

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA

PAULO RICARDO BRUM PEREIRA

Distribuição espacial do carbono no solo e avaliação dos fluxos dos gases de efeito estufa (CO₂, CH₄ e N₂O) em áreas de vegetação de Cerrado, *Pinus* spp e *Eucalyptus* spp na Estação Experimental de Mogi Mirim (IF/SMA – SP)

Piracicaba
2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

PAULO RICARDO BRUM PEREIRA

Distribuição espacial do carbono no solo e avaliação dos fluxos dos gases de efeito estufa (CO₂, CH₄ e N₂O) em áreas de vegetação de Cerrado, *Pinus* spp e *Eucalyptus* spp na Estação Experimental de Mogi Mirim (IF/SMA – SP)

Tese apresentada ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências

Área de Concentração: Energia Nuclear na Agricultura

Orientador: Profa. Dra. Brigitte Josefine Feigl

Piracicaba

2010

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Seção Técnica de Biblioteca - CENA/USP

Pereira, Paulo Ricardo Brum

Distribuição espacial do carbono no solo e avaliação dos fluxos dos gases de efeito estufa (CO₂, CH₄ e N₂O) em áreas de vegetação de Cerrado, *Pinus* spp e *Eucalyptus* spp na Estação Experimental de Mogi Mirim (IF/SMA – SP) / Paulo Ricardo Brum Pereira; orientador Brigitte Josefine Feigl. - - Piracicaba, 2010.

101 p.: fig.

Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.

1. Aquecimento global 2. Ciclos biogeoquímicos 3. Dióxido de carbono
4. Latossolos 5. Metano 6. Óxido nitroso 7. Savana I. Título

CDU 631.41:504.7(213.54)

AGRADECIMENTOS

À minha família por tudo que proporcionou nessa longa caminhada, em especial à Sueli, Mariana, Rossana e Pedrinho.

À minha orientadora Doutora Brigitte e aos Doutores Cerri (Carlos e Ado), pela orientação, apoio, amizade e incentivo em todos os momentos.

Ao Pesquisador Marco Siqueira Neto por todo apoio científico.

Ao pessoal do Laboratório de Biogeoquímica Ambiental do CENA; Mara, Lílian, Gregori e Felipe pelo auxílio nas realizações da atividade de laboratório.

Aos Professores Klaus, Osni e Adriana Martinelli pelos ensinamentos para a seqüência desse trabalho.

Ao Instituto Florestal pelo apoio logístico especialmente nas pessoas do Pesquisador Jaime Anisio de Freitas e sua equipe Sérgio Sobottka, Leonardo Cipriano e à Enga. Ambiental Renata L. Moretto.

Ao amigo Luiz Bernardino da Silva pelo apoio nas coletas de campo.

A secretaria do programa de pós-graduação do Cena, Alzira, Cláudia e Neuda.

A equipe da biblioteca do CENA sempre muito atentas: Marília, Raquel, Elsie, Renata e Cleide.

Ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura, da Universidade de São Paulo, pela oportunidade e logística.

Enfim a todos que me ajudaram, prestando apoio e incentivo, para a realização deste trabalho.

RESUMO

PEREIRA, P. R. B. **Distribuição espacial do carbono no solo e avaliação dos fluxos dos gases de efeito estufa (CO₂, CH₄ e N₂O) em áreas de vegetação de Cerrado, *Pinus spp* e *Eucalyptus spp* na Estação Experimental De Mogi Mirim (IF/SMA – SP)**. 2010. 101 p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

Objetivou-se neste trabalho avaliar a variabilidade espacial e temporal do carbono no solo produzindo um mapa, sobre esse tema para toda a área da Estação Experimental de Mogi Mirim (EE Mogi Mirim), juntamente com a análise dos fluxos dos gases de efeito estufa (CO₂, N₂O e CH₄) e a relação desses dois fenômenos com as variáveis do solo nos diferentes usos da terra. Para se alcançar objetivo proposto com relação aos estoques de carbono e avaliação das variáveis do solo foi feita a coleta e o prepara das amostras nas profundidades de 00 até 30 cm, foi feito o georreferenciamento e determinação dos teores de carbono, densidade do solo, calculo dos estoques de carbono e determinação da cor do solo. Por sua vez para o estudo e entendimento dos fluxos dos gases de efeito estufa (GEE), comparou-se um talhão considerado sem perturbação (Talhão 41) e a partir desse talhão avaliou-se comparativamente em uma seqüência com ambientes com histórico de uso da terra representativo da área com manejos. Os fluxos dos gases CO₂, N₂O e CH₄ foram medidos utilizando-se câmaras estáticas. Nos resultados obtidos foi aplicada a estatística descritiva clássica e geoestatística para avaliar a freqüência e distribuição dos dados. Resultados relativos as variáveis do solo mostram que praticamente a grande maioria tende a diminuir com a profundidade (Ca, soma das bases, CTC, acidez potencial e carbono). Por sua vez o pH é sempre muito alto nas 3 camadas e a saturação por bases e o magnésio são muito baixos e permanecem inalterados em todas as profundidades. A variabilidade espacial dos estoques de carbono possui características isotrópicas. Especificamente na profundidade 00 - 10 cm, o modelo teórico que melhor se ajustou foi o exponencial, na profundidade 10 - 20 cm foi o esférico e na profundidade 20 - 30 cm foi o exponencial. Os estoque de C na profundidade 00 – 10 cm, tiveram como média 22.8 ton C/ha⁻¹, sendo o maior valor de 42.9 ton C/há⁻¹ e o menor valor de 10.3 ton C/há⁻¹. Na profundidade 10 - 20cm, a média do estoque de carbono foi de 14.9 ton C/há⁻¹, sendo o maior valor de 31.5 ton C/há⁻¹ e o menor valor de 6.99 ton C/há⁻¹. Na profundidade 20 -30 cm, a média do estoque de carbono foi de 11.45 ton C/há⁻¹, sendo o maior valor de 25.28 ton C/há⁻¹ e o menor valor de 6.3 ton C/há⁻¹. Os resultados das análises dos fluxos do gás carbônico, como um todo mostra que a respiração do solo variou entre 75.3 e 164.4mgC m⁻² h⁻¹. Relativo aos fluxos de N₂O os valores médios para as emissões variaram entre 8,85 e 51,94 µgN m⁻² h⁻¹, enquanto que a absorção variou, entre -1,32 e - 4,59 µgN m⁻² h⁻¹. Os resultados dos fluxos do gás metano médio ficaram entre 4,63 e 31,51 mgC m⁻² h⁻¹, enquanto que os valores de oxidação média ficaram entre -5,41 e -22,79 mgC m⁻² h⁻¹.

PALAVRAS CHAVE – Estoque de carbono no solo; gases de efeito estufa (GEE); Cerrado; vegetação de *Pinus*; vegetação de *Eucalyptus*; variáveis do solo.

ABSTRACT

PEREIRA, P. R. B. **Spacial distribution of carbon in soil and evaluation grennhouse gas emissions (CO₂, CH₄ and N₂O) in areas of cerrado vegetation *Pinus* spp e *Eucalyptus* spp at the experimental station of Mogi Mirim (IF/SMA - SP)** . 2010. 101 p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

The aim here is to evaluate the spacial and transient variability of carbon in soil, producing a map about this subject for all the area of the Experimental Station of Mogi Mirim (Estação Experimental de Mogi Mirim – EE Mogi Mirim), with the emissions analyzes of greenhouse gases effect (CO₂, N₂O e CH₄), and the relation between these phenomenon with the soil variables in different uses of the land. In order to reach the proposed objective related to the carbon storages, and the variable evaluation of the soil, a sample collect and preparation were made at a depth from 00 to 30cm. It was also made the georeferencial and the carbon levels determination, density of soil, the estimate of carbon storages, and the determination of soil color. The study and understanding of the greenhouse gas emissions (GGF), a area considered without disturbing, and from it a comparative evaluation in a sequence of environments with historical land use representative of the management area. The CO₂, N₂O and CH₄ gas emissions were measured by using static chambers. In the results obtained, it was applied the classic statistic description and geostatistics to evaluate the frequency and the distribution of data. Results related to the soil variables show that the major trend to decrease, according to the depth (Ca, sum of bases, CTC, potential acidity, and carbon). On the contrary, the pH is always very high in 3 layers, and the saturation for bases and the magnesium are very low, maintaining unchangeable in all depths. The variability of the carbon storages have isotropic characteristics. Specifically in depth 00 - 10cm, the theoretical model that better adjusted was the exponential; in depth 10 - 20cm, it was the spherical, and in depth 20 - 30cm it was the exponential. The carbon storage in depth 00-10cm had as an average 22.8ton C / ha⁻¹, being the highest value of 42.9 ton C/ha⁻¹, and the lowest value of 10.3 ton C/ha⁻¹. In depth 10 - 20 cm, the average of carbon storage was 14.9 ton C/ha⁻¹, being the highest value of 31.5 ton C/ha⁻¹, and the lower value of 6.99 ton C/ha⁻¹. In depths of 20 - 30cm, the average of carbon storage was of 11.45 ton C/há⁻¹, being the highest value of 25.28 ton C/ha⁻¹, and the lowest of 6.3 ton C/ha⁻¹. The analyze results of carbon gas emissions as a whole, shows that the soil breath varied between 75.3 e 164.4 . mgC m⁻² h⁻¹. Regard to N₂O emissions, the average values to emissions varied between 8.85 and 51.94 µgN m⁻² h⁻¹, while the absorption varied, between -1.32 e - 4.59 µgN m⁻² h⁻¹. The results of average methane gas were between 4.63 e 31.51 mgC m⁻² h⁻¹, while the average oxidation values were between -5.41 e -22.79 mgC m⁻² h⁻¹.

Key words: Carbon storage in soil; gases from greenhouse effect (GGE); savannah; *Pinus* vegetation, *Eucalyptus* vegetation, soil variables.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Estação Experimental de Mogi Mirim (IF/SMA-SP), com uma área de 149,8 hectares. Fonte: Google Maps (http://maps.google.com.br/).	11
Figura 2	Precipitação média mensal na EEMM (1964 a 2000, pluviômetro da Unidade) e temperaturas (°C), médias mensais estimadas (CAMARGO & GUIZZI, 1991)	17
Figura 3	Localização das áreas amostradas para caracterização das propriedades e variáveis físicas e químicas do solo.	22
Figura 4	Dispositivo de coleta das amostras de gases no campo e análise cromatográfica no laboratório	23
Figura 5	Análise estatística das amostras de Cálcio (mmol/dm^3) por profundidade, camadas 00 - 10 cm (A); camadas 10 - 20 cm (B); camadas 20-30 cm (C).	33
Figura 6	Análise estatística das amostras de Magnésio (mmol/dm^3) por profundidade, camadas 00 - 10 cm (A); camadas 10 - 20 cm (B); camadas 20 - 30 cm (C).	34
Figura 7	Análise estatística da soma das bases (mmol/dm^3) por profundidade, camadas 00 - 10 cm (A); camadas 10 - 20 cm (B); camadas 20 - 30 cm (C).	35
Figura 8	Análise estatística do CTC por profundidade, camadas 00 - 10 cm (A); camadas 10 - 20 cm (B); camadas 20 - 30 cm (C).	36
Figura 9	Análise estatística da saturação por bases (%) por profundidade, camadas 00 - 10 cm (A); camadas 10 - 20 cm (B); camadas 20 - 30 cm (C).	37
Figura 10	Análise estatística dos valores de pH por profundidade, camadas 00 - 10 cm (A); camadas 10 - 20 cm (B); camadas 20 - 30 cm (C).	38
Figura 11	Análise estatística do teor de fósforo (mmol/dm^3) por profundidade, camadas 00 - 10 cm (A); camadas 10 - 20 cm (B); camadas 20 - 30 cm (C).	39
Figura 12	Análise estatística das amostras de Potássio (mmol/dm^3) por profundidade, camadas 00 - 10 cm (A); camadas 10 - 20 cm (B); camadas 20 - 30 cm (C).	40
Figura 13	Análise estatística da acidez potencial por profundidade, camadas 00 - 10 cm (A); camadas 10 - 20 cm (B); camadas 20 - 30 cm (C).	41
Figura 14	Análise estatística do teor de matéria orgânica (g/dm^3) por profundidade, camadas 00 - 10 cm (A); camadas 10 - 20 cm (B);	42

	camadas 20 – 30 cm (C).	
Figura 15	Análise estatística do estoque de carbono ($\text{mmol}_c/\text{dm}^3$) por profundidade, camadas 00 – 10 cm (A); camadas 10 - 20 cm (B); camadas 20 - 30 cm (C).	43
Figura 16	Estatística descritiva clássica (00 – 10 cm) dos resultados de Estoque de Carbono (ton C.ha^{-1})	44
Figura 17	Distribuição das unidades amostrais para análise de Estoque de Carbono (ton C.ha^{-1})	44
Figura 18	Semivariograma dos dados de Estoque de Carbono (ton C. ha^{-1}) nas camadas de 00 – 10 cm	45
Figura 19	Distribuição espacial do Estoque de Carbono (ton C. ha^{-1}) na profundidade de 00 - 10 cm na área de estudo	46
Figura 20	Representação tridimensional do Estoque de Carbono (ton C. ha^{-1}) na profundidade de 00 - 10 cm na área de estudo	46
Figura 21	Estatística descritiva clássica (10 - 20cm)	47
Figura 22	Semivariograma dos dados de Estoque de Carbono (ton C. ha^{-1}) nas camadas de 10 – 20 cm	48
Figura 23	Distribuição espacial do Estoque de Carbono (ton C. ha^{-1}) na profundidade de 10 - 20 cm na área de estudo.	49
Figura 24	Representação tridimensional do Estoque de Carbono (ton C. ha^{-1}) na profundidade de 10 - 20 cm na área de estudo.	49
Figura 25	Estatística clássica descritiva (20 – 30 cm).	50
Figura 26	Semivariograma dos dados de Estoque de Carbono (ton C. ha^{-1}) nas camadas de 20 – 30 cm	51
Figura 27	Distribuição espacial do Estoque de Carbono (ton C. ha^{-1}) na profundidade de 20 - 30 cm na área de estudo.	52
Figura 28	Representação tridimensional do Estoque de Carbono (ton C. ha^{-1}) na profundidade de 10 - 20 cm na área de estudo.	52
Figura 29	Distribuição do gás CO_2 ($\text{mgC m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) em diferentes meses nos 8 estádios de evolução da vegetação	54
Figura 30	Distribuição do gás N_2O ($\mu\text{gN m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) em diferentes meses nos 8 estádios de evolução da vegetação	55
Figura 31	Distribuição do gás CH_4 ($\text{mgC m}^{-2} \text{ h}^{-1}$.) em diferentes meses nos 8 estádios de evolução da vegetação.	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Resumo do histórico do uso da terra nos talhões da EE Mogi Mirim, IF/SMA – SP	12
Tabela 2	Análise Estatística Descritiva Clássica para o conjunto das variáveis do solo, seus resultados estatísticos nas profundidades de 00 – 10 cm, 10 - 20 cm e 20 - 30 cm.	30
Tabela 3	Valores das variáveis e propriedades do solo, por talhões, nas profundidades de 00 – 10 cm, 10 - 20 cm e 20 - 30 cm.	31
Tabela 4	Resultados dos valores de CO ₂ (mgC m ⁻² h ⁻¹) e suas médias, máximos, mínimos e desvio padrão em diferentes meses nos 8 estádios de evolução da vegetação.	54
Tabela 5	Resultados dos valores de N ₂ O (µgN m ⁻² h ⁻¹) e suas médias, máximos, mínimos e desvio padrão em diferentes meses nos 8 estádios de evolução da vegetação.	55
Tabela 6	Resultados dos valores de CH ₄ (mgC m ⁻² h ⁻¹) e suas médias, máximos, mínimos e desvio padrão em diferentes meses nos 8 estádios de evolução da vegetação.	57

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. HIPÓTESE	2
3. OBJETIVO GERAL	2
3.1. Objetivos específicos	2
4. REVISÃO BIBLIOGRAFICA	3
5. MATERIAIS E MÉTODOS	10
5.1. Levantamento do registro histórico do uso da área do IF/SMA	10
5.2. Caracterização do local do estudo	16
5.2.1. Fisionomia vegetal original	16
5.2.2. Geologia	16
5.2.3. Geomorfologia	17
5.2.4. Clima	17
5.2.5. Solos	18
5.3. Mapeamento do Estoque de Carbono no solo	18
5.3.1. Escolha dos locais de amostragem	18
5.3.2. Coleta e preparo das amostras para análise	18
5.3.3. Análise da cor do solo	19
5.3.4. Determinação do teor de carbono nas amostras	19
5.3.5. Determinação da densidade das camadas do perfil dos solos	19
5.3.6. Cálculo dos estoques de carbono	19
5.3.7. Estatística aplicada	19
5.4. Emissão de GEE	20
5.4.1. Seleção dos locais de amostragem	20
5.4.2. Coleta das amostras de gases em campo	22
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24

6.1. Reconstituição do uso da terra da área do IF/SMA	24
6.2. Solos	29
6.2.1. Caracterização das propriedades e variáveis físicas e químicas do solo	29
6.2.2. Distribuição espacial do Estoque de Carbono no solo	43
6.3. Gases de Efeito Estufa (GEE)	53
7. CONCLUSÃO	59
REFERÊNCIAS	60

1. INTRODUÇÃO

Resultados de investigações científicas ao longo da história indicam que um conjunto de atividades executadas pelo homem causou e está causando profundas modificações no nosso planeta, tanto em nível da geosfera, hidrosfera como da atmosfera. Essas investigações mostraram e estão mostrando o aumento da concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, que está causando aumento da temperatura.

Estudos mais recentes apontam que a concentração desses gases aumentou a partir da revolução industrial, de um montante de 260 partes por milhão (ppm), para um montante de 360 ppm e isso resultou em um aumento de 0,6°C na temperatura da atmosfera no planeta.

O que se conclui, com rigor científico, é que efetivamente a temperatura do planeta está aumentando pela ação do homem, e as estimativas prevêm seu aumento contínuo, caso se mantenha as atividades humanas e o atual nível de consumo. O cenário pode piorar mais ainda se o consumo de bens for aumentado e a forma de exploração e transformação dos recursos e os resíduos resultantes, for mantidos, como muitos indicadores econômicos e demográficos apontam.

Neste contexto, apresentamos o presente estudo que teve como objetivo geral contribuir com o conhecimento sobre os aspectos físicos e químicos do solo, elaboração de um mapa sobre os estoques de carbono (estoque de C) no solo e análise das variações nos fluxos dos Gases de Efeito Estufa (GEE), ou seja CO₂, CH₄ e N₂O, para a atmosfera, nos diferentes estádios da evolução da vegetação de Cerradão e usos da terra dentro da Estação Experimental de Mogi Mirim.

A área estudada foi escolhida por possuir uma dinâmica no tipo de cobertura vegetal, onde ocorrem vegetação natural com mais de 70 anos sem alterações, áreas onde essa vegetação foi substituída por vegetações exóticas (*Eucalyptus*, a partir de 1930 e *Pinus* a partir de 1950) e áreas em que essas exóticas foram retiradas, principalmente nos anos 2001 e 2002, permitindo a regeneração natural que é uma importante propriedade da vegetação do Cerrado.

Os estoques de C no solo são entendidos como básicos nas questões relativas às mudanças climáticas e aquecimento global. Os reflorestamentos são indicados como ferramentas de “seqüestro” de C, pois as plantas fixam C a partir do CO₂ atmosférico, utilizando-o como principal elemento constituinte. Do mesmo modo, os ecossistemas terrestres acumulam C no decorrer da sucessão. Assim, a substituição da vegetação altera reservatórios, fontes e sumidouros do carbono.

Os resultados deste estudo, como o mapa geral dos estoques de carbono no solo, a evolução dos GEE e o comportamento das variáveis do solo em diferentes ambientes, serão de grande valia para subsidiar futuras ações do Instituto Florestal.

2. HIPÓTESE

O presente estudo baseia-se na hipótese de que a substituição da cobertura de vegetação nativa de Cerradão por experimentos de plantios de espécies exóticas (*Pinus* e *Eucalyptus*) condiciona os estoques de carbono e os fluxos de gases de efeito estufa e que técnicas estatísticas, geoestatísticas e modelagem são adequadas para as análises e discussões das diferenciações que essas conversões ocasionam.

3. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade espacial e temporal do carbono no solo produzindo um mapa, sobre esse tema para toda a área da Estação Experimental de Mogi Mirim juntamente com a análise dos fluxos dos gases de efeito estufa (CO_2 , N_2O e CH_4), em ambientes característicos do uso da terra ao longo de 70 anos.

3.2. Objetivos específicos

- Avaliar a variabilidade espacial e temporal do carbono no solo considerando a diversidade de manejos e características no solo que podem influenciar o acúmulo de C;
- Quantificar o fluxo dos gases CO_2 , N_2O e CH_4 do solo para a atmosfera para os diferentes usos da terra;
- Avaliar a influência do C do solo nas variáveis do solo nos diferentes usos da terra;
- Avaliar a diversidade de manejos e variáveis do solo que podem influenciar o estoque de C no solo e os fluxos de dos gases CO_2 , N_2O e CH_4 do solo para a atmosfera.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Uma revisão acerca das variáveis e fatores condicionantes do carbono do solo e dos gases de efeito estufa foi realizada com o objetivo de fundamentar o estudo e rever resultados encontrados por estudos semelhantes.

De posse dessa análise, confrontou-se esses resultados com os encontrados neste estudo; isso permitiu avaliar que as ferramentas e a metodologia utilizada mostraram-se adequadas para chegar-se a uma tese inédita, de acordo com os ditames da sociedade científica.

O conteúdo inédito da tese está no mapeamento do carbono (C) no solo, nas análises pontuais das variáveis físicas e químicas do solo e na evolução dos GEE, analisados em uma área onde os ambientes estudados passaram de uma vegetação nativa de Cerradão, sendo substituída ao decorrer de décadas por vegetação exótica (*Eucalyptus spp* e *Pinus spp*, principalmente), tendo como testemunho uma área de Cerradão sem registro de perturbação (em 70 anos, aproximadamente).

Em suma, foram avaliadas: Cerradão natural sem perturbação, Cerradão natural substituído por *Eucalyptus* e *Pinus* cortadas nos anos 2001 e 2002 (principalmente) e em processo de regeneração natural e com enriquecimento de espécies, e em alguns casos, com registro de incêndios.

Neste estudo dois grandes assuntos que são temas em discussão são abordados concomitantemente: o primeiro está relacionado com o Bioma Cerrado no Estado de São Paulo, que cobria originalmente algo em torno de 14% da área (SÃO PAULO, 1995; BARBOSA, 2003), e o outro é relativa à introdução de *Eucalyptus* e *Pinus spp*, que foi um fator histórico para o Estado, e que possui seus desdobramentos econômicos ainda nos dias de hoje.

O conjunto de cobertura do solo tem seus efeitos em termos de estoques de carbono e emissões de GEE, e o presente estudo contribui de forma a construir o conhecimento científico, para isso, de forma inédita.

Avançou-se então na revisão dos estudos sobre os estoques de C no solo que em termos globais distribuem-se em quatro principais reservatórios, que são os oceanos, a atmosfera, os ecossistemas terrestres e as formações geológicas que contêm o carbono fóssil e mineral, os quais estão em equilíbrio, podendo a alteração em um deles determinar mudanças em outros (CORAZZA et al., 1999, LAL et al., 1995).

A importância da matéria orgânica do solo no ciclo global do C é fundamental, pois ele se constitui no maior reservatório de C terrestre, compreendendo cerca de duas vezes a quantidade de C na atmosfera e na biomassa vegetal (SWIFT, 2001; SCHLESINGER, 2000;

BRUCE et al., 1999), e, portanto, constituindo-se num compartimento que desempenha papel crucial no seqüestro do C (STEVENSON, 1994).

O estoque de C orgânico do solo é determinado pelo balanço da adição de C fotossintetizado (influxo) e da perda (efluxo) de C orgânico devido a sua oxidação a CO₂ pelos microrganismos heterotróficos (IPCC, 2001). Portanto, a partir da variação dos estoques de C orgânico no solo, pode-se interpretar o efeito de sistemas de uso e manejo do solo quanto ao influxo ou efluxo líquido de C no sistema solo-atmosfera (JOHNSON, 1995).

Atualmente, em decorrência dos problemas de emissão de gases (CO₂, N₂O, CH₄ e CFC) e do conseqüente efeito estufa, tem sido muito grande o interesse no estudo do comportamento dos solos quanto à sua capacidade de armazenar ou perder C, nas diversas condições de manejo existentes (CORAZZA et al., 1999).

De acordo com IBGE (1991) a vegetação nativa da área de estudo é a Savana Florestada (Cerradão), nesse escopo o estudo de Fisher et al. (1994) conclui que, em solos de pastagens, introduzidas nas savanas colombianas, ocorreu acúmulo de C no solo comparativamente à vegetação nativa, caracterizando o solo como local de depósito do C-CO₂ da atmosfera.

Dentro das características da cobertura do solo na área de estudo que, ou manteve-se como vegetação natural, ou foi substituída por plantações florestais partiu-se do principio de que a preservação da matéria orgânica tendeu a ser máxima. Segundo Silva et al. (1994) nos solos sob vegetação natural, a preservação da matéria orgânica tende a ser máxima, pois o revolvimento do solo é mínimo, sendo o aporte de carbono nas florestas mais elevado do que em áreas cultivadas (LATHWELL; BOULDIN, 1981; NOBRE; GASH, 1997).

Nesse escopo, de área natural e preservação da matéria orgânica, isso vem ao encontro do resultado do estudo de Souza Costa et al. (2006), segundo esses autores os solos, sob vegetação natural, apresentam estoques de C orgânico estáveis, resultante da igualdade do influxo de CO₂ atmosférico ao solo via plantas e do efluxo de CO₂ do solo para atmosfera via decomposição microbiana.

Em áreas sob vegetação natural de modo geral, há uma maior preservação da matéria orgânica, pois o estoque de matéria orgânica no solo depende da intensidade dos processos de adição de resíduos vegetais e de decomposição de compostos orgânicos. Num dado instante, o estoque de matéria orgânica depende da quantidade de resíduos orgânicos que são adicionadas ao solo e do grau de proteção oferecido à matéria orgânica pelo solo (SILVA; MACHADO, 2000).

Estudos no ambiente de Cerrado mostram que no Brasil pouco se sabe sobre o estoque de carbono orgânico nesse ecossistema, principalmente o existente no solo (PAIVA; DE FARIA, 2007). Nesse bioma o ciclo do C, seus estoques e a velocidade dos

fluxos estão longe de serem compreendidos em sua real magnitude. Para muitas variáveis as publicações são inexistentes ou insuficientes (ADUAN et al., 2003).

No escopo que se sabe pouco sobre os estoques de C no solo no bioma do Cerrado, se soma o fato de que existe quatorze tipos de paisagens, distribuídos por todo o bioma Cerrado com as seguintes denominações: campo limpo de Cerrado, campo rupestre, campo sujo, campo Cerrado, Cerrado senso-estrito, Cerradão, campo de murundus, buritizal e veredas, campo úmido, brejos permanentes, pantanal, floresta baixa galeria, floresta mesofítica decídua e floresta mesofítica semidecídua (EITEN, 1972).

As diferentes fisionomias do Cerrado estão relacionadas a fatores edáficos e topográficos, além da ocorrência de fogo e perturbações antrópicas (OLIVEIRA FILHO et al., 1994).

Os autores Castro e Kaufmann (1998) estudaram a biomassa até 2 metros de profundidade em área de Cerrado, encontrando 16.3 ton.ha⁻¹ (campo limpo); 30.1 ton.ha⁻¹ (campo sujo); 46.6 ton.ha⁻¹ (Cerrado denso). Nesse estudo pode-se concluir também que 80% da biomassa radicular está nos primeiros 30 cm (campo e Cerrado), já no Cerrado denso esse valor é de 71%.

O estudo de Abdala et al. (1998) em um experimento de até 6.2 metros de profundidade encontrou 33.4 ton.ha⁻¹, sendo que 80% está no primeiro 1.0 metro.

Segundo Murty et al. (2002) o C proveniente da vegetação entra no solo pela queda do folhelho é disponibilizado pelas raízes e micorrizas e pela exudação de C pelas raízes finas. Em condições de equilíbrio, o ganho de C é compensado pelas perdas sob a forma de respiração heterotrófica dos decompositores do folhelho e da matéria orgânica do solo (MOS) uma fração do folhelho em decomposição é transformada em complexos orgânicos estáveis ou húmus.

Resultados do estudo de Miranda et al. (1997) mostraram que na estação chuvosa o Cerrado denso funciona como um dreno de C fixando aproximadamente 15 kg.ha.dia. Na estação seca a vegetação é fonte de C para a atmosfera. Como um todo, a vegetação dessa área acumularia 2 ton C.ha⁻¹.

Corazza et al. (1999) estudando solo Latossolo Vermelho-Escuro, numa área de Cerrado no Distrito Federal, na profundidade de, até 100 cm, observaram que as maiores alterações nos teores de C ocorreram na camada de 0 - 20 cm. A partir dessa profundidade, os teores de C apresentaram uma tendência de decréscimo progressivo. Entre 00 - 20 cm de profundidade, o conteúdo de C foi de 39.77 mg g⁻¹ de solo, enquanto que na camada 20 - 40 cm apresentou conteúdo de C de 30.09 mg g⁻¹ de solo, a última camada entre 40 - 100cm apresentou conteúdo de C de 63.72mg g⁻¹, então registrou-se que nos primeiros 20cm a porcentagem do conteúdo de C foi de 29.77%, aproximadamente um terço encontra-se nessa camada, distribuindo-se o restante entre as demais camadas.

Resultados semelhantes de decréscimo de C com a profundidade foram encontrados por Brossard et al. (1997) e Silva e Resck (1997). O resultado importante encontrado foi que os estoques de C (Mg ha^{-1}) calculados para cada camada de solo, nos diferentes sistemas, e o acumulado até 100 cm de profundidade mostram que, no sistema não perturbados de reflorestamento de *Eucalyptus*, o C acumulado é superior ao do Cerrado (148.18 e 133.59 mg g^{-1} de solo, respectivamente). Os resultados obtidos indicam uma tendência consistente com a proposta de Lal et al. (1995), e resultados de Pes et al. (2006), ou seja, sistemas não perturbados, podem acumular C e sistemas perturbados (por exemplo com plantios anuais) perdem C.

No estudo de Alvarenga et al. (1999) em um Latossolo Vermelho-Escuro de cerrado, no estado de Minas Gerais, subdividido em seis áreas: 1. cerrado; 2. pasto nativo; 3. floresta adulta de *Eucalyptus*; 3. área de reforma de *Eucalyptus*; 5. pasto plantado; 6. cultura anual. Foi observado que os teores de C total foram maiores nas amostras de solo de cerrado natural e pasto nativo, enquanto os menores valores foram encontrados no *Eucalyptus* esses resultados são contrários aos resultados anteriores. Isso indica, segundo os autores, que nos ecossistemas naturais, com maior diversidade de espécies, como esse, a decomposição diferenciada dos resíduos vegetais, retorna ao solo, de forma equilibrada, fornecendo os nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas. O C microbiano foi maior no cerrado nativo e significativamente menor no pasto natural, que também apresentou baixa relação C microbiano/C orgânico.

Paiva e de Faria (2007) realizaram estudo em uma área de cerrado *sensu stricto* no Distrito Federal e quantificaram o carbono no solo (ton/hectare) e observaram que os teores na profundidade de 0-10 cm foram maiores que aqueles obtidos nas camadas de 10 - 20 cm. Enquanto que os estoques foram inferiores, significativamente, nas profundidades 0 – 10 cm em relação as camadas 10 – 20 cm. Esses resultados, relativos aos estoques no Cerrado *sensu stricto* são contrários aos encontrados por Castro (1996), no Cerrado denso. Isso provavelmente é explicado pela condição de maior aporte de resíduos nas camadas superficiais, pelo Cerrado denso em relação ao Cerrado *sensu stricto* (com elevada biomassa subterrânea em relação à aérea), isso vem ao encontro aos resultados encontrados por Haridasan (2000) e Lima (2004).

Em relação à vegetação exótica de *Eucalyptus* e *Pinus*, apresentou-se resultados, que irão contribuir com o conhecimento acerca desse tema, pois segundo Gatto (2005) são escassas as informações disponíveis em literatura a respeito dos estoques de C fixado pelas plantações florestais e no solo.

No estudo de Montero (2008) que avaliou acúmulo de C sob diferentes usos florestais, como plantios de *Eucalyptus*, de *Pinus* e vegetação natural de Cerradão, em remanescentes de Cerradão no Estado de São Paulo, esse autor aponta que o C do solo

diminui exponencialmente no gradiente de profundidade. Pela análise do estudo vê-se que a maior parte do C do solo está contida na camada superior. Os montantes médios calculados para 1 Litro de solo variaram entre 25,4 e 37,19 Kg.l⁻¹ nas áreas de vegetação de Cerradão, entre 13,87 e 65,99 Kg.l⁻¹ nos talhões de *Eucalyptus* e entre 15,70 e 40,76 Kg.l⁻¹ nos de *Pinus*. Na profundidade 10 - 25 cm os valores médios encontrados variaram entre 10,96 e 16,23 Kg.l⁻¹ nas áreas de cerradão, entre 11,03 e 13,31 Kg.l⁻¹ nas de *Eucalyptus* e entre 7,68 e 11,92 Kg.l⁻¹ nas de *Pinus*. Na camada de 35 - 50 cm os valores estão entre 8,94 e 12,24 Kg.l⁻¹ nas áreas de cerradão, entre 8,79 e 11,87 Kg.l⁻¹ nas de *Eucalyptus* e entre 7,18 e 10,11 Kg.l⁻¹ nas de *Pinus*.

No estudo de Corazza et al. (1999) em área de Cerrado (Latosolo Vermelho-Escuro), no Distrito Federal, onde foi implantado *Eucalyptus*, nas análises de solos em profundidade de, até 100 cm, foi observado que as maiores alterações nos teores de C ocorreram na camada de 00 - 20 cm. A partir dessa profundidade, os teores de C apresentaram uma tendência de decréscimo progressivo com a profundidade. Entre 00 - 20 cm de profundidade, o conteúdo de C foi de 30.28 mg g⁻¹ de solo, enquanto que a camada 20 - 40cm apresentou conteúdo de C de 22.6 mg g⁻¹ de solo, a última camada entre 40 - 100cm apresentou conteúdo de C de 47.11 mg g⁻¹ de solo, então registra-se que nos primeiros 20 cm a porcentagem do conteúdo de C foi de 30.28%, aproximadamente um terço, distribuindo-se o restante entre as demais camadas.

No estudo de Gatto (2005) sobre teores de C em plantações de *Eucalyptus* aos sete anos de idade, foi observado que os maiores teores de C, assim como o estoque de C no solo, foram detectados na camada de 00 - 20 cm, decrescendo em profundidade, para todas as classes de solos. Uma possível justificativa para os maiores teores de C orgânico na camada superficial do solo é o aporte de material orgânico, proveniente da queda de folhas, galhos e da casca das árvores, formando a manta orgânica. Esse material, somado aos resíduos da colheita, pode apresentar 26% do total de matéria seca produzida. Valores semelhantes foram constatados por Leite (2001) e Menezes (2005).

Os resultados apresentados endossam a premissa de que os solos sob plantações florestais de rápido crescimento, em regiões tropicais, podem ser considerados como o maior dreno para o estoque de C no sistema solo-biomassa, isso vem ao encontro dos resultados apresentados por Gatto (2005).

Pela análise da literatura a substituição de ecossistemas naturais por agroecossistemas com culturas introduzidas, não florestais, causa a redução no conteúdo e alteração na qualidade de C do solo (DUXBURY et al., 1989; FEIGL et al., 1995a; HOUGHTON; HACKLER, 1995). Em áreas cultivadas, os teores de matéria orgânica, via de regra, diminuem, já que as frações orgânicas são mais expostas ao ataque de microrganismos, em função do maior revolvimento e desestruturação do solo (RESCK et al.,

1991, CHRISTENSEN, 1996; SILVA; MACHADO, 2000; LATHWELL; BOULDIN, 1981; NOBRE; GASH, 1997).

Objetivando contribuir com a construção do conhecimento acerca desse tema, estudamos os GEE dióxido de carbono, CO₂, metano CH₄ e óxido nitroso N₂O, em diferentes ambientes, começando com o ambiente natural de Cerradão, seguido de ambiente em que o Cerradão foi substituído por culturas florestais exóticas (*Eucalyptus* e *Pinus*), em ambiente de retirada das florestas exóticas, e atualmente em regeneração natural.

Iniciando esta revisão pela produção e emissão dos GEE, segundo Ball e Smith (1991) a produção do gás CO₂ no solo ocorre por meio de processos biológicos como a decomposição de resíduos orgânicos e a respiração de organismos e do sistema radicular das plantas, e esse gás produzido fica sujeito a trocas gasosas com a atmosfera (tanto por difusão como por fluxo de massa).

As variáveis climáticas influenciam diretamente os fluxos de CO₂ para a atmosfera, principalmente temperatura e umidade (ANDERSON, 1982; JANSSENS et al., 2001).

Cálculos feitos por Bustamante et al. (2007) mostram que as emissões de CO₂ do bioma cerrado é bastante significativa correspondendo a 35%, pelo menos, do que emite a floresta amazônica, o estudo foi feito por um período de 20 anos, e foi comparado o que ocorreria entre um hectare de floresta e o cerrado, a floresta amazônica emitiu 620 toneladas, enquanto o cerrado emitiu 220 toneladas de carbono equivalente por hectare. Nesse estudo outros dois aspectos merecem destaque: o primeiro diz respeito ao fato de que atualmente a participação do cerrado nas emissões brasileiras ainda está subestimada, pois esse bioma ocupava 24% da área do Brasil, e desse montante algo em torno de 40% já foi alterado (no estado de São Paulo, restam menos de 1% da cobertura original de Cerrado (BARBOSA, 2003); o segundo diz respeito a manutenção da biodiversidade, pois o cerrado brasileiro é a savana com mais biodiversidade do mundo.

Com relação ao metano (CH₄), as principais fontes naturais são: emanção através de vulcões de lama e falhas geológicas, decomposição de resíduos orgânicos como nos pântanos, entre outros. Aproximadamente 60% da emissão de metano no mundo é produto da ação humana, vindo principalmente da agricultura e pecuária. Durante os últimos 200 anos, a concentração desse gás na atmosfera aumentou de 0,8 para 1,7 ppm. A concentração de metano está aumentando à razão aproximada de 1% ao ano – duas vezes mais depressa que a do dióxido de carbono. Seu nível atual representa mais do que o dobro do nível pré-industrial (HOUWELING et al., 1999).

O metano é considerado o terceiro mais importante gás que provoca efeito estufa (depois do dióxido de carbono e vapor d'água). Ele possui um menor tempo de residência na atmosfera, quando comparado com o CO₂. No entanto, ele possui um potencial de aquecimento 60 vezes maior. Além da alta capacidade de absorção da radiação

infravermelha (calor), o metano gera outros gases do efeito estufa - CO₂ e O₃ troposférico e vapor de água estratosférico (CICERONE; OREMLAND, 1988; DUXBURY et al., 1993; KHALIL; RASMUSSEN, 1995).

De acordo com o estudo de Cardoso et al. (2001), ainda são escassos os estudos sobre os fluxos de CH₄ em regiões tropicais. Nesse estudo foi constatado capturas de CH₄ pelo solo, ocorrendo oxidação em todos os casos (período mais e menos úmidos), inclusive após as chuvas não houve emissão, sendo que o efeito de oxidação foi menor no período das chuvas.

O óxido nitroso (N₂O) é igualmente distribuído na troposfera e estudos mostram que 90% do N₂O é produzido por atividades agrícolas (DUXBURY, 1994; LIMA, 2000; IPCC, 2001; BOUWMAN, 1998; LUIZÃO et al., 1989).

Os processos envolvidos na produção desse gás ocorrem, a partir de transformações microbianas de nitrogênio inorgânico nos solos, sendo a desnitrificação e a nitrificação os processos biológicos que mais contribuem para a emissão (YAMAGUCHI et al., 1994). Isso vem ao encontro da afirmação de Parton et al. (1996 *apud* FEIGL, 2001).

O processo de nitrificação é realizado pela ação de bactérias pertencendo a dois gêneros mais freqüentes, o *Nitrosomonas*, responsável pela passagem da amônia a nitrito, ou seja, bactérias que oxidam o amônio, e o *Nitrobacter* responsável pela conversão de nitrito a nitrato, ou seja, as bactérias que oxidam o nitrito (HENZE et al., 1997; MADIGAN et al., 1997; YAMAGUCHI et al., 1994). A desnitrificação é o processo por meio do qual o nitrato ou nitrito é convertido ao elemento nitrogênio. A reação dá-se através da seguinte seqüência: nitrato, nitrito, óxido nitroso e o elemento nitrogênio. A desnitrificação é considerada como sendo um processo biológico, mas significantes remoções através das reações químicas são possíveis sob determinadas condições (CARLSON et al., 1974; REED, 1972; BREMNER; BLACKMER, 1978; BREMNER et al., 1981).

Cardoso et al. (2001) encontraram baixas emissões de N₂O no cerrado, nesse estudo os resultados indicam emissões muito baixa, quase nula nos períodos secos, sendo maiores no início do período chuvoso. Nessa mesma linha estudos em ambientes de Cerrado, concluíram que estes ambientes não constituem fonte importante de óxido nitroso (NOBRE, 1994; CARDOSO, 1995; POTH et al., 1995; SAMINÊZ, 1999).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Levantamento do registro histórico do uso da área do IF/SMA

O resgate das informações foi feita pelos estudos detalhados dos registros encontrados no acervo administrativo, técnico e científico da Estação Experimental de Mogi Mirim (EEMM). Destaca-se o Livro de Anotações Diárias, iniciado em 1930 por funcionários administrativos da EEMM sob a supervisão do responsável pelo expediente (geralmente um Engenheiro Agrônomo) e mantido desde então na sede administrativa da EEMM e relatórios técnico-científicos; artigos científicos; mapas; cartas; desenhos; documentos diversos como cartas, ofícios, anotações (manuais ou mecânicas); pequeno número de fotografias e registros de conversas informais com pessoas que tiveram algum contato com o “histórico do dia-a-dia” do Horto e seu entorno. Grande parte dessa documentação não pode ser classificada, por motivos diversos como: falta de local de publicação, data, autor, entre outros.

O levantamento histórico foi dividido “*a priori*” em três períodos, ou seja, de 1920 a 1960, de 1960 a 2000 e o terceiro após o ano de 2000, porém esta divisão não deve ser compreendida como sendo estanque, pois se trata do uso da terra por plantios perenes. Acrescenta-se a isso o fato da análise considerar o que já existia de vegetação quando da mudança do uso da terra. Nesse sentido, os períodos podem ser aumentados ou diminuídos em vários anos (até 05 anos, entende-se como aceito) e são, portanto, indicativos.

A Figura 1 é uma imagem da área dividida em seus talhões numerados atuais, seguida da Tabela 1 que registra os principais usos da terra ao longo dos períodos.

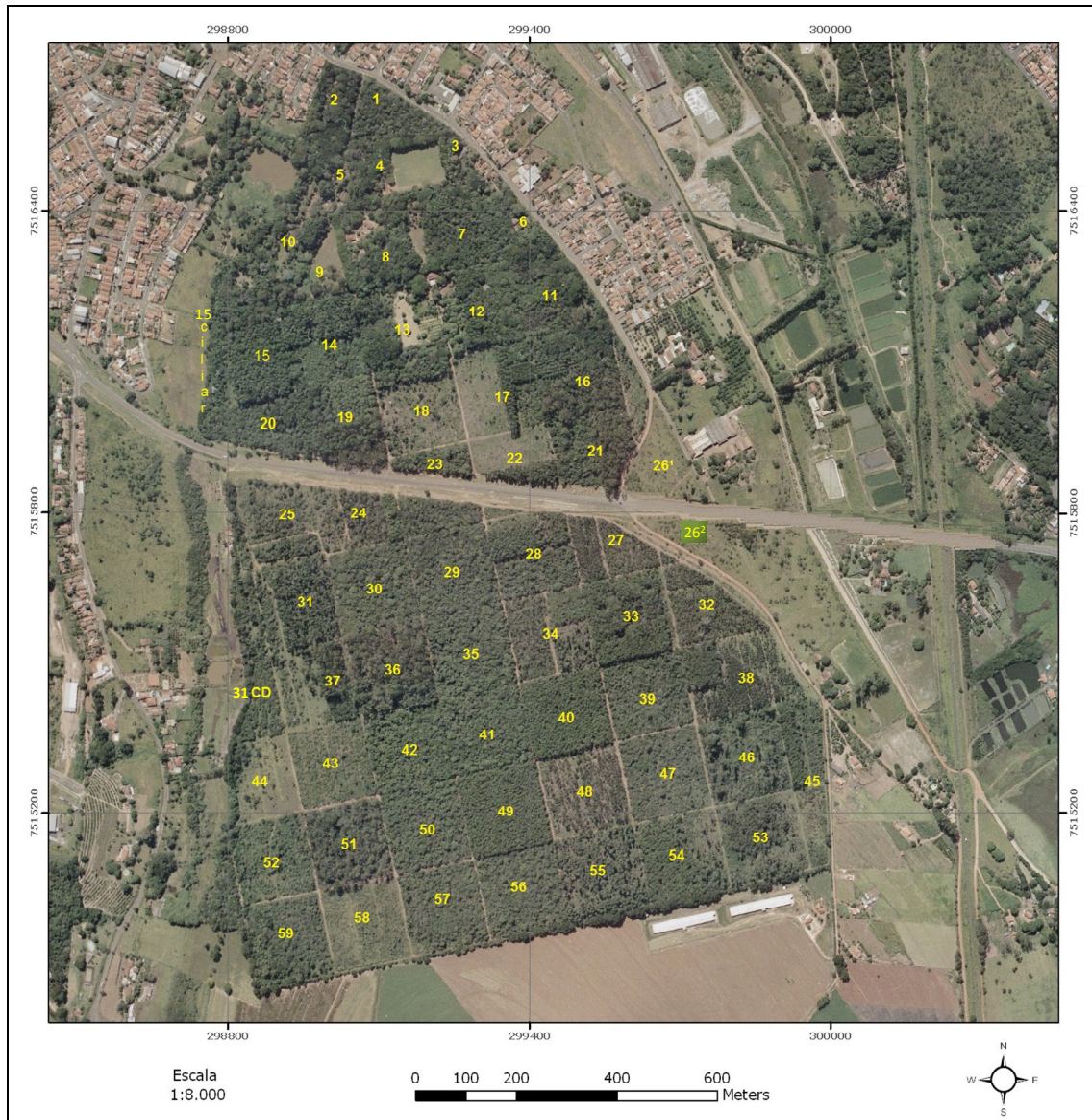


Figura 1 - Estação Experimental de Mogi Mirim (IF/SMA-SP), com uma área de 149,8 hectares. Fonte: Google Maps (<http://maps.google.com.br/>)

Tabela 1 - Resumo do histórico do uso da terra nos talhões da EE Mogi Mirim, IF/SMA –SP

Talhão	1º Período (1920 – 1961)	2º. Período (1960 – 2000)	3º. Período (a partir de 2000)
1	Pasto e plantio de <i>Choris. glasiovii</i> (paineiras)	Sem registro de mudanças no uso	Sem registro de mudanças no uso
2	Pasto e plantio de <i>Calophyllum brasiliensi</i> (guanandi)	Sem registro mudanças no uso	Sem registro mudanças no uso
3	Iniciou como pasto e com o plantio de <i>Tipuana tipu</i> (tipuanas)	Sem registro mudanças no uso	Sem registro mudanças no uso
4	Pasto e plantio de <i>Coccus nucifera</i> (côco-da-bahia), retirado em 1934. Plantio <i>Araucaria angustifolia</i> (pinheiro brasileiro), retirado na década de 40. Plantio <i>M. flexuosa</i> (buritis), <i>A. moluccana</i> (Nogueira de iguape), <i>tipuanas</i> , <i>E.citriodora</i> , <i>H.courbaril</i> (Jatobá). Plantio <i>Joannesia princeps</i> (<i>Andá-assu</i>), na área ciliar.	Sem registro mudanças no uso	Sem registro mudanças no uso
5	Pasto e plantio <i>P. silvestris</i> (pinho-de-riga) e <i>tipuanas</i> e Viveiro	Sem registro mudanças no uso	Sem registro mudanças no uso
6	Sem registro de plantio (provável pasto e Cerradão).	Sem registro mudanças no uso	Sem registro mudanças no uso
7	Parque, “A Casa do Engenheiro”, outras residências. Viveiros, Estrebaria. Plantio <i>bambu spp</i> (a partir de 1940).	Sem registro mudanças no uso	Sem registro mudanças no uso
8	Idem ao talhão 7.	Idem ao talhão 7	Idem ao talhão 7
9	Registro pasto, próximo ao córrego Bela Vista registro de Viveiros.	Sem mudanças no uso	Sem mudanças no uso
10	Idem ao talhão 9	Idem ao talhão 9	Idem ao talhão 9
11	Plantio <i>S. barbatiman Mart</i> (barbatimão), década de 1940 registro Coleção.	Sem registro mudanças no uso	Sem registro mudanças no uso
12	Registro pomar e o plantio de Coco-da-bahia a partir de 1938.	Registro de Cerrado e pasto	Sem mudanças no uso
13	Registro como pomar e plantio de Coco-da-bahia a partir de 1938.	Pomar e Cerradão	Registro como pomar.
14	Plantio <i>Acacia</i> (não classificada) e <i>A. moluccana</i> , registro corte mourões de <i>Eucalyptus</i> em 1941 (provável plantio a partir 1930).	Plantio de nativas e Experimento com <i>Pinus Tropicais</i> (1972).	Sem registro mudanças no uso
15	Plantio <i>M. scabrella</i> (bracatinga, 1930), registro de pasto e plantio de forrageiras e retiradas das espécies do gênero <i>Acacia</i> (1950).	Plantio <i>Pinus oocarpa</i> (1972) e vegetação Ciliar próxima ao Córrego (1986).	Nesse período nada se alterou.
16	Sem registro nos livros diários, mas o mapa mais antigo registra Coleção e <i>Eucalyptus citriodora</i> (1946).	Registro <i>E. citriodora</i> (1946), <i>P. eliottii</i> (1963) <i>P. Caribea</i> (1969).	Nesse período nada se alterou.
17	Plantio <i>Acacia</i> e <i>balca</i> (sem classificação), <i>C. legalis</i> e <i>estrellensis</i>	Plantio <i>Pinus oocarpa</i> e <i>Pinus</i>	(CONTINUA)

Talhão	1º Período (1920 – 1961)	2º. Período (1960 – 2000)	3º. Período (a partir de 2000)
	(jequitibá) e plantio <i>E. Alba</i> (1947). Em 1949 plantio de Coleção.	<i>tropicais</i> (1967).	Cortes rasos na vegetação de <i>Pinus</i> .
18	Registro de <i>Araucaria angustifolia</i> (pinheiro-brasileiro).	Plantio de <i>Pinus elliottii</i> (1965)	Cortes rasos no <i>Pinus</i> .
19	Plantio de Andá-assu (1939) e pinheiro português (1950) provavelmente <i>P. pinaster</i> .	Plantio <i>Pinus kashya</i> (1964) e <i>Eucalyptus grandis</i> (1972).	Nesse período nada se alterou.
20	Registro plantio <i>Aleuritis fordii</i> (tungue, 1932). Registro Plantio <i>Pinus-do-chile</i> e <i>Pinus insignis</i> (parecendo o mesmo, 1949).	Plantio exóticas (1974) e vegetação Ciliar próximo ao córrego (1986).	Nesse período nada se alterou.
21	Pasto plantio <i>M. zedarach</i> (cinamomo, 1933); <i>Schiz. parahiba</i> (guapuruvu, 1943); catingueiro (sem classificação 1946), <i>C. trichotoma</i> (louro, 1949).	Registro essências nativas e plantio de <i>Pinus pátula</i> (1962) e <i>Eucalyptus citriodora</i> (1972).	Corte rasos na vegetação de <i>Eucalyptus</i> .
22	Registro de plantio de <i>Eucalyptus citriodora</i> (sem data).	Plantio <i>Pinus c. caribea</i> , 1969	Cortes rasos no <i>Pinus</i> .
23	Registro de ocorrência de Cerradão nativo.	Mantido Cerradão.	Mantido Cerradão.
24	Registro de Cerradão e o plantio de <i>Eucalyptus citriodora</i> (1946).	Plantio <i>E. citriodora</i> (1973) e nativas (parece bambu).	Corte raso <i>Eucalyptus</i> .
25	Registro <i>Cassia strombilácea</i> e peroba (gên. <i>Aspidosperma</i>), cedro-rosa (<i>C. fissilis</i>) e <i>Pinus silvestre</i> (sem registro adequado).	Plantio de <i>Pinus c. hondurensis</i> (1967) e essências nativas.	Cortes rasos na vegetação de <i>Pinus</i> .
26 ^{1e2}	Plantio de <i>A. fordii</i> (tungue), forrageiras e o experimento do IAC com feijão (sem registro adequado).	Plantio (1962) <i>Pinus taeda</i> (26 ¹) e <i>Pinus hondurensis</i> (26 ²).	Cortes rasos na vegetação de <i>Pinus</i> .
27	Plantio de tungue (1933), <i>Enterol. contortisiliquum</i> (timburil, 1933). Plantio gên. <i>Acacia</i> (1944). Plant. <i>E. citriodora</i> , <i>Acacia</i> , <i>P. silvestris</i> , <i>Choris. glasiovii</i> (paineiras) e cedro-rosa (1947).	Plantio de <i>Eucalyptus citriodora</i> em 1975.	Desbastes nesse período.
28	Plantio de <i>R. succedanea</i> (charão) e gênero <i>Tabebuia</i> Ipê-amarel (1934).	Plantio <i>Pinus bahamensis</i> (1962) e nativas.	Desbastes nesse período
29	Registro de Cerradão nativo.	Manteve-se Cerradão.	Manteve-se Cerradão.
30	Nenhum registro, no mapa mais antigo aparece jatobá.	Jatobá e essências nativas.	Jatobá, essências nativas
31	Em 1941 plantio <i>C. langsdorffii</i> (Copaíba), <i>P. regnellii</i> (Pau-pereira) e Ipê.	Plantio <i>Pinus caribea hondurensis</i> (1963).	Corte raso no <i>Pinus</i> .
32	Registro no mapa antigo <i>Stryph. barbatiman</i> Mart. (barbatimão).	Plantio <i>Eucalypt. citriodora</i> 1975.	Desbastes somente
			(CONTINUA)

Talhão	1º Período (1920 – 1961)	2º. Período (1960 – 2000)	3º. Período (a partir de 2000)
Cd1	Registro pasto e Cerradão em processo de regeneração.	Manteve-se como Cerradão	Incêndio em 1988, após regeneração natural e enriquecimento de espécies.
Cd2	Registro pasto e Cerradão em processo de regeneração.	Manteve-se como Cerradão.	Incêndio em 1988 e 2006 após regeneração natural.
33	Registro de <i>Cassia</i> e plantio <i>H. courbaril</i> (jatobá, 1936),.	<i>Pinus</i> Est. S. Paulo em 1961.	Sem alteração.
34	Plantio de barbatimão (1933), <i>C. glasiovii</i> (paineira-branca), <i>C. trichotoma</i> (Louro) <i>C. langsdorffii</i> (copaíba) e <i>P. regnellii</i> (pau-pereira).	Registro plantio <i>Pinus caribea</i> (1972) e <i>E. citriodora</i> (1975).	Desbastes nesse período.
35	Registro de Cerradão nativo.	Manteve-se como Cerradão.	Manteve-se Cerradão.
36	Registro de <i>Araucaria angustifolia</i> (Pinheiro-brasileiro).	Plantio <i>Eucalyptus spp</i> (1970) <i>E. grandis</i> (1973) <i>Pinus oocarpa</i> (1972) e essências nativas.	Corte raso das exóticas
37	Plantio de <i>Stryphnodendron barbatiman</i> Mart (barbatimão).	Área reservada a experimentação	Regeneração Cerrado
38	Registro plantio do gênero <i>Acacia</i> (1945).	Plant. <i>Pinus c. hondurensis</i> (1961).	Corte raso nesse período
39	Plantio de pau-pereira (1945), <i>Pinus silvestris</i> (Pinheiro-rigido) e <i>Cordia trichotoma</i> (louro-pardo).	Plantio de <i>Eucalyptus spp</i> (1944).	Cortes rasos e em regeneração.
40	Registro plantio Andá-assu e <i>M. peruiferum</i> (Cabreúva, 1942)	Plantio de <i>Pinus eliottii</i> (1964)	Desbastes
41	Registro da ocorrência de Cerradão nativo.	Manteve-se Cerradão.	Manteve-se Cerradão.
42	Registro Cerradão nativo e Castanha (não classificada, 1939).	Manteve-se Cerradão.	Manteve-se Cerradão.
43	Registro do plantio de <i>Eucalyptus Alba</i> .	Plantio <i>Eucalyptus spp</i> (1938).	Corte raso no <i>Eucalyptus spp</i>
44	Sem registro, provável pasto e Cerradão. Plantio <i>Eucalyptus spp</i> (1938).	Nenhum registro de corte	Sem <i>Eucalyptus e nativa</i> regenerando
45	Não aparece nenhum registro provável pasto e Cerradão nativo.	Plantio <i>Pinus spp</i> (1962 e 64).	Cortes rasos no <i>Pinus</i> .
46	Registro do plantio de <i>Eucalyptus Alba</i> e <i>saligna</i> (1944).	Manteve <i>Eucalyptus Alba</i>	Corte raso <i>Eucalyptus</i> .
47	Registro plantio de <i>E. saligna</i> (1944) e <i>E. spp</i> (1948)	Manteve-se como <i>Eucalyptus</i>	Cortes rasos no <i>Eucalyptus</i> .
48	Registro de Cerradão nativo.	Plantio de <i>Pinus eliottii</i> (1962).	Corte raso <i>Pinus</i> .
49	Nenhum registro nos diários e no mapa aparece <i>E. saligna</i> .	Plantio <i>Pinus eliottii</i> (1964).	Manteve vegetação <i>Pinus</i>
			(CONTINUA)

Talhão	1º Período (1920 – 1961)	2º. Período (1960 – 2000)	3º. Período (a partir de 2000)
50	Registro plantio <i>Eucalyptus Alba</i> (1939) e <i>Eucalyptus spp</i> (1949).	Nenhum registro de corte	Cerradão nativo
51	Registro do plantio de <i>Eucalyptus Alba</i> (1939).	Manteve-se como <i>Eucalyptus</i>	Manteve <i>Eucalyptus</i>
52	Registro plantio <i>Eucalyptus spp</i> (1932) e <i>Eucalyptus Alba</i> (1941).	Manteve-se como <i>Eucalyptus</i>	Corte raso <i>Eucalyptus</i> .
53	Registro plantio <i>Eucalyptus Alba</i> (1941) e barbatimão.	Plantio de <i>Pinus spp</i> (1964)	Desbastes somente
54	Registro plantio <i>Eucalyptus terecicornis</i> , <i>E. Alba</i> e <i>E. trabuite</i> (1931)	Plantio de <i>Pinus spp</i> (1964).	Desbastes somente
55	Registro plantio <i>Eucalyptus robusta</i> e <i>E. saligna</i> (1931).	Plantio <i>Pinus caribea</i> (1973).	Desbastes somente
56	Plantio <i>Eucalyptus terecicornis</i> (1931) <i>E. Alba</i> <i>E. saligna</i> (1948) <i>Eucalyptus spp</i> (49).	Nenhum registro de corte	Cerradão Nativo
57	Registro plantio <i>Eucalyptus robusta</i> (1931), <i>Eucalyptus spp</i> (1948) <i>Eucalyptus saligna</i> (1949).	Nenhum registro de corte	Cerradão Nativo
58	Registro plantio de <i>Eucalyptus punctata</i> (1931).	Plantio de <i>Pinus spp</i> em 1965.	Cortes rasos no <i>Pinus</i> .
59	Registro plantio de <i>Eucalyptus spp</i> (1929) e <i>Eucalyptus alba</i> (1932).	Desbaste virou misto nativas e <i>Eucalyptus</i> .	Desbaste virou misto nativas e <i>Eucalyptus</i> .

5.2. Caracterização do local do estudo

O estudo foi realizado na EE Mogi Mirim, uma unidade de conservação do Instituto Florestal da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Essa Unidade abrange uma área de 144,5 ha, localizada no município de Mogi Mirim, conforme representado na Figura 1.

O conhecimento das atividades desenvolvidas na área ao longo do tempo até os dias de hoje, foi possível, através do resgate das informações nos registros encontrados no acervo da Unidade conforme descrito no item 5.1.

Através desse resgate registramos agora que a área, anterior a década de 1930, era naturalmente coberta por Savana Florestada (Cerradão) e pequena parcela (inferior a 3 ha.) de Mata Ciliar, sendo substituída, por pastos e pequenas lavouras.

Posteriormente, já como propriedade da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, a partir de 1927, de forma sistemática, em período de mais de 70 anos, foram sendo introduzidos experimentos de florestas exóticas, iniciado com o gênero *Eucalyptus* e a partir da década de 1950 com o gênero *Pinus*. Concomitantemente e sistematicamente foram introduzidos também experimentos de pequeno porte de outras espécies exóticas e nativas até os dias de hoje.

5.2.1. Fisionomia vegetal original

A vegetação nativa original da região de Mogi Mirim é classificada como Savana Florestada (Cerradão), segundo o IBGE (1991), Resck e Gomes (1998), Giannotti e Leitão Filho (1979), Coutinho (1978), Heringer et al. (1977), Rizzini (1963). Estudos mais detalhados foram desenvolvidos por Toledo Filho et al. (1984; 1989) caracterizando 44 famílias, principalmente *Leguminosae*, *Myrtaceae*, *Rubiaceae*, *Melastomatmataceae*, *Lauraceae* e *Euphorbiaceae* e 103 espécies.

5.2.2. Geologia

A área está inserida na porção nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, entre as formações sedimentares com as unidades metamórficas e intrusivas do embasamento cristalino. Regionalmente a Bacia do Paraná, constitui-se de unidades litoestratigráficas basais, representadas pelo subgrupo Itararé e pela formação Aquidauana, com diversas manifestações vulcânicas da formação Serra Geral, formando o substrato rochoso do município de Mogi Mirim e vizinhanças (IPT, 1981a; 1981b; 1999; SÃO PAULO, 1995).

5.2.3. Geomorfologia

Predomínio dos relevos degradacionais desenvolvidos em planaltos dissecados e subordinadamente por relevos de agradação. Os relevos são formados por colinas amplas e, subordinadamente, por colinas médias, destacam-se também formas de relevo mais movimentado (morrotes alongados e espigões), distribuindo-se como manchas isoladas e esparsas. O nível de fragilidade potencial da região é baixo, possui formas com dissecação baixa, vales pouco entalhados, com densidade de drenagem baixa e potencial erosivo baixo (IPT, 1981a; 1981b; 1999; SÃO PAULO, 1995).

5.2.4. Clima

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, sub-úmido (SÃO PAULO, 1966). A análise de Monteiro (1973) classifica o clima da área de estudo como Tropical alternadamente seco e úmido, controlado por sistemas atmosféricos, polares e equatoriais, alternando períodos mais secos (de abril até setembro) e períodos mais úmidos (de outubro até março). Objetivando subsidiar a análise sobre os efeitos da sazonalidade (Pluviometria e Temperaturas) nas emissões dos GEE, adaptou-se a Figura 2 abaixo.

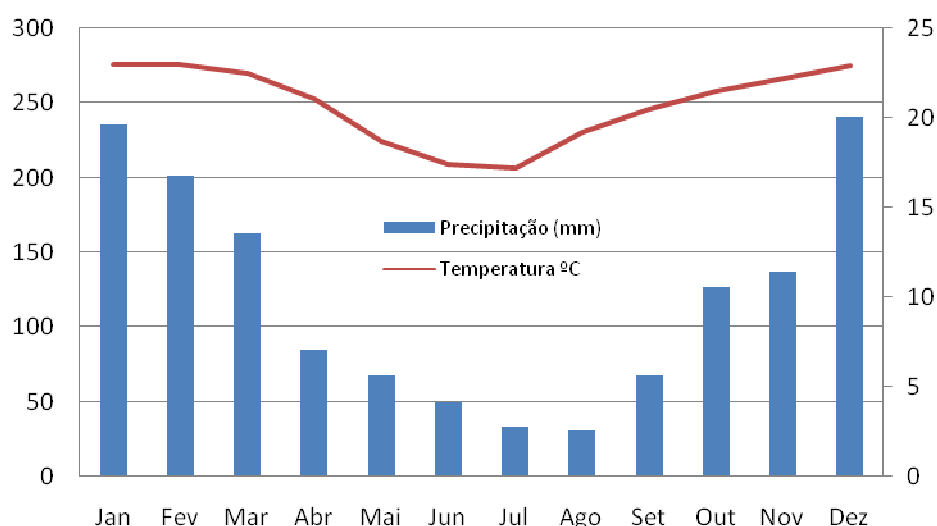


Figura 2. Precipitação média mensal na EEMM (1964 a 2000, pluviômetro da Unidade) e temperaturas (°C), médias mensais estimadas (CAMARGO & GUIZZI, 1991).

5.2.5. Solos

O solo predominante na EE Mogi Mirim é o Latossolo Vermelho amarelado, do tipo LVa, caracterizado por serem arenosos, pobres em nutrientes e baixa fertilidade, e pH ácido (GURGEL FILHO et al., 1963; PIRES, 1963; 1964; VEIGA, 1975; TOLEDO FILHO, 1984.), teor de argila de 25 % (TOLEDO FILHO, 1984; VEIGA, 1975).

De modo geral o Latossolo é caracterizado basicamente pela alta intemperização do material de origem, profundidade e boa drenagem. Estes solos possuem teor de argila variando entre 15 e 90 % e, capacidade de água disponível até dois metros de profundidade (KLUTHCOUSKI et al., 2003).

5.3. Mapeamento do Estoque de Carbono no solo

O horto está dividido em 59 talhões, de acordo com o histórico da ocupação, desde a cobertura natural a cobertura silvicultural e o seu manejo, até os processos de regeneração natural, principalmente a partir do ano de 2000, como pode ser observado na Figura 1 e sua legenda, Tabela 1.

5.3.1. Escolha dos locais de amostragem

Para a determinação dos estoques de carbono do solo as amostras foram coletadas, em número de 171, no centro de todos os talhões que possuíam uma área de 150x150 metros, ou áreas menores que apresentassem diferentes tipos de coberturas. Esses pontos de coleta foram georreferenciados com aparelhos de sistemas de posicionamento geográfico (GPS, na sigla em inglês).

5.3.2. Coleta e preparo das amostras de terra para análises

As amostras foram coletadas nas trincheiras, dentro de cada talhão, nas profundidades de 0 - 10, 10 - 20 e, 20 - 30 cm. Foi possível determinar a densidade das camadas através do uso de cilindro de volume conhecido (98.06 cm³); em laboratório as amostras foram secas ao ar, homogeneizadas e passadas em peneiras de 2mm, então obteve-se 02 frações de terra fina seca ao ar (uma maior e outra menor que 2mm) posteriormente, através de moagem, e passagem por peneira de 100 meshes, obteve-se uma amostra final (com cerca de 6 gramas) para a combustão.

5.3.3. Análise da cor do solo

Dentro desse tema solos, também julgamos importante a análise visual da cor do solo, isso foi feito utilizando a metodologia proposta por Munsell (1992).

5.3.4. Determinação do teor de carbono nas amostras

O teor de C total das amostras de solo, previamente preparadas, foi submetido à combustão a 1.100 °C sob fluxo de oxigênio utilizando-se o equipamento LECO CN-2000. O resultado é expresso em miligramas por grama de solo. A densidade do solo em cada camada foi associada ao respectivo teor de carbono (% C), permitindo o cálculo do estoque de C (kg C.m⁻²) por camada (MORAES et al., 1996.; NEILL et al., 1997; BERNOUX et al., 1998a; CERRI, 2003; SIQUEIRA NETO, 2006).

5.3.5. Determinação da densidade das camadas do perfil dos solos

No centro aproximado de cada talhão, após o georreferenciamento do ponto, foi retirado o solo em cilindro com volume conhecido (98,06 cm³), nas profundidades de 00 - 10 cm, 10 – 20 cm e 20 – 30 cm. Sendo a densidade aparente do solo o peso pelo volume ($D = \text{g/cm}^3$), determinada segundo Blake e Hartge (1986).

5.3.6. Cálculo dos estoques de carbono

Os estoques de C foram calculados a partir dos teores de C, com a densidade do solo para cada camada amostrada (NEILL et al., 1997; BERNOUX et al., 1998a).

$$E = d \times h \times C$$

Onde:

E = estoque de C total do solo (mg há⁻¹);

d = densidade aparente do solo;

h = espessura da camada amostrada;

C = teor de Carbono

5.3.7. Análise estatística e geoestatística

A análise estatística foi feita com o intuito de subsidiar as análises comparativas entre as relações dos resultados obtidos, por meio da análise de distribuição de frequência, média, variância e desvio padrão (estatística descritiva clássica). Como embasamento para essas análises estatísticas utilizamos trabalhos de Cerri (2003), Robertson (1998), Isaaks e Srivastava (1989) e Smith et al. (1996; 1997).

A geoestatística, precedida de uma análise exploratória, foi feita com o software GS+ (ROBERTSON, 1998) objetivando verificar a existência de dependência espacial dos valores dos estoques de carbono no solo em suas camadas a partir de ajustes de funções teóricas aos modelos de semivariogramas (esférico e exponencial) e a interpolação através do método da krigagem. Para avaliar a qualidade da análise semivariográfica dos dados foi feita a validação interna, também conhecida por “*jackknife*” ou validação cruzada

De modo geral apresentamos os procedimentos para a análise estatística, que serão detalhadas nas análises específicas de cada fenômeno.

5.4. Emissão de GEE

5.4.1. Seleção dos locais de amostragem

Previamente a amostragem dos GEE, realizou-se a coleta das variáveis do solo (Carbono total, CTC, Mg, matéria orgânica, K, Ca, P, H+Al, SB, V e pH) correspondendo as seguintes profundidades em centímetros: 0 - 10; 10 - 20 e 20 - 30. As análises foram realizadas no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). As amostras foram coletadas em oito talhões, entendidas como representativas do universo de análise propostos.

A coleta e análise das variáveis do solo objetivaram fundamentar o estudo sobre as emissões dos gases de efeito estufa, os locais onde foram feitas as coletas das variáveis do solo e dos GEE, estão numeradas na figura 3.

Para o estudo dos GEE comparou-se um talhão considerado sem perturbação (41) com os demais, em uma seqüência com ambientes com histórico de uso da terra representativo da área, dessa forma criando uma comparação de dados mais próxima da real situação da Estação Experimental de Mogi Mirim. Abaixo segue os talhões analisados. Na Figura 2 estão localizados os talhões selecionados.

1. Cerradão Natural (Talhão 41), sem interferência antrópica ou incêndios por no mínimo 70 anos.
2. Cerradão em processo de regeneração e enriquecimento (Talhão CD₁), após incêndio em 1988;
3. Cerradão em processo de regeneração e enriquecimento (Talhão CD₂) após incêndios em 1988 e 2006.

4. Cerrado Natural (Talhão 58), substituído por *Pinus* spp na década de 60 do século passado, com manejos de desbaste e corte raso em 2001, e a partir daí com regeneração natural e incêndio no ano de 2002;

5. Cerradão Natural (Talhão 25), substituído por *Pinus* spp na década de 60 do século passado, com manejo de desbaste e corte raso em 2001, e a partir daí com regeneração natural e incêndio no ano de 2006;

6. Cerradão Natural (Talhão 24), substituído pelo plantio de *Eucalyptus citriodora* (em 1946 e 1973) e o corte raso em 2001.

7. Cerradão Natural (Talhão 26₂), substituído por *Pinus* spp na década de 60 do século passado, com corte raso em 2001, e a partir daí com regeneração natural e enriquecimento;

8. Cerradão Natural (Talhão 26₁), substituído por *Pinus* spp e *Eucalyptus* spp na década de 60 do século passado, com manejo de desbaste e corte raso em 2001, e a partir daí com regeneração natural e incêndios anuais.

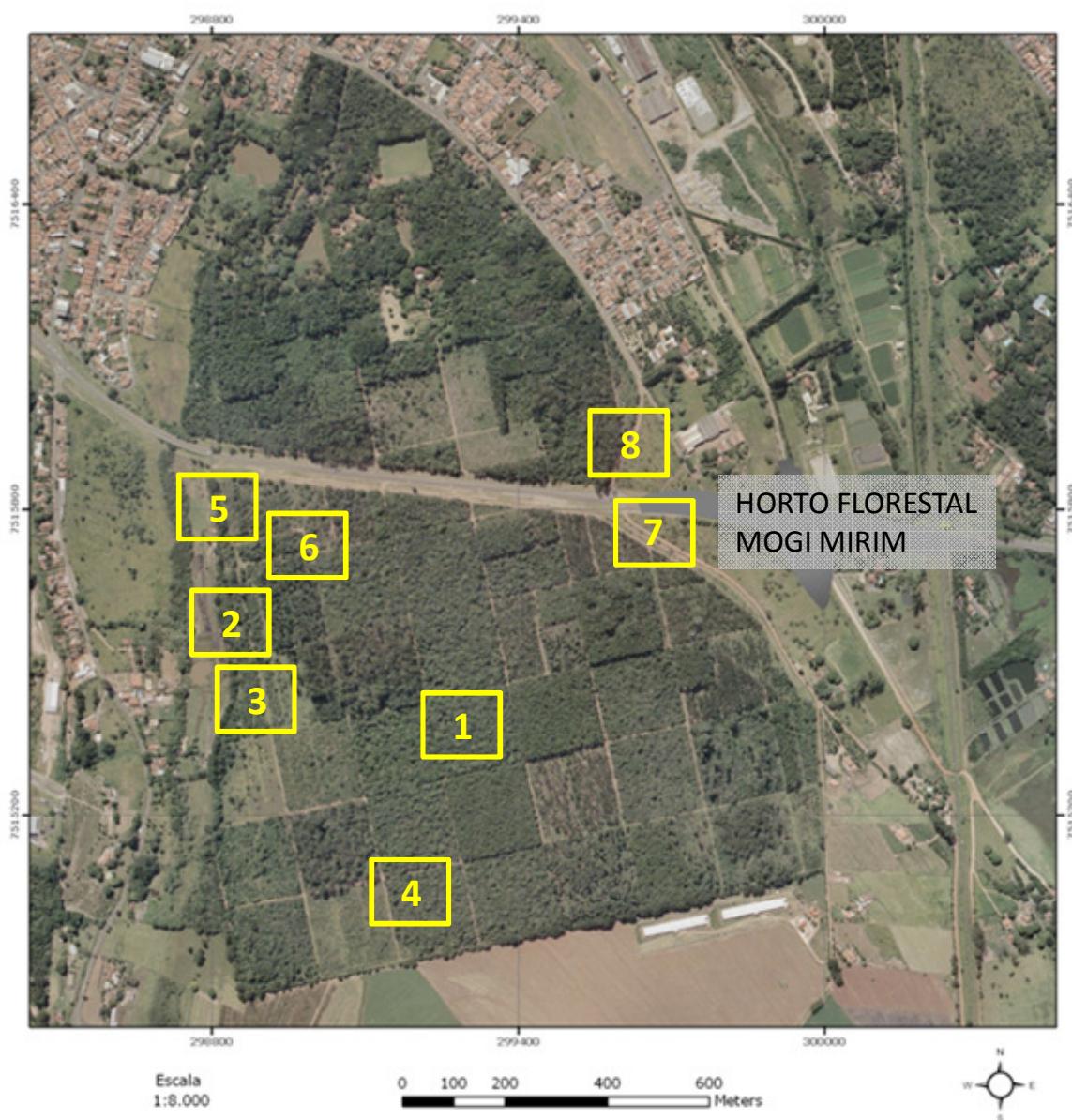


Figura 3 - Localização das áreas amostradas para caracterização das variáveis do solo e coleta dos gases de efeito estufa CO_2 , N_2O e CH_4

5.4.2. Coleta das amostras de gases em campo

As análises para determinação do fluxo dos gases (CO_2 , NH_4 e N_2O) foram feitas em amostras coletadas nas 8 áreas descritas.

Os fluxos dos gases CO_2 , N_2O e CH_4 foram medidos utilizando-se câmaras estáticas (BOWDEN et al., 1990; STEUDLER et al., 1999; 1991; FEIGL et al., 2001). Os fluxos foram coletados do interior das câmaras de incubação, foram ajustadas cinco câmaras para cada

unidade amostral, e foram dispostas, mais ou menos, em círculo, distanciadas, aproximadamente, de 15 m, conservando-se a cobertura do solo (littera). As câmaras são constituídas de 02 peças: uma base fixa ao solo e uma tampa móvel. Procede-se o ajuste da tampa à base e retira-se o ar do interior da câmara com seringas, nos tempos 0, 5, 10 e 20 minutos. O CO_2 e o N_2O foram quantificados por cromatografia gasosa em sistema ECD (*electron capture detector*) operado a 230°C e o CH_4 em sistema FID (*flame ionization detector*). Dois padrões certificados pela White Martins de 260 e 2090 ppmv de CO_2 , 0,27 e 1,15 ppmv de N_2O e 0,62 e 3,10 ppmv de CH_4 foram usados na calibração. Os fluxos foram calculados pela alteração linear da concentração dos gases com o tempo no interior da câmara.

As amostras foram coletadas em junho, agosto e outubro de 2006, e também em março de 2007, objetivando também a cobertura de um ano hidrológico.

A seguir apresentamos a Figura 4 do dispositivo de coleta das amostras de gases no campo e o aparelho para análise cromatográfica no laboratório.



Figura 4. Dispositivo de coleta das amostras de gases no campo e análise cromatográfica no laboratório

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.2 Reconstituição do uso da terra da área do IF/SMA

Uma evolução (temporo - espacial), na forma do uso da terra no Horto de Mogi Mirim é apresentada. Inicialmente, uma área foi naturalmente coberta por Savana Florestada (Cerradão); ao longo do tempo foi substituída (primeiramente e parcialmente, anterior a 1930) por pastos e pequenas lavouras, e posteriormente, já de forma sistemática em período de mais de 70 anos, por diferentes florestas exóticas, iniciando com o gênero *Eucalyptus*, e a partir da década de 1950 com o gênero *Pinus*. Até os dias de hoje, concomitantemente e sistematicamente houve e há plantios de espécies exóticas e nativas, pois esta área pertence à Estação Experimental da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

O uso da terra anterior a década de 60 foi fundamentada no plantio de essências exóticas, principalmente do gênero *Eucalyptus* e nativas; a partir da década de 60 o uso da terra baseou-se no cultivo principalmente de exóticas do gênero *Pinus*. A partir do ano de 2000 a característica foi o corte raso da vegetação exótica (*Pinus* e *Eucalyptus*), objetivando permitir a regeneração natural da vegetação nativa (Cerradão). Essas informações subsidiaram o estudo mais amplo do mapa dos estoques de carbono no solo e, pontualmente a evolução dos GEE na Estação Experimental de Mogi Mirim.

O município de Mogi Mirim tem seu nome de origem no tupi-guarani, com interpretação mais aceita o termo "pequeno rio das cobras". O povoado iniciou-se por volta de 1720, com o trânsito de bandeirantes que se dirigiam para Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. A freguesia foi criada em 1751, desmembrada da freguesia de Moji do Campo, atual Mogi-Guaçu. Em 1769 foi criado o município, por cisão do município de Jundiáí.

As atividades no Horto foram iniciadas, praticamente, em 1930, logo após a regularização fundiária, nas terras doadas pela Prefeitura Municipal de Mogi Mirim, para a Secretaria do Estado dos Negócios da Agricultura, Indústria e Comércio, SP.

Anterior a 1930, as informações sobre o uso da terra, na área que a partir de 1927, passou a se chamar Horto Florestal, inexistem. Pela análise de todo tipo de material encontrado, supõe-se que a área era de "pouco uso econômico", com algumas lavouras de milho, feijão e arroz, algum tipo de pastagem com pequena atividade pecuária, apresentando áreas de pastos, e ausência de mata ciliar junto ao córrego Bela Vista (por corte), e possivelmente com algumas manchas de vegetação nativa de Cerradões. Nesta última área hoje se encontra a melhor parte preservada de Cerradão Natural (Talhões 29, 35 e 41), que segundo consulta ao "histórico verbal", encontramos os atuais Talhões de Cerradão e imediações (TOLEDO FILHO, 1989). No nosso entendimento esse Cerradão só

começou a ser preservado após a 1940, após a efetivação sistemática de uso da terra através de talhões. Portanto essa vegetação natural de Cerradão, como encontrado hoje, possui idade aproximada de 70 anos, sem registro de cortes ou fogo.

Sobre as áreas entre as plantações sistematizadas a partir dos inícios das atividades silviculturais (tanto exóticas como nativas) era comum a cultura de grãos como milho arroz e feijão, bem como das forrageiras para alimento do gado. Existia também uma considerável área de pomar de frutas diversas e horta “... *atrás da casa do Engenheiro...*”. Importante se faz registrar que era comum a ordenha do gado para consumo do leite por parte dos funcionários e suponha-se também que o abate do gado para consumo da carne, se fazia em ocasiões especiais.

Foi lembrado também, pelo Pesquisador Demétrio V. de Toledo Filho (Gestor da Unidade entre 1960 e 2000), que era prática comum a exploração da apicultura, e a produção era totalmente destinada a sede em São Paulo. Nos idos de 1955, havia no Horto de Mogi Mirim um “Posto de Monta” com o objetivo de melhorar a qualidade do rebanho eqüino e bovino com reprodutores mantidos a disposição dos criadores da região. Ele registra também as visitas, do então Governador Janio Quadros, as dependências do Horto, pois o mesmo era apreciador da “arte das montarias”.

Na época, os trabalhadores da EE Mogi Mirim eram considerados:

Funcionários – trabalhadores de carreira como o Diretor do Horto, pessoal do escritório, feitor, pessoal da cocheira, viveiristas e motoristas (possivelmente os pedreiros, carpinteiros, ordenhadores, responsável pela horta, estavam incluídos como Funcionários).

Camaradas – trabalhadores contratados de acordo com a disponibilidade de verbas, que executavam aquelas “tarefas mais duras do dia-a-dia de uma fazenda” como arrancar “tocos”, cortar e transportar lenha em carroças com tração animal, carpir, fazer desbastes, coveamentos, plantios, armazenar e aplicar adubo oriundo de estrume animal, cavar poços, limpezas em geral, etc.

Meninos que faziam jacás – trabalhadores menores de idade contratados de acordo com a disponibilidade de verbas que se dedicavam principalmente na confecção de jacás, atividade bastante comum no Horto de Mogi Mirim, desde a década de 1930. Os jacás eram artefatos feitos a mão para armazenamento de solo e substrato, onde eram acondicionadas as mudas das diferentes espécies, principalmente exóticas (*Pinus* e *Eucalyptus*) e secundariamente nativas. O material utilizado era principalmente as “tiras” de bambu que eram entrelaçadas em formato cônico, com capacidade de armazenamento médio entre 1,5 a 3,5 kg.

Importante se faz registrar que, o Feitor tinha sua atividade de trabalho diário, relacionada ao acompanhamento do fiel cumprimento das atividades, previamente determinadas pelo Diretor do Horto, junto aos Camaradas.

Atividades do dia-a-dia, a partir de 1930.

A atividade fim do Horto Florestal era a experimentação florestal e começou pelo preparo da terra para alcançar o pleno desenvolvimento da Missão Institucional. Conjuntamente com a Missão existiam atividades do dia-a-dia, típicas de uma fazenda produtiva, como: construções, manutenções, lida com animais, preparo de adubo a partir de estrume, cortes de madeira e lenha, destocamentos, aragem, preparo de mudas, plantios, limpezas, coleta de sementes, semeadura, preparo de recipientes, preparo e transporte de mudas (internas e para outras localidades do Estado bem como para diferentes consumidores), apicultura, serviços de vigilância e administrativos diversos, etc.

Atividades do dia-a-dia, a partir de 1960.

A seguir documentamos fielmente as contribuições do Pesquisador Demétrio Vasco de Toledo Filho, com efetivas atividades ligadas ao Horto Florestal de Mogi Mirim desde 1960 até os dias de hoje "... exatamente nessa fase (final dos anos 60 e início dos anos 70), eu assumi a direção do Horto, na época com mais de 30 funcionários, e as atividades principais eram produção de mudas, de madeira de *Eucalyptus* para lenha e construções rurais e alguma tora para serraria. O consumo das spp de *Pinus* começava com os primeiros desbastes dos plantios nos anos 60. Tinha também atividades de conservação de toda área, como controle de formigas, aceiros e fiscalização para evitar a invasão de terceiros. Nessa fase a produção de mudas mudou muito. Paramos de produzir mudas de *Eucalyptus* e passamos para *Pinus tropicais*, para atender a demanda. Essa atividade também foi diminuindo com o passar dos anos em função dos funcionários que foram se aposentando e também a procura passou a ser mais de ornamentais e nativas, pelas prefeituras isso foi devido à mudança da conscientização ecológica. O nosso viveiro era um dos melhores do Instituto Florestal. Também começamos atender escolas, com grupos de alunos e professores que recebiam informações de educação ambiental em todo o período anual e reforçado nos períodos comemorativos como nas semanas da árvore e do meio ambiente. Embora a nossa função prioritária devesse ser a pesquisa, começamos a instalar projetos de pesquisa de comportamento e competição de *Pinus* e *Eucalyptus*, junto com outros pesquisadores onde foram publicados muitos trabalhos. A partir de 1976 com o convênio entre o Instituto Florestal, carreira de Pesquisadores Científicos e universidades, os profissionais do Instituto passaram a fazer pós-graduação nas universidades com os temas de tese relacionados com as plantações e reservas naturais da instituição. No meu caso fiz a Tese sobre o Cerrado em Luis Antonio, Mogi Mirim, Porto Ferreira e depois Casa Branca. Os Pesquisadores de Mogi Mirim realizaram estudos de inventários nas reservas estaduais de Águas da Prata e Valinhos bem como em áreas particulares de Lindóia e Itapira, além de

participar com outros Pesquisadores em trabalhos em unidades de Tupi, Luis Antonio entre outros. Nesse período houve um alerta, partindo de segmentos das universidades, de que as reservas de Cerrado estavam se extinguindo no Estado, chegando a 1% da área original. Até então esse bioma era substituído, nas áreas oficiais, com o plantio de *Pinus* e *Eucalyptus*. A partir desse alerta as áreas começaram a ser protegidas, isso pode ser verificado hoje, nas áreas de Mogi Guaçu e Mogi Mirim, cada vez mais procuradas para estudos, principalmente pelas instituições de pesquisas, tanto estaduais como federais. No Governo Franco Montoro o Instituto Florestal e suas unidades, passam da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, para a Secretaria do Meio Ambiente. Desde então, os intercâmbios e parcerias são realizadas, com a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral do Estado (CATI/SP) e Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), bem como com as prefeituras municipais, como o convênio firmado em 1988 entre Instituto Florestal e Prefeitura Municipal de Mogi Mirim, renovado no ano de 2008.”

Atividades do dia-a-dia, a partir de 2000.

A partir do ano de 2000, as atividades se resumem basicamente na produção (cada vez menor) de essências nativas, conservação e manutenção de imóveis, cercas, alambrados e aceiros para vigilância de incêndios florestais e coibir furtos e a caça. Nesse atual período fica evidente que a tendência da Unidade é, cada vez mais, mudar de Estação Experimental para Parque Ecológico com prioridade na regeneração natural do Cerradão junto com o enriquecimento com espécies nativas e experimentos científicos em essências nativas, pesquisas científicas, educação, ecoturismo e preservação ambiental. Atualmente a Unidade é o maior fragmento de preservação ambiental do Cerradão, dentro do município de Mogi Mirim, refúgio de importantes espécies da fauna nativa regional e importante fragmento da vegetação nativa original.

A partir do ano de 2000, objetivou-se tornar a EE MMirim uma Unidade de Conservação a partir da vegetação natural do Cerradão, no sentido principalmente da regeneração natural do ambiente, considerando o corte raso da vegetação exótica (gênero *Pinus* e *Eucalyptus*) e também o fim do ciclo econômico produtivo das espécies com esse mesmo objetivo a partir de 2006, estão sendo feitos serviços de resinagem nas espécies do gênero *Pinus*. Nesse período encerraram-se os plantios de vegetação exótica na EEMM.

Os cortes rasos na vegetação de *Pinus* foram executados nos talhões 4, 17, 18, 22, 25, 26, 31, 39, 43, 44, 45 e 58, perfazendo uma área de aproximadamente 19,0 há.

Os cortes rasos na vegetação de *Eucalyptus* foram nos talhões 21, 24, 46,47, 51 e 52, perfazendo uma área de aproximadamente 10,0 ha.

De forma sistematizada podemos dizer que a evolução no tempo e no espaço na forma do uso da terra no Horto de Mogi Mirim, começa com uma área naturalmente coberta

por Savana Florestada (Cerradão), sendo substituída parcialmente por pasto e pequenas lavouras, sendo incorporada por uma instituição estatal de cunho agrário e pioneiro, que começa a dar os primeiros passos no sentido de uma silvicultura sistemática, com espécies exóticas (principalmente do gênero *Eucalyptus*) e nativas (principalmente *Araucaria angustifolia*). Concomitante a esses cultivos, outras espécies foram testadas ao longo dos primeiros 20 anos que são:

- Nativas: *Chorisia glaziovii* (paineiras), *Calophyllum brasiliense* (guanandi), *Hymenaea courbaril* (Jatobá) *Joannesia princeps* (Andá-assu), *Stryphnodendron barbatiman* Mart (barbatimão), *Mimosa scabrella* (bracatinga), *balca* (sem classificação), *Cariniana legalis e estrellensis* (jequitibá), (*Schizolobium parahiba* guapuruvu) em 1943; catingueiro (sem classificação) em 1946 e *Cordia trichotoma* (louro-pardo) peroba gênero *Aspidosperma* ou cedro-rosa *Cedrela fissilis* (ambas sem registro adequado), *Enterolobium contortisiliquum* (timburil). gênero *Tabebuia* (ipê-amarelo). *Copaifera langsdorffii* (Óleo-de-copaíba), *Platycyanus regnellii* (Pau-pereira) *Myroxylon peruiferum* (Cabreúva),
- Exóticas: *Taxodium distictum* (pinheiro-do-brejo), *Tipuana tipu* (tipuanas). *Cocos nucifera* (Côco-da-bahia), *M. flexuosa* (buritis), *Aleurites moluccana* (nogueira-de-iguape) *Pinus silvestris* (pinheiro-de-riga) *bambu spp* (tribo *Bambusacea*), *Rhus succedanea* (charão).

Importante se faz registrar que ainda nesse período os talhões 23, 29, 30, 35, 41 e 42, permanecem com a vegetação nativa de Cerradão, sem registro de corte ou incêndios, se tornando um dos mais importantes fragmentos desse bioma, senão o mais importante, na região.

Em uma segunda fase é clara a guinada dos objetivos da Unidade em termos de investimentos no cultivo do gênero *Pinus* (*elliottii*, *oocarpa*, *kashya*, *pátula*, *caribea caribea*, *hondurensis*, *taeda*, *bahamensis*) e a manutenção das florestas do gênero *Eucalyptus*. Os talhões 1 até o 11 permanecem como no primeiro período, junto com os talhões de Cerradão (23, 29, 30, 35, 41 e 42), e no ano de 1986 é feito o plantio de Vegetação Ciliar ao longo do Córrego da Bela Vista.

Na última fase da evolução do uso da terra tem-se a partir do ano 2000, é significativa a mudança com critérios científicos e econômicos do enfoque da produção silvicultural para a conservação ambiental, buscando tornar a Est. Exp. de Mogi Mirim uma Unidade de Conservação a partir da vegetação natural do Cerradão, no sentido principalmente da regeneração natural do ambiente, considerando o corte raso da vegetação exótica em fim de ciclo econômico produtivo (gênero *Pinus* e *Eucalyptus*) Os cortes rasos na vegetação de *Pinus* foram executados nos talhões 4, 17, 18, 22, 25, 26, 31, 39, 43, 44, 45 e 58, perfazendo uma área de aproximadamente 19,0 ha. Os cortes rasos na

vegetação de *Eucalyptus* foram feitos nos talhões 21, 24, 46, 47, 51 e 52, perfazendo uma área de aproximadamente 10,0 ha.

6.2. Solos

6.2.1. Caracterização das variáveis e propriedades físicas e químicas do solo

As análises foram executadas em 08 pontos amostrais distribuídos na área de estudo, visando obter as informações sobre as variáveis físicas e químicas do solo.

Os pontos amostrais estão localizados a oeste, porção central e leste da área de estudo, de acordo com a Figura 2.

Os resultados gerais estão apresentados nas Tabelas 2 (resultados estatísticos gerais – de todos os talhões amostrados) e 3 (resultados estatísticos por talhão).

Dentro desse tema solos, como mencionado, também julgou-se importante a análise visual da cor do solo, isso foi feito utilizando a metodologia proposta por Munsell (1992), para todas as amostras onde se calculou os estoques de carbono nas 03 profundidades. Os resultados mostraram a forte homogeneidade dos solos, ficando os resultados em mais de 97% dentro da classificação 2,5 YR 3/4 (*yellowish-red*).

Tabela 2 - Análise Estatística Descritiva Clássica para o conjunto das variáveis do solo, seus resultados estatísticos nas profundidades de 00 – 10 cm, 10 - 20 cm e 20 - 30 cm

Propriedade	Média	DP	CV	Min.	Max.	Assime.	Curt.
Camada 00 - 10 cm							
Ca - mol _c /dm ³	3,37	1,76	3,12	1,00	7,00	0,88(0,75)	0,48(1,48)
CTC mol _c /dm ³	78,12	30,10	906,41	45,0	139,0	0,87(0,75)	0,22(1,48)
Acidez Pot. mol _c /dm ³	69,12	32,20	1036,98	34,00	135,00	0,98(0,75)	0,27(1,48)
K - mol _c /dm ³	0,64	0,49	0,24	0,00	1,60	0,67(0,75)	- 0,10(1,48)
Mg - mol _c /dm ³	1,50	0,75	0,57	1,0	3,0	1,06(0,75)	-0,25 (1,48)
Matéria Org. g/dcm ³	27,38	9,58	91,80	15,00	41,00	0,32(0,75)	-1,42(1,48)
P – g/dcm ³	5,50	2,97	8,85	2,0	10,0	0,35(0,75)	- 1,34(1,48)
pH soluçãoCaCl ₂	3,12	0,35	0,12	3,00	4,00	2,27(0,75)	3,14(1,48)
Soma bases mol _c /dm ³	78,25	30,09	905,64	45,00	139,00	0,85(0,75)	0,21(1,48)
Sat Bases %	8,87	7,54	56,98	2,00	24,00	1,23(0,75)	0,01(1,48)
Estoque C ton/ha ⁻¹	18,5	26,05	678,66	75,00	135,00	- 0,31(1,01)	-1,31(2,62)
Camada 10-20 cm							
Ca - mol _c /dm ³	1,5	0,53	0,28	1,0	2,0	0,00 (0,75)	-2,00(1,48)
CTC mol _c /dm ³	54,37	20,39	415,98	37,00	100,00	1,47(0,75)	1,30(1,48)
Acidez Pot. mol _c /dm ³	52,25	20,68	427,92	34,00	98,00	1,40 (0,45)	1,14(1,48)
K - mol _c /dm ³	0,48	0,31	0,09	0,20	1,20	1,55(0,75)	1,58(1,48)
Mg - mol _c /dm ³	-	-	-	-	-	-	-
Matéria Org. g/dcm ³	16,62	7,78	60,55	10,00	34,00	1,52(0,75)	1,21(1,48)
P – g/dcm ³	2,87	1,35	1,83	2,00	6,00	1,70(0,75)	1,72(1,48)
pH soluçãoCaCl ₂	3,50	0,53	0,26	3,00	4,00	0,00(0,75)	-2,00(1,48)
Soma bases mol _c /dm ³	54,37	20,39	415,98	37,00	100,00	1,47(0,75)	1,30(1,48)
Sat Bases %	5,12	3,39	11,55	2,00	11,00	0,66 (0,75)	-0,91(1,48)
Estoque C ton/ha ⁻¹	10,12	3,48	12,12	8,00	18,00	1,65(0,75)	1,38 (1,48)
Camada 20-30 cm							
Ca - mol _c /dm ³	1,72	1,13	1,29	1,00	4,00	1,16(0,75)	-0,11(1,48)
CTC mol _c /dm ³	45,87	13,64	186,12	34,00	72,00	0,99(0,75)	-0,40(1,48)
Acidez Pot. mol _c /dm ³	44,37	15,87	251,9	31,00	72,00	0,88(0,75)	-0,82(1,48)
K - mol _c /dm ³	0,65	0,68	0,46	0,20	2,30	2,07(0,75)	2,63(1,48)
Mg - mol _c /dm ³	1,12	0,35	0,12	1,00	2,00	2,27(0,75)	3,14(1,48)
Matéria Org. g/dcm ³	13,42	2,44	5,95	10,00	17,00	0,20(0,79)	-1,06(1,59)
P – g/dcm ³	2,12	1,12	1,26	1,00	4,00	0,39(0,75)	-1,14(1,48)
pH soluçãoCaCl ₂	3,25	0,46	0,21	3,00	4,00	1,15(0,75)	-0,67(1,48)
Soma bases mol _c /dm ³	45,12	14,22	202,41	33,00	72,00	0,95(0,75)	-0,51(1,48)
Sat Bases %	6,37	4,13	17,12	2,00	14,00	0,67(0,75)	-0,59(1,48)
Estoque C ton/ha ⁻¹	44,37	15,87	251,98	31,00	72,00	0,88(0,75)	-0,82(1,48)

Ca: cálcio (mol_c/dm³), CTC: capacidade de troca catiônica (mol_c/dm³), Ac. Pot.: acidez potencial (mol_c/dm³), K: potássio (mol_c/dm³), Mg: magnésio (mol_c/dm³), M.O.: matéria orgânica (g/dcm³), S.bases: soma de bases (mol_c/dm³), Sat. Bases: saturação por bases no solo (%), Estoque C: estoque de carbono (ton/há⁻¹). DP: desvio padrão, CV: coeficiente de variação; Min.: valor mínimo, Max: valor máximo, Assime: assimetria e Curt: curtose.

Tabela 3 - Valores das variáveis e propriedades do solo, por talhões, nas profundidades de 00 – 10 cm, 10 - 20 cm e 20 - 30 cm

Talhões	58 <i>Pinus</i>	49 <i>Pinus</i>	46 <i>Eucalyptus</i>	41 <i>Cerradão</i>	CD1 <i>Cerradão</i>	CD2 <i>Cerradão</i>	25 <i>Pinus</i>	24euc. <i>Eucalyptus</i>
Variáveis do solo	Camada 00-10 cm							
Ca - mol _c /dm ³	3,0	3,0	2,0	1,0	4,0	7,0	3,0	4,0
CTC mol _c /dm ³	75,85	139,60	76,40	86,60	45,70	45,10	66,15	93,8
Acidez Pot. mol _c /dm ³	72,0	135,0	72,0	52,5	38,0	34,0	62,0	34,0
K - mol _c /dm ³	0,35	0,9	0,8	0,2	1,6	0,8	0,75	0,4
Mg - mol _c /dm ³	1,0	1,0	2,0	1,0	2,0	3,0	1,5	1,0
Matéria Org. g/dcm ³	29,0	36,0	38,0	25,0	22,0	19,0	26,0	41,0
P – g/dcm ³	4,0	10,3	6,0	3,0	7,0	9,0	3,0	2,0
pH soluçãoCaCl ₂	3,85	3,40	3,70	3,70	4,10	3,95	3,85	3,40
Soma bases mol _c /dm ³	76,3	139,6	76,4	86,6	45,7	45,1	66,15	93,8
Sat Bases %	5,5	4,0	6,0	2,0	17,0	24,0	6,0	6,0
Estoque C ton/ha ⁻¹	17,00	26,73	21,73	12,96	12,80	11,29	16,80	19,80
Variáveis do solo	Camada 10-20 cm							
Ca - mol _c /dm ³	2,0	1,0	1,0	1,0	2,1	2,0	1,0	2,0
CTC mol _c /dm ³	59,4	59,4	54,7	53,4	38,5	37,8	39,5	100,4
Acidez Pot. mol _c /dm ³	52,0	58,0	52,0	52,0	34,0	34,0	38,0	34,0
K - mol _c /dm ³	0,5	0,4	0,5	0,2	1,2	0,5	0,4	0,2
Mg - mol _c /dm ³	1,0	<1,0	1,0	<1,0	1,0	1,0	<1,0	<1,0
Matéria Org. g/dcm ³	20,0	18,0	20,0	21,0	14,0	12,0	15,0	34,0
P – g/dcm ³	3,0	3,2	3,0	2,0	2,0	6,0	2,0	2,0
pH soluçãoCaCl ₂	4,0	3,8	3,8	3,9	4,0	4,0	4,0	3,5
Soma bases mol _c /dm ³	55,7	59,5	54,7	53,4	38,5	37,8	39,5	100,4
Sat Bases %	6,0	2,0	5,0	2,0	11,0	9,0	4,0	2,0
Estoque C ton/ha ⁻¹	9,77	12,83	18,54	8,64	10,43	8,32	9,95	8,26
Variáveis do solo	Camada 20-30 cm							
Ca - mol _c /dm ³	2,8	4,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0
CTC mol _c /dm ³	49,65	60,50	40,50	39,90	33,50	34,30	34,35	72,8
Acidez Pot. mol _c /dm ³	47,0	52,0	38,0	38,5	31,0	31,0	33,0	31,0
K - mol _c /dm ³	0,4	2,3	0,4	0,3	0,7	0,5	0,4	0,2
Mg - mol _c /dm ³	<1,0	2,0	1,0	<1,0	1,0	1,0	<1,0	<1,0
Matéria Org. g/dcm ³	13,0	16,0	14,0	13,0	12,0	10,0	11,0	17,0
P – g/dcm ³	3,0	2,0	2,0	1,5	3,0	4,0	1,0	1,0
pH soluçãoCaCl ₂	3,99	4,0	3,9	3,76	4,0	3,97	3,9	3,7
Soma bases mol _c /dm ³	49,65	60,50	40,50	39,90	33,50	34,30	34,35	72,80
Sat Bases %	4,5	14,0	6,0	3,5	8,0	10,0	4,5	2,0
Estoque C ton/ha ⁻¹	11,57	12,32	11,62	6,30	8,41	6,85	8,85	6,85

Ca: cálcio (mol_c/dm³), CTC: capacidade de troca catiônica (mol_c/dm³), Ac. Pot.: acidez potencial (mol_c/dm³), K: potássio (mol_c/dm³), Mg: magnésio (mol_c/dm³), M.O.: matéria orgânica (g/dcm³), S.bases: soma de bases (mol_c/dm³), Sat. Bases: saturação por bases no solo (%), Estoque C: estoque de carbono (ton/ha⁻¹). DP: desvio padrão, CV: coeficiente de variação; Min.: valor mínimo, Max: valor máximo, Assime: assimetria e Curt: curtose.

Pela análise da Tabela 2 em todas as profundidades, os teores de Cálcio (Ca) situaram-se entre 1,0 e 7,0 mmol/dm³, portanto são classificados como baixos e médios de acordo com as classes definidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) (entre 0,0 e 3,0 é baixo; entre 4,0 e 7,0 é médio e acima de 7,0 é alto).

Os teores possuem tendência de redução com a profundidade, exceto no talhão 49, onde o maior teor é encontrado na profundidade 20 – 30 cm (Figura 5 e Tabela 3)

Pela análise geral pode-se inferir que na camada 00 – 20 cm o Cerradão e *Eucalyptus* apresentam teores médios (entre 4,0 e 7,0, exceto no talhão 41, onde o teor é de 1,0 mmol/dm³), enquanto que nos ambientes com *Pinus* os teores são inferiores (baixos).

Segundo Lopes (1983) dentro do bioma Cerrado os Latossolos (neste estudo Latossolos Vermelho Amarelo) normalmente apresentam baixa disponibilidade de cálcio. O cálcio por tratar-se de um elemento catiônico apresenta as maiores concentrações nas camadas superficiais do solo, diminuindo com o aumento da profundidade (SIQUEIRA NETO, 2006). Neste estudo, essa tendência de maiores concentrações nas camadas superficiais do solo, só é verificada considerando o conjunto das camadas, de 00 até 20 cm de profundidade, que somadas são superiores a camada 20 – 30 cm.

Nessa análise verifica-se que o teor de cálcio médio, comparativo entre as camadas, ficou em aproximadamente 51,1%, 22,7 % e 26,2 % nas camadas 00 - 10 cm; 10 - 20 cm e 20 - 30 cm, respectivamente.

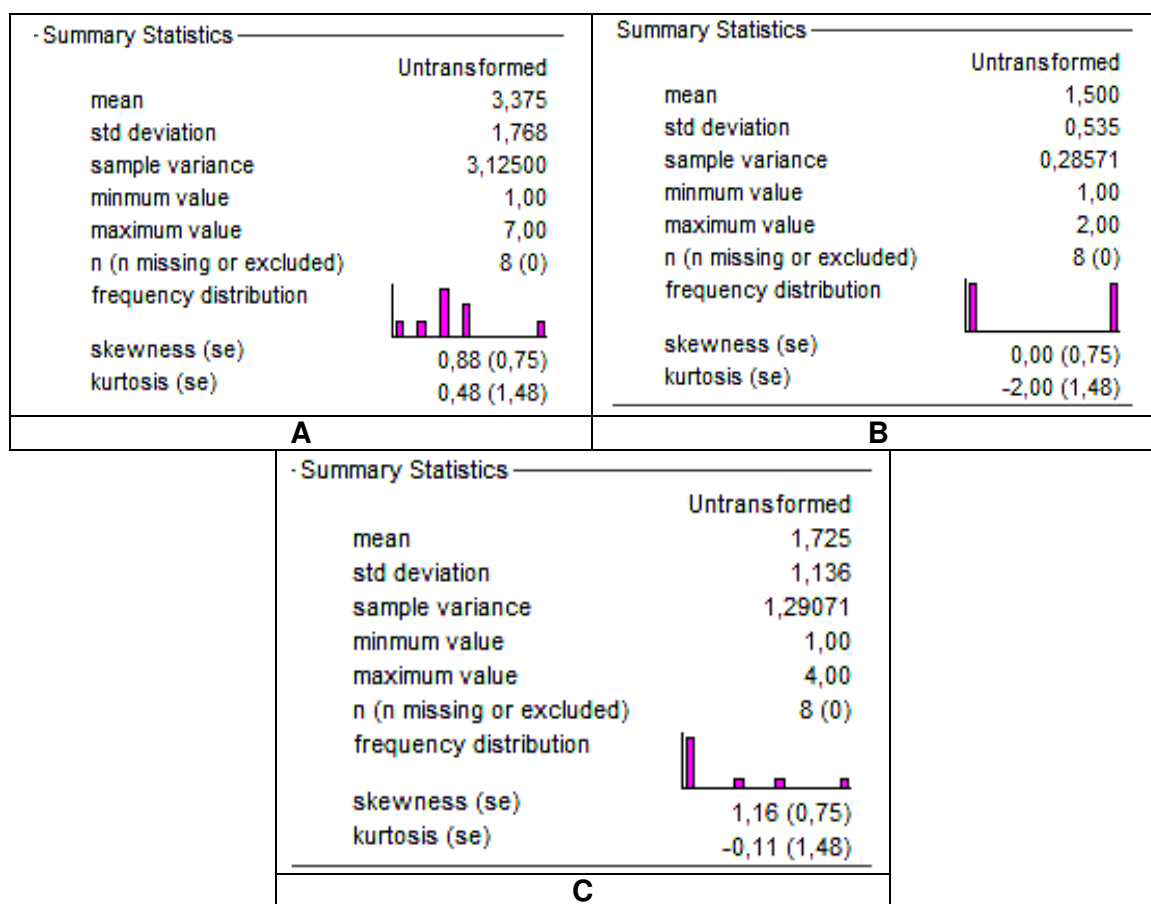


Figura 5 - Análise estatística das amostras de Cálcio ($\text{mmol}_e/\text{dm}^3$) por profundidade, camadas 00-10 cm (A); camadas 10-20 cm (B); camadas 20-30 cm (C)

No caso do magnésio (Mg), de acordo com Siqueira Neto (2006), a dinâmica desse elemento no solo é semelhante a do cálcio por se tratar também de um íon bivalente.

Pela análise da Tabela 2 e Figura 6, em todas as profundidades, os teores de magnésio, situaram-se entre 1,0 e 3,0 $\text{mmol}_e/\text{dm}^3$, classificados como baixos (classes definidas pelo IAC, onde entre 0,0 e 3,0 é baixo).

Nos oito ambientes estudados não existe uma variação significativa nos teores de magnésio, pois em todos os ambientes os índices são baixos, notando-se apenas que em alguns ambientes de vegetação de Cerradão e *eucalyptus* esses teores são ligeiramente superiores (CD1, CD2 e Talhão 46) (Tabela 3).

Nos oito ambientes, na camada 10 – 20 cm, os teores de magnésio foram iguais ou inferiores a 1 unidade (Tabela 3), não respondendo com valores estatísticos na camada , Figura 5 B.

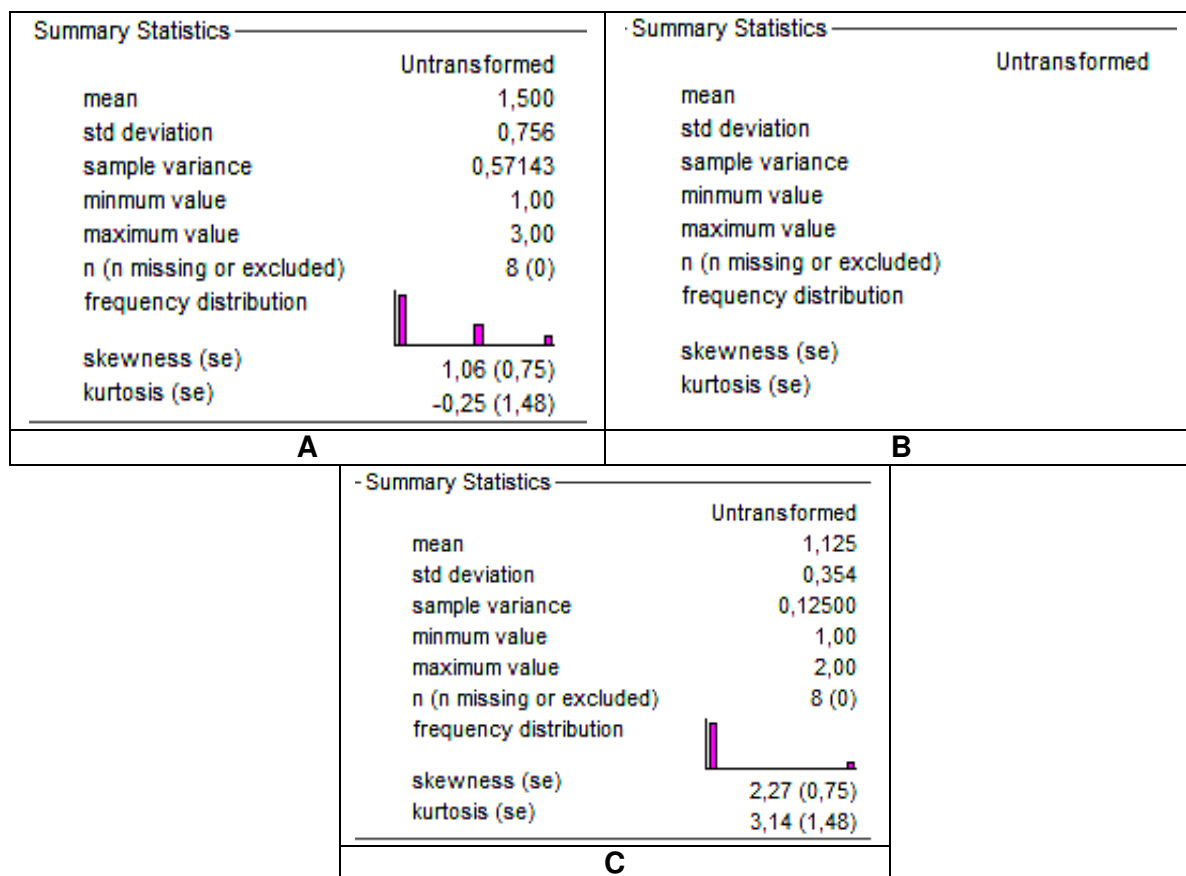


Figura 6 - Análise estatística das amostras de Magnésio ($\text{mmol}_e/\text{dm}^3$) por profundidade, camadas 00 – 10 cm (A); camadas 10 - 20 cm (B); camadas 20 – 30 cm (C)

De acordo com Siqueira Neto (2006), a soma das bases representa a quantidade de bases trocáveis (nutrientes catiônicos) que um determinado solo possui. Por sua vez a CTC corresponde à quantidade de cargas presentes no solo, que pode ou não estar ocupada por nutrientes, enquanto que a saturação por bases consiste na razão entre a soma de bases trocáveis (SB) pela capacidade de troca de cátions a pH 7 (CTC), com os resultados expressos em percentagem. A Saturação por bases consiste no somatório dos teores de Ca, Mg, K e Na trocáveis, todos em $\text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$.

Pela análise da Tabela 2, observa-se que a soma das bases apresenta os valores mais elevados nas camadas superficiais, diminuindo com a profundidade, exceto no talhão 49 de *Pinus* (Tabela 3). No talhão nº 41 o mais antigo talhão de vegetação nativa de Cerradão os valores nas 03 camadas são os menores, média de 1,37 (Tabela 3 e Figura 7)

Nessa análise verifica-se que a porcentagem do conteúdo médio, comparativo entre as camadas, ficou em aproximadamente 44,8%, 30,6 % e 25,38 % nas camadas 00 - 10 cm; 10 - 20 cm e 20 - 30 cm, respectivamente.

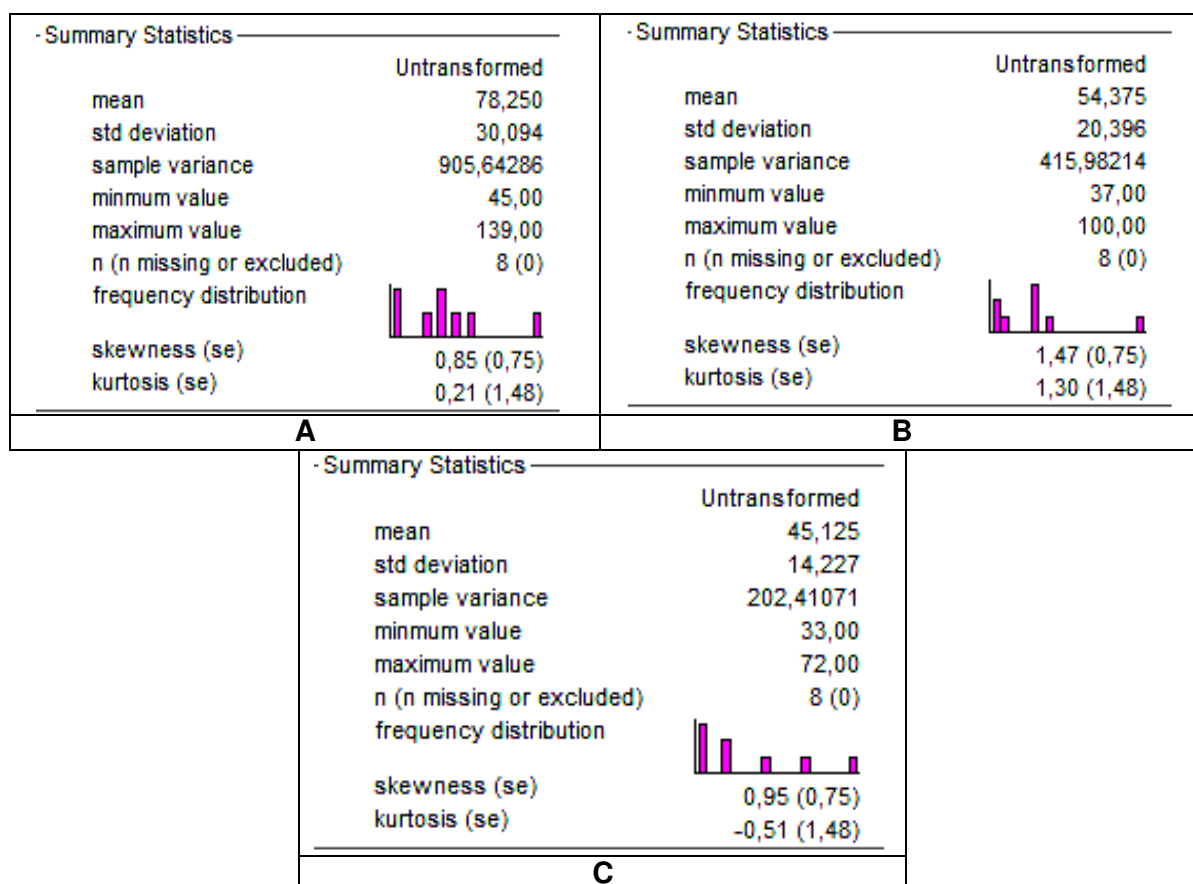


Figura 7 - Análise estatística da soma das bases (mmol/dm^3) por profundidade, camadas 00 – 10 cm (A); camadas 10 – 20 cm (B); camadas 20 – 30 cm (C)

Relativo à CTC os índices em todas as profundidades situaram-se entre 33,5 e 139,6 mmol/dm^3 , com forte tendência de redução com a profundidade (Tabela 2 e Figura 8). Fica evidente que os maiores índices estão na primeira camada, exceto no talhão 24, onde o maior índice está na camada 10 – 20 cm. Não há uma clara distinção entre os três ambientes, pois tanto a vegetação do Cerradão como do *Eucalyptus* e do *Pinus* possuem valores maiores e menores uns aos outros, principalmente nas duas primeiras camadas (00 - 10 e 10 – 20 cm) (Tabela 3).

Nessa análise verifica-se que a porcentagem do conteúdo de CTC médio, comparativo entre as camadas, ficou em aproximadamente 43,8%, 30,48 % e 25,72 % nas camadas 00 - 10 cm; 10 - 20 cm e 20 - 30 cm, respectivamente.

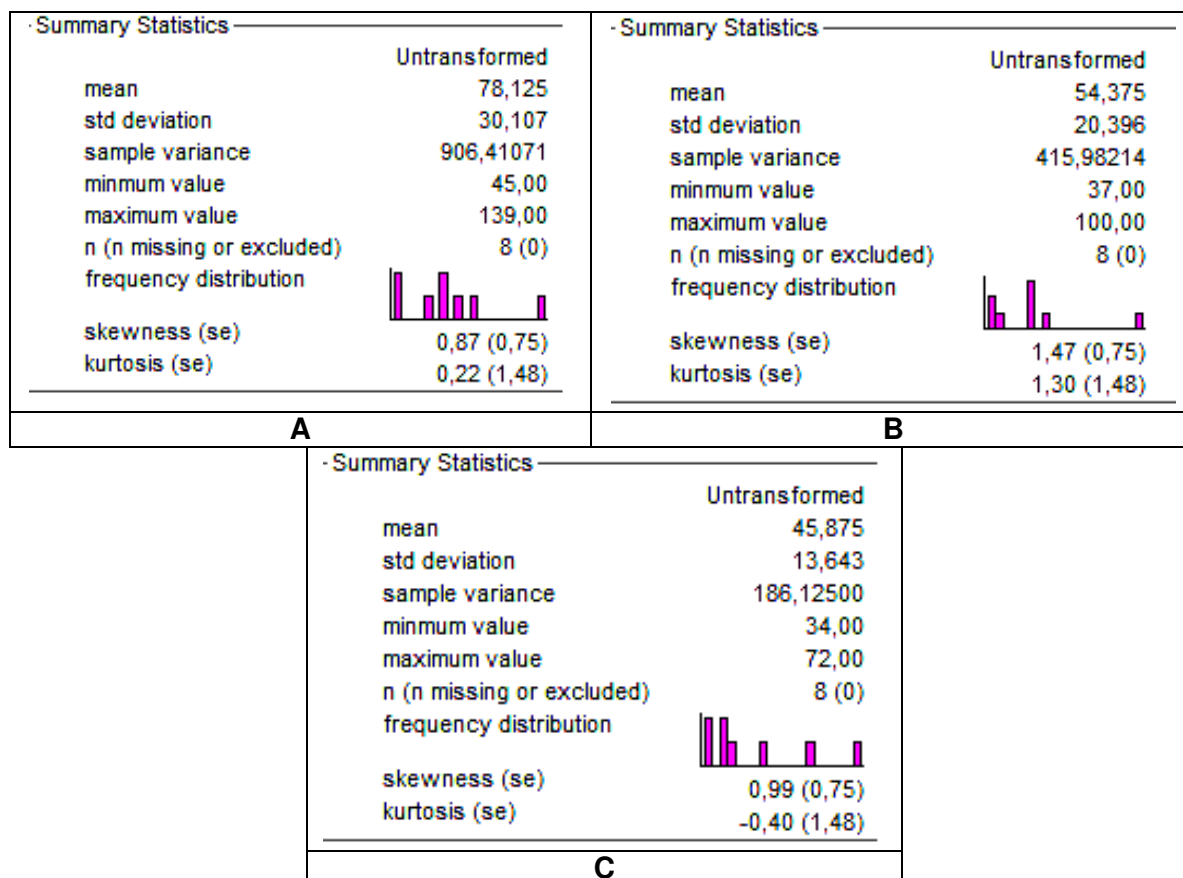


Figura 8 - Análise estatística do CTC por profundidade, camadas 00 – 10 cm (A); camadas 10 - 20 cm (B); camadas 20 – 30 cm (C)

A saturação por bases em ambientes de Cerrado com latossolos, normalmente apresenta valores abaixo de 50%, em função da deficiência natural dos materiais de origem e alto grau de intemperismo (REATTO et al., 1998).

Pela análise da Tabela 2 e Figura 9, em todas as profundidades, os teores situaram-se entre 2,0 e 24,0 mmol/dm³, classificados como muito baixos (classes definidas pelo Instituto Agronômico de Campinas, onde entre 0 e 25% é muito baixo). Fica evidente, também que não existe uma clara distinção entre os três ambientes em estudo, pois tanto a vegetação do Cerradão como do *eucalyptus* e do *Pinus* possuem valores maiores e menores uns aos outros, em todas as camadas (Tabela 3).

Nessa análise verifica-se que o percentual da saturação por bases é médio. No comparativo entre as camadas, ficou em aproximadamente 43,35%, 25,15 % e 31,28% nas camadas 00 - 10 cm; 10 - 20 cm e 20 - 30 cm, respectivamente.

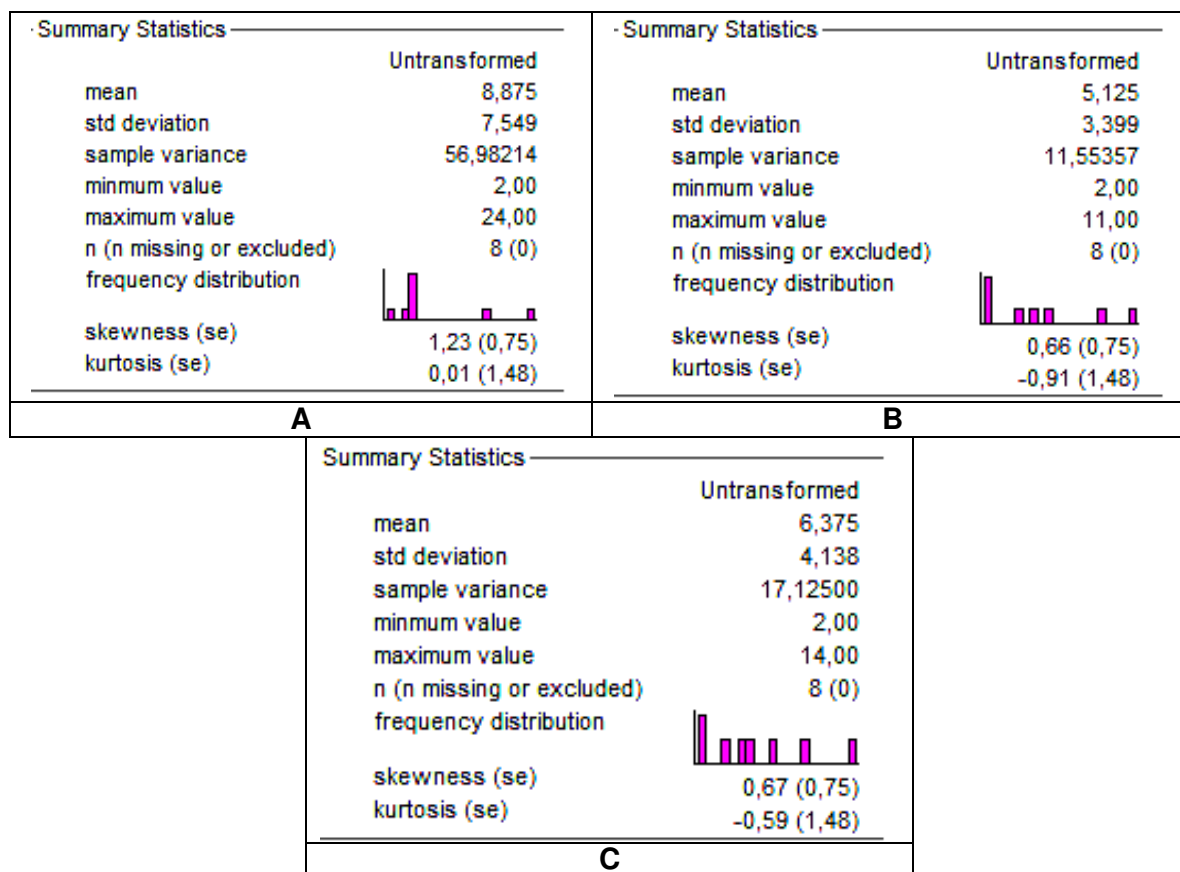


Figura 9 - Análise estatística da saturação por bases (%) por profundidade, camadas 00 – 10 cm (A); camadas 10 - 20 cm (B); camadas 20 – 30 cm (C)

Pela análise do pH, embasado na classificação adotada, é muito alto, (IAC, onde o pH solução de CaCl_2 , abaixo de 4,3 é muito alta) a variável pH é muito alta em todos os ambientes estudados, que são as florestas de *Pinus* e *eucalyptus*, plantadas em ambiente de vegetação original de Cerradão e na própria vegetação nativa de Cerradão remanescente (Tabela 3).

O pH do solo é a variável que indica a quantidade de íon H^+ livre na solução do solo. A Tabela 2 e a Figura 10 apresenta os valores estatísticos gerais da variável pH encontrados nos resultados das áreas amostradas.

Os valores do pH CaCl_2 , na vegetação nativa de Cerradão (Tabela 3), encontrados neste estudo (entre 3,70 e 4,10) são condizentes aos encontrados no estudo de Siqueira Neto (2006), na vegetação de Cerradão (pH – KCl).

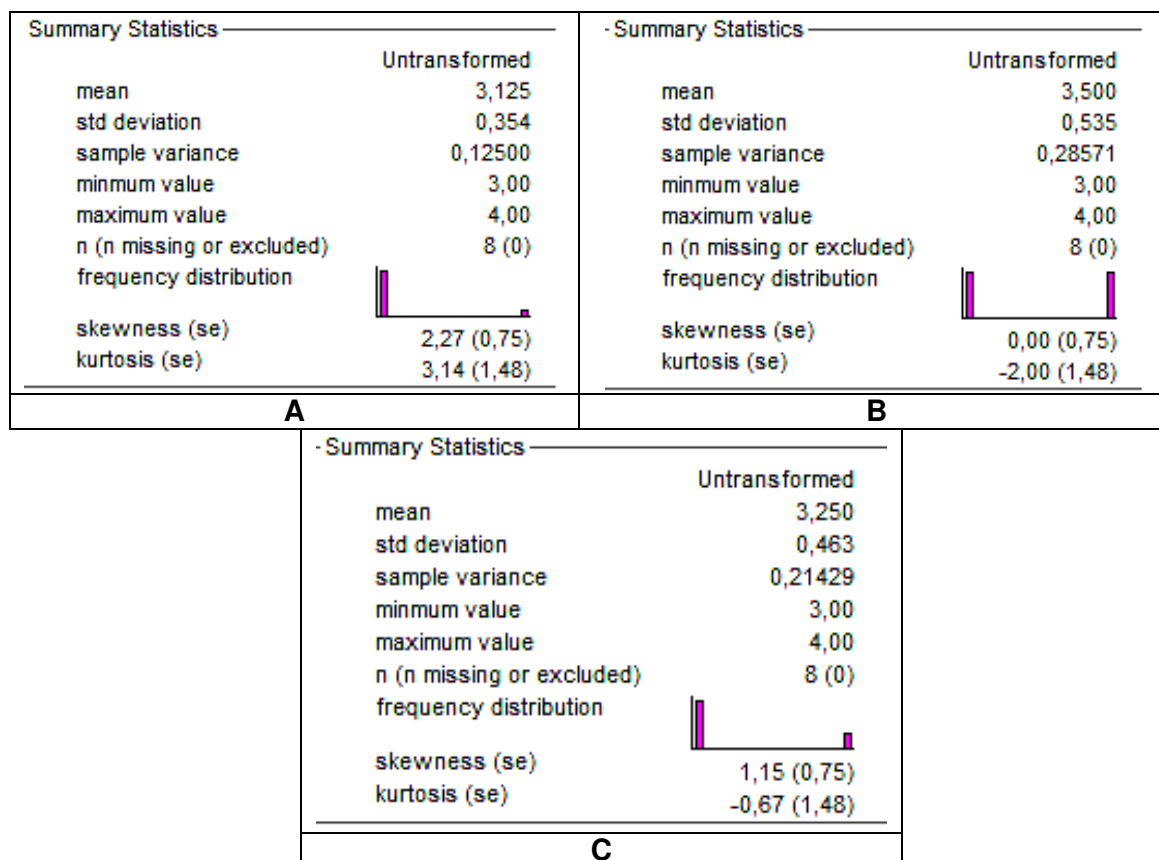


Figura 10 - Análise estatística dos valores de pH por profundidade, camadas 00 - 10 cm (A); camadas 10 - 20 cm (B); camadas 20 - 30 cm (C)

O Fósforo (P) disponível no solo é um elemento de baixa mobilidade, sendo sua disponibilidade altamente influenciada pelo pH e a matéria orgânica. Na análise da Figura 11 e Tabela 2, verifica-se que os valores estão situados entre 1,0 e 10,0 mg/dm⁻³ (pela classificação do IAC, em florestas, os índices entre 0,0 e 2,0 são muito baixos; entre 3,0 e 5,0, baixos e entre 6,0 e 10,0 são médios). Nesta análise, pode-se observar que não existe uma significativa diferenciação entre os ambientes de *Pinus*, *eucalyptus* e Cerradão nativo (Tabela 3). Por outro lado, evidencia-se a diminuição em seus teores com a profundidade, compatíveis com a realidade dessa propriedade, encontrada por Siqueira Neto (2006), em ambientes de Cerradão.

Nessa análise verifica-se que o teor de fósforo médio, comparativo entre as camadas, ficou em aproximadamente 52,24%, 27,40 % e 20,24 % nas camadas 00 - 10 cm; 10 - 20 cm e 20 - 30 cm, respectivamente.

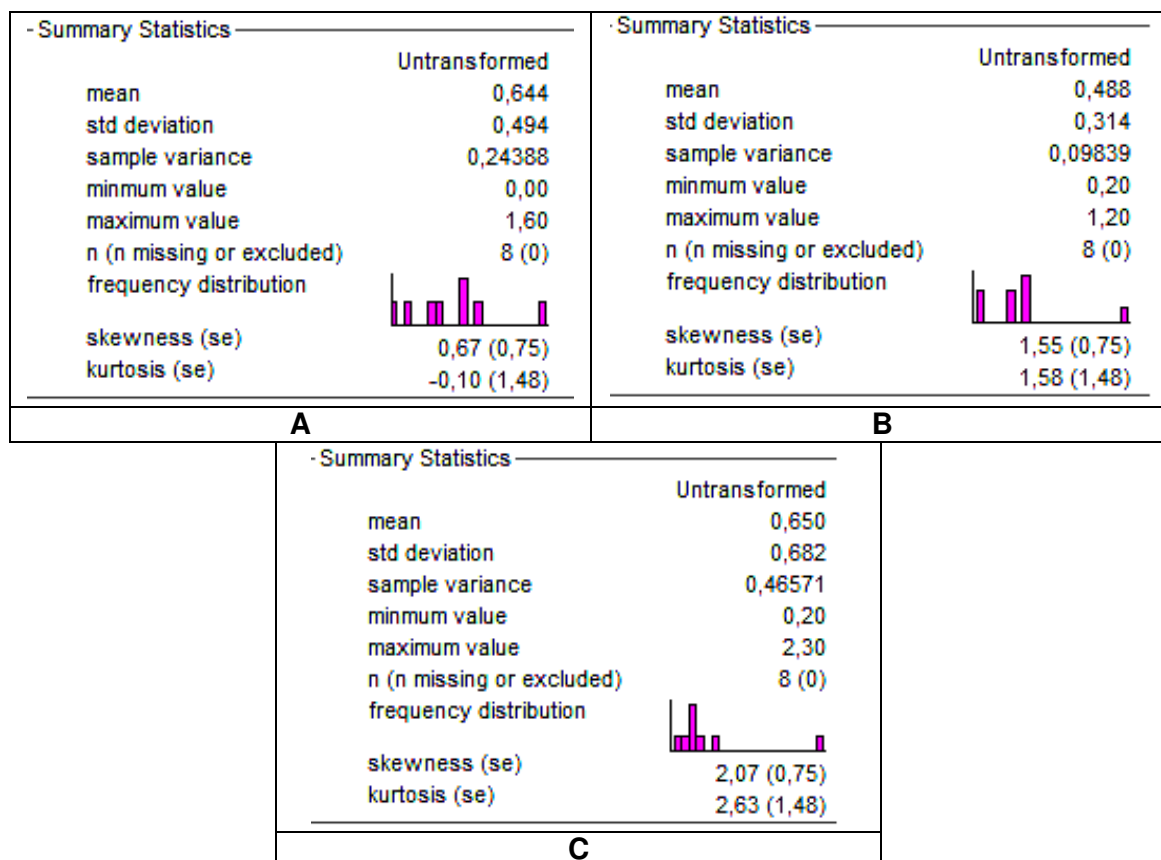


Figura 11 - Análise estatística do teor de fósforo ($\text{mmol}_e/\text{dm}^3$) por profundidade, camadas 00 – 10 cm (A); camadas 10 – 20 cm (B); camadas 20 – 30 cm (C)

O potássio (K) possui uma elevada ciclagem no sistema solo planta, e nos latossolos brasileiros normalmente não se verificam condições de deficiência (SIQUEIRA NETO, 2006). Pela análise da Figura 12 e Tabela 2, os índices registrados ficaram entre 0,0 e 2,3 $\text{mmol}_e/\text{dm}^3$ (pela classificação do IAC, os índices de potássio entre 0,0 e 0,7 são muito baixos; entre 0,8 e 1,5, baixos e entre 1,6 e 3,0 são médios). Nesta análise, pode-se observar que não existe uma significativa diferenciação entre os ambientes de *Pinus*, *eucalyptus* e Cerradão nativo (Tabela 3). Por outro lado, não fica evidenciada a diminuição em seus teores com a profundidade. Não sendo compatível com a realidade dessa propriedade, encontrada por Siqueira Neto (2006), em ambientes de Cerradão.

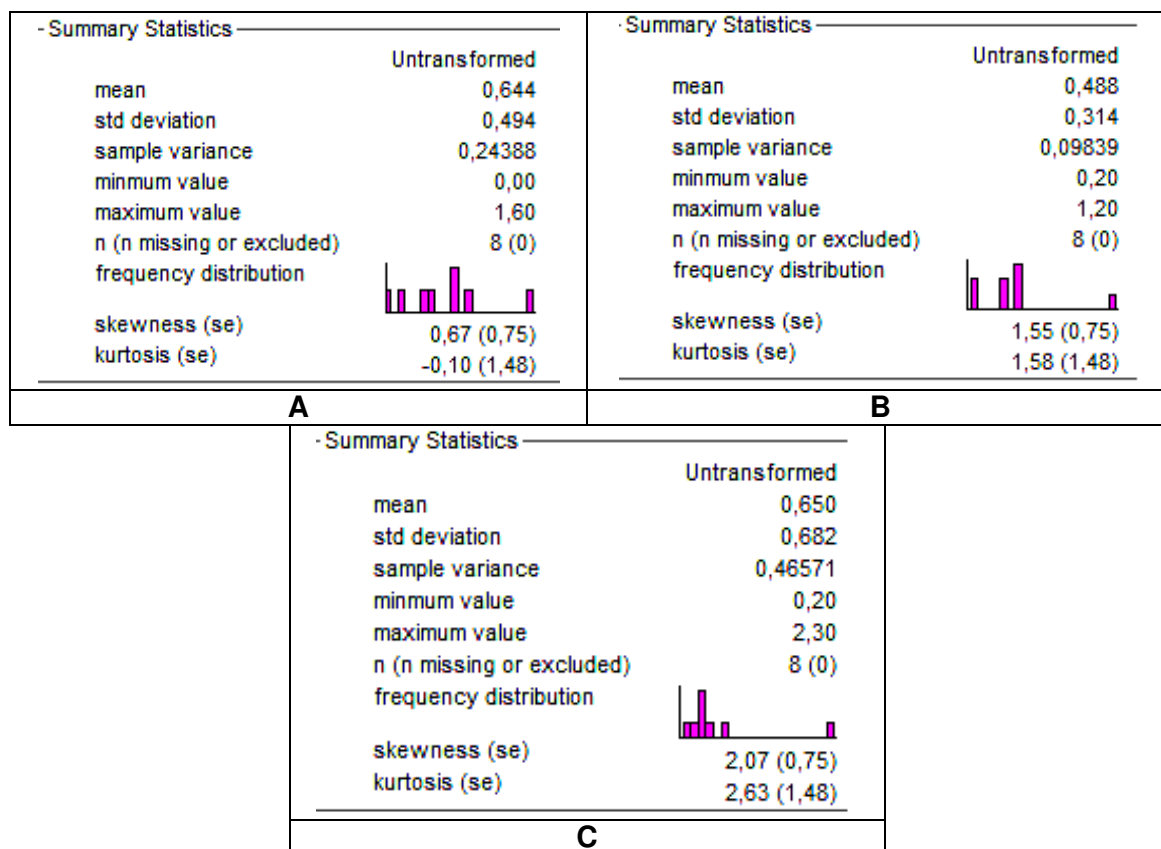


Figura 12 - Análise estatística das amostras de Potássio (mmol/dm^3) por profundidade, camadas 00 – 10 cm (A); camadas 10 – 20 cm (B); camadas 20 – 30 cm (C)

Pela análise da Figura 13 e Tabela 2, verifica-se que a acidez potencial ($\text{H}+\text{Al}$), variou entre 31 e 135 mmol/dm^3 , sendo que nas camadas 00 – 20 cm os teores dos ambientes de *Pinus* e *eucalyptus* foram superiores aos teores dos ambientes de Cerrado (Tabela 3).

Segundo Raij (1991), em solos ácidos, como os encontrados neste estudo, é comum a dissolução do alumínio dos minerais do solo, que juntamente com o hidrogênio passa a ser um componente de acidez potencial.

Um aspecto que merece destaque é que na bibliografia estudada, por exemplo, Siqueira Neto (2006) relata que os teores de $\text{H}+\text{Al}$ foram superiores na vegetação nativa de Cerradão, comparada as áreas de cultivo (pastagens e plantios), devido, aos resíduos culturais e calagem, diferentemente do que ocorreu nos ambientes de *eucalyptus* e *Pinus* do presente estudo, quando comparados aos ambientes de vegetação nativa do Cerradão.

Nesta análise verifica-se que o percentual de teor de acidez potencial médio, comparativo entre as camadas, ficou em aproximadamente 45,8, 29,6, e 24,6% nas camadas 00 - 10 cm, 10 – 20 cm e 20 – 30 cm, respectivamente.

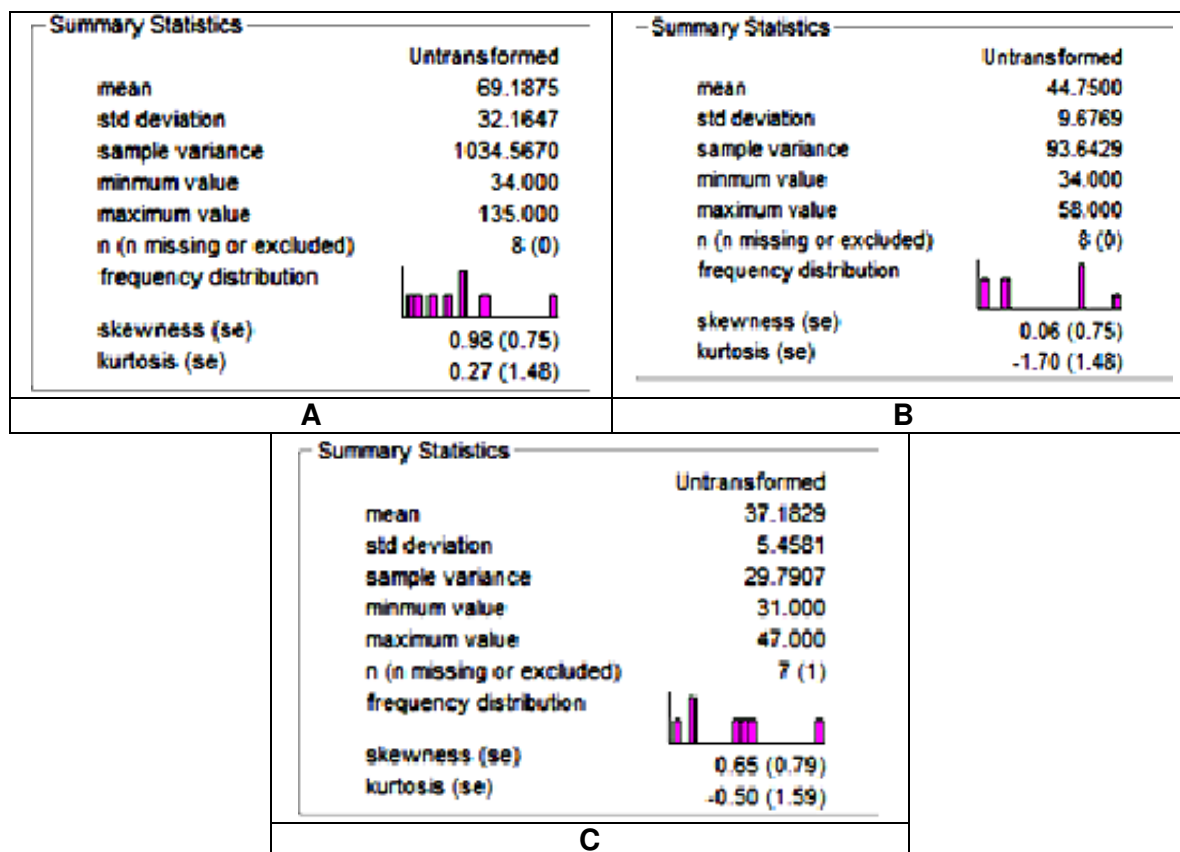


Figura 13 - Análise estatística da acidez potencial por profundidade, camadas 00 -10 cm (A); camadas 10 – 20 cm (B); camadas 20 – 30 cm (C)

A análise da Figura 14 e Tabela 2 permite verificar que o carbono (matéria orgânica), variou entre 10,00 e 41,18 g/dm³, decrescendo com a profundidade. Os teores do carbono nos ambientes de *Eucalyptus* foram superiores aos demais, nas duas primeiras profundidades, na última profundidade (20 – 30 cm), o montante de matéria orgânica, praticamente não se diferencia, em nenhum ambiente. Somando-se os montantes nas três camadas, têm-se montantes médios de 82,00, 54,00 e 43,05 g/dm³, nos ambientes de *eucalyptus*, *Pinus* e Cerradão, respectivamente (Tabela 3).

Nessa análise verifica-se que o teor de matéria orgânica médio, comparativo entre as camadas, ficou em aproximadamente 47,68%, 28,94 % e 20,24 % nas camadas 00 - 10 cm; 10 - 20 cm e 20 - 30 cm, respectivamente.

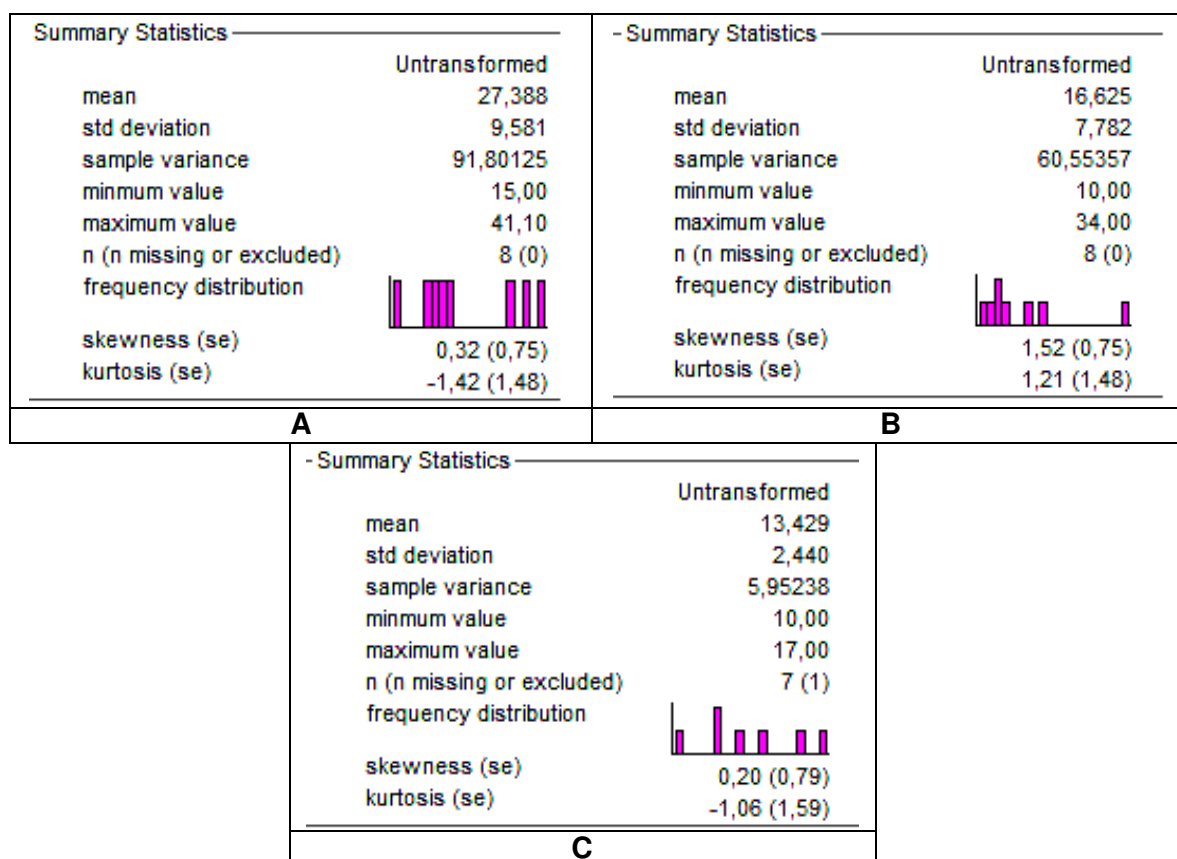


Figura 14 - Análise estatística do teor de matéria orgânica (g/dm^3) por profundidade, camadas 00 – 10 cm (A); camadas 10 - 20 cm (B); camadas 20 – 30 cm (C)

Em relação aos estoques de carbono ($\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1}$), pela análise da Figura 15 e Tabela 2, verifica-se que o estoque de carbono variou entre 6,30 e 26,73 $\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1}$, decrescendo com a profundidade, como esperado. Na primeira camada 00 – 10 cm, o ambiente com a vegetação do *Pinus* apresenta os maiores valores, seguida do *Eucalyptus* e por último o ambiente do Cerradão apresenta os menores montantes. Somando-se os montantes dos estoques de carbono nas três camadas, têm-se montantes médios de 15,05, 13,90 e 9,50 $\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1}$, nos ambientes de *Eucalyptus*, *Pinus* e Cerradão, respectivamente (Tabela 3).

Nessa análise verifica-se que o estoque de carbono médio, comparativo entre as camadas, ficou em aproximadamente 47,01%, 27,94 % e 25,05 % nas camadas 00 - 10 cm; 10 - 20 cm e 20 - 30 cm, respectivamente.

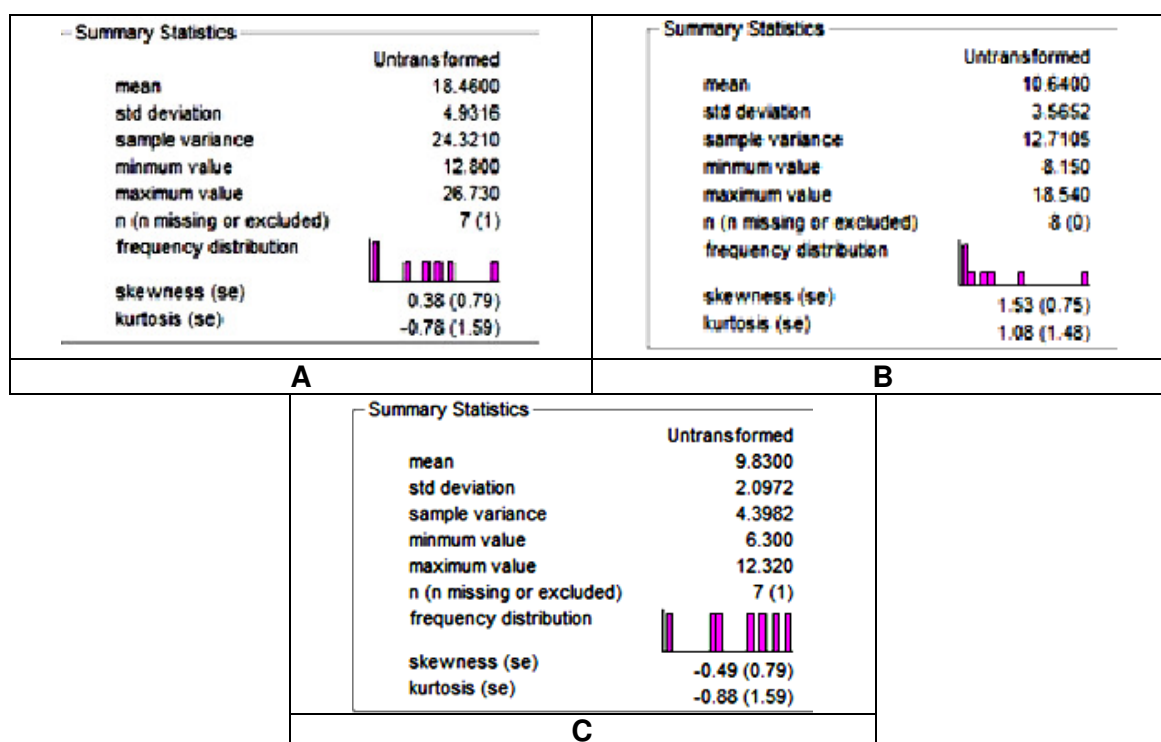


Figura 15 - Análise estatística do estoque de carbono ($\text{mmol}_c/\text{dm}^3$) por profundidade, camadas 00 – 10 cm (A); camadas 10 - 20 cm (B); camadas 20 - 30 cm (C)

6.2.2. Distribuição espacial do Estoque de Carbono no solo

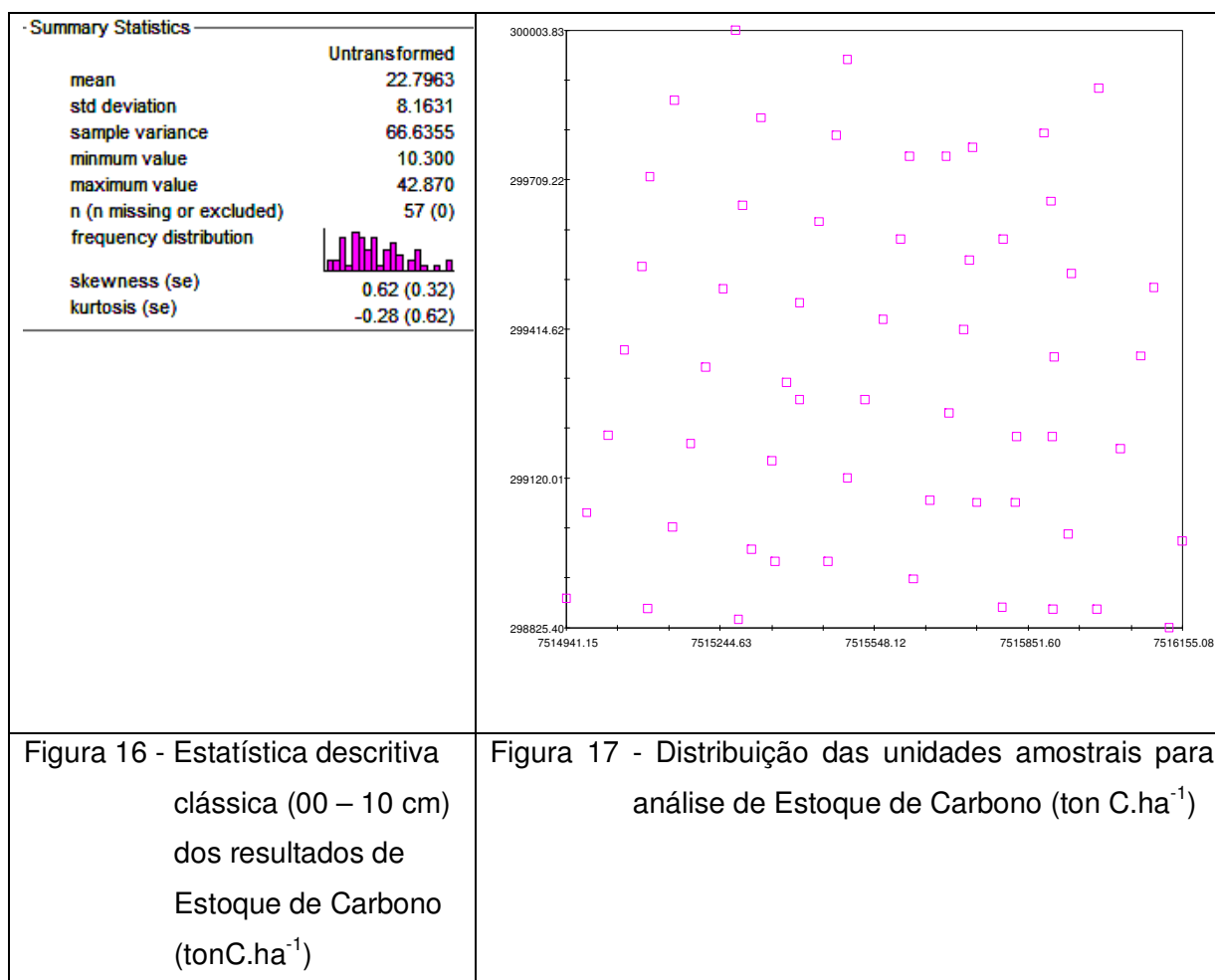
Os resultados das análises dos estoques de carbono no solo de 171 amostras de solo, em profundidades 00 - 10, 10 - 20 e 20 – 30 cm, foram avaliados em relação a distribuição espacial e analisados e discutidos em relação ao histórico do uso da terra, densidade e teores de carbono em profundidade.

Profundidade entre 00 – 10 cm

Na profundidade 00 – 10 cm, a média do estoque de carbono foi de $22,8 \text{ ton C}\cdot\text{ha}^{-1}$, sendo o maior valor de $42,9 \text{ ton C}\cdot\text{ha}^{-1}$ e o menor valor de $10,3 \text{ ton C}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Figura 16). A Figura 17 apresenta a distribuição espacial dos pontos de coleta na área de estudo.

O maior resultado de estoque de carbono foi encontrado no talhão 22, com uma história de uso da terra começando como Cerradão nativo, seguido de plantio de *Eucalyptus citriodora* (sem data específica) até sua substituição, com o plantio de *Pinus caribea caribea* em 1969. Neste talhão a densidade calculada e o teor de carbono obtido nesta profundidade foram $1,25 \text{ g}/\text{cm}^3$ e 3,43%, respectivamente.

O menor resultado foi encontrado no talhão 30, com uma história de uso da terra começando com Cerradão nativo com plantio de *Hymenaea courbaril* (jatobá), mas permanecendo como Cerradão e jatobá por toda a sua história. Neste talhão e nesta profundidade a densidade calculada e o teor de carbono obtido foi 1,01 g/cm³ e 1,02 %, respectivamente.

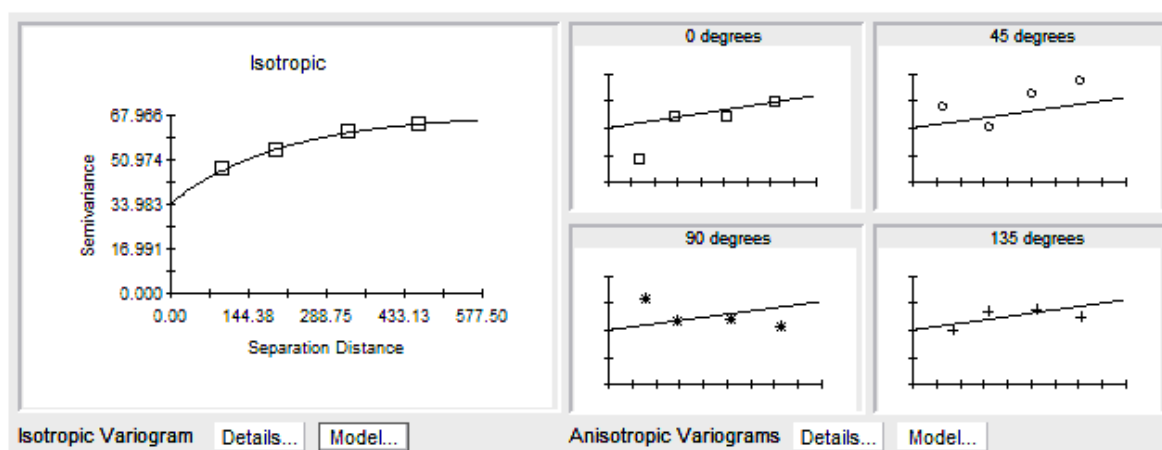


A análise semivariográfica foi realizada utilizando-se os dados totais, para cada profundidade. Verificou-se, em um primeiro momento que a variabilidade espacial dos estoques de carbono no solo da área estudada possui características isotrópicas.

Especificamente na profundidade 00 - 10 cm, o modelo teórico composto por duas estruturas funcionais foi ajustado aos dados do semivariograma experimental, Figura 18. Pode-se observar que o modelo que melhor se ajusta é o exponencial, com efeito pepita (Co) de 34,2, patamar (C+Co) 68,42, alcance de 630 m, proporção de 50%, r^2 (coeficiente de regressão) 99,7 e RSS (soma reduzida dos quadrados) 0,605. (Quanto mais alto o r^2 e mais baixo a RSS, melhor o ajuste do modelo de semivariograma aos dados). Para a análise do grau de dependência espacial foi utilizada a classificação de Cambardella *et al.*

(1994), onde são considerados de forte dependência espacial os semivariogramas que têm efeito pepita $\leq 25\%$ do patamar; moderada quando entre 25% e 75%; e fraca quando $>75\%$.

Segundo Vieira (1997), quanto menor a proporção do efeito pepita para o patamar, maior será a semelhança entre os valores vizinhos e a continuidade do fenômeno e menor a variância da estimativa e, portanto, maior a confiança que se pode ter nas estimativas.



Model	Nugget Co	Sill Co + C	Range A0 or 3A0	Proportion C/(Co+C)	r2	RSS
<input type="radio"/> Spherical	11.600	60.150	176.00	0.807	0.692	56.49
<input checked="" type="radio"/> Exponential	34.200	68.420	630.00	0.500	0.997	0.605
<input type="radio"/> Linear	43.700	66.088	459.44	0.339	0.962	6.965
<input type="radio"/> Linear to sill	12.500	60.160	131.00	0.792	0.692	56.49
<input type="radio"/> Gaussian	12.300	60.350	11907.00	0.796	0.706	53.96

Figura 18 - Semivariograma dos dados de Estoque de Carbono (ton C. ha^{-1}) nas camadas de 00 – 10 cm

Considerando-se que as análises semivariográficas do estoque de carbono do solo para essa camada investigada apresentaram resultados robustos (validação cruzada - erro médio de 0,058 e raiz quadrada do erro médio de 0,240), foi realizada a interpolação por krigagem em blocos, que é uma técnica interpolativa de estimativa baseada em minimização da variância do erro, apresentada nas Figuras 19 e 20.

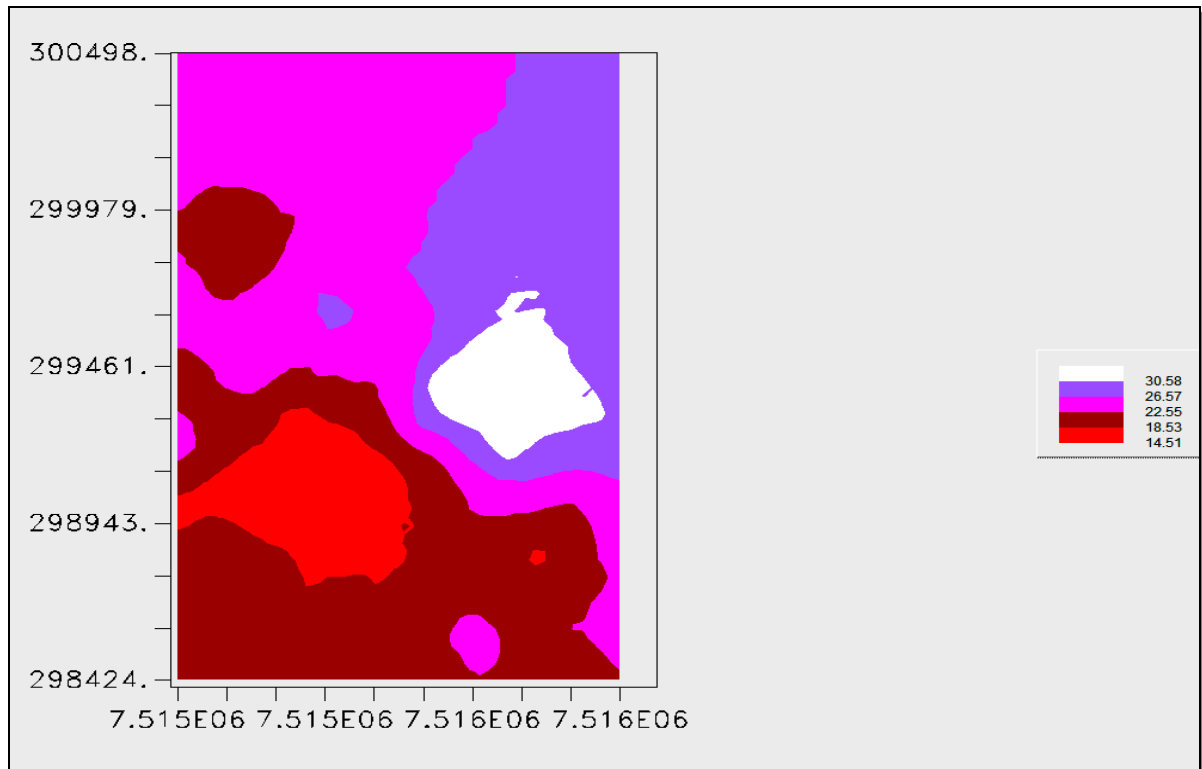


Figura 19 - Distribuição espacial dos teores de Estoque de Carbono (ton C. ha⁻¹) na profundidade de 00 - 10 cm na área de estudo

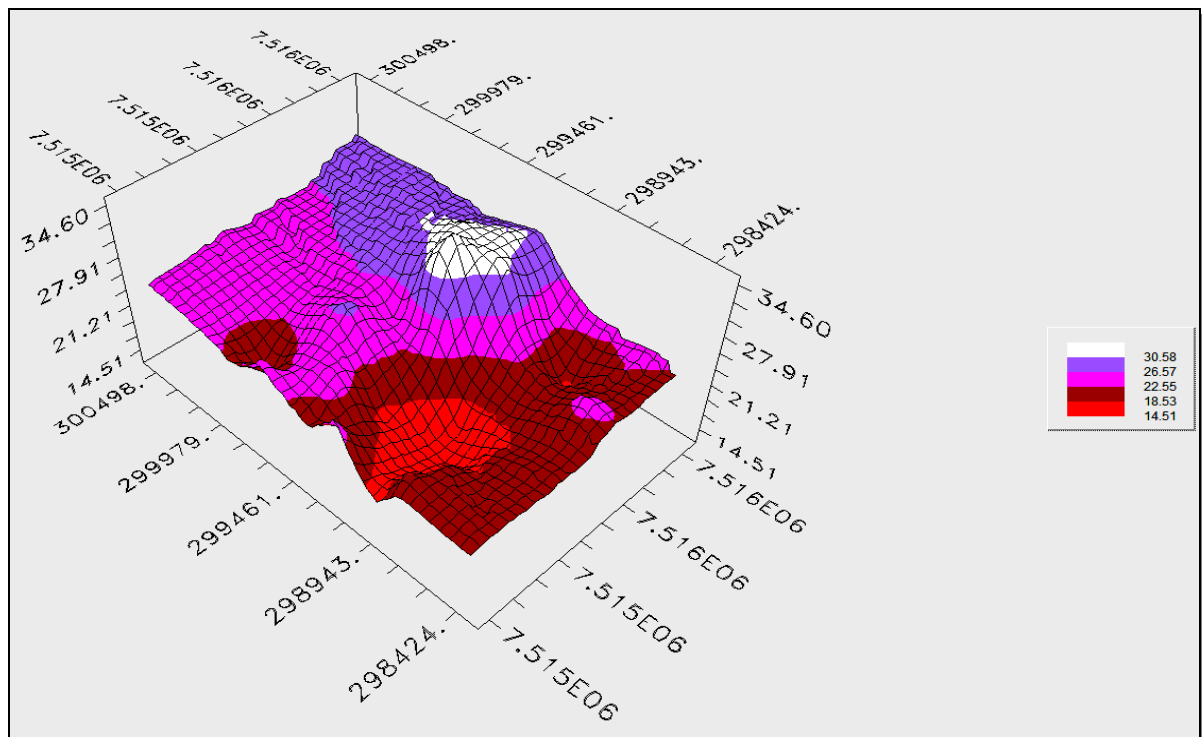


Figura 20 - Representação tridimensional dos teores de Estoque de Carbono (ton C. ha⁻¹) na profundidade de 00 - 10 cm na área de estudo

Profundidade entre 10 - 20 cm

A média do estoque de carbono calculado foi de 14,90 ton C.ha⁻¹, sendo o maior valor de 31,50 ton C.ha⁻¹ e o menor valor de 6,99 ton C.ha⁻¹ (Figura 21).

O maior resultado foi encontrado no talhão 26, com uma história de uso da terra começando com registro de plantio de no ano de 1928 de *Aleuritis fordii* (tungue), forrageiras e o experimento do Instituto Agrônômico de Campinas, com feijão (sem registro adequado). No ano de 1962 registra-se o plantio de *Pinus taeda*, que foi cortado raso em 2001. Nesse talhão e nessa profundidade, a densidade calculada e o teor de carbono obtido foram 1,60 g/cm³ e 1,97%, respectivamente.

O menor resultado foi encontrado no talhão 15, com uma história de uso da terra começando com Cerradão nativo passando ao plantio de *Mimosa scabrella* (bracatinga), no início da década de 1930, seguindo com o registro de pasto com plantio de forrageiras para o gado; aparece o registro de retirada das espécies do gênero *Acacia* em 1950. No segundo período registra-se o experimento com *Pinus oocarpa* em 1972 (existente até hoje). Neste talhão e nesta profundidade a densidade calculada e o teor de carbono obtido foram 1,58g/cm³ e 0,46%, respectivamente.


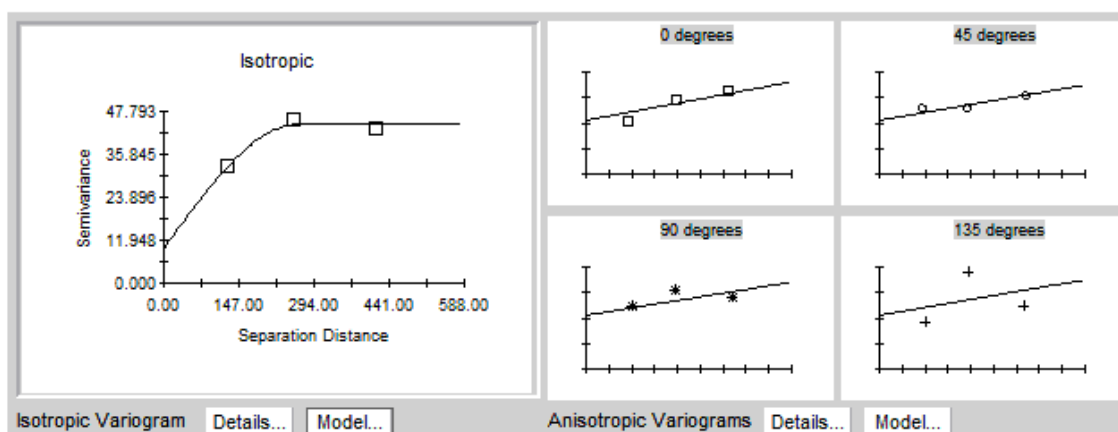
- Summary Statistics	
	Untransformed
mean	14.8834
std deviation	6.9127
sample variance	47.7859
minmum value	6.990
maximum value	31.000
n (n missing or excluded)	56 (1)
frequency distribution	
skewness (se)	1.03 (0.32)
kurtosis (se)	-0.17 (0.63)

Figura 21 - Estatística descritiva clássica (10 – 20 cm)

Especificamente na profundidade 10 - 20 cm, o modelo teórico composto por duas estruturas funcionais foi ajustado aos dados do semivariograma experimental, Figura 22. Pode-se observar que o modelo que melhor se ajusta é o esférico, com efeito, pepita (Co) de 9,6, patamar (C+Co) 44,16, alcance de 264 m, proporção de 78,3% (fraca dependência espacial, de acordo com CAMBARDELLA *et al.*, 1994), r² 96,4 e RSS 3,565.



Y Isotropic Variogram Model

Model	Nugget Co	Sill Co + C	Range A0 or 3A0	Proportion C/(Co+C)	r2	RSS
<input checked="" type="radio"/> Spherical	9.600	44.160	264.00	0.783	0.964	3.565
<input type="radio"/> Exponential	3.000	45.630	300.00	0.934	0.838	16.04
<input type="radio"/> Linear	30.740	45.548	416.08	0.325	0.510	47.34
<input type="radio"/> Linear to sill	9.700	44.230	194.00	0.781	0.965	3.338
<input type="radio"/> Gaussian	9.700	44.360	1908.00	0.781	0.952	4.646

Refit Cancel Apply Exit

Figura 22 - Semivariograma dos dados de Estoque de Carbono (ton C. ha^{-1}) nas camadas de 10 – 20 cm

Considerando-se que as análises semivariográficas do estoque de carbono do solo para essa camada investigada apresentaram resultados robustos (validação cruzada - erro médio de 0,057 e raiz quadrada do erro médio de 0,239), foi realizada a interpolação por krigagem em blocos. Os resultados estão apresentados nas Figuras 23 e 24.

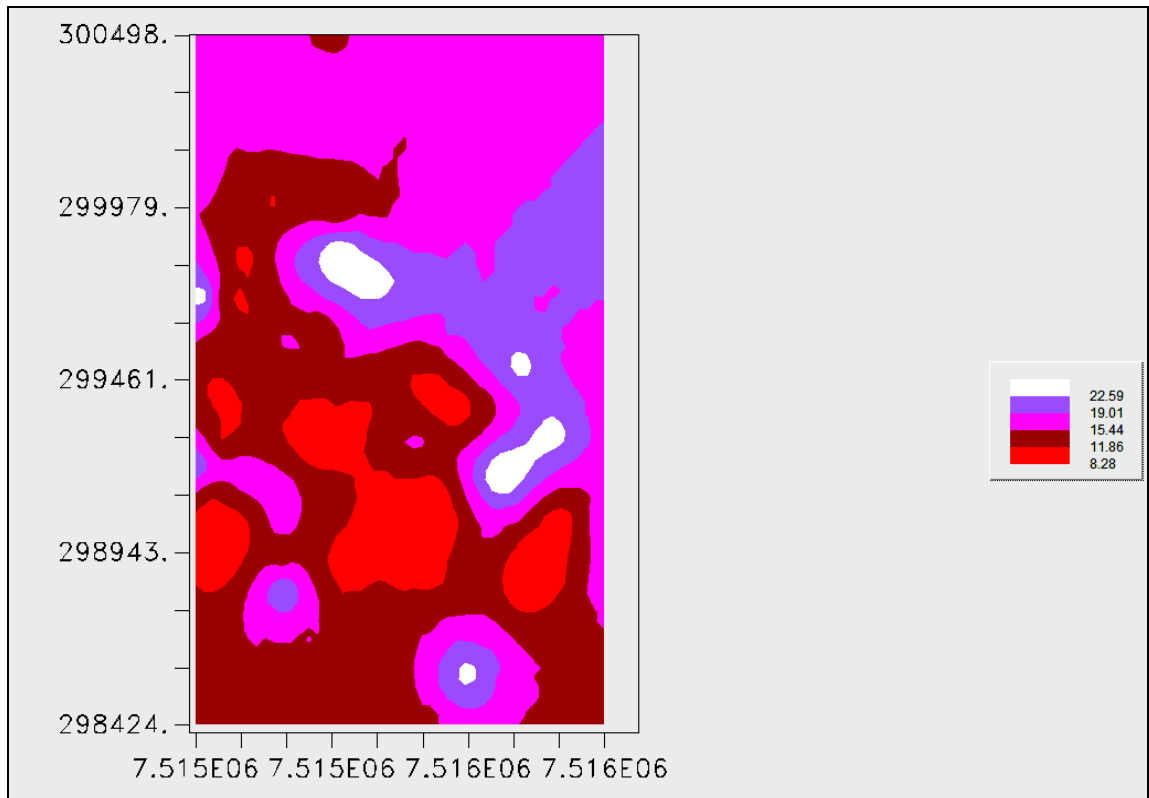


Figura 23 - Distribuição espacial dos teores de Estoque de Carbono (ton C. ha⁻¹) na profundidade de 10 - 20 cm na área de estudo

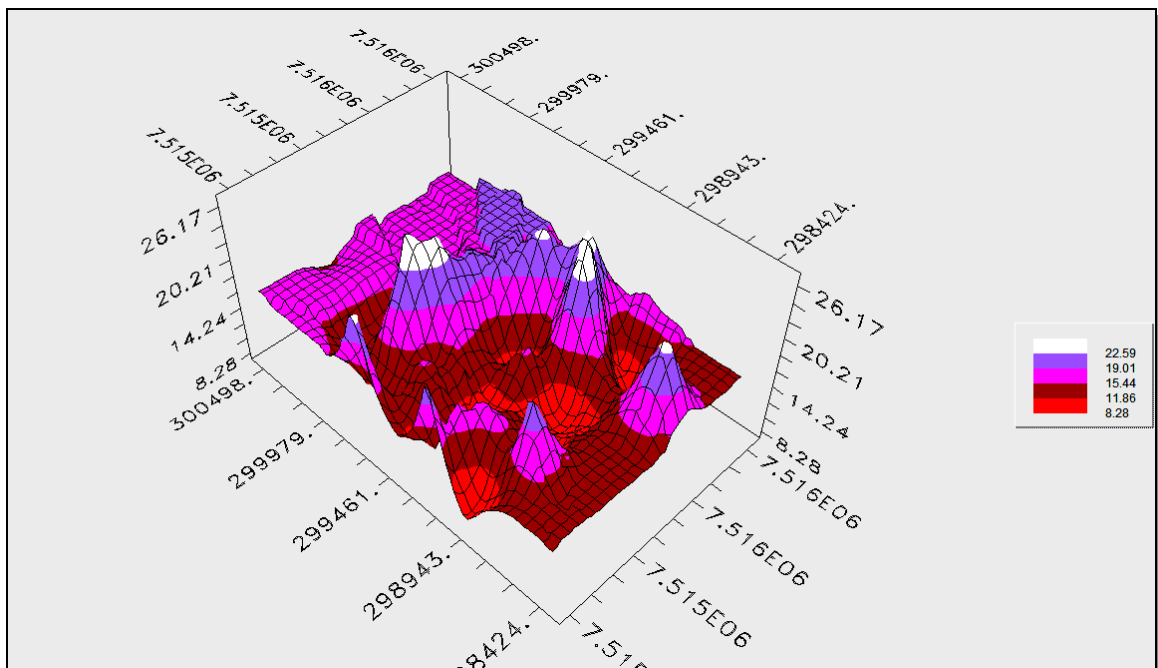


Figura 24 - Representação tridimensional dos teores de Estoque de Carbono (ton C. ha⁻¹) na profundidade de 10 - 20 cm na área de estudo

Profundidade entre 20 – 30 cm

A média do estoque de carbono calculado foi de 11,45 ton C.ha⁻¹, sendo o maior valor de 25,28 ton C.ha⁻¹ e o menor valor de 6,3 ton C.ha⁻¹ (Figura 25).

O maior resultado foi encontrado no talhão 26 ⁽¹⁾, com uma história de uso da terra começando com registro de plantio de *Aleuritis fordii* (tungue), forrageiras e o experimento do Instituto Agronômico de Campinas, com feijão (sem registro adequado). Posteriormente, em 1962, plantio de *Pinus c. hondurensis* e, que foi cortado em 2.001. A partir dessa data encontra-se em regeneração e com enriquecimento de espécie no ano de 2002.

Neste talhão e nesta profundidade a densidade calculada e o teor de carbono obtido foram 1,59g/cm³ e 0,81%, respectivamente.

O menor resultado foi encontrado no talhão 41, com a mais longa história de vegetação natural de Cerradão, no mínimo 77 anos sem interferência. Nesse talhão e nessa profundidade a densidade calculada e o teor de carbono obtido foram 1,43 g/cm³ e 0,50%, respectivamente.

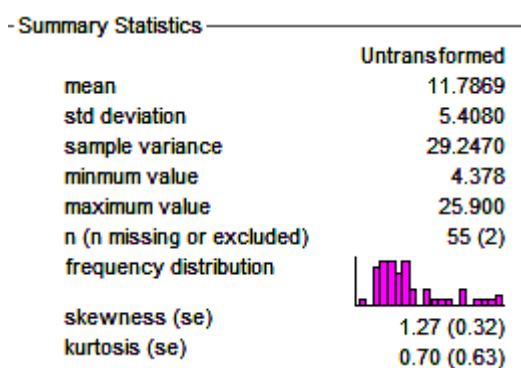


Figura 25 - Estatística clássica descritiva (20 – 30 cm)

Especificamente na profundidade 20-30 cm, o modelo teórico composto por duas estruturas funcionais foi ajustado aos dados do semivariograma experimental, Figura 26.

O modelo que melhor se ajusta é o exponencial, com efeito, pepita (Co) 8,77, patamar (C+Co) 29,41, alcance de 351 m, proporção de 70,2% (moderada dependência espacial de acordo com CAMBARDELLA *et al.*, 1994), r^2 99,8 e RSS 0,0372.

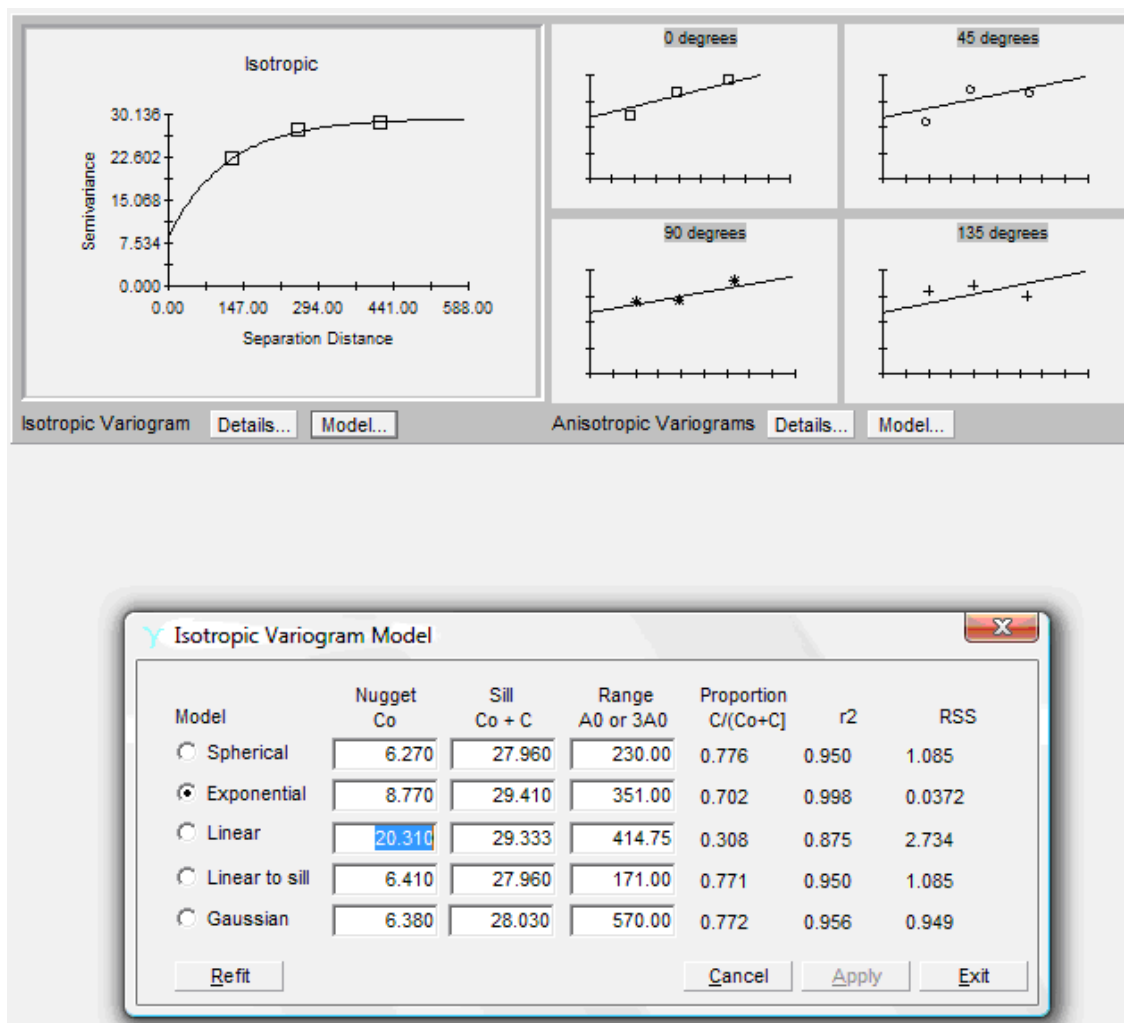


Figura 26 - Semivariograma dos dados de Estoque de Carbono (ton C. ha^{-1}) nas camadas de 20 – 30 cm

As análises semivariográficas do estoque de carbono do solo para essa camada investigada apresentou resultados robustos (validação cruzada - erro médio de 0,053 e raiz quadrada do erro médio de 0,230), e, portanto foi realizada a interpolação por krigagem em blocos, cujos resultados são apresentados nas Figuras 27 e 28.

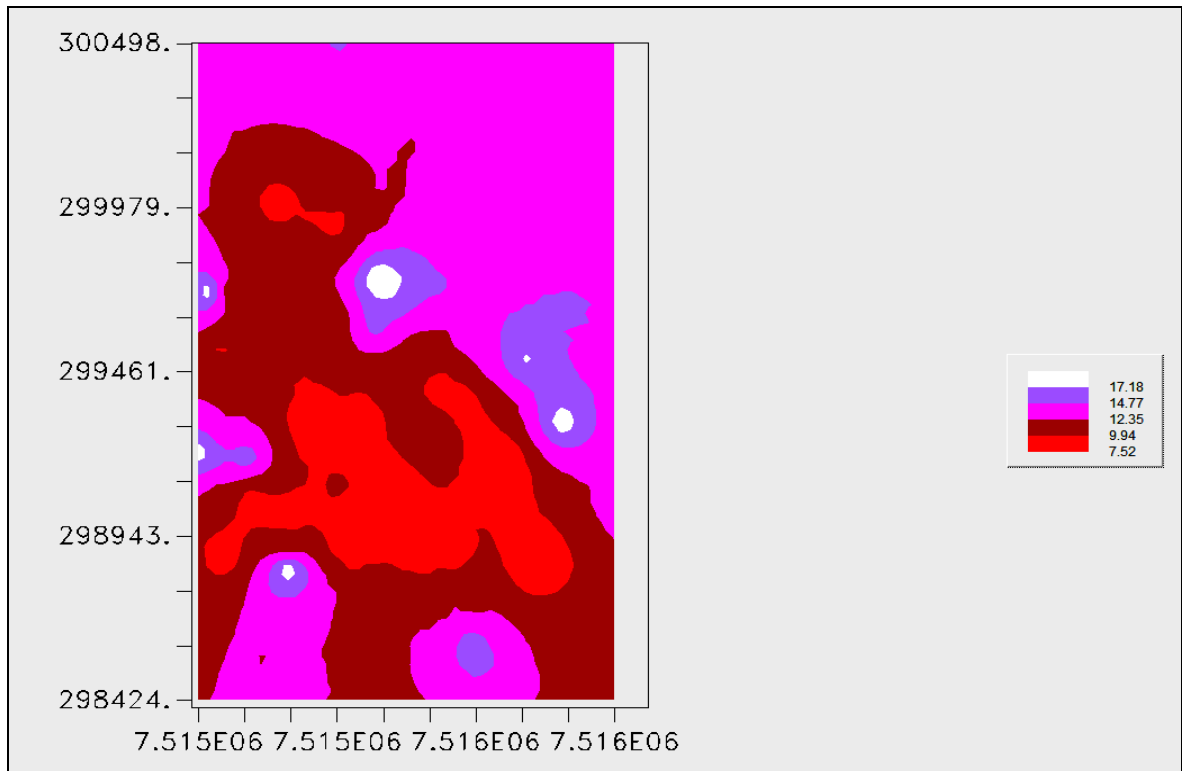


Figura 27 - Distribuição espacial dos teores de Estoque de Carbono (ton C. ha^{-1}) na profundidade de 20 - 30 cm na área de estudo

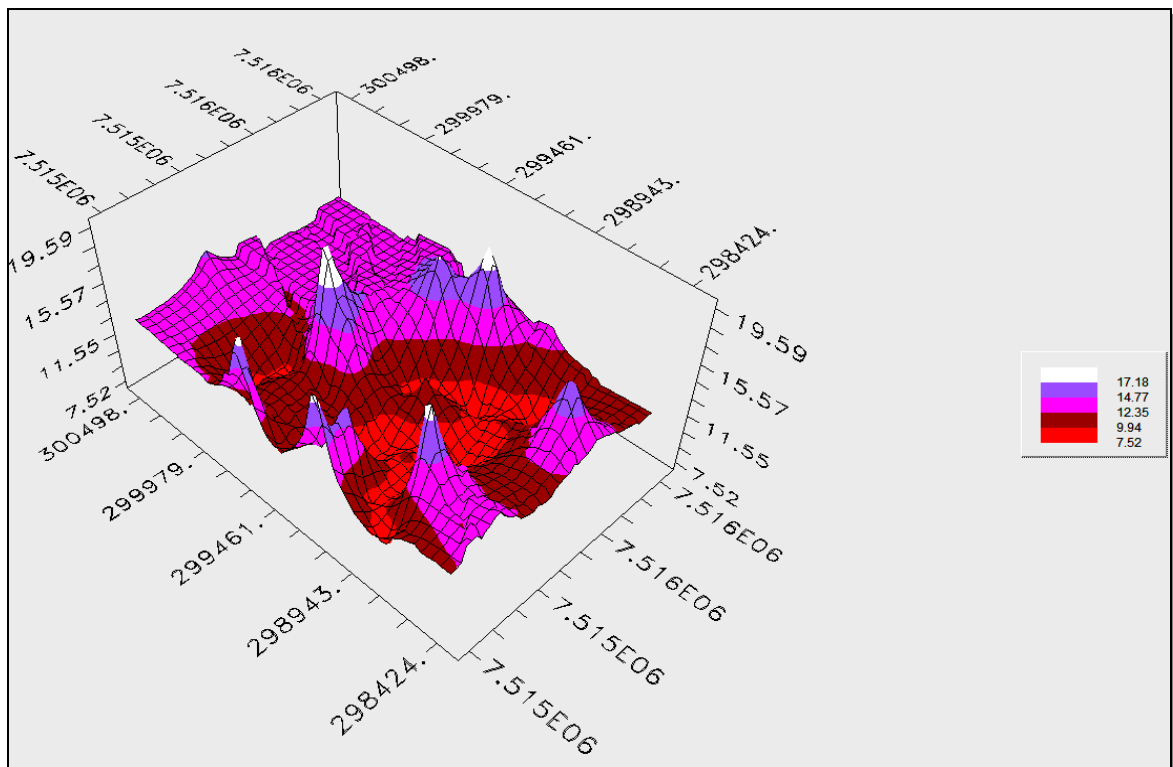


Figura 28 - Representação tridimensional dos teores de Estoque de Carbono (ton C. ha^{-1}) na profundidade de 10 - 20 cm na área de estudo

5.2. Gases de Efeito Estufa (GEE)

Os gases GEE (CO_2 , N_2O e CH_4) do solo analisados visaram representar um ano hidrológico, e a sazonalidade, desde as mais baixas concentrações de umidade do solo até a saturação, pois em ambientes tropicais a temperatura e a umidade do solo são fatores determinantes.

As amostragens e análises foram realizadas em quatro momentos: junho de 2006, agosto de 2006, outubro de 2006 e março de 2007.

O CO_2 é oriundo da respiração das raízes das plantas, bem como pela atividade dos organismos que são encontrados no solo, responsáveis pela decomposição do material orgânico (processos biológicos) e pela mineralização da matéria orgânica; esses fenômenos são regidos por processos químicos e bioquímicos.

Os resultados dos fluxos de CO_2 para todo o período e ambientes, apresentados na Figura 29 e Tabela 4, permitem concluir que os valores médios variaram entre 75,3 e 164,6 $\text{mgC m}^{-2} \text{h}^{-1}$.

A análise como um todo mostra que a emissão do solo foi mais baixa no ambiente de Cerrado Natural em equilíbrio (talhão 41), vindo ao encontro da hipótese levantada, onde o desvio padrão é o menor observado.

Por sua vez a taxa de respiração do solo mais elevada é no ambiente mais perturbado (CD_2), onde se observa que o desvio padrão é o mais elevado. Nesse ambiente, historicamente, tem-se todo o tipo de manejo induzido (corte do Cerradão, pasto, enriquecimento de espécies, regeneração natural e estresse de fogo).

Não foi verificado efeitos de temperatura e umidade, ou seja, efeito de sazonalidade climática, nas emissões do CO_2 , nos ambientes estudados.

Siqueira Neto (2006) em estudo em ambiente de Cerradão no em Goiás, encontrou valores de emissões médias anuais de 123 $\text{mgC m}^{-2} \text{h}^{-1}$, compatíveis com os valores encontrados neste estudo.

Entretanto, a menor emissão desse gás foi observada no período de menor temperatura e precipitação (julho e setembro), enquanto que nas épocas com maior precipitação e elevação da temperatura foram observados os maiores fluxos destes gases.

Bustamante et al. (2007) encontrou valores de 220 toneladas de C equivalente por hectare em um período de 20 anos.

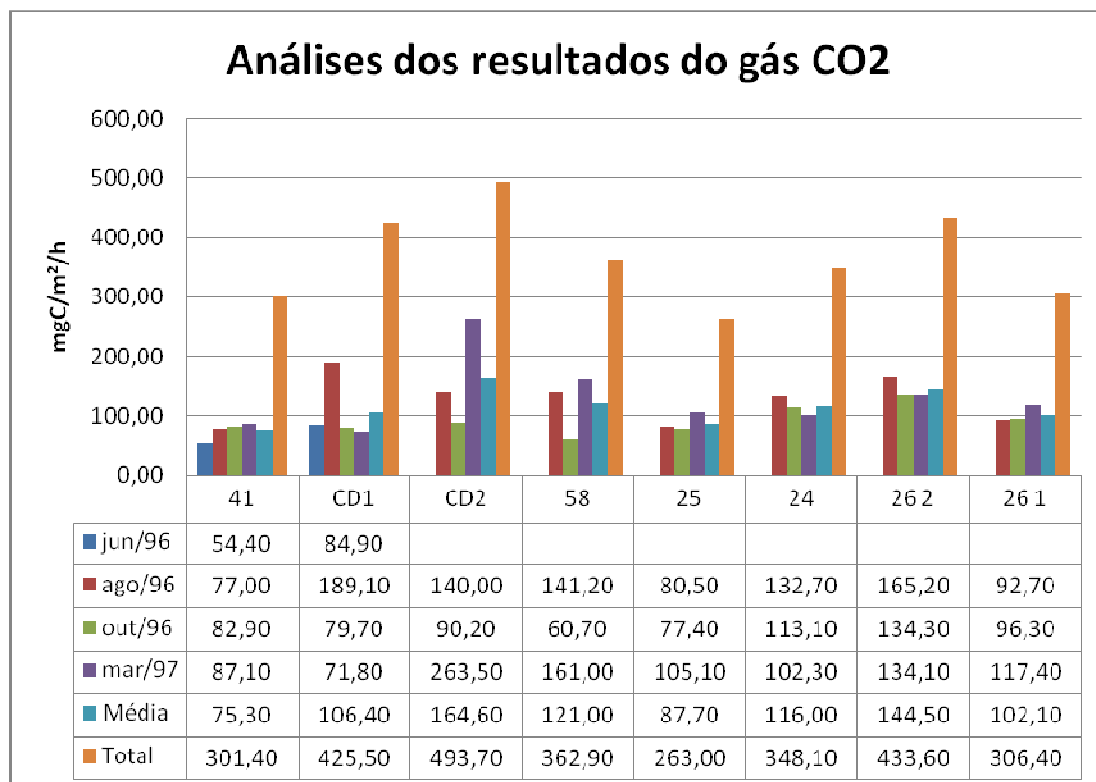


Figura 29 - Distribuição do gás CO₂ (mgC m⁻² h⁻¹) em diferentes meses nos 8 estádios de evolução da vegetação

Tabela 4 - Resultados dos valores de CO₂ (mg C m⁻² h⁻¹) e suas médias, máximos, mínimos e desvio padrão em diferentes meses nos 8 estádios de evolução da vegetação

CO ₂ (mgC/m ² /h)								
	Jun/06	Ago/06	Out/06	Mar/07	Média	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
41	54,4	77,0	82,9	87,1	75,3	87,06	54,4	14,56
CD1	84,9	189,1	79,7	71,8	106,4	189,1	71,84	55,40
CD2		140,0	90,2	263,5	164,6	263,54	90,2	89,25
58		141,2	60,7	161,0	121,0	161,02	60,7	53,13
25		80,5	77,4	105,1	87,7	105,14	77,4	15,20
24		132,7	113,1	102,3	116,0	132,7	102,32	15,40
26 ₂		165,2	134,3	134,1	144,5	165,2	134,08	17,90
26 ₁		92,7	96,3	117,4	102,1	117,44	92,7	13,37
Média	69,65	127,30	91,83	130,31				
Máximo	84,90	189,10	134,30	263,54				
Mínimo	54,40	77,00	60,70	71,84				
Desvio Padrão	21,57	40,63	22,94	60,45				
Todos os meses								
Média total	112,87							
Máximo	263,54							
Mínimo	54,40							
Desvio Padrão	45,90							

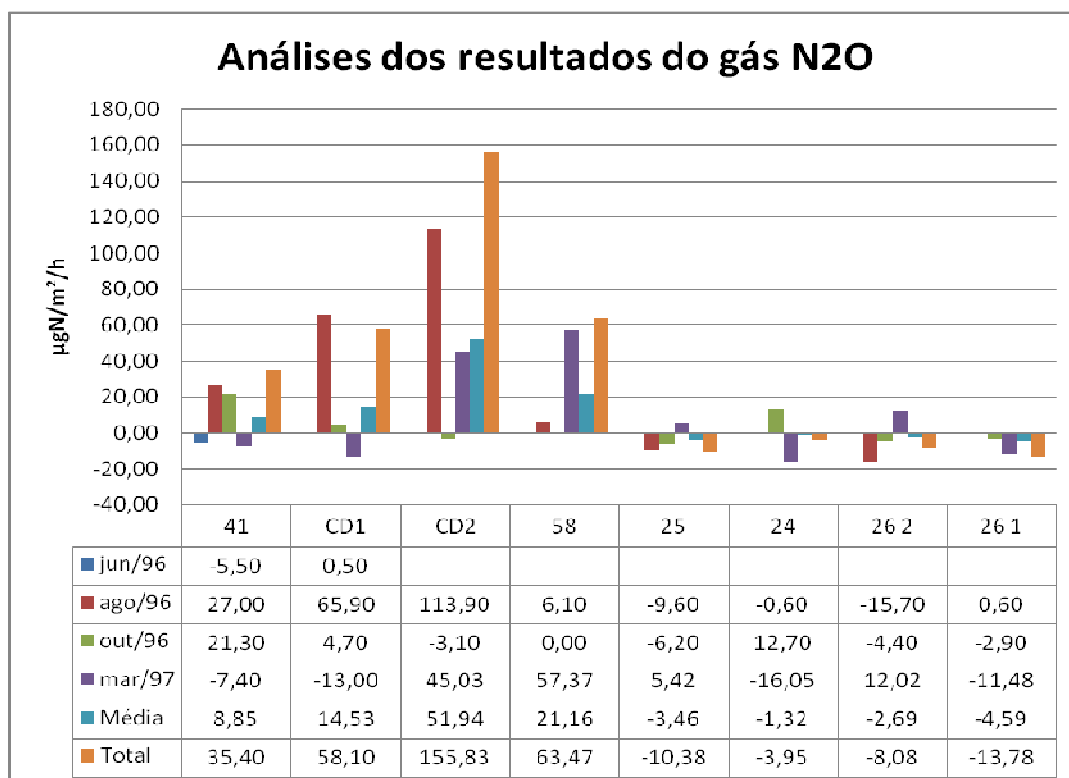


Figura 30 - Distribuição do gás N₂O (µg/m²/h) em diferentes meses nos 8 estádios de evolução da vegetação

Tabela 5 - Resultados dos valores de N₂O (µg/m²/h) e suas médias, máximos, mínimos e desvio padrão em diferentes meses nos 8 estádios de evolução da vegetação

N ₂ O (µg/m ² /h)								
	jun/06	ago/06	out/06	mar/07	Média	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
41	-5,5	27	21,3	-7,4	8,85	27,00	-7,40	17,84
CD1	0,5	65,9	4,7	-13	14,53	65,90	-13,00	35,07
CD2		113,9	-3,1	45,03	51,94	113,90	-3,10	58,81
58		6,1	0	57,37	21,16	57,37	0,00	31,51
25		-9,6	-6,2	5,42	-3,46	5,42	-9,60	7,88
24		-0,6	12,7	-16,05	-1,32	12,70	-16,05	14,39
26 ₂		-15,7	-4,4	12,02	-2,69	12,02	-15,70	13,94
26 ₁		0,6	-2,9	-11,48	-4,59	0,60	-11,48	6,22
Média	-2,50	23,45	2,76	8,99				
Máximo	0,50	113,90	21,30	57,37				
Mínimo	-5,50	-15,70	-6,20	-16,05				
Desvio Padrão	4,24	44,76	9,65	27,93				
Todos os meses								
Média	10,64							
Máximo	113,90							
Mínimo	-16,05							
Desvio Padrão	29,89							

O fluxo de óxido nitroso entre o solo e a atmosfera geralmente está relacionado com a ciclagem do nitrogênio, ou mais precisamente, com os processos da nitrificação e denitrificação (FEIGL et al., 2001; PARTON et al., 1996). A nitrificação é grandemente afetada pelas alterações do pH, e é praticamente inibida pelo pH abaixo de 5,0. Os resultados dos fluxos de N_2O para todo o período e ambientes, apresentados na Figura 30 e Tabela 5, permitem concluir que os valores médios para as emissões variaram entre 8,85 e 51,94 $\mu g N_2O/m^2/h$, enquanto que a absorção variou, enquanto sumidouro, entre -1,32 e -4,59 $\mu g N_2O/m^2/h$.

A análise como um todo mostra que a emissão do solo foi mais baixa no ambiente de Cerrado Natural em equilíbrio (talhão 41), onde o desvio padrão é o menor observado.

Por sua vez a taxa de emissão do solo mais elevada é no ambiente mais perturbado (CD2), onde se observa que o desvio padrão é o mais elevado.

Como na análise da emissão do CO_2 , também nesses ambientes não foi verificado efeitos de temperatura e umidade, ou seja, efeito de sazonalidade climática, nas emissões do N_2O , nos ambientes estudados.

Embora estudos identifiquem que em áreas tropicais de florestas, os solos nessas florestas, representam uma fonte global de N_2O importante, principalmente quando ocorrem os desmatamentos e manejos como para pastagens (FEIGL et al., 2001). Essa autora encontrou valores entre 190 e 280 $\mu g N-N_2O.m^{-2}.h^{-1}$ em solos de florestas. Por sua vez Siqueira Neto (2006) encontrou valores de emissões médias anuais de $N-N_2O$ de 15,1 $\mu g m^{-2} h^{-1}$ para os ambientes de Cerradão.

Vários autores encontraram baixas emissões de N_2O no cerrado, concluindo que esses ambientes não constituem fonte importante de oxido nitroso (CARDOSO et al., 2001; NOBRE, 1994; CARDOSO, 1995; POTH et al., 1995; SAMINÉZ, 1999).

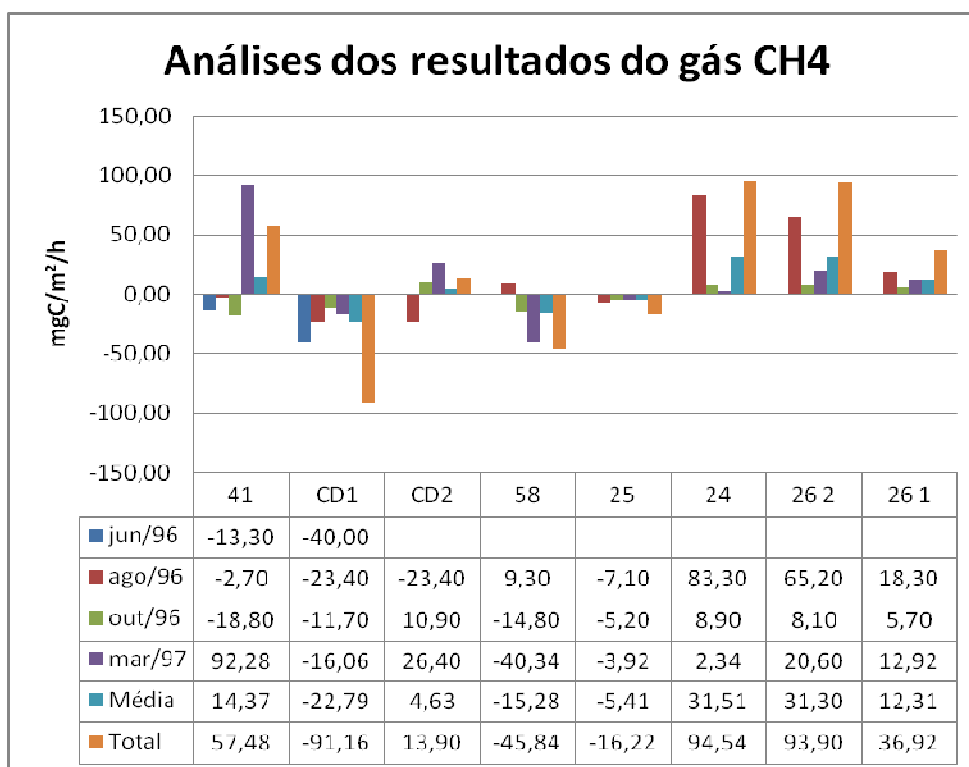


Figura 31 - Distribuição do gás CH₄ (mgC m⁻² h⁻¹) em diferentes meses nos 8 estádios de evolução da vegetação

Tabela 6 – Resultados dos valores de CH₄ (mg C m⁻² h⁻¹) e suas médias, máximos, mínimos e desvio padrão em diferentes meses nos 8 estádios de evolução da vegetação

CH ₄ (mg C/m ² /h)								
	Jun/06	Ago/06	Out/06	Mar/07	Média	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
41	-13,3	-2,7	-18,8	92,28	14,37	92,28	-18,80	52,37
CD1	-40	-23,4	-11,7	-16,06	-22,79	-11,7	-40,00	12,45
CD2		-23,4	10,9	26,4	4,63	26,4	-23,40	25,48
58		9,3	-14,8	-40,34	-15,28	9,3	-40,34	24,82
25		-7,1	-5,2	-3,92	-5,41	-3,92	-7,10	1,60
24		83,3	8,9	2,34	31,51	83,3	2,34	44,97
26 ₂		65,2	8,1	20,6	31,30	65,2	8,10	30,02
26 ₁		18,3	5,7	12,92	12,31	18,3	5,70	6,32
Média	-26,65	14,94	-2,11	11,78				
Máximo	-13,30	83,30	10,90	92,28				
Mínimo	-40	-23,4	-18,8	-40,34				
Desvio Padrão	18,88	39,60	11,93	38,91				
Todos os meses								
Média	5,52							
Máximo	92,28							
Mínimo	-40,34							
Desvio Padrão	32,55							

Ainda são escassos os estudos sobre os fluxos de CH₄ em regiões tropicais, e em ambientes de Cerradão. Nesse estudo foi constatado emissão de metano nos ambientes 41, 25b, CD², 24, 26¹ e 26² nos demais ocorreu capturas (oxidação) (Figura 31).

Somente foi encontrado efeito de maior emissão do metano em função da umidade no ambiente de Cerradão natural em equilíbrio (Talhão 41); nos demais não foi encontrado efeito de sazonalidade nas emissões ou oxidações, mas verifica-se efeito do manejo do uso da terra .

Os valores de emissão de metano médio ficaram entre 4,63 e 31,51 mgC m⁻² h⁻¹, enquanto que os valores de oxidação média ficaram entre -5,41 e -22,79 mgC m⁻² h⁻¹ (Tabela 6).

Os ambientes em que registrou-se as mais altas taxas de emissões médias foram no 24 e 26² . Sendo que no Talhão 24 a emissão média foi de 31,51 mgC m⁻² h⁻¹ com o histórico de uso da terra passando do Cerradão para alguns experimentos com *Eucalyptus citriodora*, retirado totalmente em 2001 e a partir daí a área se encontra em processo de regeneração natural. No talhão 26² o histórico registra principalmente a substituição do Cerradão pelo *Pinus taeda*, retirado em 2001, e a emissão de metano média foi de 31,3 mgC m⁻² h⁻¹. Na área 26¹ o histórico registra principalmente a substituição do Cerradão pelo *Pinus hondurensis*, retirado em 2001, e a emissão de metano média foi de 12,31 mgC m⁻² h⁻¹), no ambiente de Cerradão (Talhão 41), a emissão de metano médio foi de 14,37 mgC m⁻² h⁻¹.

Os ambientes em que foram registrados capturas são os mais perturbados, pois sofreram queimadas, principalmente após a retirada da vegetação exótica, e que estão em processo de regeneração. Neste caso cita-se principalmente o talhão CD1, que sofreu 02 incêndios, e o talhão 58 que originalmente era recoberto por Cerradão, passando para o plantio de *Eucalyptus punctata* em 1931, sendo retirado ao longo do tempo e substituído em 1965 pelo plantio de *Pinuss spp*, que por sua vez foi retirado em 2001 e sofreu incêndio em 2003. Hoje se encontra em processo de regeneração.

7. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo foram compatíveis com o levantamento da hipótese e de forma adequada esses resultados foram correspondentes aos objetivos propostos.

De modo geral a dificuldade maior de se chegar aos resultados foi devido ao caráter inédito do estudo, no que diz respeito a área geográfica dentro do município de Mogi Mirim, bem como na área temática científica (estoques de carbono, fluxos de gases de efeito estufa e variáveis do solo) nos diferentes ambientes estudados.

Os resultados obtidos mostraram que distribuição do carbono no solo pode ser determinado pela utilização de técnicas geoestatísticas, mais especificamente através da análise semivariográfica dos dados.

O conhecimento das atividades desenvolvidas na área ao longo do tempo até os dias de hoje, foi possível, através do resgate das informações nas mais diversas fontes e foi fundamental para a seqüência do estudo e para a análise fundamentada em termos de aporte de matéria orgânica e seus desdobramentos nos estoques de carbono, características das variáveis do solo e os fluxos de GEE.

Para os estudos das emissões dos GEE deve-se considerar tanto as variáveis do solo como o histórico do uso da terra, restando atenção maior, em futuros estudos, para o fenômeno da sazonalidade climática e sua relação com os fluxos dos gases, relação essa não encontrada neste estudo.

As respostas que este estudo trouxe como o mapa geral dos estoques de carbono no solo, a evolução dos GEE e o comportamento das variáveis do solo, em diferentes ambientes, serão de grande valia para subsidiar futuras ações do Instituto Florestal.

A importância deste estudo é grande, pois hoje o Instituto Florestal conta com resultados de estoques de C no solo e da evolução dos GEE do solo em ambientes que compõe o histórico e a realidade atual da cobertura da vegetação na Unidade de Mogi Mirim que podem servir como base para futuros estudos, relacionados ao seqüestro de C e evolução dos GEE, temas tão relevantes atualmente.

Os temas seqüestro de carbono e evolução dos gases de efeito estufa, dentro da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, tomam cada vez mais importância. O presente estudo é, a partir de agora, uma ferramenta básica para nortear futuras ações como a elaboração de Planos de Manejos, dentro do Instituto Florestal.

Finalizando pode-se afirmar que o aprendizado e uso de todo o arcabouço técnico e científico, deste estudo, poderá nortear as ações do Instituto Florestal nas questões relativas ao meio ambiente, principalmente no Bioma Cerrado do Estado, quando se tratar de carbono no solo, evolução dos GEE e assuntos correlatos.

REFERÊNCIAS

- ABDALA, G. C.; CALDAS, L. S.; HARIDASAN, M.; EITEN, G. Above and belowground organic matter and root: shoot ratio in a Cerrado in Central Brazil. **Brazilian Journal of Ecology**, Rio Claro, v. 2, n. 1, p. 11-23, 1998.
- ADUAN, R. E.; VILELA, M.; KLINK, C. A. **Ciclagem de carbono em ecossistemas terrestres**. O caso do Cerrado brasileiro. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 28p. (Documentos, 105).
- ALVARENGA, M. I. N. Teor de carbono, biomassa microbiana, agregação micorriza em solos de cerrado com diferentes usos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 617-625, 1999.
- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; FERNANDES, B. S. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 179-189, 2000.
- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; FERNANDES, S. B. V.; BAYER, C. Culturas de cobertura, acúmulo de nitrogênio total no solo e produtividade de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 679-686, 1999.
- AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; ELTZ, F. L. F.; BRUM, A. C. R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p. 189-197, 2001.
- ANDERSOM, I. C.; POTH, M. A. A control on fluxes of traces gases from Brazilian Cerrado soils. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 27, p. 471-479, 1989.
- ANDERSON, J. P. E. Soil respiration. In: PAGE, A. L.; MILLER, R. H.; KEENEY, D. R. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Part 2. Madison: ASA, 1982. p. 837-871. (Agronomy Monographs, 9).
- ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. Ratio of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 21, p. 471-479, 1989.
- ASSAD, E. D.; ASSAD, M. R. C. L. Zoneamento agrícola e balanço de carbono. In: LIMA, M. A.; CABRAL, O. M. R.; MIGUEZ, J. D. G. (Ed.). **Mudanças climáticas globais e a agricultura brasileira**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. p. 273-283.
- ASSIS, R. L.; LANÇAS, K. P. Avaliação dos atributos físicos de um Nitossolo Vermelho distroférico sob sistema plantio direto, preparo convencional e mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 515-522, 2005.
- ATTIWILL, P. M.; ADAMS, M. A. Nutrient cycling in forests. **New Phytologist**, London, v. 124, p. 561-582, 1993.

BAAL, B. C.; SCOTT, A.; PARKER, J. P. Field N_2O_2 , CO_2 and CH_4 fluxes in relation to tillage, compaction and soil quality in Scotland. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 53, p. 29-39, 1999.

BAGGS, E. M.; CHEBII, J.; NDUFA, J. K. A short-term investigation of trace gas emissions following tillage and no-tillage of agroforestry residues in western Kenya. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 90, p. 69-76, 2006.

BAGGS, E. M.; STEVENSON, M.; PIHLATIE, M.; REGAR, A.; COOK, H.; CADISCH, G.; Nitrous oxide emissions following application of residues and fertilizer under zero and conventional tillage. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 254, p. 361-370, 2003.

BAGGS, E. M.; REES, R. M.; CASTLE, K.; SCOTT, A.; SMITH, K. A.; VINTEN, A. J. A. Nitrous oxide release from soils receiving N-rich crop residues and paper mill sludge in eastern Scotland. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 90, p. 109-123, 2002.

BALL, B. C.; SMITH, K. A. Gas movement. In: SMITH, K. A.; MULLINS, C. E. (Ed.). **Soil analysis: physical methods**. New York: Marcel Dekker, 1991. p. 511-549.

BALL, B. C.; SCOTT, A.; PARKER, J. P. Field N_2O , CO_2 and CH_4 fluxes in relation to tillage, compaction and soil quality in Scotland. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 53, p. 29-39, 1999.

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**, Viçosa, v. 22, p. 641-649, 1998.

BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; DICK, R. P. Microbial biomass in soil under different tillage and crop rotation systems. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 38, p. 15-20, 2003.

BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; DICK, R. P. Long-term tillage and crop rotation effects on microbial biomass and C and N mineralization in Brazilian Oxisol. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 77, p. 137-145, 2004.

BARBOSA, L. M.; BARBOSA, J. M.; BARBOSA, K. C.; POTOMATI, A.; MARTINS, S. E.; ASPERTI, L. M.; MELO, A. C. G.; CARRASCO, P. G.; CASTANHEIRA, S. A.; PILIACKAS, J. M.; CONTIERI, W. A.; MATTIOLI, D. S.; GUEDES, D. C.; SANTOS JÚNIOR, N.; SILVA, P. M. S.; PLAZA, A. P. Recuperação florestal com espécies nativas no Estado de São Paulo: pesquisas apontam mudanças necessárias. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v. 6, n. 14, p. 28-34, 2003.

BATAGLIA, A. C. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170 p.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, p. 105-112, 1997a.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Conteúdo de nitrogênio total num solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, p. 235-239, 1997b.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Nitrogênio total de um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, p. 247-235, 1997c.

BAYER, C.; BERTOL, I. Características químicas de um cambissolo húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23 p. 687-694, 1999.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamento da matéria orgânica do solo, ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 1-26.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO L. Efeito de sistemas de preparo e de cultura na dinâmica da matéria orgânica e na mitigação das emissões de co₂. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 599-607, 2000.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; CERETTA, C. A. Effect of no-till cropping systems on soil organic matter in sandy clay loam Acrisol from Southern Brazil monitored by electron spin resonance and nuclear magnetic resonance. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 53, p. 95-104, 2000a.

BAYER, C.; AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L.; FERNANDES, S. V. Tillage and cropping system effects on organic matter storage in Acrisol soil in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 54, p. 101-109, 2000b.

BAYER, C.; DICK, D. P.; RIBEIRO, G. M.; SCHEUERMANN, K. Carbon stocks matter fractions as affected by land use and soil management with emphasis on no-tillage effect. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, p. 401-406, 2002.

BEARE, M. H.; CABRERA, M. L.; HENDRIX, P. F.; COLEMAN, D. C. Aggregate-protected and unprotected organic matter pools in conventional and no-tillage soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 58, p. 787-795, 1994.

BERNOUX, M.; ARROUAYS, D.; CERRI, C.; BOURENNANE, H. Modeling vertical distribution of carbon in Oxisols of the Western Brazilian Amazon (Rondônia). **Soil Science**, New Brunswick, v. 163, n. 12, p. 941-951, 1998a.

BERNOUX, M.; CERRI, C. C.; NEILL, C.; MORAES, J. L. The use of stable carbon isotopes for estimating soil organic matter turnover rates. **Geoderma**, Amsterdam, v. 82, n. 1-3, p. 43-58, 1998b.

BERNOUX, M.; CARVALHO, M. C. S.; VOLKOFF, B.; CERRI, C. C. CO₂ emission from mineral soils following land-cover change in Brazil. **Global Change Biology**, Oxford, v. 7, p 779-787, 2000.

BERNOUX, M.; CARVALHO, M. C. S.; VOLKOFF, B.; CERRI, C. C. Brazil's Soil Carbon Stocks. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 66, p. 888-896, 2002.

BERNOUX, M. H.; CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P.; SIQUEIRA NETO, M.; METAY, A.; PERRIN, A. S.; SCOPEL, E.; RAZAFIMBELO, T.; BLAVET, D.; PICCOLO, M. C.; PAVEI, M.; MILNE, E. Cropping systems, carbon sequestration and erosion in Brazil, a review. **Agronomy for Sustainable Development**, Versailles, v. 26, p. 1-8, 2006.

BERTONI, J. E. A. **Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta do interior de São Paulo, Reserva Estadual de Porto Ferreira, Campinas**. 1984. 196 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1984.

BHOGAL, A.; CHAMBERS, B. J.; NICHOLSON, F. A. Relationships between fertilizer nitrogen additions crop carbon returns and soil quality. In: HATCH, D. J.; CHADWICK, D. R.; JARVIS, S. C.; ROKER, J. A. (Ed.). **Controlling nitrogen flows and losses**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2004. p. 63-64.

BJÖRNSSON, H. Mineralization of nitrogen in relation to climatic variation and soil. In: HATCH, D. J.; CHADWICK, D. R.; JARVIS, S. C.; ROKER, J. A. (Ed.). **Controlling nitrogen flows and losses**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2004. p. 140-142.

BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Pt.1. Madison: ASA, 1986. p. 364-367. (Agronomy, 9).

BORNEMAN, J.; TRIPLETT, E. W. Molecular microbial diversity in soil from Eastern Amazonian: Evidence for unusual microorganisms and microbial population shifts associated with deforestation. **Applied and Environmental Microbiology**, Baltimore, v. 63, n. 7, p. 1647-1653, 1997.

BOWDEN, R. D.; STEUDLER, P. A.; MELILLO, J. M. Annual nitrous oxide fluxes from temperate forest soil in the northeastern United State. **Journal of Geophysical Research**, Washington, v. 95, p. 13997-14005, 1990.

BOWMANN, A. F. Nitrogen oxides and tropical agriculture. **Nature**, London, v. 392, p. 866-867, 1998.

BRAITHWAITE, A.; SMITH, F. J. **Chromatographic methods**. 5. ed. Dordrecht: Kluwer, 1999. p. 165-257.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SE. 22-x-r Rio Verde – GO: Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981. 640 p. (Levantamento dos Recursos Naturais, 25).

BREMNER, J. M.; BLACKMER, A. M. Nitrous oxide emission from soils during nitrification or fertilizer nitrogen. **Science**, Washington, v. 199, p. 295-296, 1978.

BREMNER, J. M.; BREINTENBECK, G. A.; BLACKMER, A. M. Effect of anhydrous ammonia fertilization on emission of nitrous oxide from soils. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 10, p. 77-80, 1981.

BROSSARD, M.; LOPES ASSAD, M. L.; CHAPUIS, L.; BARCELLOS, A. O. Estoques de carbono em solos sob diferentes fitofisionomias de Cerrados. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 3., 1996, Brasília, DF. **Contribuição ao conhecimento ecológico do Cerrado**; resumos... Brasília, DF: UNB, 1997. p. 68-69.

BROWN, S.; LUGO, A. E. Effects of forest clearing and succession on the carbon and nitrogen contents of soil in Porto Rico and U.S. Virgin Islands. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 124, p. 53-64, 1990.

BRUCE, J. P.; FROME, M.; HAITES, E.; JANZEN, H.; LAL, R.; PAUSTIAN, K. Carbon sequestration in soils. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 54, p. 382-389, 1999.

BURFORD, J. R.; BREMNER, J. M. Gas chromatographic determination of carbon dioxide evolved from soils in closed systems. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 4, p. 191-197, 1972.

BUSTAMANTE, M. et al. CO₂ emitido via cerrado é subestimado. **Folha On Line**, São Paulo, 25 dez. 2007. Depoimento a Eduardo Geraque. Disponível em: <http://noticias.ambientebrasil.com.br/clipping/2007/12/27/35533-co2-emitido-via-cerrado-e-subestimado.html>. Acesso em: 06 fev. 2010.

BUSTAMANTE, M. M. C.; MARTINELLI, L. A.; SILVA, D. A.; CAMARGO, P. B.; KLINK, C. A.; DOMINGUES, T. F.; SANTOS, R. V. ¹⁵N natural abundance in woody plants and soils of central Brazilian Savannas (Cerrado). **Ecological Applications**, Washington, v. 14, p. 200-213, 2004.

CADAVID, L. F.; EL-SHARKAWY, M. A.; ACOSTA, A.; SÁNCHEZ, T. Long-term effects of mulch, fertilization and tillage on cassava grown in sandy soils in northern Colombia. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 57, p. 45-56, 1998.

CAIRES, E. F.; FONSECA, A. F.; MENDES, J.; CHUEIRI, W. A.; MADRUGA, E. F. Produção de milho, trigo e soja em função das alterações das características químicas do solo pela aplicação de calcário e gesso na superfície, em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 315-327, 1999.

CAMARGO, A. P.; GHIZZI, S. M. **Estimativa de temperaturas medias mensais em cartas de temperatura potencial normal ao nível do mar para a Região Sudeste do Brasil**. Campinas: IAC, 1991. (Boletim Técnico, 141).

CARTER, M. R. Organic matter and sustainability. In: REES, M.; BAAL, B. C.; CAMPBELL, C. D.; WATSON, C. A. (Ed.). **Sustainable management of soil organic matter**. New York: CABI Publishing, 2001. p. 9-22.

CARVALHO, J. L. N. **Conversão do Cerrado para fins Agrícolas na Amazônia e seus impactos no solo e no ambiente**. 2006. 108 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

CARVALHO JUNIOR, V. N. Deposição atmosférica e composição química da água da chuva. **Revista Tecnologia**, Fortaleza, v. 25, n. 2, p. 61-71, 2004.

CASTRO, E. A. **Biomass, nutrient pools and response to fire in the Brazilian Cerrado**. 1996. 118 p. Dissertation (M.Sc.) - Oregon State University, Oregon, 1996.

CASTRO, E. A.; KAUFFMANN, J. B. Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass and consumption by fire. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 14, p. 263-283, 1998.

CASTRO FILHO, C.; LOURENÇO, A.; GUIMARÃES, M. F.; FONSECA, I. C. B. Aggregate stability under different soil management systems in a red latosol in the state of Paraná, Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 65, p. 45-51, 2002.

CATTELAN, A. J. **Avaliação da biomassa e população microbiana em solo submetido a diferentes manejos**. 1989. 130 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.

CAVASSAN, O.; PASCHOAL, M. E. S.; AZEVEDO, A. M. G.; BARBOSA, A. V. G.; DIAS, N. M. Avaliação de desenvolvimento de essências nativas introduzidas em uma área degradada. **Salusvita**, Bauru, v. 13, n. 1, p. 15-24, 1994.

CENTURION, J. F.; DEMATTÊ, J. L. I.; FERNANDES, F. M. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades químicas de um solo sob Cerrado cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 9, p. 267-270, 1985.

CERNÝ, J.; BALIK, J.; PAVLIKOVÁ, D.; ZITKOVÁ, M.; SÝCORA, K. The influence of organic and mineral nitrogen fertilizers on microbial biomass nitrogen and extractable organic nitrogen in long-term experiments with maize. **Plant, Soil and Environment**, Praha, v. 49, n. 12, p. 560-564, 2003.

CERRI, C. C.; VOLKOFF, B.; EDUARDO, B. J. Efeito do desmatamento sobre a biomassa microbiana em latossolo amarelo da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 9, p. 1-4, 1985.

CERRI, C. C.; BERNOUX, M.; ARROUAYS, D.; FEIGL, B. J.; PICCOLO, M. C. Carbon stocks in soil of the Brazilian Amazon. In: LAL, R.; KIMBLE, J.; FOLLET, R.; STEWART, B. A. (Ed.). **Global climate change and tropical ecosystems. Advances in soil science**. Boca Raton: CRC Press, 1999. p. 33-50.

CERRI, C. E. P. **Variabilidade espacial e temporal do carbon do solo na conversão de floresta em pastagens na Amazônia Ocidental (Rondônia)**. 2003. 159 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CHANDER, K.; GOYAL, S.; KAPPOR, K. K. Microbial biomass dynamics during the decomposition of leaf litter of poplar and eucalyptus in as sandy loam. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 19, p. 357-362, 1995.

CHRISTENSEN, B. T. Carbon in primary and secondary organomineral complexes. In: ARTER, M. R.; STEWART, B. A. (Ed.). **Structure and organic matter storage in agricultural soils**. Boca Raton: Lewis Publishers, 1996. p. 97-165.

CHRISTENSEN, B. T. Organic matter, in soil: structure, function and turnover. **DIAS Report**, Tjele, n. 30, p. 95, 2000.

CICERONE, R. J.; OREMLAND, R. S. Biogeochemical aspects of atmospheric methane. **Global Biogeochemical Cycles**, Washington, v. 2, p. 299-327, 1988.

CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; FONTOURA, S. M. V.; ALBUQUERQUE, J. A.; WOBETO, C. Acidificação de um latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 1055-1064, 2002.

CONSTANTINI, A.; SEGAT, A.; CONSENTINO, D. The effect of different soil management procedures on carbon cycle components in an entic hapludoll. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 26, p. 2761-2767, 1995.

COOPENS, F.; RECOUS, S.; GARNIER, P.; MERCKX, R. Nitrogen dynamics in soil with mulch and incorporated crop residues. In: HATCHE, D. J.; CHADWICK, D. R.; JARVIS, S. C.; ROKER, J. A. (Ed.). **Controlling nitrogen flows and losses**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2004. p. 153-154.

CORAZZA, E. J.; SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de Cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO DE CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 12., 1998, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UFC, 1998. p. 352-353.

CORAZZA, E. J.; SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte e depósito de carbono em relação à vegetação de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 425-432, 1999.

CORREA, R. S.; CARDOSO, E. S. Espécies testadas na revegetação das áreas degradadas. In: CORREA, R. S.; MELO FILHO, B. (Org.). **Ecologia e recuperação de áreas degradadas no Cerrado**. Brasília, DF: Paralelo 15, 1998. cap. 7, p. 101-107.

CORREA, R. S.; MELO FILHO, B. Ecologia da regeneração em áreas de Cerrado. In: CORREA, R. S.; MELO FILHO, B. (Org.). **Ecologia e recuperação de áreas degradadas no Cerrado**. Brasília, DF: Paralelo 15, 1998. cap. 6, p. 65-100.

COSTA, A. A.; ARAÚJO, G. M. Comparação da vegetação arbórea de cerradão e cerrado na Reserva do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 63-72, 2004.

COSTA, F. S.; GOMES, J.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Métodos para avaliação das emissões de gases do efeito estufa no sistema solo - atmosfera. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 693-700, 2006.

COUTINHO, H. L. C.; PEIXOTO, R. S.; MADARI, B.; MACHADO, P. L. O.; GUIMARÃES, C.; ROSADO, A. S. Early indicators of soil quality change for no-tillage systems in the Brazilian Cerrados. In: WORLD CONGRESS OF CONSERVATION AGRICULTURE, 2003, Foz do Iguaçu. **Anais...** Ponta Grossa: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 2003. 1 CD-ROM.

COUTINHO, L. M. **Contribuição ao conhecimento do papel ecológico das queimadas na floração de espécies do Cerrado**. 1976. 173 p. Tese (Livre-Docência) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976.

COUTINHO, L. M. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 1, p. 17-23, 1978.

DA ROS, C. O.; SALET, R. L.; PORN, R. L.; MACHADO, J. N. C. Disponibilidade de nitrogênio e produtividade de milho e trigo com diferentes métodos e adubação nitrogenada no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 799-804, 2003.

DALAL, R. C.; WANG, W.; ROBERTSON, G. P.; PARTON, W. J. Nitrous oxide emission from Australian agricultural lands and mitigation options: a review. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v. 41, p. 165-195, 2003.

DAVIDSON, E. A.; JANSSENS, I. A. Temperature sensitivity of soil carbon decomposition and feedbacks to climate change. **Nature**, London, v. 440, p. 165-173, 2006.

DAVIDSON, E. A.; BUSTAMANTE, M. M. C.; PINTO, A. S. Emissions of nitrous oxide and nitric oxide from soils of native and exotic ecosystems of the Amazon and Cerrado regions of Brazil. **The Scientific World Journal**, Berkshire, v. 1, p. 312-319, 2001.

De LUCA, E. F.; FELLER, C.; CERRI, C. C.; BARTHÈS, B.; CHAPLOT, V.; CAMPOS, D. C.; MANECHINI, C. Avaliação de atributos físicos e estoque de carbono e nitrogênio em solos com queima e sem queima de canavial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 789-800, 2008.

De MARIA, I. C.; CASTRO, O. M.; SOUZA DIAS, H. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em latossolo roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 703-709, 1999.

DESJARDINS, T.; FILHO, A. C.; MARIOTTI, A.; CHAUVEL, A.; GIRARDIN, C. Changes of the Forest-savanna boundary in Brazilian Amazônia during the Holocene

revealed by isotope ratios of organic carbon. **Oecologia**, Berlin, v. 108, p. 749-756, 1996.

DOBBIE, K. E.; SMITH, K. A. Nitrous oxide emission factors for agricultural soils in Great Britain: the impact of soil water-filled pore space and other controlling variables. **Global Change Biology**, Oxford, v. 9, p. 204-218, 2003.

DONOSO, L.; SANTANA, R.; SANHUEZA, E. Seasonal variation of N₂O fluxes at a tropical savannah site: soil consumption of N₂O during the dry season. **Geophysical Research Letters**, Washington, v. 20, p. 1379-1382, 1993.

DORAM, J. W. Microbial biomass and mineralizable nitrogen distribution in no-tillage and plowed soils. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 5, p. 68-75, 1987.

DUDA, G. P.; GUERRA, J. G. M.; MONTEIRO, M. T.; DE-POLLI, H.; TEIXEIRA, M. G. Perennial herbaceous legumes as live soil mulches and their effects on C, N and P of the microbial biomass. **Scientific Agriculture**, Ottawa, v. 60, p. 139-147, 2003.

DURIGAN, G. Revegetação em área de Cerrado. In: Simpósio IPEF – A reengenharia e seus impactos no desenvolvimento científico e tecnológico do setor florestal, 6., 1996, São Pedro, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: IPEF, 1996. v. 1, p. 23-26.

DURIGAN, G. **Manual para recuperação de Cerrado**. São Paulo: Páginas & Letras, 2003a. 19 p.

DURIGAN, G. Bases e diretrizes para a restauração da vegetação de Cerrado. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Ed.) **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAG, 2003b.

DURIGAN, G.; FRANCO, G. A. D. C.; PASTORE, J. A.; AGUIAR, O. T. Regeneração natural da vegetação de Cerrado sob floresta de *Eucalyptus citriodora*. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 71-85, 1997.

DUXBURY, J. M. The significance of agricultural sources of greenhouse gases. **Fertilizer Research**, Dordrecht, v. 38, n. 2, p. 151-163, 1994.

DUXBURY, J. M.; HARPER, L. A.; MOSIER, A. R. Contributions of agroecosystems to global climate change. In: HARPER, L. A.; MOSIER, A. R.; DUXBURY, J. M.; ROLSTON, D. E. (Ed.). **Agricultural ecosystem effects on trace gases and global climate change**. Madison: ASA; CSSA; SSSA, 1993. p. 1–18. (Special Publication, 55).

DUXBURY, J. M.; SMITH, M. S.; DORAN, J. W.; JORDAN, C.; SZOTT, L.; VANCE, E. Soil organic matter as a source and sink of plant nutrients. In: COLEMAN, D. C.; OADES, J. M.; UEHARA, G. (Ed.). **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems**. Honolulu: Niftal Project, 1989. p. 33-67.

EITEN, G. Vegetacao. The Cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, Lancaster, v. 38, p. 201-341, 1972.

ESPINDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L. de; GUERRA, J. G. M.; SILVA, E. M. R. Flutuação sazonal da biomassa microbiana e teores de nitrato e amônio de solo coberto com *Paspalum notatum* em um agroecossistema. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 8, p. 104-113, 2001.

FALLEIRO, R. M.; SOUZA, C. M.; SILVA, C. S. W.; SEDIYAMA, C. S.; SILVA, A. A.; FACUNDES, J. L. Influencia dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 1097-1104, 2003.

FANG, C.; MONCRIEFF, J. B. The dependence of soil CO₂ efflux on temperature. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 33, p. 155-165, 2001.

FEIGL, B. J.; MELILLO, J.; CERRI, C. C. Changes in the origin and quality of soil organic matter after pasture introduction in Rondônia (Brazil). **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 175, p. 21-29, 1995a.

FEIGL, B. J.; SPARLING, G.; ROSS, D. Evaluation of methods to estimate the soil microbial biomass in Amazonian soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 27, p. 1467-1472, 1995b.

FEIGL, B. J.; BERNOUX, M.; CERRI, C. C.; PICCOLO, M. C. O efeito da sucessão floresta/pastagem sobre o estoque de carbono e o fluxo de gases em solos da Amazônia. In: LIMA, M. A.; CABRAL, O. M. R.; MIGUEZ, J. D. G. (Ed.). **Mudanças climáticas globais e a agricultura brasileira**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. p. 257-271.

FELLER, C.; BEARE, M. H. Physical control of soil organic matter dynamics in the tropics. **Geoderma**, Amsterdam, v. 79, p. 69-116, 1997.

FERNANDES, S. A. P.; BERNOUX, M.; CERRI, C. C.; FEIGL, B. J.; PICCOLO, M. C. Seasonal variation of soil chemical properties and CO₂ and CH₄ fluxes in unfertilized and P-fertilized pastures in an Ultisol of the Brazilian Amazon. **Geoderma**, Amsterdam, v. 107, p. 227-241, 2002.

FOLLETT, R. F.; SHAFER, S. R.; FRANZLUEBBERS, A. J. Research and implementation needs to mitigate greenhouse gas emissions from agriculture in the USA. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 83, p. 159-166, 2005.

FRANCHINI, J. C.; MALAVOLTA, E.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A. Alterações químicas em solos ácidos após a aplicação de resíduos culturais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 533-542, 1999.

FRANZLUEBBERS, A. J. Water infiltration and soil structure related to organic matter and its stratification with depth. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 66, p. 197-205, 2002.

FRANZLUEBBERS, A. J.; HONS, F. M. Soil-profile distributions of primary and secondary plant-available nutrients under conventional and no tillage. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 39, p. 229-239, 1996.

FRANZLUEBBERS, K.; WEAVER, R. W.; JUO, A. S. R.; FRANZLUEBBERS, A. J. Mineralization of carbon and nitrogen from cowpea leaves decomposing in soils with different levels of microbial biomass. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 19, p. 100-102, 1995.

FREITAS, H. A.; PESSENDA, L. C. R.; ARAVENA, R.; GOUVEIA, S. E. M.; RIBEIRO, A. S.; BOULET, R. Late Quaternary vegetation dynamics in the Southern Amazon Basin inferred from carbon isotopes in soil organic matter. **Quaternary Research**, San Diego, v. 55, p. 39-46, 2001.

FREITAS, P. L.; BLANCANEUX, P.; GAVINELLI, E.; LARRE-LARROUY, M. C.; FELLER, C. Nível e natureza do estoque orgânico de latossolos sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 157-170, 2000.

FREIXO, A. A.; MACHADO, P. L. E. A.; SANTOS, H. P.; SILVA, C. A.; FADIGAS, F. S. Soil organic carbon and fractions of a Rhodic Ferralsol under the influence of tillage and crop rotation systems in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 64, p. 221-230, 2002.

GALETII, M. Os frugívoros de Santa Genebra. In: LEITÃO FILHO, H. F.; MORELLATO, C. (Org.). **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra**. Campinas: Editora UNICAMP, 1995. p. 66-69.

GARCIA-MONTIEL, D. C.; MELILLO, J. M.; STEUDLER, P. A.; NEILL, C.; FEIGL, B. J.; CERRI, C. C. Relationship between N₂O and CO₂ emissions from the Amazon Basin. **Geophysical Research Letters**, Washington, v. 29, n. 6, p. 1-3, 2002.

GARCIA-MONTIEL, D. C.; MELILLO, J. M.; STEUDLER, P. A.; CERRI, C. C.; PICCOLO, M. C. Carbon limitations to nitrous oxide emissions in a humid tropical Forest of the Brazilian Amazon. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 38, p. 267-272, 2003.

GASSEN, D. N.; GASSEN, F. R. **Plantio direto: o caminho do futuro**. Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. 207 p.

GATTO, A. **Estoques de carbono no solo e na biomassa de plantações de eucalipto na região de Centro-Leste do Estado de Minas Gerais**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

GIANNOTTI, E.; LEITÃO FILHO, H. F. Composição florística e estrutura de área de Cerrado no estado de São Paulo, município de Itirapina. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 30., 1979, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Botânica do Brasil, 1979.

GIBBS, P. E., LEITÃO FILHO, H. F. Floristic composition in area of gallery forest near Mogi Guaçu, State of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 1, p. 152-156, 1978.

GOUDRIAAN, J.; UNSWORTH, M. H. Implications of increasing carbon dioxide and climate change for agricultural productivity and water resources. In: SYMPOSIUM ON THE IMPACT OF CARBON DIOXIDE, TRACE GASES, AND CLIMATE CHANGE ON GLOBAL AGRICULTURE, 1990, Madison. **Proceedings...** Madison: ASA; CSSA; SSSA, 1990. (Special Publication, 53). p. 111-130.

GREGORICH, E. G.; CARTER, M. R.; ANGERS, D. A.; MONREAL, C. M.; ELLERT, B. H. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 74, p. 367-385, 1994.

GUEDES, H. M. (1997) **Efeitos de diferentes sistemas de manejo na distribuição de classes de agregados e nos teores de carbono orgânico em um Latossolo Vermelho – Escuro argiloso nas regiões dos Cerrados**. 1997. 187 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 1997.

GUEDES, H. M.; RESCK, D. V. S.; PEREIRA, I. S.; SILVA, J. E.; RODRIGUEZ CASTRO, L. H. Caracterização da distribuição do tamanho de agregados de diferentes sistemas de manejo e seu conteúdo de carbono em Latossolo Vermelho–Escuro na região dos Cerrados, Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO, 8.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1996. **Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados; anais...** Brasília, DF: EMBRAPA, CPAC, 1996. p. 329-333.

GURGEL FILHO, O. A.; ALVARENGA, R. M.; FAGUNDES, M. A.; COELHO, L. C. C.; FRANCHESCHI, P.; VENTURA, A.; CORSINI, C. A.; PIRES, C. L. S.; NEGREIROS, O. C.; NOGUEIRA, J. C. B.; REZENDE, J. A.; MORAES, J. L.; VEIGA, A. A. Experimentação com *Pinus* no Estado de São Paulo, II dendrometria: 1961 a 1963. **Boletim Técnico do Serviço Florestal do Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 189-206, 1963.

HANSEN, S.; MÆHLUM, J. E.; BAKKEN, L. R. N₂O and CH₄ fluxes in soil influenced by fertilization and tractor traffic. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 25, p. 621-630, 1993.

HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do Cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 12, n. 1, p. 54-64, 2000.

HATCH, D. J.; GOODLASS, G.; JOYNES, A.; SHEPHERD, M. A. The effect of cutting, mulching and applications of farmyard manure on nitrogen fixation in a red clover/grass sward. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v. 98, n. 17, p. 3243-3248, 2007.

HAY, S. I.; GUERRA, C. A.; TATEM, A. J.; NOOR, A. M.; SNOW, R. W. The global distribution and population at risk of malaria: past, present, and future. **Lancet Infect Disease**, Oxford, v. 4, n. 6, p. 327-336, 2004.

HENZE, M.; HARREMOES, P.; JANSEM, J. L. C.; ARWIN, E. **Wastewater treatment**: biological and chemical process. 2. ed. Berlin: Springer, 1997.

HERINGER, E. P.; BARROSO, G. M.; RIZZO, J. A.; RIZZINI, C. T. A flora do Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 4., 1977, Belo Horizonte. **Anais...** São Paulo: EDUSP; Ed. Itatiaia, 1977. p. 211-232.

HORN, R.; DOMZAL, H.; SLOWISKA-JURKIEWICZ, A.; VAN OUWERKERK, C. Soil compaction process and their effects on the structure of arable soils and the environment. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 35, p. 23-36, 1995.

HOUGHTON, R. A. Why are estimates of the of the terrestrial carbon balance so different? **Global Change Biology**, Oxford, v. 9, p. 500-509, 2003.

HOUGHTON, R. A.; HACKLER, J. L. **Continental scale estimates of the biotic carbon flux from land cover change**: 1850-1980. Oak Ridge, TN: Carbon Dioxide Information Analysis Center, 1995. (NDP-050/R1).

HOUGHTON, R. A.; HACKLER, J. L. **Carbon flux to the atmosphere from land-use changes**: 1850 to 1990. Oak Ridge, TN: Carbon Dioxide Information Analysis Center, 2001. DOI: 10.3334/CDIAC/lue.ndp050.

HOUWELING, S.; KAMINSKI, T.; DENTENER, F.; LELIEVELD, J.; HEIMANN, M. Inverse modeling of methane sources and sinks using the ad joint of a global transport model. **Journal of Geophysical Research**, Washington, v. 104, p. 26137-2619, 1999.

HUNGRIA, M.; ANDRADE, D. de S.; BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A. **Importância do sistema de semeadura direta na população microbiana do solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, CNPS, 1997. 9 p. (Comunicado Técnico, 56).

HUTCHINSON, G. L.; LIVINGSTON, G. P. Use of chamber systems to measure trace gas fluxes. In: HARPER, L. A.; MOSIER, A. R.; DUXBURY, J. M.; ROLSTON, D. E. **Agricultural ecosystem effects on trace gases and global climate change**. Madison: ASA; CSSA; SSSA, 1993. p. 63-78. (Special Publication, 55).

INSAM, H.; MITCHELL, C. C.; DORMAAR, J. F. Relationship of soil microbial biomass and activity with fertilization practice and crop yield of three utisols. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 23, p. 459-464, 1991.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1991. 92 p.

INSTITUTO PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981a. 2 v.

INSTITUTO PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Mapa geológico do estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981b. 2 v.

INSTITUTO PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Carta geotécnica de Mogi Mirim**. São Paulo: IPT, 1999. 2 v.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate change 2001: The scientific basis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. 881 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **The regional impacts of climate change: an assessment of vulnerability**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. 517 p.

ISAAKS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. **Applied geostatistics**. New York: Oxford University Press, 1989. 561 p.

JANSSENS, I. A.; KOWALSKI, A. S.; CELEUMANS, R. Forest floor CO₂ fluxes estimated by eddy covariance and chamber – based model. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 106, n. 1, p. 61-69, 2001.

JANTALIA, C. P.; ALVES, B. J. R.; ZOTARELLI, L.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Mudanças no estoque de C do solo em áreas de produção de grãos: avaliação do impacto do manejo do solo. In: ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; AITA, C.; BODDEY, R. M.; JANTALIA, C. P.; CMARGO, F. A. O. (Ed.). **Manejo de sistemas agrícolas: Impactos no seqüestro de C e nas emissões de gases de efeito estufa**. Porto Alegre: Gênese, 2006. p. 35-57.

JENKINSON, D. S. Determination of microbial biomass carbon and nitrogen in soil. In: WILSON, J. R. (Ed.). **Advances in nitrogen cycling in a agricultural ecosystems**. Wallingford: CAB International, 1988. p. 368-386.

JENKINSON, D. S.; LADD, J. N. Microbial biomass in soils: measurement and turnover. In: PAUL, E. A.; LADD, J. N. (Ed.). **Soil biochemistry**. New York: Marcel Dekker, 1981. v. 5, p. 415-471.

JOERGENSEN, R. G.; BROOKES, P. C. C. Ninhydrin-reactive nitrogen measurements of microbial biomass in 0.5 M K₂SO₄ soil extracts. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 22, n. 8, p. 1031-1038, 1990.

JOHNSON, C. M.; VIEIRA, I. C. G.; ZARIN, D. J.; FRIZANO, J.; JOHNSON, A. H. Carbon and nutrient storage in primary and secondary foresting eastern Amazonia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 147, p. 245-252, 2001.

JOHNSON, M. G. The role of soil management in sequestering soil carbon. In: LAL, R.; KIMBLE, J.; LEVINE, E.; STEWART, B. A. (Ed.). **Soil management and greenhouse effect**. Boca Raton: CRC Press, 1995. p. 351-362. (Advances in Soil Science).

KAMINSK, J.; SANTOS, D. R.; GATIBONI, L. C.; BRUNETO, G.; SILVA, L. S. Eficiência da calagem superficial e incorporada precedendo o sistema plantio direto em um Agrissolo sob pastagem natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 573-580, 2005.

KELLER, M.; MITRE, M. E.; STALLARD, R. F. Consumption of atmospheric methane in soils of central Panama: effects of agricultural development. **Global Biochemical Cycles**, Oxford, v. 4, p. 21-27, 1990.

KELLER, M.; KAPLAN, W. A.; WOFSY, S. C.; COSTA, J. M. Emissions of N₂O from tropical forest soil: response to fertilization with NH₄⁺, NO₃⁻ and PO₄⁻³. **Journal of Geophysical Research**, Washington, v. 93, p. 1600-1604, 1988.

KENNEDY, A. C. Bacterial diversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 74, n. 1, p. 65-76, 1999.

KHALIL, M. A. K.; RASMUSSEM, R. A. The changing composition of the Earth's atmosphere. In: HANWANT, B. S. (Ed.). **Composition chemistry, and climate of the atmosphere**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1995. p. 50-87.

KLEMEDTSSON, L.; VON ARNOLD, K.; WESLIEN, P.; GUNDERSEN, P. Soil CN ratio as a scalar parameter to predict nitrous oxide emissions. **Global Change Biology**, Oxford, v. 11, p. 1142-1147, 2005.

KLEPKER, D.; ANGHINONI, I. Características físicas e químicas do solo afetadas por métodos de preparo e modos de adubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 19, p. 395-401, 1995.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antonio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2003. 570 p.

KLUTHCOUSKI, J.; OLIVEIRA, I. P.; YOKOYAMA, L. P.; DUTRA, L. G.; PORTES, T. de A.; SILVA, A. E. da; PINHEIRO, B. S.; FERREIRA, E.; CASTRO, E. da M. de; GUIMARAES, C. M. 1999. **Sistema Barreirão**: recuperación/renovación de pasturas degradadas utilizando cultivos anuales. In: GUIMARÃES, E. P.; SANZ, J. I.; RAO, I. M.; AMÉZQUITA, M. C.; AMÉZQUITA, E. (Ed.). **Sistemas agropastoriles en Sabanas tropicales de América Latina**. Cali, Colombia: CIAT, 1999. p. 195-231.

KOEPPEN, W. **Climatologia**. México DF: Ed. Fondo de la Cultura Económica, 1948. 253 p.

LA SCALA JUNIOR, N.; LOPES, A.; MARQUES JUNIOR, J.; PEREIRA, G. T. Carbon dioxide emissions after application of tillage systems for a dark red latosol in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 62, p. 163-166, 2001.

LADD, J. N.; AMATO, M.; LI-KAI, Z.; SHULTZ, J. E. Differential effects of rotation, plant residue and nitrogen fertilizer on microbial biomass and organic matter in a Australian alfisol. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 26, p. 821-831, 1994.

LAL, R. Global soil erosion by water and carbon dynamics. In: LAL, R.; KIMBLE, J.; LEVINE, E.; STEWART, B. A. (Ed.). **Soils and global change**. Boca Raton: CRC Press, 1995. p. 131-142.

LAL, R. Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO₂-enrichment. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 43, p. 81-107, 1997.

LAL, R. Soil erosion and carbon dynamics on grazing lands. In: FOLLET, R. F.; KIMBLE, J.; LAL, R. (Ed.). **The potential of U.S. grazing lands to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect**. Boca Raton: CRC Press, 2001. p. 231-247.

LAL, R. Soil carbon dynamic in cropland and rangeland. **Environmental Pollution**, London, v. 116, p. 353-362, 2002.

LAL, R. Global potential of carbon sequestration to mitigate the greenhouse effect. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v. 22, n. 2, p. 151-184, 2003.

LAL, R.; KIMBLE, J. M. Conservation tillage for carbon sequestration. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 49, p. 243-253, 1997.

LAL, R.; HASSAN, H. M.; DUMANSKI, J. Desertification control to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect. In: ROSENBERG, N.; IZAURRALDE, R. C.; COLUMBUS, E. L. (Ed.). **Carbon sequestration in soils: science, monitoring and beyond**. Ohio: Malone Battelle Press, 1999. p. 83-149.

LAL, R.; KIMBLE, J. M.; FOLLETT, R. F.; COLE, C. V. **The potential of U.S. cropland to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect**. Chelsea, Michigan: Ann Arbor Press, 1998.

LANGE, A. **Palhada e nitrogênio afetando propriedades do solo e rendimento de milho em sistema plantio direto no Cerrado**. 2002. 148 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

LATHWELL, D. J.; BOULDIN, D. R. Soil organic matter and soil nitrogen behaviour in cropped soils. **Tropical Agriculture**, London, v. 58, p. 341-348, 1981.

LEITÃO FILHO, H. F. Aspectos taxonômicos das florestas do estado de São Paulo. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 16, p. 197-206, 1982.

LEITÃO FILHO, H. F. A flora arbórea da Serra do Japi. In: MORELLATO, P. C. (Org.). **História natural da Serra do Japi**. Campinas: Editora UNICAMP; FAPESP, 1992. p. 40-63.

LEITÃO FILHO, H. F. **Estudo da ecologia da mata ciliar dos rios Mogi Guaçu e Peixe - UHE, Mogi Guaçu, SP**. Campinas: Parque Ecológico, UNICAMP; CESP, 1994. 83 p. (Relatório de Atividades).

LEITÃO FILHO, H. F. A vegetação da Reserva de Santa Genebra. In: MORELLATO, P.C, LEITÃO FILHO, H. F. (Org.). **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra**. Campinas: Editora UNICAMP, 1995. p. 18-29.

LEITE, F. P. **Relações nutricionais e alterações de características químicas de solo da Região do Vale do Rio Doce pelo cultivo do eucalipto**. 2001. 72 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

LEVINE, J. S.; WINSTEAD, E. L.; PARSONS, D. A. B.; SCHOLLES, M. C.; SCHOLLES, R. J.; COFER, W. R.; CAHOON, D. R.; SEBACHER, D. I. Biogenic soil emissions of nitric oxide (NO) and nitrous oxide (N₂O) from savannas in South Africa: the impact of wetting and burning. **Journal of Geophysical Research**, Washington, v. 101, p. 23689-23697, 1996.

LIMA, A. M. N. **Estoques de carbono e frações da matéria orgânica do solo sob povoamentos de eucalipto no Vale do Rio Doce – MG**. 2004. 131 p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

LIMA, M. A. Emissão de gases de efeito estufa. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v. 3, n. 17, p. 38-43, 2000.

LIMA, M. A. de. Agropecuária brasileira e as mudanças climáticas globais: caracterização do problema, oportunidades e desafios. **Caderno de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 451-472, 2002.

LIMA, M. A.; CABRAL, O. M. R.; MIGUEZ, J. D. G. **Mudanças climáticas globais e a agricultura brasileira**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. 397 p.

LIMA, M. A.; BOEIRA, R. C.; CASTRO, V. L. S. S.; LIGO, M. A.; CABRAL, O. M. R.; VIEIRA, R. F.; LUIZ, A. J. B. Estimativa das emissões de gases de efeito estufa provenientes de atividades agrícolas no Brasil. In: LIMA, M. A.; CABRAL, O. M. R.; MIGUEZ, J. D. G. (Ed.). **Mudanças climáticas globais e a agricultura brasileira**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. p. 169-189.

LINN, D. M.; DORAN, J. Aerobic and anaerobic microbial populations in no-till and plowed soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 48, p. 794-799, 1984.

LOPES, A. S. **Solos sob cerrado**: Características, propriedades e manejo. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1983. 162 p.

LOPES, A. S.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L. R. G.; SILVA, C. A. **Sistema plantio direto**: bases para o manejo da fertilidade do solo. São Paulo: ANDA, 2004. 110 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992-1998. v. 1-2.

LUIZÃO, F.; MATSON, P.; LIVINGSTON, G.; LUIZÃO, R.; VITOUSEK, P.; Nitrous oxide flux following tropical and clearing. **Global Biogeochemical Cycles**, Washington, v.3, p. 281-285, 1989.

MACEDO, J. Prospectives for the rational use of the Brazilian Cerrados for food production. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 66, p. 159-165, 1994.

MACEDO, M. C. M. Pastagens no ecossistema Cerrados: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPOSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: SBZ, 1995. p. 28-62.

MACHADO, P. L. O. A.; SILVA, C. A. Soil management under no-tillage systems in the tropics with special reference to Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 61, p. 119-130, 2001.

MADIGAN, T. M.; MARTINKO, J. M.; PARKER, J. **Brock biology of microorganisms**. 8. ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1997.

MANTOVANI, W.; ROSSI, L.; ROMANIUC NETO, S.; ASSAD-LUDWIG, I. Y.; WANDERLEY, M. G. L.; MELO, M. M. R. F.; TOLEDO, C. B. Estudo fitossociológico de áreas de mata ciliar em Mogi Guaçu, SP, Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 235-267.

MARIMON JUNIOR, B. H.; HARIDASN, M. Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um Cerradão e um Cerrado *sensu stricto* em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v. 19, n. 4, p. 913-926, 2005.

MAYER, J.; BUEGGER, F.; JENSEN, E.; SCHLOTTER, M.; HEB, J. Estimating N rhizodeposition of grain legumes using a ¹⁵N in situ stem labeling method. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 35, p. 21-28, 2003.

McGILL, W. B.; DORMAAR, J. E.; REINL-DWYER, E. New perspective on soil organic matter quality, quantity and dynamics on the Canadian prairies. In: ANNUAL MEETING CONSERVATION SOIL SCIENCE SOCIETY, 34., 1988, Calgary. **Land and degradation and conservation tillage**. Calgary: CSSS, AIC, 1988. p. 30-38.

MEKARU, T.; UEHARA, G. Anion adsorption in ferruginous tropical soil. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 36, p. 296-300, 1972.

MENEZES, A. A. **Produtividade do eucalipto e sua relação com a qualidade e a classe do solo**. 2005. 98 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

MIRANDA, A. C.; MIRANDA, H. S.; LLOYD, J.; GRACE, J.; FRANCEY, R. J.; MCINTYRE, J. A.; MEIR, P.; RIGGAN, P.; LOCKWOOD, R.; BRASS, J. Fluxes of carbon, water and energy over Brazilian Cerrado: an analysis using eddy covariance and stable isotopes. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v. 20, n. 3, p. 315-328, 1997.

MOISER, R. L.; SCHIMEL, D.; VALENTINE, D.; BRONSON, K.; PATRON, W. Methane and nitrous oxide fluxes in native, fertilized and cultivate grassland. **Nature**, London, v. 350, p. 330-332, 1991.

MONTEIRO, C. A. de F. **Análise rítmica em climatologia**: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. São Paulo: USP, IGEOG, 1973. 54 p. (Série Climatologia, 1).

MONTEIRO, C. A. de F. **O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo**. São Paulo: USP, IGEOG, 1976. 54 p. (Série Teses e Monografias, 28).

MONTEIRO, J. M. C.; MIRANDA, A. C. (1996) Fluxos de CO₂ sobre um Cerrado stricto sensu. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1996, Brasília, DF. **Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados**; anais... Brasília DF: EMBRAPA, CPAC, 1996. p. 312-316.

MONTERO, L. L. **Carbono em solos do cerrado: efeitos do uso florestal (vegetação nativa de Cerradão, versus plantio de *Eucalyptus* e *Pinus*)**. 2008. 130 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MORAES, J. F. L.; VOLKOFF, B.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Soil proprieties under Amazon forest and changes due to pasture installation in Rondônia, Brazil. **Geoderma**, Amsterdam, v. 70, p. 63-81, 1996.

MORAIS, J. F. V.; DYNIA, J. F. Adubação, calagem, disponibilidade de nutrientes e produção de arroz e feijão em solo nivelado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 9, p. 1443-1449, 1998.

MOSIER, A.; SCHIMEL, D.; VALENTINE, D.; BRONSON, K.; PARTON, W. Methane and nitrous oxide fluxes in native, fertilized and cultivated grasslands. **Nature**, London, v. 350, p. 330-332, 1991.

MURTY, D.; KIRSCHBAUM, M. U. F.; MCMURTIE, R. E.; MCGILVREY, H. Does conversion of Forest agricultural land change soil carbon and nitrogen? A review of the literature. **Global Change Biology**, Oxford, v. 8, n. 2, p. 105-123, 2002.

MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 7, p. 95-102, 1983.

MYERS, R. J. K.; PALM, C. A.; CUEVAS, E.; GUNATILLEKE, I. U. N.; BROSSARD, M. The synchronization of nutrient mineralization and plant nutrient demand. In: WOOMER, P. L.; SWIFT, M. J. (Ed.). **The biological management of tropical soil fertility**. Chichester: John Wiley & Sons, 1994. p. 81-116.

NARDOTO, G. B. Abundância natural de ¹⁵N na Amazônia e Cerrado – implicações para a ciclagem de nitrogênio. 2005. 100 f. Tese (Doutorado em Ecologia de

Agroecossistemas) – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

NEILL, C.; MELLILO, J. M.; STEUDLER, P. A.; CERRI, C.C.; MORAES, F. L.; PICCOLO, M. C.; BRITO, M. Soil carbon and nitrogen stocks following forest clearing for pasture in the southern Brazilian Amazon. **Ecological Applications**, Washington, v. 7, p. 1216-1225, 1997.

NOBRE, C. A.; GASH, J. Desmatamento muda clima da Amazônia. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 22, p. 33-42, 1997.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M. Composição florística e estrutura comunitária de uma remanescente de floresta semidecídua montada em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 17, p. 167-182, 1994.

PAIVA, A. O.; FARIA, G. E. Estoques de carbon do solo sob cerado *sensu stricto* no Distrito Federal, Brasil. **Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas**, São Luís, v. 1, p. 60-65, 2007.

PARFITT, R. L.; THENG, B. K. G.; WHITTON, J. S.; SHEPHERD, T. G. Effects of clay minerals and land use on organic matter pools. **Geoderma**, Amsterdam, v. 75, p. 1-12, 1997.

PASSIANOTO, C. C.; AHRENS, T.; FEIGL, B. J.; STEUDLER, P. A.; CARMO, J. B.; MELILLO, J. M. Emissions of CO₂ N₂O and NO in conventional and no-till management practices in Rondônia, Brazil. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 38, p. 200-208, 2003.

PAUL, E. A.; CLARK, F. E. **Soil microbiology and biochemistry**. New York: Academic Press, 1996. 340 p.

PAVEI, M. A. Decomposição de resíduos culturais e emissão de gases de efeito estufa em sistemas de manejo do solo em Ponta Grossa (PR). 2005. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) - Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

PEREIRA, I. da S. Efeito de diferentes sistemas de manejo na distribuição de macro e microagregados e nos teores de carbono orgânico em Latossolo-Vermelho Escuro argiloso na região dos Cerrados. 1997. 160 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 1997.

PERES, J. R. R.; SUHET, A. R.; VARGAS, M. A. T.; DROZDOWICZ, A. Litter production in areas of Brazilian “Cerrados”. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 9, p. 1037-1043, 1983.

PEREZ, K. S. S.; RAMOS, M. L. G.; MCMANUS, C. Carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com soja, sob diferentes sistemas de manejo nos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 6, p. 567-573, 2004.

PEREZ, K. S. S.; RAMOS, M. L. G.; MCMANUS, C. Nitrogênio da biomassa microbiana em solo cultivado com soja, sob diferentes sistemas de manejo, nos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 2, p. 137-144, 2005.

PES, L. Z.; AMADO, T. J. C.; PIZZUTI, L.; SCHENATO, R. B.; FÜLBER, R. Efeito de diferentes sistemas de manejo no acúmulo de carbono orgânico. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA, 16., Aracaju, PE. **Anais...** Aracaju, 2006. 1 CD-ROM.

PESSENDA, L. C. R.; GOMES, B. M.; ARAVENA, R.; RIBEIRO, A. S.; BOULET, R.; GOUVEIA, S. E. M. The carbon isotope record in soils along a forest-cerrado ecosystem transect: implications for vegetation changes in the Rondônia state, southwestern Brazilian Amazon region. **The Holocene**, Thousand Oaks, v. 8, p. 599-603, 1998.

PICCOLO, M. C.; NEILL, C.; CERRI, C. C. Net nitrogen mineralization and net nitrification along a tropical forest-to-pasture chronosequence. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 162, p. 61-70, 1994.

PICCOLO, M. C.; NEILL, C.; CERRI, C. C.; MELILLO, J. M. Fluxes of nitrogen following clearing of Brazilian Amazonian tropical forest for pasture. In: HATCH, D. J.; CHADWICK, D. R.; JARVIS, S. C.; ROKER, J. A. (Ed.). **Controlling nitrogen flows and losses**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2004. p. 65-66.

PICCOLO, M. C.; NEILL, C.; MELILLO, J. M.; CERRI, C. C.; STEUDLER, P. A. ¹⁵N natural abundance in Forest and pasture soil of the Brazilian Amazon basin. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 182, p. 249-258, 1996.

PIRES, C. L. da S. Ensaio de adubação em mudas de *Eucalyptus Ciriodora Hook* acondicionadas em Torrões Paulista. **Boletim Técnico do Serviço Florestal do Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 107-115, 1963.

PIRES, C. L. da S. Adubação fundamental em mudas de *Eucalyptus Saligna SM*. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 39, n. 4, p. 159-164, 1964.

POTH, M.; ANDERSON, I. C.; MIRANDA, H. S. The magnitude and persistence of soil NO, N₂O, CH₄ and CO fluxes from burned tropical savannah in Brazil. **Global Biogeochemical Cycles**, Washington, v. 9, p. 503-513, 1995.

PRIEMÉ, A.; CHRISTENSEN, S. Methane uptake by a selection of soils in Ghana whit different land use. **Journal of Geophysical Research**, Washington, v. 104, p. 23617-23622, 1999.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, 1991. 343 p.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1983. 16 p. (Circular, 63).

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1997. 285 p.

RAIJ, B. van.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M. E.; LOPES, A. S.; REATTO, A.; CORREIA, J. R.; SPERA, S. T. Solos do bioma cerrado: Aspectos pedológicos. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado: Ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA, CPAC, 1998. p. 47-83.

REED, S. C.; MURRMANN, P.; KOUTZ, F.; RICHARD, W.; BILELLO, M. A. **Wastewater management by disposal on the land**. Hanover, New Hampshire: USACE Cold Regions Research and Engineering Laboratory, 1972. (Special Report, AD0752132).

REICHARDT, K. **Processos de transferências no sistema solo-planta-atmosfera**. 4. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 466 p.

RESCK, D. V. S. Sistemas de manejo do solo e balanço de carbono no Cerrado. In: LIMA, M. A.; CABRAL, O. M. R.; MIGUEZ, J. D. G. (Ed.). **Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. p. 231-255.

RESCK, D. V. S. O potencial de sequestro de carbono em sistemas de produção de grãos sob plantio direto no Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE PLANTIO DIRETO E MEIO AMBIENTE: Seqüestro de carbono e qualidade de água, 2005, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: FEBRAPDP/Itaipu Nacional, 2005. p. 72-80.

RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Effects of soil physical and chemical properties on plant species in the Cerrado region of Brazil. In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 16., 1998, Montpellier, FR. **Proceedings...** Montpellier: ISSS, 1998. 1 CD-ROM.

RESCK, D. V. S.; PEREIRA, J.; SILVA, J. E. **Dinâmica da matéria orgânica na região dos cerrados**. Planaltina, DF: EMBRAPA, CPAC, 1991. 22 p. (Documentos, 36).

RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C.; RODRIGUES, D. C.; SANTOS, A. L.; SILVA, J. E. Influência do uso e manejo do solo na produção de CO₂ em diferentes agroecossistemas na região dos Cerrados. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13.; REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA AGUA, 11., 1996, Águas de Lindóia, SP. **Anais...** Águas de Lindóia: SLACS-SBCS, 1996. 1 CD-ROM.

RESCK, D. V. S.; VASCONCELLOS, C. A.; VILELA, L.; MACEDO, M. C. M.; AYARZA, M. A. Impact of conversion of Brazilian Cerrados to cropland and pastureland on soil carbon pool and dynamics. In: KIMBLE, J. M.; STEWART, B. A. (Ed.). **Global climate change and tropical ecosystem**. Boca Raton: CRC Press, 2000. p. 169-196.

RESENDE, M.; CURI, N.; RESENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. Viçosa: NEPUT, 1997. 367 p.

REZENDE, A. B. Diversidade, estrutura, dinâmica e progênese do crescimento de um cerrado *sensu stricto* submetido a diferentes distúrbios por desmatamento. 2002. 243 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

RHEINHEIMER, D. S.; ANGHINONI, I.; CONTE, E. Fósforo da biomassa microbiana em solos sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 589-597, 2000.

RIBEIRO, F. J.; WALTER, T. M. B. Fitofisionomia do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado**: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA, CPAC, 1998. p. 89-168.

RIZZINI, C. T. A flora do Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO, 1., 1963, São Paulo. São Paulo: EDUSP, 1963. p. 211-232.

ROBERTSON, G. P. **GS+**: Geostatistics for the Environmental Sciences. Plainwell, Michigan: Gamma Design Software, 1998.

ROBERTSON, G. P.; PAUL, E. A.; HARWOOD, R. R. Greenhouse gases in intensive agriculture: contributions of individual gases to the radiative forcing of the atmosphere. **Science**, Washington, v. 289, p. 1922-1925, 2000.

RODRIGUES, E. F. G. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 227-243.

ROSA, M. E. C.; OLSZEWSKI, N.; MENDONÇA, E. S.; COSTA, L. M.; CORREIA, J. R. Formas de carbono em Latossolo Vermelho Eutroférico sob plantio direto no sistema biogeográfico do Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 911-923, 2003.

ROSCOE, R.; BUURMAN, O.; VELTHORST, E. J.; PEREIRA, J. A. A. Effects of fire on soil organic matter in a "Cerrado *sensu-stricto*" from Southeast Brazil as revealed by changes in $\delta^{13}\text{C}$. **Geoderma**, Amsterdam, v. 95, n. 1-2, p. 141-160, 2000.

ROSOLEM, C. A.; ALMEIDA, A. C. S.; SACRAMENTO, L. V. S. Sistema radicular e nutrição da soja em função da compactação do solo. **Bragantia**, Campinas, v. 53, p. 259-266, 1994.

RUZICKA, J.; HANSEN, E. H. **Flow injection analysis**. New York: Wiley Interscience, 1981. 395 p.

SÁ, J. C. M. de.; CERRI, C. C.; DICK, W. A.; LAL, R.; VENZKE FILHO, S. P.; PICCOLO, M. C.; FEIGL, B. J. Organic matter dynamics and carbon sequestration rates for a tillage chronosequence in a Brazilian oxisol. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 65, p. 1486-1499, 2001.

SAFFIGNA, P. G.; POWLSON, D. S.; BROOKES, P. C.; THOMAS, G. A. Influence of sorghum residues and tillage on soil organic matter and soil microbial biomass in an Australian Vertisol. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 21, p. 759-765, 1989.

SALGADO-LABOURIAU, M. L.; CASSETI, V.; FERRAZ-VICENTINI, K. R.; MARTIN, L.; SOUBIÈS, F.; SUGUIO, K.; TURCQ, B. Late quaternary vegetational and climatic changes in cerrado and palm swamp from Central Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 128, p. 215-226, 1997.

SAMINÊZ, T. C. O. **Efeito do sistema de cultivo, tensão de água, biomassa microbiana e temperatura do solo nos fluxos de CH₄ e N₂O em solos de Cerrado**. 1999. 99 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. Decomposição de palha de milho marcada e incorporação de ¹⁴C à biomassa microbiana de um Latossolo Vermelho Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 6, p. 29-32, 1982a.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. Efeito da adição de nitrogênio e palha (¹⁴C) na liberação de CO₂ e formação de biomassa microbiana em Latossolo Vermelho-Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 6, p. 117-181, 1982b.

SANHUEZA, E.; HAO, W. M.; SCHARFFE, D. N₂O and NO emissions from soils of the Northern Part of the Guayana Shield, Venezuela. **Journal of Geophysical Research**, Washington, v. 95, p. 22481-22488, 1990.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Agricultura e Abastecimento. **Carta climática do estado de São Paulo**. Sistema Köppen. Campinas, SP: IAC/Climatologia Agrícola, 1966.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Agricultura e Abastecimento. **Projeto Lupa**. EDR – Mogi Mirim. Campinas, SP: CATI, 2008.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Macrozoneamento das bacias dos rios Mogi Guaçu, Pardo e Médio Grande**: questões sócio ambientais regionais. São Paulo, 1995.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Inventário da vegetação florestal do estado de São Paulo**. São Paulo, 2005. 3 p.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT guide for personal computer**: version 6. Cary, 1987. 1 v.

SCHARFFE, D.; HAO, W. M.; DONOSO, L. Soil fluxes and atmospheric concentration of CO and CH₄ in the Northern Part of the Guayana Shield, Venezuela. **Journal of Geophysical Research**, Washington, v. 95, p. 22475-22480, 1990.

SCHELSINGER, W. H.; ANDREWS, J. A. Soil respiration and the global carbon cycle. **Biogeochemistry**, Dordrecht, v. 48, n. 1, p. 7-20, 2000.

SCHLESSINGER, W. H. **Biogeochemistry**: An analysis of global change. London: Academic Press, 1997. v. 1, 588 p.

SCHOLES, M. C.; MARTIN, R.; SCHOLE, R. J. NO and N₂O emissions from savannah soils following the first simulated rains of the season. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 48, p. 115-122, 1997.

SEEBER, J.; SCHEU, S.; MEYER, E. Effects of macro-decomposers on litter decomposition and soil properties in alpine pastureland: A mesocosm experiment. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLICATIONS OF STABLE ISOTOPE TECHNIQUES TO ECOLOGICAL STUDIES, 5., 2006, Belfast. **Abstracts...** Amsterdam: Elsevier, 2006. A-49, p. 120.

SHIBA, U. McTAGGART, I. P.; SMITH, K. A.; HARGREAVES, K. J.; FOELER, D. Estimates of nitrous oxide emissions from soil in the UK. **Energy Conversion and Management**, Amsterdam, v. 37, p. 1303-1308, 1996.

SIDIRAS, N.; PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 9, p. 249-254, 1985.

SILVA, C. A.; MACHADO, P. L. O. A. **Seqüestro e emissão de carbono em ecossistemas agrícolas**: Estratégias para o aumento dos estoques de matéria orgânica em solos tropicais. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 23 p. (Documentos, 19).

SILVA, C. A.; ANDRESON, S. J.; VALE, F. R. Carbono, nitrogênio e enxofre em frações granulométricas de dois Latossolos submetidos à calagem e adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 593-602, 1999.

SILVA, E. C. **Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio (¹⁵N) da uréia, do milho e da crotalaria pelo milho sob semeadura direta em solo de Cerrado**. 2005. 111 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S. Matéria orgânica do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina, DF: EMBRAPA, CPAC, 1997. p. 67-524.

SILVA, J. E.; LEMAINSKI, J. O.; RESCK, D. V. S. Perdas de material orgânica e suas relações com a capacidade de troca catiônica em solos da região de cerrados do oeste baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 18, p. 541-547, 1994.

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; CORAZZA, E. J.; VIVALDI, L. Carbon storage in clayey oxisol cultivated pastures in the "Cerrado" region, Brazil. **Agriculture Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 103, p. 357-363, 2004.

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; CORAZZA, E. J.; VILELA, L.; BARCELOS, A. O. Carbon storage under cultivated pastures in a clay Oxisol in Cerrados regions. In:

ANNUAL MEETING, 89., 1997, Anaheim. **Building strength through diversity: abstracts...** Anaheim, CA: 1997. p. 303.

SIMONA, C.; ARIANGELO, D. R.; JOHN, G.; NINAS, N.; RUBENS, M.; JOSÉ, S. J. Nitrous oxide and methane fluxes from soils of the Orinoco savannah under different land use. **Global Change Biology**, Oxford, v. 10, p. 1947-1960, 2004.

SINGH, J. S.; RAGHUBANSHI, A. S.; SINGH, R. S.; SRIVASTAVA, S. C. Microbial biomass acts as a source of plant nutrients in dry tropical Forest and Savanna. **Nature**, London, v. 338, p. 499-500, 1989.

SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; GRISI, B. M.; HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S. **Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental**. Brasília: EMBRAPA, CNPS, 1994. 142 p.

SIQUEIRA NETO, M. S. **Estoque de carbono e nitrogênio do solo com diferentes usos no Cerrado em Rio Verde (GO), SP**. 2006. 159 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SIQUEIRA NETO, M.; PERRIN, A. S.; PAVEI, M. A.; PICCOLO, M. C.; BERNOUX, M.; SCOPEL, E.; DOUZET, J. M.; SEGUY, L.; BOUZINAC, S.; CERRI, C. E. P.; CERRI, C. C.; FELLER, C. Estoques de carbono em solos cultivados e floresta na transição Cerrado - Amazônia em Sinop (MT). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, MANEJO INTEGRADO A CIENCIA DO SOLO NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS, 15., 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2004.

SISTI, C. J.; SANTOS, H. P.; KOHHANN, R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 76, p. 39-58, 2004.

SIX, J.; ELLIOT, E. T.; PAUSTIAN, K. Aggregate and soil organic matter dynamics under conventional and no-till systems. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 63, p. 1350-1358, 1999.

SIX, J.; FELLER, C.; DENEFF, K.; OGLE, S. M.; SÁ, J. C. M.; ALBRECHT, A. Soil carbon matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils – Effects of no-tillage. **Agronomie**, Paris, v. 22, p. 755-775, 2002.

SIX, J.; OGLE, S. M.; BREIDT, F. J.; CONANT, R. T.; MOSIER, A. R.; PAUSTIAN, K. The potential to mitigate global warming with no-tillage management is only realized when practiced in the long term. **Global Change Biology**, Oxford, v. 10, p. 155-160, 2004.

SMITH, J. L.; PAUL, E. A. The significance of soil microbial biomass estimations. In: BOLLAG, J. M.; STOTZKY, G. (Ed.). **Soil biochemistry**. New York: Marcel Dekker, 1990. p. 357-396.

SMITH, K. A.; DOBBIE, K. E. The impact of sampling frequency and sampling times on chamber-based measurements of N₂O emissions from fertilized soils. **Global Change Biology**, Oxford, v. 7, p. 933-945, 2001.

SMITH, J. L.; HALVORSON, J. J.; PAPENDICK, R. I. Using multiple-variable indicator kriging for evaluating soil quality. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 57, p. 743-749, 1993.

SMITH, J. U.; SMITH, P.; POWLSON, D. S.; MCGILL, W. B.; ARAH, J. R. M.; CHERTOV, O. G.; COLEMAN, K.; FRANKO, U.; FROLKING, S.; JENKINSON, D. S.; JENSEN, L. S.; KELLY, R. H.; KLEIN-GUNNEWIEK, H.; KOMAROV, A.S.; LI C.; MOLINA, J. A. E.; MUELER, T.; PARTON, W. J.; THORNLEY, J. H. M.; WHITMORE, A. P. A comparison of the performance of nine soil organic matter models using datasets from seven long-term experiments. **Geoderma**, Amsterdam, v. 81, p. 153-225, 1997.

SMITH, P.; SMITH, J. U.; ADDISCOTT, T. Quantitative methods to evaluate and compare soil organic matter (SOM) models. In: POWLSON, D. S.; SMITH, P.; SMITH, J. U.; (Ed.). **Evaluation of soil organic matter models using existing, long-term datasets**. Berlin: Springer-Verlag, 1996. p. 181-200, (NATO ASI Series I, 38).

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrados: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 41 p.

SOUZA COSTA, F. de; GOMES, J.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Métodos para avaliação das emissões de gases do efeito estufa no sistema solo-atmosfera. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 693-700, 2006.

SPARLING, G. Ratio on microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v. 30, p. 195-207, 1992.

SPARLING, G. P.; WEST, A. W. A direct extraction method to estimate soil microbial C: calibration in situ using microbial respiration and ¹⁴C labeled cells. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 20, p. 337-343, 1988.

STEUDLER, P. A.; BOWDEN, R. D.; MELILLO, J. M.; ABER, J. D. Influence of nitrogen fertilization on methane uptake in temperate forest soils. **Nature**, London, v. 341, p. 314-316, 1989.

STEUDLER, P. A.; FEIGL, B. J.; MELILLO, J. M.; NEILL, C.; PICCOLO, M. C.; CERRI, C. C. (1999) Annual patterns of soil CO₂ emission from Brazilian forest and pastures. **Biogeochemistry**.

STEUDLER, P. A.; MELILLO, J. M.; FEIGL, B. J.; NEILL, C.; PICCOLO, M. C.; CERRI, C. C. Consequences of forest-to-pasture conversion on CH₄ fluxes in Brazilian Amazon Basin. **Journal of Geophysical Research**, Washington, v. 101, p.18547-18554, 1996.

STEUDLER, P. A.; MELILLO, J. M.; BOWDEN, R. D.; CASTRO, E. M. C. The effect of natural and human disturbance on soil nitrogen dynamics and trace gas fluxes in a Puerto Rican wet forest. **Biotropica**, Malden, v. 23, n. 4A, p. 356-363, 1991.

STEVENSON, F. J. **Humus chemistry**: Genesis, composition and reactions. 2. ed. New York, Willey & Sons, 1994. 496 p.

SWIFT, R. S. Sequestration of carbon by soil. **Soil Science**, New Brunswick, v. 166, p. 858-871, 2001.

TAYLOR, K. E.; MACCRACKEN, M. C. Projected effects of increasing concentrations of carbon dioxide and trace gases on climate. In: KIMBALL, B. A. **Impact of carbon dioxide, trace gases, and climate change on global agriculture**. Madison: ASA, 1990. p. 1-18. (Special Publication, 3).

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. New York: Centerton, 1955. 104 p. (Publication in Climatology).

TOGNON, A. A.; DEMATTÊ, J. A. M.; MAZZA, J. A. Alterações nas propriedades químicas de Latossolos Roxos em sistemas de manejo intensivos e de longa duração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, p. 271-278, 1997.

TOLEDO FILHO, D. V.; LEITÃO FILHO, H. DE F.; RODRIGUES, T. S. Composição florística de área de Cerrado em Moji Mirim (SP). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 165-175, 1984.

TOLEDO FILHO, D. V.; LEITÃO FILHO, H. F.; RODRIGUES, T. S. Composição da flora arbórea de um cerrado nas bordas de uma voçoroca em Mogi Mirim – SP. In: FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA, 2007, Tupã, SP. **Anais...** Tupã, SP, 2007. p. 1959-1973.

TOLEDO FILHO, D. V.; LEITÃO FILHO, H. F.; SHEPHERD, G. Estrutura fitossociológica da vegetação de Cerrado em Moji Mirim (SP). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 1-12, 1989.

TOLEDO FILHO, D. V.; LEITÃO FILHO, H. F.; BERTONI, J. E. A.; BATISTA, E. A.; PARENTE, P. R. Composição da flora arbórea de um fragmento florestal nas margens do Rio do Peixe, Município de Lindóia (SP). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 111-123, 1997.

TORMENA, C. A.; FRIEDRICH, R.; PINTO, J. C.; COSTA, A. C. S.; FIDALSKI, J. Propriedades físicas e taxa de extratificação de carbono orgânico num latossolo vermelho após dez anos sob dois sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 1023-1031, 2004.

TORSVIK, V.; ØVREÁS, L. Microbial diversity and function in soil: from genes to ecosystems. **Current Opinion in Microbiology**, Amsterdam, v. 5, n. 3, p. 204-245, 2002.

USEPA. Disponível em: <http://www.epa.gov/climatechange>. Acesso em: 29 mar. 2010.

US DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Soil survey manual**. Munsell soil color charts. Washington: Ed. MacBeth, 1992.

US DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Munsell soil color charts**. Washington: US Conservation Service, 1975. (Agriculture Handbook, 18).

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass c. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 6, p. 703-707, 1997.

VARGAS, L. K.; SELBACH, P. A.; SÁ, E. L. S. Alterações microbianas no solo durante o ciclo do milho nos sistemas plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 8, p. 749-755, 2004.

VEIGA, A. A. **Balanços hídricos das dependências da Divisão de Florestas e Estações Experimentais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1975. 33 p.

VENZKE FILHO, S. P. **Biomassa microbiana do solo sob sistema plantio direto na região de Campos Gerais, Tibagi, PR**. 2003. 99 f. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

VERCHOT, L. V.; DAVIDSON, E. A.; CATTÂNIO, J. I. L.; ACKERMAN, I. L.; ERICKSON, I. L. E.; KELLER, M. Land use change and biogeochemical controls of nitrogen oxide emissions from soils in eastern Amazonia. **Global Biogeochemical Cycles**, Washington, v. 13, p. 31-46, 1999.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of degtjäreff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, New Brunswick, v. 37, p. 29-37, 1934.

WARDLE, D. A. A comparative assessment of factors which influence microbial biomass carbon and nitrogen levels in soil. **Biological Reviews**, Cambridge, v. 67, p. 321-355, 1992.

WARDLE, D. A.; PARKINSON, N. D. Interactions between microbial variables and the soil microbial biomass. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 9, p. 272-280, 1990.

WEITZ, A. M.; LINDER, E.; FROLKING, S.; CRILL, P. M.; KELLER, M. N₂O emissions from humid tropical agricultural soils: effects of soil moisture, texture and nitrogen availability. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 33, p. 1077-1093, 2001.

WHIETHÖLTER, S. Nitrogênio no solo sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 58, p. 38-42, 2000.

YAMAGUCHI, T.; VARGAS, M. A. T.; LUCHIARI JUNIOR, A.; KOSUGE, N. Attempts to measure N₂O using a Brazilian made chromatograph. In: EMBRAPA. **Projeto Nipo - Brasileiro de Cooperação em Pesquisa Agrícola no Cerrado, 1987/1992**. Planaltina, DF: EMBRAPA, CPAC; JICA, 1994. p. 504-516. (Relatório Técnico).

ZEEP, R. G.; MILLER, W. L.; BURKE, R. A. Effects of moisture and burning on soil - atmosphere exchange of trace carbon gases in a southern African savanna. **Journal of Geophysical Research**, Washington, v. 101, p. 699-706, 1996.

ZINN, Y. L.; LAL, R.; RESCK, D. V. S. Changes in soil organic carbon stocks under agriculture in Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 84, p. 28-40, 2005.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)