



## ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM SISTEMA CONSORCIADO E MONOCULTIVO DO MARACUJÁ (*Passiflora edulis* Sims)

A. M. R. Ramos<sup>\*</sup>, B. M. B. Amorim, C. T. M. Freire,  
D. L. F. A. Lima

UNITINS - Universidade Estadual do Tocantins, Palmas, TO, Brasil.

Article history: Received 16 February 2019; Received in revised form 20 March 2019; Accepted 23 March 2019; Available online 30 March 2019

### RESUMO

A qualidade do solo está diretamente relacionada com o uso e o sistema de cultivo adotado pelos produtores. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do cultivo de maracujá consorciado e em monocultivo nos atributos físicos do solo (densidade, porosidade total e condutividade hidráulica) em um Latossolo Vermelho-Amarelo no município de Palmas, Tocantins. Para a análise dos dados foi utilizada técnicas estatísticas de análise multivariada, pois permite avaliar um conjunto de dados e evidenciar resultados independentes. Como resultado obteve-se que o primeiro componente foi responsável por capturar 74% da variância dos dados. Apesar de não ter sido verificada diferenças significativas (teste T realizado nos escores dos ACP 1, 2 e 3) entre os dois tratamentos avaliados, existe uma tendência de segregação entre os tratamentos no diagrama de ordenação. Nesse primeiro ano de estudo não se pode concluir que o plantio consorciado melhorou a qualidade física do solo.

**Palavras-chave:** adubação verde, densidade do solo, manejo do solo

### PHYSICAL ATTRIBUTES OF SOIL IN INTERCROPPED SYSTEM AND MONOCULTURE OF PASSION FRUIT (*Passiflora edulis* Sims)

### ABSTRACT

The quality of the soil is directly related to the use and the system of cultivation adopted by the producers. The objective of this manuscript was to evaluate the influence of intercropped and monoculture passion fruit cultivation on soil physical attributes (bulk density, total porosity and hydraulic conductivity) in Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (Oxisol) in the Municipality of Palmas, Tocantins. For the data analysis, statistical techniques of multivariate analysis were used, since it allows to evaluate a set of data and evidence independent results. As a result it was obtained that the first component was responsible for capturing 74% of the data variance. Although no significant differences were verified (T test performed in the ACP 1, 2 and 3) between the two evaluated treatments, there is a trend of segregation between treatments in the ordering diagram. In this first year of study it can not be concluded that the intercropping improved the physical quality of the soil.

**Keywords:** green manuring, bulk density, soil management

---

\* [michele.rr@unitins.br](mailto:michele.rr@unitins.br)

## INTRODUÇÃO

Os Latossolos pertencem ao um grupo de solos de grande importância devido principalmente seu potencial produtivo, associado a ocorrência em relevos planos e ótima qualidade física. Desta forma, estabelecer sistemas de manejo que objetivem a sustentabilidade desses solos é de grande interesse. Os solos da região central do cerrado apresentam elevada taxa de intemperismo e altas taxas de decomposição da matéria orgânica. Com a abertura de novas áreas, e consequente remoção da cobertura vegetal natural, muito se tem preocupado, pois essas ações provocam desequilíbrio afetando a qualidade física, química e biológica do solo (RANGEL & SILVA, 2007; COSTA et al., 2008).

As interferências antrópicas podem ser positivas ou negativas, dependendo do manejo que é dado, o tempo de exploração, tipo de solo e espécie vegetal. Práticas de manejo mais conservacionistas podem melhorar as características do solo, em contrapartida o manejo inadequado pode vir a acelerar sua degradação (RANGEL & SILVA, 2007; SALTON et al., 2008; COSTA et al., 2008; CARNEIRO et al., 2009).

A avaliação dos atributos físicos do solo é uma ferramenta que auxilia na tomada de decisão, principalmente para verificação da influência do manejo na degradação da qualidade do solo. A compactação do solo é um fator limitante para produção agrícola, ocasionando perda de porosidade, diminuindo a disponibilidade de água, volume e distribuição de tamanho dos poros, estabilidade dos agregados do solo, influenciando na infiltração da água, erosão hídrica e restringindo o desenvolvimento de raiz, entre outros problemas (LEÃO et al., 2004).

Cunha et al. (2001) analisando horizontes de superfície e subsuperfície verificaram tendência de aumento de densidade em solos cultivados com soja e milho, e tal alteração decorreu na ação de arados e grades, que atuam destruindo

agregados, aumento a densidade do solo e promovendo a compactação dos horizontes.

A análise de densidade do solo, é um dos indicadores mais utilizados para medir a compactação do solo, porém outros atributos como porosidade total, condutividade hidráulica fornecem informações importantes acerca da qualidade física do solo. O uso do solo com agricultura perene, principalmente as frutíferas pode vir a ser uma alternativa interessante, onde o retorno econômico é relativamente rápido e o manejo do solo é menos intenso, considerando que não há revolvimento e preparo do solo anualmente.

Sistemas consorciados com uso de adubos verdes além de melhorar a qualidade química e biológica do solo contribuem para o incremento e melhoria dos atributos físicos, desta forma, tem-se observado que a qualidade do solo é superior em sistemas consorciados do que nos monocultivos (JAKELAITIS et al., 2008; LOSS et al., 2012). Adubação verde é uma prática que tem contribuído para a sustentabilidade da agricultura, por proporcionar melhoria nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo (CUNHA et al., 2011)

A cultura do maracujá vem ocupando um lugar de destaque na fruticultura. Apesar de o Brasil ser considerado o maior produtor e consumidor de maracujá, existem algumas limitações que impedem uma produção ainda maior. (COELHO et al., 2016). Interessante para pequenos produtores e pequenas propriedades, representa uma boa opção entre as frutíferas por oferecer rápido retorno econômico, bem como uma receita bem distribuída pela maior parte do ano (MELETTI, 2011).

No Tocantins, o maracujazeiro ainda não se destacou entre os principais cultivos, porém o estado do Pará se destacou por muitos anos como principal produtor da região norte. A região Nordeste tem liderado a produção

brasileira nos últimos anos, seguida pelas regiões Sudeste, Norte, Centro-Oeste e Sul (MELETTI, 2011).

Assim o presente trabalho teve como objetivo avaliar os atributos físicos

do solo em cultivo de maracujá consorciado com crotalária e monocultivo em Latossolo Vermelho-Amarelo na região do cerrado central.

## MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi desenvolvida no Centro Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Tocantins, no município de Palmas, TO (Figura 1), que apresenta clima úmido/semiúmido com moderada deficiência hídrica, com precipitação de 1500-1600 mm/ano, e

temperatura média anual variando de 26 a 28°C, com predominância de chuvas no verão, e inverno seco. A classificação climática é o tipo Aw segundo Köppen e Geiger. Pertence ao bioma cerrado, com predomínio de vegetação semidecidual.

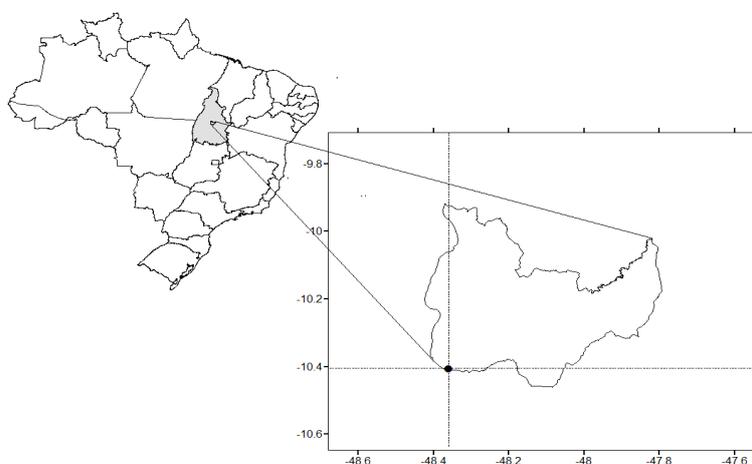


Figura 1. Localização da área de estudo.

A cultivar plantada do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *Flavicarpa* Deg). O transplante das mudas foi realizado no primeiro semestre de 2017 e manejado em dois sistemas, um com adubação verde (*Crotalaria juncea*) e outro em monocultivo.

Foi realizada adubação química e orgânica com 300 g do formulado 03-33-08 + 20g de FTE<sub>BR12</sub> + 3 litros de cama de frango por metro em ambos os tratamentos. No período de formação dos frutos foram feitas prospecções na área de 1.400 m<sup>2</sup> total (monocultivo e consorciado) e depois de identificado o horizonte superficial (Ap), foram coletadas 20 amostras indeformadas por tratamento no horizonte citado acima, utilizando-se anéis de Kopek de 73,4 cm<sup>3</sup> de volume. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-

Amarelo distrófico típico (Santos et al., 2018).

Amostras deformadas para caracterização química da área foram realizadas de acordo com metodologias preconizadas em Teixeira et al., (2017) e estão apresentadas na Tabela 1. Nas amostras indeformadas foram analisados os seguintes parâmetros físicos porosidade total (PT), determinada pelo conteúdo de água na amostra saturada, a condutividade hidráulica saturada pelo permeâmetro de carga constante e obtidos através da equação de Darcy (TEIXEIRA et al. 2017) e a densidade do solo que foi determinada pelo método do anel volumétrico com base na relação massa/volume, após o procedimento, para determinação da porosidade, em que foram utilizados os mesmos anéis (TEIXEIRA et al.2017).

**Tabela 1.** Análise química e de granulometria da área de estudo

pH	P	S-SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	M.O.
CaCl <sub>2</sub>	mg.dm <sup>-3</sup>									dag.Kg <sup>-1</sup>
5,4	19,8	3	0,37	1,3	1,2	0	2,2	2,87	5,07	1,2
B	Cu	Fe	Mn	Zn	V	m	Argila	Silte	Areia	C.O.
mg.dm <sup>-3</sup>					%		g.Kg <sup>-1</sup>			dag.Kg <sup>-1</sup>
0,1	0,4	26	0,6	0,7	57	0	360	50	590	0,7

Os atributos físicos do solo (densidade do solo, porosidade total e condutividade hidráulica) foram submetidos à análise de componentes principais com o objetivo de resumir a informação contida na matriz de dados originais. Esta análise foi conduzida através da extração de autovalores e autovetores de matriz de correlações (p x p) entre as variáveis de solos presentes na matriz original constituída por três descritores (densidade do solo, porosidade total, e condutividade hidráulica) e 20 observações para cada tratamento (amostras).

O estudo da qualidade do solo por meio de indicadores pode ser realizado utilizando-se técnicas estatísticas de análise multivariada (BENITES et al.,

2010). O uso da análise multivariada permite avaliar um conjunto de atributos e evidenciar resultados independentes na forma de índices de qualidade (MARCHESAN et al., 2011).

A quantidade de informação extraída de cada componente principal foi medida através dos autovalores, assumindo como informativos aqueles com valor maior que um. Desta maneira assume-se que os escores dos componentes principais representam os dados originais, de modo resumido, condensando a informação original em um anova combinação de dados que está fortemente associada ao determinado conjunto das variáveis originais. A análise foi realizada através do programa Past 3.x (HAMMER et al., 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apenas o primeiro componente principal teve seu autovalor maior que um (2,24), respondendo por 74% da variância total encontrada no conjunto de dados. Se

somado ao segundo componente principal, juntos respondem por 93% da variância original extraída (TABELA 2).

**Tabela 2.** Resultados da aplicação da análise de componentes principais sobre a matriz de correlação entre as variáveis descritoras (parâmetros físicos dos solos).

Componente principal	Autovalores ( $\lambda$ )	% da variância	% cumulativo da variância
$\lambda_1$	2,24	74,73	74,73
$\lambda_2$	0,56	18,65	93,38
$\lambda_3$	0,20	6,62	100

A densidade do solo apresentou correlação negativa com o eixo 1 (-0,93), enquanto a porosidade total (0,85) e a condutividade hidráulica (0,80)

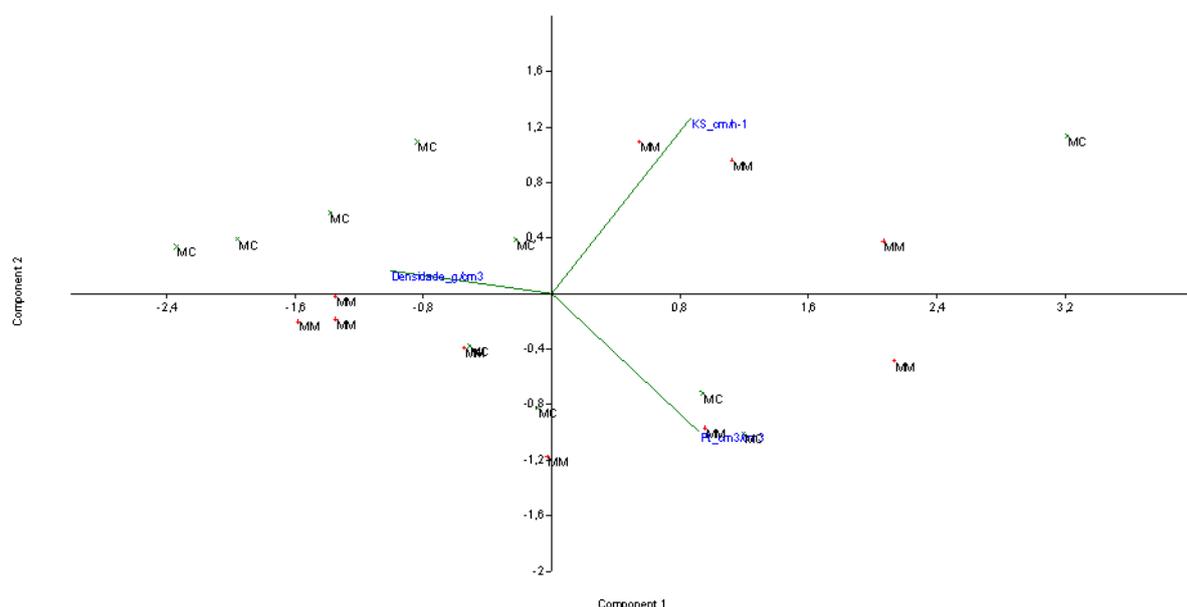
apresentaram-se diretamente relacionados com os escores deste mesmo eixo, conforme Tabela 3 e Figura 2.

**Tabela 3.** Matriz dos coeficientes de correlação entre os autovetores 1, 2 e 3 e os variáveis originais.

Variáveis originais	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Ds	-0,93	0,08	0,34
Pt	0,85	-0,46	0,24
Ks	0,80	0,58	0,15

Apesar de haver uma tendência de concentração das observações oriundas do cultivo consorciado na porção esquerda do plano de ordenação, o teste T aplicado aos escores do CP1, CP2, CP3 os resultados não apresentaram diferença significativa (CP1= 0,567; CP2=0,564; CP3=0,561). Isto pode ser explicado por se tratar de um

sistema recém implantado onde os benefícios da adubação verde ainda não podem ser verificados pela análise da qualidade física. É sabido que os atributos físicos dos solos não são tão sensíveis a mudança de uso e principalmente a alterações no manejo dos solos no primeiro ano.



**Figura 2.** Diagrama de ordenação resultante da aplicação da análise de componentes principais aos dados dos atributos físicos do solo Condutividade hidráulica (KS), Porosidade Total (PT) e Densidade do solo (DS) nos sistemas de produção de maracujá (monocultivo – MM e consorciado - MC).

Santana e Bahia Filho (1998) ressaltam que os atributos físicos como densidade, porosidade, estabilidade de agregados sofrem mudanças em médio prazo, ou seja, a mudança do uso e/ou manejo do solo não podem ser percebidas em curto prazo quando se utiliza esses indicadores na avaliação. Contudo, o fato de não terem apresentado diferença significativa após um ano da implantação do sistema, não quer dizer que a qualidade do solo não esteja sendo modificada. Araújo et al. (2007); Aratani et al. (2009),

Soares et al. (2016) consideram os atributos físicos como excelentes indicadores das diferenças entre sistemas de cultivos e na qualidade do solo. Em valores médios, a porosidade, condutividade hidráulica e a densidade do solo sob monocultivo ainda apresentaram valores melhores do que no plantio consorciado.

Na tabela 4 é apresentado os valores médios obtidos nos tratamentos estudados. Indicando que a diferença entre os atributos é muito pequena nas duas áreas. E que o efeito da planta de cobertura

ainda não foi detectado pelos atributos físicos, corroborando com a análise

estatística aplicada ao conjunto de dados.

**Tabela 4.** Valores médios dos atributos físicos avaliados na área de plantio do maracujá consorciado com crotalária (MC) e maracujá monocultivo (MM).

Trat	Ds g/cm <sup>3</sup>	Pt cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	KS cm/h <sup>-1</sup>
MC	1,49	0,54	46,7
MM	1,46	0,56	50,64

\*DS densidade do solo; Pt porosidade total, KS condutividade hidráulica.

Apesar da participação da crotalária no sistema favorecer a formação de poros biológicos de alta funcionalidade (FERREIRA et al., 2011), que irá promover maior infiltração, ou seja, maior condutividade hidráulica, porém esse efeito ainda não foi detectado pelos indicadores utilizados.

Andrade et al. (2009), de todas as culturas de cobertura estudadas, as leguminosas guandu e crotalária, foram as que mantiveram a camada superficial do solo cultivado com boa qualidade física.

Oliveira et al. (2015) em pesquisa realizada no município de Arapoti – PR, não encontrou modificações nas características físicas do solo com o uso de adubação orgânica em Latossolo Vermelho distroférrico. Denotando-se que os atributos físicos são menos sensíveis a mudança do manejo e uso do solo (CARNEIRO et al., 2009). No entanto, de acordo com Araújo et al. (2007), esses tem sido considerado os melhores indicadores

das diferenças entre solos com sistemas de cultivo distintos, ou seja, a longo prazo as diferenças entre os manejos de cultivos terão grandes chances de apresentarem resultados significativos, observando assim uma melhoria na densidade aparente, aumento da porosidade e condutividade hidráulica.

Contudo, o incremento de matéria orgânica e a maior disponibilidade de N favorecido pelo adubo verde, muito provavelmente estará contribuindo para elevar a atividade biológica, que associada ao desenvolvimento radicular da cultura principal e com os resíduos vegetais adicionados pela crotalária, incrementará esses teores de matéria orgânica que consequentemente irá influenciar a qualidade estrutural do solo (atributos morfológicos) proporcionando melhorias químicas e físicas do sistema produtivo, contribuindo para acelerar a resiliência desse solo.

## CONCLUSÕES

Os atributos físicos do solo não foram sensíveis para detectar diferenças entre os dois sistemas de cultivo no primeiro ano de implantação.

A técnica estatística utilizada foi eficiente em mostrar a tendência, no plano de ordenação, de segregação entre os dois sistemas avaliados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, S. L.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Escarificação mecânica e biológica para a redução da compactação em Argissolo franco arenoso sob plantio

direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28: 519-531, 2004.

ANDRADE, R. S.; STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Culturas de cobertura e

qualidade física de um Latossolo em plantio direto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13(4): 411- 418, 2009.

ARATANI, R. G.; FREDDI, O. DA S.; CENTURION, J. F.; ANDRIOLI, I. Qualidade física de um Latossolo Vermelho Acriférico sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. (33): 677-687, 2009

ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob Cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31: 1099-1108, 2007.

BENITES, V. M.; MOUTTA, R. O.; COUTINHO, H. L. C; BALIEIRO, F.C. Análise discriminante de solos sob diferentes usos em área de Mata Atlântica a partir de atributos da matéria orgânica. **Revista Árvore**, v. 34: 685-90, 2010.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D. DE; REIS, E. F. DOS, PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. DE. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de Cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33: 147-157, 2009.

COELHO, E. M., AZÊVEDO, L. C., UMSZAGUEZ, M. Fruto do Maracujá: Importância Econômica e Industrial, Produção, Subprodutos e Prospecção Tecnológica. **Cad. Prospec.**, Salvador, v. 9(3): 347-361, 2016.

COSTA, F. S.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32: 323-332, 2008.

CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D.; MOREIRA, J. A. A.; LEANDRO, W. M.

Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho: Parte II - Atributos biológicos do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.35(2): 603-611, 2011.

CUNHA, T. J. F.; MACEDO, J. R.; RIBEIRO, L. P.; FREITAS, F. P. P. L.; AGUIAR, A. C. Impacto do manejo convencional sobre propriedades físicas e substâncias húmicas de solos sob cerrado. **Ciência Rural**, v.1(1): 27-36, 2001.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo** / Paulo César Teixeira ... [et al.], editores técnicos. – 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573 p.

FERREIRA, E. P. B.; STONE, L. F.; PARTELLI, F. L.; DIDONET, A. D. Grain yield of common bean as affected by cover crops and soil management systems. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.15(7): 695-701 2011.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4(1): 1-9, 2001.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A. DA; SANTOS, J. B. DOS; VIVIAN, R. Qualidade da camada superficial de solo sob mata, pastagens e áreas cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.38: 118-127, 2008.

LEÃO, T.P.; SILVA, A.P.; MACEDO, M.C.M.; IMOFF, S.; EUCLIDES, V.P.B. Intervalo hídrico ótimo na avaliação de sistemas de pastejo contínuo e rotacionado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28: 415-423, 2004.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; BEUTLER, S. J.; PERIN, A.; ANJOS, L. H. C. DOS. Densidade e fertilidade do solo sob sistemas de plantio direto e de integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Revista Ciências Agrárias**, v. 55: 260-268, 2012.

MARCHESAN TM, SOUZA AM, MENEZES R. Avaliação do processo de ensino: uma abordagem multivariada. **Produção**; v. 21: 271-83, 2011.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura** v. 33, número especial, 2011.

OLIVEIRA, D. M. S.; DE LIMA, R. P.; JAN VERBURG, E. E. Qualidade física do solo sob diferentes sistemas de manejo e aplicação de dejetos líquido suíno. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19(3): 280–285, 2015.

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1609-1623, 2007.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D.L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32: 11-21, 2008.

SANTANA, D. P.; BAHIA FILHO, A. F. C. Soil quality and agricultural sustainability in the Brazilian Cerrado. In: **World Congress of Soil Science**, 16, 1998, Montpellier. Proceedings...Montpellier: ISSS/CIRAD, 1998. CD-Rom.

SOARES, M.D.R., CAMPOS, M.C.C., OLIVEIRA, I.A., CUNHA, J.M., SANTOS, L.A.C., FONSECA, J.S., SOUZA, Z.M. Atributos físicos do solo em áreas sob diferentes sistemas de usos na região de Manicoré, AM. **Revista Ciências Agrárias** v. 59, n.1, p. 9-15, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2020>. doi:dx.doi.org/10.4322/rca.2020