

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS CURITIBANOS  
CURSO DE AGRONOMIA

LUIZ HENRIQUE POCAI

**Teor e estoque de carbono em sistemas agroflorestais da serra catarinense**

Curitibanos

2014

**LUIZ HENRIQUE POCAI**

**Teor e estoque de carbono em sistemas agroflorestais da serra catarinense**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Catarina, campus Curitibanos, para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia. Orientadora: Prof. Dra. Karine Louise dos Santos. Co-orientador: Prof. Dr. Jonatas Thiago Piva.

Curitibanos

2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Pocai, Luiz Henrique  
Teor e estoque de carbono em sistemas agroflorestais da  
serra catarinense / Luiz Henrique Pocai ; orientadora,  
Kariene Louise dos Santos ; coorientador, Jonatas Thiago  
Piva. - Curitibanos, SC, 2014.  
36 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus  
Curitibanos. Graduação em Agronomia.

Inclui referências

1. Agronomia. 2. Sistema Agroflorestal. 3. indicadores  
de solo. 4. qualidade do solo. 5. carbono orgânico. I. dos  
Santos, Kariene Louise. II. Piva, Jonatas Thiago. III.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em  
Agronomia. IV. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia

Avenida Ulysses Guimarães km3

CP: 101 CEP: 89520-000 - Curitiba, Paraná - SC

TELEFONOS (041) 3321-2178. E-mail: agronomia@des@contato.ufsc.br.

LUIZ HENRIQUE POCAI

## Teor e estoque de carbono em sistemas agroflorestais da serra catarinense

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Colegiado do Curso de Agronomia, do Campus Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador(a): Karine Louise dos Santos

Data da defesa:

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:

*Karine Louise dos Santos*

Presidente e Orientador: Karine Louise dos Santos

Titulação Doutora em Ciências

Área de concentração em Recursos Genéticos Vegetais

Universidade Federal de Santa Catarina

*Jonatas Thiago Piva*

Membro Titular: Jonatas Thiago Piva

Titulação Doutor em Agronomia

Universidade Federal de Santa Catarina

*Alexandre Siminski*

Membro Titular: Alexandre Siminski

Titulação Doutor em Ciências

Área de concentração em Recursos Genéticos Vegetais

Universidade Federal de Santa Catarina

Local: Universidade Federal de Santa Catarina

Campus de Curitibanos

Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia

Dedico este trabalho a minha família que sempre me apoiou e me ajudou a conquistar meus objetivos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado à oportunidade de viver, e a perseverança para alcançar meus objetivos.

A minha família que sempre me apoiou e me incentivou nos meus objetivos.

A minha orientadora Karine Louise dos Santos, pelos ensinamentos ao longo da minha graduação, e pela construção do meu trabalho de conclusão de curso.

Ao meu co-orientador Jonatas Thiago Piva pelos ensinamentos e colaboração para realização do trabalho de conclusão de curso.

A todos os professores, pelos ensinamentos e pela minha formação acadêmica.

Ao Dr. Tássio Dresch Rech, Bruna Greyci Pigozzi, Maria Sueli Heberle Mafra e Roberto Komatsu pela colaboração com a coleta das amostras de solo.

A Universidade Federal de Santa Catarina, pela possibilidade de ingressar na faculdade e cursar Agronomia, curso que sempre almejei.

A Capes, pela bolsa PET, que me deu suporte financeiro durante minha graduação.

Ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica e pelo recurso para realização da pesquisa.

A professora Zilma Isabel Peixer pelos ensinamentos e na minha formação acadêmica durante a bolsa PET.

Aos técnicos do laboratório, Helder e Claudio pela ajuda com as análises de laboratório.

Aos os alunos que me ajudaram com a análise de laboratório.

Ao amigo Roger Junior da Luz da Cruz, pela grande amizade, conselhos, ensinamentos durante esses anos de faculdade.

Aos amigos que sempre me incentivaram e ajudaram no processo de formação e aprendizagem.

Aos agricultores que permitiram a coleta de solos para a realização desse trabalho.

As instituições, EPAGRI Lages, UFSC Campus Curitibanos, IFSC Lages, IFSC Urupema, UDESC-CAV que contribuíram e fizeram parte nessa pesquisa.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente me ajudaram na minha formação acadêmica e na execução do trabalho de conclusão de curso.

Vale a pena ser bom, mas o melhor é fazer o bem.

Robert Baden Powell

## RESUMO

A utilização de Sistemas Agroflorestais (SAFs) é uma eficiente forma de utilização do solo, através de consórcios florestais, agrícolas e animais na mesma área. O SAF é um dos sistemas de uso do solo que apresenta as maiores concentrações de Carbono Orgânico Total (COT) e Matéria Orgânica (MO), devido ao acúmulo de carbono oriundo dos resíduos vegetais, consorciação de culturas e o não revolvimento do solo. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar os indicadores de qualidade do solo e fazer diagnóstico inicial das práticas de SAFs da região serrana de Santa Catarina. O solo foi coletado em 15 SAFs com gabarito de 20 x 40 cm em camadas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade. Após as amostras foram analisadas no laboratório de Solos da UFSC, campus Curitibanos. Foram avaliados COT e MO, Fracionamento Físico do Solo, densidade do solo, e calculado o estoque de carbono. O SAF da Pousada Cantos e Encantos apresentou a maior concentração de MO dos SAFs avaliados, com 78,25 g kg<sup>-1</sup> para a camada de 0-5 cm de solo. A Escola de Educação Básica Djalma Bento, Rio Rufino/SC, apresentou a menor concentração de MO dos SAFs avaliados, com 22,81 g kg<sup>-1</sup> para camada de 20-30 cm de solo. Para a análise de carbono o maior estoque de carbono foi encontrado no SAF da EPAGRI-Lages/SC para a camada de 10-20 cm de solo, com 90,53 Mg ha<sup>-1</sup>. O SAF que apresentou o menor estoque de C orgânico foi o SAF da Produtora E. (SAF 9 anos), Otacilio Costa/SC, com 8,58 Mg ha<sup>-1</sup> para a camada de 5-10 cm de solo. De forma geral, pelo fato dos sistemas terem sido implantados há pouco tempo, não está ocorrendo à necessária ciclagem de C no sistema para a resiliência dos SAFs. Com isso é necessário a implementação de práticas de manejo, que proporcionem o desenvolvimento correto dos SAFs a exemplo do manejo de restos vegetais no solo, não revolvimento do solo. Esse foi o primeiro trabalho para avaliar indicadores de qualidade dos SAFs na Região Serrana de Santa Catarina, sendo que trabalhos de acompanhamento ao longo dos anos serão necessários para avaliar o desenvolvimento dos referidos SAFs.

Palavras-Chave: Sistema Agroflorestal, indicadores de solo, qualidade do solo, carbono orgânico.



## ABSTRACT

The utilization of Agroforestry Systems (AFS) is an efficient kind of soil utilization, through several consortia in the same area. The AFS is a model of use of soil that present the biggest concentrations of Total Organic Carbon (TOC) and Organic Matter (OM), due the accumulation the carbon arising from vegetable waste, consortium of cultures, and no tickler of soil. Therefore, the goal of this work was to evaluate indicators of soil quality and to make initial diagnosis of AFS of mountain region of Santa Catarina. The soil was collected in soil layers 0-30 cm in 15 AFS with templet of 40 x 20 cm in layers of 0-5, 5-10, 10-20 and 20-30 cm of depth. After the samples were analyses in the physics laboratory soil in the UFSC, Campus Curitibanos for TOC and OM, physical fractionation of soil, soil density and calculated the stock of carbon of AFS. The AFS at inn corners and charms had the highest OM concentration of the AFS assessed, with 78,25 g kg<sup>-1</sup> for the layer of 0-5 cm of soil. The Basic Education School Djalma Bento, Rio Rufino/SC, had the lowest OM concentration of the AFS assessed, with 22,81 g kg<sup>-1</sup> for 20-30 cm layer of soil. For carbon stock the largest stock of carbon was found in the AFS at EPAGRI-Lages/SC for the layer of 10-20 cm of soil, with 90,53 Mg ha<sup>-1</sup>. The AFS with the lowest storage of organic carbon was the AFS E. Producer (AFS 9 years), Otacilio Costa/SC, with 8,58 Mg ha<sup>-1</sup> for the layer of 5-10 cm of soil. Generally, because the AFS models have been deployed by little time isn't occurring cycling required of Carbon in the system for resilience of AFS. It is perceived in function of the values obtained through the indicators have shown low concentrations of organic carbon in some models. Therewith is necessary the implementation of management practices, that provide correct development of AFS such as the management of plant residues in the soil, no soil disturbance. These was the first work to evaluate quality indicators of AFS in the mountain region of Santa Catarina, and that follow up work over the years will be required to assess the development of these AFS.

Key-Words: Agroforestry System, soil indicators, soil quality, organic carbon.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Fluxograma de classificação de Sistemas Agroflorestais.....	17
Figura 2 Ilustração de Quintal Agroflorestal com criação de galinhas.....	18
Figura 3 Representação de SAF como alternativa para recuperação de mata ciliar, mostrando culturas temporárias de ciclo curto nas entrelinhas. ....	19
Figura 4 Em destaque estão identificados os municípios onde foram realizadas as coletas de solo em sistemas agroflorestais da Região Serrana Catarinense.....	21
Figura 5 Estoque de Carbono ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm de solo dos SAFs analisados da Região Serrana de Santa Catarina. ....	30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Informações dos Sistemas Agroflorestais analisados. ....	22
Tabela 2 Concentrações de Carbono Orgânico Total (COT), Carbono Orgânico particulado (COp), Carbono Orgânico Associado aos minerais (COam), Matéria Orgânica (MO) e Densidade do solo (Ds) nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm dos solos analisados...	24

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1 OBJETIVOS .....	14
1.1.1 Objetivo geral .....	14
1.1.2 Objetivos específicos .....	14
1.2 JUSTIFICATIVA.....	15
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	16
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	21
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	24
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	32
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	34

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente o mundo se preocupa com a sustentabilidade na agricultura e preconiza como alternativa viável para atingir o desenvolvimento sustentável, os sistemas agroflorestais (SAFs). Desta forma os SAFs passaram a fazer parte dos programas de desenvolvimento rural sustentável por serem implantados em áreas já degradadas, restabelecendo produção e diminuindo o desmatamento sobre florestas primárias (GANDARA e KAGEYANA, 2001).

Os SAFs podem ser definidos como técnicas de uso do solo, que combinam espécies florestais com culturas agrícolas, atividades pecuárias ou ambas (FREITAS, 2008). A utilização desses sistemas é praticada a gerações pelos produtores ao redor do mundo, conforme cita Silva (2013), sendo largamente utilizado especialmente nas zonas tropicais, onde se concentra a maior quantidade e variedade de SAFs.

Estima-se que 1,2 bilhão de pessoas, aproximadamente 24% da população mundial em países em desenvolvimento, dependem diretamente de produtos e serviços agroflorestais tanto no meio rural como no urbano (LEAKEY e SANCHEZ, 1997).

Ao longo da história do Brasil, conforme Almeida (2010) existe uma forte tradição em SAFs em cultivos comerciais com o cacaueteiro (*Theorema cacao*) sombreado no sul da Bahia. Os primeiros cultivos iniciaram no século XVII, são consorciadas com várias espécies, arbóreas, e não arbóreas, para sombreamento, e para complementar a oferta de produtos na mesma área. Essa cultura é cultivada no sistema “cabruca”, que é o cultivo do cacaueteiro no sub-bosque da floresta da Mata Atlântica.

Na Região Sul do Brasil o cultivo de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) responde com participação de cerca de 97% da produção nacional de erva-mate. No Sul, a maior parte da matéria-prima provém dos ervais nativos, em especial no Estado do Paraná, sendo um importante cultivo praticado nos SAFs. (MAZUCHOWSKI e RUCKER, 1993).

Para garantir que a implantação de SAFs esteja alcançando seu objetivo de produção associada à conservação dos recursos locais, é necessário a utilização de indicadores de qualidade. Conforme Marzall (2000) um indicador é uma ferramenta que quantifica uma condição em determinado lugar, um processo, uma atividade ou um comportamento, que demonstra informações sobre uma determinada realidade, em relação às atividades exercidas de um determinado sistema.

Estes indicadores podem avaliar através de algumas de suas características como as propriedades físicas, químicas e biológicas, que permitem o acompanhamento das modificações da qualidade do solo, a longo e médio prazo.

Um indicador utilizado para avaliar a qualidade do solo é a matéria orgânica (MO), porque tem relações com as propriedades físicas, químicas e biológicas (SILVA, 2011). Além da influência em relação às formas de preparo do solo e sua conservação, a MO é alterada pela adição de fertilizantes, sejam minerais ou orgânicos, que intensificam os processos biológicos de decomposição e mineralização da matéria orgânica do solo.

A matéria orgânica e o carbono são importantes indicadores de solo que avaliam o uso do solo em relação à qualidade, através da ciclagem de nutrientes provenientes dos restos culturais, podas e manejo do sistema agroflorestal. A análise da matéria orgânica e do carbono pode ajudar na indicação de qual arranjo de espécies e manejo adotado ao longo dos anos promove melhor concentração de nutrientes, o estoque do carbono no solo e diretamente a qualidade do sistema agroflorestal. A MO é considerada, por Silva (2011) como um eficiente indicador de solo para determinar a qualidade do solo modificada por sistemas agrícolas.

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi utilizar indicadores relacionados a características do solo, a exemplo do Carbono Orgânico Total (COT), Matéria Orgânica (MO) e do Fracionamento Granulométrico da Matéria Orgânica, para avaliar 15 sistemas agroflorestais na Serra Catarinense. Esse trabalho foi desenvolvido como Trabalho de Conclusão de Curso do autor.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade de sistemas agroflorestais da região serrana de Santa Catarina, utilizando indicadores de qualidade de solo.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Analisar a qualidade dos SAFs através do indicador Matéria Orgânica do Solo.
- Analisar o solo dos SAFs através do fracionamento granulométrico da matéria orgânica.
- Avaliar estoque de carbono nas camadas de solo dos SAFs.
- Promover diagnóstico inicial da utilização dos SAFs.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A partir de 1980, devido à erosão genética intensificada pela revolução verde, da diminuição dos recursos naturais e da necessidade em buscar alternativas para agricultores familiares, houve iniciativas que trouxeram a importância da agrobiodiversidade local no cenário da agricultura (AKINNIFESI et al., 2008). Para inserir a biodiversidade em um sistema de produção agrícola, se faz necessário à pesquisa e a introdução de técnicas para sistemas de produção sustentável, que contemplem na mesma área, várias espécies agrícolas e florestais para a produção de alimentos. Dessa forma a agrobiodiversidade torna-se presente nos SAFs e a produção agrícola volta a ser diversificada e resiliente.

Para a utilização dos sistemas agroflorestais se faz necessário à contínua manutenção de nutrientes, que na maioria das vezes é proveniente da ciclagem dos restos culturais do próprio sistema. Nesse sentido, a utilização de indicadores de qualidade do solo torna-se fundamental para manejar da melhor forma possível o solo, bem como avaliar técnicas e metodologias que melhorem a produção e a finalidade do sistema agroflorestal para o produtor.

Segundo Santana e Bahia Filho (1998), a avaliação da qualidade do solo pode ser realizada pelo monitoramento de seus atributos ou características físicas, químicas e biológicas. Entre estes, têm sido recomendados aqueles atributos ou indicadores que podem sofrer mudanças em médio prazo, tais como densidade e porosidade, estado de agregação e de compactação, conteúdo de matéria orgânica e nível de atividade biológica.

No entanto, foi definido o indicador Carbono Orgânico Total e Matéria Orgânica para avaliar a qualidade dos SAFs nos referidos estabelecimentos. A Matéria Orgânica do Solo é considerada por Mielniczuk (2008) um fator fundamental para a qualidade do solo, pois além de serem sensíveis às modificações de manejo do solo, ainda é fonte de nutrientes, atuando na ciclagem de nutrientes e estruturação do solo, sendo um importante indicador de qualidade do solo a curto tempo.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Macedo (2000) SAF é uma forma de uso do solo, cultivando árvores ou arbustos em associação com cultivos agrícolas e/ou animais na mesma área, simultânea ou numa sequência temporal. A vantagem desse sistema é a capacidade de manter bons níveis produtivos em longo prazo e por melhorar a produtividade.

O SAF é uma opção estratégica para pequenos produtores, em função da baixa demanda de insumos, pela maior produtividade por unidade de área e por fornecerem vários serviços e produtos ecossistêmicos. Esses serviços podem ser valorados, e convertidos em créditos ambientais, propiciando agregar valor à propriedade agrícola (GANDARA e KAGEYAMA, 2001).

Na escolha das espécies perenes para comporem o sistema, é dada preferência às geradoras de renda. Porém, espécies com pouca função comercial fazem parte das espécies constituintes do sistema. Essas últimas são utilizadas para melhorar a capacidade produtiva do solo (espécies adubadoras), ou para cumprir funções ecológicas (espécies de serviço) (SILVA, 2013). Essas espécies para a área de abrangência do estudo são de fundamental importância para a constituição do sistema. Elas são utilizadas para atividades ecossistêmicas que afetam diretamente as espécies de interesse econômico.

Algumas espécies, principalmente, leguminosas apresentam-se como potenciais na manutenção da fertilidade do solo e controle de erosão, por meio de características como rápido crescimento, elevada produção de biomassa, fixação e transferência de nutrientes (DUBOIS et al., 1996).

Espécie como a bracatinga (*Mimosa scabrella*) é largamente utilizada pelos agricultores da região em estudo, pela função de espécie adubadora que desempenha, por ser pioneira e pela função de recuperação ambiental, atraindo outros animais pelas suas interações ecológicas com o meio ambiente, sendo favorável sua utilização nos SAFs.

Espécies leguminosas apresentam vantagem ao sistema por estabelecerem simbiose com bactérias fixadoras de N<sub>2</sub> atmosférico. Resultados de pesquisas indicaram que plantios de leguminosas beneficiam a regeneração natural de espécies nativas (CAMPELLO, 1999). Conforme Silva (2013) espécies adubadoras e de serviços são importante sua utilização nas diferentes classificações para melhorar a função e o desempenho de cada sistema agroflorestal.

As classificações dos SAFs (Figura 1) de acordo com Silva (2013) podem ser classificadas conforme a utilização e a interação. Sistema silviagrícola é aquele que contempla na mesma área a presença de espécies arbóreas com cultivos agrícolas anuais ou perenes. Sistema silvipastoril refere-se ao cultivo de espécies arbóreas, pastos e animais na mesma área, importante sistema onde a pecuária é importante. Outra classificação importante é o sistema agrossilvipastoril, que é um modelo misto e podem ocorrer de forma sequencial ou simultânea, contemplando a presença de animais, pequenos ou grandes, árvores com função agrícola e cultivos agrícolas de ciclo curto.

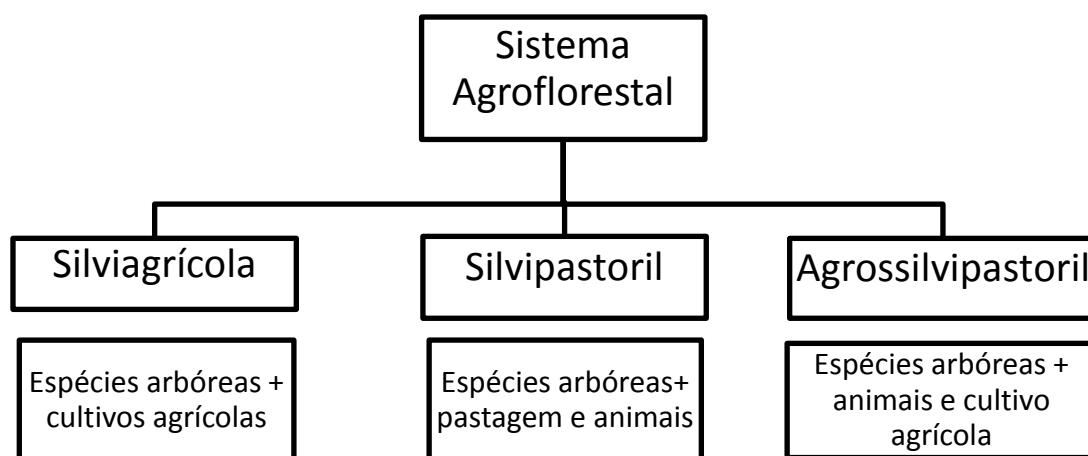


Figura 1 Fluxograma de classificação de Sistemas Agroflorestais.

Outra vertente dos sistemas agrossilvipastoris segundo Silva (2013) são os quintais agroflorestais ou hortos caseiros mistos, de grande utilização no mundo, onde intercalam na mesma área, árvores diversas (fruteiras, madeiras), palmeiras e bambuzeiros com cultivos agrícolas e animais domésticos para consumo próprio ou para comercialização.

Os quintais agroflorestais desempenham diversas funções ecológicas conforme ilustra a Figura 2, incluindo benefícios hidrológicos, modificações microclimáticas, e controle da erosão do solo, além da manutenção dos recursos genéticos (SOEMARWOTO, 1987). Para Nasser (2008) os cultivos perenes que fazem parte do sistema podem alterar o ambiente, oferecendo sombra, funcionando como quebra-ventos, melhorando a infiltração de água, produzindo biomassa, que se torna matéria orgânica, favorecendo um microclima que permite manter uma variedade mais ampla de espécies.

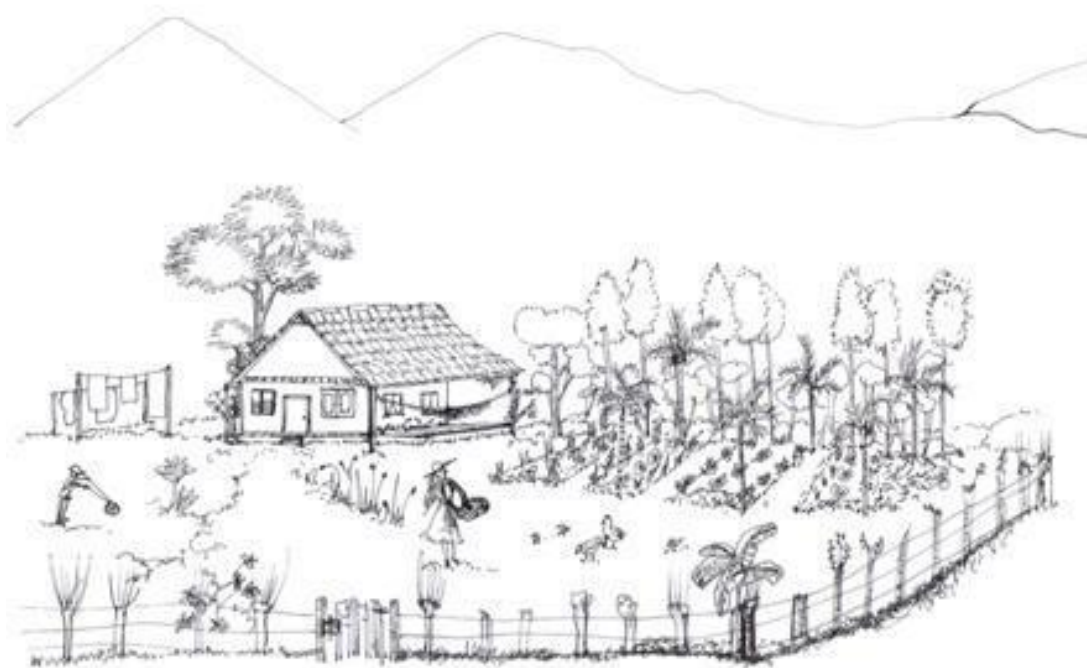


Figura 2 Ilustração de Quintal Agroflorestal com criação de galinhas.

Fonte: MAY, 2008.

Para promover a resiliência de um local de acordo com May (2008), nos programas de Reservas Legais (RL) e Áreas de Preservação Permanente (APPs) (Figura 3) e na formação de corredores de biodiversidade, alternativas agroflorestais podem ser utilizadas. Com a utilização de SAFs para recuperação ambiental, a resiliência do ambiente no qual está inserido, se intensifica pela biodiversidade atuando naquele tempo e espaço.

A recuperação de RL e APP com utilização da biodiversidade para recuperar as áreas, intensificam a resiliência do local pela complexidade de espécies presentes na área (além de permitido por lei). Segundo Pinto (2012), a biodiversidade agrícola melhora a produtividade, contribui para segurança e soberania alimentar. São sistemas de cultivo com muitas espécies, são robustos e sustentáveis, contribuindo para a redução de pragas e doenças, conservação do solo e aumentando a fertilidade, diversificam a produção, reduzem riscos e maximizam o uso efetivo de recursos e do meio ambiente.

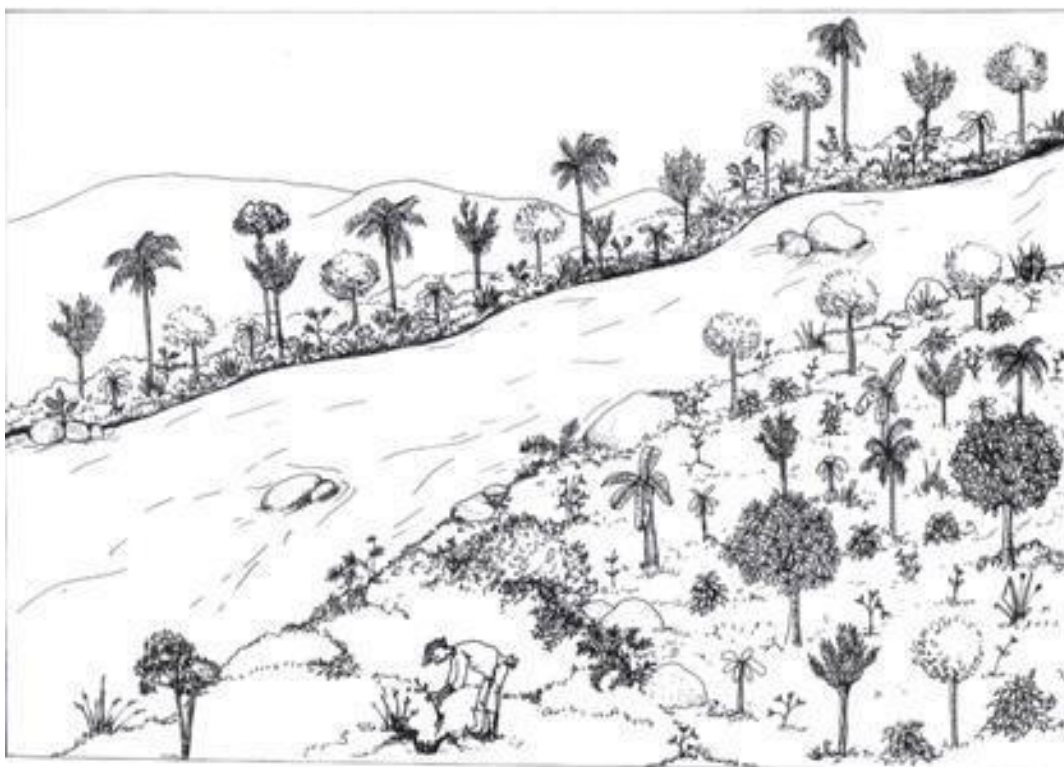


Figura 3 Representação de SAF como alternativa para recuperação de mata ciliar, mostrando culturas temporárias de ciclo curto nas entrelinhas.

Fonte: MAY, 2008.

Para acompanhar a recuperação de um local a MO apresenta potencial para ser utilizada como atributo-chave da qualidade do solo (MIELNICZUK, 1999), pois, além de satisfazer o requisito básico de ser sensível a modificações pelo manejo do solo, é ainda fonte primária de nutrientes às plantas, influenciando a infiltração, retenção de água e susceptibilidade à erosão (GREGORICH et al., 1994). Ela também atua sobre outros atributos, tais como: ciclagem de nutrientes, complexação de elementos tóxicos e estruturação do solo.

Segundo Rossi (2012) em sistemas onde ocorre o maior aporte de biomassa, o acúmulo de carbono ocorre preferencialmente na matéria orgânica particulada, a qual é mais sensível, do que o COT às alterações no manejo do solo.

O COP é caracterizado como partículas derivados de resíduos de plantas e hifas com estruturas reconhecidas, cuja permanência no solo está condicionada à proteção física do solo desempenhados pelos agregados (GOLCHIN et al., 1996).

A concentração de COP no solo é facilmente alterada, podendo variar em função da cobertura do solo, aplicação de fertilizantes, restos vegetais, bem como a ciclagem de nutrientes do próprio sistema. Entretanto, essa fração é altamente sensível às alterações no uso

e manejo e pode ser facilmente perdida pelo manejo inadequado nos primeiros anos de cultivo (MIELNICZUK, 2008).

O COp apresenta elevada sensibilidade ao manejo, a análise dessa fração possibilita que modificações no manejo sejam modificadas a fim de evitar que o solo seja impactada de forma severa (CONCEIÇÃO et al., 2005). O COam apresenta ciclagem lenta, no que se refere a sua formação e decomposição (BAYER et al., 2005) é a fração mais estável do solo, não apresentando sensibilidade imediata a alterações em práticas de manejo (SALTON et al., 2005). O COam é, normalmente, menos modificado pelas diferentes formas de manejo adotadas, principalmente a curto prazo (BAYER et al., 2004).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na região Serrana de Santa Catarina. As cidades onde foram identificados os SAFs e realizadas as coletas de amostras de solo estão ilustradas na Figura 4.

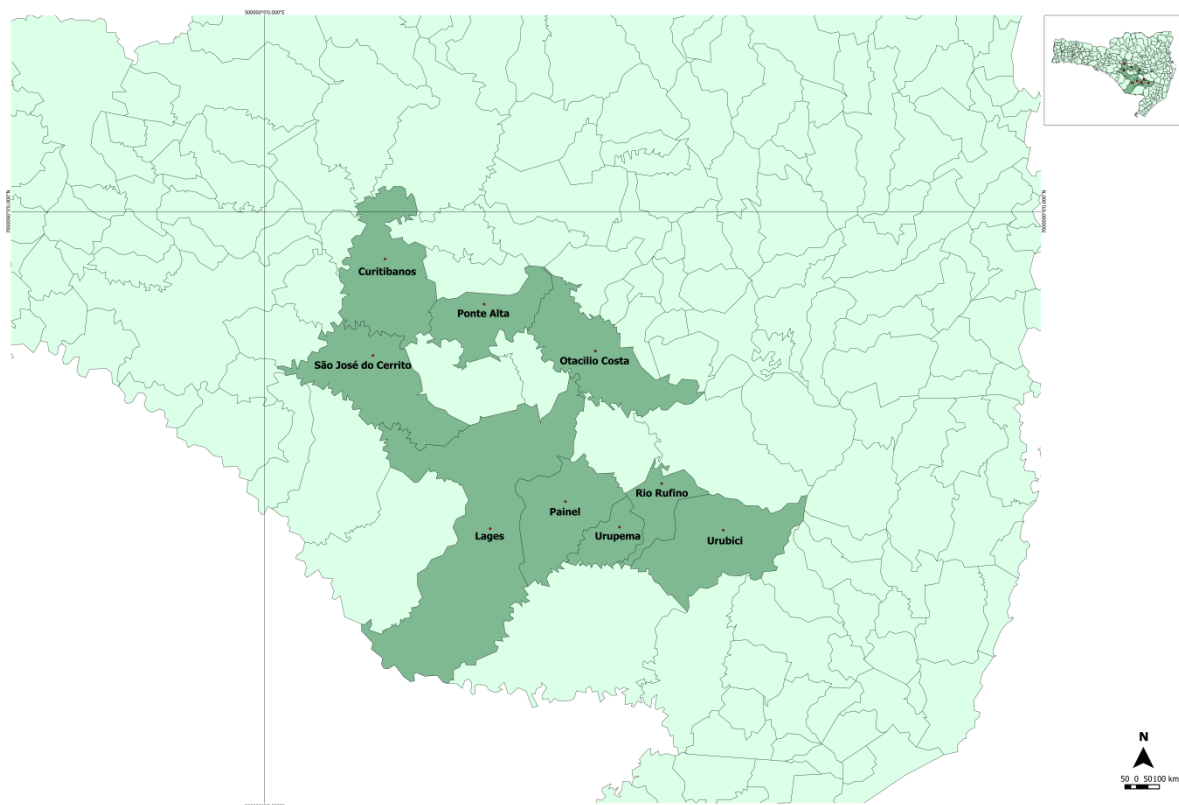


Figura 4 Em destaque estão identificados os municípios onde foram realizadas as coletas de solo em sistemas agroflorestais da Região Serrana Catarinense.

O trabalho foi desenvolvido em parceria com as unidades de pesquisa e ensino, sendo a EPAGRI Lages, UFSC campus Curitibaanos, IFSC Lages, IFSC Urupema, UDESC-CAV.

Para a classificação climática da região serrana de Santa Catarina, estabelecido por Köppen (1948), enquadra-se como Cfb, clima temperado, com verão ameno. Chuvas uniformemente distribuídas, sem estação seca e a temperatura média do mês mais quente não chega a 22°C.

Foram analisados os SAFs em unidades de ensino, pesquisa, propriedades familiares e pousadas rurais, totalizando 15 sistemas na região serrana de Santa Catarina. A localidade e a finalidade dos sistemas agroflorestais estudados estão representados na Tabela 1.

Tabela 1 Informações dos Sistemas Agroflorestais analisados.

Município	Instituição	Foco do SAF	Classificação	Solo	Argila (%)	Utilização (anos)
Curitibanos/SC	UFSC	Ensino	Silviagrícola	Latossolo	55	1
Rio Rufino/SC	EEB Prof. Djalma Bento	Ensino	Agrossilvipastoril	Aterro	34	1
São José do Cerrito/SC	Colégio Agrícola	Ensino	Silviagrícola	Neossolo	50	1
Lages/SC	EEB Egídio Baraúna	Ensino	Silviagrícola	Aterro	50	1
Lages/SC	EPAGRI	Pesquisa	Silviagrícola	Neossolo	40	20
Otacílio Costa/SC	Produtora E. (SAF 5 anos)	Propriedade Rural	Silviagrícola	Nitossolo	46	5
Otacílio Costa/SC	Produtora E. (SAF 9 anos)	Propriedade Rural	Preservação	Neossolo	27	9
Otacílio Costa/SC	Produtora E. (SAF 2 anos)	Propriedade Rural	Silviagrícola	Cambissolo	26	2
Anita Garibaldi/SC	Produtora R.	Propriedade Rural	Silviagrícola	Cambissolo	69	1
Painel/SC	Produtor N.	Propriedade Rural	Silviagrícola	Nitossolo	31	1
Lages/SC	Produtor N.	Propriedade Rural	Silviagrícola	Cambissolo	40	1
Urupema/SC	Ecopousada Rio dos Touros	Pousada Rural	Silviagrícola	Neossolo	51	1
Urupema/SC	Pousada Cantos e Encantos	Pousada Rural	Silviagrícola	Neossolo	26	1
Urubici/SC	Pousada Beckhauser	Pousada Rural	Silviagrícola	Aterro	26	1
Ponte Alta/SC	Pousada Gralha Azul	Pousada Rural	Silviagrícola	Neossolo	31	1

Os indicadores de qualidade do solo foram avaliados através de análises realizadas no Laboratório de Solos do Campus Curitibanos/UFSC. Para as análises, foi coletada uma amostra de solo por SAF, coletada através de gabarito de 40 x 20 cm em camadas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade. Após, as amostras foram secas ao ar, moídas e peneiradas em peneira de 80 mesh para realizar as análises de Carbono Orgânico Total (COT). A caracterização do atributo Matéria Orgânica (MO) e COT foi realizado conforme os métodos descritos em EMBRAPA (1997). Foram realizadas triplicatas na análise laboratorial para ter melhor representatividade dos dados.

Para a análise do fracionamento granulométrico, as amostras foram secas ao ar e passadas em peneira de 2,00 mm para a realização da análise (CAMBARDELLA e ELLIOTT, 1992) obtendo-se o carbono orgânico particulado (CO<sub>p</sub>) e carbono orgânico associado aos minerais (CO<sub>am</sub>).

Aproximadamente 20g de solo e 60 mL de solução de hexametáfosfato de sódio (5g L<sup>-1</sup>) foram agitados durante 15 horas em agitador horizontal (150 rpm min<sup>-1</sup>). A seguir, a suspensão foi passada por peneira de 53µm. O material retido na peneira (CO<sub>p</sub>) foi seco em estufa a 50°C, quantificado em relação a sua massa, moído em gral de porcelana e analisado em relação ao teor de COT (EMBRAPA, 1997). O CO<sub>am</sub> foi obtido a partir da diferença ente COT e CO<sub>p</sub>.

A densidade do solo foi determinada dividindo-se a massa de solo seca pelo volume da amostra. O estoque de CO foi calculado nas profundidades avaliadas, a partir da expressão (FREIXO et al., 2002):  $EstC = (COT \times Ds \times e) / 10$ , em que EstC é o estoque de C orgânico em determinada profundidade (Mg ha<sup>-1</sup>); COT é o teor de carbono total (g kg<sup>-1</sup>); Ds é a densidade do solo média da profundidade (kg dm<sup>-3</sup>), e e é a espessura da camada considerada (cm).



#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados os teores de COT e MO (Tabela 2) na camada de 0-5; 5-10; 10-20 e 20-30 cm de solo nos 15 SAFs. O sistema que apresentou a maior concentração de COT foi o SAF da Pousada Cantos e Encantos, Urupema/SC com 45,39 g Kg<sup>-1</sup> para a camada de 0-5 cm de solo. Outros SAFs que apresentaram as concentrações mais altas foram o SAF da Produtora E. (SAF 9 anos) em Otacilio Costa/SC com 43,89 g kg<sup>-1</sup> para a camada de 0-5 cm de solo, e o SAF do Produtor N., Lages/SC com 43,22 g kg<sup>-1</sup> para a camada de 0-5 cm de solo.

O SAF que teve a menor concentração de COT foi o da Escola de Educação Básica Djalma Bento em Rio Rufino/SC, com 13,23 g kg<sup>-1</sup> para a camada de 20-30 cm de solo. Outras práticas de SAFs que apresentaram as menores concentrações de COT foram à Pousada Beckhauser, com 18,21 g kg<sup>-1</sup> para a camada de 10-20 cm de solo, e na Pousada Gralha Azul, com 18,64 g kg<sup>-1</sup> na camada de 20-30 cm de solo.

Para o indicador MO, o SAF da Pousada Cantos e Encantos apresentou a maior concentração de MO dos SAFs avaliados, com 78,25 g kg<sup>-1</sup> para a camada de 0-5 cm de solo. Outros SAFs que apresentaram as maiores concentrações de MO foram o SAF da produtora E. (SAF 9 anos) com 75,66 g kg<sup>-1</sup> para a camada de 0-5 cm de solo, e o SAF do produtor N., Lages/SC, com 74,52 g kg<sup>-1</sup> para a camada de 0-5 cm de solo.

Para a avaliação da MO (Tabela 2), a Escola de Educação Básica Djalma Bento, Rio Rufino/SC, apresentou a menor concentração de MO dos SAFs avaliados, com 22,81 g kg<sup>-1</sup> para camada de 20-30 cm de solo. Outros SAFs que apresentaram as menores concentrações de MO foram o SAF da Pousada Beckhauser, com 31,39 g kg<sup>-1</sup> para camada de 10-20 cm de solo, e o SAF da Pousada Gralha Azul, com 32,13 g kg<sup>-1</sup> para camada de 20-30 cm de solo.

Tabela 2 Concentrações de Carbono Orgânico Total (COT), Carbono Orgânico particulado (COp), Carbono Orgânico Associado aos minerais (COam), Matéria Orgânica (MO) e Densidade do solo (Ds) nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm dos solos analisados.

Local	COT	COp	COam	MO	Ds
	0-5 cm				
	-----g kg <sup>-1</sup> -----				kg.dm <sup>-3</sup>
Curitibanos	39,80±2,93	33,82±2,53	5,98±5,18	68,61±5,04	1,37
Urubici	32,96±5,87	27,70±8,61	5,26±3,01	56,83±10,12	1,36
Otacílio Costa	31,29±11,03	24,46±4,19	6,83±5,31	53,94±19,02	0,93
Otacílio Costa	43,89±14,35	21,36±6,94	22,53±6,31	75,66±24,75	0,47
Otacílio Costa	32,52±4,45	21,46±1,80	11,05±4,63	56,06±7,68	1,00

Rio Rufino	22,74±12,0	15,06±5,99	7,68±5,25	39,20±20,83	1,30
Anita Garibaldi	38,38±10,63	29,05±9,12	9,33±5,84	66,17±18,33	1,05
São José do Cerrito	29,91±2,91	25,18±1,67	4,73±0,85	51,56±5,02	1,91
Ponte Alta	36,38±1,81	18,96±7,74	17,41±8,54	62,71±3,12	2,11
Painel	37,35±6,40	23,64±17,25	13,71±10,56	64,39±11,04	0,61
Lages	43,22±4,81	24,74±3,08	18,49±1,73	74,52±8,30	0,56
Urupema	39,70±7,34	27,80±6,04	11,91±10,47	68,45±12,66	0,61
Urupema	45,39±2,76	36,06±1,19	9,32±1,93	78,25±4,75	0,93
Lages	31,89±19,04	19,53±4,32	12,36±11,21	54,98±32,83	0,79
Lages	31,55±16,38	19,97±11,85	11,59±7,33	54,40±28,23	0,79
Local	COT	COp	COam	MO	Ds
5-10 cm					
-----g kg <sup>-1</sup> -----					kg dm <sup>-3</sup>
Curitibanos	35,68±8,29	30,00±3,17	5,68±2,36	61,51±14,30	1,49
Urubici	24,51±4,68	19,63±10,27	4,88±2,16	42,26±8,07	1,27
Otacilio Costa	31,13±7,75	22,92±3,10	8,21±6,66	53,66±13,37	0,95
Otacilio Costa	28,07±13,71	19,82±10,00	8,25±3,85	48,39±23,63	0,61
Otacilio Costa	25,70±7,85	20,31±1,93	5,39±1,45	44,31±13,54	1,15
Rio Rufino	21,85±7,03	11,60±9,33	10,25±2,69	37,67±12,13	1,05
Anita Garibaldi	26,02±2,98	20,79±6,41	5,23±4,04	44,86±5,13	1,56
São José do Cerrito	22,08±7,28	17,78±1,60	4,31±2,43	38,07±12,54	1,82
Ponte Alta	33,19±6,47	12,19±1,85	21,00±4,70	57,23±11,16	1,65
Painel	39,99±9,79	19,56±10,69	20,43±10,12	68,95±16,88	0,78
Lages	30,39±8,64	13,98±8,38	16,41±8,91	52,38±14,90	1,20
Urupema	30,56±7,25	22,64±5,70	7,92±7,12	52,69±12,49	0,94
Urupema	35,70±18,39	22,91±4,91	12,79±6,95	61,55±31,71	1,41
Lages	27,93±18,00	14,95±7,05	12,98±10,07	48,15±31,04	1,56
Lages	23,69±6,88	12,83±3,52	10,86±3,65	40,83±11,85	1,88
Local	COT	COp	COam	MO	Ds
10-20 cm					
-----g kg <sup>-1</sup> -----					kg dm <sup>-3</sup>
Curitibanos	39,47±1,91	27,36±7,13	12,12±7,94	68,05±3,29	1,56
Urubici	18,21±10,39	10,08±0,43	8,13±8,42	31,39±17,92	2,53
Otacilio Costa	23,34±5,79	19,65±1,64	3,69±2,96	40,24±9,98	1,93
Otacilio Costa	22,91±3,44	17,00±2,30	5,91±1,39	39,50±5,93	1,86
Otacilio Costa	28,01±1,70	22,77±0,51	5,24±1,27	48,29±2,93	1,53
Rio Rufino	23,86±8,22	12,70±6,47	11,17±9,10	41,14±14,16	1,90
Anita Garibaldi	28,77±5,38	20,37±5,67	8,40±5,87	49,60±9,27	2,04
São José do Cerrito	26,89±7,84	19,60±1,64	7,29±6,05	46,36±13,52	1,99
Ponte Alta	23,72±2,38	15,31±1,69	8,41±1,59	40,89±4,11	2,59
Painel	30,55±6,75	15,77±6,49	14,78±2,32	52,66±11,63	1,63
Lages	34,45±8,51	13,35±2,53	21,10±8,34	59,38±14,67	1,63
Urupema	39,91±10,51	29,81±4,91	10,10±7,44	68,80±18,11	1,55

Local	COT	COp	COam	MO	Ds
Urupema	36,75±12,06	27,10±4,70	9,65±8,60	63,36±20,79	1,50
Lages	19,93±12,30	10,25±1,65	9,68±9,01	34,37±21,20	2,37
Lages	29,71±9,53	12,09±7,03	17,63±4,79	51,23±16,43	3,06
20-30 cm					
-----g kg <sup>-1</sup> -----					Kg dm <sup>-3</sup>
Curitibaños	32,62±11,77	21,60±7,75	11,01±5,19	56,23±20,29	1,45
Urubici	22,75±15,21	14,01±5,42	8,74±8,19	39,22±26,22	2,66
Otacilio Costa	19,78±2,69	14,97±6,26	4,82±3,32	34,11±4,64	1,89
Otacilio Costa	23,86±4,73	17,78±6,66	6,08±2,74	41,13±8,15	2,05
Otacilio Costa	25,67±3,01	20,72±2,95	4,96±0,27	44,26±5,18	1,36
Rio Rufino	13,23±3,05	8,18±4,02	5,05±1,57	22,81±5,26	1,93
Anita Garibaldi	24,13±13,23	15,09±5,67	9,04±7,08	41,61±22,80	2,09
São José do Cerrito	24,12±4,39	14,32±5,22	9,80±7,89	41,57±7,57	1,67
Ponte Alta	18,64±3,79	10,37±4,32	7,97±4,87	32,13±6,54	2,14
Painel	26,67±1,32	22,99±4,73	3,69±1,29	45,99±2,28	1,86
Lages	36,20±1,36	12,86±2,93	23,34±2,08	62,40±2,34	1,79
Urupema	25,29±10,69	19,85±7,75	5,45±3,32	43,61±18,43	1,71
Urupema	24,11±6,46	16,47±2,29	7,64±6,56	41,57±11,13	0,99
Lages	25,69±11,74	15,08±7,03	10,61±8,65	44,29±20,23	2,46
Lages	21,73±8,50	12,04±4,24	9,69±5,58	37,47±14,66	2,68

O símbolo ± significa desvio padrão dos resultados.

Os SAFs que apresentaram as menores concentrações de COT podem ter apresentado esses resultados em função de terem sido implantados há pouco tempo nas propriedades e por não estar sendo observada ciclagem de restos vegetais.

As maiores concentrações de COT e MO dos SAFs, foram influenciada possivelmente pelo acúmulo e decomposição dos resíduos vegetais, e poda das árvores que constituem o sistema. Outro fator que pode contribuir para o maior teor de COT e MO, pode ser o não revolvimento do solo, e a presença de espécies florestais adubadoras como a Bracatinga (*Mimosa scabrella*) no sistema.

Avaliando as concentrações de COT, os maiores valores foram encontrados nas camadas de 0-5 e 5-10 cm de solo. Loss et al (2009) avaliando COT em diferentes sistemas de produção orgânica, observou valores mais elevados nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm, corroborando assim que estas camadas apresentam influência dos resíduos vegetais deixados na superfície pelos diferentes sistemas agroflorestais.

Avaliando a densidade do solo (Tabela 2) o solo que apresentou a maior densidade foi o SAF da EPAGRI, Lages/SC com 3,06 Kg dm<sup>-3</sup> para a camada de 10-20 cm de solo, e 2,68 Kg dm<sup>-3</sup> para a camada de 20-30 cm de solo. Outro SAF que apresentou alta densidade foi o

SAF da Escola de Educação Básica Egídio Baraúna, com  $2,37 \text{ kg dm}^{-3}$  para a camada de 10-20 cm de solo.

O SAF que apresentou a menor densidade foi o SAF da Produtora E. (SAF 9 anos, Otacilio Costa/SC, com  $0,47 \text{ kg dm}^{-3}$  para a camada 0-5 cm de solo. Outros SAFs que apresentaram as menores concentrações foram o SAF do Produtor N., Lages/SC, com  $0,56 \text{ Kg dm}^{-3}$  para a camada de 0-5 cm de solo e os SAFs do Produtor N. Painel/SC e a Ecopousada Rio dos Touros, Urupema, SC com  $0,61 \text{ kg dm}^{-3}$  para a camada de 0-5 cm de solo.

Para determinar a densidade que apresenta compactação no solo, ainda é um assunto discutido. Camargo e Alleoni (1997) consideraram crítico o valor de  $1,55 \text{ Mg m}^{-3}$  em solos franco argilosos a argilosos. De Maria et al. (1999) constataram que acima de  $1,2 \text{ Mg m}^{-3}$ , em Latossolo Vermelho Escuro, ocorre restrição ao desenvolvimento de raízes, o que caracteriza um estado de compactação do solo. A densidade do solo aumenta quando os constituintes do solo ficam mais próximos uns dos outros podendo interferir na produção. Assim os SAFs poderiam estar apresentando tendência à compactação do solo, por serem antes de se tornar SAF, áreas de pastagem, campo nativo, gramado de escola, área de recreação de escola, proporcionando densidades elevadas para esses SAFs.

Nesse sentido, alguns SAFs apresentaram compactação no solo, podendo prejudicar a qualidade do solo. Para Cintra e Mielniczuk (1983) cada solo há uma densidade crítica, a partir da qual a resistência torna-se tão elevada que diminui ou impede o crescimento de raízes, dificultando o desenvolvimento das plantas. É comum relacionar o crescimento radicular em solos compactados com sua densidade.

Para melhorar a característica densidade do solo, algumas técnicas podem ser utilizadas nos SAFs, como por exemplo, a introdução de espécies agrícolas e florestais com raízes profundas, não revolvimento do solo, manutenção de matéria orgânica no sistema.

Para avaliação da fração granulométrica do solo (Tabela 2) foi analisado o carbono orgânico particulado (COp) e o carbono orgânico associado aos minerais (COam) nas camadas de 0-5; 5-10; 10-20 e 20-30 cm do solo. O SAF que apresentou a maior concentração de COp foi o SAF da Pousada Cantos e Encantos, Urupema/SC com  $36,06 \text{ g kg}^{-1}$  para a camada de 0-5 cm de solo. Outros SAFs que apresentaram as maiores concentrações para COp foi na camada de 0-5 e 5-10 cm de solo da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, com  $33,82 \text{ g kg}^{-1}$  e  $30,00 \text{ g kg}^{-1}$  respectivamente.

Avaliando as menores concentrações de COp, o SAF da Escola de Educação Djalma Bento, Rio Rufino/SC apresentou a menor concentração de COp com  $8,18 \text{ g kg}^{-1}$  para camada

de 20-30 cm de solo. Outras concentrações que apresentaram as menores concentrações foram o SAF da pousada Beckhauser, Urubici/SC com  $10,08 \text{ g kg}^{-1}$  na camada de 10-20 cm de solo, e o SAF da Escola de Educação Básica Egídio Baraúna, Lages/SC com  $10,25 \text{ g kg}^{-1}$  para a camada de 10-20 cm de solo.

Na fração COp (Tabela 2), as mudanças provenientes dos diferentes manejos dos SAFs são mais sensíveis, em comparação com o COT na camada superficial do solo. Como o COp representa o material orgânico de tamanho maior que  $53 \mu\text{m}$ , a presença de estruturas maiores que essa granulometria pode ser devido à menor taxa de decomposição dos resíduos orgânicos adicionados ao solo (LOSS et al., 2009).

Diante disso, para a maior concentração de COp dos solos avaliados, o SAF da Pousada Cantos e Encantos apresentou a maior concentração na camada de 0-5 cm de solo. Essa concentração pode ter sido porque o SAF foi implantado há um ano e antes a área do SAF era cultivada com culturas agrícolas, podendo favorecer na concentração de COp através do manejo da palhada, restos culturais das culturas.

Para as outras áreas que apresentaram as maiores concentrações de COp, para as camadas de 0-5 e 5-10 cm de solo, na Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, possivelmente foi devido ao acúmulo e decomposição de resíduos vegetais provenientes do corte de vegetação herbácea e arbustiva um ano antes da coleta de solo e da poda das árvores que estavam na área quando da implantação do referido SAF.

Avaliando o solo dos sistemas que apresentaram as menores concentrações de COp (Tabela 2), o SAF da Escola de Educação Básica Djalma Bento pode ter apresentado a menor concentração devido a baixa quantidade de espécies no sistema, não gerando muito resíduo para ciclagem de nutrientes e sustentabilidade de carbono no solo.

Para os outros SAFs que apresentaram as menores concentrações de COp, a exemplo da pousada Beckhauser, essa apresentou as menores concentrações podendo ser pela área do SAF ter sido implantado em um aterro, sendo um solo que não apresenta quantidades de nutrientes próprias para cultivo. No SAF da Escola de Educação Básica Egídio Baraúna só existia grama plantada antes de se tornar SAF, não havendo biodiversidade e ciclagem de nutrientes para manutenção do sistema.

Para as áreas que apresentaram as maiores concentrações de COam, o SAF da produtora E. (SAF 9 anos), Otacilio Costa/SC apresentou o valor de  $22,53 \text{ g kg}^{-1}$  na camada 0-5 cm de solo. Outros SAFs que apresentaram as maiores concentrações foram o SAF da Pousada Galha Azul, Ponte Alta/SC com  $21,00 \text{ g kg}^{-1}$  na camada de 5-10 cm de solo e o SAF do Produtor N., Painel/SC com  $20,43 \text{ g kg}^{-1}$  na camada de 5-10 cm de solo.

O SAF que apresentou a menor concentração de CO<sub>am</sub> foi o SAF da produtora E. (SAF 5 anos), Otacilio Costa/SC, com 3,69 g kg<sup>-1</sup> para a camada de 10-20 cm de solo. Outros SAFs que apresentaram as menores concentrações foram o SAF do Colégio Agrícola/São José do Cerrito/SC com 4,31 g kg<sup>-1</sup> na camada de 5-10 cm de solo e o SAF do Produtor N., Painel/SC com 4,58 g kg<sup>-1</sup> para a camada de 20-30 de solo.

Para Carmo et al (2012) a avaliação desta fração da matéria orgânica nem sempre é um bom indicador do efeito do manejo nas propriedades do solo, uma vez que alterações no estoque deste compartimento da matéria orgânica levam muitos anos para serem detectados.

Em conjunto com as análises de C na camada, foi avaliado o estoque de Carbono nos solos dos SAFs analisados, (Figura 5) foi possível determinar qual prática usada no SAF teve maior acúmulo de carbono orgânico nas camadas analisadas.

Foi possível determinar que a camada que apresentou o maior estoque de C orgânico foi o SAF da EPAGRI-Lages/SC para a camada de 10-20 cm de solo, com 90,53 Mg ha<sup>-1</sup>. Outros SAFs que apresentaram os maiores estoques de C foram o SAF da Produtora R., Anita Garibaldi/SC, com 84,04 Mg ha<sup>-1</sup> para a camada de 10-20 cm de solo e o SAF do Produtor N., Lages/SC com 64,81 Mg ha<sup>-1</sup> para a camada de 20-30 cm de solo.

O SAF que apresentou o menor estoque de C orgânico foi o SAF da Produtora E. (SAF 9 anos), Otacilio Costa/SC, com 8,58 Mg ha<sup>-1</sup> para a camada de 5-10 cm de solo. Outros SAFs que apresentaram as menores concentrações de C foram o SAF do Produtor N., Painel/SC com 11,31 Mg ha<sup>-1</sup> para a camada de 0-5 cm de solo, e o SAF da Escola de Educação Básica Djalma Bento, Rio Rufino/SC com 11,43 Mg ha<sup>-1</sup> para a camada de 5-10 cm de solo.

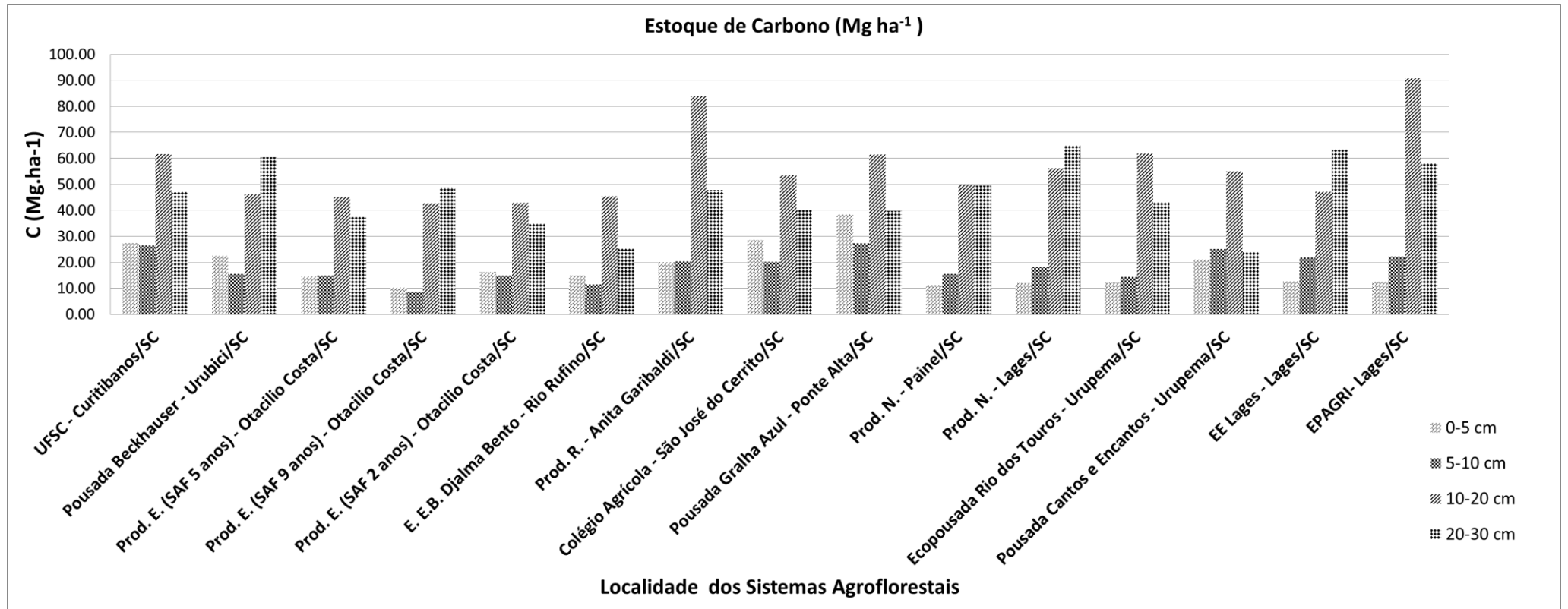


Figura 5 Estoque de Carbono (Mg ha<sup>-1</sup>) nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm de solo dos SAFs analisados da Região Serrana de Santa Catarina.

O SAF da EPAGRI apresentou o maior estoque de C para a camada de 10-20 cm de solo, podendo ser em função da densidade do solo (Tabela 2), a camada avaliada apresentar boa ciclagem de nutrientes. O SAF que apresentou o menor estoque de C foi o SAF da produtora E. (SAF 9 anos), para a camada de 5-10 cm de solo. O menor estoque pode ser em virtude da densidade do solo (Tabela 2), manejo incorreto e pouco resíduo orgânico no solo.

Avaliando o estudo de Rocha *et al.* (2014), o estoque de carbono em um SAF silviagrícola de Minas Gerais apresentou quantidades de 57,83 Mg ha<sup>-1</sup> para camada de 0-10 cm de solo, 58,61 Mg ha<sup>-1</sup> para camada de 10-20 cm de solo, 74, 14 Mg ha<sup>-1</sup> para camada de 20-40 cm de solo. Os dados encontrados em Minas Gerais apresentaram maior estoque de carbono nas camadas avaliadas comparando as camadas de solo desse estudo. Isso pode ter ocorrido devido ao manejo utilizado, tipo de solo, tempo de utilização do SAF, fazendo que o sistema tenha maior aporte de biomassa e maior quantidade de ciclagem de carbono nas camadas.



## 5 CONCLUSÕES

Os indicadores de qualidade de solo avaliados nesse trabalho apresentaram dados que possibilitaram discussões sobre as características químicas e físicas do solo. Dependendo do SAF utilizado na região Serrana de Santa Catarina, foi possível diagnosticar vários fatores de qualidade de solo, como COT, MO, COp, COam, densidade do solo e estoque de carbono orgânico.

O indicador MO possibilitou diagnóstico do manejo do solo e da cobertura de restos vegetais, sendo importante indicador para avaliar mudanças no manejo do sistema agroflorestal.

O COp demonstrou que os solos que apresentam melhores condições de ciclagem de nutrientes, cobertura com restos vegetais sob a camada superficial do solo, apresentaram bons níveis de C nas camadas superficiais do solo. O COam foi identificado como indicador que precisa ser acompanhado a longo prazo, visto que seus níveis não se alteram rapidamente, estando influenciado pelo manejo do solo.

Analisando o estoque de carbono nos SAFs, ele foi um indicador que apresentou os níveis de carbono, e identificou práticas que não são as mais apropriadas para o solo. Esse indicador, além de avaliar a quantidade de carbono acumulado nas camadas de solo dos SAFs, indicou a quantidade de carbono estocada em função da densidade do solo, sendo interessante essa análise para identificação de possíveis sistemas onde as estratégias de manejo possam estar levando a compactação do solo.

Esse foi o primeiro diagnóstico dos sistemas agroflorestais através de indicadores de qualidade do solo que avaliaram de forma geral, o desenvolvimento e a qualidade dos SAFs. Esse estudo empregou importantes indicadores para determinar sistemas agroflorestais que estão com boas quantidades de C no solo, bem como, solos que precisam de cuidados e estratégias de manejo que alcancem boa eficiência na ciclagem de nutrientes.

Diante dos sistemas agroflorestais analisados, foi verificado que grande parte dos SAFs foram implantadas recentemente, não havendo muitas espécies na área, ou serem plantas muito jovens constituindo o sistema. Dessa forma, as interações e processos de ciclagem que estão ocorrendo ainda são insipientes para estimular efeitos significativos de resiliência nos SAFs.

No entanto, é fundamental o acompanhamento e a manutenção dos SAFs pelas instituições e agricultores para o bom desenvolvimento dos SAFs. É interessante a introdução de espécies importantes no sistema, quer sejam espécies adubadoras, ou que forneçam

serviços ecológicos, (a exemplo da bracatinga - *Mimosa scabrella*) proporcionando o bom desenvolvimento de forma geral ao sistema.

Contudo, esse estudo foi fundamental para fazer a primeira avaliação da qualidade dos SAFs, bem como ser base para o acompanhamento ao longo dos anos dos sistemas agroflorestais da Região Serrana de Santa Catarina.

## REFERÊNCIAS

- AKINNIFESI, F.K. et al. Indigenous fruit trees in the tropics: domestication, utilization and commercialization. Wallingford, Oxfordshire, UK: CAB International, 2008. 438 p.
- ALMEIDA et al. Implantação do cacauero em sistemas agroflorestais. In: SILVA, I.C. Sistema Agroflorestal: conceitos e métodos/Ivan Crespo Silva. – 1.ed. – Itabuna: SBSAF, 2013. 308p.: il.
- BAYER, C. et al. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.39, n.7, p.677-683, 2004.
- CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas. Piracicaba, ESALQ, 1997. 132p.
- CAMBARDELLA, C.A. e ELLIOTT, E.T. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. **Soil Science Society of America. J.**, 56:777-783, 1992.
- CAMPELLO, E. F. C. A Influência de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio na sucessão vegetal em áreas degradadas na Amazônia. 1999. 121f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.
- CARMO, F.F. et al. Frações granulométricas da matéria orgânica em latossolo sob plantio direto com gramíneas. Biosci. J. Uberlândia, v. 28, n. 3, p. 420-431, Mai. 2012.
- CINTRA, F.L.D. e MIELNICZUK, J. Potencial de algumas espécies para a recuperação de solos com propriedades físicas degradadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 7:197-201, 1983.
- CONCEIÇÃO, P. C.; AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 5, p. 777-788, 2005.
- DE MARIA, I. C., CASTRO, O. M., SOUZA DIAS, H. Atributos físicos do solo e crescimento radicular da soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.703-709, 1999.
- DUBOIS, J.C.L.; VIANA, V.M.; ANDERSON, B.A. Manual Agroflorestal para Amazônia. REBRAF. Rio de Janeiro. 1996. 228p.
- EMBRAPA. Boletim de pesquisa e desenvolvimento. Solos do Estado de Santa Catarina. ISSN 1678-0892, Dez. 2004.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- FREIXO, A. A.; MACHADO, P. L. O. A.; GUIMARÃES, C. M.; SILVA, C. A.; FADIGAS, F. S. Estoque de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de Latossolo do cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 425-434, 2002.

GANDARA, F.B. e KAGEYAMA, P.Y. Biodiversidade e dinâmica em sistemas agroflorestais. In: Documentos: Palestras III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais (eds. Macêdo, J.L.V.; Wandelli, E.V. e Silva Júnior, J.P.). pg. 25-32. Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus, AM. 2001.

GOLCHIN, A.; OADES, J. M.; SKJEMSTAD, J. O., CLARKE, P. Soil structure and carbon cycling. **Australian Journal of Soil Research**, Collingwood, v. 32, n. 5, p. 1043-1068, 1994.

GREGORICH, E.G.; CARTER, M.R.; ANGERS, D.A.; MONREAL, C.M. e ELLERT, B.H. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Can. J. Soil Sci.*, 367-375, 1994.

KÖPPEN, W. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Económica. México. 479p. 1948.

LEAKEY, R.R.B.; SANCHEZ, P.A. How many people use agroforestry products. In: SILVA, I.C. Sistema Agroflorestal: conceitos e métodos/Ivan Crespo Silva. – 1.ed. – Itabuna: SBSAF, 2013. 308p.: il.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, E. M. R. Carbono e frações granulométricas da matéria orgânica do solo sob sistemas de produção orgânica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 4, p.1077-1082, 2009

MACEDO, R.L.G. Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais. Lavras: UFLA/FAPE, 2000. 157p.

MARZALL, K.; ALMEIDA, J. Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas: estado da arte, limites e potencialidades de uma ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável. In: SILVA, R. C. S.; ALMEIDA, J. C. R.; BATISTA, G. T.; FORTES NETO, P.; Os indicadores físicos, químicos e biológicos da qualidade do solo e da sustentabilidade dos ambientes naturais Repositório Eletrônico Ciências Agrárias, Coleção Ciências Ambientais. p. 1-13, 2011.

MAY, P.H.; TROVATTO, C.M.M. Manual Agroflorestal para a Mata Atlântica. Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria de Agricultura Familiar, 2008. 196p.

MAZUCHOWSKI, J.Z; RUCKER, N. G. de A. Erva-Mate- Diagnósticos e alternativas para a erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Curitiba. SEAB-PR. DER, 1993. 141 p.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A. e CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Genesis, 1999. p.1-8.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A. et al. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2 ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.1-5.

NASSER, R. et al. Huertos caseros: uma atividade productiva com amplia participación de la mujer. In: FREITAS, J.L. Sistemas agroflorestais e sua utilização como instrumento de uso da terra: o caso de pequenos agricultores da ilha de Santana, Amapá, Brasil. Tese de Doutorado.

Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2008.

PINTO, I.C. Agrobiodiversidade de quintais agroflorestais urbanos e perfil social de etnias indígenas em São Gabriel da Cachoeira, AM. – Lavras: UFLA, 2012. Tese de doutorado. 196 p. : il.

ROCHA, G.P. et al. Caracterização e estoques de carbono de sistemas agroflorestais no Cerrado de Minas Gerais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.7, p.1197-1203, jul, 2014.

ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; BETTA, M.; POLIDORO, J. C. Frações lábeis da matéria orgânica em sistema de cultivo com palha de braquiária e sorgo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 38-46, 2012.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; FABRICIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C. Matéria orgânica do solo na integração lavoura-pecuária em Mato Grosso do Sul. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 58p.

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

SILVA, I.C. Sistema Agroflorestal: conceitos e métodos/Ivan Crespo Silva. – 1.ed. – Itabuna: SBSAF, 2013. 308p.: il.

SILVA, R. C. S.; ALMEIDA, J. C. R.; BATISTA, G. T.; FORTES NETO, P.; Os indicadores físicos,químicos e biológicos da qualidade do solo e da sustentabilidade dos ambientes naturais Repositório Eletrônico Ciências Agrárias, Coleção Ciências Ambientais. p. 1-13, 2011.

SOEMARWOTO, O. Homegardens: a traditional agroforestry system with a promising future. In: FREITAS, J.L. Sistemas agroflorestais e sua utilização como instrumento de uso da terra: o caso de pequenos agricultores da ilha de Santana, Amapá, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2008.