



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**ESTABILIDADE DE AGREGADOS, CARBONO ORGÂNICO E
GLOMALINA DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO
NO QUILOMBO DE MESQUITA – GO**

ANTONIO MARCOS MIRANDA SILVA

**Brasília, DF
Junho de 2016**

ANTONIO MARCOS MIRANDA SILVA

**ESTABILIDADE DE AGREGADOS, CARBONO ORGÂNICO E
GLOMALINA DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO
NO QUILOMBO DE MESQUITA – GO**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof^ª. Dr.^a. MARIA LUCRÉCIA
GEROSA RAMOS

**Brasília, DF
Junho de 2016**

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, Antonio Marcos Miranda.

“ESTABILIDADE DE AGREGADOS, CARBONO ORGÂNICO E GLOMALINA DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO NO QUILOMBO DE MESQUITA – GO”. Orientação: Maria Lucrecia Gerosa Ramos, Brasília 2016. 62 páginas.

Monografia de Graduação (G) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2016.

1. Estabilidade de agregados 2. Cerrado 3. Glomalina 4. Carbono 5. Latossolos

I. Ramos, M. L. G. II. Dr^a.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, A. M. M. Estabilidade de agregados, carbono orgânico e glomalina do solo em diferentes sistemas de manejo no Quilombo de Mesquita - GO. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2016, 62 páginas. Monografia.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: ANTONIO MARCOS MIRANDA SILVA

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Estabilidade de agregados, carbono orgânico e glomalina do solo em diferentes sistemas de manejo no Quilombo de Mesquita - GO.

Grau: 3^o **Ano:** 2016

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

ANTONIO MARCOS MIRANDA SILVA

CPF: 050.782.795-39

RUA GETÚLIO VARGAS, N^o 414

CEP: 44.790-000, Campo Formoso - BA. Brasil.

(61) 8320 – 1370 / email: antoniomarcosunb@gmail.com

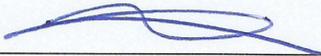
ANTONIO MARCOS MIRANDA SILVA

**ESTABILIDADE DE AGREGADOS, CARBONO ORGÂNICO E
GLOMALINA DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO NO
QUILOMBO DE MESQUITA – GO**

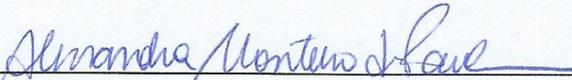
Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. MARIA LUCRÉCIA GEROSA RAMOS

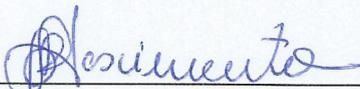
BANCA EXAMINADORA:



Maria Lucrécia Gerosa Ramos
Doutora, Universidade de Brasília – UnB
Orientadora / email: lucrecia@unb.br



Alessandra Monteiro de Paula
Doutora, Universidade de Brasília - UnB
Examinador / email: ampaula@gmail.com



Robervone Severina de Melo Pereira do Nascimento
Mestre, Universidade de Brasília - UnB
Examinador / email: robervone@hotmail.com

DEDICATÓRIA

*À Deus e a todos os Santos que me guiam
(Santo Antônio e Dom Bosco).*

*À toda minha família,
especialmente à minha mãe, Gilvanete
(MINHA RAINHA) e meu pai Lourivaldo
(In memoriam).*

AGRADECIMENTOS

À professora e orientadora Dr^a Maria Lucrecia pela oportunidade de poder colaborar com suas pesquisas, pela paciência, pela amizade e sobretudo por acreditar na realização deste trabalho.

À futura Dr^a Robervone Severina pela excelente profissional e amiga, que acreditou no meu potencial e que sem sombra de dúvidas será reconhecida internacionalmente em alguns anos.

À Universidade de Brasília, em especial à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV, pela realização do curso de Agronomia e a todos os professores da FAV, em especial ao professor Dr^o Cícero Célio, professora Dr^a Alessandra de Paula, Dr^a Thais Coser e a Dr^a Selma Maggiotto pelos ensinamentos, dicas e pela atenção nos momentos que mais precisava.

Aos amigos e colegas de trabalho do laboratório de Bioquímica e Microbiologia do Solo, Djane, Stefany, Lemerson, Daniel, Alberto, Daiane e Sávio. Pelos dias de trabalho intenso, mas marcados por felicidade e a todos do semestre 2º/2011 do curso de Agronomia e alguns da Medicina Veterinária que são uma família, em especial Amanda Nunes, Andréa Aparecida, Bruno Araújo, Eric de Castro, Michelle Mota e Dalila Gonzaga.

Ao casal, Carmem e Abel, que foram meus patrões na Mercearia Cavalcante e que juntamente com sua família me incentivaram a batalhar pelos meus sonhos.

A todos os amigos da Casa do Estudante Universitário da UnB, em especial irmãos do apartamento 203 A, em especial o “Pê” (Pedro Ivo) que cedeu seu computador para que eu pudesse concluir este trabalho.

À “mãezinha” (Generosa) que junto com meu pai e Deus tem aberto as portas de muitas oportunidades e ao meu “Pai Chico”, por se fazer presente na falta de meu pai. Pelos conselhos, lições e sabedoria.

Ao meu irmão, João e à minha outra mãe, Clarice e ao meu padrinho Oswaldo, juntamente com minhas outras irmãs, Marizélia, Mayse e meu sobrinho Guilherme que servem de inspiração para minha vida.

À toda minha família, em especial minha Tia Francisca, que serviu de inspiração para meus estudos, Tia Ruth que possibilitou minha vinda para Brasília e todas às minhas primas, em especial à Crislane, Camila, Gabriel, Lara, Luanda, Maria Luiza, Delsivan, Marizete e Adriana.

A todos os amigos que fiz em Brasília (Nathália, Maurício, Samara, Amanda, Pedro, Alcivone-best, Fabíola, Júlio, Túlio, Esmeralda, Arthur, Aurílio, Zé, Mônica, Patrício, Anne, Karol Carvalho e outros), aqueles que ficaram na Bahia e a pessoa que fez dos últimos 4 anos os melhores anos, marcados por emoção, alegrias e tristezas, sorriso e lágrimas, Leandro, agradeço do fundo do meu coração.

MUITO OBRIGADO!

SILVA, ANTONIO MARCOS MIRANDA. **Estabilidade de agregados, carbono orgânico e glomalina do solo em diferentes sistemas de manejo no Quilombo de Mesquita - GO.** 2016. Monografia (Bacharelado em Agronomia). Universidade de Brasília – UnB.

RESUMO

São poucos os trabalhos no Brasil que avaliam o comportamento de atributos físicos associados à glomalina em comunidades quilombolas. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a relação de agregação do solo com os teores de glomalina e carbono orgânico de um Latossolo Vermelho distrófico manejado, de forma conservacionista e convencional, por agricultores quilombolas do estado de Goiás. Os sistemas de manejo estudados foram: Plantio conservacionista de cultura perene (PCons), plantio convencional de grãos (CG), pastagem degradada (PD) e o cerrado tomado como referência. Observou-se que os sistemas de manejos que adotam práticas conservacionistas (PCons) tendem a expressar índices de atributos físicos semelhantes às áreas naturais e que o sistema com práticas convencionais (CG) exibe maior massa de microagregados, ocasionado pela não adoção de práticas de arrefecem a erosão. A glomalina se correlacionou com os teores de carbono no solo, comprovando que essa glicoproteína é uma fonte de carbono para o solo e o sistema PCons e CN foram os que apresentaram os maiores teores de carbono, glomalina e estabilidade de agregados. Os macroagregados exibiram os maiores teores de glomalina facilmente extraível.

Palavras-chave: Latossolos, manejo conservacionista, cerrado e agregação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Abrangência do Bioma Cerrado brasileiro.....	14
Figura 2. Evolução cronológica dos principais estudos e respectivos avanços no entendimento da formação e estabilização de agregados em solos.....	18
Figura 3. Modelo hierárquico de agregação (representação esquemática) e indicação dos principais compostos orgânicos (Comp. Org.) responsáveis pela estabilidade dos agregados.....	19
Figura 4. Diagrama esquemático que ilustra o efeito da conversão do uso do solo na agregação do solo e a dinâmica do carbono orgânico do solo (SOC).....	26
Figura 5. Localização do Quilombo de Mesquita – Cidade Ocidental - GO....	28
Figura 6. Temperatura média mensal (máxima e mínima) (°C) e precipitação pluviométrica média (mm) no Bioma Cerrado, na Cidade Ocidental (GO). Os dados são referentes ao mês de fevereiro de 2015 a janeiro de 2016.	39
Figura 7. Sistemas de manejo/ usos: CG: plantio convencional de grãos; CN: Cerradão; PD: pastagem degradada e PCons: plantio conservacionista de cultura perene.	30
Figura 8. Coleta dos monólitos de solo para posterior análise de estabilidade de agregados e análise química e biológica.....	32
Figura 9. Conjunto de peneiras e equipamento Yoder usados para análise de estabilidade de agregados	34
Figura 10. Titulação do carbono orgânico pelo método de Walkley & Black (1934).....	35
Figura 11. Extração de glomalina facilmente extraível e posterior leitura em espectrofotômetro	36
Figura 12. Distribuição relativa de agregados estáveis em água nas camadas de 0-10cm e 10-20cm de um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de uso e manejo no Quilombo de Mesquita – GO. CG: plantio convencional de grãos; CN: cerradão; PCons: plantio conservacionista de cultura perene e PD: pastagem degradada	39
Figura 13. Distribuição relativa de agregados estáveis nas camadas de 0-10cm e 10-20cm de um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de uso e manejo no Quilombo de Mesquita – GO. PCons: plantio conservacionista de cultura perene; CN: cerradão; PD: pastagem degradada e CG: plantio convencional de grãos.	40
Figura 14. Diâmetro médio ponderado (DMP) nas camadas de 0-10cm e 10-20cm de um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de uso e manejo no Quilombo de Mesquita – GO. CG: plantio convencional de grãos; CN: cerradão; PCons: plantio conservacionista de cultura perene e PD: pastagem degradada	42
Figura 15. Diâmetro médio geométrico (DMG) nas camadas de 0-10cm e 10-20cm de um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de uso e manejo no Quilombo de Mesquita – GO. CG: plantio convencional de grãos; CN: cerradão; PCons: plantio conservacionista de cultura perene e PD: pastagem	

degradada 42

Figura 16. Índice de estabilidade de agregados (IEA) nas camadas de 0-10cm e 10-20cm de um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de uso e manejo no Quilombo de Mesquita – GO. CG: plantio convencional de grãos; CN: cerradão; PCons: plantio conservacionista de cultura perene e PD: pastagem degradada. 43

Figura 17. Carbono orgânico total (COT) nas camadas de 0-10cm e 10-20cm de um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de uso e manejo no Quilombo de Mesquita – GO. CG: plantio convencional de grãos; CN: cerradão; PCons: plantio conservacionista de cultura perene e PD: pastagem degradada 44

Figura 18. Teor de carbono orgânico total (g.kg^{-1}) em macroagregados e microagregados nas camadas de 0-10cm e 10-20cm de um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de uso e manejo no Quilombo de Mesquita – GO. CG: plantio convencional de grãos; CN: cerradão; PCons: plantio conservacionista de cultura perene e PD: pastagem degradada..... 44

Figura 19. Teor de glomalina facilmente extraível do solo (mg.g^{-1}) nas camadas de 0-10cm e 10-20cm de um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de uso e manejo no Quilombo de Mesquita – GO. CG: plantio convencional de grãos; CN: cerradão; PCons: plantio conservacionista de cultura perene e PD: pastagem degradada 46

Figura 20. Teor de glomalina facilmente extraível do solo (mg.g^{-1}) em macroagregados e microagregados nas camadas de 0-10cm e 10-20cm de um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de uso e manejo no Quilombo de Mesquita – GO. CG: plantio convencional de grãos; CN: cerradão; PCons: plantio conservacionista de cultura perene e PD: pastagem degradada 48

Figura 21. Análise de Componentes principais (ACP) dos dados coletados nas camadas de 0-10cm e 10-20cm de um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de uso e manejo no Quilombo de Mesquita – GO. (●): plantio convencional de grãos na camada de 0-10cm; (○): plantio convencional de grãos na camada de 10-20cm; (▲): cerradão na camada de 0-10cm; (△): cerradão na camada de 10-20cm; (■): plantio conservacionista de cultura perene na camada de 0-10cm; (□): plantio conservacionista de cultura perene na camada de 10-20cm; (◆): pastagem degradada na camada de 0-10cm e (◇) pastagem degradada na camada de 10-20cm 52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classes de capacidade de uso do Quilombo Mesquita – GO.....	17
Tabela 2. Tipos de uso do solo do Quilombo Mesquita– GO	17
Tabela 3. Características físico-químicas de um Latossolo Vermelho distrófico típico do Quilombo Mesquita – GO, sob diferentes usos e manejos, na camada de 0-10cm	29
Tabela 4. Características dos sistemas de uso e manejos instalados em Latossolo Vermelho distrófico típico no Quilombo de Mesquita – GO	31
Tabela 5. Coeficientes de correlação de Pearson para as variáveis analisadas em todos os sistemas de manejo nas camadas de 0-10cm e 10-20cm de um Latossolo Vermelho distrófico no Quilombo de Mesquita - GO	49

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivo	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Bioma Cerrado	14
2.2 Territórios Quilombolas e o Quilombo de Mesquita em Goiás	15
2.3 Estabilidade de agregados em Latossolos do Cerrado	18
2.4 Matéria Orgânica do Solo e seu efeito na agregação do solo	21
2.5 Fungos Micorrízicos Arbusculares e produção de glomalina no solo	23
2.6 Sistemas de Manejo e sua influência nos atributos do solo	25
3. MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 Localização e caracterização da área em estudo	28
3.2 Coleta e preparo das amostras de solo	32
3.3 Variáveis analisadas	33
3.3.1 Estabilidade de agregados	33
3.3.2 Carbono orgânico total	35
3.3.3 Glomalina facilmente extraível	36
3.4 Análise estatística	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1 Diâmetro médio ponderado, diâmetro médio geométrico e índice de estabilidade de agregados	38
4.2 Carbono orgânico total no solo e em macroagregados e microagregados	43
4.3 Glomalina facilmente extraível total e nas classes de macroagregados e microagregados	46
5. CONCLUSÕES	53
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

1. INTRODUÇÃO

Comunidades quilombolas são grupos étnico-raciais, segundo critérios de autoatribuição, com trajetória histórica própria, dotados de relações territoriais específicas, com presunção de ancestralidade negra relacionada com a resistência à opressão histórica sofrida (INCRA, 2016). Nessas comunidades há a prática da agricultura familiar, baseada na valorização do saber local dos agricultores, que elaboram de forma empírica, práticas de manejo do solo e da água e utilizam sementes de flora nativa. Entretanto, atualmente é observada uma diminuição da produção, seja devido à expropriação de terras quilombolas ou ausência de políticas de inclusão produtiva.

Há vários quilombos na região do Goiás (GO), dentre eles o Quilombo de Mesquita – GO, que está localizado no entorno do Distrito Federal (DF). A classe de solos que predomina na área são os Latossolos, sendo a mais comum (46%) no Cerrado (MMA, 2016). Estes solos são pobres quimicamente, mas possuem boas condições físicas para a agricultura. Dentre essas, a elevada agregação do solo, que é um processo fundamental e complexo no ecossistema, que leva à formação e estabilização de agregados do solo (RILLIG et al., 2015; WU et al., 2016).

A formação e estabilização de agregados do solo é resultado de diversos fatores bióticos e abióticos do solo (BARTO et al., 2010; SRIVASTAVA et al., 2015; WU et al., 2016). A estabilidade de agregados é altamente relacionada com muitas das propriedades físicas do solo como a capacidade de retenção de água, taxa de infiltração, resistência à erosão, e capacidade de sequestro de carbono do solo (BRONICK & LAL, 2005; SIX et al., 2006; GARCIA & ROSOLEM, 2010; NASCENTE et al., 2015; WU et al., 2016). Entre os fatores bióticos, os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) desempenham um papel importante na formação dos agregados e na estabilização do solo (RILLIG & MUMMEY, 2006; LEIFHEIT et al., 2014).

Os FMAs são um importante grupo de microrganismos benéficos no solo que podem formar uma simbiose mutualística com raízes de 80% das plantas terrestres (SMITH & READ, 2008; WU et al., 2016), além de desenvolver redes de micélio extrarradiculares no solo, o que complexa fisicamente as partículas do solo, facilitando, eventualmente, a formação de agregados de solo e sua consequente estabilização (LEIFHEIT et al., 2014; WU et al., 2016). As redes de micélio extrarradiculares também produzem um composto especial de glicoproteína ligada ao nitrogênio, chamado glomalina, conhecida como glomalina relacionada com proteína do solo (*GRSP – glomalin-related soil protein*), de acordo com RILLIG (2004). Essas glicoproteínas atuam como agentes cimentantes que, por conseguinte, contribuem para a agregação e estabilidade dos agregados do solo.

Outro fator importante no que tange à estabilidade da estrutura do solo é o conteúdo de matéria orgânica no solo, pois além ser fonte primária de nutrientes às plantas, gerar cargas elétricas no solo e atuar na ciclagem de nutrientes, apresenta influência direta e indireta nas propriedades físicas do solo, atuando, por exemplo, em sua agregação. Há vários estudos mostrando que a agregação está relacionada com o conteúdo de carbono no solo (TIVET et al., 2013; NASCENTE et al., 2015; LOSS et al., 2015; HONTORIA et al., 2016). Entretanto, há pouca informação sobre a relação entre agregação do solo com carbono orgânico e glomalina do solo para região do Cerrado.

1.1 Objetivo

São poucos os trabalhos no Brasil que avaliam o comportamento de atributos físicos associados à glomalina em comunidades quilombolas. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a relação de agregação do solo com os teores de glomalina e carbono orgânico de um Latossolo Vermelho distrófico manejado, de forma conservacionista e convencional, por agricultores quilombolas do estado de Goiás.

Estes solos são ácidos, pobres em nutrientes e com elevada saturação de alumínio, devido ao seu material de origem. São compostos, em sua maioria, por minerais de argila do tipo 1:1, como a caulinita, que são argilas de baixa atividade, e por óxidos de ferro (hematita e goethita) e alumínio (gibbsita), que apresentam cargas variáveis (dependente de pH) (RESENDE et al., 1997; BRAIDA et al., 2011).

O clima na região dos Cerrados é caracterizado pelo seu aspecto sazonal, com a ocorrência de duas estações bem definidas: seca e úmida. Além disso, nos Cerrados, bem como em toda a zona intertropical, frequentemente ocorrem períodos de interrupção de chuvas durante a estação chuvosa, fenômeno este regionalmente chamado de veranico (VARGAS & HUNGRIA, 1997; RTID/INCRA, 2011).

O grande marco para expansão da área agrícola no Cerrado foi devido à possibilidade de corrigir a acidez e a baixa fertilidade com o uso adequado de corretivos e de fertilizantes. Além disso, por serem bem drenados, resistentes à compactação e se assentarem em relevos planos, são solos fisicamente favoráveis à mecanização, quando bem manejados. Entretanto é importante ressaltar que sem o manejo agrícola correto da matéria orgânica do solo (MOS) tais ganhos com a correção e aporte de nutrientes ao solo não promoveriam efeitos em longo prazo, uma vez que a MOS funciona como uma geradora de cargas, evitando que muitos dos nutrientes sejam lixiviados, além de servir como fonte de energia e nutrientes para biota do solo, e de atuar na agregação e estabilidade do solo (BRAIDA et al., 2011).

2.2 Territórios Quilombolas e o Quilombo de Mesquita em Goiás

As terras de quilombos são territórios étnico-raciais com ocupação coletiva baseada na ancestralidade, no parentesco e em tradições culturais próprias. Elas expressam a resistência a diferentes formas de dominação e a sua regularização fundiária está garantida pela Constituição Federal de 1988 (SANTOS, 2015). Os quilombolas

produzem uma agricultura baseada na alimentação familiar num primeiro plano e na preservação interativa da natureza em um segundo plano. A prática da agricultura é, antes de qualquer análise linear, parte de uma estratégia maior que tem como base a reprodução e a segurança alimentar do núcleo familiar das Comunidades Quilombolas. Esta estratégia não prescinde da preservação das sementes, da recomposição da fertilidade dos solos através do pousio e outras técnicas que compõem a agricultura das comunidades Quilombolas, ou seja, a agricultura familiar quilombola se baseia na filosofia da existência, traçando modelos de produção conceitualmente nominados de agroecossistemas, notadamente aqueles que se valem dos recursos, conhecimentos e insumos locais para a sua reprodução e evolução (FIDELIS & BERGAMASCO, 2013).

No Brasil, de acordo com dados da Fundação Cultural Palmares (FCP), existem 2849 comunidades certificadas (FCP, 2016) e 1533 processos abertos para titulação de terras junto ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA. Dentre as comunidades quilombolas que estão com processos de regularização abertos, tem-se a comunidade do Quilombo de Mesquita, que está situada a 60 km de Brasília – DF. De acordo com o relatório técnico de identificação e delimitação do território quilombola (RTID) elaborado pelo INCRA, o Território Quilombola de Mesquita abrange uma área de 4.292,8259 ha, sendo que desta área total apenas 761,257 ha está sob posse dos quilombolas de Mesquita. Nessa área, tem-se 785 famílias, sendo que muitas destas emigraram do território por falta de terras. O relevo predominante no território é o moderadamente ondulado (5-10% de declividade). A principal classe de solos é a do Latossolos, ocorrendo também os Cambissolos e manchas de Neossolos. De maneira geral, o território é rico em recursos naturais, sendo cortado pelo ribeirão Mesquita, o Água Quente e o córrego Mesquitão (RTID/NCRA, 2011).

De acordo com o RTID, elaborado pelo INCRA as classes de capacidade de uso identificadas nas áreas ocupadas pelos quilombolas do Mesquita encontram-se na Tabela 1. A avaliação agrônômica das terras revelou como fator limitante para o cultivo das terras que 84,74% da área possuem solos limitados pela baixa fertilidade. Na Tabela 2, têm-se os tipos de uso do solo nas áreas ocupadas pelos quilombolas.

Tabela 1. Classes de capacidade de uso do Quilombo Mesquita – GO.

Classe de capacidade de uso	Área (ha)	Percentual (%)
Classe III	645,126	84,74
Classe IV	23,615	3,10
Classe V	37,116	4,88
Classe VI	55,400	7,28
Total	761,257	100

Classe III: terras cultiváveis com problemas complexos de conservação e/ou de manutenção de melhoramentos;
 Classe IV: terras cultiváveis apenas ocasionalmente ou em extensão limitada, com sérios problemas de conservação;
 Classe V: terras adaptadas – em geral para pastagens, e, em alguns casos, para reflorestamento, sem necessidade de práticas especiais de conservação – cultiváveis apenas em casos muito especiais;
 Classe VI: terras adaptadas – em geral para pastagens e/ou reflorestamento, com problemas simples de conservação – cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas permanentes protetoras do solo.
 Fonte: RTID/INCRA, 2011.

Tabela 2. Tipos de uso do solo do Quilombo Mesquita– GO.

Tipo de uso do solo	Área explorada (ha)
Abacaxi	0,170
Horta doméstica	0,378
Maracujá	0,790
Guariroba	1,316
Banana	2,960
Arroz	5,200
Horta comercial	5,463
Eucalipto	7,000
Marmelo	7,070
Cana-de-açúcar	10,070
Mandioca	33,597
Tangerina pokan	37,431
Pomar doméstico	37,498
Áreas com benfeitorias*	40,465
Milho	53,598
Área total explorada	401,684
Vegetação nativa**	359,573
Área Total	761,257

*As benfeitorias abrangem casas de moradia, depósito ou galpão, tanques de criação de peixe, galinheiros, pocilgas, reservatórios d'água, casas para rapadura, engenhos para cana, currais rústicos e casas de farinha. **Na área de vegetação nativa estão às áreas com mata, cerrados, campos e áreas de APP (Área de Preservação Permanente). Fonte: RTID/INCRA, 2011.

2.3 Estabilidade de agregados em Latossolos do Cerrado

Os estudos com agregação e estabilidade datam desde 1959, foram sumariados por SIX et al. (2004) e extraídos de BRAIDA et al. (2011) da seguinte forma:

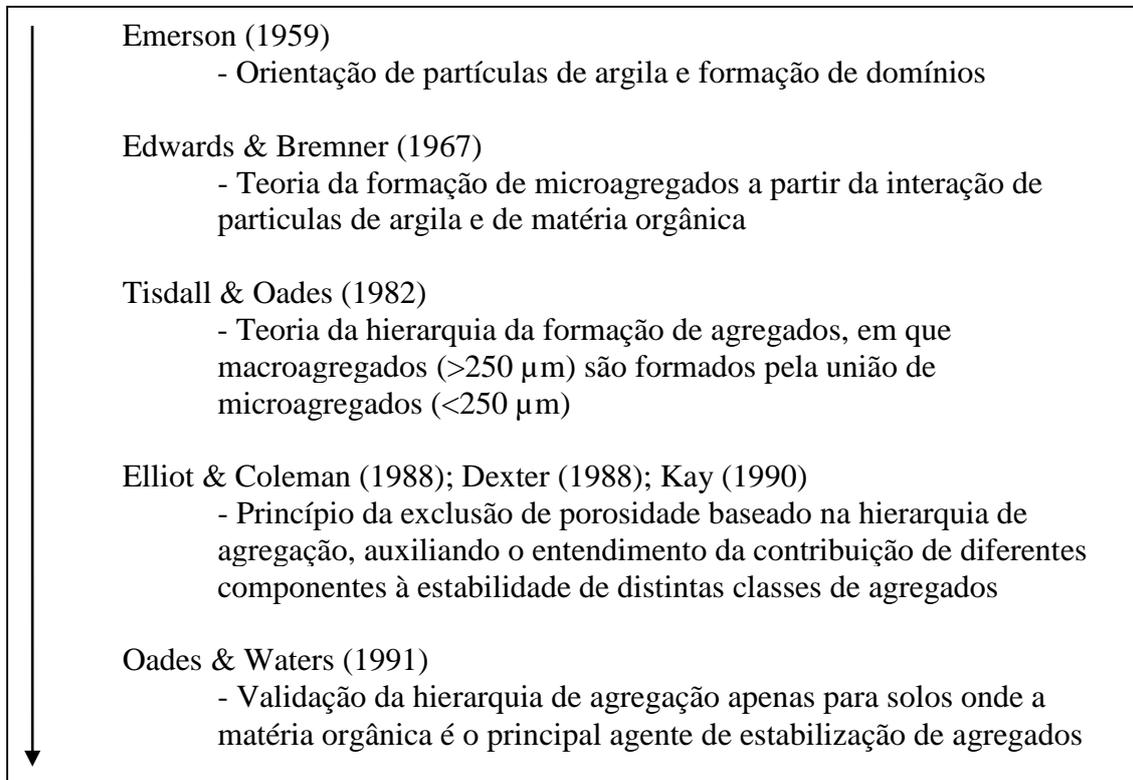


Figura 2. Evolução cronológica dos principais estudos e respectivos avanços no entendimento da formação e estabilização de agregados em solos.

Para que o solo possa apresentar agregados estáveis, dois processos são necessários: a formação dos agregados e a sua posterior estabilização, o que ocorre através de processos físicos, químicos e biológicos (TISDALL & OADES, 1982). Nos processos físicos, os agregados podem ser gerados por ciclos de umedecimento e secagem, promovendo a aproximação e o afastamento das partículas (SILVA, 1993; BRAIDA et al., 2011; BRADY & WEIL, 2013). Quando os ciclos de umedecimento secam, as forças de ruptura por umedecimento rápido (*slaking*) aumentam, favorecendo a desagregação; por outro lado, a estabilização dos agregados aumenta devido à desidratação dos agentes cimentantes (HARRIS et al., 1966). Nos processos químicos, a

Uma consequência da hierarquia de agregação é o princípio de exclusão da porosidade (DEXTER, 1988), segundo o qual agregados pequenos apresentam poros menores do que agregados grandes, pelo fato destes também conterem poros grandes entre os (micro) agregados que os compõem. Assim, de acordo com o tamanho de poros existentes, diferentes agentes orgânicos e/ou, inorgânicos são os responsáveis pela estabilidade. De forma geral, microagregados são decorrentes principalmente de processos físicos-químicos, como floculação, adsorção, interação química (troca de ligantes) e física (atração eletrostática), tendo na matéria orgânica humificada (compostos orgânicos persistentes) um dos principais componentes responsáveis pela sua estabilidade, além dos minerais da fração argila e polissacarídeos de origem microbiana (TISDALL & OADES, 1982; OADES, 1984; BRAIDA et al., 2011) e são poucos alterados pelo uso e manejo do solo, sendo mais dependente do tipo de solo (SILVA, 1993; BRAIDA et al., 2011).

Os macroagregados são de natureza biológica e sua estabilidade depende da constante adição de resíduos vegetais que visem à reposição dos compostos orgânicos transitórios (polissacarídeos microbianos) e temporários (raízes finas e hifas de fungos). Tais resíduos são responsáveis pela estabilidade dos macroagregados (SILVA & MIELNICZUK, 1997; BRAIDA et al., 2011). À medida que vai aumentando o tamanho dos macroagregados, a importância dos polissacarídeos na estabilidade dos agregados vai diminuindo e a importância de raízes finas e de hifas de fungos vai aumentando, seguindo o princípio de exclusão de porosidade (JASTROW & MILLER, 1998). Raízes finas e hifas de fungos formam uma rede que entremeia microagregados e pequenos macroagregados, formando e estabilizando grandes macroagregados (OADES, 1984; SILVA & MIELNICZUK, 1997; BRAIDA et al., 2011).

A agregação do solo pode sofrer alterações temporárias ou permanentes em função das práticas de manejo (WOHLENBERG et al., 2004; PORTUGAL et al., 2010; RIBON et al., 2014). O cultivo intensivo aliado a práticas convencionais de preparo do solo causam a degradação de sua estrutura. Dessa forma, o cultivo de espécies diferentes e práticas de manejo que adicionem matéria orgânica nos solos contribuem para o rearranjo das partículas do solo, promovendo neste a melhoria da qualidade de agregação (RIBON et al., 2014). Outros fatores que reduzem a estabilidade dos agregados são os cultivos de plantas que exsudam poucos compostos orgânicos nas raízes e plantas que ocupam pouco volume de solo (BRAIDA et al., 2011)

2.4 Matéria Orgânica do Solo e seu efeito na agregação do solo

A MOS, expressa em teores de carbono orgânico do solo (COT), é um componente chave dos ecossistemas terrestres que afeta as propriedades biológicas, físicas e químicas do solo, além de contribuir para o seu funcionamento (SCHMIDT et al., 2011; ONTL & SCHULTE, 2012; CAPURRO et al., 2014; TRIVEDI et al., 2015).

A transformação de ecossistemas naturais em agroecossistemas, dependendo do manejo adotado, pode comprometer significativamente a qualidade e as funções do solo. Alguns atributos do solo têm sido utilizados como indicadores de sua qualidade (DORAN & PARKIN, 1994; BORGES et al., 2015). Entre eles, o conteúdo de carbono orgânico e o estado de agregação do solo, que são ferramentas úteis e mensuráveis para investigar a MOS em agroecossistemas (SIX & PAUSTIAN, 2014; CATES et al., 2016), têm sido considerados bons indicadores por estarem relacionados com importantes processos como: resistência à erosão, capacidade de infiltração, elasticidade do solo e retenção de água (CAPURRO et al., 2014). Esse último é de extrema importância, pois a água armazenada no solo é que irá garantir a perenidade de cursos d'água, principalmente em períodos de seca (BORGES et al., 2015).

Em regiões de clima tropical e subtropical, com predomínio de minerais do tipo 1:1 e óxidos de ferro e alumínio, como nos Latossolos, a MOS é um componente fundamental da capacidade produtiva dos solos, representando uma parcela significativa da capacidade de troca de cátions (SILVA et al., 1994; TOMAZI, 2008; BRAIDA et al., 2011; TIVET et al., 2013; HONTORIA et al., 2016). A MOS também é importante no armazenamento e suprimento de nutrientes para as plantas e a complexação de substâncias tóxicas, aumentando a capacidade de resiliência dos solos. A principal propriedade física influenciada pela MOS é a agregação, que afeta indiretamente a estrutura, a densidade, a porosidade, a aeração, a capacidade de retenção e a infiltração de água no solo. Além disso, a MOS é uma importante fonte de energia e nutrientes para a biota do solo (MENDES et al., 2003; TOMAZI, 2008; HAN et al., 2016).

A matéria orgânica, principalmente em estágios iniciais de decomposição, pode ser alocada no interior de agregados do solo, os quais atuam como uma barreira física ao acesso dos microrganismos e suas enzimas (SOLLINS et al., 1996; BALESSENT et al., 2000; SIX et al., 2002; TOMAZI, 2008; BRAIDA et al., 2011; HONTORIA et al., 2016), e diminuem a disponibilidade de oxigênio (O₂) para os processos oxidativos de decomposição (ASHMAN et al., 2003; TOMAZI, 2008; TIVET et al., 2013).

De acordo com BAYER et al. (2004) citado por TOMAZI (2008), a proteção física é importante para a manutenção e aumento nos estoques de matéria orgânica particulada (MOP), que possui baixa recalcitrância e pouca interação com os minerais do solo. Todavia, a magnitude desta proteção está diretamente relacionada aos processos de formação e estabilização de agregados (OADES, 1984; PULLEMAN et al., 2005; TOMAZI, 2008), os quais são alterados com a textura e a mineralogia do solo, o sistema de preparo (CASTRO FILHO et al., 2002; CONCEIÇÃO, 2006; TOMAZI, 2008; RIBON et al., 2014), a qualidade e quantidade do material orgânico adicionado (BOENI, 2007;

TOMAZI, 2008) e atividade biológica do solo (MENDES et al., 2003; HAYNES & BEARE, 1997; TOMAZI, 2008).

O mínimo revolvimento do solo no sistema de plantio direto (SPD) resulta em menor destruição dos agregados e permite maior acúmulo e proteção da MOS por oclusão (CONCEIÇÃO, 2006; ROSCOE et al., 2006; BOENI, 2007; TOMAZI, 2008; HONTORIA et al., 2016). Nestes solos, os principais agentes agregantes de microagregados seriam os óxidos de ferro e alumínio (CASTRO FILHO et al., 2002; TOMAZI, 2008; BRAIDA et al., 2011; BRADY & WEIL, 2013; CATES et al., 2016). Por esta razão, teríamos uma parte da MOS protegida entre agregados menores, na estrutura de um macroagregado, que seria mais dinâmica, tanto nas perdas pela destruição dos macroagregados como na incorporação de MOS durante a formação de estruturas maiores de agregados (TOMAZI, 2008; BRAIDA et al., 2011; BRADY & WEIL, 2013).

2.5 Fungos Micorrízicos Arbusculares e produção de glomalina no solo

Os FMAs são simbioses mutualísticas que vivem em associação com as raízes da maioria das plantas terrestres, sendo essenciais para o sistema solo-planta por causa de sua influência sobre a fertilidade do solo e a nutrição de plantas (SMITH & READ, 2008; TRUBER & FERNANDES, 2014). Os FMAs aumentam a agregação do solo e a estabilidade estrutural por meio da ação combinada das hifas extrarradiculares que exploram o solo, formando uma rede que envolve os agregados, e por uma proteína insolúvel chamada “glomalina” (BEDINI et al., 2009; TRUBER & FERNANDES, 2014; WU et al., 2016).

A função que as hifas exercem é muito importante porque o solo estruturado facilita a mobilização de nutrientes, retenção de água e penetração das raízes, reduzindo a erosão (TRUBER & FERNANDES, 2014). Os agregados proporcionam um habitat favorável e proteção de organismos do solo, além de facilitar a oxigenação de raízes

(DENEFF et al., 2001). Além disso, as propriedades adesivas da glomalina facilitam a ligação das partículas de solo para formar agregados (WRIGHT & UPADHYAYA, 1996). De acordo com TRUBER (2013), a glomalina induz ligações com partículas de argila aumentando a estabilidade de microagregados do solo, contribuindo, assim, para a sua recuperação física.

A descoberta da glomalina foi relatada por WRIGHT et al. (1996), que observaram a atuação dessa proteína, na agregação ao solo e na estabilidade dos agregados, pois esta atua como um agente ligante orgânico no processo de cimentação das partículas, criando um selamento entre elas. A relação linear da glomalina com a estabilidade de agregados indica a influência desta proteína das hifas no processo de estabilidade e hidrofobicidade de partículas do solo. Porém, em solos com elevados teores de carbonato de cálcio (71%), a contribuição da glomalina no processo de agregação de partículas é pequena, visto que nesses solos os principais agentes cimentantes são carbonatos (RILLIG et al., 2003; RILLIG et al., 2015).

A quantificação da glomalina pode consistir em um bom indicador de mudanças causadas pelo uso do solo e, por isso, pode se tornar um bom indicador da sua recuperação por estar correlacionada com importantes atributos do solo (RILLIG et al., 2003; TRUBER, 2013; RILLIG et al., 2015). Estudos recentes (KOIDEA & PEOPLES, 2013; WU et al., 2015) classificam a glomalina relacionada com proteína do solo (*GRSP* – *glomalin-related soil protein*) em duas maiores frações: glomalina relacionada com proteína do solo facilmente extraível (*EE-GRSP* - *easily-extracted glomalin-related soil protein*) e glomalina relacionada com proteína do solo dificilmente extraível (*DE-GRSP* - *difficultly-extracted glomalin-related soil protein*). A soma das duas frações é chamada de total de glomalina relacionada com proteína do solo (*T-GRSP* - *total glomalin-related soil protein*).

A glomalina relacionada com proteína do solo facilmente extraível representa o material formado recentemente no solo. Além disso, é mais susceptível a atividades de decomposição por estar concentrada predominantemente na superfície dos agregados. Por outro lado, a *DE-GRSP* representa a quantidade de proteína no interior dos agregados. Assim, *T-GRSP* expressa a quantidade total de proteína no solo, tanto as que estão dentro dos agregados quanto a que estão na superfície dos agregados. Genericamente, essas duas frações de glomalina (*EE-GRSP* e *DE-GRSP*), podem ser determinadas por métodos bioquímicos e imunorreativos. Para o estudo em questão será quantificada a glomalina relacionada com proteína do solo facilmente extraível pelo método bioquímico.

Alguns estudos têm mostrado uma relação significativa entre a quantidade de glomalina presente no solo e a estabilidade de agregados (WRIGHT & UPADHYAYA, 1996; ZHANG et al., 2012; LI et al., 2015; WU et al., 2016). Assim, os sistemas de manejo sem o revolvimento do solo e com aporte de matéria orgânica na superfície do solo, contribuem para a melhoria de algumas de suas propriedades físicas e o estabelecimento de um ambiente ideal para o crescimento microbiano (principalmente de fungos micorrízicos, que são benéficos às plantas e melhoraram a estrutura do solo, facilitando a formação e estabilização de agregados) (TRUBER & FERNANDES, 2014).

2.6 Sistemas de Manejo e sua influência nos atributos do solo

O cultivo do solo, baseado em práticas convencionais de manejo, envolvendo intenso revolvimento com aração e gradagem e a utilização de sistemas de cultura com baixo aporte de biomassa vegetal (pousio, monocultura, etc), resulta nas alterações dos atributos físicos, químicos e biológicos (**Figura 4**) (BRAIDA et al., 2011; TIVET et al., 2013).

Dentre os atributos físicos, destaca-se a diminuição na estabilidade de agregados, que no manejo convencional ocorre pelo fato de não se manter os agentes orgânicos

transitórios e temporários determinantes da estabilidade de macroagregados ($> 0,250$ mm) no mesmo nível do solo sob vegetação natural (BRAIDA et al., 2011). Obviamente, existe um conjunto de fatores que atuam de forma interativa na redução da estabilidade de agregados em solos sob sistemas convencionais de manejo. Destaca-se o efeito do sistema de culturas de baixo aporte de resíduos que resulta em uma restrita produção de agentes ligantes transitórios e temporários, além do preparo de solo que intensifica a decomposição da matéria orgânica do solo e atua no rompimento de hifas de fungos.

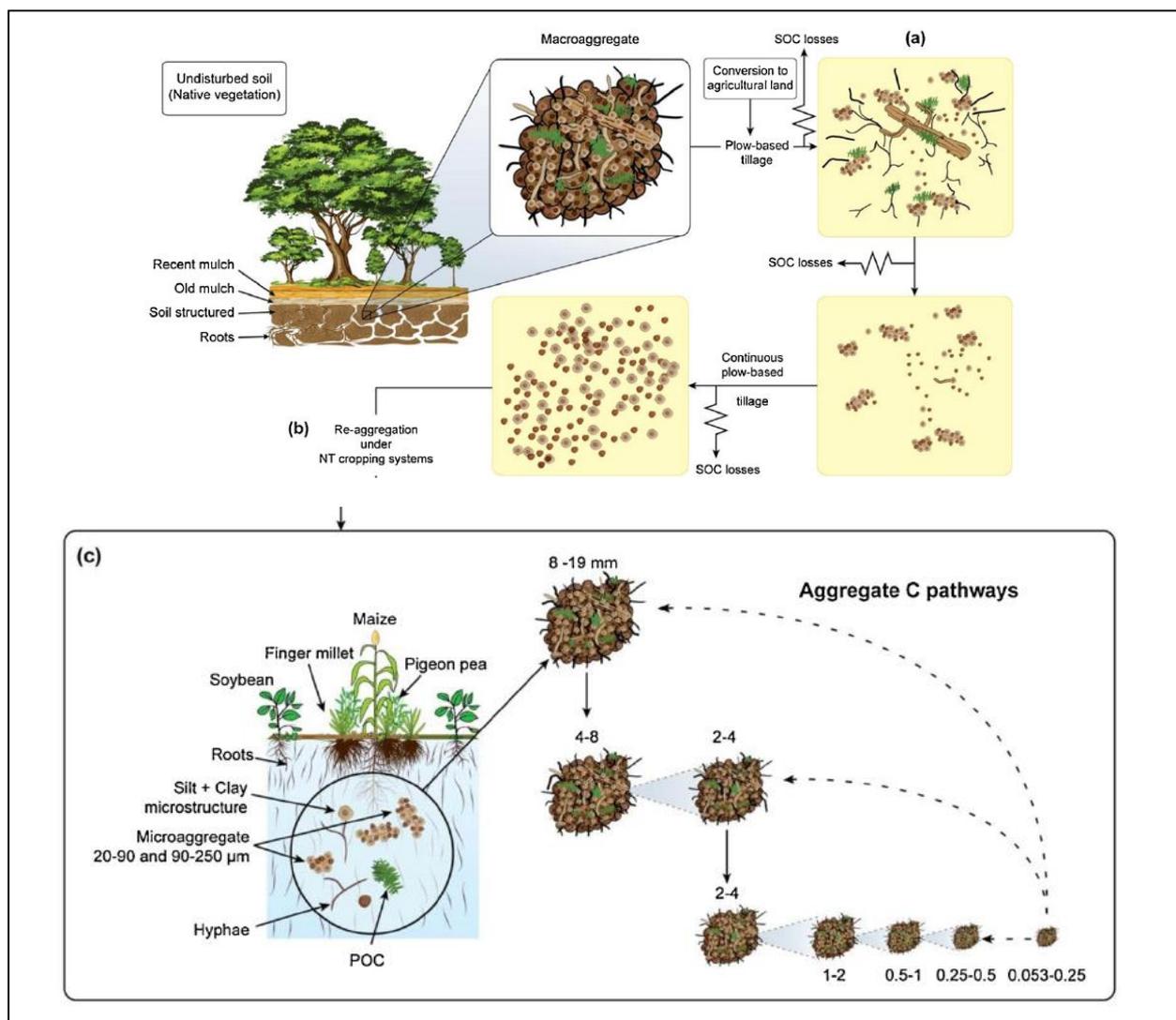


Figura 4. Diagrama esquemático que ilustra o efeito da conversão do uso do solo na agregação do solo e a dinâmica do carbono orgânico do solo (SOC): (a) A conversão de vegetação nativa para preparo convencional à base de arado (CT) interrompe agregados de solo, promove a dispersão das partículas de argila e silte + argila microagregados, e diminui a formação de novos agregados, (b) a acumulação de agregados por diversos

insumos de biomassa de carbono sob plantio direto (NT) , e (c) os processos envolvidos na acumulação e redistribuição do carbono orgânico do solo (SOC) entre classes de agregados. Fonte: TIVET et al. (2013).

Sistemas conservacionistas de manejo do solo, por sua vez, resultam em aumento expressivo da agregação do solo. A redução ou eliminação do revolvimento do solo, associada ao uso de sistemas de rotação de culturas com frequente aporte de resíduos vegetais ao solo, normalmente resulta em maior estabilidade de agregados, evidenciada pelos maiores valores de diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados, o que em grande parte, é relacionado com o efeito dos sistemas de manejo sobre os teores de carbono orgânico do solo (BRAIDA et al., 2011).

Sistemas de produção com pastagens apresentam, normalmente, um nível de agregação superior ao observado em sistemas de produção de culturas anuais de grãos. Isso foi evidenciado por SILVA & MIELNICZUK (1997), num Latossolo Vermelho, que resultou em elevada estabilidade de agregados (DMP) em comparação a sistemas de culturas anuais. Os autores observaram que a estabilidade de agregados foi relacionada principalmente com o comprimento de raízes. Resultados similares foram obtidos em sistemas de integração lavoura-pecuária e sob pastagens permanentes na região tropical do cerrado brasileiro (BRAIDA et al., 2011).

Além dos efeitos dos sistemas de manejo nos atributos físicos, há também efeitos nos atributos biológicos, sobretudo na estrutura das comunidades de FMAs. De modo geral, observa-se maior número de esporos e colonização radicular em áreas cultivadas quando comparadas com solos sob vegetação natural (SIQUEIRA et al., 1989; MIRANDA et al., 2005).

A adoção do sistema de produção orgânica geralmente interfere de forma positiva na diversificação dos FMAs com reflexos na capacidade infectiva destes no solo. Plantas de citros cultivadas em sistemas orgânicos apresentaram maior número de esporos, maior

riqueza de espécies de FMAs e comunidades com maior diversidade e equibilidade que no sistema convencional (FRANÇA, 2004).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área em estudo

O trabalho foi desenvolvido no Quilombo de Mesquita, localizado na região Centro-Oeste do Brasil, no município da Cidade Ocidental ($16^{\circ} 04' 40.79''$ S e $47^{\circ} 52' 05.51''$ W – **Figura 5**), na região leste do Estado de Goiás, entorno do Distrito Federal, região metropolitana de Brasília, distante cerca de 60 km da Capital Federal.

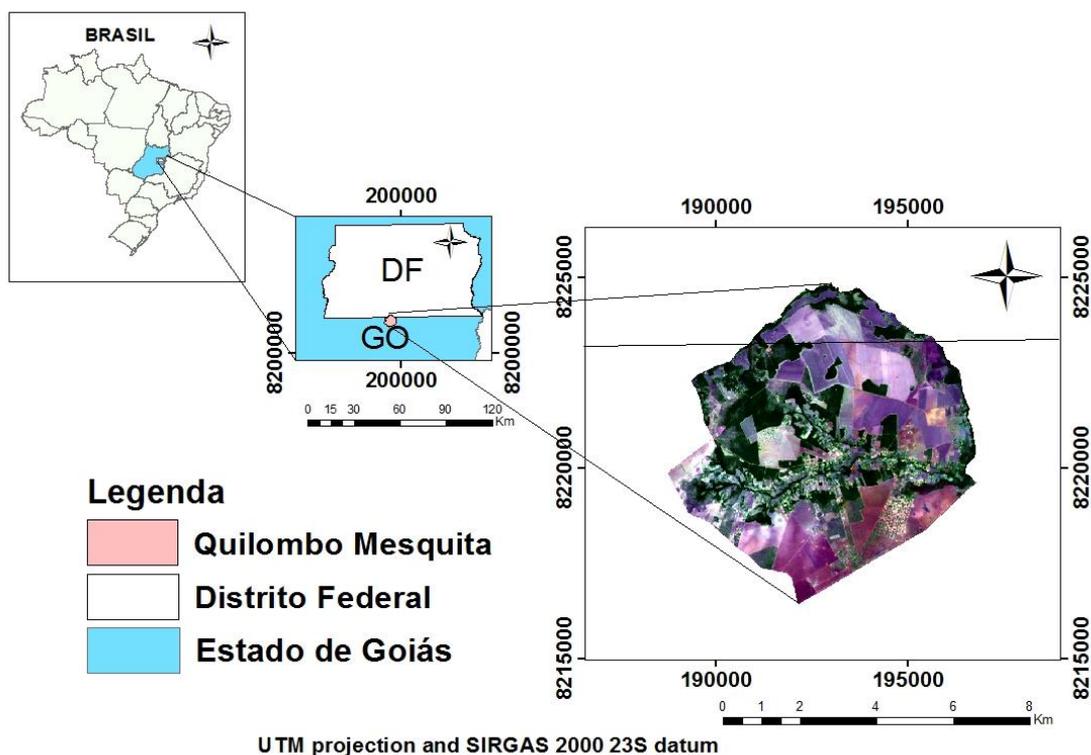


Figura 5. Localização do Quilombo de Mesquita – Cidade Ocidental – GO.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da área de estudo é do tipo Cwa, tropical de altitude, com invernos secos e verões chuvosos. A média anual da precipitação pluvial é de 1.550 mm, e a média anual da temperatura, de 20.8 °C (Figura 2). Os solos foram classificados como Latossolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA,

2013), com textura argilosa e caracterizados física e quimicamente de acordo com EMBRAPA (2011), cujos valores encontram-se na Tabela 3.

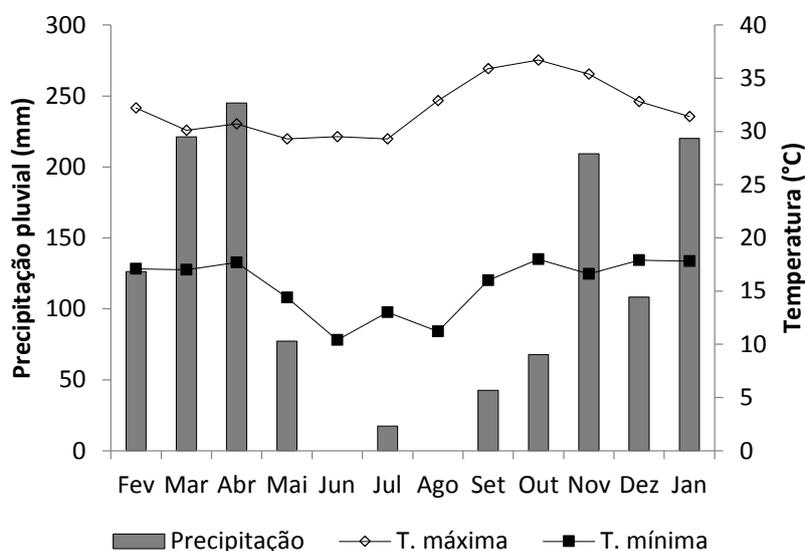


Figura 6. Temperatura média mensal (máxima e mínima) (°C) e precipitação pluvial média (mm) no Bioma Cerrado, na Cidade Ocidental (GO). Os dados são referentes ao mês de Fevereiro de 2015 a Janeiro de 2016. Fonte: Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (AGRITEMPO).

Tabela 3. Características físico-químicas de um Latossolo Vermelho distrófico típico do Quilombo Mesquita – GO, sob diferentes usos e manejos, na camada de 0-10cm.

Uso e manejos do solo ⁽¹⁾	Granulometria			Propriedades químicas							
	Areia	Silte	Argila	pH (H ₂ O)	P	K	m	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al
	g kg ⁻¹				mg dm ⁻³		%	cmolc dm ⁻³			
CN	40	410	550	5,1	1,3	148	8,7	4,06	1,34	0,55	9,0
PCons	40	410	550	5,8	3,7	308	0,6	6,34	1,95	0,06	5,7
PD	120	280	600	4,7	2,1	118	41	0,34	0,28	0,64	5,9
CG	40	410	550	5,9	8,4	353	0,4	4,57	1,28	0,03	4,1

⁽¹⁾CN: Cerradão; PCons: plantio conservacionista de cultura perene; PD: pastagem degradada; CG: plantio convencional de grãos. m: saturação por alumínio

Dados do Relatório Técnico de Identificação e Delimitação do Quilombo Mesquita (RTID) levantados pelo Instituto Nacional de Colonização de Reforma Agrária

(INCRA) no ano de 2011 revelam que 84,74% da área sob a posse dos quilombolas possuem solos limitados pela baixa fertilidade, sendo cultivada principalmente com milho, tangerina, mandioca, cana-de-açúcar, marmelo e outros. Ademais, 359,573 ha encontram-se sob vegetação nativa remanescente do Bioma Cerrado, incluindo formações como cerradão, cerrado *sensu stricto* e mata ciliar.

Considerando o estudo feito pelo INCRA (RTID, 2011) foram selecionadas na fitofisionomia cerradão duas propriedades agrícolas para as amostragens, com o intuito de obter distintas condições de uso da terra no mesmo tipo de solo. Assim, foram escolhidos quatro tipos de usos do solo, com manejo de cultivo conservacionista e convencional, cujos históricos são apresentados na Tabela 4. A área nativa (cerradão) foi utilizada como referência por se tratar de sistema em equilíbrio e sem histórico de intervenção humana.

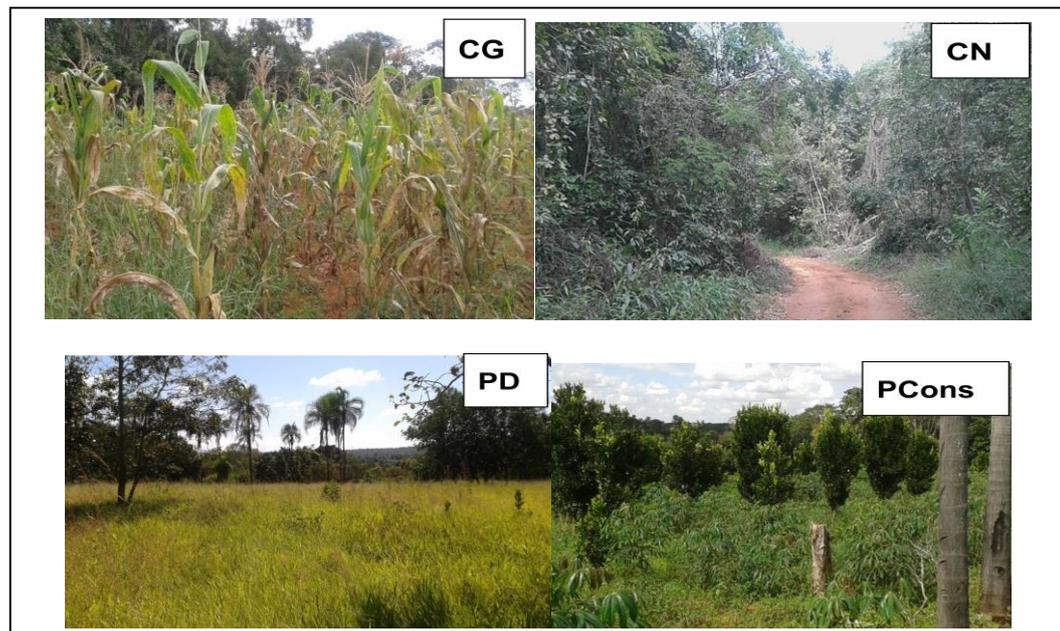


Figura 7. Sistemas de manejos/ usos: CG: plantio convencional de grãos; CN: Cerradão; PD: pastagem degradada e PCons: plantio conservacionista de cultura perene.

Tabela 4. Características dos sistemas de uso e manejos instalados em Latossolo Vermelho distrófico típico no Quilombo de Mesquita – GO.

Sistema de uso e manejos	Símbolo	Histórico
Cerrado nativo	CN	Remanescente de cerradão, tomado como referência e sem qualquer exploração ou interferência antrópica. Presença de espécies indicadoras de boa fertilidade (p.ex. angico, aroeira, jatobá, ipê-roxo, etc.). Exibe baixa diversidades de espécies herbáceas e prevalece as espécies arbóreas. Apresenta grande quantidade de resíduo vegetal depositado na superfície do solo.
Pastagem degradada	PD	Área de aproximadamente 1ha ocupada por pastagem sem preparo do solo e manejo de fertilidade. Por 20 anos, foi realizada rotação de cultura arroz/feijão/milho/cana-de-açúcar. Nos últimos 15 anos, a área não foi mais manejada, ficando em pousio, momento no qual a <i>Brachiaria decumbens</i> e <i>Brachiaria brizantha</i> invadiram naturalmente o local. Não há pastejo contínuo de bovinos na área.
Plantio convencional de grãos	CG	Área de aproximadamente 1ha, manejada há 30 anos, com plantio de grãos com práticas convencionais de preparo mínimo do solo. Por cerca de 20 anos, foi utilizada a rotação arroz/feijão/milho, sem realizar adubação e calagem. Nos últimos 10 anos, a área passou a ser gradeada anualmente e cultivada apenas com milho. Há 5 anos foi realizada calagem na área, sendo utilizado 1 t/ha de calcário dolomítico. O plantio e a adubação do milho são realizados de forma manual. A adubação de plantio é feita próximo à cova com o formulado NPK 4-30-16 (20 g/cova) e na de cobertura é utilizado o nitrato de potássio (20 g/cova). O solo fica descoberto permanentemente.
Plantio conservacionista de cultura perene	PCons	Área de aproximadamente 0,25 ha, manejada há 5 anos, com plantio de tangerina com preparo conservacionista do solo. Por 21 anos, a área foi cultivada com pastagem <i>Brachiaria decumbens</i> , tendo sido adubada com esterco de gado, sendo a pastagem conduzida com pastejo contínuo de bovinos. Há 4 anos, o pasto foi retirado manualmente e a área foi cultivada com tangerina Ponkan (4 m x 4 m). Na área nunca foi realizada a correção de acidez. No local, é realizado consórcio na entrelinha da tangerina, com as seguintes culturas milho/feijão/mandioca. Nos últimos dois anos, foi iniciado o consórcio da tangerina com mandioca. Foi realizada uma adubação inicial na cova com o formulado NPK 4-30-16 (400 g/cova) e com esterco de gado (10 litros/cova). Há dois anos, a área recebeu adubação de cobertura com o formulado NPK 10-10-10 (400 g do adubo na circunferência da copa). As plantas daninhas presentes na área são ceifadas quatro vezes/ano, sendo o resíduo enleirado próximo à copa por alguns dias, para posterior incorporação. Na área é preservada a cobertura morta, proveniente de restos de frutos, folhas e plantas daninhas, estando o solo permanentemente coberto. Não houve o uso de maquinários para começar os cultivos na área.

3.2 Coleta e preparo das amostras de solo

Em janeiro de 2016, realizou-se a coleta de solo para determinação da estabilidade de agregados, carbono orgânico total (COT) e glomalina facilmente extraível. Os pontos de coleta foram estabelecidos ao longo de uma linha imaginária diagonal em cada ambiente de estudo. A cada 50 metros foi feita uma coleta de cinco amostras simples de solo, representando uma amostra composta nas profundidades de 0–10 e de 10–20 cm. No caso da área sob produção de grãos, a coleta foi realizada na linha e entrelinha da cultura, enquanto que na cultura perene, na projeção da copa das árvores. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas ao laboratório de bioquímica do solo da Universidade de Brasília - UnB. Todo o solo constituinte das amostras foi fracionado, observando-se os pontos de fraqueza, para o volume total da amostra transpassar a malha de 8,00 mm, sendo excluídos dela fragmentos de plantas, outros resíduos, pedras e cascalhos retidos na peneira. Em seguida, as amostras foram secas ao ar para realização das análises.



Figura 8. Coleta dos monólitos de solo para posterior análise de estabilidade de agregados e análise química e biológica.

3.3 Variáveis analisadas

3.3.1 Estabilidade de agregados

Foi realizado o método de peneiramento úmido, proposto por YODER (1936). Para isso, o equivalente a 100 g de agregados, foram transpassados na malha de 8,00 mm e secos ao ar, foram transferidos para uma peneira de 2 mm, que compõe um conjunto de peneiras com diâmetro de malha decrescente a saber: 2,00; 1,00; 0,50; 0,25; 0,106 mm, conforme EMBRAPA (2011). A amostra colocada na peneira de 2,00 mm foi umedecida e, posteriormente, o conjunto de peneiras foi submetido à tamisação vertical via úmida por 30 minutos em aparelho de Yoder. Transcorrido esse tempo, o material retido em cada peneira foi retirado com o auxílio de jatos de água, colocado em recipientes previamente pesados, identificados e levados à estufa a 60° C até a obtenção de massa seca constante.

A partir da massa de agregados foram calculados o diâmetro médio ponderado (DMP), o diâmetro médio geométrico (DMG) de acordo com (KEMPER & ROSENAU, 1986) e o índice de estabilidade de agregados (IEA).

O diâmetro médio ponderado (DMP) foi calculado pela fórmula:

$$DMP = \sum_{i=1}^n (x_i \cdot w_i) \quad (1)$$

O diâmetro médio geométrico (DMG) foi calculado pela fórmula:

$$DMG = 10^{\left[\frac{\sum (w_i \cdot \log x_i)}{\sum w_i} \right]} \quad (2)$$

Em que: w_i = proporção (%) de cada classe em relação ao total; x_i = diâmetro médio das classes (mm);

O índice de estabilidade de agregados em água foi calculado por meio da expressão:

$$IEA = \left(\frac{\text{Peso da amostra seca} - wp_{25} - \text{areia}}{\text{Peso da amostra seca} - \text{areia}} \right) \quad (3)$$

Em que: w_{p25} = peso dos agregados da classe $< 0,25$ mm.

Após a pesagem e obtenção da massa de solo em cada peneira, os agregados foram agrupados em duas classes (macroagregados e microagregados). Os macroagregados (MAC) foram considerados aqueles entre 0,250 mm e 2,00 mm, obtidos pela junção das classes de agregados neste intervalo. Os microagregados (MIC) foram considerados aqueles retidos na peneira de 0,106 mm, ou seja, menor que 0,25mm ($<250\mu\text{m}$).



Figura 9. Conjunto de peneiras e equipamento Yoder usados para análise de estabilidade de agregados.

3.3.2 Carbono orgânico total

Nas duas classes de agregados (MAC e MIC) foram determinados os teores de carbono orgânico total (COT) por meio da oxidação de dicromato de potássio e titulação com sulfato ferroso amoniacal hexahidratado, segundo o método WALKLEY & BLACK (1934). Foi determinado o COT das amostras antes do fracionamento em classes de agregados (MAC e MIC).



Figura 10. Titulação do carbono orgânico pelo método de WALKLEY & BLACK (1934).

3.3.3 Glomalina facilmente extraível

A extração de glomalina facilmente extraível foi realizada seguindo a metodologia de WRIGHT & UPADHYAYA (1998) que consiste na pesagem de 1 g de solo em tubos Falcon com capacidade para 50 ml. Adicionaram-se 8 ml de tampão citrato de sódio 20 mM (pH 7) a cada tubo que em seguida foram autoclavados por 30 minutos a 121 °C (0.11 MPa). Após as amostras esfriarem, estas foram centrifugadas a 5000 rpm (Centrifuge 5804) por 10 minutos. A quantidade de glomalina foi determinada pelo ensaio de Bradford (BRADFORD, 1976), usando albumina de soro bovino como padrão e a leitura feita em absorbância em espectrofotômetro a 595 nm. Realizaram-se as análises da glomalina facilmente extraível das classes de agregados do solo (MAC e MIC) e das amostras antes do fracionamento físico.



Figura 11. Extração de glomalina facilmente extraível e posterior leitura em espectrofotômetro.

3.4 Análise estatística

A estabilidade de agregados, o carbono orgânico total e a glomalina facilmente extraível foram avaliados por meio dos valores médios e desvio padrão. Foi feita a correlação de Pearson com o programa SPSS versão 16.0. Para melhor compreensão foi feita análise estatística multivariada (análise de componentes principais -ACP) com o programa CANOCO *for Windows* 4.5 (TER BRAAK & SMILAUER, 2002).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Diâmetro médio ponderado, diâmetro médio geométrico e índice de estabilidade de agregados

Os efeitos dos diferentes sistemas de uso do solo na estabilidade de macro e microagregados foram avaliados pela porcentagem de agregados estáveis em água (**Figura 12**), distribuição relativa de macro e microagregados estáveis em água (**Figura 13**), diâmetro médio ponderado (DMP), diâmetro médio geométrico (DMG) e índice de estabilidade de agregados (IEA) são apresentados nas **Figuras 14, 15 e 16**.

De acordo com a **Figura 12** há a predominância de macroagregados (em torno de 90%) para as duas camadas analisadas em todas as áreas estudadas. Esse comportamento mostra a capacidade de solos de regiões de clima tropical apresentar elevada influência de interações eletrostáticas dos óxidos e minerais de argila do tipo 1:1 no processo de agregação e formação de microagregados que por ação de agentes biológicos irão se unir e formar macroagregados, esse comportamento também foi evidenciado pelos autores SALTON et al. (2008) e COSTA JÚNIOR et al. (2012), ao estudarem sistemas de manejo e o seu efeito na agregação em Latossolos do Bioma Cerrado.

De acordo com GOLDIN et al. (1994) e LOSS et al. (2015) a ruptura dos macroagregados (por serem mais sensíveis ao manejo) acelera a decomposição da matéria orgânica, em especial a diminuição da matéria orgânica particulada (MOP), que pode formar pontes de nucleação que contribuem para a formação de microagregados no interior de macroagregados. Com a exposição da MOP, que estava protegida fisicamente no interior dos agregados, tem-se sua rápida decomposição, com posterior decréscimo da atividade microbiana e da liberação de mucilagens, e o macroagregado perde a estabilidade, devido a seu rompimento e libera os microagregados (OADES, 1984).

Os microagregados tendem a serem menos influenciados pelo manejo do solo, ao contrário dos macroagregados que são mais sensíveis ao manejo do solo (SILVA & MIELNICZUK, 1997; MIELNICZUK et al., 2003; RASSE et al., 2005; TOMAZI, 2008; BRAIDA et al., 2011; COSTA JUNIOR et al., 2012; BRADY & WEIL, 2013), isso sustenta a ideia de que microagregados podem servir como uma proteção física da matéria orgânica o que corrobora com diversos autores (SOLLINS et al., 1996; BALESSENT et al., 2000; SIX et al., 2002; TOMAZI, 2008; BRAIDA et al., 2011; HONTORIA et al., 2016).

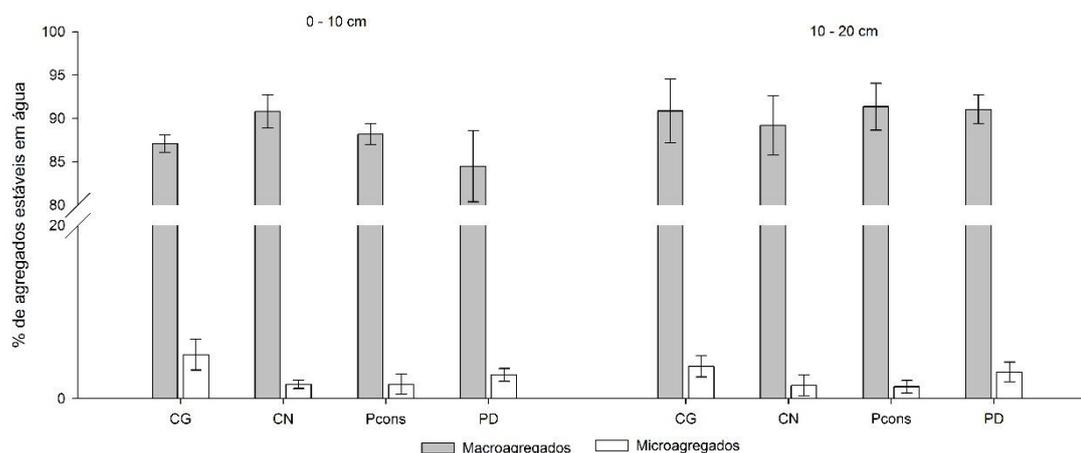


Figura 12. Distribuição relativa de agregados estáveis em água nas camadas de 0-10cm e 10-20cm de um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de uso e manejo no Quilombo de Mesquita – GO. CG: plantio convencional de grãos; CN: cerradão; PCons: plantio conservacionista de cultura perene e PD: pastagem degradada.

De acordo com a **Figura 13**, observa-se que para os sistemas PCons (plantio conservacionista de cultura perene), CN (área nativa sob cerradão) e PD (pastagem degradada), a proporção de agregados retidos na peneira de diâmetro de 2mm foi maior do que a proporção de agregados retidos nas demais peneiras (1,00mm; 0,5mm; 0,25mm; 0,106mm e <0,106mm), ou seja, nos sistemas naturais, conservacionista ou com pastagens, tem-se uma maior proporção de agregados estáveis em água com diâmetro

superior a 2mm, haja vista que os agregados de maiores tamanhos são os mais sensíveis às práticas de manejos.

Para o sistema de produção onde há o revolvimento do solo (CG – plantio convencional de grãos), há menor proporção de agregados retidos na peneira de 2mm e maior proporção de agregados nos intervalos: 0,5- 1,00mm e 0,25-0,5mm, mostrando que há a fragmentação dos agregados em classes menores devido ao manejo do solo adotado.

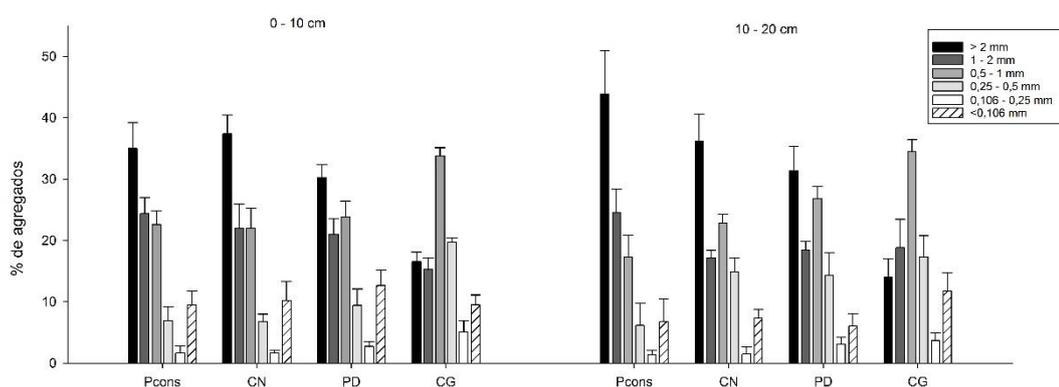


Figura 13. Distribuição relativa de agregados estáveis nas camadas de 0-10cm e 10-20cm de um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de uso e manejo no Quilombo de Mesquita – GO. PCons: plantio conservacionista de cultura perene; CN: cerradão; PD: pastagem degradada e CG: plantio convencional de grãos.

O sistema CG apresentou as maiores percentagens de microagregados (**Figura 12**) nas duas camadas avaliadas e, conseqüentemente menores valores de DMP e DMG (**Figuras 14 e 15**). Esses resultados indicam que os agregados de maior tamanho são os mais afetados pelo preparo do solo no sistema convencional de cultivo.

De acordo com as **Figuras 14 e 15**, o manejo influenciou os valores de DMP e DMG. No entanto foram semelhantes entre as camadas de 0-10 e 10-20 cm. LOSS et al. (2014) e LOSS et al. (2015) encontraram menores valores de DMP e DMG em áreas com uso de práticas convencionais de preparo do solo quando comparadas as áreas com adoção de práticas conservacionistas, resultado este que corrobora com o comportamento evidenciado nesse estudo. Os maiores valores de DMP e DMG (**Figuras 14 e 15**) foram

encontradas na camada de 0-10cm no sistema CN e nesta mesma camada, diferiu da PD e do CG.

Estudos sobre o efeito de sistemas de uso do solo na formação e estabilidade de agregados apresentaram resultados semelhantes (SIX et al., 2002; TIVET et al., 2013) e sustentam a hipótese de que o estado de agregação máxima ocorre em solos sob vegetação nativa. Foi observado que na camada de 10-20cm (**Figura 14**) os maiores valores de DMP foram encontrados no sistema PCons em relação à PD e CG, que pode estar relacionado com o aporte intensivo de biomassa radicular oriunda da pastagem cultivada há 21 anos na área com posterior adoção de cultivo de espécie perene sem o uso de revolvimento do solo, utilizando-se apenas práticas conservacionistas, como o aporte de material orgânico via cobertura viva (consórcios) ou cobertura morta (resíduos oriundos da ceifa de plantas daninhas ou dos tratos culturais da tangerina).

De acordo com DENEFF & SIX (2005) e COSTA JÚNIOR et al. (2012), as pastagens mantêm a agregação do solo, por meio do efeito do crescimento das raízes no processo de agregação, que estimula a atividade microbiana e, conseqüentemente, aumenta a quantidade de exsudatos que atuam como agentes de agregação do solo, além de forças mecânicas que estabilizam agregados com maior intensidade em comparação a cultura do milho, por exemplo.

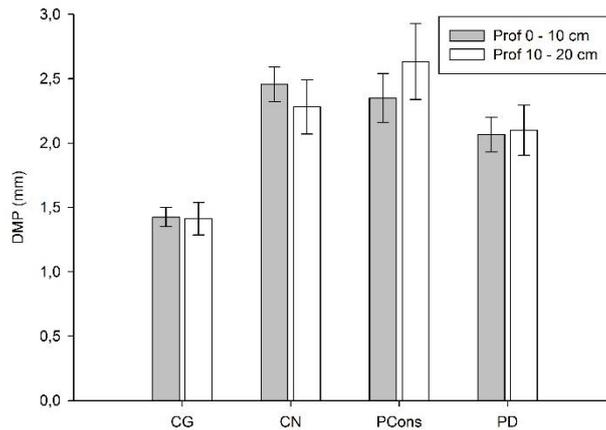


Figura 14. Diâmetro médio ponderado (DMP) nas camadas de 0-10cm e 10-20cm de um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de uso e manejo no Quilombo de Mesquita – GO. CG: plantio convencional de grãos; CN: cerradão; PCons: plantio conservacionista de cultura perene e PD: pastagem degradada.

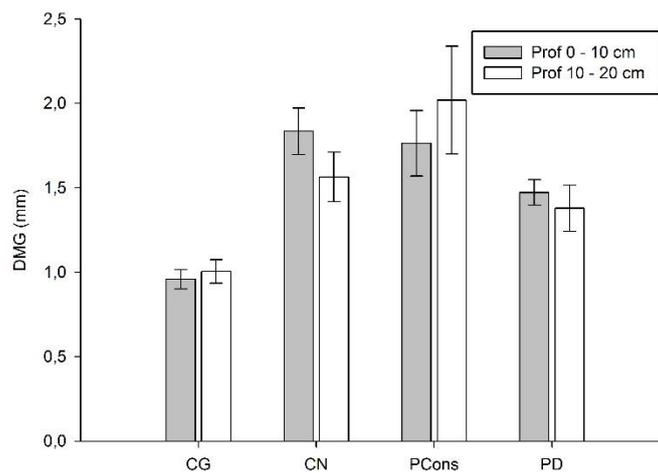


Figura 15. Diâmetro médio geométrico (DMG) nas camadas de 0-10cm e 10-20cm de um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de uso e manejo no Quilombo de Mesquita – GO. CG: plantio convencional de grãos; CN: cerradão; PCons: plantio conservacionista de cultura perene e PD: pastagem degradada.

Os baixos valores de DMG no sistema PD (Pastagem degradada) em relação ao PCons pode estar relacionado ao baixo teor de carbono orgânico total na área, haja vista que este é um dos principais fatores responsável pela agregação do solo.

Os menores valores do IEA foram encontrados no manejo CG na camada de 0-10cm (**Figura 16**) quando comparado com o cerrado nativo nesta mesma camada. Na camada de 10-20 cm, não houve diferenças entre os sistemas de preparo de solo.

Os valores do índice de estabilidade de agregados foram considerados elevados, variando de 92,76% a 99,32% (**Figura 16**), indicando boa estruturação do solo. Esses resultados corroboram com LAL (2000), MADARI et al. (2005) e NASCENTE et al. (2015) que afirmam que solos de clima tropical, em geral, apresentam maior estabilidade de agregados. Entretanto, é de suma importância proporcionar um manejo de solo que preserve uma boa estrutura e evitar possíveis problemas com erosão e desagregação.

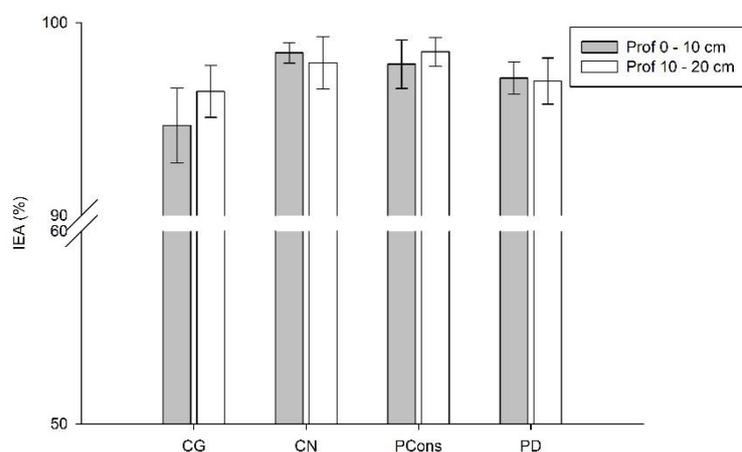


Figura 16. Índice de estabilidade de agregados (IEA) nas camadas de 0-10cm e 10-20cm de um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de uso e manejo no Quilombo de Mesquita – GO. CG: plantio convencional de grãos; CN: cerradão; PCons: plantio conservacionista de cultura perene e PD: pastagem degradada.

4.2 Carbono orgânico total no solo e em macroagregados e microagregados

De acordo com a **Figura 17** observa-se que o maior teor de carbono orgânico total do solo (COT) foi encontrado no sistema de plantio conservacionista de cultura perene (Pcons) e estes valores foram superiores ao cerrado nativo (CN), à PD e ao CG para as duas camadas avaliadas. O COT (carbono orgânico total) dentro de um mesmo manejo

foi semelhante entre as camadas de 0-10 e 10-20 cm, com exceção do CN que apresentou COT maior na camada de 0-10cm.

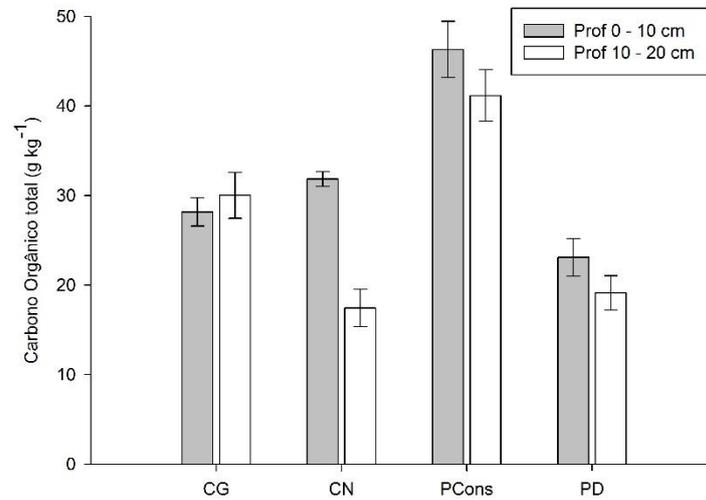


Figura 17. Carbono orgânico total (COT) nas camadas de 0-10cm e 10-20cm de um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de uso e manejo no Quilombo de Mesquita – GO. CG: plantio convencional de grãos; CN: cerradão; PCons: plantio conservacionista de cultura perene e PD: pastagem degradada.

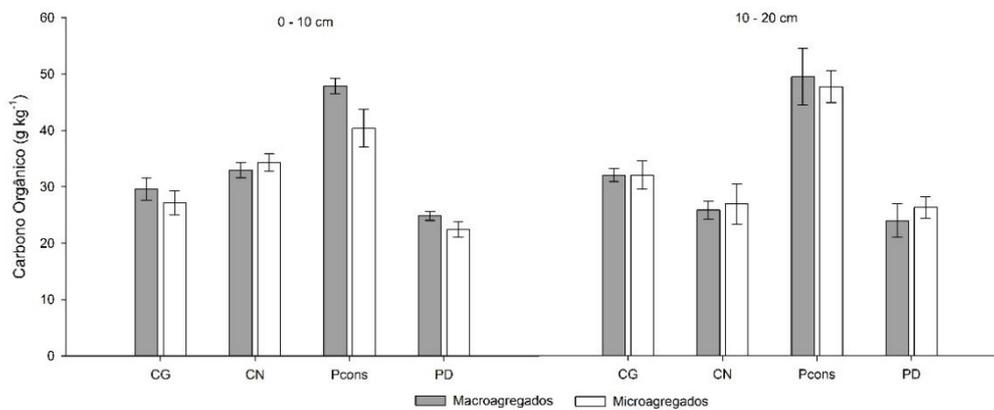


Figura 18. Teor de carbono orgânico total ($g.kg^{-1}$) em macroagregados e microagregados nas camadas de 0-10cm e 10-20cm de um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de uso e manejo no Quilombo de Mesquita – GO. CG: plantio convencional de grãos; CN: cerradão; PCons: plantio conservacionista de cultura perene e PD: pastagem degradada.

Na **Figura 18** é apresentada a distribuição dos teores de C nas classes de macroagregados e microagregados. O COT nos macro e microagregados foram

semelhantes nas duas camadas estudadas, com exceção do plantio conservacionista na camada de 0-10 cm.

A área sob plantio conservacionista apresentou maior COT nos macro e microagregados em relação aos outros sistemas de produção estudados e ao cerrado nativo. Isso ocorreu, possivelmente, devido ao acúmulo de resíduos vegetais na superfície do solo, diminuindo a sua mineralização, acarretando em maior acúmulo de COT, principalmente nos macroagregados da camada 0-10cm. Além disso, no sistema PCons ocorre a ausência de revolvimento do solo que pode estar associado à manutenção de um considerável aporte de resíduos vegetais na superfície do solo (oriundo da ceifa de plantas daninhas e o resíduo dos tratos culturais) e ao contínuo crescimento radicular propiciado pelo cultivo de consórcios, resulta tanto na melhoria da agregação quanto no aporte de C ao solo. Ademais o sistema PCons encontra localizado próximo a planície de inundação.

É importante ressaltar que microagregados de solos tropicais ricos em óxidos podem apresentar alta estabilidade a ponto de terem comportamento de partículas de areia, com implicações na fertilidade do solo e na proteção física da matéria orgânica, de acordo com BRAIDA et al. (2011).

FIGUEIREDO et al. (2010), ao trabalharem em um Latossolo Vermelho de textura argilosa, obtiveram valores de C para o Cerrado *strictu sensu* e pastagem de 21,0 e 20,9 g kg⁻¹, respectivamente (para camada de 0-40cm). Enquanto que os valores obtidos nesse trabalho para a camada de 0-20 cm, para o Cerradão e pastagem foram de 24,6 e 21,1 g kg⁻¹, respectivamente.

De acordo com FERNANDÉZ et al. (2010) ainda não está claro qual classe de agregados do solo é responsável pelo acúmulo de C e quais solos, camadas e fatores nos manejos são decisivos nesse processo. Os resultados deste estudo mostraram que para Latossolo Vermelho distrófico a camada de 0-10cm contribuiu de forma significativa para

o acúmulo de C para o sistema PCons e a contribuição de macro e microagregados para a camada de 10 -20cm para o incremento de carbono no solo é semelhante.

O comportamento do C nos diferentes sistemas de manejo deste estudo corrobora com o encontrado por TIVET et al. (2013) e HONTORIA et al. (2016). De acordo com GETAHUN et al. (2016) a dinâmica do carbono no solo é afetada por diferentes práticas de manejos, assim, pode induzir significantes mudanças na concentração de C da camada superficial. Esse comportamento foi evidenciado no presente estudo.

4.3 Glomalina facilmente extraível total e nas classes de macroagregados e microagregados.

Os teores de glomalina total do solo foi semelhante entre as camadas de 0-10cm e 10-20 cm entre os sistemas avaliados (**Figura 19**), com exceção da área sob cerrado nativo. O PCons apresentou teor de glomalina semelhante ao CN, porém maior em relação ao sistema CG e a PD.

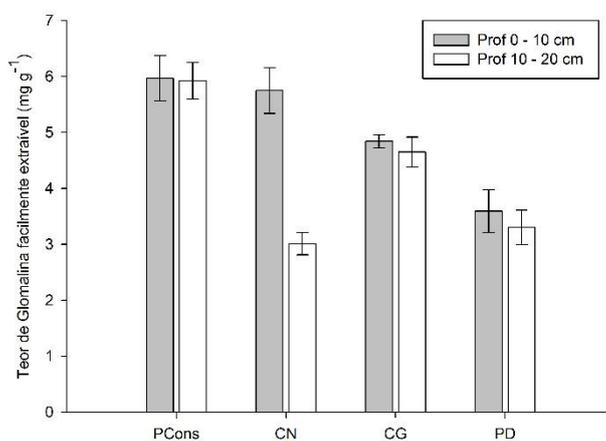


Figura 19. Teor de glomalina facilmente extraível total do solo (mg.g⁻¹) nas camadas de 0-10cm e 10-20cm de um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de uso e manejo no Quilombo de Mesquita – GO. PCons: plantio conservacionista de cultura perene; CN: cerradão; CG: plantio convencional de grãos e PD: pastagem degradada.

Os teores de glomalina encontrados no presente estudo estão próximos aos encontrados por COGO (2016) e FOKON et al. (2012) ($6,51 \text{ mg g}^{-1}$ solo), em áreas de campo cultivado com amendoim e milho consorciados com mandioca e banana. Entretanto, maiores valores de glomalina podem ser verificados no solo, podendo existir uma ampla variação nos teores encontrados. Em solo de floresta, esses autores encontraram valores de $10,56 \text{ (mg g}^{-1}\text{)}$.

De acordo com a **Figura 19**, observa-se que o teor total de glomalina facilmente extraível foi semelhante entre o sistema CN e PCons, na camada de 0-10 cm. De acordo RILLIG et al. (2001) os principais fatores que estão envolvidos no controle da produção de glomalina no solo ainda não são claros, contudo, a combinação de concentração de nutrientes, clima, tipo do hospedeiro e diversidade de fungos micorrízicos arbusculares influencia a deposição dessas proteínas no solo. Observa-se que houve um decréscimo de glomalina quando houve a transformação da vegetação natural para áreas cultivadas (de cerrado (CN) para cultivo de grãos (CG)), na camada de 0-10cm, corroborando com os dados obtidos por FOKOM et al. (2012) e WANG et al. (2015).

Ademais os resultados encontrados neste trabalho para o teor de glomalina facilmente extraível (**Figura 19**) podem ter relação com a época de coleta (ápice do período chuvoso de 2016), entretanto, COGO (2016) em condições de Latossolo Vermelho distrófico típico encontrou teor de glomalina facilmente extraível maior estação seca, que pode estar relacionado com a senescência das hifas e liberação da glomalina.

Na camada de 0-10 cm, os maiores valores de glomalina facilmente extraível para classe dos macroagregados foram encontrados no sistema PCons ($5,5 \text{ mg g}^{-1}$) e CN ($4,74 \text{ mg g}^{-1}$), seguidos pelo sistema CG ($4,17 \text{ mg g}^{-1}$) e PD ($3,30 \text{ mg g}^{-1}$), enquanto que na camada de 10-20cm, o sistema PCons ($5,23 \text{ mg g}^{-1}$) exibiu os maiores valores (**Figura**

20), seguidos pelo sistema CG ($4,3 \text{ mg g}^{-1}$), CN ($2,46 \text{ mg g}^{-1}$) e PD ($2,32 \text{ mg g}^{-1}$), respectivamente.

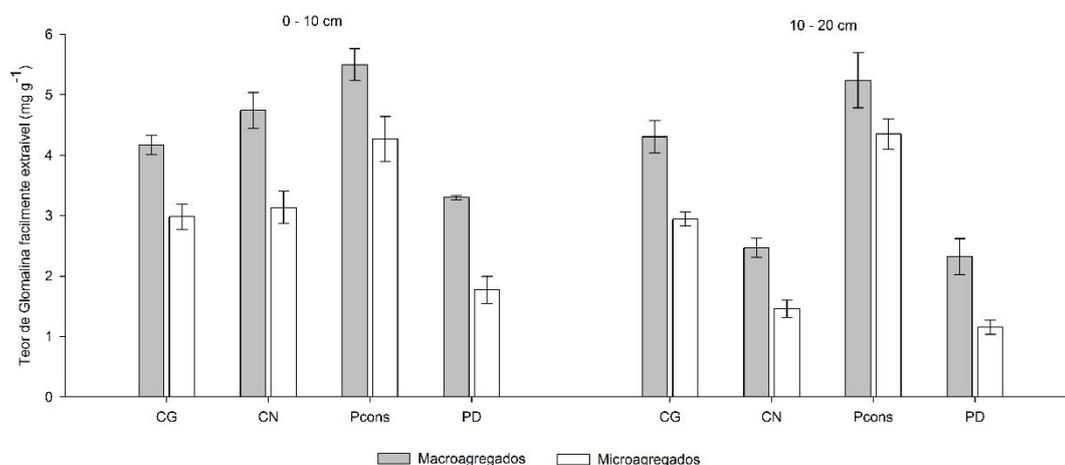


Figura 20. Teor de glomalina facilmente extraível nos macroagregados e microagregados (mg.g^{-1}) nas camadas de 0-10cm e 10-20cm de um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de uso e manejo no Quilombo de Mesquita – GO. CG: plantio convencional de grãos; CN: cerradão; PCons: plantio conservacionista de cultura perene e PD: pastagem degradada.

Para a classe dos microagregados (**Figura 20**) foram observados os mesmos comportamentos, entretanto os valores de glomalina facilmente extraível foram menores em microagregados quando comparadas com os valores observados em macroagregados. Os maiores teores de glomalina nos macroagregados podem estar associados a MOS e ao emaranhamento físico de raízes finas associadas a formação de raiz/hifas, que liberam glomalina e estabilizam os agregados (WU et al.,2014; XIE et al., 2015; COGO, 2016).

Os coeficientes de correlação de Pearson entre as diferentes variáveis são apresentados na **Tabela 5**. Todas correlações entre os atributos do solo estudados foram positivas.

Tabela 5. Coeficientes de correlação de Pearson para as variáveis analisadas em todos os sistemas de manejo nas camadas de 0-10cm e 10-20cm de um Latossolo Vermelho distrófico no Quilombo de Mesquita – GO.

Variável	DMP	DMG	IEA	COT	C. MACRO	C. MICRO	GLOT	GLOMACRO
DMP								
DMG	0,975**							
IEA	0,430**	0,429**						
COT	0,281 ^{ns}	0,423**	0,255 ^{ns}					
C. MACRO	0,406**	0,534**	0,241 ^{ns}	0,940**				
C. MICRO	0,455**	0,585**	0,331*	0,908**	0,935**			
GLOT	0,271 ^{ns}	0,415**	0,205 ^{ns}	0,892**	0,855**	0,887**		
GLOMACRO	0,224 ^{ns}	0,392*	0,161 ^{ns}	0,934**	0,901**	0,891**	0,939**	
GLOMICRO	0,273 ^{ns}	0,432**	0,178 ^{ns}	0,942**	0,920**	0,915**	0,920**	0,961**

*significativa no nível de 5%; **significativa no nível de 1%; ns: não significativo.

DMP: Diâmetro médio ponderado; DMG: Diâmetro médio geométrico; IEA: Índice de estabilidade de agregados; COT: Carbono orgânico total; C. MACRO: Carbono orgânico na classe dos macroagregados; C. MICRO: Carbono orgânico na classe dos microagregados; GLOT: Glomalina facilmente extraível do solo; GLOMACRO: Glomalina facilmente extraível na classe dos macroagregados; GLOMICRO: Glomalina facilmente extraível na classe dos microagregados.

O diâmetro médio ponderado (DMP) apresentou correlação com o carbono orgânico em microagregados (C.MICRO) ($r = 0,455$; $p < 0,01$) e com o carbono orgânico em macroagregados (C.MACRO) ($r = 0,406$; $p < 0,01$) o que reforça a importância da matéria orgânica na formação de agregados em Latossolos. De acordo com ELMHOT et al. (2008) e GETAHUN et al. (2016) um menor conteúdo de carbono orgânico no solo pode deteriorar a estrutura do solo, o que afeta a estabilidade de agregados. A maior correlação entre o carbono presente nos microagregados pode estar relacionada à formação de microagregados no interior de macroagregados, funcionando como um mecanismo de proteção do C.

Todos os teores de glomalina facilmente extraível (glomalina total, glomalina em macroagregados e glomalina em microagregados) apresentaram alta correlação com o carbono orgânico total ($r = 0,892$; $0,934$; $0,942$; $p < 0,01$; respectivamente), o que corrobora com os dados obtidos de vários autores (WRIGHT & UPADHYAYA, 1998; ZHANG et al., 2012; LI et al., 2015; WU et al., 2016) que demonstraram que a glomalina é uma fonte e reserva de carbono para o solo.

No presente estudo não houve correlação entre os teores de glomalina facilmente extraível e o índice de estabilidade de agregados, diferindo dos dados obtidos por RILLIG & STEINBERG (2002). Segundo esses autores, nos solos com menor grau de agregação, há maior produção de proteína e menor formação de hifas. É importante ressaltar que os dados obtidos por esses autores foram por meio de experimentos que utilizaram grânulos, simulando um solo agregado e não agregado, com cultura *in vitro*, o que difere do presente estudo, por se tratar de condições naturais de manejos. Ademais, neste estudo somente foi avaliada a glomalina facilmente extraível. Entretanto, é possível constatar que para condições de solos tropicais, onde a temperatura e umidade são fatores extremamente importantes, esse comportamento observado pelos autores, pode ser distinto. Assim, são

necessárias mais pesquisas sobre a dinâmica de agregação relacionada com glomalina para condições de cerrado, sobretudo em Latossolos.

A análise de componentes principais (**Figura 21**) indicou que as maiores médias dos parâmetros foram observadas na área de plantio conservacionista (PCons) para as duas profundidades (0-10 e 10-20cm) e para o cerrado nativo (CN) apenas para a profundidade 0-10cm. O eixo 1 explicou 65,6% da variabilidade dos atributos do solo da área avaliada, enquanto o eixo 2 explicou 25,4% da variabilidade dos atributos estudados. Observa-se também que o sistema PD, para as duas profundidades, e o sistema CN, na profundidade de 10-20cm, quando comparadas com os demais manejos, exibiram as menores médias carbono e glomalina. O sistema CG exibiu as menores médias para os atributos físicos estudados (DMP, DMG e IEA).

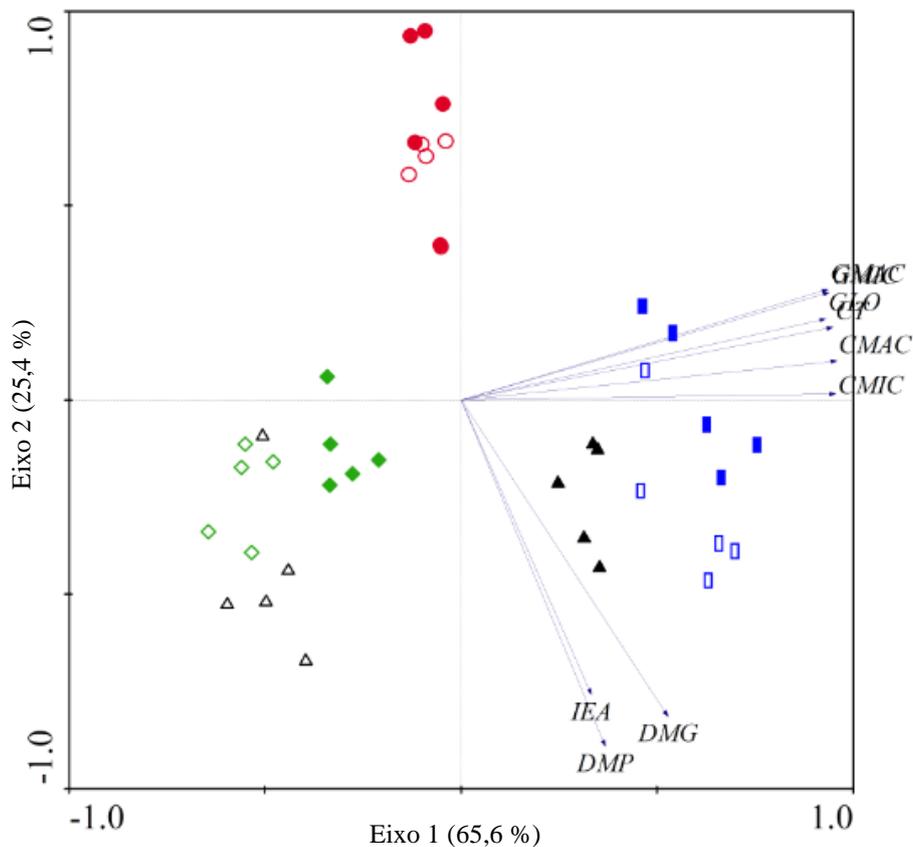


Figura 21. Análise de Componentes principais (ACP) dos dados coletados.

- ▲ = Cerrado Nativo (CN) na profundidade 0-10cm;
 - △ = Cerrado Nativo (CN) na profundidade 10-20cm;
 - = Cultivo Convencional de Grãos (CG) na profundidade 0-10cm;
 - = Cultivo Convencional de Grãos (CG) na profundidade 10-20cm;
 - = Plantio conservacionista com cultura perene (PCons) na profundidade 0-10cm;
 - = Plantio conservacionista com cultura perene (PCons) na profundidade 10-20cm;
 - ◆ = Pastagem degradada (PD) na profundidade 0-10cm;
 - ◇ = Pastagem degradada (PD) na profundidade 10-20cm.
- = Parâmetros respostas (DMP: diâmetro médio ponderado; DMG: diâmetro médio geométrico; IEA: índice de estabilidade de agregados; COT: carbono orgânico total; CMAC: carbono orgânico nos macroagregados; CMIC: carbono orgânico nos microagregados; GLOT: glomalina facilmente extraível em total; GMAC: glomalina facilmente extraível em macroagregados; GMIC: glomalina facilmente extraível em microagregados).

5. CONCLUSÕES

- Os sistemas de manejos que adotam práticas conservacionistas tendem a expressar índices de atributos físicos semelhantes às áreas naturais;
- O sistema com práticas convencionais (CG) exhibe maior massa de microagregados;
- A glomalina se correlaciona com os teores de carbono no solo, comprovando que essa glicoproteína é uma fonte de carbono para o solo;
- O sistema PCons e CN foram os que apresentaram os maiores teores de carbono, glomalina e estabilidade de agregados;
- Os macroagregados exibem maiores teores de glomalina facilmente extraível.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRITEMPO. **Sistema de Monitoramento Agrometeorológico**. Disponível em:<<https://www.agritempo.gov.br/agritempo/index.jsp>> Acesso em 15 de fevereiro de 2016.

ASHMAN, M. R.; HALLETT, P. D.; BROOKES, P. C. Are the links between soil aggregate size class, soil organic matter and respiration rate artefacts of the fractionation procedure? **Soil Biology and Biochemistry**, v.35, p.435-444, 2003.

BALESDENT, J.; BALABANE, M. Major contribution of roots to soil carbon storage inferred from maize cultivated soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v.28, p.1261-1263, 1996.

BARTO, E .K.; ALT, F.; OELMANN, Y.; WILCKE, W.; RILLIG, M.C. Contributions of biotic and abiotic factors to soil aggregation across a land use gradient. **Soil Biology and Biochemistry**, v.42, p.2316-2324, 2010.

BAVER, L. D.; GARDNER, W. H.; GARDNER, H. R. **Soils Physics**. New York: J. Willey, 1972. 498p.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.677-683, 2004.

BEDINI, S.; PELLEGRINO, E.; AVIO, L.; PELLEGRINI, S.; BAZZOFFI, P.; ARGESE, E.; GIOVANNETTI, M. Changes in soil aggregation and glomalin-related soil protein content as affected by arbuscular mycorrhizal fungal species *Glomus mosseae* and *Glomus intraradices*. **Soil Biology and Biochemistry**, v.41, p.1491-1496, 2009.

BOENI, M. **Proteção física da matéria orgânica em solos de Cerrado afetada pela pastagem**. 2007. 136p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

BORGES, C. S.; RIBEIRO, B. T.; WENDLING, B.; CABRAL, D. A. Agregação do solo, carbono orgânico e emissão de CO₂ em áreas sob diferentes usos no Cerrado, região do Triângulo Mineiro. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v.10, p.445-458, 2015.
Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v10n3/1980-993X-ambiagua-10-03-00660.pdf>>.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Anal. Biochemistry**, v.72, p.248-254, 1976.

BRADY, N.; WEIL, R. **Elements of the nature and properties of soil**, 2013. 685p.

BRAIDA, J.A.; BAYER, C.; ALBUQUERQUE, J. A. & REICHERT, J. M. **Matéria orgânica e seu efeito na física do solo**. In: FILHO, O.K.et al.(Org.).Tópicos em ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.VII, p.222-227, 2011.

Disponível em: <http://www.fisicadosolo.ccr.ufsm.whoos.com.br/downloads/ Disciplinas/ FisicaSolo/Braida_J.A_TCS2011.pdf>. Acesso em: 23 de Abril de 2016.

BRONICK, C. J. & LAL, R. Soil structure and management: a review. **Geoderma**, v.124, p.3-22, 2005.

CAPURRO, E. P. G.; SECCO, D. REICHERT, J. M.; REINERT, J. M. Compressibilidade e elasticidade de um Vertissolo afetado pela intensidade de pastejo bovino. **Ciência Rural**, v.44, p.283-288, 2014.

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

CATES, A. M.; RUARK, M. D.; HEDTCKE, J. L.; POSNER, J. L. Long-term tillage, rotation and perennialization effects on particulate and aggregate soil organic matter. **Soil and Tillage Research**, v.155, p.371-380, 2016.

Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2015.09.008>>.

COGO, FRANCIANE DINIZ. **Doses de gesso e distribuição em profundidade no solo de fungos micorrízicos arbusculares e glomalina em cafeeiro no cerrado**. 2016. 102p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Lavras, 2016.

CONCEIÇÃO, P. C. **Agregação e proteção física da matéria orgânica em solos tropicais e subtropicais**. 2006. 138p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós- Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

CORREIA, J. R.; REATTO, A.; SPERA, S. T. Solos e suas relações com o uso e o manejo. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2004. 416p.

COSTA JUNIOR, C.; PICCOLO, M. C.; NETO, M. S.; DE CAMARGO, P. B.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Carbono em agregados do solo sob vegetação nativa, pastagem e sistemas agrícolas no Bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.1311-1321, 2012.

DENEF, K.; SIX, J.; BOSSUYT, H.; FREY, S. D.; ELLIOT, E. T.; MERCKX, R.; PAUSTIAN, K. Influence of dry-wet cycles on the interrelationship between aggregate, particulate. **Soil Biology and Biochemistry**, v.33, p.1599-1611, 2001.

DENEF, K.; SIX, J. Clay mineralogy determines the importance of biological versus abiotic processes for macroaggregate formation and stabilization. **European Journal of Soil Science**, v.56, p.469-479, 2005.

DEXTER, A. R. Advances in characterization soil structure. **Soil and Tillage Research**, v.11, p.199-238, 1988.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Eds.). **Defining soil quality**

for a sustainable environment. **Soil Science Society of America; American Society of Agronomy**, p.3-21, 1994.

Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2136/sssaspecpub35>>.

ELMHOLT, S.; SCHJØNNING, P.; MUNKHOLM, L. J.; DEBOSZ, K. Soil management effects on aggregate stability and biological binding. **Geoderma**, v.144, p.455-467, 2008.

EMBRAPA, **Manual de métodos de análise de solos** / organizadores, Guilherme KangussúDonagema... [et al.]. — Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2011. 230 p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Humberto Gonçalves dos Santos... [et al.]. — 3 ed. rev. ampl. — Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353p.

EVANGELISTA, B. A. **Projeção de cenários atuais e futuros de produtividade de cana-de-açúcar em ambiente de Cerrado**. 2011. 164p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. 2011.

FERNÁNDEZ, R.; QUIROGA, A.; ZORATI, C. & NOELLEMAYER, E. Carbon contents and respiration rates of aggregate size fractions under no-till and conventional tillage. **Soil and Tillage Research**, v.109, p.103-109, 2010.

FIDELIS, L. de M.; BERGAMASCO, S. M. P. P. Quilombos e a agroecologia: a agricultura tradicional como estratégia de resistência da comunidade quilombola João Surá. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, nº18, 2013.

FIGUEIREDO, C. C.; RESCK, D. V. S.; CARNEIRO, M. A. C. Labile and stable fractions of soil organic matter under management systems and native cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 907-916, 2010.

FOKOM, R.; ADAMOU, S.; TEUGWA, M. C.; BEGOUDE BOYOGUENO, A. D.; NANA, W. L.; NGONKEU, M. E. L.; TCHAMENI, N. S.; NWAGA, D.; TSALA NDZOMO, G.; AMVAM ZOLLO, P. H. Glomalin related soil protein, carbon, nitrogen and soil aggregate stability as affected by land use variation in the humid forest zone of South Cameroon. **Soil and Tillage Research**, v.120, p.69-75, 2012.

FONTES, M. P. F.; GJORUP, G. B.; ALVARENGA, R. C. et al. Calcium salts and mechanical stress effects on water-dispersible clay of oxisols. **Soil Science Society of America Journal**, v.59, p.224-227, 1995.

FRANÇA, S. C. **Comunidades de fungos micorrízicos arbusculares nos manejos convencional e orgânico de citros e suas interações com *Phytophthora parasítica***. 2004. 106p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2004.

FCP. **Fundação Cultural Palmares**. Disponível em: <http://www.palmares.gov.br/?lang=es>. Acesso em: 24 de junho de 2016.

GARCIA, R. A. & ROSOLEM, C. A. Aggregates in a Rhodic Ferralsol under no-tillage and crop rotation. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.1489-1498, 2010.

GETAHUN, G. T.; MUNKHOLM, L. J.; SCHJØNNING P. The influence of clay-to-carbon ratio on soil physical properties in a humid sandy loam soil with contrasting tillage and residue management. **Geoderma**, v.264, p.94-102, 2016.

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

HAN, L.; SUN, K.; JIN, J.; XING, B. Some concepts of soil organic carbon characteristics and mineral interaction from a review of literature. **Soil Biology and Biochemistry**, v.94, p.107-121, 2016.

Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.11.023>>.

HARRIS, R. F.; CHESTERS, G.; ALLEN, O. N. Dynamics of soil aggregation. **Advances in Agronomy**, v.18, p.107-169, 1966.

HAYNES, R. J. & BEARE, M. H. Influence of six crop species on aggregate stability and some labile organic matter fractions. **Soil Biology and Biochemistry**, v.29, p.1647-1653, 1997.

HONTORIA, C.; GÓMEZ-PACCARD, C.; MARISCAL-SANCHO, I.; BENITO, M.; PÉREZ, J.; ESPEJO, R. Aggregate size distribution and associated organic C and N under different tillage systems and Ca-amendment in a degraded Ultisol. **Soil and Tillage Research**, v.160, p.42-52, 2016.

Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167198716300034>>.

HE, X. L.; LI, Y. P.; ZHAO, L. L. Dynamics of arbuscular mycorrhizal fungi and glomalin in the rhizosphere of *Artemisia ordosica* Krasch. In Mu Us sandland, China. **Soil Biology and Biochemistry**, v.42, p.1313-1319, 2010.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 19 de Abril de 2016.

INCRA. **Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária**. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/quilombolas>. Brasília-DF. Acesso em: 15 de Abril de 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Relatório Técnico de Identificação e Delimitação das Terras do Quilombo Mesquita (RTID)**. Publicado no Diário Oficial da União em 29 e 30 de Agosto de 2011.

KEMPER, W. & ROSENAU, R. Aggregate stability and size distribution. In: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. Agronomy Monograph. **American Society of Agronomy and Soil Science Society of America**, p.425-442, 1986.

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

KOIDEA, R. T. & PEOPLES, M. S. Behavior of Bradford-reactive substances is consistent with predictions for glomalin. **Applied Soil Ecology**, v.63, p.8-14, 2013.

LAL, R. Physical management of soils of the tropics: priorities for the 21st century. **Soil Science**, v.165, p.165-191, 2000.

LEIFHEIT, E. F.; VERESOGLOU, S. D.; LEHMANN, A.; MORRIS, E. K.; RILLIG, M. C. Multiple factors influence the role of arbuscular mycorrhizal fungi in soil aggregation—a meta-analysis. **Plant Soil**, v.374, p.523-537, 2014.

LI, X. L.; ZHANG, J. L.; GAI, J. P.; CAI, X. B.; CHRISTIE, P.; LI, X. L. Contribution of arbuscular mycorrhizal fungi of sedges to soil aggregation along an altitudinal alpine grassland gradient on the Tibetan Plateau. *Environ. Microbiology*, v.17, p.2841-2857, 2015.

LOSS, A; COSTA, E. M.; PEREIRA, M. G.; BEUTLER, S. J. Agregação, matéria orgânica leve e carbono mineralizável em agregados do solo. **Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional La Plata**, v.113, p.1-8, 2014.

LOSS, A.; BASSO, A.; OLIVEIRA, B. S.; DE PAULA KOUCHER, L.; DE OLIVEIRA, R. A.; KURTZ, C.; LOVATO, P. E.; CURMI, P.; BRUNETTO, G.; COMIN, J. J. Carbono orgânico total e agregação do solo em sistema de plantio direto agroecológico e convencional de cebola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p.1212-1224, 2015.

MADARI, B. E.; MACHADO, P. L. O. A.; TORRES, E.; ANDRADE, A. G.; VALENCIA, L. I. O. No tillage and crop rotation effects on soil aggregation and organic carbon in a Rhodic Ferralsol from southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, v.80, p.185-200, 2005.

MENDES, I. C.; SOUZA, L. V.; RESK, D. V. S.; GOMES, A. C. Propriedades biológicas em agregados de um Latossolo Vermelho-Escuro sob plantio convencional e direto no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.435-443, 2003.

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F.; LOVATO, T.; FERNANDES, F. F.; DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L.; G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S. S.; ALVAREZ V., V. H. (Eds.) **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.3. p.209-248, 2003.

MIRANDA, J. C. C.; VILELA, L.; MIRANDA, L. N. Dinâmica e contribuição da micorriza arbuscular em sistemas de produção com rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.1005-1014, 2005.

MMA. **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Brasília. Acesso em: 15 de Abril de 2016.

NASCENTE, A. S.; LI, Y. C.; CRUSCIOL, C. A. C. Soil aggregation, organic carbon concentration, and soil bulk density as affected by cover crop species in a no-tillage system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p.871-879, 2015.

Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/01000683rbc20140388>>.

OADES, J. M. Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. **Plant and Soil** (Historical Archive), v.76, p.319-337, 1984.

ONTL, T. A. & SCHULTE, L. A. Soil carbon storage. **Nature Education Knowledge** v.3, p.22, 2012.

PORTUGAL, A. F.; JUNCKSH, I.; SCHAEFER, C. E. R. G.; NEVES, J. C. D. L. Estabilidade de agregados em argissolo sob diferentes usos, comparado com mata. **Revista Ceres**, v.57, p.545-553, 2010.

PULLEMAN, M. M.; SIX, J.; VAN BREEMEN, N.; JONGMANS, A. G. Soil organic matter distribution and microaggregate characteristics as affected by agricultural management and earthworm activity. **European Journal of Soil Science**, v.56, p.453-467, 2005.

R DEVELOPMENT CORE TEAM, R: **A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria : the R Foundation for Statistical Computing, 2011.

RASSE, D. P.; RUMPEL, C.; DIGNAC, M. F. Is soil carbon mostly root carbon? Mechanisms for a specific stabilization. **Plant and Soil**, v.269, p.341-356, 2005.

RESENDE, M.; CURTI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 2 ed. Viçosa: NEPUT, 1997. 367p.

RIBON, A. A.; CENTURION, J. F.; CENTURION, M. A. P. da C.; FERNANDES, K. L.; HERMÓGENES, V. T. L. Alterações na estabilidade de agregados de latossolo e argissolo em função do manejo, na entrelinha da seringueira (*Hevea brasiliensis*). **Revista Árvore**, v.38, p.1065-1071, 2014.

Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010067622014000600011&lng=pt&nrm=iso&tlng=en>.

RILLIG, M. C.; WRIGHT, S. F.; NICHOLS, K. A.; SCHMIDT, W. F.; TORN, M. S. Large contribution of arbuscular mycorrhizal fungi to soil carbon pools in tropical forest soils. **Plant Soil**, v.233, p.167-177, 2001.

RILLIG, M. C. & MUMMEY, D. L. Mycorrhizas and soil structure. **New Phytologist**, v.171, p.41-53, 2006.

RILLIG, M. C. Arbuscular mycorrhizae: glomalin and soil quality. **Canadian Journal Soil Science**, v.84, p.355-363, 2004.

RILLIG, M. C.; AGUILAR-TRIGUEROS, C. A.; BERGMANN, J.; VERBRUGGEN, E.; VERESOGLOU, S. D.; LEHMANN, A. Plant root and mycorrhizal fungal traits for understanding soil aggregation. **New Phytologist**, v.205, p.1385-1388, 2015.

RILLIG, M. C.; MAESTRE, F. T.; LAMIT, L. J. Microsite differences in fungal hyphal length, glomalin, and soil aggregate stability in semiarid Mediterranean steppes. **Soil Biology and Biochemistry**, v.35, p.1257-1260, 2003.

ROSCOE, R.; MADARY, B. E.; MACHADO, P. L. O de A. Fracionamento físico do solo na obtenção de compartimentos mensuráveis para uso em simuladores da dinâmica da matéria orgânica. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F.M. ; SALTON, J. C. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas**. Dourados : Embrapa, p.17-42, 2006.

SANTOS, S. V. **A comunidade quilombola de Mesquita**. Belo Horizonte: FAFICH, 2015.

SCHMIDT, M. W.; TORN, M. S.; ABIVEN, S.; DITTMAR, T.; GUGGENBERGER, G.; JANSSENS, I. A.; KLEBER, M.; KOGEL-KNABNER, I.; LEHMANN, J.; MANNING, D. A. C.; NANNIPIERI, P.; RASSE, D. P.; WEINER, S.; TRUMBORE, S. E. Persistence of soil organic matter as an ecosystem property. **Nature**, v.478, p.49-56, 2011.

SILVA, J. E.; LEMAINSKI, J.; RESCK, D. V. S. Perdas de matéria orgânica e suas relações com a capacidade de troca catiônica em solos da região de cerrados do oeste baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.18, p.542-544, 1994.

SILVA, I. F. **Formação, estabilidade e qualidade de agregados do solo afetados pelo uso agrícola**. 1993. 126p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.

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**, v.21, p.113-117, 1997.

SIQUEIRA, J. O; COLOZZI-FILHO, A. & OLIVEIRA, E. Ocorrência de micorrizas vesicular-arbusculares em agro e ecossistemas do Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.24, p.1499-1506, 1989.

SIX, J.; CONANT, R. T.; PAUL, E. A.; PAUSTIAN, K. Stabilization mechanisms of soil organic matter: implications for C-saturation of soils. **Plant and Soil**, v.241, p.155-176, 2002.

SIX, J.; BOSSUYT, H.; GRYZE, S. & DENEFF, K. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. **Soil and Tillage Research**, v.79, p.7-31, 2004.

SIX, J.; FREY, S. D.; THIET, R. K.; BATTEN, K. M. Bacterial and fungal contributions to carbon sequestration in agroecosystems. **Soil Science Society of America; American Society of Agronomy**, v.70, p.555-569, 2006.

SIX, J.; PAUSTIAN, K. Aggregate-associated soil organic matter as an ecosystem property and a measurement tool. **Soil Biology and Biochemistry**, v.68, p.4-9, 2014.

SMITH, S. E. & READ, D. J. **Mycorrhizal Symbiosis**, third edition Academic Press, London, 2008.

SOLLINS, P.; HOMANN, P.; CALDWELL, B. A. Stabilization and destabilization of soil organic matter: mechanisms and controls. **Geoderma**, v.74, p.65-105, 1996.

SPSS – **Statistical Package for the Social Sciences**. Programa de computador, ambiente Windows, versão 16.0, Chicago.

SRIVASTAVA, A. K.; MALHOTRA, S. K.; KRISHNA KUMAR, N. K. Exploiting nutrient-microbe synergy in unlocking productivity potential of perennial fruits: a review. **Indian Journal Agricultural Sciences**, v.85, p.459-481, 2015.

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

TIVET, F.; SA, J. C. M.; LAL, R.; BRIEDIS, C.; BORSZOWSKI, P.R.; SANTOS, J.B.; SÉGUY, L. Aggregate C depletion by plowing and its restoration by diverse biomass-C inputs under no-till in sub-tropical and tropical regions of Brazil. **Soil and Tillage Research**, v.126, p.203-218, 2013.

TOMAZI, M. **Estabilidade da matéria orgânica em Latossolos do Cerrado sob sistemas de uso manejo**. 2008. 106p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

TRIVEDI, P.; ROCHESTER, I. J.; TRIVEDI, C.; VAN NOSTRAND, J. D.; ZHOU, J.; KARUNARATNE, S.; ANDERSON, I. C.; SINGH, B. K. Soil aggregate size mediates the impacts of cropping regimes on soil carbon and microbial communities. **Soil Biology and Biochemistry**, v.91, p.169-181, 2015.

Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.08.034>>.

TRUBER, P. V. & FERNANDES, C. Arbuscular mycorrhizal fungal communities and soil aggregation as affected by cultivation of various crops during the sugarcane fallow period. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, p.415-422, 2014.

Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010006832014000200006&lng=en&nrm=iso&tIng=en>.

TRUBER, P. V. **Agregação do solo e ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares em sistemas de rotação de culturas**. 2013. 75p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2013.

VARGAS, M. A. T. & HUNGRIA, M. **Biologia dos solos do cerrado**. EMBRAPA. Planaltina. 1997. 524p.

XIE, H.; LI, J.; WANG, B. Z. L.; HE, J. W. H.; ZHANG, X. Long-term manure amendments reduced soil aggregate stability via redistribution of the glomalin-related soil protein in macroaggregates. **Scientific Reports**, v.5, p.14687, 2015.

WANG, Q.; WANG W.; HE, X.; ZHANG, W.; SONG, K.; HAN, S. Role and Variation of the Amount and Composition of Glomalin in Soil Properties in Farmland and Adjacent Plantations with Reference to a Primary Forest in North-Eastern China. **PLOS ONE**, v.10, p.1-19, 2015.

WALKLEY, A. & BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, v.37, p.29- 38, 1934.

WOHLENBERG, E. V.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BLUME, E. Dinâmica da agregação de um solo franco-arenoso em cinco sistemas de culturas em rotação e em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.891-900, 2004.

WRIGHT, S. F. & UPADHYAYA, A. Extraction of an abundant and unusual protein from soil and comparison with hyphal protein of Arbuscular Mycorrhizal Fungi. **Soil Science**, v.161, p.575-586, 1996.

WRIGHT, S. F.; UPADHYAYA, A. A survey of soils aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. **Plant and soil**, v. 198, p.97-107, 1998.

WRIGHT, S. F.; FRANKE-SNYDER, M.; MORTON, J. B.; UPADHYAYA, A. Time-course study and partial characterization of a protein on hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi during active colonization of roots. **Plant Soil**, v.181, p.193-203, 1996.

WU, Q.S.; CAO, M.Q.; ZOU, Y.N.; HE, X. H. Direct and indirect effects of glomalin, mycorrhizal hyphae, and roots on aggregate stability in rhizosphere of trifoliolate orange. **Scientific Reports**, v.4, p.5823, 2014.

WU, Q. S.; LI, Y.; ZOU, Y. N.; HE, X. H. Arbuscular mycorrhiza mediates glomalin-related soil protein production and soil enzyme activities in the rhizosphere of trifoliolate orange grown under different P levels. **Mycorrhiza**, v.25, p.121-130, 2015.

WU, Q. S.; WANG, S.; SRIVASTAVA, A. K. Mycorrhizal hyphal disruption induces changes in plant growth, glomalin-related soil protein and soil aggregation of trifoliolate orange in a core system. **Soil and Tillage Research**, v.160, p.82-91, 2016.

Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167198716300216>>.

YODER, R. E. A direct method of aggregate analysis of soils and study of the physical nature erosion losses. **Journal American Society Agronomy**, v.28, p.337-351, 1936. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.2134/agronj1936.00021962002800050001x>>

ZHANG, S. X.; LI, Q.; ZHANG, X. P.; WEI, K.; CHEN, L. J.; LIANG, W. J. Effects of conservation tillage on soil aggregation and aggregate binding agents in black soil of Northeast China. **Soil and Tillage Research**, v.124, p.196-202, 2012.