

## INDICADORES DA QUALIDADE AMBIENTAL SOB DIFERENTES PROFUNDIDADES E PRÁTICAS DE MANEJO EM UMA MESMA TOPOSEQUÊNCIA

Andressa Carolina Martins da Costa, Fabrício Pelizer de Almeida, Flávia Alice Borges Soares Ribeiro

\* Universidade de Uberaba- Uniube. .andressa.cm.costa@gmail.com

### RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo quantificar carbono orgânico, matéria orgânica e densidade das partículas no solo sob diferentes profundidades e práticas de manejo em uma mesma topossequência, no município de Uberaba (MG). Permitiu comparar a partir desses indicadores possíveis aspectos degradatórios ou antrópicos em relação à atividade agrícola e pecuária em solos tropicais. Os resultados apontaram maior teor de MO e CO significativamente nas áreas de pastagem e de preservação sem, contudo, diferença estatística quanto à profundidade. Quanto à densidade, houve diferença significativa somente entre a área de pastagem e as demais consideradas no trabalho, e semelhantes em profundidades. Por meio da análise dos resultados, foram propostas técnicas de melhorias para serem adotadas no local, a fim de melhorar a forma de manejo das áreas, visando à conservação do solo e da água, garantindo uma maior produtividade agrícola.

**PALAVRAS-CHAVE:** Matéria Orgânica. Carbono Orgânico. Monocultura. Antropização. Conservação.

### INTRODUÇÃO

O solo é um elemento de fundamental relevância na sustentação dos sistemas agrícolas e naturais. É um importante componente terrestre que abriga diversidade de organismos e compostos orgânicos e inorgânicos, servindo como filtro e armazenador de água, carbono e nitrogênio. Desse modo, entende-se que o solo é um elemento fundamental para a manutenção da biosfera terrestre.

Em uma perspectiva geomorfológica, os solos são gerados a partir de alterações nos diferentes tipos de rochas que definem entre outros fatores suas características químicas e físicas específicas. Além disso, a ação do clima e os constituintes de fauna e flora influenciam na fertilidade dos solos, que por sua vez define a sua estrutura e dos elementos que esse é capaz de ceder às plantas.

O processo essencial de ciclagem de nutrientes, acumulação e decomposição da matéria orgânica do solo nos ecossistemas naturais constitui-se uma integração harmoniosa entre a cobertura vegetal e os atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Os indicadores biológicos de qualidade do solo, tais como a biomassa microbiana, são parâmetros sensíveis na aferição do manejo adequado do solo em estudos de sustentabilidade (MENDES et al., 2011, p.1).

Portanto, constitui-se um desafio estabelecer o manejo e a conservação do solo para os diversos ambientes, usos e estados de degradação das terras. Faz-se necessário otimizar o uso dos solos com potencial para aumentar a produção agrícola, reverter quadros de degradação de áreas com grande extensão, contribuir para a mitigação de impactos ambientais e desenvolver novos insumos e sistemas de produção capazes de promover a sustentabilidade ambiental, social e econômica pelas gerações presentes e futuras.

Sob o ponto de vista ambiental e considerando a capacidade natural dos solos de ciclagem dos elementos em um determinado ambiente, pode-se afirmar que, nos biomas naturais não perturbados, as características de fertilidade química e biológica dos solos constituem-se em importantes paradigmas para a concepção e implantação de práticas de conservação e manejo dessas áreas. Entende-se, no entanto, que com a retirada da vegetação, em poucos anos ela é reduzida, sendo mais acentuada se somado ao desmatamento, a prática de queimadas e ocupação de áreas inapropriadas para as práticas agropecuárias.

Especialmente no caso brasileiro de expansão das fronteiras agrícolas, pode-se afirmar que ocorreu nos últimos 30 anos um aumento expressivo de áreas desmatadas e conseqüente ocupação para a produção de grãos, eucaliptos e pastagens. Discute-se a legitimidade dessa ocupação e se foi precedida de planejamento e análise da capacidade de suporte para tais atividades.

Esses parâmetros precisam considerar aspectos climáticos, principalmente pluviosidade, o que necessariamente impacta o regime hídrico da região, as perdas das características naturais do solo, a biodiversidade de macro e microfauna e o esgotamento de alguns elementos importantes para a manutenção das relações tróficas nesses pedoambientes.

Além desses fatores, ocorre inclusive um aumento gradativo de porções de terra degradadas em regiões anteriormente produtivas, causando perdas de produção e empobrecimento dos agricultores. Faz-se necessário planejar as atividades de produção agropecuária de acordo com a aptidão agrícola das terras, manejando o solo de acordo com suas fragilidades e potencialidades, a fim de evitar essa degradação.

Tem-se, portanto, um desafio quanto ao manejo e a conservação do solo nos diversos ambientes e tipos de usos das terras, a tentativa de reverter o quadro de degradação de áreas extensas, otimização do uso visando o aumento da produção agrícola e a conservação dos ecossistemas, além de contribuir para a mitigação de impactos ambientais. Deve-se ainda desenvolver novos insumos e sistemas de produção, capazes de promover a sustentabilidade ambiental, social e econômica pelas gerações presentes e futuras.

Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo avaliar os níveis de determinados indicadores de qualidade biogeoquímica de solo em diversos tipos de ocupação na região do triângulo mineiro.

## **JUSTIFICATIVA**

A temática observada nessa pesquisa justifica-se em função da necessidade de avaliar o carbono orgânico e matéria orgânica como indicadores de qualidade ambiental, considerando os processos associados a esses elementos no solo. Deve proporcionar o entendimento dos resultados químicos e biológicos encontrados na análise do solo, bem como identificar a necessidade de mitigação nas áreas de estudo.

Por meio desse estudo poderão ser apontadas as melhores práticas conservacionistas a partir dos indicadores qualitativos do solo considerados no trabalho.

## **OBJETIVOS**

O objetivo geral é avaliar os níveis no solo de dois importantes indicadores ambientais sob diferentes profundidades e práticas de manejo em uma mesma topossequência, no município de Uberaba (MG).

Os objetivos específicos do projeto são:

- Quantificar carbono orgânico e matéria orgânica do solo em diferentes profundidades e técnicas de manejo;
- Interpretar os indicadores físicos e biológicos do solo, associando-os à necessidade de mitigação nas áreas de estudo;
- Identificar melhores práticas conservacionistas envolvidas na pesquisa a partir dos indicadores qualitativos do solo considerados no trabalho;

## **MÉTODOS E PROCEDIMENTOS**

Os pontos de coleta de amostras de solo foram definidos aleatoriamente, com especial atenção para as localidades centrais da área (Figura 2). Isso porque, afastando-se das bordas dessas áreas, em direção ao centro, diminui-se o efeito de fatores externos capazes de interferir no resultado do experimento. Tais efeitos podem ser compreendidos como sendo o transporte de materiais orgânicos pelas estradas, ventos e derivação de produtos em pó ou líquido, ou ainda, presença indesejável de animais.



**Figura 2: Imagem de satélite das áreas de estudo e módulos de coleta de amostra. Fonte: Adaptado de Google Earth (2013).**

Nas áreas de pastagem, determinou-se como ponto para coleta de material, a região entre touceiras pela facilidade de destorroamento e descompactação da amostra. Ressalta-se que, na área de preservação, não foi estimado um ponto entre plantas, uma vez que, nesses ambientes, há bastante diversidade de espécies e multiespacialização na ocupação do solo (Figura 3).



**Figura 3: Coleta de amostras em área de pastagem e preservação. Fonte: Elaborado pela autora (2013).**

Nas áreas de pinus e milho, as coletas foram realizadas entre as linhas de plantio. No caso do pinus, a espacialização foi melhor sucedida, em função da distância entre as linhas de plantas serem mais alargadas. Manteve-se o mesmo critério para as áreas de milho, com o objetivo de não se estimar, ao menos para a cultura instalada, o efeito da adubação química de sementeira (Figura 4).

Foram considerados como ponto de coleta de amostra de solo, 3 pontos em cada área (pastagem, silvicultura, cultura de grãos irrigados e área preservada), sendo observadas 3 profundidades diferentes (0,0 cm – 5,0 cm; 5,0 cm – 10,0 cm; 10,0 cm – 15,0 cm), totalizando 9 pontos por área e 36 pontos no total. Não houve perda de material no decorrer dos procedimentos metodológicos.

As coletas foram realizadas no dia 28 de setembro de 2013, no período da manhã. Utilizou-se para a coleta poucos equipamentos, sendo um deles a enxada que facilitou a limpeza das áreas de coleta, retirando vegetação ainda existente nos pontos de coleta na área de pastagem e a serapilheira no cultivo de pinus. Foi utilizado também um trado, com o mesmo foi possível a retirada do solo nas profundidades desejadas.



**Figura 4: Coleta de amostras nas áreas de cultivo de pinus e de milho. Fonte: Elaborado pela autora (2013).**

Por questão de preocupação com a qualidade das amostras e praticidade, as mesmas foram coletadas ponto a ponto, em uma sequência de profundidades. Foram retiradas na parte mais interior da área, evitando a retirada nas regiões periféricas, pois são áreas próximas onde ocorre o trânsito de maquinário, transporte de material de adubação, podendo interferir nas amostras.

Após a retirada do solo, cada amostra foi devidamente acondicionada e identificada antes mesmo que fosse retirada a subsequente. O material coletado foi armazenado em anéis volumétricos de metal devidamente tampados, para manter a integridade das amostras, evitar a perda de material e facilitar o transporte. Não houve mistura entre as amostras considerando a suas profundidades.

Todas as amostras foram direcionadas ao Laboratório de Química da Universidade de Uberaba no mesmo dia em que foram realizadas as coletas, e ficaram acondicionadas nesse ambiente para que se pudesse fazer o tratamento e iniciar as análises.

Para tratamento das amostras, com o objetivo de determinar carbono orgânico em solos foi utilizado o procedimento gravimétrico, o qual consiste na pesagem das amostras de solo coletadas, com baixa granulometria (<40µm).

Dois dias após a coleta, as amostras foram pesadas individualmente em balança semi-analítica, marca Bel Engineering, de precisão 0,0001g a fim de determinar a massa inicial úmida, sendo os valores encontrados devidamente anotados.

Posteriormente foram submetidas à estufa com temperatura de 105°C por 16 horas consecutivas, com a finalidade de se retirar a água higroscópica e igualar o teor de umidade remanescente de todas as amostras. Desse modo, foi possível determinar a massa da amostra seca em estufa.

Em sequência foram aquecidas em uma mufla à temperatura de 360°C, por 2 horas consecutivas, a fim de degradar toda a matéria orgânica existente nas mesmas. Posteriormente foram novamente pesadas e suas massas foram anotadas.

Pode-se inferir que a perda expressa em percentagem da diferença de peso entre 105°C e 360°C corresponde às substâncias orgânicas, primeiramente a matéria orgânica (equação 1). Em seguida, de acordo com Gross, 1971, o resultado quando dividido por 1,724 (equação 2) obtém-se o teor carbono orgânico:

$$MO (g * kg^{-1}) = (MI - MF) / MI * 100$$

(Equação 1)

sendo: MO: Matéria Orgânica

MI: Massa Inicial

MF: Massa Final

$$CO (g * kg^{-1}) = MO / 1,724$$

(Equação 2)

sendo: CO: Carbono Orgânico

MO: Matéria Orgânica

Também, em função dos processos de secagem e pesagens sucessivas, foram encontrados valores de densidade real (material em condições de campo) e densidade após secagem na estufa (à 105°C e 360°C). Os valores de densidade foram obtidos à partir da equação 3.

$$d = m/v (g/cm^3)$$

(Equação 3)

sendo: d: densidade

m: massa

v: volume

Após tratamento em laboratório os dados da amostragem foram compilados em tabelas e tratados no modelo estatístico de Tukey. O modelo estatístico utilizado para tratamento dos dados é o DIC (Delineamento Inteiramente Causalizado) em um esquema fatorial de 3 x 4 x 3. Os dados foram tabulados e submetidos ao teste estatístico, com auxílio do aplicativo para ANOVA E TESTE DE TUKEY (5%), do centro de Ciências Agrárias (UFSCar, 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apontam que não houve diferença significativa entre as profundidades, independente das áreas observadas. Isso demonstra uniformidade no teor de matéria orgânica e carbono orgânico nas áreas, até 15,0 cm, ou seja, nas primeiras camadas, mesmo aquelas que foram cultivadas, as condições para a estabilidade e manutenção da matéria orgânica e do carbono orgânico são bastante similares.

No entanto, houve diferença significativa entre as áreas consideradas no projeto. Ressaltam-se os teores de matéria orgânica na área de pastagem, estatisticamente diferentes e superiores aos das áreas de preservação, milho e pinus (Tabela 1). O mesmo pode ser observado com os teores de carbono orgânico uma vez que a relação entre esses dois indicadores é sempre constante (Tabela 2).

**Tabela 1. Teor de matéria orgânica (em g/kg) em função do tipo de cobertura vegetal e diferentes profundidades em uma mesma topossequência no município de Uberaba (MG)- Fonte: Elaborado pela autora, 2013.**

Profundidade (cm)	Cobertura Vegetal <sup>1</sup>			
	Milho	Pinus	Pastagem	Preservação
0 – 5,0	0,91aC	0,72Ac	2,87aA	1,53aB
5,0 – 10,0	0,92aC	0,72Ac	2,42aA	1,59aB
10,0 – 15,0	0,79aC	0,69aC	2,13aA	1,61aB

<sup>1</sup>Média com pelo menos uma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5%.

As áreas de milho e pinus, nessa avaliação, não diferiram significativamente quanto aos teores de matéria orgânica. É normal, a priori, por se tratar de atividades econômicas consideradas cultivos de monocultura, ou seja, ocupação de uma

área produtiva com apenas um tipo de cultura. Sendo os ciclos de produção com durações diferentes, do milho cerca de 6 meses e o do pinus cerca de 7 anos.

Na área de plantio de pinus percebem-se características que favorecem a manutenção do solo, como o sombreamento que diminui a temperatura e sensação térmica, a deposição de folhas formando a serapilheira que recobre o solo, e ao se decompor tende a aumentar os níveis de matéria orgânica. Em contrapartida, por ser uma vegetação de grande porte, há uma enorme capacidade de absorção de nutrientes, inclusive de matéria orgânica, que será distribuído por toda a sua estrutura radicular e dificilmente deve retornar ao solo.

Ainda sobre essas duas áreas, vale ressaltar que em função da colheita (milho) ou corte da vegetação (pinus) interrompe-se o ciclo natural de ciclagem de nutrientes, e consequentemente maior é a perda de matéria orgânica, visto que a planta absorve esse material disponível no solo e a mesma não se decompõe no local devolvendo essa matéria ao solo. Observando-se os teores de carbono orgânico,

estudos recentes revelam que a substituição da vegetação nativa por sistemas agrícolas cultivados resulta no decréscimo do aporte de carbono nos diferentes compartimentos da MOS” (Marchiori Junior & Melo, 2000; Leite et al., 2002). Tais perdas decorrem, em grande parte, do tipo de sistema de manejo adotado nas mais diversas condições de ambiente. (XAVIER, F.A.A., MAIA, S.M.F., MENDONÇA, E.S., P.1)

Nesse contexto, os sistemas agrícolas convencionais, caracterizados pelo intenso revolvimento do solo e pelo uso de elevadas quantidades de adubos químicos e pesticidas, contribuem, mais intensamente, para as perdas de carbono orgânico do solo (BUZINARO, Thais Nucci, 2006, P. 7)

Comparativamente, na área de pastagem, o ciclo de matéria orgânica é mais prolongado e talvez completo, no qual as plantas absorvem nutrientes e se beneficiam da matéria orgânica do solo e, ao final do ciclo, morrem e entram em decomposição no mesmo local, fazendo com que a matéria orgânica não se perca no processo. Além disso, na área de pastagem, em função do tipo de raiz com maior capacidade agregadora, aumenta a estruturação do solo e protege a matéria orgânica, formando estruturas coloidais de argila, microrganismos, água, íons e material orgânico.

Portanto, o manejo adequado do solo é primordial para manutenção de suas características, de forma a manter sua estrutura estimulando a ação dos microorganismos. Desse modo, os princípios que norteiam essa contribuição são baseados na manutenção da cobertura vegetal do solo, diversidade de raízes e profundidades exploradas no perfil do solo e ainda a capacidade de enriquecimento do material orgânico depositado.

De certa forma, o manejo sustentável do solo, apesar dos mínimos impactos ambientais nesse sistema, favorece a atividade de microrganismos capazes de decompor a matéria orgânica, que por sua vez se beneficia da capacidade agregadora do solo, intimamente ligada às atividades agrícolas, ou seja, tipo e diversidade de vegetação, rotação de plantas e manutenção dos resíduos vegetais pós-colheita.

Intuitivamente, esperava-se que, as áreas de preservação teriam os maiores valores de material orgânico (MO e CO), e até significativamente superiores aos das demais áreas. Entretanto, pode-se constatar que na área de pastagem o teor de matéria orgânica foi muito superior aos valores das demais áreas. Esse fato pode ser explicado devido à estrutura radicular das plantas e do seu porte, que têm o potencial de agregar e proteger o solo, bem como, por consequência, a matéria orgânica.

Outro fator a ser considerado é que o trânsito de animais é livre no local. É uma área mais restrita apenas em relação à entrada de maquinário, pois há uma cerca. Dessa forma, todo o trânsito de veículos e maquinários é feito apenas no seu entorno, fazendo com que a área permaneça sem interferências.

**Tabela 2. Teor de carbono orgânico em função do tipo de cobertura vegetal e diferentes profundidades em uma mesma topossequência no município de Uberaba (MG)- Fonte: Elaborado pela autora, 2013.**

Profundidade (cm)	Cobertura Vegetal <sup>1</sup>			
	Milho	Pinus	Pastagem	Preservação
0 – 5,0	053Ac	0,42Ac	1,66aA	0,89aB
5,0 – 10,0	0,53aC	0,42aC	1,40aA	0,92aB
10,0 – 15,0	0,46aC	0,40aC	1,24aA	0,93aB

<sup>1</sup> Média com pelo menos uma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5%.

No trabalho, foram avaliadas também as densidades das amostras coletadas nas áreas, a fim de determinar seus valores em relação às áreas e profundidades. Os resultados apontam que não houve diferença significativa entre as profundidades, independente das áreas observadas. Isso demonstra uniformidade na densidade do solo nas áreas, até 15,0 cm, ou seja, nas primeiras camadas, mesmo aquelas que foram cultivadas (Tabela 3).

**Tabela 3. Densidade de solo (em g/cm<sup>3</sup>) nas condições de campo (DCC), seco em estufa à 105°C (DSE- 105°C) e seco em estufa à 360°C (DSE- 360°C) em função do tipo de cobertura vegetal e diferentes profundidades em uma mesma topossequência no município de Uberaba (MG)- Fonte: Elaborada pela autora, 2013.**

Áreas Avaliadas	Densidade Aparente de Solo e Após Consecutivas Secagens em Estufa <sup>1</sup> .		
	DCC	DSE – 105º	DSE – 360º
<b>PASTAGEM</b>	1,7238 <sup>a</sup>	1,6603a	1,6198a
<b>MILHO</b>	1,3831b	1,2318b	1,2210b
<b>PINUS</b>	1,3063b	1,2400b	1,2311b
<b>PRESERVADA</b>	1,2260b	1,1616b	1,1462b

<sup>1</sup> Média seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5%.

Houve diferença significativa entre as áreas consideradas no projeto. Ressalta-se que a densidade na área de pastagem foi estatisticamente diferente e superior ( $p > 0,005$ ) em relação às áreas de preservação, de milho e pinus.

Compreende-se o resultado obtido considerando que pelo fato da vegetação da pastagem possuir raiz fasciculada, possui consequentemente maior facilidade de agregação do solo, diferentemente da área de preservação, onde há uma grande diversidade de espécies, com porte, estruturas radiculares e capacidade de absorção de nutrientes distintas, as quais consequentemente apresentam uma grande capacidade de agregação e desagregação do solo, contribuindo para uma menor densidade do mesmo.

Apesar do fator de agregação de solo ser importante para a atividade orgânica, deve-se observar os dados com restrições. Uma delas é pelo fato da maior densidade de partículas, especialmente no caso da pastagem estar ligada à compactação do solo. Esse processo é responsável por formar uma fina camada superficial compactada, diminuindo a quantidade dos macro e microporos no solo, interferindo na percolação da água e pode levar a um processo de escoamento superficial e arraste de nutrientes.

Outro fator é que, com a maior densidade do solo, em períodos de chuvas, pode haver maior intensidade de escoamento superficial de água, retirando boa parte dos elementos orgânicos e minerais de superfície (runoff). Esse fator pode ser agravado se houver na área elevada concentração de chuvas em um período determinado, declividade acentuada e maior teor de areia e silte em relação à argila.

Por último, a maior densidade de partículas do solo promove falhas na cobertura da área, pela dificuldade de crescimento das raízes e, portanto, produção de massa foliar capaz de cobrir a totalidade do terreno. Essa condição pode favorecer a exposição de solo às condições de intempéries (chuvas, ventos, insolação).

## **PROPOSTAS DE TÉCNICAS E MELHORIAS NAS ÁREAS CULTIVADA**

Após diagnóstico das áreas de estudo, surgiu a necessidade de propor técnicas e melhorias para diminuição dos impactos causados pela antropização e para aumentar o teor dos indicadores de qualidade do solo analisados neste trabalho.

Na área de pastagem, observa-se a compactação do solo, que pode acarretar baixa infiltração de água, ocorrência de escoamento superficial, podendo causar lixiviação e erosão no solo. Há possibilidade de formação de rachaduras e trincas em algumas áreas dependendo da constituição textural do solo e tipo de argila.

Torna-se necessário realizar o diagnóstico da intensidade e profundidade de compactação da área, por meio da observação do aspecto morfológico da estrutura do solo, ou da verificação da resistência oferecida por ele ao toque com um instrumento pontiagudo qualquer.

Como alternativa para essa questão, propõe-se a reforma da área de pastagem, fazendo o revolvimento parcial do solo pelo método de escarificação. Essa operação tem por finalidade o preparo do solo, realizando o rompimento das camadas superficiais compactadas, facilitando a entrada de ar, água e nutrientes no solo. Nesse procedimento, as camadas superficiais e em pequena profundidade são rompidas considerando

suas linhas de fraturas naturais ou através das interfaces dos seus agregados. Desta forma, o equipamento utiliza hastes que são cravadas no solo e provocam o seu rompimento para frente, para cima e para os lados. É o chamado rompimento tridimensional do solo em blocos. Isto permite dizer que este tipo de mobilização é menos agressiva do que aquelas nas quais as lâminas cortam o solo de forma indiscriminada e contínua, destruindo sua estrutura original, como na aração ou gradagem (LANÇAS, 2002)

Após a escarificação, há necessidade de avaliação quanto a uma nova semeadura no local, para a recomposição da vegetação local ou somente para reforma em algumas glebas.

Na área destinada a cultivo de milho, pode-se observar visualmente diferenças de altitude do terreno. Propõe-se realizar a reforma das curvas de nível existentes no local, fazendo o nivelamento do terreno a fim de locar de forma adequada às curvas de nível.

Esse procedimento de nivelamento do terreno por meio das curvas de nível tem por finalidade diminuir a velocidade com que a água das chuvas escoar pelo terreno, evitando o arraste superficial de sedimentos, nutrientes e matérias orgânicas. Vale ressaltar que esse é um dos principais problemas mundiais no que diz respeito à conservação de solo e água, fundamentais para o manejo de bacias hidrográficas, principalmente em regiões tropicais.

Além disso, propicia melhor formação do stand de plantas, evitando exposição de raízes e má formação de plantas. Desse modo, os ganhos de produtividade dessas culturas tendem a aumentar, justificando a manutenção dessa prática em áreas agrícolas com declividade.

Para maior preservação da área, auxiliando na recuperação e manutenção dos recursos naturais propõe-se a implantação do método de rotação de culturas. Essa prática contribui para melhorias na qualidade do solo e, segundo orientações da EMBRAPA, além de auxiliar no controle de plantas daninhas, doenças e pragas, é um princípio de reposição dos restos orgânicos que protegem o solo da ação dos agentes climáticos e ajudam na viabilização da semeadura direta.

Tecnicamente, a rotação de culturas consiste em alternar espécies vegetais, no correr do tempo, numa mesma área agrícola. As espécies escolhidas devem ter propósitos comerciais e de manutenção ou recuperação do meio-ambiente.

Para a obtenção de máxima eficiência da capacidade produtiva do solo, o planejamento de rotação deve considerar, além das espécies comerciais, aquelas destinadas à cobertura do solo, que produzam grandes quantidades de biomassa, cultivadas quer em condição solteira ou em consórcio com culturas comerciais. (EMBRAPA, 2000)

Na área de cultivo de pinus propõe-se a implantação de um projeto agrossilvopastoril, o qual faça a integração do plantio de pinus juntamente com pastagem e criação de gado em uma mesma área, com manejos de forma integrada. Esse sistema de produção tem por objetivo a manutenção da diversidade na área, evitando sua degradação e melhorando sua capacidade produtiva.

As árvores de pinus servem como uma barreira para o vento, podendo diminuir o processo de erosão. Apresentam também considerável valor econômico e capacidade de captar e fixar carbono. Em contrapartida, por ser uma vegetação de grande porte, e ter uma enorme capacidade de absorção de nutrientes, não é responsável por conservar grandes quantidades de matéria orgânica, carbono orgânico e nutrientes no solo.

Portanto, sugere-se o plantio de pastagem na mesma área, visto que, por ter raízes com maior capacidade agregadora, aumentam a estruturação do solo, dessa forma protegem a matéria orgânica, além de diminuir a velocidade de escoamento superficial da água sobre o solo, diminuindo o arraste de sedimentos e nutrientes para os cursos d'água.

Dessa forma, essa prática contribui para a diminuição de possíveis processos erosivos na área e assoreamento dos cursos d'água próximos.

Nesse modelo de uso do solos, a integração entre a pecuária e a produção agrícola é de fundamental importância para o desenvolvimento sustentável. O manejo dos animais de pastejo, em especial da taxa de lotação na área, pode auxiliar muito na fertilização orgânica desse local e retorno de sementes via fezes dos animais (manutenção do banco de sementes). Além disso, o microclima formado nessas áreas favorece muito o bem-estar dos animais e, com isso, a produtividade de carne.

Do mesmo modo que nas propostas anteriores, essa prática visa à mitigação dos impactos ao meio ambiente e permite maior diversidade, contribuindo para o uso conservacionista do solo, a produção de alimentos e conservação da água.

## **PROPOSTAS DE TÉCNICAS E MELHORIAS NAS ÁREAS CULTIVADA**

O presente trabalho consistiu em uma avaliação de atributos físicos e bioquímicos do solo em função principalmente da cobertura vegetal predominante na área. Portanto, permitiu comparar a partir desses indicadores (MO, CO e densidade de partículas) possíveis aspectos degradatórios ou antrópicos em relação à atividade agrícola e pecuária em solos tropicais.

Os resultados apontaram maior teor de MO e CO significativamente nas áreas de pastagem e de preservação sem, contudo, diferença estatística quanto à profundidade. Quanto à densidade, houve diferença significativa somente entre a área de pastagem e as demais consideradas no trabalho, e semelhantes em profundidades.

Discutiu-se com base nos resultados a capacidade de agregação do solo pela pastagem, proteção dos materiais orgânicos, porém favorece o adensamento de partículas e compactação. As áreas com o cultivo do milho e *pinus* apresentaram os menores teores de MO e CO, favorecidos pela extração rápida da cultura anual e retirada do sistema (colheita) e exportação pelo *pinus*, nem sempre condicionando a ciclagem desses compostos no sistema solo-planta.

Por fim, o trabalho permitiu propor técnicas e melhorias para serem adotadas no local, reforma da área de pastagem pelo método de escarificação, reforma das curvas de nível e implantação de sistema de rotação de culturas na área de cultivo de milho e implantação de um projeto agrossilvopastoril na área de cultivo de *pinus*. Tudo isso, a fim de melhorar a forma de manejo das áreas, visando à conservação do solo e da água, garantindo uma maior produtividade agrícola.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, Aluísio Granato.; FREITAS, Pedro Luiz de.; LANDERS, John . Aspectos gerais do manejo e conservação do solo e da água e as mudanças ambientais. In: Manejo e Conservação do Solo e da Água Contexto das Mudanças Ambientais. Disponível em: [http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/pdfs/livro\\_2010\\_manejo\\_cons\\_solo\\_agua.pdf](http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/pdfs/livro_2010_manejo_cons_solo_agua.pdf). Acesso em 14 de setembro de 2013
2. BERNOUX, Martial; FEIGL, Brigitte Josefina; CERRI, Carlos Clemente; GERALDES, Ana Paula de Arauda; FERNANDES, Silvana Aparecida Pavan. Carbono e nitrogênio em solo de uma cronossequência de floresta tropical - pastagem de Paragominas. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90161999000400003&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90161999000400003&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 03 de julho de 2013
3. BUZINARO, Thais Nucci. Qualidade microbiológica do solo sob citrus em comparação com outros ecossistemas e sob adubação verde. Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/micro/m/2888.pdf>. Acesso em 22 de outubro.
4. DIAS, Jailson Cardoso, LIMA, Waterloo Napoleão de. Comparação de métodos para a determinação de matéria orgânica em amostras ambientais. Disponível em: [http://www2.ufpa.br/rcientifica/ed\\_anteriores/pdf/ed\\_04\\_jcd.pdf](http://www2.ufpa.br/rcientifica/ed_anteriores/pdf/ed_04_jcd.pdf). Acesso em 10 de novembro de 2013
5. FILIZONA, Heloisa F.; Compactação e erosão do solo. Disponível em: [http://www.agencia.cnpia.embrapa.br/Repositorio/Filizola\\_CompactacaoErosaoSolo\\_000fdqamx0v02wx5eo0a2ndxy50afiff.pdf](http://www.agencia.cnpia.embrapa.br/Repositorio/Filizola_CompactacaoErosaoSolo_000fdqamx0v02wx5eo0a2ndxy50afiff.pdf). Acesso em 16 de outubro de 2013
6. GOMES, Marco Antonio Ferreira; FILIZONA, Heloisa Ferreira. Indicadores físicos e químicos de qualidade de solo de interesse agrícola. Disponível em: [http://www.agencia.cnpia.embrapa.br/recursos/Gomes\\_Filizola\\_indicadoresID-u1keja1HAN.pdf](http://www.agencia.cnpia.embrapa.br/recursos/Gomes_Filizola_indicadoresID-u1keja1HAN.pdf). Acesso em: 22 de maio de 2013
7. Importância do Solo e suas Funções. Disponível em: <http://www.confagri.pt/Ambiente/AreasTematicas/Solo/TextoSintese/Ante.aspx>. Acesso em 20 de abril de 2013
8. JUNIOR, Antônio Carlos Ribeiro Araújo. Formas e processos antropogênicos na (DES) construção do relevo em um espaço paranaense. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro6/anais/ARQUIVOS/GT10--242-20120502143500.pdf>. Acesso em: 12 de novembro
9. KAZUBEK, Marcio. Perda da fertilidade dos solos. Disponível em: <http://www.hojecentrosul.com.br/colunas/marcio-fabio-kazubek/perda-da-fertilidade-dos-solos/>. Acesso em 09 de abril de 2013
10. KLUTHCOUSKI, João; FANCELLI, Antônio Luiz; OLIVEIRA, Durval Dourado; RIBEIRO, Cristina Maria; FERRARO, Luiz Antônio. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162000000100016&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162000000100016&script=sci_arttext). Acesso em: 12 de agosto de 2013
11. LOURENTE, Elaine Reis Pinheiro. et al; Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/pat/v41n1/a03v41n1.pdf>. Acesso em 17 de agosto de 2013
12. MAIA, Stoécio Malta Ferreira; XAVIER, Francisco Alisson da Silva; OLIVEIRA, Teógenes Senna de; MENDONÇA, Eduardo de Sá; FILHO, João Ambrósio de Araújo. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-67622006000500018&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622006000500018&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 10 de novembro de 2013
13. PILLON, Clenio Nailto, MIELNICZUK, João, NETO, Ladislau Martin. Dinâmica da Matéria Orgânica no Ambiente. Disponível em: [http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/documentos/documento\\_105.pdf](http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/documentos/documento_105.pdf). Acesso em 12 de novembro de 2013
14. SANTOS, Felipe Matini.; SILVA, Rogério Bastos da.; TURETTA, Célia Regina Dias.; TURETTA, Ana Paula Dias.; BALIEIRO, Fabiano de Carvalho.; CHAER Guilherme Montandon. Variabilidade espacial da densidade e conteúdo de carbono de um planossolo submetido a aração e gradagens sucessivas. Disponível em: <http://www.cnpab.embrapa.br/system/files/downloads/bot055.pdf>. Acesso em 01 de novembro de 2013
15. 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. In: Repositório Eletrônico Ciências Agrárias, Coleção Ciências Ambientais, <http://www.agro.unitau.br/dspace>. p. 1-13, 2011. Acesso em 19 de agosto de 2013