos físicos foram avaliados teor de umidade atual e densidade do solo. Em cada área foram escolhidos aleatoriamente três pontos. Em cada ponto, foram retiradas três subamostras indeformadas de solo utilizando anel metálico com 4cm de diâmetro e 4cm de altura. As amostras em todas as áreas foram retiradas na manhã do dia 13 de maio (Figura 2, coleta 2), com anel metálico que foi introduzido no solo com o auxílio de uma enxada e o seu conteúdo acondicionadas em latas de alumínio. As amostras foram levadas ao Laboratório de Solos, pesadas para obtenção do peso úmido e secas em estufa a 110° C por 24 horas. Após obtenção do peso seco foram realizados os cálculos para saber o teor de umidade do solo no momento da coleta e da densidade do solo (EMBRAPA, 1997).

Análises microbiológicas

As amostras para análises microbiológicas foram coletadas no dia 04 de maio na área de mata (Figura 2, coleta 1), 13 de maio na área de pastagem (Figura 2, coleta 2), 30 de maio na área do SAF (Figura 2, coleta 3) e 03 de junho na área da horta (Figura 2, coleta 4). Em cada área estudada foram amostrados 3 pontos, em

cada ponto retirou-se 3 amostras que misturadas formaram uma amostra composta. Assim para cada área estudada foram feitas 3 amostras compostas na profundidades de 0-10 cm e acondicionadas em sacos plásticos e levadas para o Laboratório de Solos. Permaneceram por no máximo 10 dias em geladeira a 10° C para serem analisadas. No momento das análises, as amostras passaram por peneira com malha de 2 mm para retirada de pedras, raízes e outros restos vegetais. Todas as análises foram feitas em triplicata e o procedimento experimental foi complementado por prova em branco (controle da análise).

Os valores do carbono da biomassa microbiana do solo foram estimados pelo método fumigação-extração adaptado por Silva e colaboradores (2007a). Esse método consiste na extração do Cmic em 20 g de amostra de solo fumigado, após adição de 1 mL de clorofórmio livre de etanol e amostras não fumigadas, sem a exposição ao clorofórmio. Após 24 horas de incubação no escuro, foi adicionado às amostras 50 mL de K₂SO₄ (0,5 M) e em seguida agitadas por 30 min a 120 rpm e filtradas usando papel de filtro. Em um erlenmeyer de (125 mL) foram adicionados 8 mL do filtrado, 2 mL de K₂Cr₂O₇ (66,7 M), 10 mL de H₂SO₄ (P.A) e 5 mL de H₃PO₄ (P.A) e 10 mL de água destilada. As amostras foram tituladas com solução de sulfato ferroso amoniacal (Fe(NH₄)₂(SO₄).6H₂O) (33,33 M) em presença de difenilamina. E o teor de carbono da biomassa microbiana calculado segundo a metodologia.

A respiração microbiana do solo (RBS) foi determinada de acordo com a metodologia proposta por Alef (1995), e adaptada por Silva e colaboradores (2007b), mediante a quantificação da evolução de CO₂ liberado em 20 g de amostra de solo, após 72 horas de incubação com solução de NaOH (0,05 mol L⁻¹), precipitado com 5 mL de BaCl₂ (0,5 mol L⁻¹) e titulado com solução de HCl (0,05 mol L⁻¹) na presença de fenolftaleína 0,1%. E a atividade dos microrganismos do solo foi calculada segundo a metodologia. A relação entre a respiração por unidade de carbono da biomassa microbiana do solo permite estimar o quociente metabólico do solo (qCO₂), que estima a eficiência no uso de substratos pelos microrganismos, podendo ser utilizado como sensível indicador de estresse.

Análises estatísticas

O tratamento dos dados consistiram da análise de variância e da comparação de médias pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade. Todas as análises foram analisadas por meio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise dos dados referentes ao teor de umidade atual e densidade dos solos nas áreas em estudo, foi observado que a área de pastagem diferiu estatisticamente das demais, apresentando menor teor de umidade no solo (Tabela 1). Já em relação a mata, esta apresentou menor valor numérico de teor de umidade, isso provavelmente ocorreu devido aos baixos volumes de chuva nos dias que antecederam a coleta. A presença da vegetação densa acima e sobre o solo na mata, intercepta essa água, podendo grande parte dela evaporar antes de chegar ao solo.

Em relação a densidade do solo, foi observado menor valor na área da mata, valores iguais para as áreas do SAF e da horta e valor maior na área de pastagem, porém todos apresentaram densidade inferior ao considerado crítico ($1,75 \text{ g/cm}^3$). Foi notado então que houve relação entre o teor de umidade presente no solo e sua densidade. Com maior densidade, este solo apresentou menor espaço poroso, implicando em menor velocidade de infiltração de água da chuva. As pressões mecânicas exercidas pelo pisoteio dos animais pode ser responsável pelas maiores densidades na área da pastagem, porém não atingiu valores que levaram a caracterizar a área como solo compactado. Esta área sofre superpastejo provocado pelo número de animais acima de sua capacidade de suporte, provocando também aspectos visuais de degradação que foram observados no dia da coleta, como a presença de manchas de solo exposto e estabelecimento de plantas espontâneas.

Pastagens com super-pastoreio apresentam maior valor de densidade do solo quando comparadas a outros sistemas (SOUZA et al., 2004). Isso ocorre, como visto na pastagem em estudo, devido ao pisoteio de animais que apresentam peso corpóreo elevado associado à reduzida área da pata, que no pastejo, imprimem sobre o solo elevadas pressões, compactando-o até 10 a 15 cm de profundidade (SATTLER, 2006).

Quando a vegetação natural é substituída por áreas de cultivos, os valores de densidade do solo aumentaram (Tabela 1). Como descrito por Entry et al. (2002, apud, Alves et al., 2011), a remoção da vegetação nativa para introdução de culturas altera a composição de espécies vegetais, a matéria orgânica, os nutrientes, a estrutura e a comunidade microbiana, que são componentes necessários para garantir a qualidade do solo. Para áreas agrícolas, o intenso revolvimento do solo por aração, gradagem, capina e preparo de canteiro contribuiu para aumentar sua densidade. Quando ocorre a degradação da estrutura do solo, tem-se como efeito imediato o aumento da sua densidade, diminuição da macroporosidade e armazenamento de água ao longo do perfil, caracterizando a compactação desse solo (STONE; MOREIRA, 2000).

Já na área de SAF, não houve preparo e revolvimento do solo no momento, porém esta área antes do ano de 2003 era utilizada como horta. Esta semelhança na densidade do solo entre as áreas da horta e SAF indica que a alteração de atributos físicos é lenta, como verificado por Júnior et al. (2012), que observaram que quatro anos após a implantação do sistema de manejo direto não houve melhoria na densidade do solo.

Tabela 1: Atributos físicos de qualidade do solo avaliados nas áreas de estudo do Campus São Cristóvão

Áreas avaliadas	Umidade (%)	Densidade do solo (g/cm ³)
Mata	6,73 b	1,04 c
Pastagem	4,26 a	1,36 a
SAF	8,31 b	1,20 b
Horta	7,93 b	1,26 b

Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

Os resultados da biomassa microbiana (C-BMS) mostraram que a única área que diferiu estatisticamente das demais avaliadas foi a horta, apresentando menor valor de carbono da biomassa microbiana (Tabela 2). Essa redução na população microbiana deve-se ao manejo aplicado no local com presença de revolvimento do solo e adição de matéria orgânica. Este padrão indica que o revolvimento do solo durante as atividades agrícolas (capinas e preparo de canteiros) pode ter diminuído a biomassa pelo dano direto às células microbianas (MATIAS et al., 2009). Este

revolvimento estimula o metabolismo microbiano presente no solo, podendo levar a morte da população caso não tenha nutrientes suficientes no solo ou degradação da matéria orgânica acumulada no mesmo (SILVA et al., 2012).

Quando se estuda a comunidade microbiana em solos de mata ou vegetação nativa, já se espera encontrar valores relativamente maiores quando comparados a solos com outros tipos de vegetação como os solos cultivados, uma vez que essa microbiota é favorecida pela cobertura vegetal que propicia maior acúmulo de material orgânico, fornecendo maior fonte de nutrientes para o desenvolvimento da comunidade microbiana (ALVES et al., 2011).

O uso agrícola altera o conteúdo de C-BMS, ocorrendo normalmente redução acentuada quando utilizados métodos de preparo com intenso revolvimento do solo e sistemas com baixa adição de resíduos vegetais. Isto demonstra como a influência do sistema de preparo altera o compartimento biológico e lábil do solo, alertando para a procura de sistemas com práticas agrícolas menos intensivas e que expõem menos o solo, mantendo por um período mais longo a cobertura vegetal (CUNHA et al., 2011).

Podemos observar ainda na tabela 2, que em contra partida ao menor valor obtido da biomassa microbiana na horta, a respiração foi a que mais se destacou apresentando maior valor. Sendo a horta uma área de cultivo intensivo onde acontece frequentemente revolvimento do solo e adição de adubos orgânicos, consequentemente a atividade microbiana é maior. Os resultados encontrados neste estudo corroboram com os obtidos por Schmidt et al. (2013), que observaram em áreas de produção orgânica maior atividade microbiana dos solos do que em áreas de produção convencional. E isso ocorreu porque a microbiota é responsável pela decomposição dos resíduos orgânicos utilizados nas adubações. Portanto, em sistemas agroecológicos, altos teores de respiração podem significar altas taxas de decomposição, como também constatado quando ocorreu adição de torta de mamona e resíduo têxtil de algodão (CAPUANI et al., 2012).

A taxa de respiração mais elevada pode ser desejável ou não, pode indicar tanto distúrbio como alto nível de produtividade do ecossistema, devendo ser analisada em cada contexto (ISLAM; WEIL, 2000). A respiração basal por unidade de biomassa microbiana diminui em agroecossistemas mais estáveis, porém, com a substituição da cobertura vegetal ocorre decomposição mais acelerada dos resíduos vegetais, aumentando o quociente metabólico (BALOTA et al., 1998).

Portanto, na avaliação da atividade respiratória devemos ter cuidado na interpretação dos resultados, uma vez que elevados valores de respiração tanto podem ser resultantes da decomposição lábeis da matéria orgânica como altas taxas de decomposição pela adição de resíduos orgânicos.

Podemos notar que o não revolvimento do solo pode proporcionar maior biomassa microbiana e menor perda de carbono via respiração como observado neste estudo para as áreas de pastagem e SAF, podendo assim contribuir para o aumento de carbono no solo. À medida que uma determinada biomassa microbiana se torna mais eficiente, menos carbono é perdido como CO₂ pela respiração e uma fração significativamente de carbono é incorporada à BM (MAFRA et al., 2008). Por conseguinte, uma BMS “eficiente” teria menor taxa de respiração. Sob essa análise, os sistemas agrícolas que favorecem a qualidade do solo são aqueles que cultivam plantas sem o revolvimento do solo.

Podemos observar também (Tabela 2), que os manejos pastagem e SAF não diferiram estatisticamente em relação à mata nos atributos microbiológicos avaliados. Estes dados indicam que pastagem é uma boa cultura para manutenção do solo pela cobertura proporcionada, não revolvimento, abundante sistema radicular com intensa renovação radicular que alimenta os microrganismos favorecendo a presença de matéria orgânica. Pastagem, sob adequado manejo, promove a manutenção dos estoques de matéria orgânica do solo, e permite que o estoque de carbono no solo seja superior ao observado sob a vegetação nativa (ROSCOE et al., 2006). Estudos já mostraram aumento de 50% no valor de C-BMS em área de pastagem em relação ao cerrado nativo, o que foi atribuído ao sistema radicular fasciculado da gramínea, que se concentra nos primeiros 10 cm de profundidade e resulta em maior entrada de carbono no solo via rizosfera e renovação do sistema radicular que atua na ativação da microbiota do solo (CARNEIRO et al., 2008).

A área de SAF analisada apresentou resultados microbiológicos semelhantes a mata e pastagem. Estes dados corroboram com os obtidos em floresta secundária em estágio avançado de sucessão e em floresta secundária em estágio médio de sucessão, onde a ausência de preparo do solo e a maior diversidade florística podem ser alguns dos fatores responsáveis por condições mais favoráveis à biomassa microbiana (Menezes, 2008; Silva et al., 2010). Por outro lado, a maior associação das variáveis microbiológicas e do carbono orgânico total com a mata

é reflexo de uma situação particular para tais componentes do solo nesses sistemas, os quais, além de serem estimulados pelo fornecimento contínuo de materiais orgânicos com diferentes graus de suscetibilidade à decomposição, originados da vegetação, são beneficiados pelo não revolvimento do solo e pela reduzida erosão hídrica, proporcionada pela maior cobertura do solo advinda da serapilheira (CUNHA et al., 2012).

Tabela 2: Atributos microbiológicos de qualidade do solo avaliados nas áreas de estudo do Campus São Cristóvão

Áreas avaliadas	C da biomassa (g C por kg solo)	Respiração basal (ug CO ₂ por g solo·h)
Mata	99, 59 a	69,66 b
Pastagem	128,12 a	63,61 b
SAF	98, 18 a	52,30 b
Horta	55,03 b	89,57 a

Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

6- CONCLUSÃO

As ações antrópicas analisadas nesse estudo resultaram em mudanças físicas e microbiológicas do solo estudado (Argissolo Vermelho Amarelo). Porém, o Sistema Agroflorestal estudado (implantado a 13 anos) e a pastagem (30 anos de implantação) aproxima-se da mata secundária (30 anos de regeneração) nos atributos microbiológicos, atestando que manejos com pouco ou nenhum revolvimento do solo assemelham-se a mata nativa.

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, T. S.; CAMPOS, L. L.; NETO, N. E.; MATSUOKA, M.; LOUREIRO, M. F. **Biomassa e atividade microbiana do solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos**. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v. 33, n. 2, p. 341-347, 2011.

ANDREWS, S.S.; KARLEN, D.L.; CAMBARDELLA, C.A. The soil management assessment framework: a quantitative soil quality evaluation method. **Soil Science Society of America Journal**, v.68, p.1945-1962, 2004. Disponível em: https://translate.google.com.br/translate?hl=pt-BR&sl=en&u=http://www.swcs.org/documents/filelibrary/Andrewsetal2004_FCCD81952C63E.pdf&prev=search. Acesso em: 29/06/2016

ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. **Indicadores biológicos de qualidade do solo**. Biosci. J., Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 66-75, July. /Sept. 2007.

ARAÚJO, E. A.; KER, J. C.; NEVES, J. C. L.; LANI, J. L. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.5, n.1, p.187-206, 2012.

ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, M. P. C. **Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo**. (Tese de Mestrado) à Universidade de Brasília – UnB, 2007.

ARAUJO, R.; GOEDERT, W.J.; LACERDA, M.P.C. Qualidade do Solo sob Diferentes Usos e sob Cerrado Nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31: 1099-1108. 2007.

ARCOVERDE, S. N. S. **Qualidade de solos sob diferentes usos agrícolas na região do entorno do lago de Sobradinho-BA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro, 2013

BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D.S.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 4, p.22:641-649, 1998.

BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.; MAFRA, Á.L. et al. Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. **Revista de Ciência Agroveterinárias**, L Cages, v.2, n.2, p.97-106, 2003.

BRAGANÇA, R.; BRUM, V.J.; SILVA, J.M.; JÚNIOR, A. Z.; BREGONCI, I.S; REIS, E.F.; PASSOS, R.R. **Avaliação da umidade de um latossolo da região sul do**

estado do Espírito Santo por diferentes métodos de determinação. Espírito Santo. IX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e V Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, 2011.

CAPUANI, S.; RIGON, J. P.G.; BELTRÃO, N.E. de M.; NETO, J.F.de B. Atividade microbiana em solos, influenciada por resíduos de algodão e torta de mamona. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.16, n.12, p.1269–1274, 2012. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG – <http://www.agriambi.com.br>

CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M.; FREITAS, D.A.F. Qualidade química e física do solo sob vegetação arbórea nativa e pastagens no Pantanal Sul-Mato-Grossense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 35:613-622, 2011.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solos de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 147-157, 2009.

CARNEIRO, M.A.C.; ASSIS, P.C.R.; MELO L.B. de C.; PEREIRA, H.S.; PAULINO, H.B.; SILVEIRA NETO, A.N. da. Atributos bioquímicos em dois solos de cerrado sob diferentes sistemas de manejo e uso. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.38, p.276-283, 2008.

CARVALHO, A.J.A. et al. Caracterização física dos solos dos quintais agroflorestais e cultivos monotípicos na região de Amargosa, Bahia. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, vol.2, n.2. p. 941-944. 2007.

CARVALHO, R.; GOEDERT, W. J.; AMANDO, M.S. **Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal.** Brasília, v.39, n.11, p.1153-1155, nov. 2004.

CUNHA, E. Q.; STONE, L.F.; MOREIRA, J. A.A.; LEANDRO, W. M. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. ii - atributos biológicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 35:603-611, 2011.

CUNHA, E.Q.; STONE, L.F.; FERREIRA, E.P.B.; DIDONET, A.D. & MOREIRA, J.A.A. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo sob produção orgânica impactados por sistemas de cultivo. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola. Ambiental** 16:56-63, 2012.

DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M. Biomassa microbiana: Perspectiva para o seu uso e manejo do solo. In: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, E. M. P. F., (Ed.). **O Solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Viçosa

(MG): Universidade Federal de Viçosa, 1996. Disponível em: biblioteca.univap.br/dados/INIC/cd/epg/epg5/epg5-10.pdf

DORAN, JOHN W. E ZEISS, MICHAEL R., "**A saúde do solo e sustentabilidade: gestão do componente biótico da qualidade do solo**" (2000). Agronomia & Horticultura -. Faculdade publicações em papel 15. Disponível em: https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=pt-BR&prev=search&rurl=translate.google.com.br&sl=en&u=http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi%3Farticle%3D1015%26context%3Dagronomyfacpub&usg=ALkJrhiwIIDz-G6etvisGV_A2igfHoY3OA . Acesso em: 10/08/2016

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. p. 212.

EMDAGRO - Informações Básicas Municipais - Município de São Cristóvão – 2008. Disponível em: www.emdagro.se.gov.br/modules/wfdownloads/visit.php?cid=1&lid=194

FERREIRA, D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. pacote computacional)

FRIGHETTO, R.T.S. XVII. Análise da biomassa microbiana em carbono: método de fumigação extração. In: FRIGHETTO, R.T.S., VALARINI, P.J. (Coords). Indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo. Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente**, 2000. p.157-166. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 21).

ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Efeitos do uso da terra sobre a qualidade do solo em um tropical ecossistema florestal de Bangladesh. **Agricultura, Ecossistemas e Meio Ambiente**, v. 79, n. 1, p. 9-16, 2000. Disponível em: https://translate.google.com.br/translate?hl=pt-BR&sl=en&u=https://enst.umd.edu/sites/default/files/_docs/Islam%2520Weil%25202000%2520AAE%2520article.pdf&prev=search. Acesso em: 30/07/2016

JORGE, R.F. **Qualidade física de um latossolo vermelho sob sistema de semeadura direta**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010.

JUNIOR, A. F. N.; SILVA, A.P.; NORONHA, N. C.; CERRI, C. C. Sistemas de manejo do solo na recuperação de uma pastagem degradada em Rondônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 37, p. 232-241, 2012.

JUNIOR, A. W. O. R. **Estabelecimento e validação de indicadores de qualidade do solo por método participativo em assentamentos rurais do sul da Bahia**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, da Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus – Bahia, 2013.

MAFRA, A. L.; SILVA, D. C. P. R.; SEI, F. B.; ALBUQUERQUE, J.A.; SANTOS, J.C. P.; FILHO, O. K.; CASSOL, P. C.; PEREIRA, R.; LUCRÉCIO, W. **Avaliação dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo influenciados pela aplicação de dejetos suínos em lavoura sob plantio direto**. FUNDAÇÃO INSTITUTO DE APOIO AO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO FIEPE/CAV – UDESC, Lages/SC, 2008. Disponível em:

file:///C:/Users/Elis/Downloads/RelatorioFinalTOR34.pdf . Acesso em: 10/06/2016

MATIAS, M.C.B.S.; SALVIANO, A.A.C.; LEITE, L.F.C. & ARAÚJO, A.S.F. Biomassa microbiana e estoques de C e N do solo em diferentes sistemas de manejo, no Cerrado do estado do Piauí. **Acta Sci. Agron.**, 31:517-521, 2009.

MENDES, I.C.; HUNGRIA, M.; JUNIOR, F. B. R.; FERNANDES, M. F.; CHAER, G. M.; MERCANTE, F. M.; ZILLI, J. E. **Bioindicadores para avaliação da qualidade dos solos tropicais: utopia ou realidade?** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009.

MENEZES, C.E.G. **Integridade de paisagem, manejo e atributos do solo no médio Vale do Paraíba do Sul Pinheiral-RJ**. Seropédica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2008. 160p. (Tese de Doutorado)

MOÇO, M. K. S.; Gama-Rodrigues, E. F.; Gama-Rodrigues, A.C. da; Correia, M. E. F. (2005). Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. **Revista brasileira de ciência do solo**. V29, p.555- 564.

MONOKROUSOS, N.; PAPATHEODOROU, E. M.; DIAMANTOPOULOS, J. D.; STAMOU, G. P. Soil quality variables in organically and conventionally cultivated field sites. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 38, n. 6, p. 1282-1289, 2006.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Ed UFLA, 2ª ed. Lavras (MG), 2006. Disponível para Download em: <http://www.prpg.ufla.br/solos/wp-content/uploads/2012/09/MoreiraSiqueira2006.pdf> Acesso em: 05/08/2016

NIERO, L.A.C. **Avaliações visuais do solo como índice de qualidade de um latossolo vermelho em oito usos e manejos e sua validação por análises físicas e químicas**. Campinas, 2009. 111 f. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/posgraduacao/dissertacoes/pb1218207.pdf>. Acesso em: 30/06/2016

PEZARICO, C. R.; VITORINO, A. C. T.; MERCANTE, F. M.; DANIEL, O. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. **Revista de Ciência Agrária**, v. 56, n. 1, p. 40-47, jan./mar. 2013.

PINTO, C. R. O. **Efeito do uso do solo sobre seus atributos na microrregião de Chapadinha- MA**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2014

REINERT, D. J.; DIAS, L. E. **Recuperação de solos em sistemas agropastoris. Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, SOBRADE, p. 163-176, 1998.

REINERT, D.J; REICHERT, J.M. **Propriedades físicas do solo**. Universidade Federal de Santa Maria. Centro de ciências rurais. Santa Maria- RS, 2006.

REYNOLDS, W. D.; BOWMAN, B. T.; DRURY, C. F.; TAN, C. S.; LU, X. Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. *Geoderma*, Amsterdam, v. 110, n. 1/2, p. 131-146, 2002. Disponível em: https://translate.google.com.br/translate?hl=pt-BR&sl=en&u=http://www.agrienvarchive.ca/pubs/indicator_soil_phys_qual2002.pdf&prev=search . Acesso em:20/07/2016

ROSA, D. B.; NETO, M.R.H.; CASTILHOS, D.D.; PAULETTO, E. A.; H, L.; CASTILHOS, R. M.V. **Biomassa microbiana e respiração basal de um solo construído e submetido a diferentes cultivos na área de mineração de carvão de Candiota/RS**. III Congresso Brasileiro de Carvão Mineral, Gramado/ RS, 2011. Disponível em: www.ufrgs.br/rede-carvao/Sessões_A7_A8_A9/A7_ARTIGO_01.pdf

ROSCOE, R.; BODDEY, R. M. & SALTON, J.C. **Sistemas de manejo e matéria orgânica do solo**. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F.M. & SALTON, J.C., orgs. *Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: Modelagem matemática e métodos auxiliares*. Dourados, Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. p.17-41.

SATTLER, M.A. **Variabilidade espacial de atributos de um Argissolo vermelho-amarelo sob pastagem e vegetação nativa na bacia hidrográfica do Itapemirim**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre/ES. 2006.

SAVIOZZI, A.; BUFALINO, P.; LEVI-MINZI, R.; RIFFALD, R. Biochemical activities in a degraded soil restored by two amendments: a laboratory study. **Biology & Fertility of Soils**, Berlin, v. 35, p. 96-101, 2002.

SCHMIDT, R.O.; SANA, R. S.; LEAL, F.K.; ANDREAZZA, R.; CAMARGO, F. A.O.; MEURER, E.J. **Biomassa e atividade microbiana do solo em sistemas de produção olerícola orgânica e convencional**. *Ciência Rural*, Santa Catarina, v. 43, n.2, p. 270-276, fev, 2013.

SILVA, E. E. da; AZEVEDO, P.H. S. de; DE-POLLI, H. Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO₂). *Embrapa Agrobiologia - Comunicado técnico*, 99, Agosto 2007b. 6 pg

SILVA, E. E.; AZEVEDO, P.H. S. de; DE-POLLI, H. Determinação de carbono da biomassa microbiana do solo (BMS-C) Embrapa Agrobiologia - **Comunicado Técnico**, 98, Agosto 2007a. 6 pg.

SILVA, F. C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2 ed. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2009. 627 p

SILVA, M. S. C.; SILVA, E. M.R.; PEREIRA, M.G.; SILVA, C.F. Estoque de Serapilheira e Atividade Microbiana em Solo sob Sistemas Agroflorestais. **Floresta e Ambiente**; vol. 19 (4), p. 431-441, 2012.

SILVA, M.L.N.; CURI, N.; BLANCANEUX, P. Sistemas de manejo e qualidade estrutural de Latossolo Roxo. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v.35, n.12, p.2485-2492, dez. 2000.

SILVA, R.F. et al. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, p.697- 704, 2006.

SILVA, R.R.; SILVA, M.L.N.; CARDOSO, E.L.; MOREIRA, F.M.S.; CURI, N. & ALOVISI, A.M.T. Biomassa e atividade microbiana em solo sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica Campos das Vertentes - MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34:1585-1592, 2010.

SOUZA, W. J. O.; MELO, W. J. MATÉRIA ORGÂNICA EM UM LATOSSOLO SUBMETIDO A DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE MILHO. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 27, núm. 6, novembro-diciembre, 2003, pp. 1113-1122.

SOUZA, Z.M.; JUNIOR, J.M.; PEREIRA, G.T.; MOREIRA, L.F. **Influência da pedoforma na variabilidade espacial de alguns atributos físicos e hídricos de um latossolo sob cultivo de cana-de-açúcar**. Irriga, Botucatu, v.9, n.1, p.1-11, janeiro-abril, 2004.

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Efeitos do sistema de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.4, p.835-841, 2000.

SUZUKI, L.E.A.S.; REINERT, D.; REICHERT, J.M.; LIMA, C.L.R. **Densidade restritiva ao crescimento radicular em função da argila**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, NOVOS DESAFIOS DO CARBONO DO MANEJO CONSERVACIONISTA, Anais.... Aracaju, 2006.

VARGAS, D. L.; FONTOURA, A. F.; WIZNIEWSKY, J. G. Agroecologia: base da sustentabilidade dos agroecossistemas. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 17, n.1, jan./abr. 2013.

VARGAS, L. K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO₂ e N mineral de um Podzólico vermelho-escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol.24 no.1 Viçosa Jan./Mar. 2000.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, F. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** vol.33 no. 4 Viçosa July/Aug. 2009.

VEZZANI, F.M. **Qualidade do sistema solo na produção agrícola**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 196f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Programa de Pós-Graduação Ciência do solo. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.