

## **PROPRIEDADES FÍSICO-HÍDRICAS DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO**

Guilherme Henrique Terra Cruz<sup>1</sup>, Felipe de Oliveira Dourado<sup>2</sup>, Lucas da Costa Santos<sup>3</sup>, Sandra Máscimo da Costa Silva<sup>4</sup>, Elton Fialho dos Reis<sup>5</sup>, Murilo Alceu de Águas<sup>6</sup>

### **RESUMO**

As características físicas do solo podem variar de acordo com o tipo de uso e cultivo ao qual o mesmo é submetido, e algumas práticas de manejo provocam efeitos negativos nas propriedades físicas do solo, podendo comprometer o desenvolvimento das culturas. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar, em três profundidades, as propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico localizado no município de Anápolis, Goiás, sob diferentes sistemas de manejo. Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, fator único, sendo os tratamentos constituídos dos seguintes sistemas de manejo: Pastagem, Pomar, Plantio Direto e Plantio Convencional, com quatro pontos de amostragem por tratamento, em cada profundidade. Verificou-se que os diferentes sistemas de manejo e profundidades provocam pouca ou nenhuma alteração na densidade do solo, densidade de partículas, porosidade e umidade. A pastagem proporcionou o maior aporte de matéria orgânica em relação aos demais sistemas. O pomar apresentou os melhores resultados de capacidade de água disponível. A resistência a penetração foi maior na camada de 0,20-0,30 m do solo e diferiu significativamente entre os tratamentos avaliados. Na área de pomar observou-se os menores valores de resistência à penetração e, na pastagem, os maiores.

**Palavras-chave:** Manejo conservacionista, Qualidade física do solo, Retenção de água pelo solo.

## **PHYSICAL-HYDRICAL PROPERTIES OF A DISTROPHIC RED-YELLOW LATOSOL UNDER DIFFERENT MANAGEMENT SYSTEMS**

### **ABSTRACT**

The physical characteristics of the soil can vary according to the type of use and cultivation at the same level and submitted, and some management practices cause negative effects on the physical properties of the soil, which may compromise the development of the crops. Thus, the objective of this work was to evaluate, in

---

<sup>1</sup> Eng. Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, BR-153, 3105 - Fazenda Barreiro do Meio, Anápolis - GO, e-mail: guilerghtech@gmail.com

<sup>2</sup> Eng. Agrícola, Mestrando, Universidade Estadual de Goiás, BR-153, 3105 - Fazenda Barreiro do Meio, Anápolis - GO, e-mail: felipeod\_12@hotmail.com

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Pós-doutorando, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, email: lucas.cs21@gmail.com

<sup>4</sup> Doutora em Agronomia, Professora Titular do Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, e-mail: sandramascimo@hotmail.com

<sup>5</sup> Pós-Doutor em Eng. Agrícola, Professor Titular do Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, e-mail: fialhoreis@ueg.br

<sup>6</sup> Eng. Agrícola, Mestrando, Irrigação do Cerrado, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Ceres/GO, e-mail: murilo\_aguas@hotmail.com

three depths, the physical properties of a Dystrophic Red-Yellow Latosol located in the city of Anápolis, Goiás, under different management systems. It was adopted a completely randomized design, a single factor, using the treatments consisting of the following management systems: Pasture, Orchard, Direct Planting and Conventional Planting, with four sampling points per treatment, at each depth. It was verified that the different management systems and soil depths, particle density, porosity and moisture. The pasture provided the greatest contribution of organic matter in relation to the other systems. The orchard provides the best results from the available water capacity. The penetration resistance was higher in the layer of 0.20-0.30 m from the soil and differed between treatments. In the orchard area, the lowest values of resistance to penetration were observed and, in the pasture, higher values.

**Keywords:** Conservation management, Soil physical quality, Soil water retention.

## INTRODUÇÃO

A busca de sistemas alternativos de produção que reduzam os impactos ambientais do cultivo agrícola e sejam sustentáveis, tanto do ponto de vista ambiental, quanto econômico é de fundamental importância para o agronegócio. A expansão da agricultura ao longo dos anos vem afetando prejudicialmente às propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, em razão do manejo inadequado e uso inapropriado em algumas regiões. Algumas dessas propriedades variam de acordo com o tipo de uso e cultivo ao qual o solo é submetido, e algumas práticas de manejo provocam efeitos negativos nas propriedades físicas do solo, podendo comprometer o desenvolvimento das culturas. Dentre as etapas do manejo, a que mais acentua tais prejuízos é a operação de preparo, pois consiste em revolver o solo modificando sua estrutura nas camadas superficiais (VIEIRA e KLEIN, 2007; SILVA et al., 2014).

Com a intensificação das atividades agrícolas e sua modernização com a chegada de máquinas cada vez maiores e modernas, surgiu a necessidade de desenvolver métodos que preservem a qualidade física do solo, como constatado por Vieira e Klein (2007), Reinert et al. (2008) e Secco et al. (2009). Contudo, muitas vezes, a produtividade dos cultivos é comprometida pelos próprios agricultores pela falta de conhecimento técnico na escolha e utilização de insumos para implantação das culturas. Os diferentes sistemas de manejo têm a finalidade de proporcionar condições favoráveis ao desenvolvimento das culturas, mas com a diversidade de opções, as vezes, os agricultores são infelizes em suas escolhas, que aliadas ao desrespeito às condições consideradas ótimas para o preparo, causam prejuízos ao solo em termos de

qualidade estrutural, resultando em decréscimos de produtividade por comprometer o solo.

Alguns sistemas de cultivo, a exemplo do plantio direto, em que a semeadura é feita em solo coberto por palha com o mínimo de revolvimento das camadas superficiais, tendem a minimizar a compactação do solo e preservar suas propriedades, além de possibilitar o controle erosivo.

Contudo, seu uso contínuo provoca aumento da densidade do solo, devido a ocorrência sistemática e não controlada do tráfego de máquinas agrícolas, resultando em queda na produtividade das culturas e anulando os benefícios do sistema, o que faz com que alguns produtores retornem ao sistema convencional (BERTOL et al., 2001; GOEDERT et al., 2002).

O preparo convencional, por sua vez, promove um intenso revolvimento da camada superficial, favorecendo a decomposição do material orgânico, deixando o solo exposto a ação erosiva, e afetando a qualidade física, química e biológica do solo (BAYER et al., 2008), além de promover compactação das camadas subsuperficiais (proveniente da utilização do arado), formando uma camada limitante ao desenvolvimento das raízes e ao processo de infiltração de água no solo.

Para identificar os benefícios de cada sistema, definir qual é o melhor para determinada situação e orientar seu manejo é necessário que se realizem estudos característicos do solo. Desta forma, este estudo teve por objetivo avaliar as propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico sob diferentes sistemas de manejo em diferentes profundidades.

## MATERIAL E MÉTODOS

A amostragem do solo foi realizada em áreas agrícolas situadas no município de Anápolis-GO na região centro-oeste do Brasil, cujo ponto central da área estudada apresenta latitude de 16°20'31" Sul, longitude de 48°53'09" Oeste e altitude média de 980 m. O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2006), com relevo suavemente ondulado. O clima, segundo a classificação de Koppen e Geiger, é do tipo Aw, com duas estações bem definidas, com verão chuvoso e inverno seco. A temperatura média anual é de 22,5 °C e a média anual de pluviosidade é 1370 mm (SEPIN, 2009).

Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, fator único, sendo os tratamentos constituídos dos seguintes sistemas de manejo: Pastagem, Pomar, Plantio Direto e Plantio Convencional, com quatro pontos de amostragem por tratamento, em cada profundidade, sendo elas: 0,0-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m, perfazendo um total de 48 amostras.

Foram selecionadas quatro áreas experimentais, de acordo com o histórico de uso e manejo do solo, sendo elas: Área 1 - Solo sob preparo convencional (5,23 ha) há 15 anos em sistema de manejo com aração, gradagem e aplicação de herbicida (pós-emergente), com cultivo de arroz, feijão e girassol; Área 2 - Solo sob plantio direto (8,8 ha) há 10 anos submetido a aplicação de herbicida (pós-emergente) e dessecante, com o cultivo de soja e milho; Área 3 - Solo sob pastagem (6,43 ha) - *Brachiaria humidicola* em pastejo extensivo de bovinos por mais de 20 anos, com lotação média de 1,5 UA ha<sup>-1</sup> (1 UA = 1 animal com peso vivo de 450 kg); Área 4 - Solo sob pomar (1,76 ha) em produção de diferentes variedades de mangueiras, com aproximadamente 20 anos de exploração.

Para determinação das propriedades físico-hídricas do solo, foram retiradas amostras com estrutura indeformada, utilizando amostrador tipo Uhland, montado com anéis de volume total de 104 cm<sup>3</sup>, nas profundidades de 0,0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 m, em pontos definidos de forma aleatória.

Foram coletadas também, amostras deformadas utilizando trado do tipo holandês para

as determinações de matéria orgânica e análise granulométrica. As propriedades avaliadas foram: Densidade de partículas (Dp), Densidade do solo (Ds), Porosidade total (Pt), Umidade gravimétrica (Ug), Umidade na capacidade de campo (CC), Umidade no ponto de murcha permanente (PMP), Matéria orgânica (MO), Composição Granulométrica e Capacidade de água disponível no solo (CAD). As determinações em laboratório seguiram metodologia da Embrapa (2011). A Umidade na CC foi determinada utilizando uma mesa de tensão da marca Eijelkamp, na tensão de 10 kPa. Para a determinação da umidade no PMP utilizou-se extrator de membrana, também da marca Eijelkamp, no potencial d e 1500 kPa. A resistência mecânica do solo à penetração (RP) foi determinada com 10 pontos amostrais em cada tratamento (áreas), perfazendo 40 pontos, nas profundidades de 0,0-0,10; 0,10-0,20; e 0,20-0,30 m, empregando-se um penetrógrafo eletrônico Falker PLG 1020, com cone de 12,83 mm de diâmetro, ângulo de penetração de 30°, e velocidade de penetração da haste próxima à 30 mm s<sup>-1</sup>, de acordo com a norma ASAE S 313.2 (ASABE, 2006).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de comparação de médias. Foi utilizado o teste F, a 5% de significância. Para a comparação das médias, utilizou-se o teste de Tukey também a 5% de significância.

Em todos os procedimentos estatísticos foi utilizado o software estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados da análise granulométrica e matéria orgânica nos sistemas de manejo estudados em diferentes profundidades, em Anápolis-GO.

O solo cultivado sob o sistema de plantio convencional (SPC) apresentou teor de argila maior que os demais, ocorrendo um leve aumento da concentração de argila com o incremento de profundidade, devido ao intenso revolvimento da camada superficial que provoca a translocação das partículas de argila para perfis mais profundos do solo.

**Tabela 1.** Composição granulométrica, matéria orgânica (MO) e classe textural do solo, em três níveis de profundidade, nos sistemas de plantio convencional (SPC), plantio direto (SPD), pastagem (PAST) e Pomar, Anápolis – GO, 2016.

Sistema de plantio convencional (SPC)						Sistema de plantio direto (SPD)				
Prof. <sup>1</sup>	Areia	Silte	Argila	MO	Classe Textural	Areia	Silte	Argila	MO	Classe Textural
M	-----%-----				-----	-----%-----				-----
0,0-0,10	47	11	42	3,1	Argilo - Arenoso	62	8	30	3,7	Franco - Argiloso
0,10-0,20	49	10	41	1,8	Argilo - Arenoso	59	9	32	1,6	Franco - Argiloso
0,20-0,30	46	11	43	1,5	Argilo - Arenoso	57	10	33	1,2	Franco - Argiloso
Pastagem (PAST)						POMAR				
Prof. <sup>1</sup>	Areia	Silte	Argila	MO	Classe Textural	Areia	Silte	Argila	MO	Classe Textural
M	-----%-----				-----	-----%-----				-----
0,0-0,10	60	9	31	5,4	Franco - Argiloso	54	9	37	4,3	Franco - Argiloso
0,10-0,20	50	10	40	2,6	Franco - Argiloso	52	9	39	2,5	Franco - Argiloso
0,20-0,30	45	11	44	2,3	Argilo - Arenoso	50	10	40	2,1	Franco - Argiloso

<sup>(1)</sup> Profundidade

O solo cultivado com pastagem apresentou os maiores valores de MO, seguido do pomar, nos primeiros dez centímetros de profundidade. Este resultado deve-se à deposição de dejetos de animais na pastagem, enquanto que no pomar atribui-se ao material orgânico proveniente das folhas e frutos em decomposição, fatores estes que aliados ao não revolvimento do solo e ao tempo de exploração de cada área, possibilitou o maior aporte de MO nos sistemas, como constatou Carneiro et al. (2009) estudando o efeito de diferentes tipos de manejo no solo. Os valores de MO decresceram com o incremento de profundidade, pelo fato do solo superficial ficar mais exposto as oscilações meteorológicas (sol e chuva), a decomposição de

MO nessa profundidade também é acelerada. As condições edafoclimáticas da região centro-oeste também favorecem a decomposição da MO. Além disso, como o acúmulo de matéria orgânica ocorre nas camadas superficiais, é natural que nessas camadas a quantidade de MO seja maior que nas camadas mais profundas. Contudo, esta é a faixa de solo mais comumente exposta a ação antrópica, reforçando a necessidade de se adotar sistemas de manejo que preservem a MO, pois a mesma é um indicador de qualidade do solo e reflete diretamente na produtividade (CONCEIÇÃO et al., 2005).

A Tabela 2 apresenta os resultados das análises físicas nos sistemas de manejo estudados, em diferentes profundidades, em Anápolis-GO.

**Tabela 2.** Valores médios da densidade do solo (Ds), densidade de partículas (Dp), umidade gravimétrica (Ug) e porosidade total (Pt) em três níveis de profundidade nos sistemas de plantio convencional (SPC), plantio direto (SPD), pastagem (PAST) e Pomar, Anápolis – GO, 2016.

Profundidade da camada de 0,0-0,10 m				
Sistemas	Ds	Dp	Ug	Pt
	-----g cm <sup>-3</sup> ----		-----%-----	
SPC	1,30 a	2,21 a	26,09 ab	40,94 a
PD	1,40 b	2,52 a	24,50 a	42,61 a
PAST	1,31 ab	2,43 a	27,14 b	46,11 a
POMAR	1,35 ab	2,66 a	29,88 c	49,10 a
Profundidade da camada de 0,10-0,20 m				
Sistemas	Ds	Dp	Ug	Pt
	-----g cm <sup>-3</sup> ----		-----%-----	
SPC	1,27 a	2,53 a	24,79 a	49,61 a
PD	1,32 a	2,42 a	24,34 a	45,38 a

PROPRIEDADES FÍSICO-HÍDRICAS DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

PAST	1,25 a	2,53 a	27,44 b	49,89 a
POMAR	1,27 a	2,65 a	28,56 b	52,17 a
Profundidade da camada de 0,20-0,30 m				
Sistemas	Ds	Dp	Ug	Pt
	-----g cm <sup>-3</sup> -----			-----%-----
SPC	1,21 a	2,28 a	24,97 a	46,92 a
PD	1,29 a	2,38 a	24,71 a	45,21 a
PAST	1,18 a	2,55 a	27,41 b	53,59 a
POMAR	1,26 a	2,65 a	27,91 b	52,26 a

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Observou-se que a densidade do solo (Ds) apresentou diferença significativa entre os sistemas de manejo somente na camada superficial de 0,0-0,10 m, não diferindo nas demais profundidades. Tormena et al. (2002) também observaram o mesmo comportamento de Ds em um Latossolo submetido a diferentes sistemas de manejo. A maior Ds foi encontrada no sistema de plantio direto em todas as camadas de amostragem, seguido do sistema com cultivo de frutíferas (pomar). Bertol et al. (2001) obtiveram resultados semelhantes, em estudo correlato, ao encontrar o valor de Ds 1,39 g cm<sup>-3</sup> para o SPD, sendo este valor o maior entre os sistemas avaliados. Os autores enfatizam que esse resultado é devido ao não revolvimento do solo, ao tráfico intensivo de máquinas agrícolas e implementos sobre o solo em SPD. Tormena et al. (2002) e Aratani (2008) também reforçam essa afirmação ao estudar o comportamento físico do solo em diferentes sistemas de manejo.

Com o incremento da profundidade observamos a redução da densidade do solo em todos os tratamentos, o que demonstra homogeneidade do solo em profundidade, sem camadas de impedimento, apesar de submetido a diferentes sistemas de manejo. O que também foi constatado por Klein e Libardi (2000) ao observarem comportamento semelhante quando estudavam faixas de umidade limitantes ao crescimento de culturas, relacionando-as com valores de Ds.

Os valores médios de densidade de partículas não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ), pois a Dp depende da natureza do material mineral predominante, portanto, pouca ou nenhuma diferença é verificada para uma mesma classe de solo. Resultado similar foi obtido por Mendes et al. (2006) ao avaliar alguns atributos do

solo de áreas degradadas, em Itajubá –MG. De acordo com Cysne et al. (2012), a Dp é uma propriedade física estável, e não está sujeita a variações advindas do manejo. Sendo assim, mesmo em profundidade, não se esperam grandes variações para esta propriedade do solo, mesmo considerando o maior aporte de matéria orgânica nas camadas superficiais, uma vez que esta é uma das variáveis capazes de alterar a Dp (VAN LIER, 2010).

Os maiores valores de Ug foram encontrados no Pomar e Pastagem, respectivamente, em todas as profundidades estudadas. A maior quantidade de material orgânico nestes sistemas protege o solo dos raios solares e conseqüentemente aumentam a quantidade de MO favorecendo a manutenção de umidade, possibilitando assim este resultado. O decréscimo da umidade, mesmo em pequena quantidade, com o incremento de profundidade, ressalta a afirmação, que a falta de MO dificulta a manutenção da umidade (MOREIRA et al., 2005).

A Porosidade total não apresentou diferença significativa em nenhuma das profundidades estudadas. As menores médias de PT foram verificadas no SPC, evidenciando que este sistema quando mal manejado pode gerar impedimento físico ao desenvolvimento radicular das culturas. Araújo et al. (2004) avaliando algumas propriedades indicadoras da qualidade física de um Latossolo Vermelho distrófico da região Noroeste do Paraná, cultivado e sob mata nativa, constataram que a porosidade do solo pós-cultivo é significativamente reduzida em virtude do aumento da compactação, que é evidenciada pelo aumento da densidade do solo.

A Tabela 3 apresenta os valores médios de umidade na capacidade de campo (CC), umidade no ponto de murcha permanente (PMP) e

Capacidade de água disponível no solo em diferentes profundidades, em Anápolis-GO, nos diferentes sistemas de manejo, GO.

**Tabela 3.** Umidades na capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP) e Capacidade de água disponível (CAD) em três níveis de profundidade nos sistemas de plantio convencional (SPC), plantio direto (SPD), pastagem (PAST) e Pomar, Anápolis – GO, 2016.

Sistema de plantio convencional (SPC)				Sistema de plantio direto (SPD)		
Prof. <sup>1</sup>	CC	PMP	CAD	CC	PMP	CAD
m	-----%-----		--mm--	-----%-----		--mm--
0,0-0,10	32,78	15,65	22,27	29,80	14,60	21,29
0,10-0,20	30,14	17,11	16,54	29,44	13,96	20,44
0,20-0,30	29,62	16,27	16,15	28,96	14,08	19,19
Pastagem (PAST)				POMAR		
Prof. <sup>1</sup>	CC	PMP	CAD	CC	PMP	CAD
m	-----%-----		--mm--	-----%-----		--mm--
0,0-0,10	33,89	15,68	23,85	30,88	20,66	13,80
0,10-0,20	36,45	17,14	24,13	32,16	16,28	20,17
0,20-0,30	38,69	16,47	26,22	33,40	17,16	20,47

<sup>(1)</sup> Profundidade

Dentre os sistemas de manejo avaliados, os maiores valores de umidade, tanto na capacidade de campo quanto no ponto de murcha permanente, ocorreram no solo sob pastagem. Tal comportamento está relacionado a maior porcentagem de matéria orgânica encontrada neste sistema (Tabela 1).

A capacidade de água disponível no solo (CAD) indica a lâmina de água que o solo é capaz de reter e disponibilizar para as culturas, sendo este fator essencial ao desenvolvimento das mesmas. Quanto maior a capacidade de água disponível no solo, menor é a frequência de irrigação. Em todas as profundidades estudadas o sistema com pastagem possibilitou uma maior CAD, este resultado se deve à maior presença do material orgânico no sistema e de suas raízes fasciculadas, que promovem agregação de partículas do solo, favorecendo a microporosidade intra e inter-agregados, microporosidade esta que aumenta a capacidade de retenção de água pelo solo.

O SPC apresentou uma maior CAD na camada superficial do solo, em relação às demais profundidades avaliadas no mesmo sistema. Isto ocorreu devido ao maior percentual de MO nessa camada, o que auxilia na capacidade de retenção da água no solo. Este resultado se evidencia pelo decréscimo da CAD em profundidade em virtude da redução da MO.

O SPD apresenta uma maior uniformidade nos valores de CAD, pois este sistema preconiza a não mobilização do solo, possibilitando uma maior preservação da estrutura, portanto, é evidente que se tenha pouca alteração dos valores das variáveis em função da profundidade (TORMENA et al., 2002).

O pomar não apresentou um bom resultado de CAD na superfície, porém, com o incremento de profundidade o sistema apresentou melhores resultados, uma vez que neste sistema não ocorre nenhuma operação de preparo que modifique a estrutura do solo, é esperado que em profundidade o solo se mantenha estável.

No SPC e SPD observou-se um decréscimo da CC com o incremento de profundidade e conseqüentemente a diminuição da CAD. Este resultado como já mencionado se relaciona à perda de MO nos sistemas, e a pouca variação nos valores de argila (Tabela 1). Nos sistemas de Pastagem e Pomar, o comportamento é inverso, em profundidade observa-se o aumento da CC, acompanhando o significativo aumento do teor de argila observado nos sistemas, e conseqüentemente o aumento da CAD.

Os resultados encontrados neste trabalho indicam uma correlação entre a CAD encontrada e a distribuição da matéria orgânica no solo na área experimental. Tais evidências são reforçadas pelos resultados encontrados por Carpenedo e

PROPRIEDADES FÍSICO-HÍDRICAS DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

Mielniczuk (1990), em que a maior armazenagem e disponibilidade de água às plantas, nas camadas mais próximas à superfície do solo, estariam associadas a melhorias da estruturação do solo das primeiras camadas do perfil, sob SPD, pela adição de matéria orgânica na superfície.

A Tabela 4 apresenta os valores médios de resistência mecânica do solo à penetração nos diferentes sistemas de manejo, em diferentes profundidades, em Anápolis-GO.

**Tabela 4.** Valores médios de resistência mecânica à penetração em diferentes profundidades e sistemas de manejo, sistema de plantio convencional (SPC), plantio direto (SPD), pastagem (PAST) e Pomar, Anápolis – GO, 2016.

Profundidade (m)	Resistência mecânica do solo à penetração			Média
	0,0-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	
	----- kPa -----			
SPC	648,96 a	1685,40 ab	2227,61 bc	1520,66
PD	1202,83 b	2086,98 bc	2007,38 b	1765,73
PAST	1295,79 b	2461,27 c	2532,91 c	2096,66
POMAR	942,62 ab	1525,17 a	1526,97 a	1331,45

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

O SPC apresentou valores inferiores de RP na camada superficial, aumentando significativamente com a profundidade. Esse resultado se deve ao revolvimento superficial do solo causado pela ação dos implementos de preparo e à compactação subsuperficial causada por estes.

Os valores de RP na pastagem foram significativamente maiores em todas as profundidades de amostragem comparado aos demais tratamentos, demonstrando uma maior compactação do solo proveniente do pastejo intensivo. Sousa et al. (1998) trabalhando com a influência da pressão exercida por pisoteio de animais na compactação do solo, calcularam os valores da massa, área do casco e pressão de animais no solo, e observaram que a pressão exercida pelo bovino foi 106,5% maior que aquela exercida pelo trator.

Os maiores valores de umidade (Tabela 2) na camada superficial, indicam a sensibilidade do solo em reduzir a RP com o aumento do teor de água. Apesar da semelhança dos valores de umidade entre SPC e SPD nas camadas mais profundas, a maior resistência em SPD é resultado da maior compactação do solo, evidenciado pela maior densidade em relação ao SPC. Em termos de redução da RP, o SPC mostrou-se mais eficiente que os demais tratamentos na camada superficial, porém, com o incremento de profundidade o SPD

possibilita menores valores de RP. Considerando-se à necessidade de cobertura do solo para controle da erosão e das perdas de água, os benefícios físicos do SPC podem ser anulados pela rápida perda de água do solo, em face de seu maior volume de poros drenáveis, e isto torna as culturas mais vulneráveis às condições climáticas (TORMENA et al., 2002).

Em geral, o sistema de cultivo que possibilitou os menores valores de RP foi o pomar, assim, é válido destacar o papel exercido por espécies vegetais arbóreas na melhoria da qualidade do solo. Segundo Young (1997), as árvores são responsáveis por diversos benefícios ao solo, protegendo-o do impacto das gotas de chuva, mantendo o teor de matéria orgânica e melhorando suas propriedades físicas.

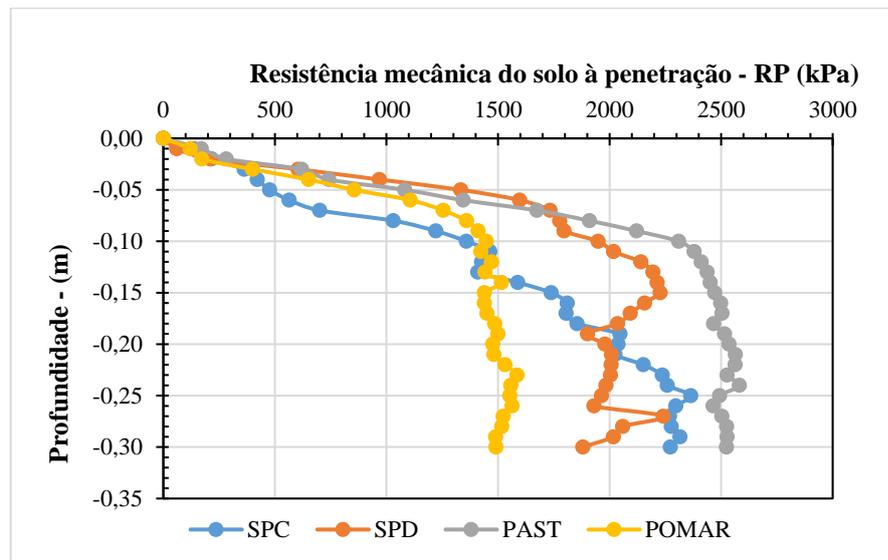
Em face dos resultados de RP obtidos por outros autores ao avaliarem a limitação imposta por essa propriedade à produtividade de culturas, os resultados encontrados neste trabalho não indicam compactação do solo limitante ao desenvolvimento radicular. Beutler et al. (2004) encontraram que o valor de resistência do solo à penetração limitante à produtividade de grãos da cultura do arroz de sequeiro no maior conteúdo de água avaliado ( $0,27 \text{ kg kg}^{-1}$ ) limitante à produtividade de grãos da cultura do arroz de sequeiro foi de 2,38 e 2,07 MPa, no Latossolo Vermelho textura média e Latossolo Vermelho

textura argilosa, respectivamente. Enquanto Carvalho et al. (2006) relataram que valores de RP variando entre 1,3 e 2,9 MPa não restringiram a produtividade de grãos da cultura do feijão em um Latossolo. Silva et al. (2000c) verificaram em Latossolo Vermelho argiloso que a produtividade

de soja cultivada em plantio direto e em preparo convencional não foi limitada em valores de RP encontrados pouca acima de 2,0 MPa.

A Figura 1 apresenta os valores de resistência mecânica à penetração para diferentes sistemas de manejo da área experimental.

**Figura 1.** Resistência mecânica à penetração em diferentes sistemas de manejo (sistema de plantio convencional (SPC), plantio direto (SPD), pastagem (PAST) e pomar), Anápolis – GO, 2016.



Nos sistemas de manejo avaliados, foi verificado um gradiente crescente de resistência à penetração com o aumento da profundidade, atingindo a máxima resistência a 0,20-0,30 e 0,25-0,30 m para os sistemas de pastagem e plantio convencional (Figura 1). Estes resultados estão associados ao tráfego de máquinas e implementos nos sistemas. No solo sob plantio convencional se observa o maior valor de resistência à penetração (2,36 MPa) na profundidade de 0,25 m, caracterizando a ação do arado de discos sempre na mesma profundidade.

Como discutido anteriormente, valores superiores de resistência à penetração em pastagem, são observados devido à pequena área de contato entre animal e solo, a qual causa compactação adicional ao solo, que aliado ao pastejo intensivo, eleva os valores de RP, como constatado por Schneider et al. (1978), quando avaliaram a influência do pisoteio animal.

## CONCLUSÃO

Os diferentes sistemas de manejo provocam pouca ou nenhuma alteração na densidade do solo, porosidade total e capacidade de água disponível (CAD), e não afetaram a densidade de partículas do solo;

No solo cultivado com pastagem observou-se o maior aporte de matéria orgânica em todas as profundidades avaliadas. Este sistema de cultivo possibilitou os maiores valores de capacidade de água disponível (CAD);

A resistência a penetração foi maior na camada de 0,20-0,30 m do solo e diferiram significativamente entre os tratamentos avaliados. O pomar possibilitou os menores valores de resistência à penetração e, na pastagem, os maiores.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Educação Tutorial (PET/Engenharia Agrícola) pelo apoio financeiro e a Emater/GO pela disponibilização da área de estudo.

## REFERENCIAL TEÓRICO

ARATANI, R. G. **Qualidade física e química do solo sob diferentes manejos e condições edafoclimáticas no estado de São Paulo**. 2008. 139 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

ARAUJO, M. A.; TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. Propriedades físicas de um latossolo vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 2, 2004.

ASABE – American Society of Agricultural and Biological Engineers. **Soil cone penetrometer**. ASAE Standard S313.2. St. Joseph, 2006, p. 903-904.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L.S. da; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo em ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. rev. e atual. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 7-18.

BERTOL, I.; BEUTLER, J. F.; LEITE, D.; BATISTELA, O. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. **Scientia Agricola**, vol. 58, n. 3, p. 555-560, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162001000300018>.

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Resistência à penetração em latossolos: valor limitante à produtividade de arroz de sequeiro. **Ciência Rural**. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), v. 34, n. 6, p. 1793-1800, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782004000600019>.

CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de

manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, p. 99-105, 1990.

CARVALHO, G.J.; CARVALHO, M. de P.; FREDDI, O. da S.; MARTINS, M.V. Correlação da produtividade do feijão com a resistência à penetração do solo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, p. 765-771, 2006.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, p. 147-157, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000100016>.

CONCEICAO, P. C.; AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. vol. 29, n. 5, p. 777-788, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832005000500013>.

CYSNE, J. R. B.; PINTO, C. M.; PINTO, O. R. O. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho Amarelo manejado com dois sistemas de rotação de culturas no plantio direto. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 196-213, 2012.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. D.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. (Org.) **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.

GOEDERT, W. J.; SCHERMACK, M. J.; FREITAS, F. C. Estado de compactação do solo em áreas cultivadas no sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol. 37, n. 2, p. 223-227, 2002.

<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2002000200015>.

KLEIN, V. A.; LIBARDI, P. L. Faixa de umidade menos limitante ao crescimento vegetal e sua relação com a densidade do solo ao longo do perfil de um Latossolo roxo. **Ciência Rural**, v. 30, n. 6, p. 959-964, 2000.

MENDES, F. G.; MELLONI, E. G. P.; MELLONI, R. Aplicação de atributos físicos do solo no estudo da qualidade de áreas impactadas, em Itajubá -MG. **Cerne**, v. 12, n. 3, p. 211-220, 2006.

MOREIRA, J. A. A.; OLIVEIRA, I. P.; GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F. Atributos químicos e físicos de um Latossolo Vermelho distrófico sob pastagens recuperada e degradada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 3, p. 155-161, 2005.

REINERT, D. J.; ALBUQUERQUE, J. A.; REICHERT, J. M.; AITA, C.; ANDRADA, M. M. C. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em argissolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. vol. 32, n. 5, p. 1805-1816, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000500002>.

SCHNEIDER, P. R.; GALVÃO, F.; LONGHI, S. J. Influência do pisoteio de bovinos em áreas florestais. **Revista Floresta**, v. 19, n. 1, p. 19-23, 1978. <http://dx.doi.org/10.5380/rev.v9i1.6209>.

SECCO, D.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; SILVA, V. R. Atributos físicos e rendimento de grãos de trigo, soja e milho em dois Latossolos compactados e escarificados. **Ciência Rural**. 2009, v. 39, n. 1, p. 58-64. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009000100010>.

SEPIN – **Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação**, 2009. Disponível em: <<http://www.seplan.go.gov.br>>. Acesso em: 26 Dezembro. 2016.

SILVA, V. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Resistência mecânica do solo à penetração influenciada pelo tráfego de uma colhedora em dois sistemas de manejo do solo. **Ciência Rural**, v. 30, p. 795-801, 2000c. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782000000500009>.

SILVA, N. F.; CUNHA, F. N.; OLIVEIRA, R. C.; CABRAL FILHO, F. R.; TEIXEIRA, M. B.; CARVALHO, J. J. Características Físico-Hídricas de um latossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v. 8, n. 5, p. 375 - 390, 2014. <http://dx.doi.org/10.7127/RBAI.V8N500245>.

SOUSA, A. R.; SILVA, A. B.; RESENDE, M. Influência da pressão exercida por pisoteio de animais na compactação do solo do vale do Pajeú, em Pernambuco. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO DA ÁGUA, 12, 1988, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza: SBC, p. 256-257, 1998.

TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C. S.; GONCALVES, A. C. A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia agrícola**, v. 59, n. 4, p. 795-801. 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-9016200200040002>.

VAN LIER, DE JONG, Q. **Física do Solo**. 1.ed. Viçosa, Minas Gerais, 2010. 298 p.

VIEIRA, M. L.; V. A. Propriedades físico-hídricas de um Latossolo vermelho submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1271 - 1280, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000600006>.

YOUNG, A. **Agroforestry for soil management**. 2nd ed. Nairobi: CAB Internacional, 1997. 320 p.