

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

INGRID MARA BICALHO

**ALTERAÇÕES NA AGREGAÇÃO E TEORES DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL
(COT) EM SOLO CULTIVADO COM CAFÉ SOB DIFERENTES SISTEMAS DE
MANEJO**

**Uberlândia – MG
Julho – 2007**

INGRID MARA BICALHO

**ALTERAÇÕES NA AGREGAÇÃO E TEORES DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL
(COT) EM SOLO CULTIVADO COM CAFÉ SOB DIFERENTES SISTEMAS DE
MANEJO**

**Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Agronomia, da
Universidade Federal de Uberlândia,
para obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.**

Orientador: Elias Nascentes Borges

**Uberlândia – MG
Julho – 2007**

INGRID MARA BICALHO

**ALTERAÇÕES NA AGREGAÇÃO E TEORES DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL
(COT) EM SOLO CULTIVADO COM CAFÉ SOB DIFERENTES SISTEMAS DE
MANEJO**

**Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Agronomia, da
Universidade Federal de Uberlândia,
para obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.**

Aprovado pela Banca Examinadora em 05 de Julho de 2007.

Prof. Dr. Elias Nascentes Borges
Orientador

Eng^a. Agrônoma Patrícia Costa Silva
Co-orientadora

Prof. Dr. Benjamin de Melo
Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela oportunidade da vida, pela força, pela família maravilhosa e pelos amigos verdadeiros que Ele me deu.

Ao meu grande amigo Adriano Wagner que desenvolveu esta pesquisa junto comigo e que sempre me ajudou do início até o fim, você foi muito paciente e se cheguei até aqui com certeza foi porque você me ajudou, a você meu amigo o meu muito obrigada.

Agradeço aos meus pais Zózimo da Costa Bicalho e Sandra Mariluz de Souza Bicalho pela oportunidade a mim concedida e pela confiança depositada, se sou o que sou devo a vocês.

Ao meu irmão Thomas Magnum de Souza Bicalho que deu o meu primeiro jaleco, à minha irmã Isabele Cristina Bicalho que sempre foi tão amável aos meus pequeninos Alexandre, Beatriz e Ana karollina que sempre me alegraram e ajudaram ditando dados desse trabalho.

Ao meu namorado Gilmar Pereira de Souza que me mostrou o quanto sou especial e que sempre esteve comigo antes mesmo de eu iniciar esse curso e que estará comigo por todos os outros dias que virão, pela sua paciência, confiança, carinho e amor, obrigada.

À Família de meu namorado pela amizade de todas as horas.

Ao meu grande amigo Francisco de Assis Santos que sempre esteve comigo e me escutou, dando conselhos maravilhosos.

Às minhas duas grandes amigas Milena e Angélica por estarem comigo sempre, sendo meus anjos da guarda, seus conselhos são maravilhosos.

Ao Professor Elias Nascentes Borges pela confiança depositada, à Patrícia pela ajuda e aos componentes do LAMAS, Marco Aurélio e Sr. Wilson, pela amizade e ajuda.

Às meninas Ana Lúcia Oliveira Gomide, Carla Virgínia Ferreira, Josy Mara de Melo, Lara Andréa Alvarenga Rolla e Laura Oliveira Diman que sempre estiveram comigo, estudando, rindo, chorando... Nunca esquecerei vocês.

Aos meus colegas da 34ª turma, sei que sempre me lembrarei de vocês. Nós chegamos até aqui juntos.

Obrigada também àqueles que direta ou indiretamente me ajudaram a chegar até aqui, todos vocês são muito importantes.

RESUMO

O presente trabalho foi realizado na Fazenda Experimental do Glória pertencente a Universidade Federal de Uberlândia. Foram demarcados 4 talhões de 20 x 60 m cada, contendo 60 pontos equidistantes de 3,5 m x 4,0 m. Demarcaram-se pontos em seqüência, contemplando as seguintes posições: entre linhas de tráfego (meio da rua), sob a planta (saia do cafeeiro) e linhas de tráfego (rodada do trator).

Neste trabalho buscou-se avaliar o Carbono Orgânico Total do Solo e a Estabilidade de Agregados por Via Úmida de um Latossolo, sob cultivo de Café irrigado e sequeiro, em dois sistemas de manejos de controle de plantas espontâneas, utilizando-se da Estatística Clássica e Geoestatística para propor qual dos manejos apresenta-se melhores resultados.

O Manejo que se utilizou de grade demonstrou maior redução na Estabilidade de Agregados por Via Úmida. O controle de plantas espontâneas com uso de Herbicida mostrou melhores resultados quanto aos atributos avaliados.

O Sistema Irrigado apresentou melhores resultados quanto à Estabilidade de Agregados por Via Úmida e quanto ao teor de Carbono Orgânico Total do Solo.

O modelo geoestatístico que melhor se ajustou ao atributo Carbono orgânico Total e a Estabilidade de Agregados por Via Úmida foi o Linear Sem Patamar indicando que os valores estão em infinita dispersão.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	07
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	09
2.1 Histórico <i>Coffea arábica</i>	09
2.2 Importância sócio ambiental.....	10
2.3 Atributos físicos do solo.....	12
2.4 Influência do Sistema de Manejo sobre as propriedades físicas do solo.....	12
2.5 Influência do Sistema de Manejo sobre os teores de Carbono Orgânico Total do solo..	14
2.6 Matéria Orgânica e seu acúmulo no solo.....	15
2.7 Agregação do solo.....	19
2.8 O uso da geoestatística.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1 Descrição da área avaliada.....	24
3.2 Delineamento experimental.....	24
3.3 Manejo adotado na área.....	27
3.4 Trabalho de campo.....	28
3.5 Determinações experimentais.....	28
3.5.1 Determinação do Carbono Orgânico Total.....	28
3.5.2 Estabilidade de Agregados por Via Úmida.....	29
3.6 Análises estatísticas.....	31
3.7 Variabilidade espacial dos atributos físicos do solo.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1 Estatística Clássica.....	34
4.1.1 Carbono Orgânico Total (COT).....	34
4.1.2 Estabilidade de Agregados por Via Úmida.....	39
4.2 Análise da Variabilidade Espacial através de Semivariogramas.....	42
4.2.1 Variabilidade Espacial do Carbono Orgânico Total	42
4.2.1.1 Análise Descritiva e Variabilidade Espacial através de Semivariogramas.....	42
4.2.1.2 Mapeamento do Carbono Orgânico Total do Solo.....	43
4.2.2 Variabilidade da Estabilidade de Agregados por via úmida.....	44
4.2.2.1 Análise descritiva e Variabilidade Espacial através de Semivariogramas.....	44

4.2.2.2 Mapeamento do Diâmetro Médio Geométrico dos Agregados por via Úmida.....	44
CONCLUSÕES.....	46
REFERÊNCIAS.....	47
APÊNDICE A Análise Descritiva e Variabilidade Espacial através de Semivariogramas.....	53
APÊNDICE B Mapeamento do Carbono Orgânico Total do Solo.....	61
APÊNDICE C Análise descritiva e Variabilidade Espacial através de Semivariogramas.....	69
APÊNDICE D Mapeamento do Diâmetro Médio Geométrico dos Agregados por via Úmida.....	77

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma atividade promissora e de grande importância para o agronegócio no Brasil, que é o maior produtor e exportador mundial de café. Na safra brasileira (2005/06) a produção obtida foi de aproximadamente 33,328 milhões de sacas (AGRIANUAL 2006), e devido ao efeito de bienalidade da produção, a próxima safra será ainda maior, tendo uma estimativa em torno de 43,228 milhões de sacas.

O café é considerado um dos principais produtos agrícolas da ponta de exportação brasileira, e ocupa extensas áreas de cultivo, principalmente em solos de cerrado, os latossolos, que possuem características físicas extremamente favoráveis à tecnificação mecanização intensiva.

Com expansão da cafeicultura nessas áreas, novos desafios foram incorporados ao manejo da cultura uma vez que o emprego de tecnologia e manejo correto torna-se fatores primordiais para a manutenção e aumento de produtividade e lucratividade.

O mapeamento de atributos físicos do solo, tais como a matéria orgânica e os agregados por via úmida, mediante um adequado sistema de amostragens, constitui-se ferramenta capaz de identificar áreas específicas com problemas físicos capazes de afetar a distribuição de raízes no perfil. De acordo com Gontijo (2003), o adequado aprofundamento e distribuição das raízes no solo, são importantes não só para a absorção de água e nutrientes, mas também para a respiração e excreção de metabólicos pelas plantas.

A caracterização desses atributos nos diferentes sistemas de manejo adotados pelos agricultores irá possibilitar a seleção daqueles que proporcionam maior produtividade das culturas, com menor interferência negativa ao meio ambiente. Desse modo, uma amostragem simples ao acaso nem sempre é a forma eficiente de estimar os parâmetros relacionados aos solos, isto porque a maioria das propriedades possui, além da variabilidade casual (intemperismo diferencial pontual, erosão e adição diferencial, fatores biológicos e hidrológicos diferenciais, erros analíticos e de amostragem, etc.), possuem também uma variabilidade espacial (sistemática), que pode ser explicada em função da paisagem, aspectos geomorfológicos, fatores de formação e do próprio uso e manejo do solo. Portanto, desenvolver e propor Manejos que além de resolver tais problemas, sejam econômicos e contribuam para a sustentabilidade destes agroecossistemas. Para isto se faz necessário monitorar periodicamente os atributos físicos, em decorrência de sua importância para a produtividade do café e conservação do solo.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as alterações de um Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 1999), sob cultivo de café, em diferentes Manejos de controle de plantas espontâneas e fornecimento de água às plantas, utilizando-se da Estatística Clássica e da Geoestatística, a fim de analisar a variabilidade espacial e temporal dos atributos Carbono Orgânico Total e Agregados Via Úmida, visando propor qual dos Manejos são mais adequados.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico do *Coffea arabica*

Apesar da divergência quanto ao início do cultivo e uso econômico do café, é dado como certo que o continente africano foi o berço do gênero *Coffea*.

A expansão para o domínio árabe possibilitou que o cultivo do mesmo expandisse rapidamente para diversas regiões do mundo. Desta forma, exemplares nativos eram encontrados em toda faixa equatorial do continente africano, desde a Etiópia até o Congo, chegando até mesmo ao sul de Angola. Já em 1690 o café foi difundido para as ilhas de Java, Bornéu, Sumatra e Indonésia, tendo os holandeses participação efetiva na introdução da cultura neste último país.

Da Indonésia, rapidamente partiu para as terras do atual Sri Lanka, no Oceano Índico, por onde chegou à Índia e penetrou no continente asiático. No período entre 1706 a 1718 o café foi levado pelos holandeses, da Indonésia até as Américas após ter passado pelos jardins botânicos europeus. Quando do estabelecimento do café nas Américas, áreas de possessões da França e Holanda, o café estava sob proteção e fiscalização severa devido ao alto valor agregado a bebida.

Mesmo com todo cuidado, em menos de 10 anos, o café chegou ao Brasil, no estado do Pará pelas mãos do sargento-mor Francisco de Melo Palheta. No mesmo ano, em que chegou ao Brasil, ou seja, em 1727, o café começou a ser cultivado, expandindo rapidamente seu cultivo para as demais regiões do país principalmente para o Maranhão, Ceará, Vale do São Francisco, Goiás, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo. No final do século XVIII, difundiu intensamente para o Vale do Paraíba, iniciando a grande saga do café no país. Com apoio de produtores, instituições e governo começou a difundir a pesquisa para o melhoramento genético e produtivo desta promissora planta que, com o passar dos anos tornou-se o principal produto de exportação até os dias de hoje.

A importância da cafeicultura para a economia brasileira é observada pela sua expressão político e sócio econômica iniciando no século XIX perdurando até os dias de hoje. Durante este período a cafeicultura passou por diversas mudanças que de uma maneira em geral promoveram alterações no manejo da cultura resultando em maior tecnificação e aumento da lucratividade para o produtor. Embora hoje ocorra uma redução da participação aparente no agronegócio pela expansão da cultura da soja em diversas regiões do país,

principalmente no cerrado, as exportações de café mantem-se ainda com um volume expressivo para a economia brasileira gerando divisas e crescimento econômico e sócio cultural para as regiões produtoras em especial ao Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

2.2 Importância Sócio - ambiental

Com o estabelecimento e expansão da cafeicultura no país por volta do século XVIII, esta imediatamente começou a ganhar importância socioeconômica gerando e promovendo divisas para os municípios produtores. Logo, se tornou um dos principais produtos de exportação agrícola passando por diversas fases, estabelecendo-se primeiro na região Sul e Sudeste nos estados de São Paulo e Paraná regiões tradicionais no cultivo do *Coffea arabica*. Após a grande geada de 1975, a produção do estado do Paraná apresentou um grande declínio, possibilitando a migração para diversas áreas onde o clima era propício ao desenvolvimento da cultura, dentre estas áreas destaca-se a região do cerrado em especial a região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Com a incorporação das áreas do cerrado à cafeicultura, novos desafios foram surgindo com relação a tecnificação do manejo uma vez que as áreas do cerrado apresentam topografia favorável a mecanização mas solos pobres e ácidos (PEREIRA et al., 1996).

Solos de cerrado apresentam topografia favorável à mecanização e tecnificação o que impulsionou a cafeicultura neste domínio. Porém os Manejos empregados nesta cultura influenciam na estrutura física do solo. Centurion e Demattê (1992) constataram que independente do manejo executado há a ocorrência de degradação física do solo em relação ao seu estado natural. Segundo Carvalho Júnior (1995), os Manejos executados incorretamente ocasionam alterações físicas e químicas. Desta forma o estudo das características físicas do solo, submetidos a diferentes sistemas de Manejos, pode auxiliar na escolha de condições que induzem a maior produtividade, com o mínimo de danos ao meio ambiente (GUIMARÃES, 2000).

Em consequência do manejo inadequado do solo a compactação leva a diminuição da produtividade. Esta afeta de forma direta na disponibilidade de nutrientes à planta, uma vez que os mecanismos responsáveis pelo transporte até os sítios de absorção são dependentes da estrutura do solo (BACCHI, 1976).

O emprego de Manejos de forma incorreta como o uso da grade em demasia no controle de plantas espontâneas pode causar problemas de ordem física no solo. Stone e Silveira (2001), mostram que gradagem em culturas anuais levou a formação de uma camada

mais compactada abaixo da profundidade de atuação do implemento, com maiores valores de densidade do solo e, conseqüentemente menores valores de porosidade total, revelando assim o efeito danoso do revolvimento do solo.

Desta forma a compactação abaixo da profundidade de atuação de grades e arados pode ser aliviada ou reduzida com a adoção de Manejos mais sustentáveis. A manutenção de cobertura vegetal proporcionada pelo uso de herbicidas diminuíram a compactação principalmente na região de entre linhas de cultivo na cultura do café (SANTOS et al., 2001).

A determinação das características e propriedades relacionadas aos atributos físicos e a fertilidade do solo, quando realizadas de forma adequada, possibilitam melhor exploração agrícola, principalmente em agricultura irrigada, proporcionando maior produtividade, economia de água e energia e melhor conservação do solo.

Dentre os atributos que estão relacionados com a capacidade da planta absorver água, nutrientes, encontra-se a quantidade e a natureza da matéria orgânica e a agregação do solo.

A avaliação da densidade, porosidade e resistência do solo à penetração são parâmetros importantes para a verificação de camadas compactas (MANTOVANI, 1987), as quais também sofrem influências da umidade e matéria orgânica. Estudos realizados por Melo e Silva (1995), em solos de cerrado mostram que a compactação influencia de forma negativa nas propriedades do solo, elevando a densidade e conseqüentemente diminuindo a porosidade total.

De acordo Imhoff et al. (2000), a irrigação é uma prática importante para melhorar a qualidade física do solo e proporcionar condições adequadas ao crescimento das plantas em termos de resistência à penetração. O que pode atuar diretamente no teor de matéria orgânica do solo a qual é determinada pela interação de fatores que promovem sua formação e decomposição (LEITE et al., 2003).

Para Cambardella et al (1994), o mapeamento das propriedades do solo é de grande importância para adoção de práticas de manejo. Visando o conhecimento destas propriedades Guimarães (1996), com base na metodologia proposta por Vachaud et al. (1985) e com o uso de um SIG, mapeou as regiões de ocorrência de umidade máxima, mínima e média de um Latossolo Roxo. Esta técnica permite um melhor planejamento de aplicação de água através de irrigação reduzindo, dessa forma, perdas de água por escoamento superficial e de solo por erosão.

Vieira et al. (1996) utilizaram conceitos de estabilidade temporal e escalonamento de semivariograma e analisaram simultaneamente, através de semivariogramas tridimensionais, a variabilidade espacial e temporal de alguns atributos dos solos. Já que áreas pedologicamente

homogêneas podem apresentar variabilidade distinta em atributos, quando submetidos à diferentes Manejos sendo necessário o conhecimento para a definição de amostragem espacial dos atributos do solo maximizando sua eficiência e reduzindo custos operacionais (CORÁ et al., 2004).

2.3 Atributos físicos do solo

O solo é um sistema trifásico sendo que a fase sólida constitui a matriz do solo; a líquida a solução do solo e a fase gasosa a atmosfera do solo. A interrelação destas três fases produz o ambiente do solo, que pode manifestar favorável ou desfavorável ao desenvolvimento da cultura. Estas três fases no solo variam continuamente e estão intimamente relacionadas com as variações dos principais atributos físicos do solo, dependendo ainda de variáveis como as condições climáticas, atividade biológica e, sobretudo manejo (FERREIRA; JÚNIOR, 2001).

O estudo das interações das três fases do solo caracterizando as propriedades de cada atributo físico apresenta a influência que os diferentes sistemas de manejo promovem nas propriedades destes atributos, que por sua vez interfere na dinâmica da água no solo e dos nutrientes e consequentemente na absorção da planta. Desta forma torna-se imprescindível o conhecimento de atributos como Carbono Orgânico Total e Estabilidade de Agregados por Via Úmida para identificar a qualidade ambiental disponível à planta.

Uma das mais importantes propriedades do solo do ponto de vista agrícola é a estruturação, uma vez que é atribuída à estruturação interações fundamentais no processo de inter-relação solo-planta. Esta interação resulta de trocas gasosas, modificações sobre o ambiente físico do solo e influencia sobre a atividade microbiológica que como sabemos é de fundamental importância para a dinâmica dos processos físicos e químicos e bioquímico do solo. Todavia nessas relações solo-planta não é significativo o fato de um determinado solo apresentar estrutura em blocos, prismática ou colunar, a significação está na distribuição e tamanhos dos poros, devido ao arranjo das partículas sólidas do solo (FERREIRA; JÚNIOR, 2001).

2.4 Influência do sistema de manejo sobre as propriedades físicas do solo

Os solos do cerrado, nas condições natural apresentam boas propriedades físicas, portanto, com condições propícias ao bom desenvolvimento radicular das plantas, desde que

realizada a construção e a manutenção da fertilidade. Com a tecnificação e o emprego de maquinário e implementos agrícolas, necessários para o aumento do rendimento das culturas, esta ordem de solo passa a apresentar problemas nos principais atributos físicos indispensáveis ao desenvolvimento da cultura.

De uma maneira em geral a atividade agrícola prolongada tem causado problemas como a compactação, adensamento, diminuindo assim a porosidade total do solo dentre elas a macroporosidade que é de fundamental importância para as trocas gasosas, infiltração de água e na movimentação da mesma seja ela por difusão, fluxo de massa tão importante para a absorção de nutriente refletindo no estado nutricional conforme afirma Borges et al. (1997). O emprego de implementos agrícola como a grade niveladora para o controle de plantas infestante na cultura do café pode ao longo dos anos de emprego deste maquinário resultar em problemas de ordem física do solo e danos ao sistema radicular do cafeeiro (ALCÂNTARA et al., 1989).

Um dos grandes dilemas dos produtores e pesquisadores é sobre o manejo do maquinário agrícola em decidir quando as operações motomecanizadas devem ou não ser realizadas devido às condições de umidade do solo. Alguns pesquisadores citam algumas alternativas que podem amenizar o processo de compactação dentre elas práticas agrônômica, medidas curativas e medidas aliviatória (SOANE et al., 1981; HAKANSSON et al., 1988; LARSON et al. 1994). Infelizmente até hoje não se tem um método comprovadamente seguro que possa auxiliar o produtor na tomada de decisão de realizar ou não uma determinada operação agrícola o que contribuem em muito para o processo de compactação (FERREIRA; JÚNIOR, 2001).

Muitos produtores vêm utilizando a grade para o controle de plantas infestantes em culturas perene como é observado na cultura da seringueira em que o uso em demasia tem causado problemas de compactação promovendo menor infiltração de água no solo resultando em maiores problemas com o processo erosivo (RIBON et al., 2002).

Estudos têm demonstrado que os efeitos da compactação dos solos são apenas temporariamente prejudiciais, todavia, na maioria dos casos, são verificadas poucas modificações. Desta forma a compactação superficial, camada arável, pode ser aliviada ou reduzida por efeito do sistema de manejo empregado na área de cultivo. Mesmo assim a compactação aumenta a densidade dos agregados, refletindo estes a densidade da camada compactada destruída pelo preparo (FERREIRA; JÚNIOR, 2001)

O processo de compactação do solo além causar perdas das propriedades dos atributos (densidade aparente do solo, porosidade total, resistência mecânica e agregação) interfere de

forma direta na disponibilidade dos nutrientes para as plantas. Além disso, nutrientes que se movem por fluxo de massa e difusão, encontram na agregação do solo mecanismos que auxiliam no seu deslocamento pelos macros e microporos do solo facilitando assim a sua absorção pelas plantas.

A matéria orgânica do solo tem papel importante tanto na formação quanto na estabilidade dos agregados. Os agregados são componentes da estrutura do solo, sendo, portanto, importantes para a manutenção da porosidade e aeração favoráveis ao crescimento das plantas e dos microrganismos, para a infiltração de água e para a estabilidade necessária à prevenção da erosão (TISDALL; OADES, 1982; OADES, 1984). Considerando a estrutura do solo como o arranjo de partículas e poros em solos, importa ressaltar que é uma característica dinâmica, sujeita a mudanças que podem levar à formação ou destruição dos agregados (OADES, 1984).

2.5 Influência dos sistemas de manejo sobre o teor de Carbono Orgânico Total no solo

Práticas de manejo utilizadas na agricultura influenciam no teor de matéria orgânica e causam mudanças na taxa de ciclagem no solo (CAMBARDELLA; ELLIOT, 1994). A introdução da atividade agrícola em áreas sob vegetação natural sempre é acompanhada por decréscimo na taxa de biodegradação (BROWN; LUGO, 1990).

Dentre as várias frações da matéria orgânica do solo, há diferença quanto a sua degradação, sendo algumas mais sensíveis às mudanças causadas pelos sistemas de manejo. Como por exemplo, os resíduos de plantas e outros compartimentos mais lábeis são rapidamente reduzidos após a introdução do cultivo (CAMBARDELLA; ELLIOT, 1992). Uma das hipóteses que explica a retenção da matéria orgânica no solo é a de que a matriz mineral do solo a protege contra a biodegradação, através da adsorção de substratos às superfícies minerais ou através do seqüestro pelos agregados em locais inacessíveis aos microorganismos (VAN VEEN; KUIKMAN, 1990).

O uso de grade por promover a quebra dos agregados, aumenta a oxidação da matéria orgânica do solo, expondo novas superfícies ao ataque de microorganismos. Como as populações da fauna do solo são altamente suscetíveis a essas mudanças no ambiente, o número de espécies invertebradas diminui rapidamente quando a vegetação natural é retirada e substituída pelo cultivo intensivo (ANDERSON; FLANAGAN, 1989). A matéria orgânica é, portanto, o maior agente estabilizador dos agregados (HAYNES et al., 1991).

O incremento, ou a diminuição, da matéria orgânica do solo sob cultivo depende, sobretudo, dos conteúdos iniciais de matéria orgânica, bem como do sistema de cultivo adotado. Em geral os conteúdos de matéria orgânica, em solos tropicais sob cultivo contínuo, diminuem de 30 a 60 % dos valores correspondentes dos solos sob vegetação natural, em poucos anos (ANDERSON; FLANAGAN, 1989).

A adoção de sistemas de manejo mais conservacionistas pode ao longo do tempo contribuir para o aumento da matéria orgânica do solo. Neste sentido, a adoção do sistema de plantio direto onde há ausência de revolvimento do solo promove ao longo alterações das propriedades químicas do solo e melhora a eficiência do uso de nutrientes pelas plantas. (SANTOS; TOMM, 1996). Dentre estas alterações destaca-se o acúmulo de matéria orgânica e de nutrientes na camada superficial dos solos (MUZILLI, 1983; KLEPKER; ANGHINOMI, 1995; SILVEIRA; CUNHA, 2002).

De acordo com Bayer (1996) o sistema de plantio direto pode contribuir com a redução da decomposição da matéria orgânica no solo em até 50%, com reflexos positivos no aumento dos estoques de carbono orgânico (CO), mas também ressalta a importância além do sistema de manejo empregado as condições climáticas e particularidade de cada tipo de solo e atividade microbiana, encontrando taxa de redução de apenas 14% com pequeno reflexo nos estoque de carbono no solo em Latossolo vermelho, com 680 g. kg⁻¹ de argila e mineralogia oxidica.

2.6 Matéria Orgânica e seu acúmulo no solo

Embora contribua somente com uma pequena parcela da massa total dos solos minerais, a matéria orgânica do solo (MOS) é componente essencial nos diversos processos químicos, físicos e biológicos de diversos ecossistemas terrestres.

Compreende-se por MOS todo o carbono orgânico presente no solo na forma de resíduos frescos ou em diversos estádios de decomposição, compostos umificados e materiais carbonizados (ex. : carvão em solos de savana), associados ou não à fração mineral; assim como a porção viva, composta por raízes e pela micro, meso e macrofauna (ROSCOE; MACHADO, 2002). Segundo esses mesmos autores, esta é uma conceituação teórica já que na maioria das vezes o que se convencionou chamar de MOS compreende somente parte dos componentes citados, dependendo enormemente do preparo da amostra e da metodologia utilizada na determinação em laboratório. Por exemplo, em análises de rotina de fertilidade do

solo, as amostras são destorroadas e tamisadas, eliminando-se todos os resíduos orgânicos maiores que 2 mm (incluindo-se toda a macro e parte da mesofauna).

É difícil determinar o teor de matéria orgânica presente no solo. A análise de carbono tem sido utilizada, e determina-se então o carbono orgânico total (COT). Na prática, os resultados tem sido expressos em percentagem de carbono ou, o que é pelo menos aconselhável, admite-se que toda matéria orgânica do solo tem 58% de carbono (isso compreende o fator 1,724 de Van Bemmelen).

Os teores de carbono na matéria orgânica do solo variam bastante entre os diferentes tipos de solo e, dentro de um mesmo perfil, decrescem com a profundidade.

A constituição da matéria orgânica dos tecidos vegetais influencia marcadamente a sua decomposição microbiana e, conseqüentemente, o teor de matéria orgânica do solo. Considerando um mesmo local, clima e manejo do solo, o efeito das espécies vegetais sobre o teor e tipo de matéria orgânica do solo, depende basicamente de sua composição (carboidratos, proteínas, lignina...), quantidade adicionada, umidade, relação C/N, tempo, método e incorporação. (REINERT, 1998).

O teor de matéria orgânica é o atributo que melhor representa a qualidade do solo, podendo notadamente ser influenciado pelos sistemas de preparo do solo. Os sistemas de manejo do solos nos quais não ocorre revolvimento são responsáveis por maior acúmulo de carbono (SANTOS et al., 2004; ZANATTA et al. , 2004). O sistema plantio direto é o que apresentou maiores teores de COT, em superfície. Neste sistema, o decréscimo no teor de matéria orgânica do solo em relação à vegetação nativa é menor, mas a quantidade de matéria orgânica no solo dependerá, também da textura do solo, do regime hídrico e da quantidade de massa deixada na superfície.

O acúmulo de matéria orgânica favorece o aumento da CTC além de melhorar a estabilidade dos agregados, diminuindo desta forma o prejuízo potencial dos agentes erosivos. Nos sistemas de preparo convencionais, o revolvimento do solo, além de promover uma maior distribuição em profundidade do material vegetal, também promove uma maior oxidação da matéria orgânica (SANTOS et al., 2004).

Outro fator que pode afetar o acúmulo de matéria orgânica no solo sob cultivo é a perda da camada superficial pela erosão, já que a mesma se concentra nos primeiros centímetros do solo. A quantidade de matéria orgânica perdida por erosão está relacionada com as perdas de terra.

O acúmulo de matéria orgânica nos solos depende dos sistemas de manejo e também da cultura implantada (TISDALL; OADES, 1984; CARPENEDO; MIELNICZUK, 1990).

O sistema solo é o resultado de uma rede de relações complexas entre os minerais, plantas e microrganismos. O seu funcionamento ocorre pela passagem do fluxo de energia e matéria, o qual se caracteriza pela entrada de compostos orgânicos, adicionados pelas plantas e transformados pela pedofauna. Conforme este mecanismo, os componentes do solo interagem e o sistema se auto organiza em estados de ordem seguindo uma hierarquia de complexidade (MIELNICZUK et al., 2003).

Agregados do solo podem ser definidos como uma união natural ou grupo de partículas nas quais as forças que mantêm os colóides juntos são muito mais fortes que entre agregados adjacentes (MARTIM et al., 1955).

O teor de carbono orgânico no solo influencia diretamente a estabilidade de agregados do mesmo. Quanto maior o teor de matéria orgânica do solo, maior será a organização das partículas em estruturas mais complexas, contribuintes no processo de elevação da qualidade do solo a níveis mais altos.

A estrutura é o resultado da agregação das partículas primárias como areia, silte argila e outros componentes do solo como a matéria orgânica, os óxidos de ferro e alumínio e o calcário, originando massas distintas e formando agregados estáveis. Para haver formação de agregados são necessárias duas principais condições: a primeira uma força mecânica qualquer para provocar aproximação das partículas do solo, o que pode ser causado pelo crescimento de raízes, por animais terrestres, pelo fenômeno da expansão e contração do solo provocado pelo molhamento e secamento alternado ou pela floculação de colóides; a segunda condição é a de que, após contato das partículas, haja um agente cimentante para consolidar essa união, gerando o agregado. A matéria orgânica unificada, juntamente com minerais de argila, são os dois agentes cimentantes que mais contribuem para a agregação do solo, pois há uma interação entre os colóides orgânicos e inorgânicos do solo, formando complexos que favorecem a estruturação (KIEHL, 1985).

A organização inicia-se com a interação da matéria mineral com os componentes orgânicos, o que dá início à agregação do solo na ordem de nanômetros (nm). A interação desses agregados com os compostos orgânicos resulta na formação de agregados maiores e de estrutura mais complexa, os microagregados.

Durante o processo de agregação, ocorre a retenção da matéria orgânica no solo, devido à proteção química e física e à decomposição microbiana. Quimicamente por interagir fortemente com minerais e com cátions polivalentes, assim não disponível aos microrganismos e fisicamente por estar incorporada dentro dos microagregados em poros de reduzido diâmetro, inacessível mesma às bactérias e suas enzimas.

A capacidade dos solos de sustentar o crescimento de plantas e atividade biológica é função também das propriedades físicas (REINERT, 1998). O estado de agregação do solo é de grande importância para as atividades agrícolas uma vez que está relacionado com a aeração do solo, desenvolvimento radicular, suprimento de nutrientes, resistência mecânica do solo à penetração, retenção e armazenamento de água, e também sobre a compactação e à erosão.

Os microagregados podem ser unidos por materiais orgânicos temporários como exudatos radiculares e microbianos, pelo entrelaçamento de hifas de fungos e pela própria ação do sistema radicular, resultando em macroagregados (TISDALL; OADES, 1982).

Em geral, os solos em seu estado natural, sob vegetação nativa, apresentam características físicas, como permeabilidade, densidade do solo, espaço poroso e estrutura, agronomicamente desejáveis. Nessa situação, o volume de solo explorável pelas raízes é grande. Entretanto, à medida que os solos vão sendo trabalhados motomecanicamente, consideráveis alterações físicas vão ocorrendo (ANDREOLA, 2000).

Pedroso et al. (2004) avaliando a influência da agregação na produtividade de diversas culturas concluíram que na camada superficial (0-5 cm) cerca de 28% dos agregados na zona de baixo rendimento encontraram-se na classe $>4,76$ mm, enquanto que, 21% dos agregados da mesma zona estavam na classe $<0,21$ mm, constituindo microagregados ou estado de ordem mais baixo. Já nas zonas de médio e alto rendimento, cerca de 60% dos agregados encontravam-se nas classes $> 4,76$ mm e $4,76 - 2,00$ mm, evidenciando uma maior tendência do sistema ao equilíbrio.

No processo de formação dos agregados, as raízes, ao penetrarem no solo, comprimem as partículas, aproximando-as, e, no processo de estabilização dos agregados maiores, além do efeito das raízes que formam um emaranhado no solo, há também o efeito das hifas dos fungos que estão associados com as raízes (ANDREOLA, 2000).

Os exudatos radiculares são substâncias orgânicas liberadas na região próxima às raízes, chamada rizosfera e atuam direta e indiretamente na agregação do solo. A exudação em algumas situações, principalmente em estresses de plantas, chega a consumir até 40% dos produtos fotossintetizados pelas plantas, ativando a atividade microbiana, agindo assim indiretamente na agregação (REINERT, 1998). Ainda segundo o autor, a estrutura do solo é a propriedade física mais relacionada à degradação e recuperação de solos, e apresenta grande dinamicidade no tempo em função do manejo. A estabilidade da estrutura do solo é dependente da estabilidade da macro e micro estrutura, que por sua vez é induzida pela ação de substâncias agregantes agindo através de diferentes mecanismos constituindo o processo de

agregação. A matéria orgânica, óxidos e argilas são as três principais substâncias agregantes e para um mesmo solo, variações do tipo, conteúdo e posição da matéria orgânica, parecem ser a chave do entendimento das variações de sua estabilidade (REINERT, 1998).

Portanto, o processo de formação e estabilização dos agregados é um fenômeno de natureza complexa, no qual atuam fatores bióticos, como os organismos do solo e o sistema radicular das plantas, pela produção de substâncias de origem orgânica, que atuam como agregantes, e fatores abióticos, como a mineralogia da fração argila e o teor de matéria orgânica do solo.

Girelli et al. (2004) analisando a distribuição de carbono em agregados sob três tipos de uso do solo encontraram maior concentração de carbono nos agregados à profundidade de 0-5 cm e no solo sob floresta.

Contudo, a utilização de sistemas conservacionistas sem revolvimento do solo permite a maior produção e acúmulo de compostos transitórios por plantas e microrganismos favorecendo a união dos microagregados, gerando proporções maiores de macroagregados.

2.7 Agregação do solo

A avaliação da estabilidade de agregados é de fundamental importância para o estudo da física do solo, uma vez que este atributo está diretamente correlacionado com a infiltração de água no solo e conseqüentemente com o processo erosivo. Como já comentado no processo de formações dos agregados inúmeras interações ocorrem sejam elas de ordens abióticas ou bióticas. Silva e Mielniczuk (1997) citam como substâncias agregantes as argilas, a sílica coloidal, os compostos orgânicos, os metais polivalentes, o carbonato de cálcio, os óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, os exsudados orgânicos e as substâncias orgânicas provenientes da ação dos microrganismos. Outro fator importante correlacionado com a agregação do solo é o teor de umidade do solo que influencia no comportamento e pode causar grandes problemas ao solo. Oliveira et al. (1996), estudando diversos latossolos, relatam a importância dos ciclos de umedecimento e secagem que promovem alterações na estabilidade de agregados, comprometendo desse modo a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. O manejo inadequado realmente tem trazido problemas aos solos de cerrado. Vários fatores necessitam ser observados, tais como: a umidade do solo e a utilização de pneus com rodagem mais larga, visando diminuir ao máximo o efeito do maquinário sobre a parte física do solo. Paladini e Mielniczuk (1991) e Silva e Mielniczuk (1998) relatam em seus estudos, os efeitos deletérios da mecanização agrícola sobre a estabilidade dos agregados, causando

sua desagregação tanto pela pulverização dos mesmos, quanto devido à compactação provocada pelo maquinário.

2.8 O Uso da geoestatística

A estatística clássica tem como base a independência entre as observações, amostras, ou seja, que não há influência umas sobre as outras. Geralmente fenômenos naturais apresentam correlações entre as observações neste caso não se pode afirmar com certeza que há uma independência entre elas, sendo assim elas podem ter algum grau de dependência espacial.

O procedimento clássico da estatística é baseado em adoção de técnicas como a casualização e repetição, e no conhecimento de funções de distribuição, que levam à adoção de amostragem ao acaso que somado a distribuição normal de frequência é usada para assumir independência entre as amostras, e assim garantir a validade do uso da média e do desvio padrão para representar o fenômeno. Sendo assim a distribuição normal não garante, de maneira alguma, a independência entre amostras, a qual pode ser verificada através da autocorrelação. A principal razão para isto é que o cálculo da frequência de distribuição não leva em conta a distância amostral.

Sendo assim devido à tradição a estatística clássica vem sendo utilizada ano após ano no estudo da física e química do solo necessitando assim principalmente com advento de novas tecnologias a incorporação de novas técnicas e metodologias para análises suplementar que vem a contribuir com a estatística convencional, agregando mais conteúdo às informações fornecida pela análise convencional de dados. Para Catani et al. (1954) as amostragem de solos para fins de estudo da fertilidade devem ser amostradas em glebas homogêneas quanto a textura, cor, declividade e profundidade retirando-se pelo menos 3 sub-amostra por gleba de 5 hectares. Guimarães (1993) trabalhando com a estatística não espacial relata a falta de precisão que esta metodologia aplica a amostragem de campo onde verificou-se altos valores de CV, coeficiente de variação, pela grande variabilidade espacial que este atributo apresentou no campo.

De uma maneira em geral as propriedades do solo e da natureza são especialmente contínuas, sendo impossível descrevê-las através de simples funções matemáticas, portanto sendo necessários modelos de inferências como a Krigagem fundamentada na teoria das variáveis regionalizadas, formalizadas por Matheron (1971). A krigagem é derivado do nome de Daniel G. Krige, que foi o pioneiro a introduzir o uso de médias móveis para evitar a superestimação sistemática de reservas em mineração (DELHOMME, 1976).

O diferencial desta metodologia é a estimação de uma matriz de covariância espacial que determina os pesos atribuídos às diferentes amostras, o tratamento da redundância dos dados, vizinhança a ser considerada no procedimento inferência e o erro associado ao valor estimado além de fornece estimadores exatos com propriedades de não tendenciosidade e eficiência. (CAMARGO,1997)

Sendo assim a teoria das variáveis regionalizadas pressupõe que a variação de uma variável pode ser expressa pela soma de três componentes: a) uma componente estrutural, associada a uma valor médio constante ou a uma tendência constante; b) um componente aleotória, especialmente correlacionada; e c) um ruído aleatório ou erro residual.

Desta forma tomando por exemplo uma posição x em uma, duas ou três dimensões, então o valor da variável Z , em X é dada por:

$$Z(x) = m(x) + \epsilon(x) + \tilde{\epsilon}$$

Onde:

- $m(x)$ é uma função determinística que descreve a componente estrutural de Z em X ,
- $\epsilon(x)$ é um termo estocástico, que varia localmente e depende espacialmente de $m(x)$ e
- $\tilde{\epsilon}$ é um ruído aleatório não correlacionado, com distribuição normal com média zero e variância.

Sendo assim uso de semivariograma aliado a krigagem possibilita a construção de mapas de contornos (isolinhas ou curvas de nível) com alta precisão, uma vez que a densidade espacial e de dados será muito maior do que antes. Além de oferecer também os limites de confiança para o mapa, através da variância da estimativa. É importante salientar que o uso da estatística clássica, a qual tem seu espaço, potencialidade e limitações não deve ser abandonada. São justamente nos problemas onde a estatística clássica tem limitações, que a geoestatística tem suas maiores aplicações. (FREITAS, 2000)

Vieira et al. (1983) descrevem o semivariograma como uma das ferramentas da geoestatística utilizadas para determinar a variabilidade espacial de atributos do solo, expressando o grau de dependência espacial entre amostras por meio de seus parâmetros, em um campo específico. Segundo Valeriano e Prado (2001) os semivariogramas podem ser

definidos como representação gráfica da função de dependência em relação à distância, através da qual podem-se ajustar modelos teóricos de variabilidade espacial.

A função semivariograma é definida por :

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{\sum_{i=1}^{n(h)} [z(t+h) - Z(t)]^2}{2n(h)}$$

onde:

h é a distância entre os pares de observações ($Z(t+h)$, $Z(t)$);

$n(h)$ é o número de pares de observações possíveis na distância h .

Sendo necessário não apenas a determinação da dependência espacial, mas também é importante saber o grau desta dependência. Cambardella et. al. Em 1994, já estudavam este grau de dependência. Segundo estes autores que estudaram vários comportamentos de semivariogramas as faixas de dependência espacial são: alta, quando o efeito pepita (C_0) é menor que 25% do patamar; moderada, quando esse valor está entre 25% e 75%; e baixa, quando o C_0 é maior que 75%. O grau de dependência espacial de uma determinada variável é função da relação existente entre o efeito pepita e o patamar conforme expressão abaixo:

$$Gr = \frac{C_0}{C_0 + C}$$

Onde:

Gr – grau de dependência espacial

C_0 - efeito pepita

$C_0 + C$ - patamar

Em Vieira et al. (2000) encontram-se os principais modelos para o ajuste do semivariograma:

I. Modelo linear

$$\gamma(h) = C_0 + b h \quad 0 \leq h \leq a$$

$$\gamma(h) = C_0 + C \quad h > a$$

II. Modelo esférico

$$\gamma(h) = C_0 + C [1,5 (h/a) - 0,5 (h^3/a^3)] \quad 0 \leq h \leq a$$

$$\gamma(h) = C_0 + C \quad h > a$$

III. Modelo exponencial

$$\gamma(h) = C_0 + C (1 - \exp(-3h/a)) \quad 0 \leq h \leq d$$

IV. Modelo gaussiano

$$\gamma(h) = C_0 + C (1 - \exp(-3h^2/a^2))$$

V. Modelos sem patamar

$$\gamma(h) = C_0 + b h^B \qquad 0 < B < 2$$

Os parâmetros “b” e “B” são constantes que definem o modelo, sendo que “B” tem que ser estritamente maior que zero e menor que dois para garantir a condição de positividade definida condicional e “b” representa a inclinação da reta no semivariograma.

O parâmetro C_0 (efeito pepita) representa a variabilidade não detectada, conforme a distância utilizada, podendo também referir-se a um erro analítico, referente a uma variabilidade não explicada (CAMBARDELLA et al., 1994). $C_0 + C$ é o valor em que o semivariograma se estabiliza; “a” é a amplitude de dependência e indica a distância limite entre as amostras que possuem e as que não possuem uma autocorrelação espacial. Vieira et al. (2000) citam que o alcance “a” é a linha divisória para aplicação da geoestatística ou da estatística não espacial.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da Área Avaliada

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental do Glória, pertencente a Universidade Federal de Uberlândia – MG, em uma área de Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa (Tabela 1), de acordo com Embrapa (1999). A área apresenta topografia suave.

Tabela 1. Análise granulométrica de caracterização da área nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm.

Amostra	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila
	----- g kg ⁻¹ -----			
0-20cm	201	205	49	545
20-40cm	206	204	40	550

Obs: Para obter textura em % basta dividir os resultados por 10. % = g kg⁻¹/10.

O clima local, segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwa. Este se caracteriza por apresentar inverno seco e verão chuvoso. A temperatura do mês mais frio é inferior a 18 °C e a do mês mais quente é superior a 22 °C e a precipitação do mês mais seco é inferior à décima parte da precipitação do mês mais chuvoso. A precipitação média é de 1.550 mm anuais e se concentra de outubro a março (EMBRAPA, 1982). O histórico da área anteriormente ao cultivo do café era de pastejo, bastante degradada.

Para o plantio de café foi realizada aração, gradagem, sulcação e adubação mineral de acordo com a Comissão de Fertilidade de Solos do Estado de Minas Gerais – CFSEMG, (1999).

As variedades de café cultivadas são Catuaí e Acaiá, com quatro anos de idade. O espaçamento utilizado é de 3,5 x 0,75 m, sendo uma planta por cova.

3.2 Delineamento Experimental

Foram delimitados quatro malhas de 20 x 60 m cada, contendo 60 pontos equidistantes de 3,5 m x 4,0 m, os quais foram posteriormente georeferenciados. Os pontos foram alocados em sequência, contemplando as seguintes posições: entre linhas de tráfego (meio da rua), sob a copa da planta (saia) e região de rodado do trator conforme Figura 1.

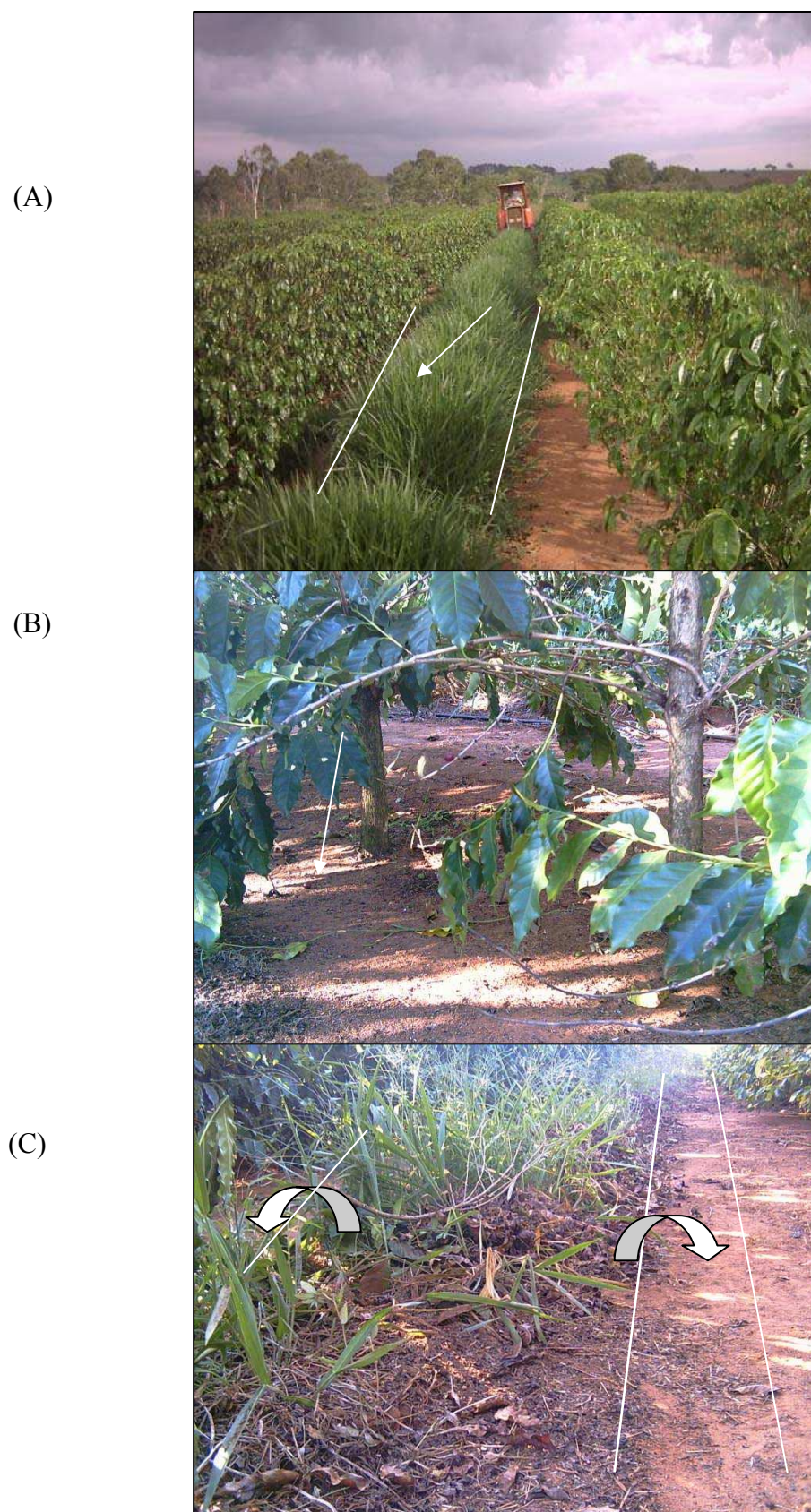


Figura 1. Fotos da área experimental com destaque para as regiões de amostragem: (A)- entre linhas de cultivo (meio da rua), (B)- sob a planta (saia do cafeeiro) e (C)- área compactada por pneus (rodada).

Foram realizados os seguintes Manejos nas malhas:

- 1) MANEJO 1- Controle de plantas espontâneas com herbicida sistêmico à base de glyphosato na dose de 1 L/ha, aplicado com pulverizador tratorizado (PH-400 Jacto) e irrigado na região da saia do cafeeiro por gotejo (Figura 2).
- 2) MANEJO 3- Controle de plantas espontâneas com grade niveladora de dupla ação, incorporando ao solo os resíduos até 15 cm de profundidade, em regime de sequeiro ou seja, a irrigação se restringe a precipitação natural (Figura 3).
- 3) MANEJO 2- Controle de plantas espontâneas com grade niveladora de dupla ação, incorporando ao solo os resíduos até 15 cm de profundidade, irrigado na região da saia do cafeeiro por gotejo (Figura 2).
- 4) MANEJO 4- Controle de plantas espontâneas com herbicida sistêmico, a base de glyphosato na dose de 1 L/ha, aplicado com pulverizador tratorizado (PH-400 Jacto) em regime de sequeiro, ou seja, a irrigação se restringe a precipitação natural (Figura 3).

Os Manejos estão dispostos no campo de acordo com as Figuras 2 e 3.

IRRIGADO POR GOTEJO NA SAIA DO CAFEIEIRO E CONTROLE DE PLANTAS ESPONTÂNEAS COM HERBICIDA														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.
46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.

BORDADURA

IRRIGADO POR GOTEJO NA SAIA DO CAFEIEIRO E CONTROLE DE PLANTAS ESPONTÂNEAS COM GRADAGENS														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.
46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.

BORDADURA

Figura 2. Esquema da disposição dos pontos georeferenciados e os Manejos adotados (Irrigado + Herbicida; Irrigado + Grade).

REGIME DE SEQUEIRO E CONTROLE DE PLANTAS ESPONTÂNEAS COM HERBICIDA														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.
46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.

BORDADURA

REGIME DE SEQUEIRO E CONTROLE DE PLANTAS ESPONTÂNEAS COM GRADAGENS														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.
46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.	meio	saia	rod.

BORDADURA

Figura 3. Esquema da disposição dos pontos georeferenciados os Manejos adotados (Sequeiro + Herbicida; Sequeiro + Grade).

3.3 Manejo Adotado na Área Experimental

Nos Manejos em que a planta é submetida à irrigação (saia), utilizou-se o sistema de gotejamento, realizado em período constante para suprir 120 % da quantidade de água evaporada (sempre no dia anterior) no tanque Classe A instalado na área. A adubação nesse caso foi realizada pela fertirrigação onde o fornecimento de nutrientes se dá a intervalos regulares de acordo com análises feitas e com as recomendações da 5ª Aproximação.

Nos demais Manejos o fornecimento de água às plantas restringiu-se à precipitação pluviométrica natural.

Durante o período de colheita do café (maio a julho), a irrigação é suspensa e também é feita a “arruação” feita antes da colheita, que consiste em deslocar todo resíduo vegetal contido sob a planta para as entre linhas de cultivo (meio da rua) e rodada do trator com a finalidade de não perder aqueles frutos que já estavam em ponto de colheita. Esta matéria orgânica volta para a saia do cafeeiro (sob a planta) após a colheita.

Nos tratamentos onde utilizou-se herbicida no controle de plantas espontâneas, foi realizada uma capina mecânica (roçada) 7 dias após a aplicação de glifosato, afim de não controlar de modo efetivo a *Brachiaria decumbens* e sim evitar com que a planta disperse sementes.

3.4 Trabalho de Campo

Após a delimitação da área, foram coletadas amostras nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, nos períodos de: Julho/Agosto de 2005 e Fevereiro/Março de 2006 a fim de avaliar a Estabilidade de Agregados por Via Úmida e o Carbono Orgânico Total do solo.

Os Manejos de controle de plantas espontâneas foram empregados na semana seguinte à amostragem de campo.

3.5 Determinações Experimentais

As análises, cujos procedimentos metodológicos serão descritos a seguir, foram realizadas parte em campo e parte no Laboratório de Manejo de Solos (LAMAS) do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia.

3.5.1 Determinação do Carbono Orgânico Total (COT)

Determinaram-se os teores de carbono orgânico total (COT) das amostras retiradas nos sítios amostrais para a profundidade de 0-20 e 20-40 cm triturando-os em almofariz e passando em peneira de 0,210 mm por oxidação da matéria orgânica por via úmida, utilizando-se solução de $K_2Cr_2O_7$ em meio ácido.

O procedimento metodológico consistiu na pesagem de 0,3 g do material. Depois de pesados os materiais foram colocados em tubos de digestão, receberam 5 mL de $K_2Cr_2O_7$ 0,167mol/L e 7,5 M L⁻¹ de H_2SO_4 concnetrado e foram levados a bloco digestor de 170 °C por 30 minutos. Após o resfriamento, o conteúdo dos tubos foi transferido quantitativamente para erlenmeyers de 125 mL, utilizando-se água destilada suficiente para obter um volume final de aproximadamente 50 ml. Em seguida, foram adicionados 2 ml de H_3PO_4 concentrado, aproximadamente 0,2 g de NaF e duas a três gotas de solução indicadora de ferroin.

A titulação foi feita com $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2 (\text{SO}_4)_2$ 0,25 mol/L. Paralelamente, foram realizadas provas em branco, com e sem aquecimento. O volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação (V) foi calculado pela relação:

$$V = (V_{bs} - V_a) \times \frac{(V_{bs} - V_{bc})}{V_{bs}} + (V_{bc} - V_a)$$

Em que

V_{bc} : volume gasto de $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2 (\text{SO}_4)_2$ na titulação do branco com aquecimento (L);

V_{bs} : volume gasto de $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2 (\text{SO}_4)_2$ na titulação do branco sem aquecimento; e

V_a : volume gasto de $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2 (\text{SO}_4)_2$ na titulação da amostra (L).

Os teores de carbono orgânico total (COT), em g/kg foram calculados pela seguinte expressão:

$$\text{COT} = \frac{\text{VM3}}{\text{Msolo}}$$

3.5.2 Estabilidade dos agregados por via úmida

A metodologia aplicada para análise de agregados foi proposta pela Embrapa (1999), utilizando-se um aparelho de oscilação vertical, conforme modelo apresentado na Figura 4. Utilizaram-se neste aparelho dois jogos de peneiras de 13 cm de diâmetro com aberturas de malha de 2,0 mm; 1,0 mm; 0,5 mm e 0,25 mm, que foram sobrepostas nessa ordem para análise de agregados.

O procedimento metodológico consistiu na amostragem de solo formada por torrões, com aproximadamente 1000 g, nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm. No laboratório, essas amostras foram secas ao ar, destorroadas cuidadosamente com as mãos, quebrando-se os agregados maiores. O material de solo, passado em peneira de 4 mm e retido em peneira de 2 mm, foi utilizado para a análise de agregados.

$$\text{Teor de agregados(\%)} = \frac{\text{massa da classe de agregados seca a } 105^\circ\text{C}}{\text{massa da amostra de agregados seca a } 105^\circ\text{C}} 100$$



Figura 4. Foto do aparelho utilizado para a determinação dos agregados via úmida

Os agregados com diâmetro inferior a 0,25 mm foram obtidos por diferença, em relação à soma dos teores dos agregados anteriormente citados.

Após a homogeneização, pesaram-se 25 g da amostra de agregados em triplicata. Uma das amostras foi levada à estufa a 105°C por 24 horas, para determinação da umidade dos agregados. As outras duas amostras foram transferidas para a peneira superior (2 mm) do aparelho de peneiramento em água e agitadas durante 4 minutos, estando o aparelho de oscilação vertical graduado para uma amplitude de 4 cm e a uma frequência de 32 oscilações por minuto.

Após esse período, os suportes contendo os jogos de peneiras foram retirados, transferiram-se os agregados contidos em cada peneira para um recipiente de alumínio, com o auxílio de fracos jatos de água dirigidos ao fundo da peneira. Na sequência, o material foi levado à estufa a 105°C durante 24 horas para secagem, até peso constante, e posteriormente determinou-se a massa de agregados em cada classe de tamanho, logo após calculou-se o teor de agregados retido nas classes: 4,0 a 2,0; 2,0 a 1,0; 1,0 a 0,5 e 0,5 a 0,25 mm.

Os teores de agregados obtidos para cada classe foram utilizados para o cálculo do diâmetro médio geométrico (DMG) dos agregados, utilizando-se a expressão:

$$\text{DMG (mm)} = \text{antilog} \left(\frac{\sum_{i=1}^K X \log Xi}{\sum_{i=1}^K X} \right)$$

Onde:

X_i = valor médio de cada classe (mm);

X = teor de agregados de cada classe (%);

O cálculo do diâmetro médio geométrico (DMG) dos agregados é importante, por facilitar a comparação dos dados, uma vez que condensa informações a respeito da distribuição dos agregados do solo em apenas um valor médio.

3.6 Análises Estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas em duas etapas. Primeiramente aplicou-se a estatística não espacial (estatística clássica) através do teste de Tukey à 0,05 de probabilidade e posteriormente utilizou-se o programa GS⁺ (Gamma Design Software) para análise de geoestatística dos atributos físicos com a finalidade de comparar o efeito dos Manejos nos locais de amostragem.

3.7 Variabilidade espacial dos atributos físicos do solo

A variabilidade espacial pode ser descrita através dos semivariogramas, que medem a dependência espacial dos atributos (VIEIRA et al., 1983).

A semivariância foi definida pela seguinte fórmula:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^N [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

Onde $N(h)$ representa o número de pares de valores medidos, $Z(x_i)$ e $Z(x_i + h)$, separados por uma determinada distância (h). Os valores de Z podem ser qualquer um dos parâmetros estudados, enquanto os valores de x_i e $x_i + h$ são definidos de acordo com as posições amostrais no campo.

Após o cálculo do semivariograma, $\gamma(h)$ e da distância (h), os valores foram dispostos em gráficos de dispersão, tendo como valores de Y as semivariâncias, e de X as distâncias.

Utilizou-se funções matemáticas a fim de ajustar alguns parâmetros, a saber: efeito pepita (C_0) que é o valor da semivariância, quando a distância é igual a 0 (zero); patamar ($C_0 + C_1$); a medida que aumenta a distância, também aumenta o valor de semivariância até um valor máximo que irá estabilizar. A distância na qual a semivariância se estabiliza chama-se

de alcance (a) e é o limite de dependência espacial, que representa o raio de um círculo, onde os valores são bastante semelhantes tornando-se correlacionados (VIEIRA, 1997).

Foram testados semivariogramas com patamar dos tipos: linear, exponencial, esférico, e gaussiano. Testou-se também modelos sem patamar (linear sem patamar)..

a) Modelo linear com patamar

$$\gamma(h) = C_0 + \frac{C_1}{a} h \quad 0 < h < a$$

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 \quad h > a$$

b) Modelo Exponencial

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 [1 - \exp(-3 \frac{h}{a})] \quad 0 < h < d$$

c) Modelo Esférico

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 [\frac{3}{2}(\frac{h}{a}) - \frac{1}{2}(\frac{h}{a})^3] \quad 0 < h < a$$

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 \quad h > a$$

d) Modelo gaussiano

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 [1 - \exp(-3 (\frac{h}{a})^2)] \quad 0 < h < d$$

e) Modelo linear sem patamar

$$\gamma(h) = C + Ah^B \quad 0 < B < 2$$

Quando houver dependência espacial, ou seja, quando a função $y(h)$ for dependente da distância (h), os valores serão semelhantes, possibilitando estimar locais onde os atributos não foram medidos. A estimativa em uma determinada posição geográfica, X_0 , pode ser obtida por:

$$Z(x_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(x_i)$$

Onde:

N é o numero de vizinhos utilizados na estimativa;

λ_i é o peso associado medido ao valor na posição x_i .

Submetendo-se a equação anterior às condições em que a estimativa seja sem tendenciosidade e com variância mínima, chega-se ao sistema de equações de “krigagem”:

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j \gamma(x_i, x_j) + \mu = \gamma(x_i, x_0), \quad i = 1 \text{ a } N$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1$$

onde, $\gamma(x_i, x_j)$ é a semivariância estimada.

Pode-se construir mapas de isolinhas para exame e interpretação da variabilidade espacial através da solução da equação 3 (VIEIRA, 1995).

Os mapas de krigagem foram estimados, para os atributos carbono Orgânico Total e Estabilidade de Agregados por via úmida.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estatística Clássica

4.1.1 Carbono Orgânico Total (COT)

O cultivo de espécies perenes, como o cafeeiro, geralmente favorece o acúmulo de matéria orgânica no solo, em função de diversos fatores, tais como menor revolvimento da camada arável, maior entrada de biomassa vegetal através de podas, quedas de folhas, galhos, ramos e frutos e maior proteção do solo contra erosão, o que justifica o bom desempenho demonstrado pelo manejo Sequeiro com controle de plantas infestantes com uso de herbicidas.

Devido à elevada precipitação nos meses que antecedem a aplicação dos Manejos, ocorre uma maior produção de biomassa por parte da *Brachiaria decumbens* e conseqüentemente eleva-se o teor de matéria orgânica que, através da gradagem é incorporada e com isto aumenta a superfície de contato acelerando a mineralização (Figura 5), resultando assim em menores teores de matéria orgânica na profundidade de 0-20 cm nos Manejos onde se empregou a Grade.

O revolvimento do solo pode ser inconveniente, pois além de causar a recompactação há a diminuição dos teores de matéria orgânica (OLIVEIRA et al., 2001).



Figura 5. Plantas espontâneas nas entre linhas de tráfego e sua incorporação através da gradagem.

O menor teor de COT observado sob a planta de café (Saia), deve-se à atuação do “arruador”, implemento o qual remove a matéria orgânica de solo (3-5 cm) para o meio da rua e rodada do trator (Figura 6). Ressaltando que esta foi realizada após a aplicação dos Manejos (grade e herbicida), portanto a ausência de incorporação da matéria orgânica pela grade não interferiu significativamente na área compacta por pneus (rodada do trator) no período de Julho/Agosto.



Figura 6. Matéria orgânica deslocada da saia do cafeeiro para as entre linhas de tráfego e rodada do trator.

Para o período de Fevereiro/Março de 2006 o sistema herbicida apresentou maiores teores de COT (Carbono Orgânico Total). Isto ocorre pela acumulação de matéria orgânica ocorrida pela ausência de incorporação no solo o que reduz a taxa de decomposição da mesma. Resultados semelhantes foram encontrados por Falleiro et al. (2003), onde encontraram maiores teores de COT na profundidade de 0-0,175 m no sistema com ausência de revolvimento do solo (Plantio Direto). Neste período de avaliação de Fevereiro/Março de 2006 as condições climáticas foram favoráveis para o desenvolvimento da *Braquiaria decumbens*, como já foi dito, e para a atividade microbiana como pode ser verificado pela Figura 7.

Com a gradeação e a aplicação de herbicida a atividade microbiana, aliada à operação de gradagem, revolvimento do solo e incorporação da matéria orgânica, e as boas condições climáticas proporcionaram maiores perdas de Carbono Orgânico Total para o sistemas de gradagem, este resultado corrobora os encontrados por Bayer et al. (2000).



Figura 7. Sítio de amostragem na Fazenda do Glória.

Segundo este autor, a taxa de perda de matéria orgânica é bastante influenciada pelo revolvimento do solo, o qual estimula a ação dos microorganismos decompositores, sendo assim o revolvimento do solo pode até duplicar o valor desta decomposição. Já para a época de Julho/Agosto de 2005 a ausência de diferenciação entre os sistemas de manejo empregado pode ser explicada pelas reduções das precipitações e temperaturas, o que influencia diretamente a atividade microbiana e conseqüentemente a decomposição da massa produzida pela *Braquiaria decumbens*.

Os sistemas de manejo adotados que se utilizaram de herbicida para o controle de plantas infestantes apresentaram maiores de COT em profundidade o que, de fato era de se esperar, já que o sistema de condução com aplicação de herbicida proporciona maiores teores de COT em profundidades, pela manutenção do sistema radicular no solo o que promoveria incremento de carbono em profundidade até 40 cm.

Para a época de Fevereiro/Março de 2006 o sistema de condução fertirrigado apresentou maiores teores de COT. Isto deve-se ao melhor aproveitamento da fertirrigação o qual proporciona melhor desenvolvimento radicular principalmente na camada de 0-20cm o que contribui em muito para o aumento do COT no solo. Aliado a este fator a aplicação de dose de uréia a cada sete dias pela fertirrigação promove a mineralização desta palhada, maior no sistema fertirrigado, contribuindo ainda mais para o aumento nos teores temporários de COT.

Em áreas fertirrigadas a densidade de raízes é um pouco mais aprofundada, e acompanha a expansão do cone ou bulbo de umedecimento e da distribuição uniforme dos nutrientes, que é uma característica própria do processo de fertirrigação.

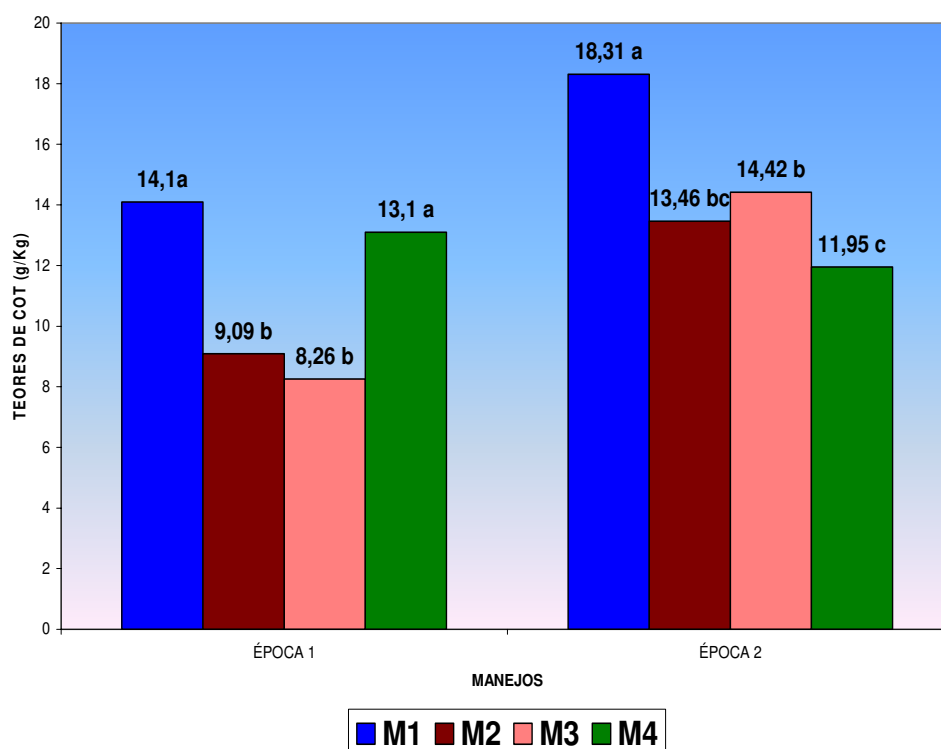


Figura 8. Teores de COT nos diferentes Sistemas de Manejo empregados, nas duas épocas avaliadas.

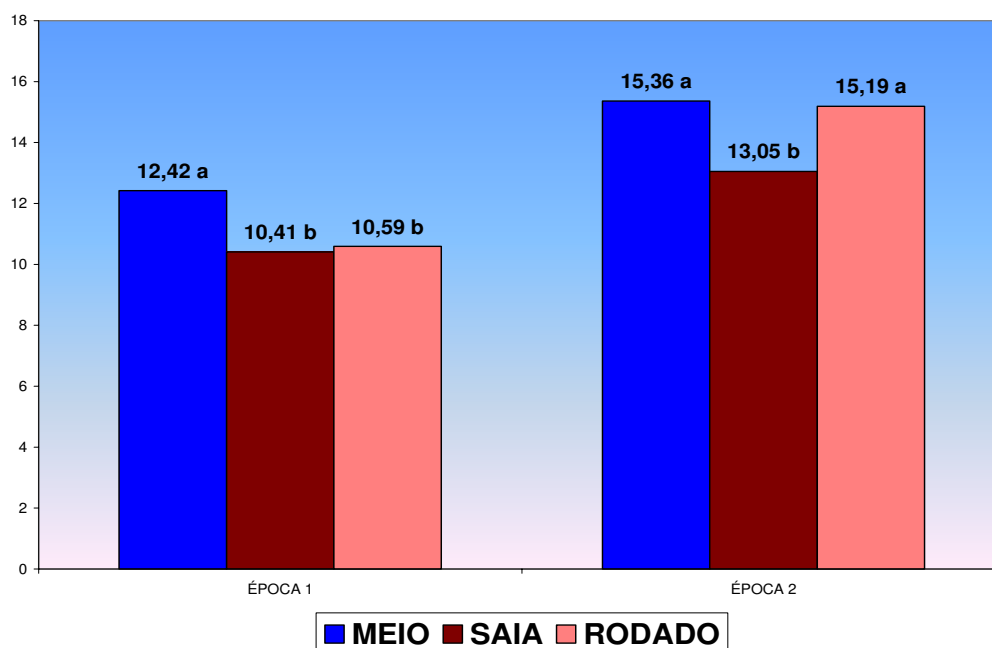


Figura 9. Teores de COT nos diferentes locais estudados.

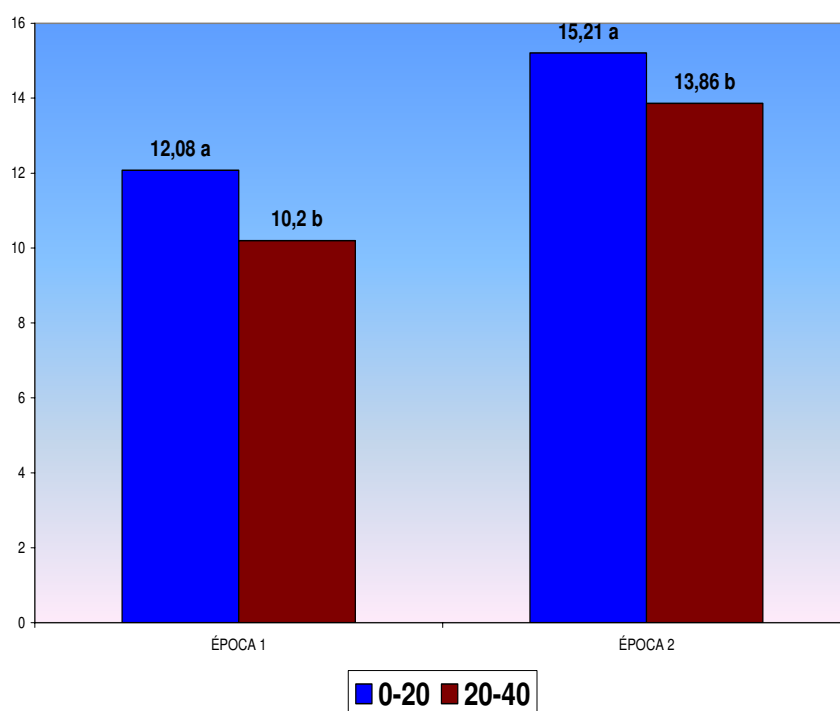


Figura 10. Teores de COT nas duas profundidades estudadas.

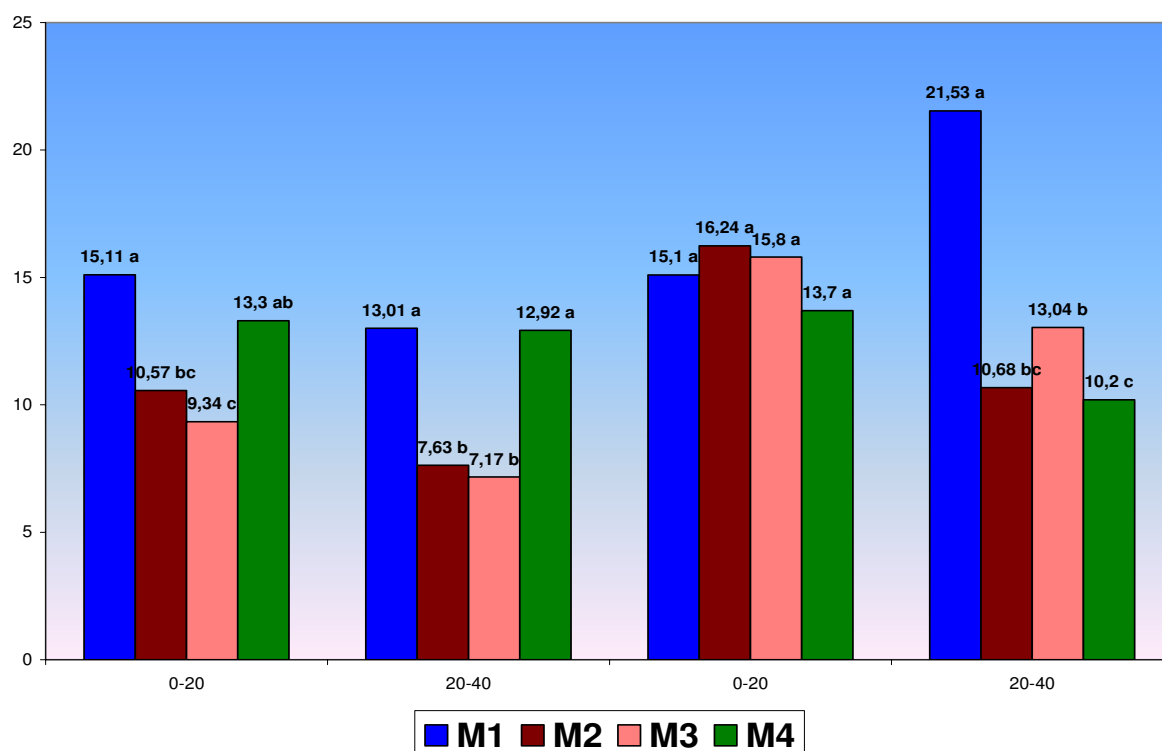


Figura 11. Teores de COT em diferentes profundidades, nas duas épocas avaliadas e nos diferentes sistemas de Manejo empregados (Irrigado + Herbicida; Irrigado + Grade; Sequeiro + Herbicida e Sequeiro + grade)

4.1.2 Estabilidade de Agregados por via úmida

Na região do rodado do trator ocorreu diminuição dos agregados de maior tamanho (4,0-2,0 mm) e aumento da proporção de agregados de diâmetro inferior, principalmente quando se utilizou grade no controle de plantas espontâneas (Figura 12). Esse comportamento se deve à pressão exercida pela roda do trator nesta região do cafeeiro, promovendo quebra dos agregados maiores e incremento na proporção dos agregados de menor tamanho, o que prejudica em muito a permeabilidade do solo. Isso é comprovado pelos menores valores de DMG dos agregados observados na região da rodada do trator, comparativamente às regiões do meio da rua e da saia do cafeeiro, em ambas as profundidades.

De maneira geral, verificaram-se maiores valores de DMG quando se utilizou Herbicida no controle de plantas espontâneas (Figura 12), comparativamente ao manejo com grade. O uso da grade, leva a ocorrência de maior desagregação física e, conseqüentemente, menores proporções de agregados de maior tamanho, promovida pelo efeito de agentes climáticos e pelo cisalhamento deste implemento agrícola, em maior grau do que quando se utilizou herbicida.

Esta estabilidade verificada no manejo com aplicação de herbicida deve-se ao não revolvimento do solo o que mantém a DMG dos agregados. Outro fato importante é a manutenção da *Braquiaria decumbens* o que proporciona maior acúmulo de resíduos vegetais em superfície e a atuação do seu sistema radicular que por ser denso e agressivo contribui para a manutenção da DMG. quando da adoção do sistema de plantio direto quando comparado ao uso de grade pelo sistema convencional, são encontrados agregados de maiores tamanhos, os maiores diâmetros encontrado no sistema de plantio direto deve-se a ausência da destruição mecânica promovida pelo uso de grade e pela presença de resíduos vegetais em superfície atuando como proteção ao solo.

A maior DMG em profundidade para o sistema com aplicação de herbicida deve-se a manutenção do sistema radicular da *Braquiaria decumbens* em profundidade pela ausência de revolvimento em superfície o que contribui para a agregação do solo em profundidade, já no caso do sistema com uso de grade, esse maior valor deve-se ao fato de que o sistema grade pouco influencia em profundidades maiores.

Mais uma vez o manejo adotado com emprego da arruação e altas dose de aplicação de fertilizante nitrogenado aplicados e adubações potássica via fertirrigação pode estar interferindo na dinâmica da DMG, promovendo maior taxa de mineralização e dispersão da argila, uma vez que era de se esperar maior agregação pelo maior aporte de resíduo vegetal

deixado pelo sistema fertirrigado, mais que devido ao manejo adotado, arruação e adubações, estão diluindo este efeito de agregação. Observa-se ainda que a época de Fevereiro/Março de 2006 diferenciou da época de Julho/Agosto de 2005, evidenciando a importância do crescimento do sistema radicular no período de chuva para agregação do solo.



Figura 12. Vista da região entre rodada do trator (meio da linha do cafeeiro) sob sistema de condução herbicida.

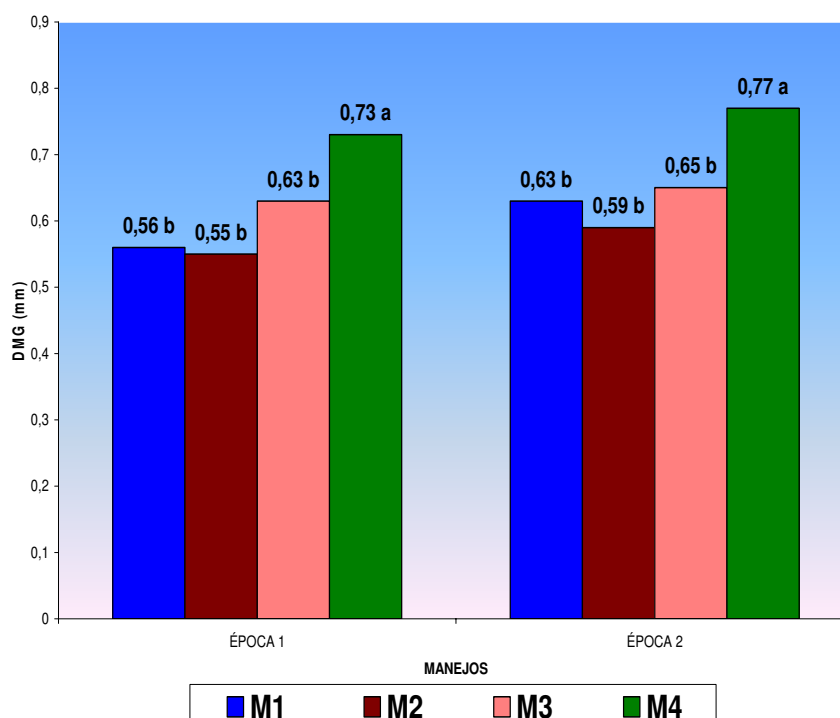


Figura 13. Diâmetro médio geométrico nos diferentes Manejos empregados e nas duas épocas avaliadas.

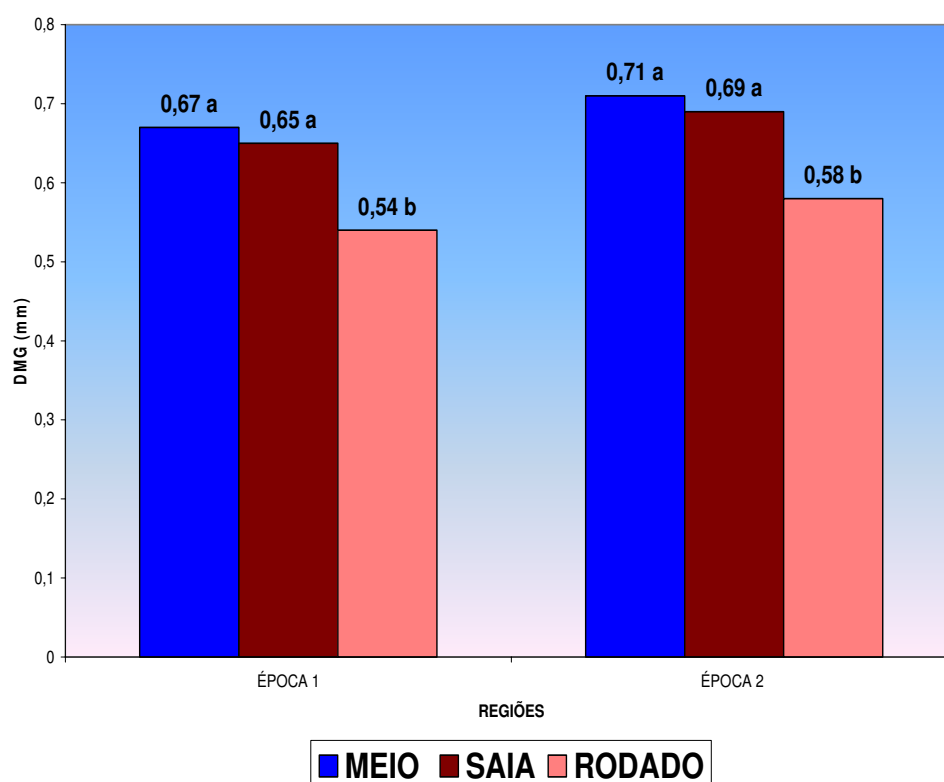


Figura 14. Diâmetro médio geométrico nos diferentes locais avaliados e nas duas épocas de estudo.

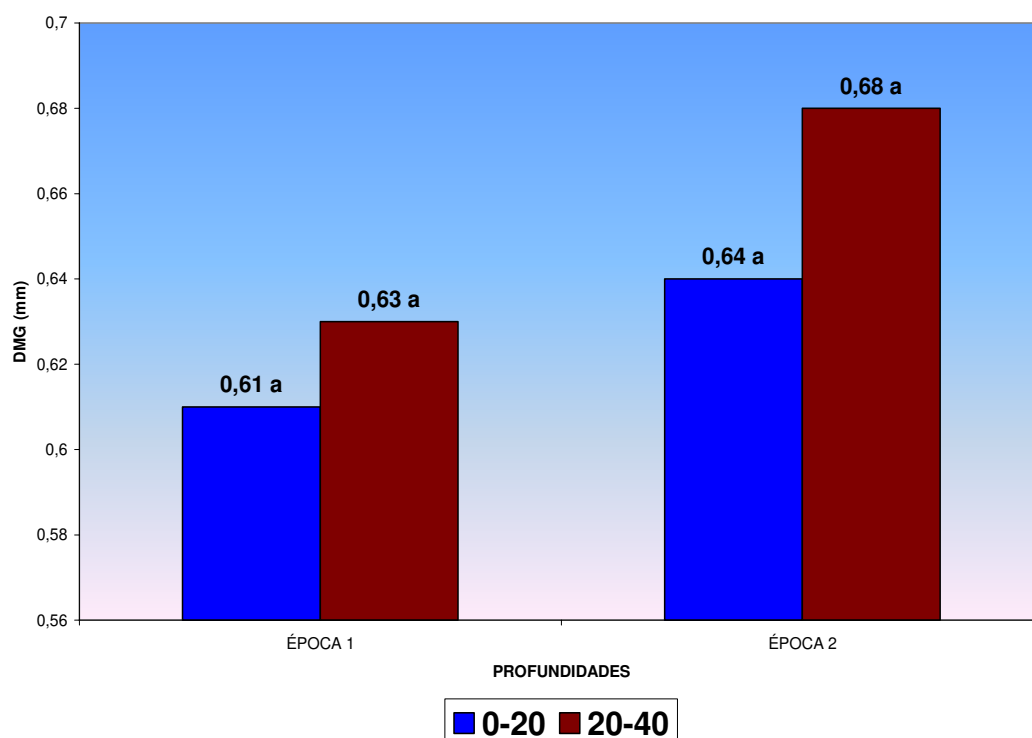


Figura 15. Diâmetro médio geométrico nas diferentes profundidades avaliadas e nas duas épocas de estudo

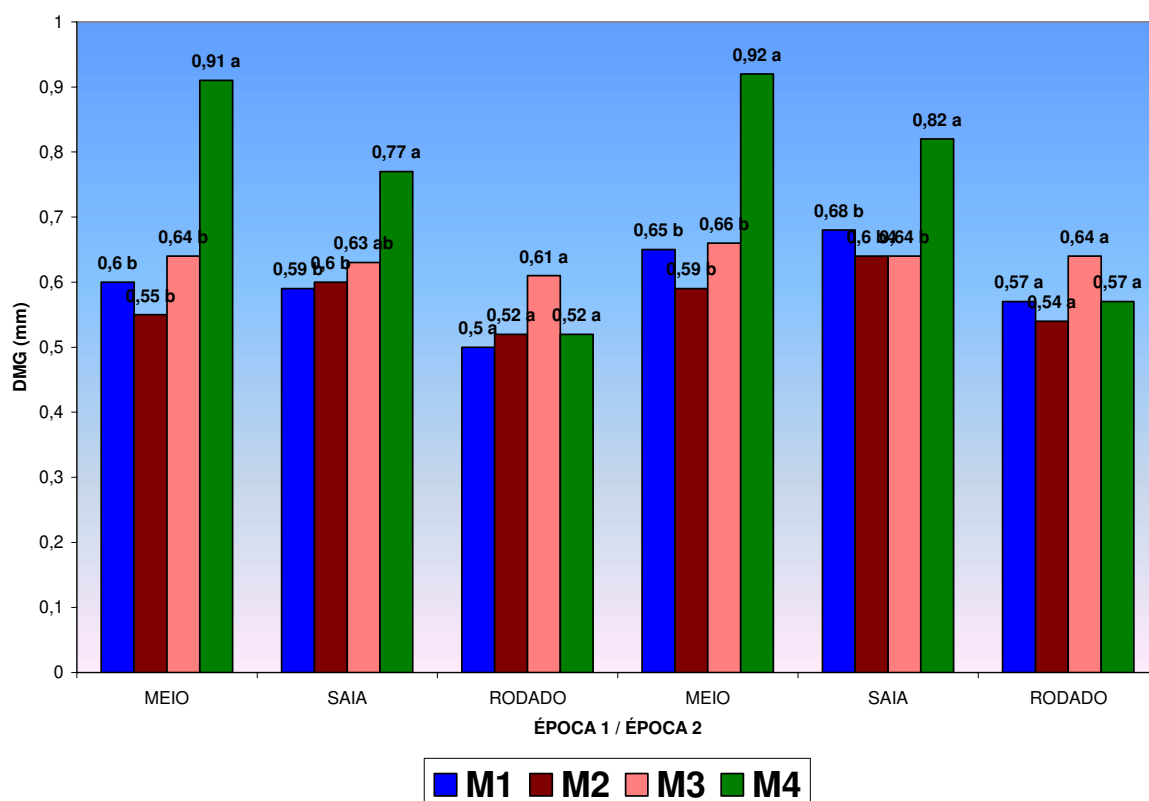


Figura 16. Diâmetro médio geométrico na interação entre Manejos empregados, locais de amostragem e épocas avaliadas.

4.2 Análise da Variabilidade espacial através de semivariogramas

4.2.1 Variabilidade espacial do atributo químico Carbono Orgânico Total (COT)

4.2.1.1 Análise Descritiva e Variabilidade espacial através de semivariogramas

Observando-se a semivariância para este atributo nota-se pela Tabela 2, que para as duas épocas de estudo, os diferentes sistemas de manejo apresentaram dependência espacial representada pelo modelo LSP (Linear sem patamar), Apêndices A1 a A16, o que indica um fenômeno caracterizado por uma infinita capacidade de dispersão sendo o tamanho da malha insuficiente para detectar tal dependência, ou seja, os teores de matéria orgânica estão em infinita dispersão.

Verifica-se ainda pelas mesmas Figuras uma tendência geral independente do sistema de manejo empregado e profundidade estudada dos valores apresentarem comportamento cíclico. Este comportamento é explicado pela concentração de carbono em determinados locais de amostragem já que para efeito de cálculo da variabilidade espacial juntaram-se os

diferentes sítios de amostragem: meio da rua, rodado do trator e sob copa do cafeeiro (Saia) não sendo possível através dos modelos e semivariogramas apresentados determinarem esta tendência.

Com isso pode-se afirmar que para este atributo nas condições amostradas a geoestatística não encontra aplicabilidade, visto a infinita capacidade de dispersão apresentada pelo atributo já mencionado.

4.2.1.2 Mapeamento do Carbono Orgânico do solo (COT)

O mapeamento foi obtido fazendo-se uso dos valores obtidos através do processo de Krigagem conforme se verifica na Tabela 2, apresentadas pelos Apêndices B1 a B16. Através destes mapas pode-se visualizar a área amostrada e a influência dos Manejos aplicados. Portanto, são também, ferramentas importantes para se traçar qual manejo é ideal.

Tabela 2. Modelos de semivariogramas ajustados aos valores experimentais de carbono orgânico total em diferentes Manejos, profundidades e épocas de avaliação. (para obter matéria orgânica basta multiplicar por 1,724)

Manejo	Profundidade	Modelo	Co	C	A	B
Julho/Agosto de 2005						
Irigado + Herbicida	0 -20	LSP	1.836.942	1.836.942	24.6861	0,403
	20 – 40	LSP	1.835.244	1.835.244	24.6267	0.343
Sequeiro + Grade	0 -20	LSP	2.407.333	2.407.333	24.6124	0.015
	20 – 40	LSP	4.966.800	4.966.800	24.6197	0.002
Irigado + Grade	0 -20	LSP	3.013.885	3.013.885	24.6128	0.000
	20 – 40	LSP	4.615.030	4.615.030	24.6128	0.016
Sequeiro + Herbicida	0 -20	LSP	6.675.348	6.675.348	24.6128	0.000
	20 - 40	LSP	2.938.385	2.938.385	24.6128	0.070
Fevereiro/Março de 2006						
Irigado + Herbicida	0 -20	LSP	7.322.641	7.322.641	24.5946	0.167
	20 – 40	LSP	2.264.103	2.264.103	24.6197	0.003
Sequeiro + Grade	0 -20	LSP	12.271.540	12.271.540	24.5766	0.000
	20 – 40	LSP	28.780.865	28.780.865	24.6197	0.060
Irigado +Grade	0 -20	LSP	24.418.154	24.418.154	24.6046	0.072
	20 – 40	LSP	21.336.776	21.336.776	24.6267	0.352
Sequeiro + Herbicida	0 -20	LSP	12.404.565	12.404.565	24.6197	0.000
	20 - 40	LSP	12.856.085	12.856.085	21.6197	0.042

Co – Efeito pepita; Co + C – patamar; A – alcance; b – coeficiente angular; EPP – Efeito pepita puro; LSP – modelo linear sem patamar.

4.2.2 Variabilidade da Estabilidade de Agregados

4.2.2.1 Análise descritiva e variabilidade espacial através de semivariogramas

Verifica-se que o sistema com aplicação de Herbicida apresentou uma tendência de maior DMG (Diâmetro médio geométrico) em comparação ao Sistema de condução com Grade. Como já comentado sobre este atributo a ausência de revolvimento e a manutenção dos resíduos vegetais em superfície e atuação do sistema radicular em profundidade da *Braquiaria decumbens* estão atuando na agregação do solo.

Quanto à avaliação dos semivariogramas observa-se pela Tabela 3, que para as duas épocas de avaliação, os sistemas de manejo e profundidade estudadas o modelo que melhor se ajustou aos Manejos empregados foi o LSP (Linear Sem Patamar) apresentado pelos Apêndices C1 a C16, indicando um fenômeno caracterizado por uma infinita capacidade de dispersão sendo o tamanho da malha insuficiente para detectar tal dependência, ou seja, os teores de matéria orgânica estão em infinita dispersão.

4.2.2.2 Mapeamento do DMG (Diâmetro Médio Geométrico) dos Agregados Via Úmida

Observa-se pelos Apêndices D1 a D16, que a distribuição espacial da DMG para os diferentes sistemas de manejo adotado e para ambas as profundidades estudadas, apresentaram de forma prática poucas variações nas faixas de valores de DMG entre os sistemas de manejo empregado mesmo com diferença estatística. Possivelmente o pouco tempo de aplicação dos sistemas de manejo, dois anos, não foi tempo suficiente para caracterizar as particularidades de cada um dos sistemas de manejo.

Percebe-se ainda pelos mesmos Apêndices, que a maioria dos valores de DMG apresentados independente do sistema de manejo adotado (Irrigado e controle de plantas infestantes com Herbicida; Irrigado e controle de plantas infestantes com Grade, Sequeiro e controle de plantas infestantes com Herbicida e Sequeiro e controle de plantas infestantes com Grade) estão na faixa de 0,55 a 0,90 mm. Estes valores menores que 1 mm podem ser consequência da degradação da área de estudo reflexo do sistema de manejo adotado anteriormente na área, pastagem degradada, o que pode ser confirmado pelos altos valores de densidade, resistência mecânica a penetração e baixa porosidade total, já avaliados no local.

Verifica-se também que as áreas de rodado do trator apresentam valores menores de DMG, reflexo da compactação provocada pelo tráfego de máquinas.

Tabela 10. Modelos de semivariogramas ajustados aos valores experimentais de DMG em diferentes Manejos, profundidades e épocas de avaliação.

Manejo	Profundidade	Modelo	Co	C	A	B
Julho/Agosto de 2005						
Irrigado + Herbicida	0 -20	LSP	0.233.370	0.233.370	24.6271	0.072
	20 – 40	LSP	0.030.067	0.030.067	24.6197	0.548
Sequeiro + Grade	0 -20	LSP	0.026.724	0.026.724	24.6340	0.112
	20 – 40	LSP	0.029.553	0.029.553	24.6197	0.071
Irrigado + Grade	0 -20	LSP	0.031.360	0.031.360	24.6128	0.352
	20 – 40	LSP	0.026.694	0.026.694	24.5977	0.440
Sequeiro + Herbicida	0 -20	LSP	0.075.276	0.075.276	24.6076	0.281
	20 - 40	LSP	0.060.240	0.060.240	24.6153	0.207
Fevereiro/Março de 2006						
Irrigado + Herbicida	0 -20	LSP	0.021.190	0.021.190	24.6276	0.102
	20 – 40	LSP	0.024.567	0.024.567	24.6340	0.136
Sequeiro + Grade	0 -20	LSP	0.035.321	0.035.321	24.6197	0.333
	20 – 40	LSP	0.029.843	0.029.843	24.6340	0.539
Irrigado + Grade	0 -20	LSP	0.032.781	0.032.781	24.6128	0.410
	20 – 40	LSP	0.032.431	0.032.431	24.6128	0.329
Sequeiro + Herbicida	0 -20	LSP	0.071.416	0.071.416	24.6039	0.165
	20 - 40	LSP	0.068.446	0.068.446	24.5977	0.257

Co – Efeito pepita; Co + C – patamar; A – alcance; b – coeficiente angular; EPP – Efeito pepita puro; LSP – modelo linear sem patamar.

6 CONCLUSÕES

O Manejo que se utilizou de grade demonstrou maior redução na Estabilidade de Agregados por Via Úmida. O controle de plantas espontâneas com uso de Herbicida mostrou melhores resultados quanto aos atributos avaliados.

O Sistema Irrigado apresentou melhores resultados quanto à Estabilidade de Agregados por Via Úmida e quanto ao teor de Carbono Orgânico Total do Solo.

O modelo geoestatístico que melhor se ajustou ao atributo Carbono orgânico Total e a Estabilidade de Agregados por Via Úmida foi o Linear Sem Patamar indicando que os valores estão em infinita dispersão.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. FNP Consultoria e Agroinformaivos. São Paulo. 2006.
- ANDERSON, J.M., FLANAGAN, P.W. Biological processes regulating organic matter dynamics in tropical soils. In: COLEMAN, D.C., OADES, J.M., UEHARA, G. (Ed.). **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems**. Hawaii: NifTAL Project, 1989. p.97-123.
- ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, p. 857 – 865, 2000.
- ALCÂNTARA, E. N.; BARTHOLO, G. F.; CHEBABI, M. A. A. O manejo de mato em cafeeiros. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, n.162, p. 89 - 95, 1989.
- BACCHI, O.O.S. **Efeito da compactação sobre o sistema solo - planta em cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*)**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1976. 65p. (Dissertação, Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- BAYER, C. **Dinâmica da matéria orgânica em sistemas de manejo do solo**. 1996. 241f. Tese (Doutorado)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L. Efeito de sistemas de preparo de solo e de cultura na dinâmica da matéria orgânica e na mitigação da matéria orgânica e na mitigação das emissões de CO₂. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Piracicaba, v. 24, p. 599-607, 2000.
- BORGES, E. N.; LOMBARDI NETO, F.; CORRÊA, G. F.; COSTA, L. M. Misturas de gesso e matéria orgânica alterando atributos físicos de um latossolo com compactação simulada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, p.125-130, 1997.
- BROWN, S.; LUGO, A. E. Effects of forest clearing and succession on the carbon and nitrogen of soils in Puerto Rico and US Virgin Islands. **Plant and soil**, Richmond, v.124, n. 1, p.53-64, 1990.
- CAMARGO, E. C. G. **Desenvolvimento, implementação e teste de procedimentos geoestatísticos (krigeagem) no sistema de processamento de informações georreferenciadas (Spring)**. São José dos Campos, 1997. 123 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- CAMBARDELLA, C. A., ELLIOT, E. T. Particulate organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.56, n.3, p. 777-783, 1992.

CAMBARDELLA, C. A.; ELLIOT, E. T. Carbon and nitrogen dynamics of soil organic matter fractions from cultivated grassland soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 58, n. 1, 123-130, 1994.

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.58, n.5, p.1501-1511, 1994.

CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de latossolos roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, p. 99 – 105, 1990.

CARVALHO JUNIOR, I. A. DE. **Estimativas de parâmetros sedimentológicos para estudo de camadas compactadas e /ou adensadas em latossolo de textura média, sob diferentes usos**. 1995. 83f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas) – UFV, Viçosa

CATANI, R. A.; GALLO, R.; GARGANTINI, H. Amostragem de solo para fins de fertilidade. **Bragantia**, Campinas, v.14, p.19-26, 1954.

CENTURION, J.; DEMATTÊ, J. L. I. Sistemas de solo de cerrado: efeitos das propriedades físicas na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília - DF, v. 27, n. 2, p. 315-324, 1992.

CFSEMG- Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em minas Gerais**. 5ª Aproximação. Viçosa, 1999. 359 p.

CORÁ, J. E.; ARAÚJO, A. V.; PEREIRA, G. T. e BERALDO, J. M. G. Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana de açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 1013-1021, 2004.

DELHOMME, J. P. **Kriging in hydrosiences**. Center D’Informatique Geologique, Fontainebleau, France, 1976.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1982 – **Levantamento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro**. Boletim De Pesquisa, 1, Rio de Janeiro, 526 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: **EMBRAPA SOLOS**, 1999. 412p.

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

FERREIRA, M. M.; JUNIOR, M. de S. D. **Física do solo** Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente. Lavras: UFLA; FAEPE, 2001. 117 p

FREITAS, V. A. de. **Análise de dados espaciais por meio de semivariogramas. Uberlândia.** Monografia (Graduação em Matemática) – Universidade Federal de Uberlândia, 2000. 30p.

GIRELLI, D.; AZEVEDO, A. C.; DALMOLIN, R. S. D. Distribuição de carbono em agregados de um Latossolo sob três usos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15. , 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2004. 1 CD – ROM.

GONTIJO, I. **Avaliação de atributos físicos em solo de cerrado sob cafeicultura em dois sistemas de manejo de plantas espontâneas, utilizando testes de hipóteses e geoestatística.** 2003. 83f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas) – Uberlândia.

GUIMARÃES, E.C. **Variabilidade espacial da umidade e da densidade do solo em um Latossolo Roxo.** 135p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola – Área de concentração: Água e Solo). Campinas, SP: Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 1993.

GUIMARÃES, E. C. **Variabilidade espacial da umidade e da densidade do solo em um Latossolo Roxo.** Campinas, SP, 1996. 135p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola-Área de concentração: Água e Solo) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.

GUIMARÃES, E. C. **Variabilidade espacial de atributos de um Latossolo Vermelho Escuro textura argilosa da região de cerrado, submetido ao plantio direto e ao plantio convencional .** Campinas, SP, 2000. 85 p. Dissertação (Doutorado em Engenharia Agrícola-Área de concentração: Água e Solo) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.

HAKANSSON, I.; VOORHEES, W.B.; RILEY, H. Vehicle and wheel factors influencing soil compaction and crop response in different traffic regimes. **Soil Tillage Research**, San Francisco, v. 11, p. 239-282, 1988

HAYNES, R.J., SWIFT, R.S., STEPHEN, R.C. Influence of mixed cropping rotations (pasture-arable) on organic matter content, stable aggregation and clod porosity in a group of soils. **Soil and Tillage Research**, Oklahoma City, v.19, p.77-87, 1991.

IMHOFF, S.; SILVA, A P.; TORMENA, C. A. Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v.35, n.7, p. 1493-1500, 2000.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos.** Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

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

LARSON, W. E.; EYNARD, A.; HADAS, A. LIPEC, Control and avoidance of soil compaction in practice, In: SOANE, B. D.; OUWERKERK, C., (eds.) **Soil compaction in crop production**. 1994. p. 597-625.

LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L.; MACHADO, P. L. O. A. e GALVÃO, J. C. C. Estoques totais de carbono e seus compartimentos em Argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p.821-832, 2003.

MANTOVANI, E.V. Compactação do solo, máquinas e implementos agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25 , p.17-32, 1987.

MATHERON, G. **The theory of regionalized variables and its applications**. Les Cahiers du Centre de Moffologie mathématique. Fas. 5 C. G. Fontainebleu, 1971.

MELO, V. F.; SILVA, J. R. C. Propriedades físicas de um Latossolo Amarelo Álico, em áreas sob cultivo e vegetação natural do cerrado. XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. **Anais...** Viçosa, v. 3, p. 1890-1892, 1995.

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F. M.; LOVATO, T.; FERNANDES, F. F.; DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, v. 3, p. 209 – 248, 2003.

MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v. 7, n. 1, p.95-102, 1983.

OADES, J.M. The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure. **Geoderma**, Colombus, v.56, p.377-400, 1983.

OADES, .M., Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. **Plant and Soil**, Colombus, v.76, n.1/3, p.319-337,1984.

OLIVEIRA, T. S.; COSTA, L. M.; REGAZZI, A. J.; FIGUEIREDO, M. S. Efeito de ciclos de umedecimento e secagem sobre a estabilidade de agregados em água de quatro latossolos brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, p.509-515, 1996.

OLIVEIRA, J. O. A. P.; VIDIGAL FILHO, P. S.; TORMENA, C. A.; PEQUENO, MG.; SCAPIM, C.A; MUNIZ, A. S. e SAGRILLO, E. Influências de preparo de solo na produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, p. 443-450, 2001.

PALADINI, F. L. S.; MIELNICZUK, J. Distribuição de tamanho de agregados de um solo Podzólico Vermelho-Escuro afetado por sistema de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, p.135-140, 1991.

PEDROSO, M. T.; AMADO, T. J. C.; SANTI, ^a L.; LEMAINSKI, C.; SCHENATO, R.; MEDEIROS, P. de; BILBIO, R. Níveis de agregação em diferentes zonas de manejo do solo e sua influência na produtividade. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E

CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15. , 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2004 1 CD - ROM

PEREIRA, G.; AGUIAR, J.L.P. DE. A evolução do café nos Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE OS CERRADOS, 8. ; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1996, Brasília, DF. Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos cerrados. **Anais...** Biodiversity and sustainable production of food and fibers in the tropical. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1996, p. 499-506.

REINERT, D. J. **Recuperação de solos em sistemas agropastoris**. Recuperação de áreas degradadas, Viçosa: UFV, Departamento de Solos, 1998, 251 p.

RIBON, A. A.; CENTURION, J. F.; CENTURION, M. A. P. C.; CARVALHO FILHO, A. Propriedades físicas de Latossolo e Argissolo em função de práticas de manejo aplicadas na entrelinha da cultura da seringueira (*Hevea brasiliensis*). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.781-787, 2002

ROSCOE, R.; MACHADO, P. L.O.A. **Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 86 p.

SANTOS, D. C.; FONTES, M. P. F.; MENDONÇA, E. S.; SOUZA, C. M. de. Quantificação de carbono orgânico total do solo e de substâncias húmicas em diferentes formas de preparo do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15. , 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2004 1 CD - ROM

SANTOS, dos M. C.; MENDONÇA, C. F.; MELO, de B.; TEODORO, F. E. R.; SANTOS, dos M. L. V. **Irrigação da cafeicultura no cerrado**. Universidade Federal de Uberlândia, 2001. 212 p.

SANTOS; H. P.; TOMM, G. O. Estudo da fertilidade do solo sob sistemas de rotação de culturas envolvendo trigo em plantio direto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, p. 407-414, 1996.

SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, p.113-117, 1997.

SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Sistemas de cultivo e características do solo afetando a estabilidade de agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.22, p.311-317, 1998.

SILVEIRA, P. M.; CUNHA, A.A. Variabilidade de micronutriente, matéria orgânica e argila de um latossolo submetido a sistemas de preparo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v. 37, n.9, p. 1325-1332, 2002.

SOANE, B. D. BLACKWELL, P. S.; DICKSON, J.W. e PAINTER, D. J. Compaction by agricultural vehicles: A review II. Compactoin under tyres and other running gear. **Soil Tillage Research**, Madison, v. 1, p. 373-400, 1981.

STONE, L.; SILVEIRA, P. M. Efeitos de sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p.395-401, 2001.

TISDALL, J.M., OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **Journal of Soil Science**, San Francisco, v.33, n.2, p.141-163, 1982.

TISDALL, J. M.; OADES, J. M. Stabilization of soil aggregates by the root systems of ryegrass, **Australian Journal of Soil Research**. Vitoria, v. 17, p. 429 – 441, 1984.

VACHAUD, G., PASSERAT, S. de, BALABANIS, P., VAUCLIN, M. Temporal stability of spatially measured soil water probability density function. **Soil Science Society America Journal**, Providence, v. 49, p. 822-828, 1985.

VALERIANO, M. M.; PRADO, H. Técnicas de geoprocessamento e de amostragem para o mapeamento de atributos anisotrópicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p.997-1005, 2001.

VAN VEEN, J. A; KUIKMAN, P. J. Soil structural aspects of decomposition of organic matter by microorganisms. **Biogeochemistry**, Hilversum, v. 11, p.213-223, 1990.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudo de variabilidade espacial do solo. **Tópicos em Ciência do solo**. Viçosa: SBCS, 2000. v.1, p.1-54.

VIERA, R.; GUIMARÃES, E. C.; DECHEN, S. C. F.; DE MARIA, I. C.; ROCHETE, P.; TOPP, G. C.; ZEBCHUUK, W. Analisando simultaneamente variabilidade espacial e temporal usando variogramas tridimensionais. In: XIII CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO - **Resumos expandidos em CD-ROOM**. T01-053. Águas de Lindóia, SP: SBCS/ESALQ-USP, 1996.

VIEIRA, S. R., HATFIELD, J. L., NIELSON, D. R., BIGGAR, J. W. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. **Hilgardia**, Berkeley, v. 31, n. 3, 1983.

ZANATTA, J. A.; ÁVILAS, E da R.; BAYER, C. MIELNICZUCK, J. Carbono Orgânico Total e dissolvido afetados por sistemas de preparo e de cultura do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15. 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2004. 1 CD- ROM.

APÊNDICE A- Semivariograma do Carbono Orgânico Total

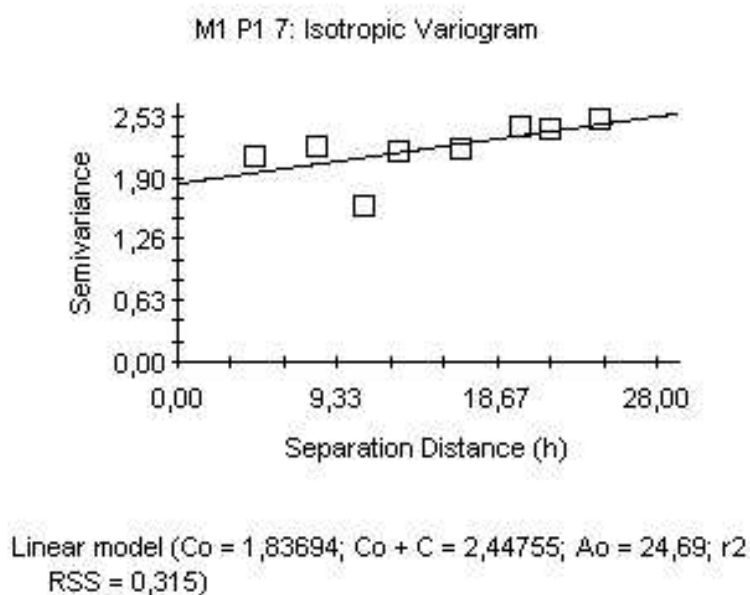


Figura 1A. Semivariograma do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema Irrigado com controle de plantas infestantes com uso de Herbicida na profundidade de 0-20 cm, de Julho/Agosto de 2005.

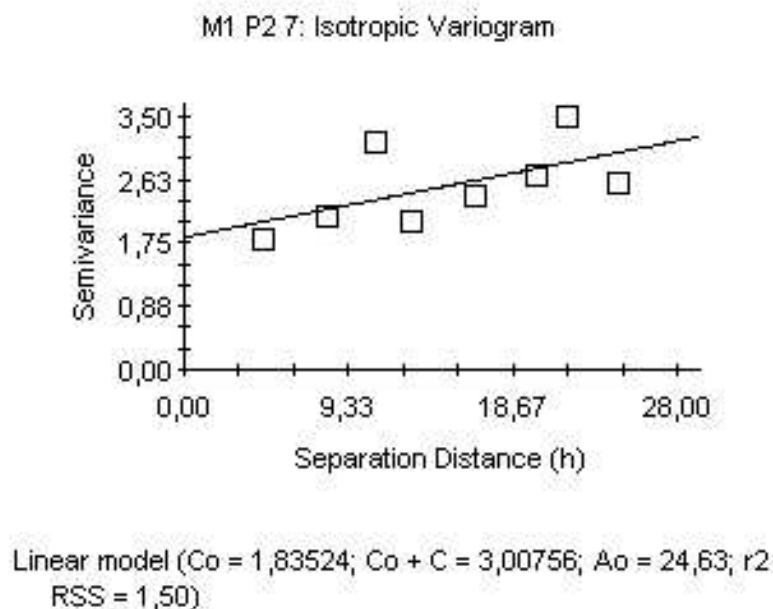


Figura 2A. Semivariograma do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema Irrigado com controle de plantas infestantes com uso de Herbicida na profundidade de 20-40 cm, de Julho/Agosto de 2005.

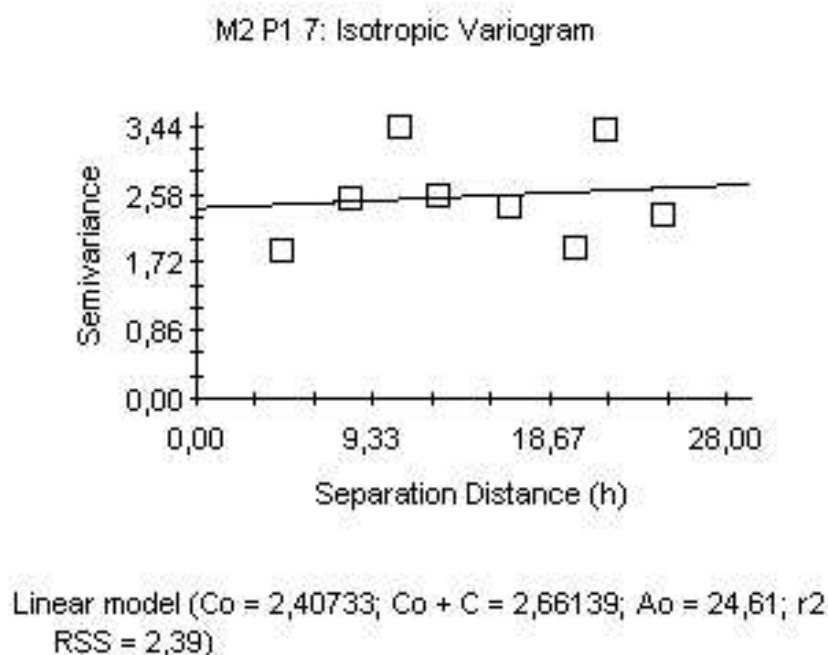


Figura 3A. Semivariograma do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema Sequeiro com controle de plantas infestantes com uso de Grade na profundidade de 0-20 cm, de Julho/Agosto de 2005.

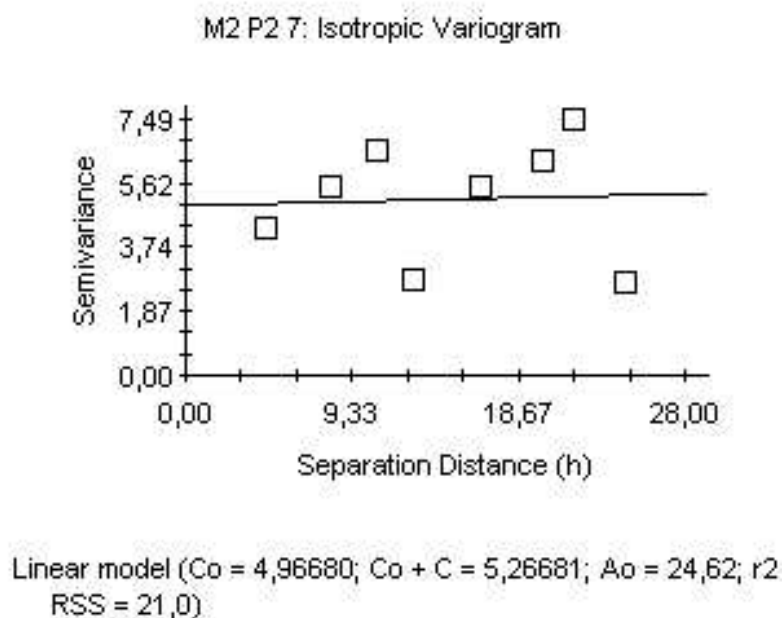


Figura 4A. Semivariograma do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema Sequeiro com controle de plantas infestantes com uso de Grade na profundidade de 20-40 cm, de Julho/Agosto de 2005.

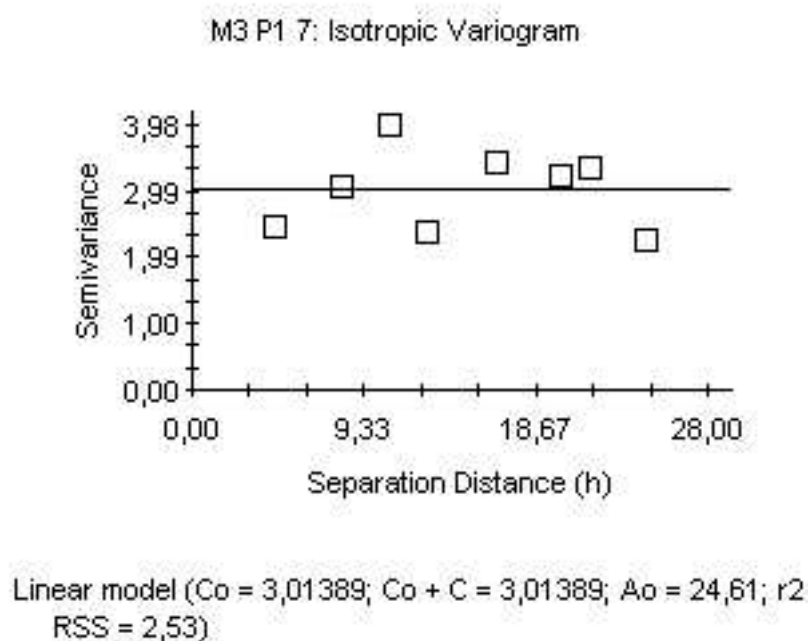


Figura 5A. Semivariograma do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema Irrigado com controle de plantas infestantes com uso de Grade na profundidade de 0-20 cm, de Julho/Agosto de 2005.

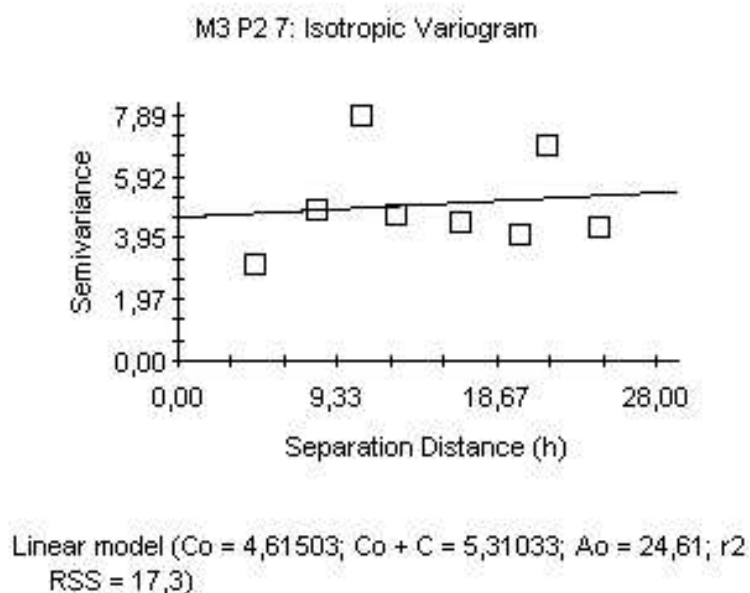


Figura 6A. Semivariograma do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema Irrigado com controle de plantas infestantes com uso de Grade na profundidade de 20-40 cm, de Julho/Agosto de 2005.

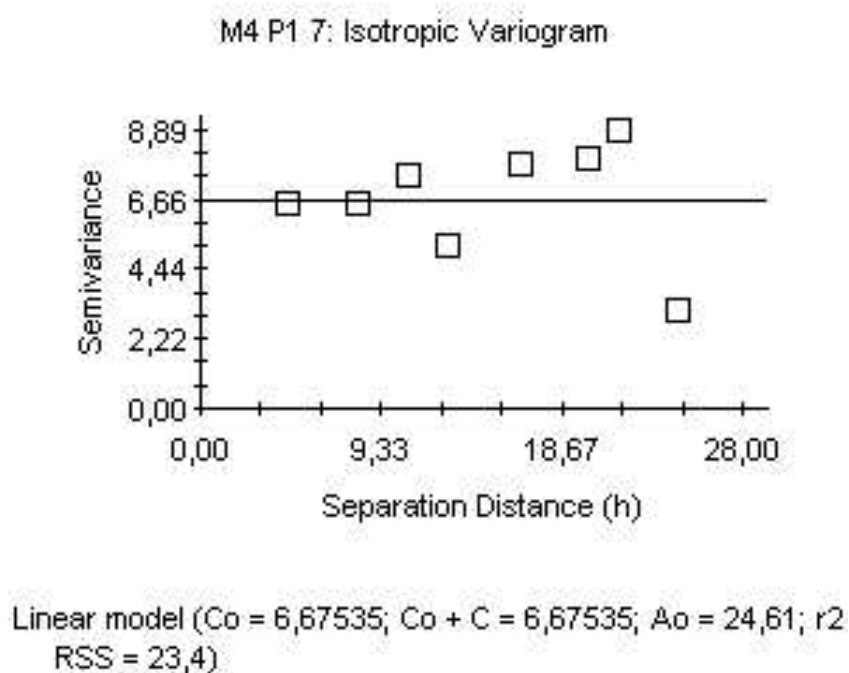


Figura 7A. Semivariograma do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema Sequeiro com controle de plantas infestantes com uso de Herbicida na profundidade de 0-20 cm, de Julho/Agosto de 2005.

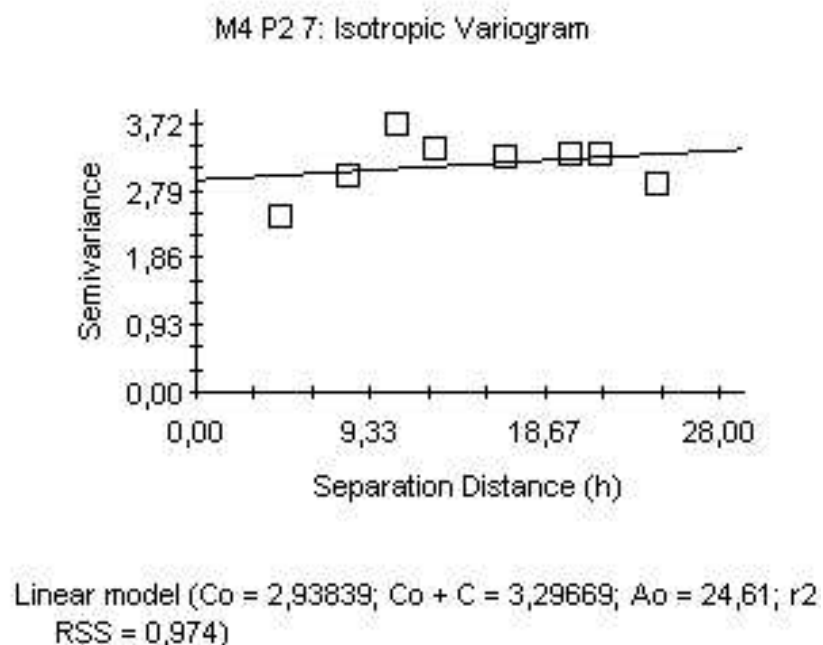


Figura 8A. Semivariograma do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema Sequeiro com controle de plantas infestantes com uso de Herbicida na profundidade de 20-40 cm, de Julho/Agosto de 2005.

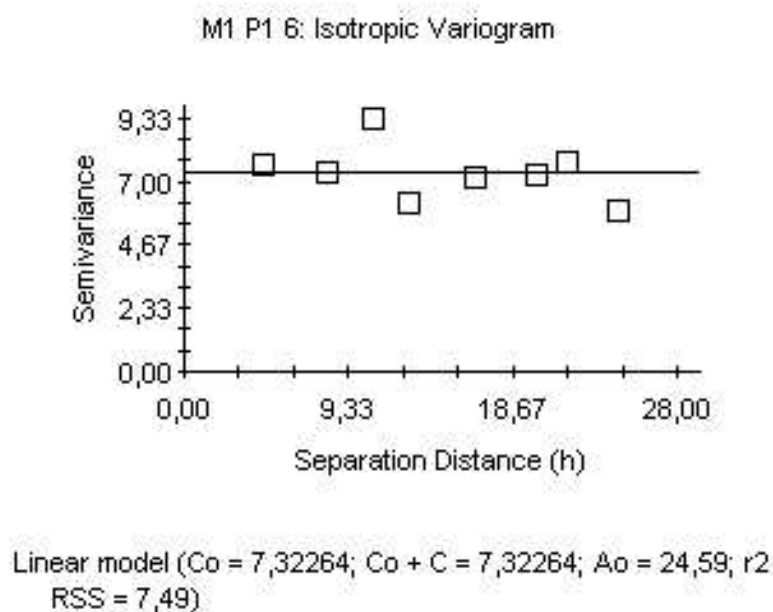


Figura 9A. Semivariograma do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema Irrigado com controle de plantas infestantes com uso de Herbicida na profundidade de 0-20 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

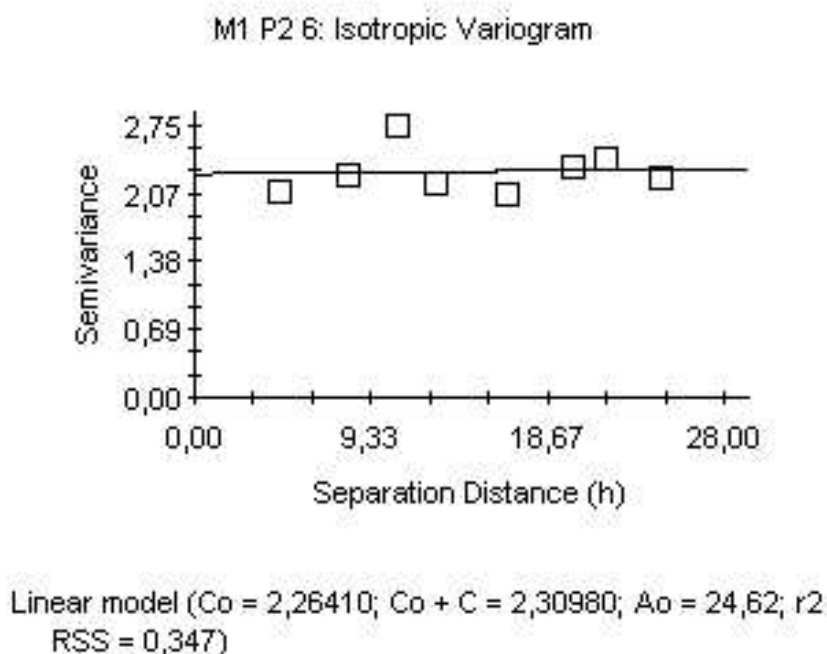


Figura 10A. Semivariograma do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema Irrigado com controle de plantas infestantes com uso de Herbicida na profundidade de 20-40 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

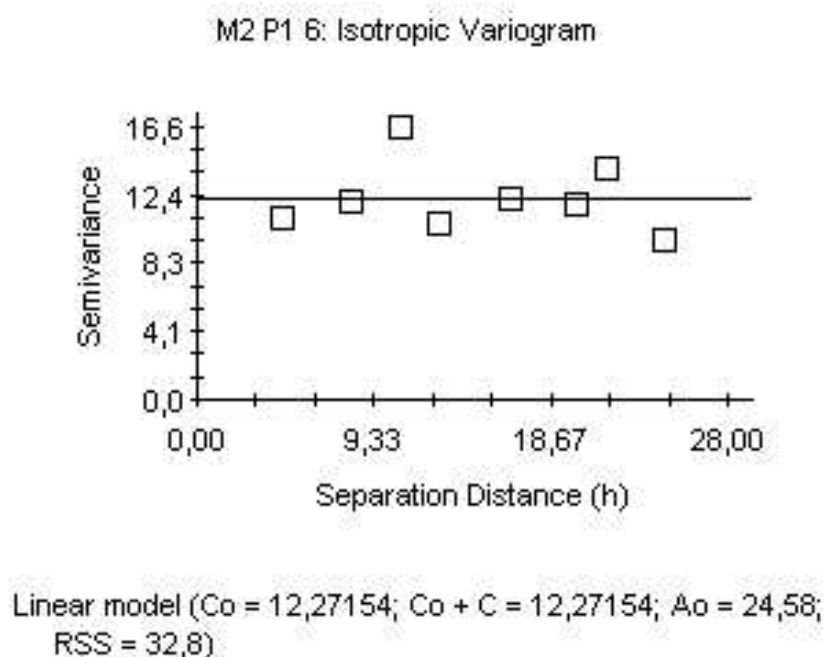


Figura 11A. Semivariograma do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema Sequeiro com controle de plantas infestantes com uso de Grade na profundidade de 0-20 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

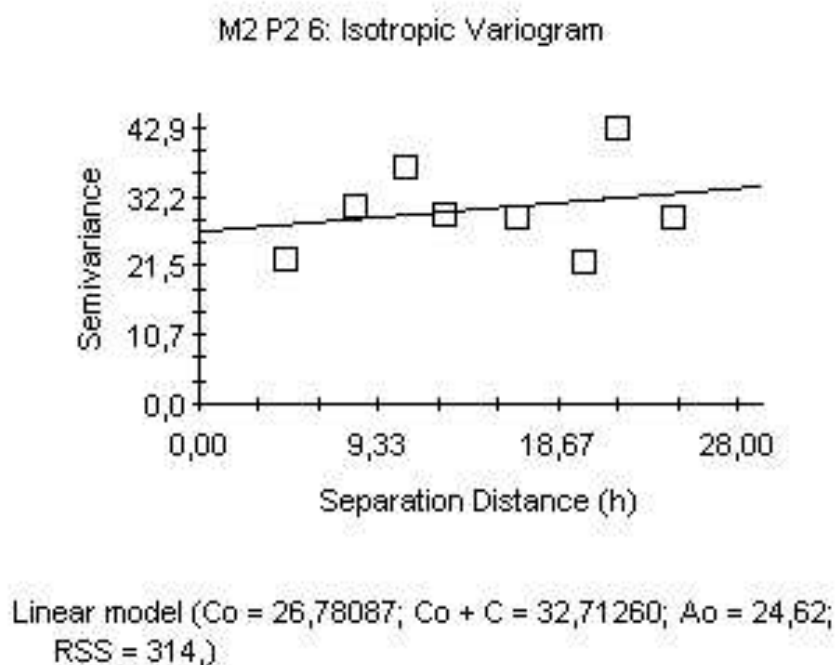


Figura 12A. Semivariograma do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema Sequeiro com controle de plantas infestantes com uso de Grade na profundidade de 20-40 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

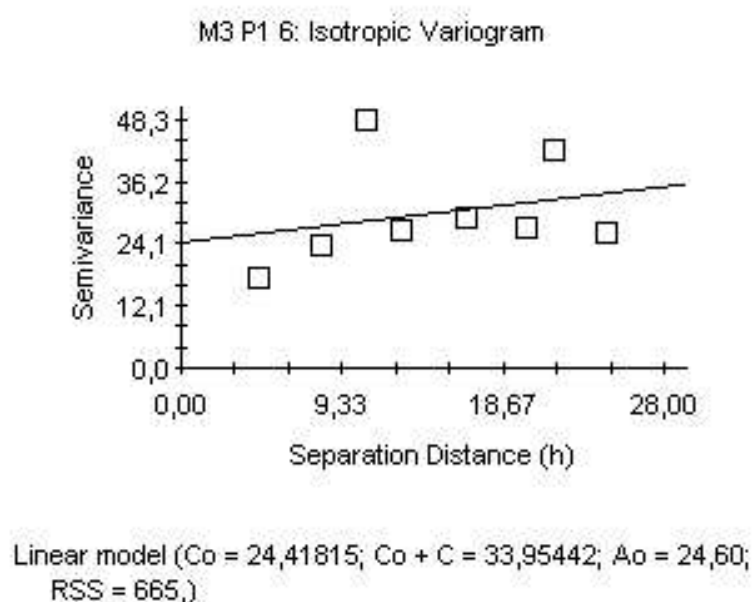


Figura 13A. Semivariograma do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema Irrigado com controle de plantas infestantes com uso de Grade na profundidade de 0-20 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

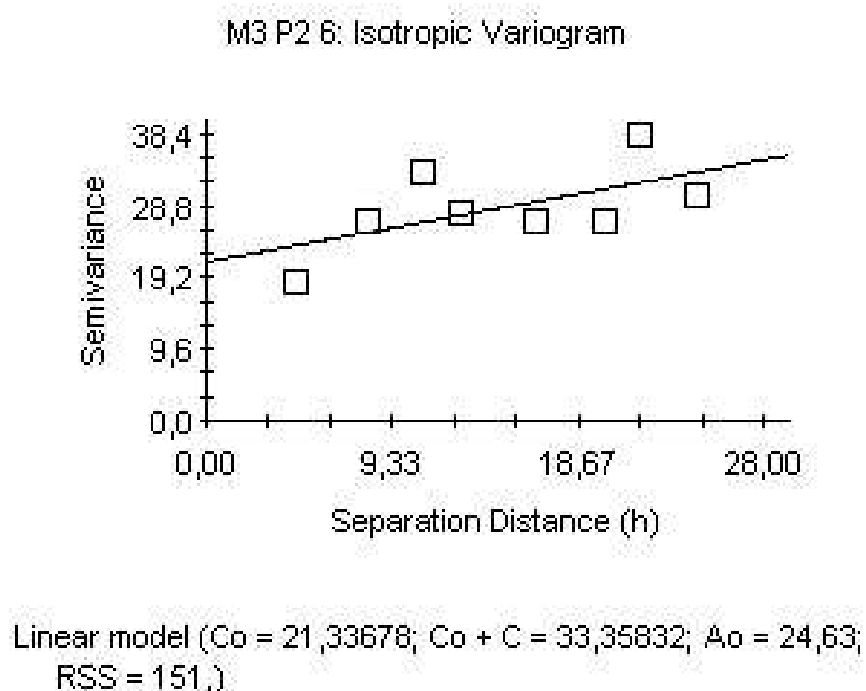


Figura 14A. Semivariograma do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema Irrigado com controle de plantas infestantes com uso de Grade na profundidade de 20-40 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

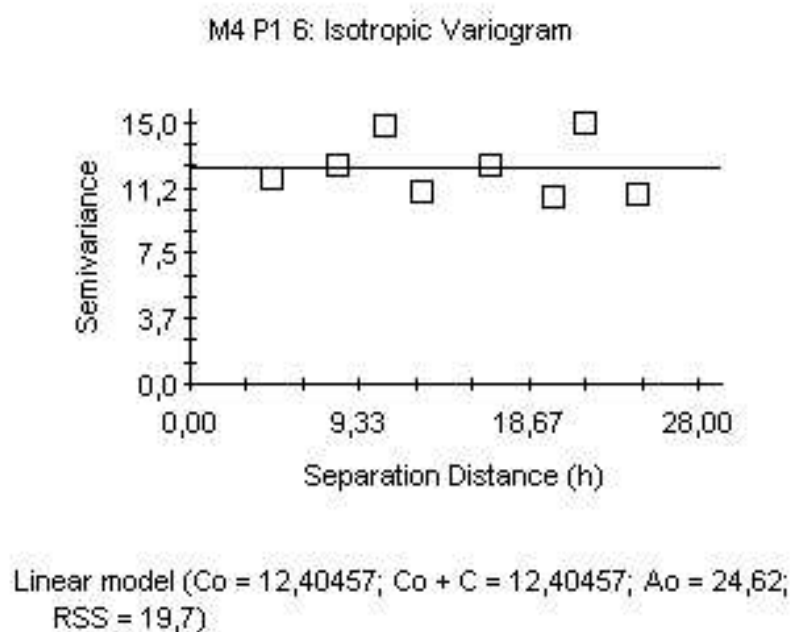


Figura 15A. Semivariograma do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema Sequeiro com controle de plantas infestantes com uso de Herbicida na profundidade de 0-20 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

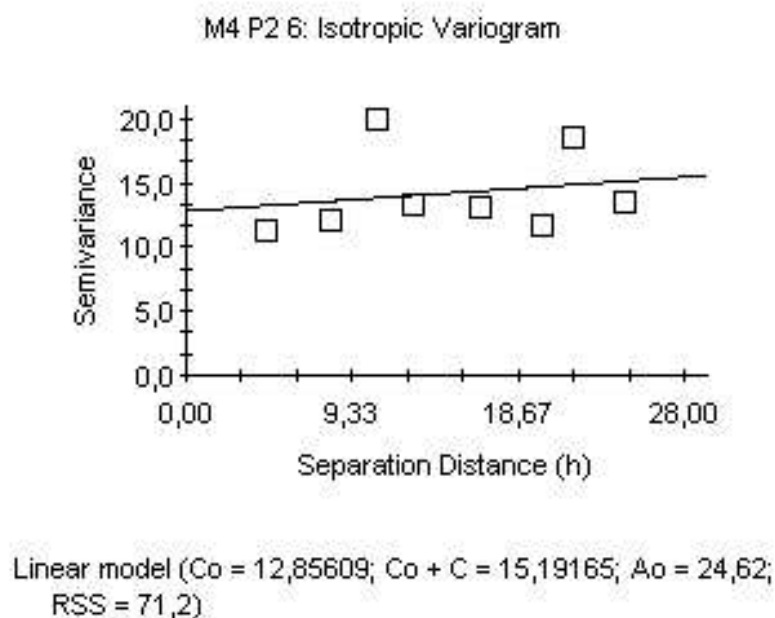


Figura 16A. Semivariograma do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema Sequeiro com controle de plantas infestantes com uso de Herbicida na profundidade de 20-40 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

APÊNDICE B – Distribuição Espacial do Carbono Orgânico Total

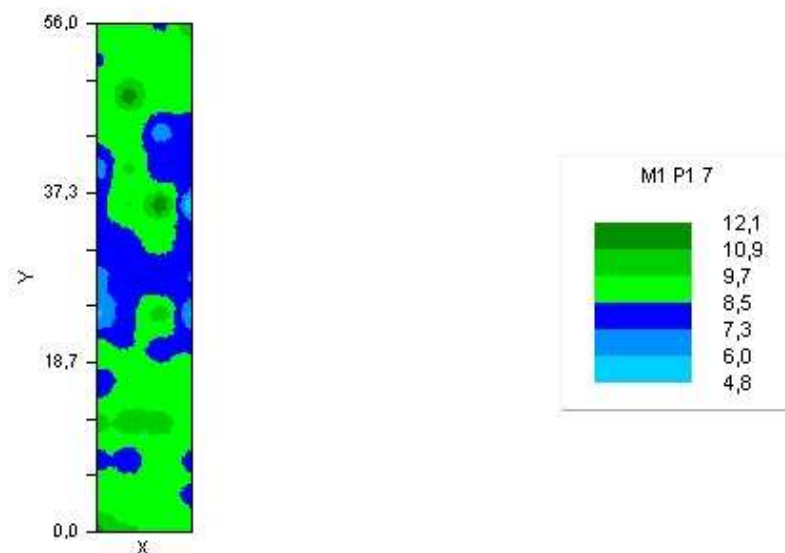


Figura 1B. Distribuição espacial do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema de manejo Irrigado com aplicação de Herbicida na profundidade de 0-20 cm, de Julho/Agosto de 2005.

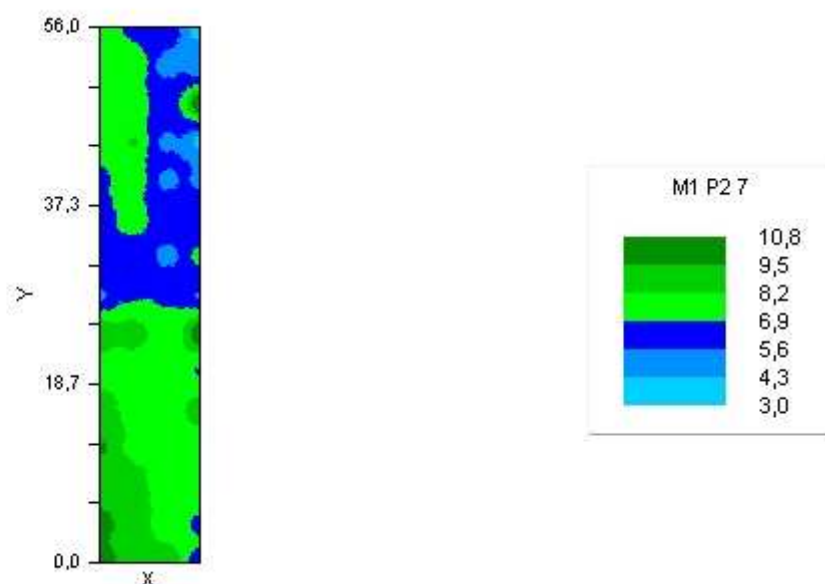


Figura 2B. Distribuição espacial do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema de manejo Irrigado com aplicação de Herbicida na profundidade de 20-40 cm, de Julho/Agosto de 2005.

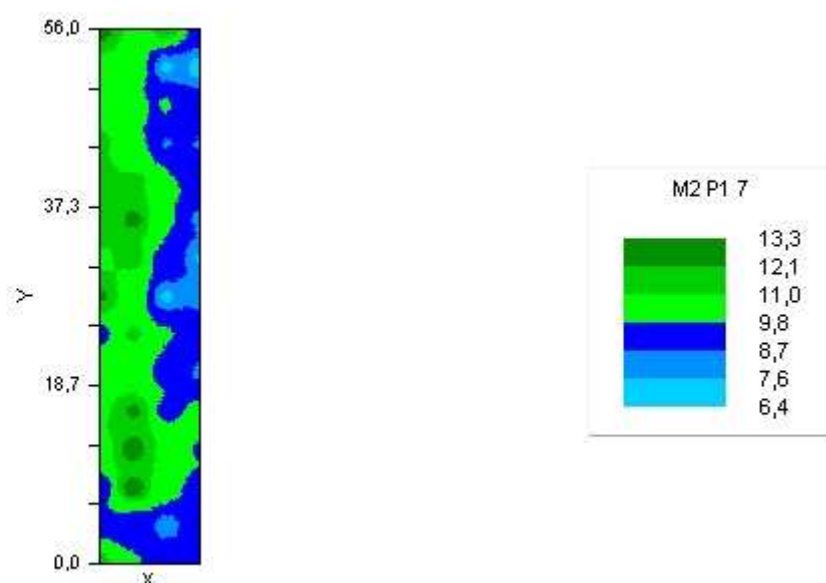


Figura 3B. Distribuição espacial do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema Sequeiro com uso de Grade na profundidade de 0-20 cm, de Julho/Agosto de 2005.

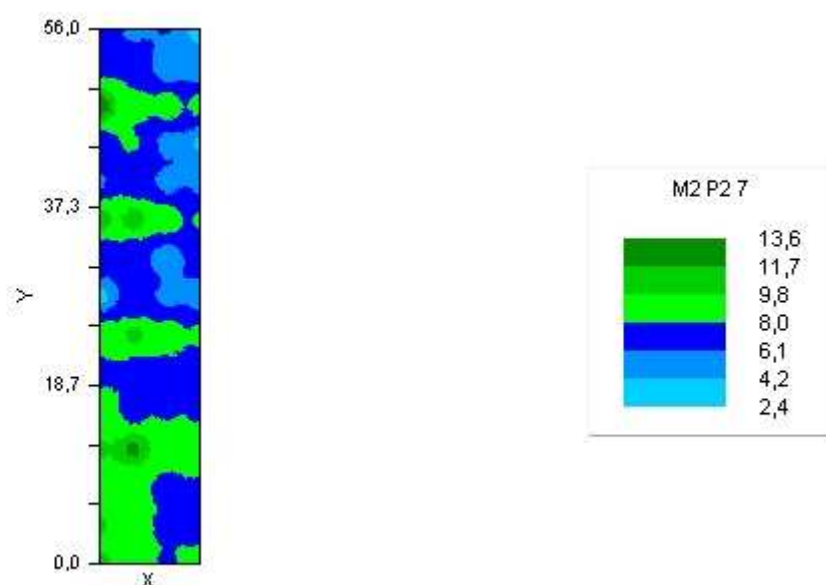


Figura 4B. Distribuição espacial do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema de Sequeiro com uso de Grade na profundidade de 20-40 cm, de Julho/Agosto de 2005.

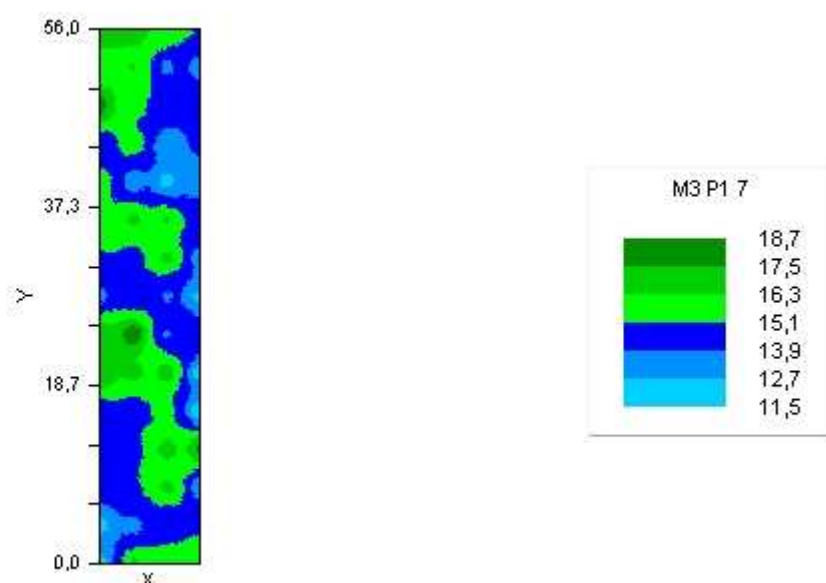


Figura 5B. Distribuição espacial do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema de manejo Irrigado com uso de Grade na profundidade de 0-20 cm, de Julho/Agosto de 2005.

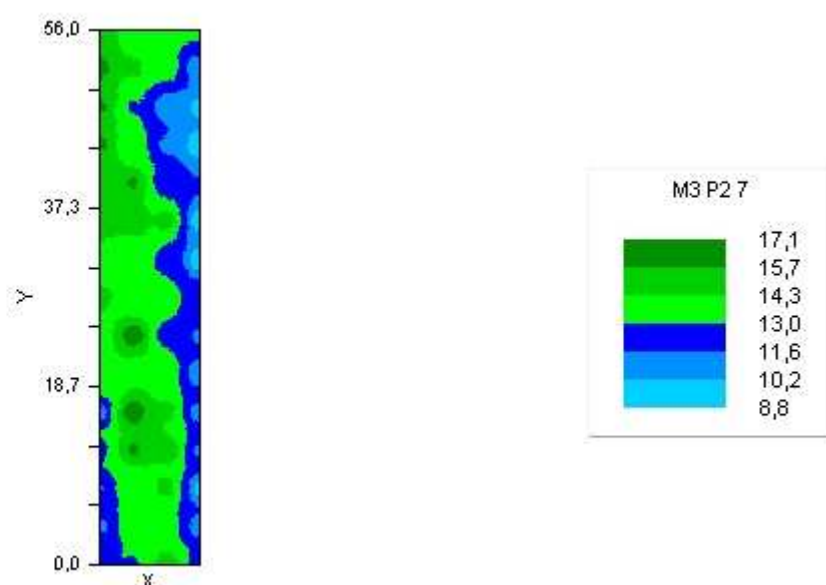


Figura 6B. Distribuição espacial do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema de manejo Irrigado com uso de Grade na profundidade de 20-40 cm, de Julho/Agosto de 2005.

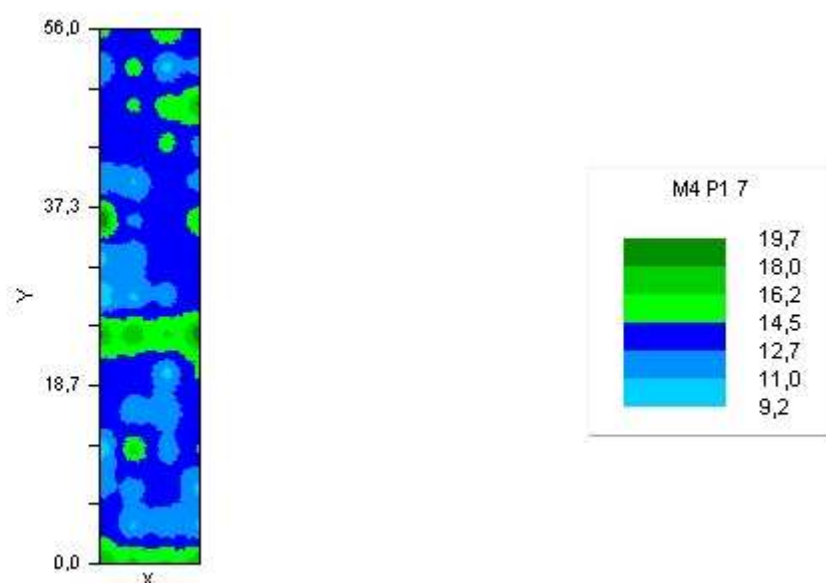


Figura 7B. Distribuição espacial do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema de Sequeiro com uso de Herbicida na profundidade de 0-20 cm, de Julho/Agosto de 2005.

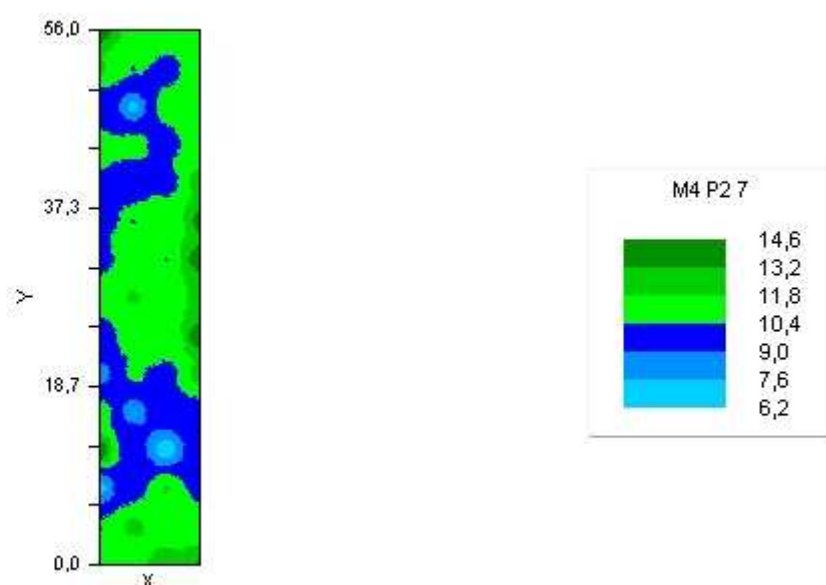


Figura 8B. Distribuição espacial do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema de Sequeiro com uso de Herbicida na profundidade de 20-40 cm, de Julho/Agosto de 2005.

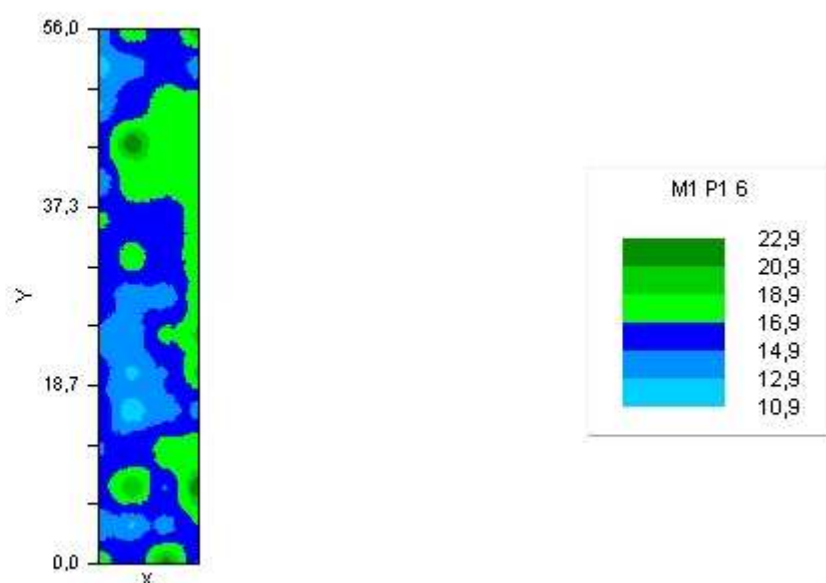


Figura 9B. Distribuição espacial do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema de manejo Irrigado com uso de Herbicida na profundidade de 0-20 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

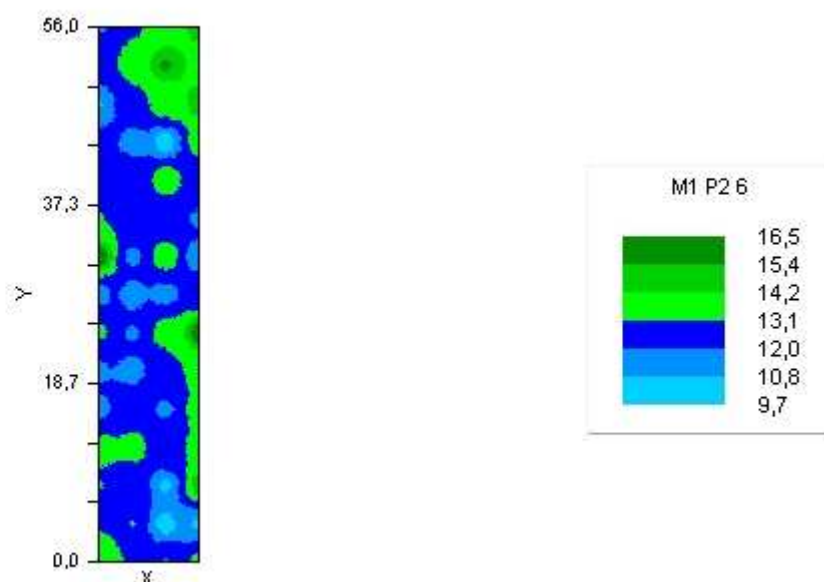


Figura 10B. Distribuição espacial do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema de manejo Irrigado com uso de Herbicida na profundidade de 20-40 cm, de Fevereiro/Março de 2006..

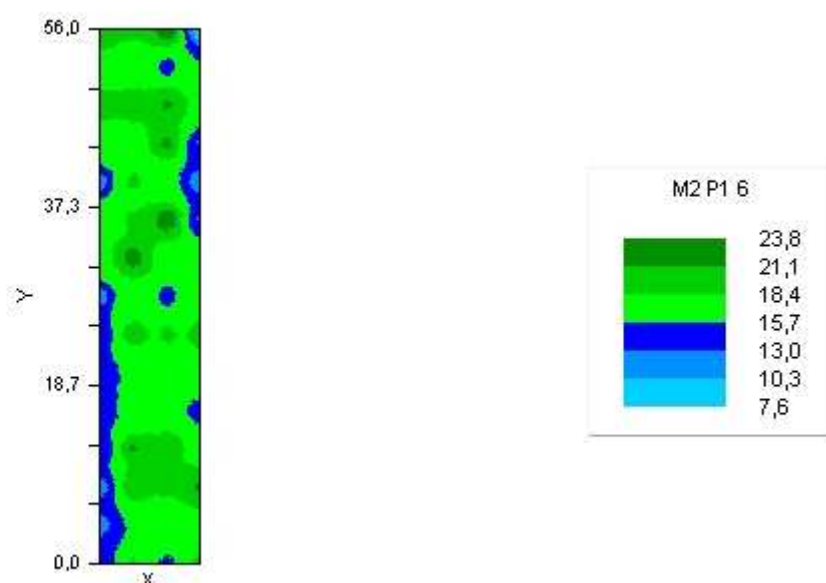


Figura 11B. Distribuição espacial do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema de Sequeiro com uso de Grade na profundidade de 0-20 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

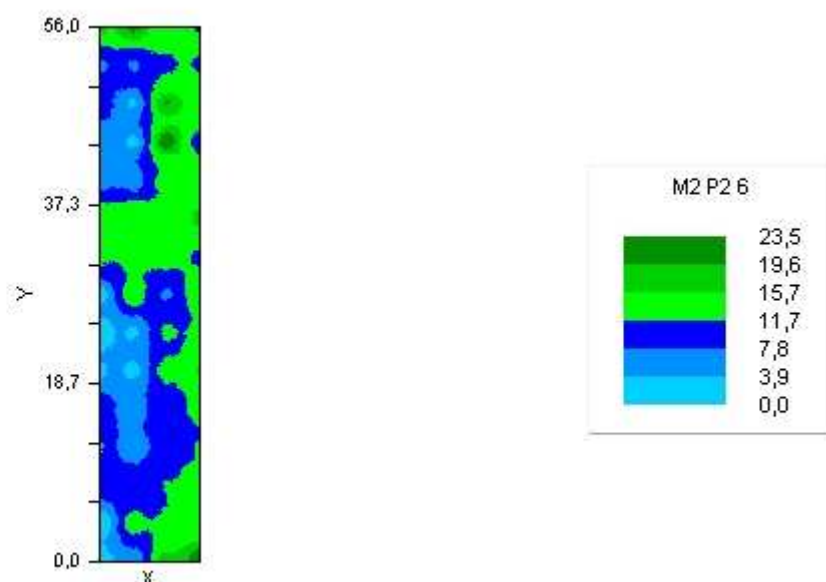


Figura 12B. Distribuição espacial do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema de Sequeiro com uso de Grade na profundidade de 20-40 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

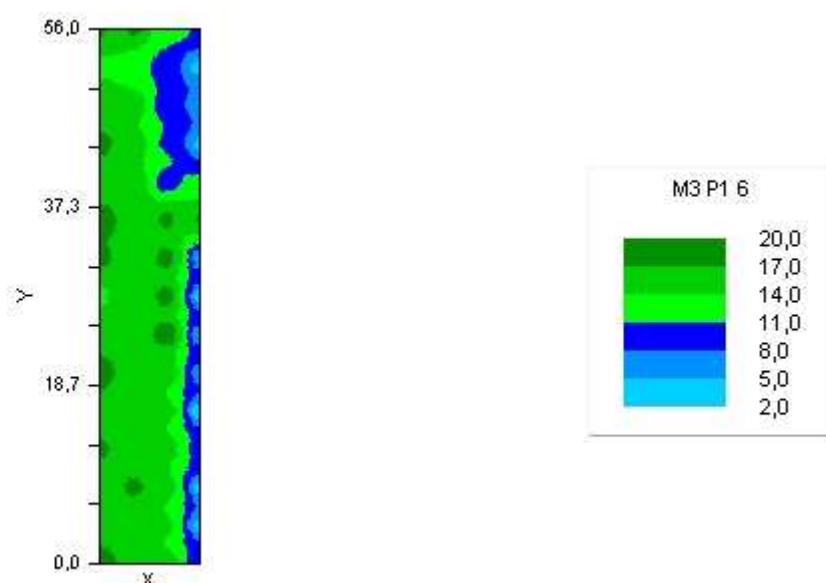


Figura 13B. Distribuição espacial do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema de manejo Irrigado com uso de Grade na profundidade de 0-20 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

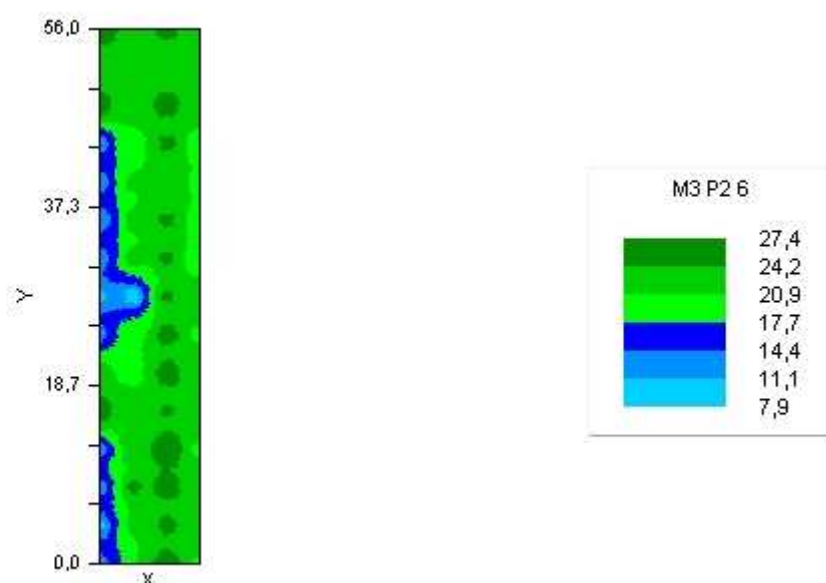


Figura 14B. Distribuição espacial do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema de manejo Irrigado com uso de Grade na profundidade de 20-40, cm de Fevereiro/Março de 2006.

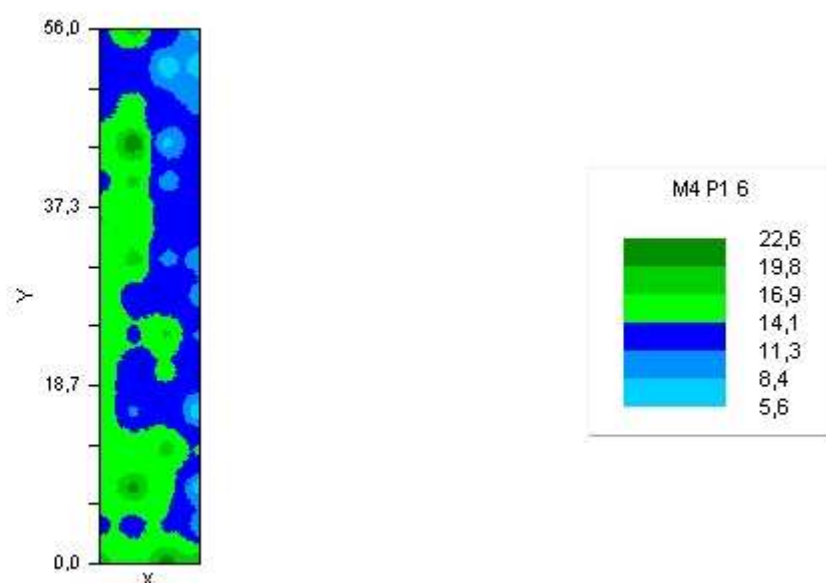


Figura 15B. Distribuição espacial do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema de Sequeiro com uso de Herbicida na profundidade de 0-20 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

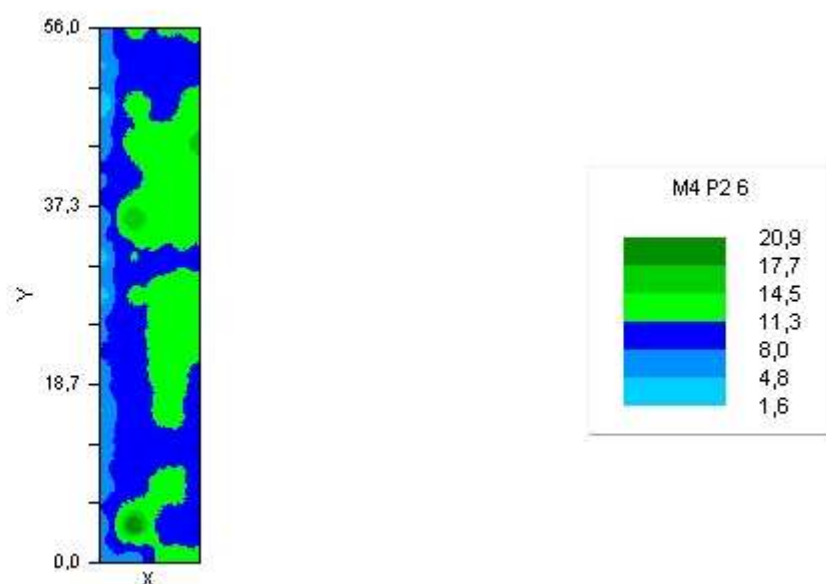


Figura 16B. Distribuição espacial do Carbono Orgânico Total (COT), para o sistema de Sequeiro com uso de Herbicida na profundidade de 20-40 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

APÊNDICE C – Semivariograma da Estabilidade de Agregados por Via Úmida

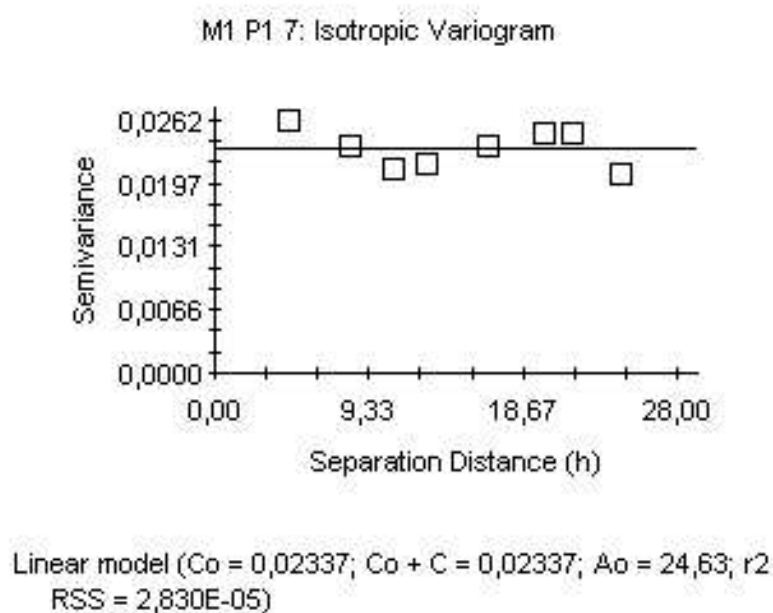


Figura 1C. Semivariograma de Diâmetro Médio Geométrico (DMG), para o sistema Irrigado com controle de plantas infestantes com uso de Herbicida na profundidade de 0-20 cm, de Julho/Agosto de 2005.

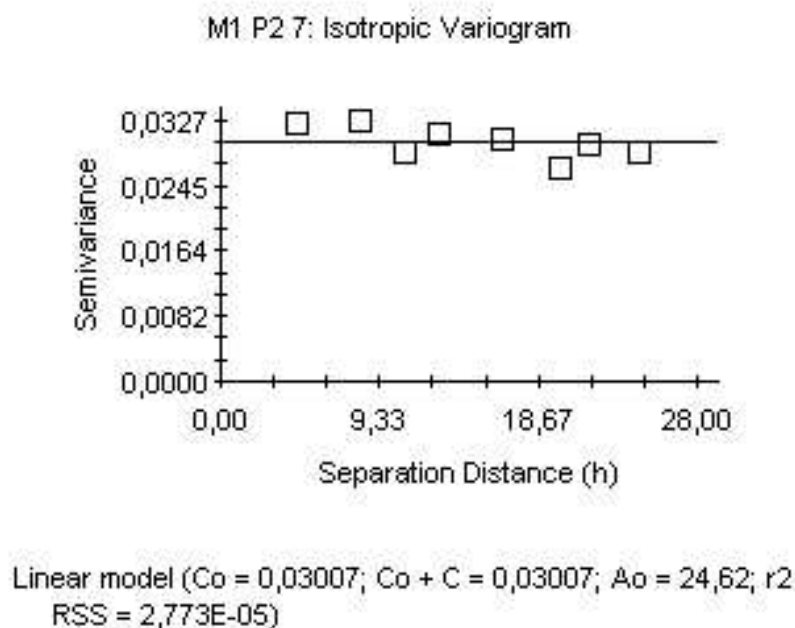


Figura 2C. Semivariograma de Diâmetro Médio Geométrico (DMG), para o sistema Irrigado com controle de plantas infestantes com uso de Herbicida na profundidade de 20-40 cm, de Julho/Agosto de 2005.

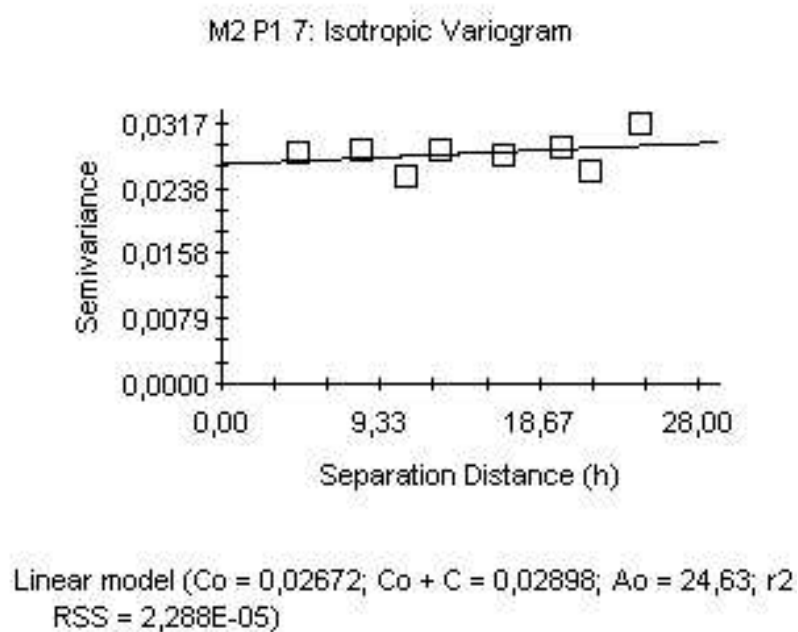


Figura 3C. Semivariograma de Diâmetro Médio Geométrico (DMG), para o sistema Sequeiro com controle de plantas infestantes com uso de Grade na profundidade de 0-20 cm, de Julho/Agosto de 2005.

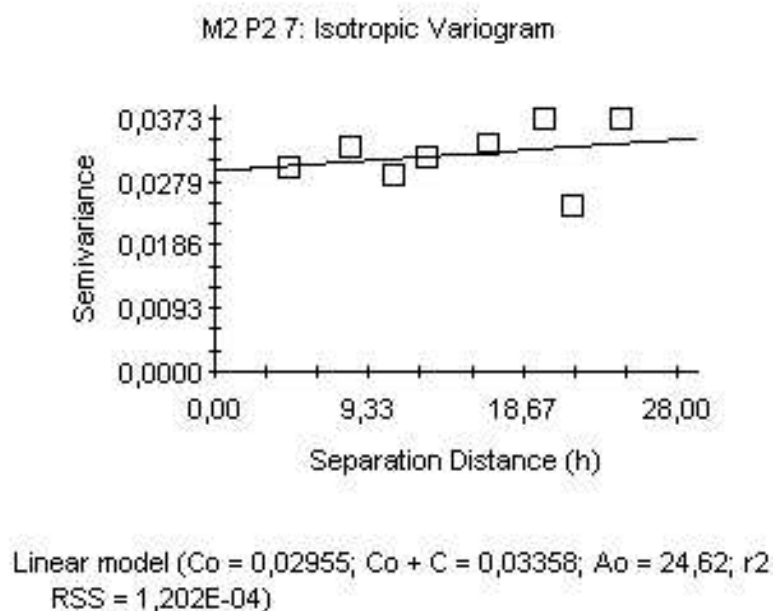


Figura 4C. Semivariograma de Diâmetro Médio Geométrico (DMG), para o sistema Sequeiro com controle de plantas infestantes com uso de Grade na profundidade de 20-40 cm, de Julho/Agosto de 2005.

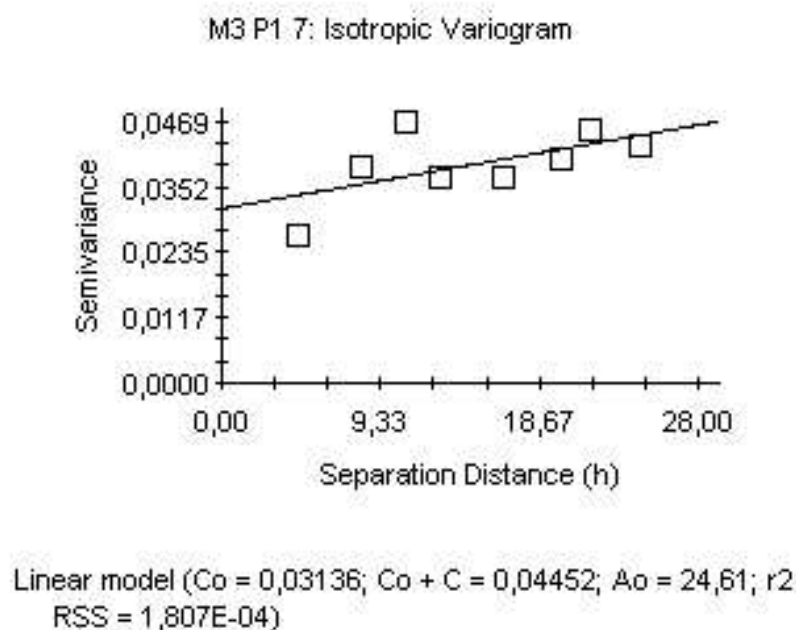


Figura 5C. Semivariograma de Diâmetro Médio Geométrico (DMG), para o sistema Irrigado com controle de plantas infestantes com uso de Grade na profundidade de 0-20 cm, de Julho/Agosto de 2005.

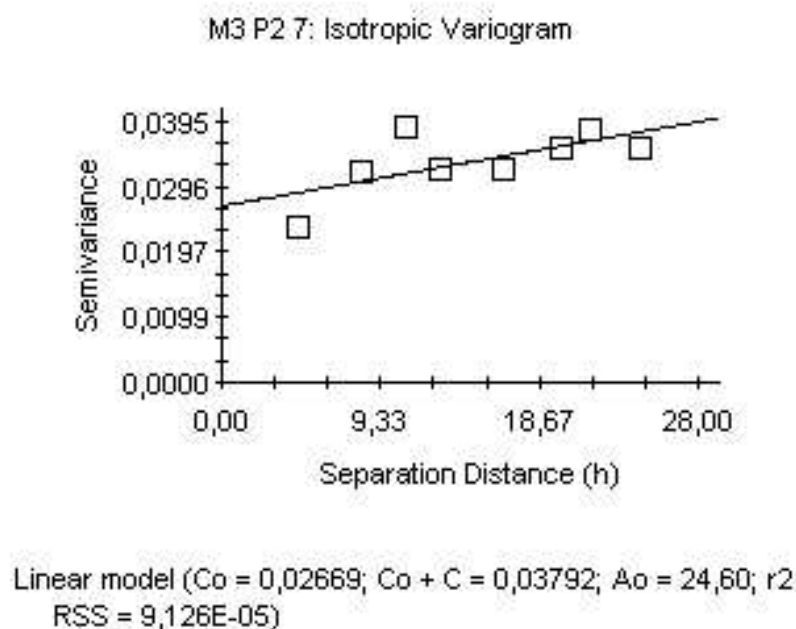


Figura 6C. Semivariograma de Diâmetro Médio Geométrico (DMG), para o sistema Irrigado com controle de plantas infestantes com uso de Grade na profundidade de 20-40 cm, de Julho/Agosto de 2005.

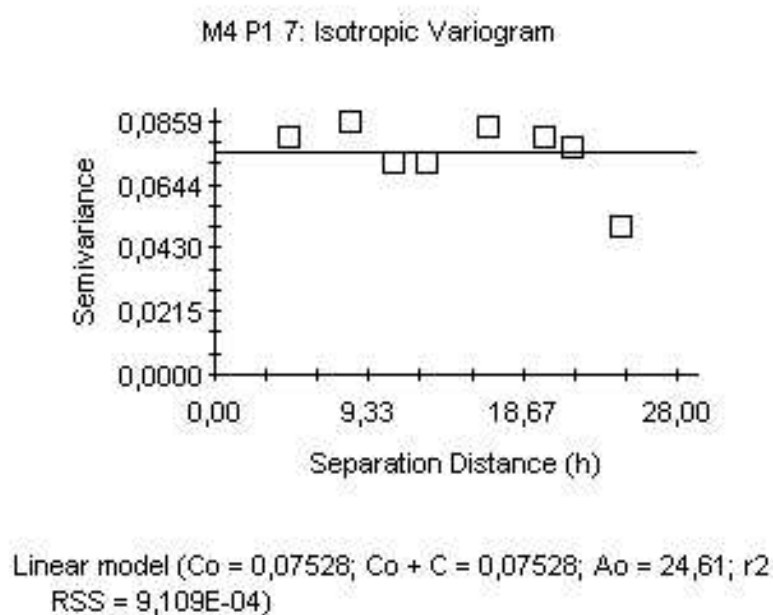


Figura 7C. Semivariograma de Diâmetro Médio Geométrico (DMG), para o sistema Sequeiro com controle de plantas infestantes com uso de Herbicida na profundidade de 0-20 cm, de Julho/Agosto de 2005.

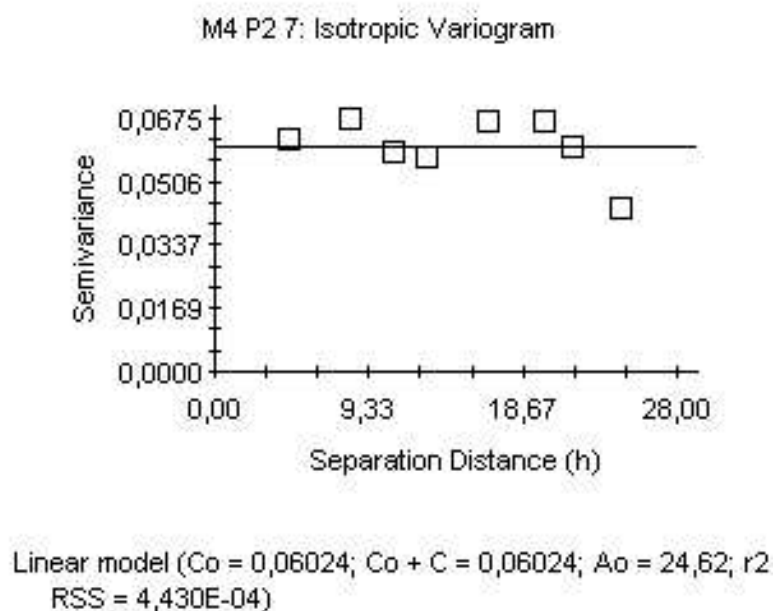


Figura 8C. Semivariograma de Diâmetro Médio Geométrico (DMG), para o sistema Sequeiro com controle de plantas infestantes com uso de Herbicida na profundidade de 20-40 cm, de Julho/Agosto de 2005.

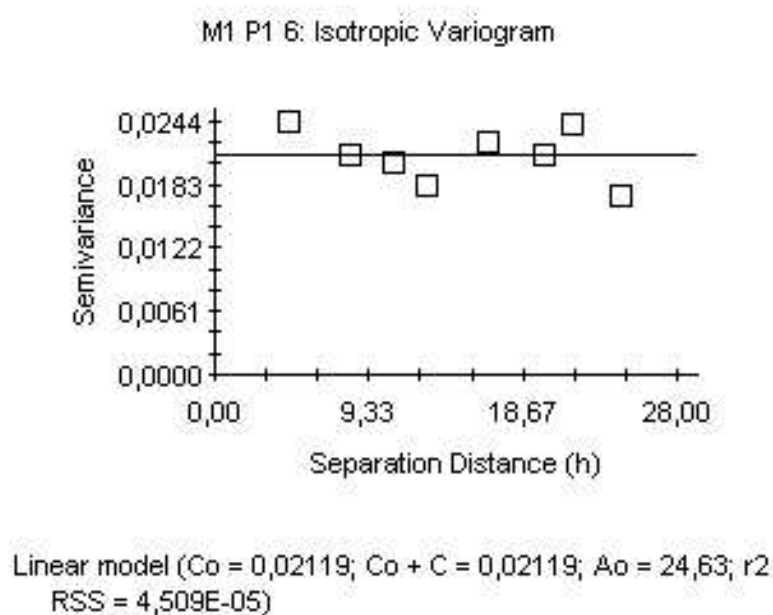


Figura 9C. Semivariograma de Diâmetro Médio Geométrico (DMG), para o sistema Irrigado com controle de plantas infestantes com uso de Herbicida na profundidade de 0-20 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

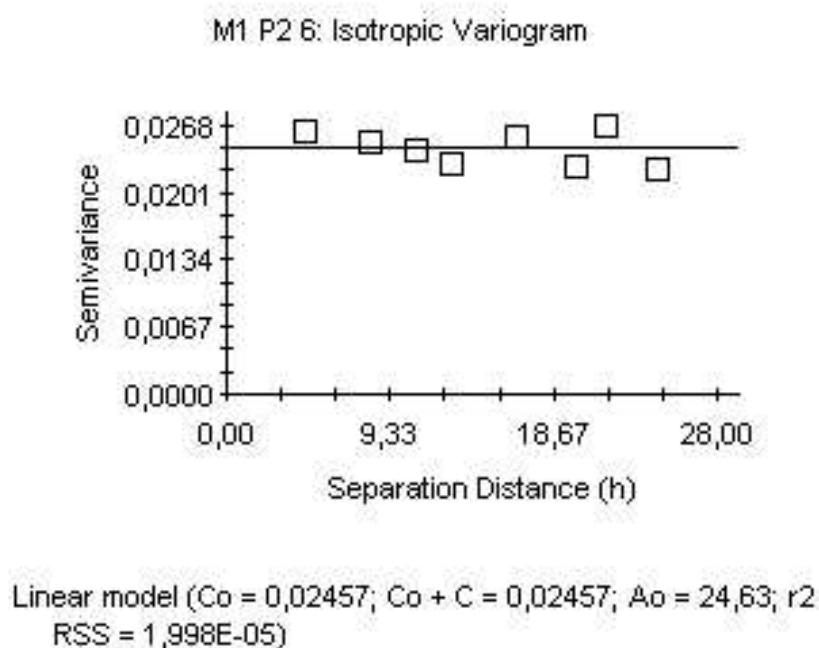


Figura 10C. Semivariograma de Diâmetro Médio Geométrico (DMG), para o sistema Irrigado com controle de plantas infestantes com uso de Herbicida na profundidade de 20-40 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

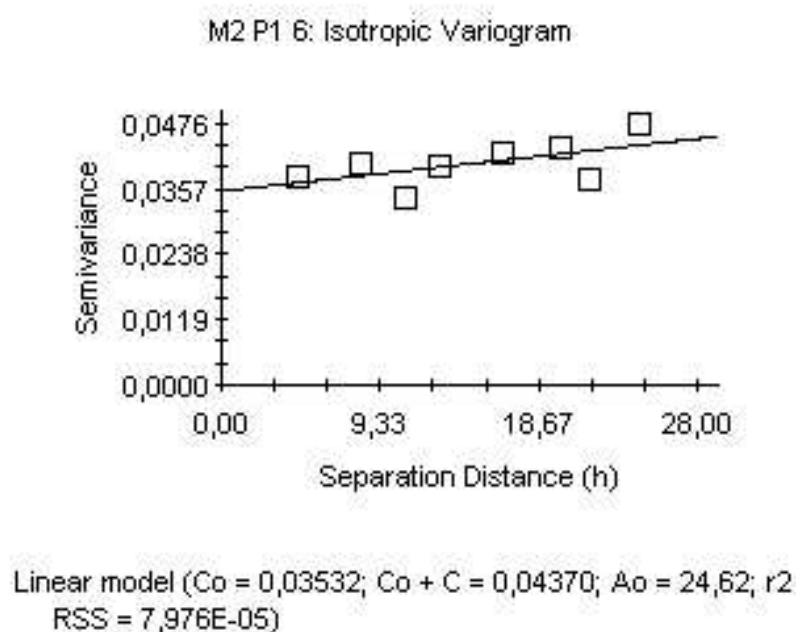


Figura 11C. Semivariograma de Diâmetro Médio Geométrico (DMG), para o sistema Sequeiro com controle de plantas infestantes com uso de Grade na profundidade de 0-20 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

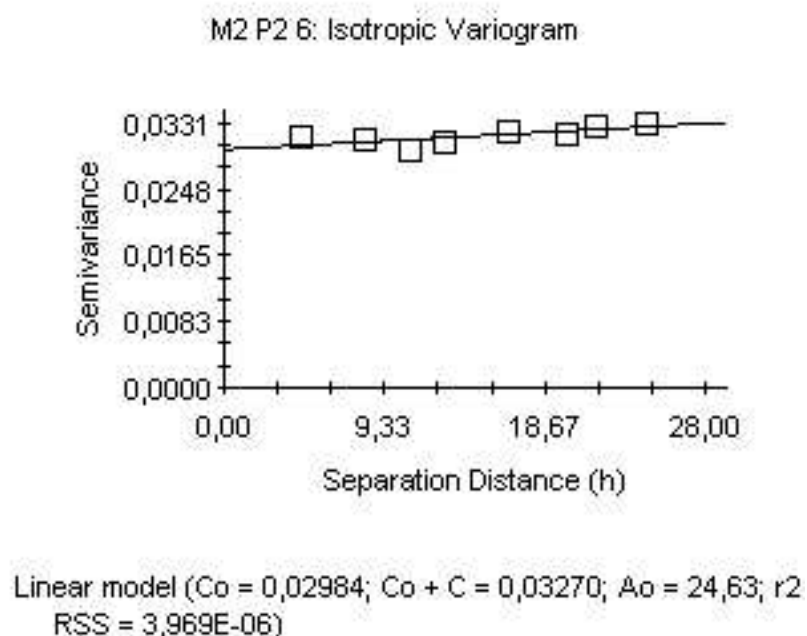


Figura 12C. Semivariograma de Diâmetro Médio Geométrico (DMG), para o sistema Sequeiro com controle de plantas infestantes com uso de Grade na profundidade de 20-40 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

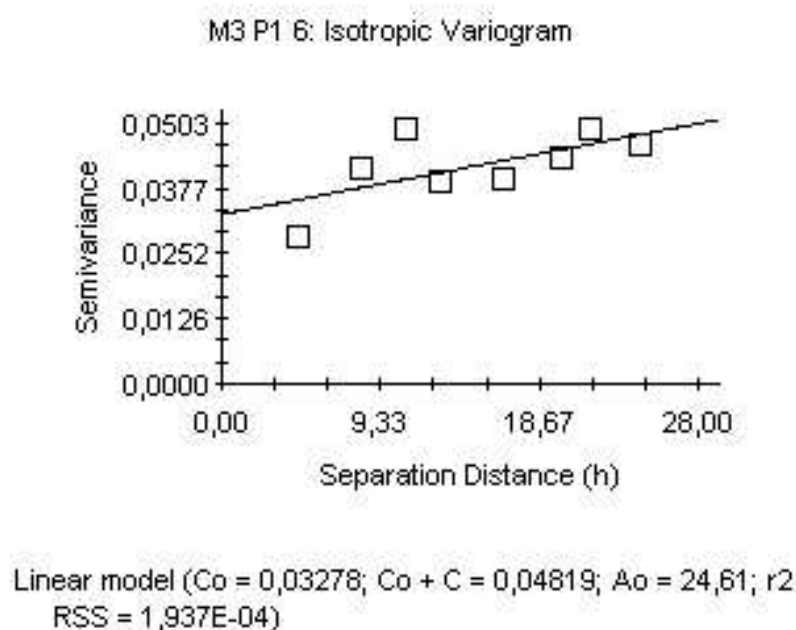


Figura 13C. Semivariograma de Diâmetro Médio Geométrico (DMG), para o sistema Irrigado com controle de plantas infestantes com uso de Grade na profundidade de 0-20 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

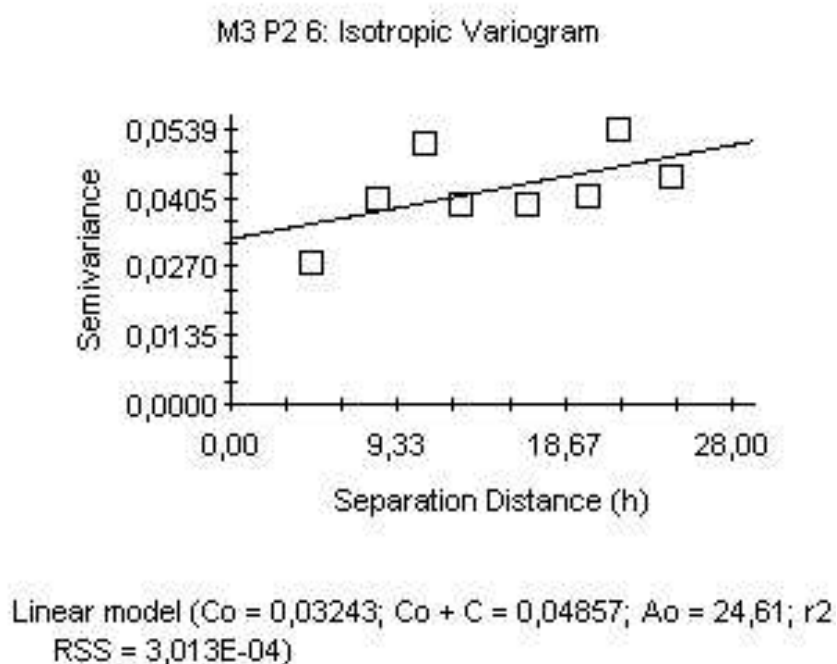


Figura 14C. Semivariograma de Diâmetro Médio Geométrico (DMG), para o sistema Irrigado com controle de plantas infestantes com uso de Grade na profundidade de 20-40 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

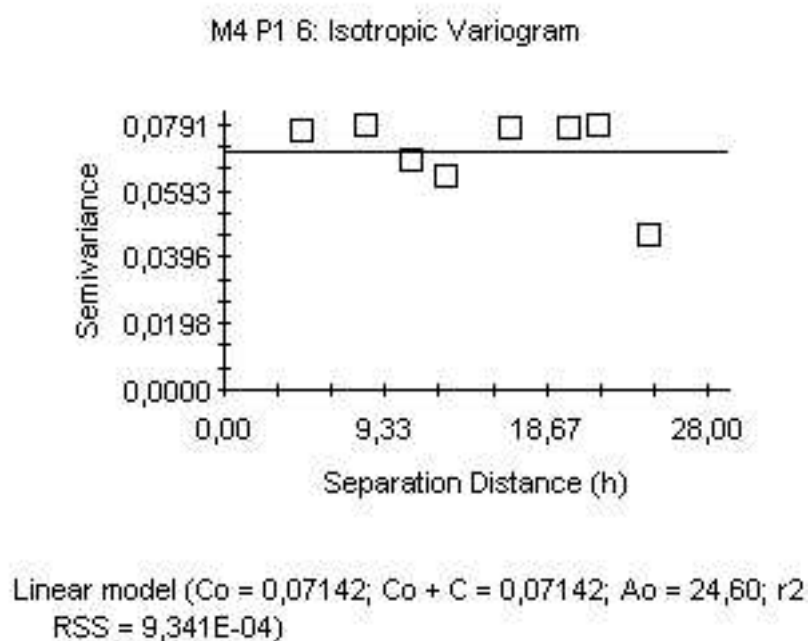


Figura 15C. Semivariograma de Diâmetro Médio Geométrico (DMG), para o sistema Sequeiro com controle de plantas infestantes com uso de Herbicida na profundidade de 0-20 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

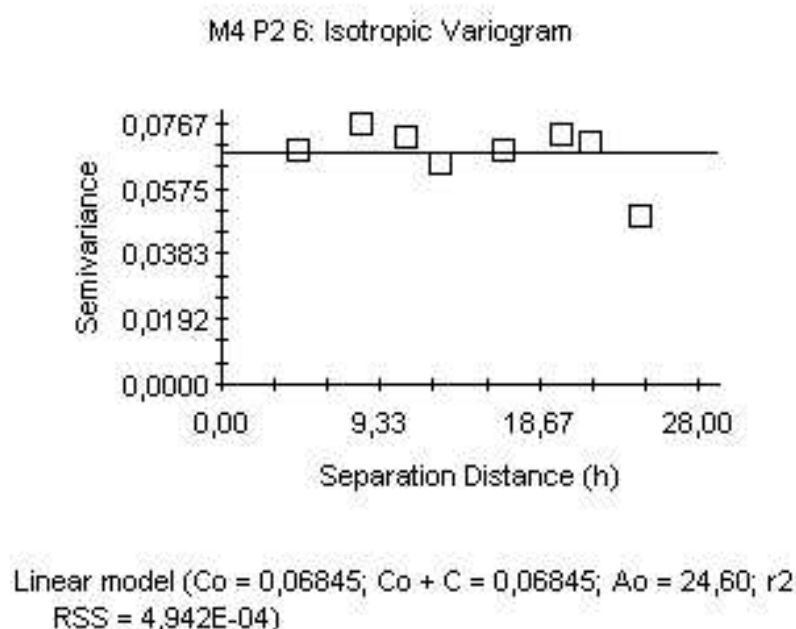


Figura 16C. Semivariograma de Diâmetro Médio Geométrico (DMG), para o sistema Sequeiro com controle de plantas infestantes com uso de Herbicida na profundidade de 20-40 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

APÊNDICE D – Distribuição Espacial da Estabilidade de Agregados por Via Úmida

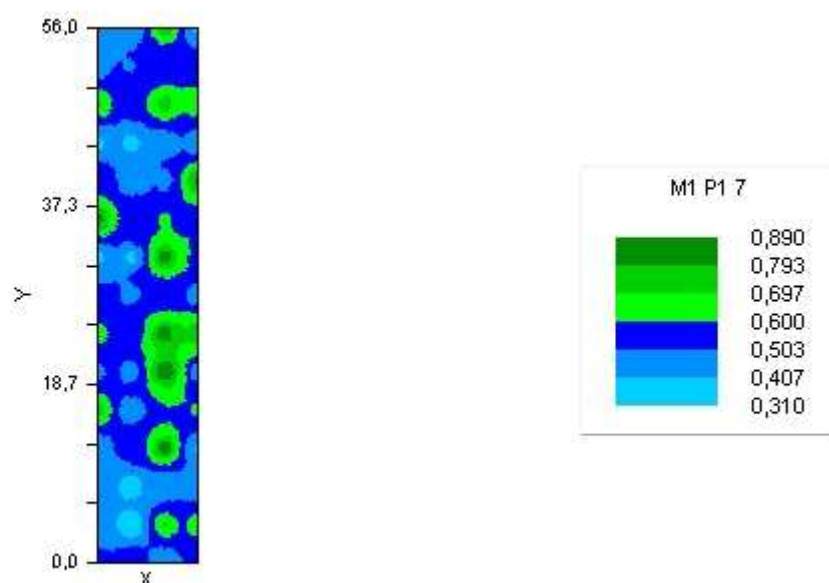


Figura 1D. Distribuição espacial do DMG (Diâmetro médio geométrico) dos agregados via úmida, para o sistema de manejo Irrigado com uso de Herbicida na profundidade de 0-20 cm, de Julho/Agosto de 2005.

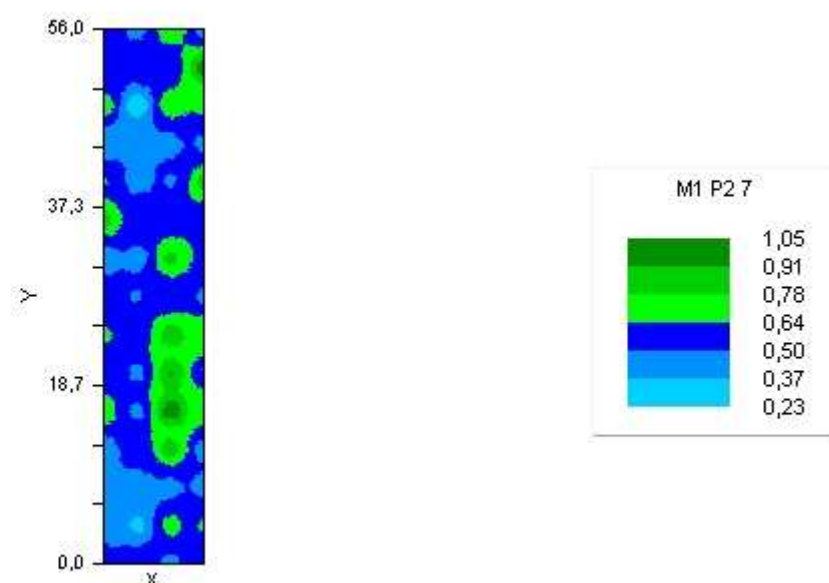


Figura 2D. Distribuição espacial do DMG (Diâmetro médio geométrico) dos agregados via úmida, para o sistema de manejo Irrigado com uso de Herbicida na profundidade de 20-40 cm, de Julho/Agosto de 2005.

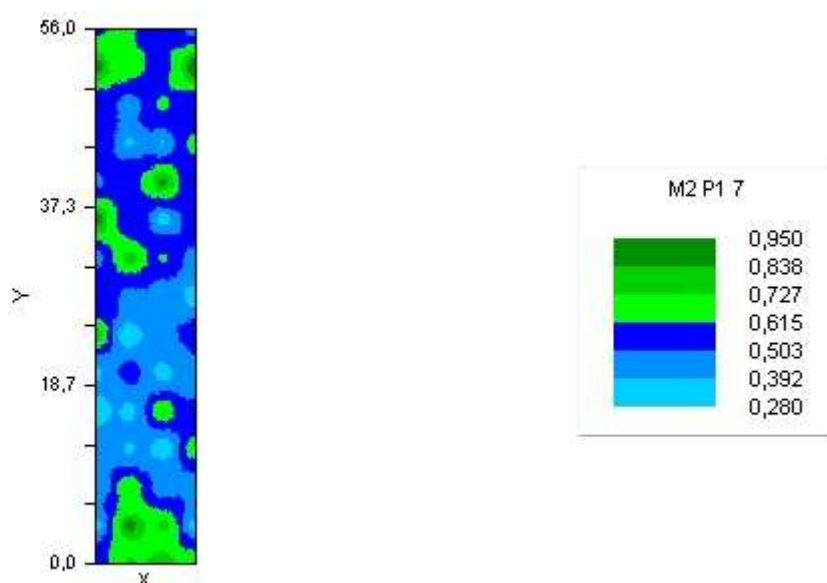


Figura 3D. Distribuição espacial do DMG (Diâmetro médio geométrico) dos agregados via úmida, para o sistema de manejo Sequeiro com uso de Grade na profundidade de 0-20 cm, de Julho/Agosto de 2005.

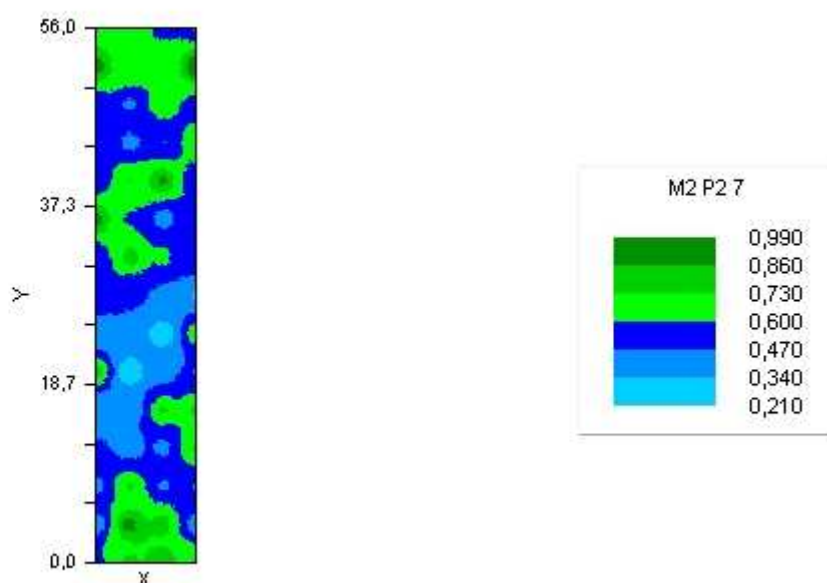


Figura 4D. Distribuição espacial do DMG (Diâmetro médio geométrico) dos agregados via úmida, para o sistema de manejo Sequeiro com uso de Grade na profundidade de 20-40 cm, de Julho/Agosto de 2005.

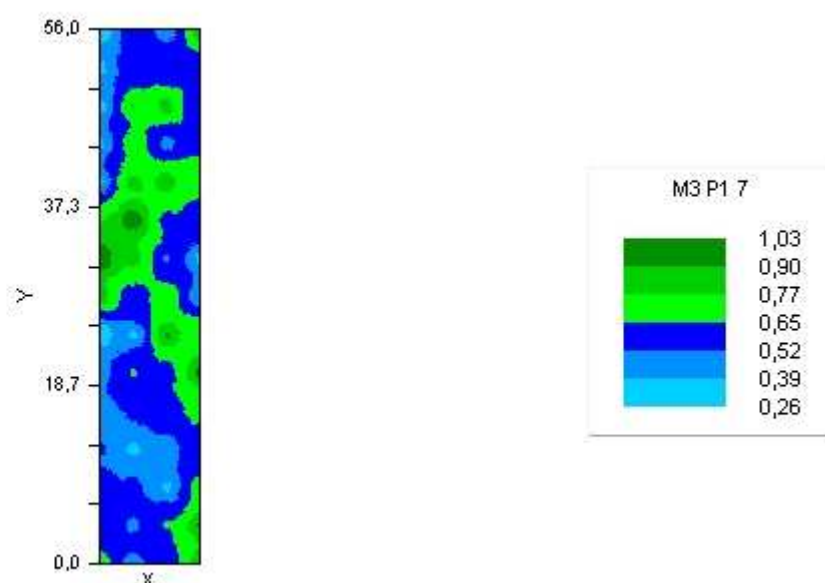


Figura 5D. Distribuição espacial do DMG (Diâmetro médio geométrico) dos agregados via úmida, para o sistema de manejo Irrigado com uso de Grade na profundidade de 0-20 cm, de Julho/Agosto de 2005.

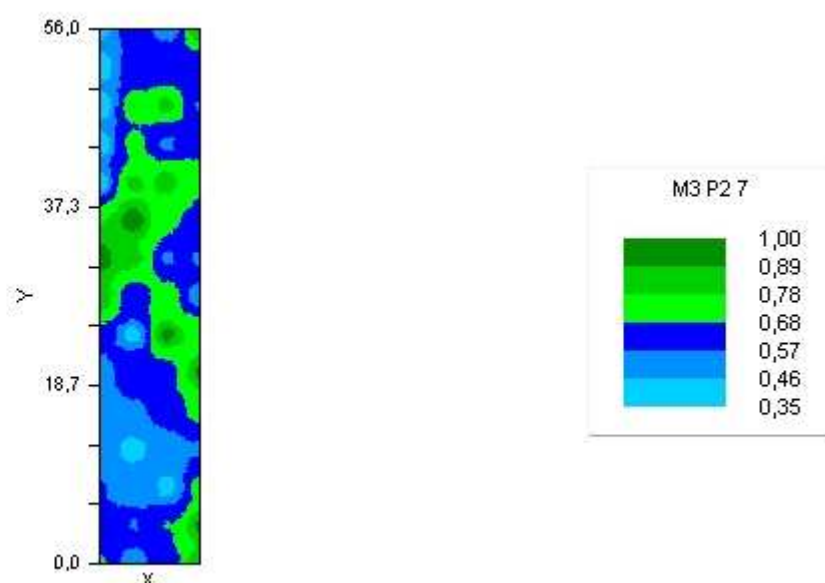


Figura 6D. Distribuição espacial do DMG (Diâmetro médio geométrico) dos agregados via úmida, para o sistema de manejo Irrigado com uso de Grade na profundidade de 20-40 cm, de Julho/Agosto de 2005.

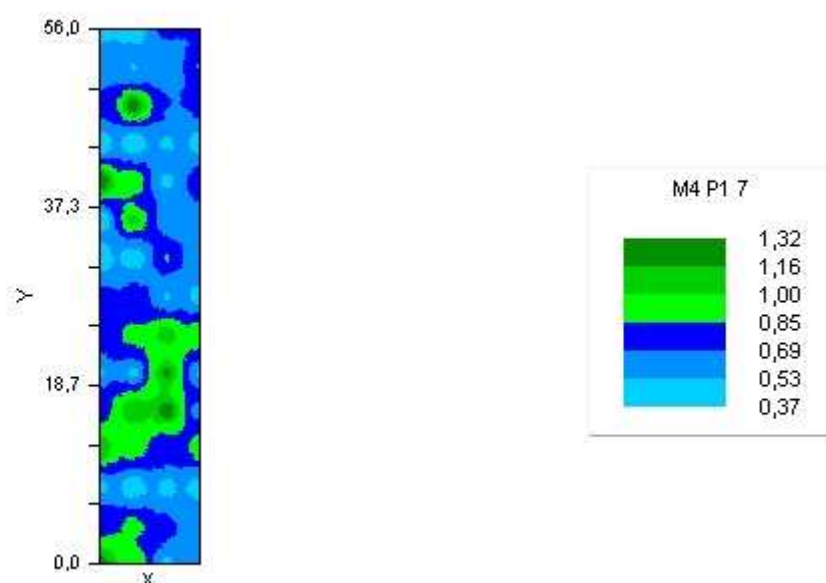


Figura 7D. Distribuição espacial do DMG (Diâmetro médio geométrico) dos agregados via úmida, para o sistema de manejo Sequeiro com uso de Herbicida na profundidade de 0-20 cm, de Julho/Agosto de 2005.

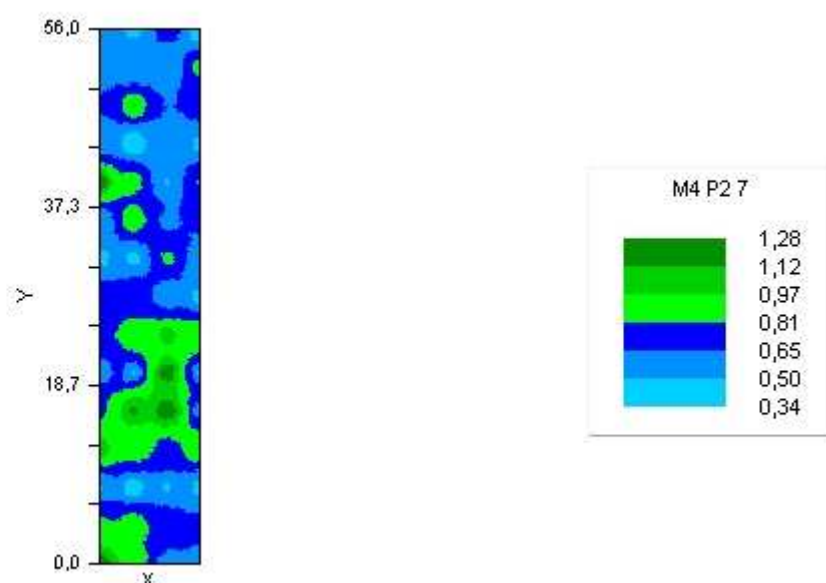


Figura 8D. Distribuição espacial do DMG (Diâmetro médio geométrico) dos agregados via úmida, para o sistema de manejo Sequeiro com uso de Herbicida na profundidade de 20-40 cm, de Julho/Agosto de 2005.

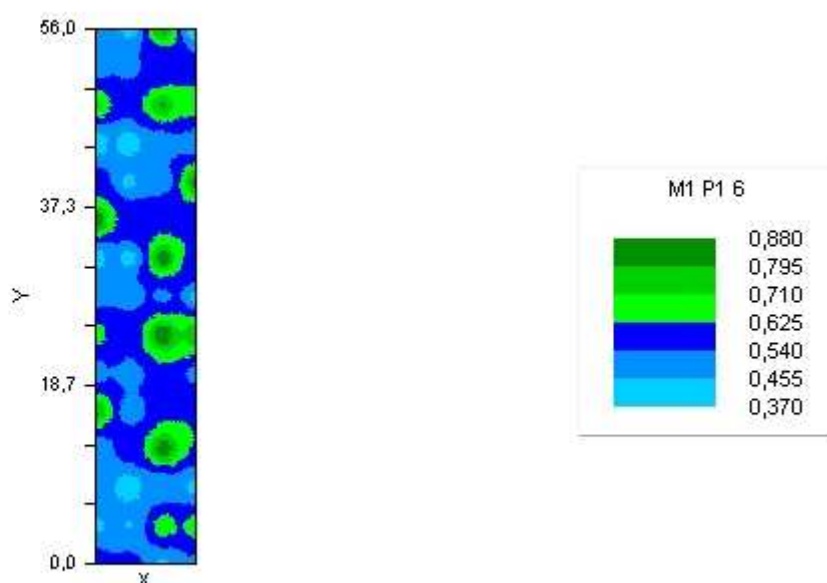


Figura 9D. Distribuição espacial do DMG (Diâmetro médio geométrico) dos agregados via úmida, para o sistema de manejo Irrigado com uso de Herbicida na profundidade de 0-20 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

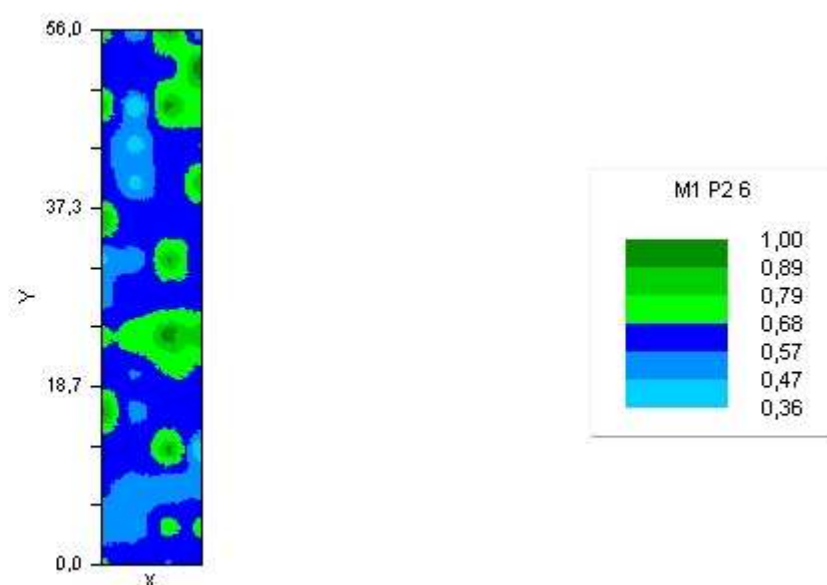


Figura 10D. Distribuição espacial do DMG (Diâmetro médio geométrico) dos agregados via úmida, para o sistema de manejo Irrigado com uso de Herbicida na profundidade de 0-20 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

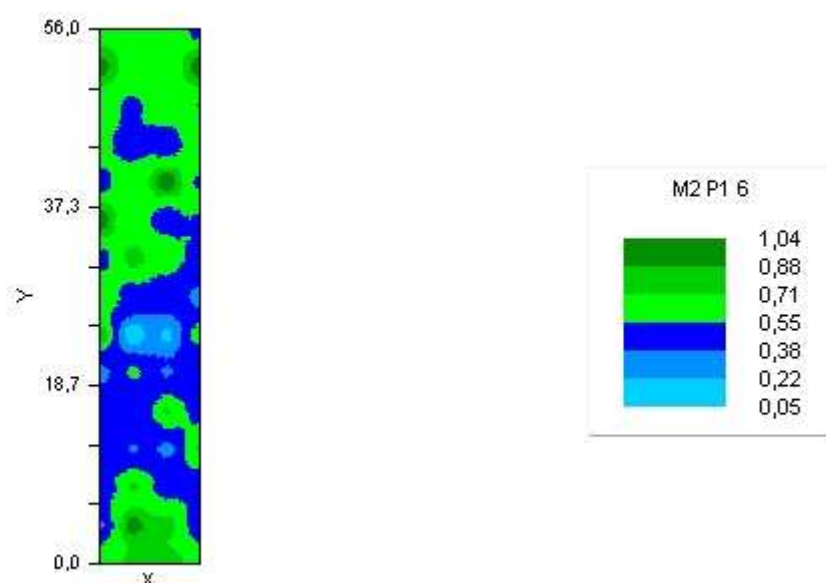


Figura 11D. Distribuição espacial do DMG (Diâmetro médio geométrico) dos agregados via úmida, para o sistema de manejo Sequeiro com uso de Grade na profundidade de 0-20 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

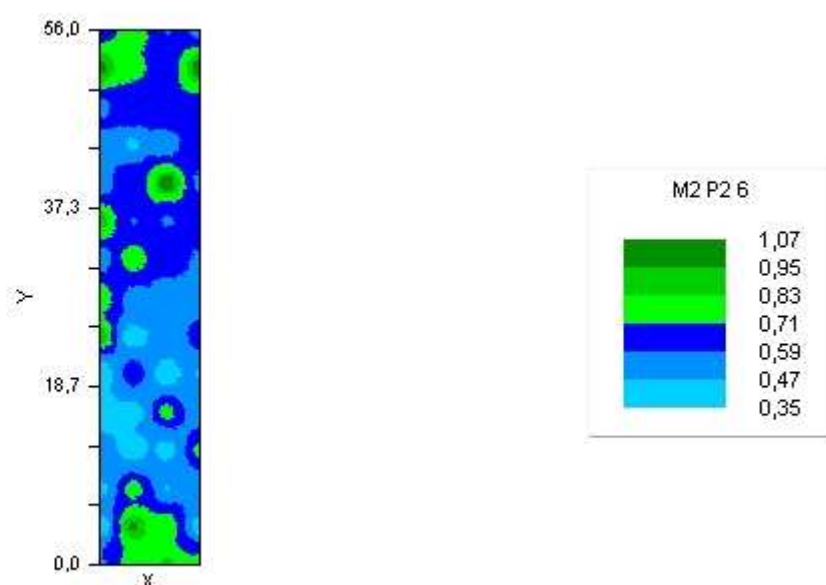


Figura 12D. Distribuição espacial do DMG (Diâmetro médio geométrico) dos agregados via úmida, para o sistema de manejo Sequeiro com uso de Grade na profundidade de 20-40 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

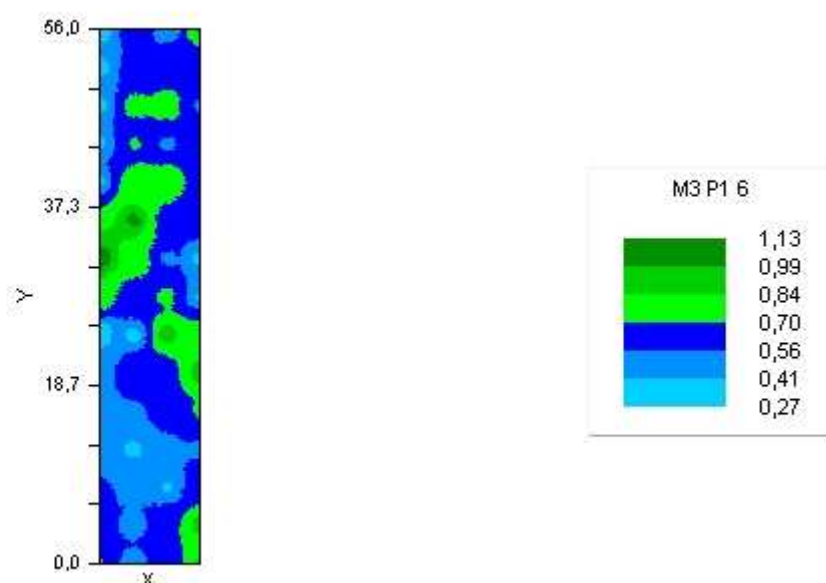


Figura 13D. Distribuição espacial do DMG (Diâmetro médio geométrico) dos agregados via úmida, para o sistema de manejo Irrigado com uso de Grade na profundidade de 0-20 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

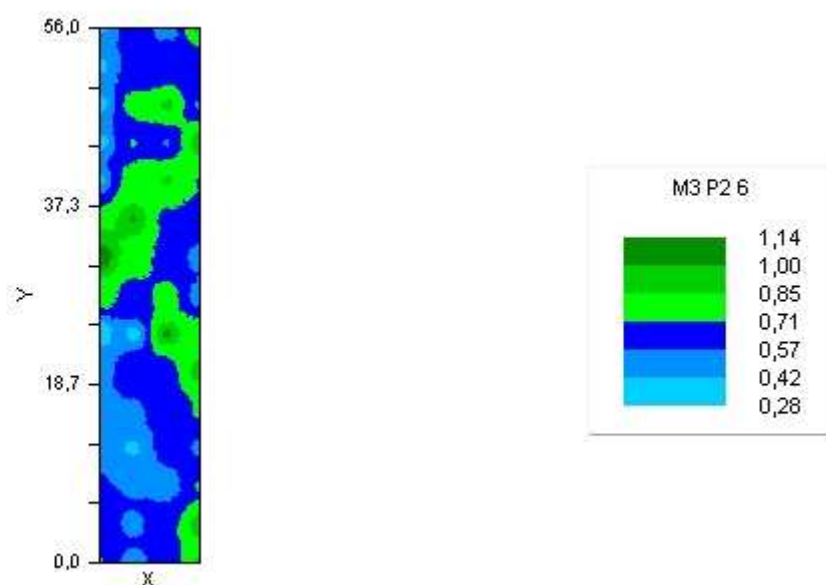


Figura 14D. Distribuição espacial do DMG (Diâmetro médio geométrico) dos agregados via úmida, para o sistema de manejo Irrigado com uso de Grade na profundidade de 20-40 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

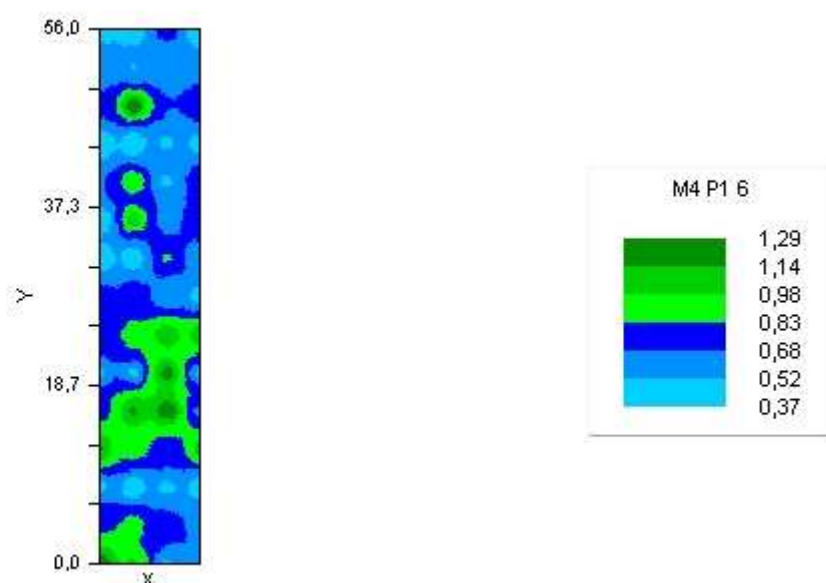


Figura 15D. Distribuição espacial do DMG (Diâmetro médio geométrico) dos agregados via úmida, para o sistema de manejo Sequeiro com uso de Herbicida na profundidade de 0-20 cm, de Fevereiro/Março de 2006.

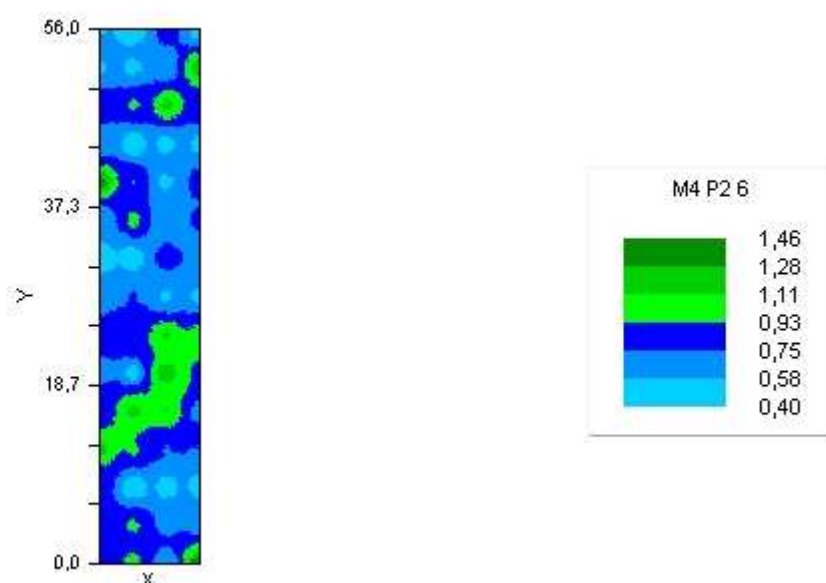


Figura 16D. Distribuição espacial do DMG (Diâmetro médio geométrico) dos agregados via úmida, para o sistema de manejo Sequeiro com uso de Herbicida na profundidade de 20-40 cm, de Fevereiro/Março de 2006.