

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**

**CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS PARA O CULTIVO  
DO LINHO EM LATOSSOLO CAULINÍTICO EM  
DOURADOS, MS**

**JOYCE CASTRO XAVIER  
RAFAEL COSTA FERREIRA**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL**

**2019**

# **CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS PARA O CULTIVO DO LINHO EM LATOSSOLO CAULÍNICO EM DOURADOS, MS**

JOYCE CASTRO XAVIER

RAFAEL COSTA FERREIRA

Acadêmicos de agronomia

Orientadora: PROFA. DRA. CARLA ELOIZE CARDUCCI

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal da Grande Dourados,  
como parte das exigências do Curso de  
Graduação em Agronomia, para obtenção do  
título de Engenheiro Agrônomo.

Dourados  
Mato Grosso do Sul  
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

Xavier, Joyce Castro & Ferreira, Rafael Costa

Condições edafoclimáticas para o cultivo do linho em Latossolo caulinitico em Dourados, MS  
[recurso eletrônico] / Joyce Castro Xavier, Rafael Costa Ferreira . -- 2019.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Carla Eloize Carducci .

TCC (Graduação em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2019.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Linun usitatissimum. 2. armazenamento de água. 3. balanço hídrico. I. Costa Ferreira, Rafael.  
II. Carducci, Carla Eloize. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

**CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS PARA O CULTIVO DO  
LINHO EM LATOSSOLO CAULINITICO EM DOURADOS/MS**

por:

JOYCE CASTRO XAVIER  
RAFAEL COSTA FERREIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para  
obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO

Aprovado em 21/11/2019



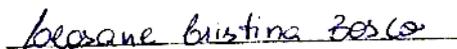
Profa. Dra. Carla Eloize Carducci

Orientadora – UFGD/FCA



Prof. Dra. Paula Pinheiro Padovese Peixoto

FCA/UFGD



Prof. Dra. Leosane Cristina Bosco

UFSC

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela vida e pela constante proteção, durante toda essa caminhada.

A todos os professores, aos quais tive a oportunidade de caminhar junto, e de um modo muito especial:

A Professora Carla Eloize Carducci, pela paciência, dedicação, humildade, transparência e boa vontade em transmitir novos ensinamentos, fazendo nos crescer para a vida.

A Prof<sup>a</sup>. Livia Maria Chamma Davide, pelos ensinamentos, pela atenção e profissionalismo durante os anos que me orientou junto ao grupo de melhoramento e biotecnologia Vegetal – GMBV.

A todos os membros do Grupo de Melhoramento e Biotecnologia Vegetal UFGD pelas experiências, apoio e ensinamentos.

A minha irmã Jessica Castro Xavier que sempre esteve ao meu lado, a minha mãe Maria Aparecida Castro Xavier e pai Luiz Carlos Xavier pelo amor, apoio e confiança que me transmitiram durante essa caminhada.

Ao meu namorado, Júlio Cesar por todo apoio e conselhos.

Aos meus colegas de sala, especialmente, Gabriela Amorim, Gabriele Bezerra, Luiz Antônio, Leonardo Assis, João Cláudio Turtt, pelo apoio e ajuda mútua, pelo coleguismo e companheirismo.

A Universidade Federal da Grande Dourados pela oportunidade de realização do curso de graduação e por todas as oportunidades concedidas.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional. Muito Obrigada

Autor: Joyce Castro Xavier

## **AGRADECIMENTOS**

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por me conceder o dom da vida e por sempre ser meu socorro presente nos momentos de dificuldades.

Aos meus pais, Cirleia Cristina Costa, Marcilio Ferreira Barroso e ao meu padastro João Gerônimo dos Santos, por toda confiança, estímulo e incentivo na minha trajetória acadêmica, sempre me concedendo forças e me encorajando a ir além para conquistar meus sonhos.

Aos meus irmãos Neyleia Priscila Carlos Costa, Deivison Augusto Carlos Costa Ribeiro, aos meus avós Ana Carlos de Souza, Camilo Costa Candido, aos meus tios Celiomar e Cesar por me conceder força e incentivo e sempre acreditar em mim.

A minha namorada Andressa de Sá Morande e a toda a família dela por estar sempre ao meu lado me apoiando e me ajudando em meus projetos e na minha vida.

Agradeço também as minhas professoras do ensino médio por me motivarem a estudar e entrar na faculdade, e a me passar conhecimento em especial a Karen Augusto e Márcia Cristina Cavenaghi.

Aos meus Amigos Felipe Schwinn, Davi de Sousa, Alberto Domingues, por sempre estarem comigo na minha trajetória acadêmica.

E a todos meus amigos, companheiros, parentes e todos que me ajudaram e contribuíram para o meu crescimento pessoal.

A Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD – pelas inúmeras oportunidades que me foram concedidas durante toda minha jornada acadêmica.

A Profa. Dra. Carla Eloize Carducci por aceitar ser minha orientadora de pesquisa e trabalho de conclusão de curso, e por estar sempre disposta a me ajudar, me ensinar e a me passar todo seu conhecimento, e apoio moral.

A Prof. Dra. Leosane e a Prof. Dra. Paula Pinheiro Padovesse Peixoto, por ter aceito o convite de fazer parte da nossa banca.

Ao PET- AGRONOMIA pela bolsa de estudos, a todos os membros do grupo pelo apoio, e em especial ao tutor do grupo Walber Luiz Gavassoni pelos conselhos e apoio em minha formação.

A todos os professores, técnicos e funcionários da Faculdade de Ciências Agrárias, por participarem direta e indiretamente em minha formação acadêmica.

Ficam aqui meus sinceros e cordiais agradecimentos, a todos vocês!

Autor: Rafael Costa Ferreira

# Sumário

<b>RESUMO</b> .....	
<b>ABSTRACT</b> .....	
<b>1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	8
1.1. Cultivo do linho no Brasil .....	8
1.2. Condições edafoclimáticas da região Centro-Sul para cultivo do .....	9
1.3. Aspectos do clima da região Centro-Oeste .....	10
<b>2. INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	13
3.1 Descrição da área de estudo.....	13
3.2 Amostragem e Análise visual da estrutura do solo .....	15
3.3 Análises físicas e hídricas do solo.....	16
3.4 Balanço Hídrico.....	16
3.5 Produtividade .....	16
3.6 Análises estatísticas.....	16
<b>4. RESULTADOS</b> .....	17
<b>5. DISCUSSÃO</b> .....	21
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	23
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	24

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Valores médios e desvio padrão da média para a densidade do LATOSSOLO VERMELHO Distroférico sob sistema conservacionista de manejo, cultivado com três genótipos de linho: Caburé (CB), Aguará (AG) e UFSC, em duas camadas: 0-0,16 m e 0,16-0,30 m.....	16
Figura 2. Valores médios e desvio padrão da média para PT (porosidade total); MI (microporos); MA (macroporos) e PA (Porosidade de Aeração) LATOSSOLO VERMELHO Distroférico sob sistema conservacionista de manejo, cultivado com três genótipos de linho: Caburé (CB), Aguará (AG) e UFSC em duas camadas: 0-0,16 m e 0,16-0,30 m.....	17
Figura 3. Valores médios e desvio padrão da média para CAD (Capacidade de água disponível); PMP (ponto de murcha permanente); CC (capacidade de campo) LATOSSOLO VERMELHO Distroférico sob sistema conservacionista de manejo, cultivado com três genótipos de linho: Caburé (CB), Aguará (AG) e UFSC, em duas camadas: 0-0,16 m e 0,16-0,30 m.....	17
Figura 4. Balanço hídrico da cultura do linho nos anos de 2017 e 2018, considerando déficit e excesso de água no solo, precipitação pluvial semanal e evapotranspiração da cultura (ETc).....	19
Figura 5. Rendimento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) dos genótipos de linho semeados em 2017 e 2018.....	20

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização física, química e mineralógica do horizonte Bw do LATOSSOLO VERMELHO Distroférico.....	13
Tabela 2. Análise química do LATOSSOLO VERMELHO Distroférico para os dois anos de cultivo.....	13
Tabela 3. Análise visual da estrutura do solo (VESS) com os valores do Score Visual (EV) para o LATOSSOLO VERMELHO Distroférico cultivado com três genótipos de linho.....	14

XAVIER, J. C; FERREIRA, R. C. **Condições edafoclimáticas para o cultivo do linho em Latossolo caulinitico em Dourados, MS.** Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso), Universidade Federal da Grande Dourados, MS.

## RESUMO

A água no solo é indispensável para a produção agrícola, o conhecimento da sua interação com o sistema solo-planta-atmosfera possibilita o estabelecimento de um manejo agrícola adequado para otimizar seu aproveitamento pelas plantas. O trabalho teve o objetivo de avaliar as condições edafoclimáticas para o cultivo do linho (*Linun usitatissimum*) em Latossolo caulinitico em Dourados, MS. O experimento foi conduzido em um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico (LVdf) onde foi semeado de forma direta três genótipos de linho marrom: Caburé INTA, Aguará INTA-Argentina e UFSC, em meados de abril de 2017 e 2018. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso com três repetições em esquema fatorial. Foram coletadas amostras preservadas e alteradas de solo nas camadas identificadas na análise visual da estrutura do solo (0-0,16m e 0,16 a 0,30m) para determinação dos atributos físicos e hídricos como: granulometria, mineralogia, densidade do solo (Ds), porosidade total (PT), macroporos (Ma), microporos (Mi), porosidade de aeração (PA), capacidade de campo (CC) e do ponto de murcha permanente (PMP), capacidade de água disponível (CAD), bem como o balanço hídrico da cultura em 2017 e 2018 pelo método sequencial de Thornthwaite-Mather. Os dados foram submetidos a análise de variância ( $P < 0,05$ ) e quando pertinente a comparação de médias pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Foi possível verificar que o manejo conservacionista melhorou a qualidade física do solo ao longo do tempo, principalmente pelo incremento em MI ( $> 0,47 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ) e PA ( $\geq 0,49 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ). Nos dois anos avaliados o Latossolo em estudo disponibilizou boa quantidade de água para a cultura ( $\geq 0,21 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ; 81,9mm/cm) sendo a precipitação o fator mais limitante a produção da cultura na região. O maior déficit hídrico registrado em 2018 não influenciou no rendimento da cultura, a melhor distribuição de chuvas nesse ano contribuiu para manutenção de água no solo e produtividade.

**Palavras-chave:** *Linun usitatissimum*, armazenamento de água, balanço hídrico

XAVIER, J. C; FERREIRA, R. C. **Edaphoclimatic conditions for the cultivation of flax in kaolinitic Oxisol in Dourados,MS.** Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso), Universidade Federal da Grande Dourados, MS.

### ABSTRACT

The soil water is indispensable for agricultural production, the knowledge of their interaction with the soil-plant-atmosphere system enables the establishment of a proper agricultural management to optimize their use by crops. The aim of this work was to evaluate the edaphoclimatic conditions for the cultivation of flax (*Linum Usitatissimum*) in kaolinitic Oxisol in Dourados, MS. The experiment was carried out in a Haplustox which was sown three genotypes of brow flaxseed: Caburé INTA, Aguará INTA-Argentina and UFSC-Brazil in April of 2017 and 2018. The experiment was conducted in randomized blocks with three replicates in a factorial scheme. Were collected preserved samples and amended soil layers identified by visual analysis of soil structure (0-0,16 m and 0,16 a 0,30 m) for determination of the physical and hydric attributes: particle size, mineralogy, soil bulk density (Ds), total porosity (PT), macroporosity (Ma), microporosity (Mi), air porosity (PA), field capacity (CC) and the permanent wilting point (PMP), water capacity available (CAD), as well as the hydric balance of culture in 2017 and 2018 by the sequential method of Thornthwaite-Mather. The data were submitted to variance analysis ( $P < 0.05$ ) and tested by Tukey ( $p < 0.05$ ). It was possible to verify that the conservationist management system has improved the soil physical-hydric quality over time, mainly by the increase in MI ( $> 0.47 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ) and PA ( $\geq 0.49 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ). In the two years evaluated the Haplustox under study provides a good amount of water availability ( $\geq 0.21 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ; 81,9 mm/cm) being the precipitation the most limiting factor to crop production in the region. The best distribution of rainfall in 2018 contributed to the maintenance of soil water and better crop yield .

**Keywords:** *Linum usitatissimum*, water storage, water balance

## 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.1. Cultivo do linho no Brasil

A linhaça (*Linum usitatissimum L.*) é uma semente muito requerida por suas características nutracêuticas e de referência funcional (LEE et al., 1991), é rica em ácidos graxos  $\omega$ -3, fibras, proteínas e compostos fenólicos (THOMPSON; CUNNANE, 2003). É cultivada principalmente para a obtenção de óleo que é empregado na fabricação de tintas e vernizes (COSKUNER; KARABABA, 2007), além de servir como fonte de energia limpa - biodiesel (COSMO et al., 2014).

Existem dois genótipos de linhaça no Brasil, o marrom-avermelhado e o amarelo-dourado. Apesar da diferença de cor estas apresentam similaridades quanto a composição química (BARROSO et al., 2014), diferindo-se em relação à região de cultivo, sendo a marrom cultivada em regiões quentes de clima úmido e a dourada em regiões mais frias como o sul do centro-oeste e sul do país.

Essa oleaginosa pode ser cultivada em regiões quentes e frias e sua rusticidade também permite uma boa adaptação em uma grande variação de solos (PARIZOTO et al., 2013; COSMO et al., 2014). Na região sul do Brasil é amplamente cultivada devido ao clima subtropical com boa distribuição de chuvas e temperaturas mais amenas (STANCK et al., 2017), diferente do que ocorre no centro-sul do país, o inverno seco característico da região (FIETZ e FISCH, 2008) dificulta o posicionamento da cultura de inverno, com relação a janela de semeadura, necessitando dessa forma de pesquisas que deem suporte para o cultivo dessa cultura .

Segundo Oliveira et al. (2012) o Rio Grande do Sul é o principal estado produtor dessa cultura de inverno no Brasil, com produtividade média de 1,5 t ha<sup>-1</sup> e ciclo de 120 a 150 dias. No Meio-Oeste de SC a adoção do cultivo do linho se dá pelas pequenas propriedades de agricultura familiar, como alternativa de fonte de renda na entressafra das culturas principais, além disso, apresenta alta rusticidade e baixo custo de produção (CASA et al., 1999; PARIZOTO et al., 2016).

O intuito de expandir o cultivo do linho pelo Brasil é de, juntamente com outras espécies cultivadas na estação fria (a exemplo, trigo, aveia e milho safrinha) em rotação de culturas, na entressafra das culturas de verão, ou somente para produção de cobertura vegetal, minimizar os efeitos negativos da agricultura convencional,

diversificar os sistemas agrícolas, potencializar a capacidade produtiva dos solos, proteger o ambiente e aumentar a sustentabilidade ambiental à exploração agrícola.

## **1.2 Condições edafoclimáticas da região Centro-Sul para cultivo do linho**

Os Latossolos estão presentes em mais de 50% do território brasileiro (MACEDO et al., 1996). Solos profundos, bem drenados, com boa distribuição de poros, essa classe de solo apresenta mineralogia simples e quando associada à presença de moléculas orgânicas recalcitrantes confere a estes solos uma elevada estabilidade estrutural e friabilidade (RESENDE et al., 2007) influenciando benéficamente o fluxo de ar e água no solo. Ao serem corrigidos quimicamente apresentam elevado potencial para a produção de diferentes culturas de interesse agrícola (RESCK; PEREIRA; SILVA, 1991; SEVERIANO et al., 2013).

Durante muito tempo esses Latossolos argilosos do Cerrado brasileiro vem sendo utilizados com sistemas de preparo convencional, no entanto quando associado a chuvas intensas de alta erosividade, e a temperaturas elevadas, algum nível de degradação pode ocorrer comprometendo a sustentabilidade da atividade agrícola (STONE; SILVEIRA et al., 2001; SEVERIANO et al., 2013). Segundo Bertol et al., (2004) as alterações causadas por esses sistemas se manifestam, em geral, na densidade do solo, volume e distribuição dos poros e estabilidade dos agregados, influenciando na infiltração da água e, conseqüentemente promovendo a erosão hídrica.

Sendo a água um fator essencial para produção e desenvolvimento de plantas, o armazenamento desta no solo varia em razão da água que infiltra, oriunda das precipitações, e dos fatores que contribuem para que esta permaneça armazenada ao alcance do sistema radicular, evidenciando estreita relação com as práticas de manejo empregada na produção de agrícola (SERAFIM et al., 2013).

Para melhorar essa disponibilidade da água no solo e mitigar os danos da agricultura convencional tem-se adotado técnicas conservacionistas para a produção de alimentos, como exemplo, o não revolvimento do solo e a manutenção da matéria orgânica (palhada, cobertura vegetal e mulching), que possibilita o aumento do conteúdo de água no solo, bem como melhora as propriedades hidráulicas, promovidas pela alta estabilidade dos agregados formados e, conseqüentemente a distribuição do diâmetro de poros (OLIVERIA et al., 2004; SEVERIANO et al., 2013).

Segundo Klein & Libardi (2002) o manejo e uso do solo podem alterar suas características, modificar sua estrutura e, conseqüentemente, o arranjo e volume de poros que condiciona o seu comportamento físico-hídrico. A utilização de plantas de cobertura e plantio direto são exemplos de técnicas conservacionistas que podem ser utilizadas para reverter os efeitos negativos da degradação do solo, por melhorar suas condições estruturais (WOHLENBERG et al., 2004).

O linho é uma espécie alternativa que pode compor esses sistemas de produção no Centro-Sul do país, pois, para seu cultivo, necessita de solos argilosos e com alta capacidade de retenção de água (COSMO et al., 2014). No entanto, essa cultura de inverno possui uma alta necessidade hídrica, equivalendo de 400 a 750 mm de água (FLOSS, 1983) e segundo Fietz et al. (2001) na região de Dourados, MS, a distribuição irregular das chuvas faz com que seja eventual a ocorrência de déficits hídricos, durante o ciclo das culturas de inverno. Para viabilizar seu cultivo nessa região é necessário a adoção de práticas de manejo que otimizem a manutenção da água no solo para atender à demanda hídrica da cultura.

As informações científicas sobre seu cultivo no Brasil ainda são escassas, e as existentes estão concentradas na região Sul do país, devido às condições climáticas favoráveis ao seu cultivo. Diante disso, são importantes estudos mais detalhados avaliando o desempenho da cultura nas condições edafoclimáticas da região Centro-Oeste ao longo do tempo, associada ao manejo conservacionista, para verificar a eficiência do sistema e o emprego ou não dessa prática pelos produtores.

### **1.3 Aspectos meteorológicos da região Centro-Oeste**

Segundo Santos et al. (2011) a região de Dourados-MS é influenciada por um clima sub-tropical úmido onde alternam sistemas tropicais, polares e frentes. A ocorrência e a predominância desses sistemas ao longo do ano, associada aos aspectos do relevo, são responsáveis pelas características do clima e dos tipos de tempo. Essa dinâmica altera a distribuição das chuvas, os valores de evapotranspiração e de temperatura.

Segundo Zavatini (1992) a região de Dourados enquadra-se na classe dos climas subtropicais úmidos, atuando de forma equilibrada as massas Tropical Atlântica, Tropical Continental e Polar Atlântica. A alternância dessas massas sazonalmente dá à região características muito peculiares e diferentes daquelas

encontradas nas demais cidade do estado e de todo o Centro-Oeste. Os períodos chuvosos e secos são muito bem marcados. O período seco é coincidente com o inverno, momento no qual se registra o maior número de passagens de frentes frias, associadas à massa Polar Atlântica, ocasionando as menores temperaturas bem como, as precipitações irregulares durante todo ano, fato é, que o alto nível de precipitação se dá no verão, contrariamente ao inverno, onde as chuvas são drasticamente reduzidas (Santos et al., 2011)

Continuar mais dois parágrafos meteorologia x planta.

**Condições edafoclimáticas para o cultivo do linho em Latossolo  
caulinitico em Dourados, MS**

Joyce Castro Xavier <sup>(1)</sup>, Rafael Costa Ferreira <sup>(1)</sup>, Carla Eloize Carducci <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Discente do curso de Agronomia da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD

<sup>(2)</sup> Professora Adjunta e Doutora no Departamento de Graduação no curso de Agronomia da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD

## 2. INTRODUÇÃO

Entre os diversos fatores que podem limitar o desenvolvimento e a produtividade das culturas, a água é o fator primordial. Sua disponibilidade nos sistemas agrícolas não depende somente da capacidade de armazenamento do solo, mas também do comportamento do ciclo hidrológico no período de cultivo e das práticas de manejo que possibilite seu acesso pela planta (REICHERT et al., 2011; RAIJ, 2008).

A degradação dos solos ocasionada pelo manejo convencional (revolvimento do solo) tem contribuído para o desequilíbrio na dinâmica da água nos ambientes agrícolas, devido à modificação na estrutura do solo através do revolvimento mecânico que altera a distribuição dos poros e, conseqüente o fluxo da água.

Sendo assim, a agricultura de conservação preconiza o uso de diferentes práticas que podem mitigar os danos causados pelo estresse hídrico e tem como premissa o uso do solo de acordo com sua capacidade (RAIJ, 2008). Segundo Pezarico et al. (2013) o uso de práticas que minimizam as alterações na estrutura promove um ambiente físico-hídrico favorável a infiltração, a retenção e disponibilidade de água, além de facilitar o crescimento e desenvolvimento radicular das plantas.

O cultivo de espécies alternativas vem sendo associado a essas práticas conservacionistas, a exemplo do linho, que pode ser cultivado tanto para produção de cobertura vegetal como para produção de grãos e, ou fibras em rotação na entressafra das culturas de verão. Alves e Suzuki (2004) observaram que o uso de plantas de cobertura associado à sucessão de culturas principais (milho e soja) sob semeadura direta melhorou as propriedades físicas do solo, como a porosidade, densidade do solo e a resistência à penetração.

Efeitos positivos do incremento de palha sob superfície do solo também foram relatados por Blainski et al. (2012), os quais observaram aumentos do conteúdo de

água em um Latossolo Vermelho em função do aumento da quantidade de resíduos sobre o solo (Ds: 1,20 Mg m<sup>-3</sup>). Ao melhorar esses atributos de caráter estrutural do solo o crescimento das raízes e o fluxo de água no solo são favorecidos.

O linho (*Linum usitatissimum L.*) pode ser uma nova alternativa para compor esses sistemas no Brasil, mas ainda são necessários mais estudos fundamentando seu desenvolvimento nas diferentes regiões do país. De acordo com Carducci et al., (2017) e Xavier et al., (2018) o linho já apresenta potencial de cultivo para a região de Dourados, MS no entanto para introduzi-lo no Centro-Sul do país, o inverno seco característico da região demanda a utilização de práticas de manejo que favoreçam por mais tempo a permanência da água no solo (COSMO et al., 2014; OLIVERIA et al., 2004), para atender à necessidade hídrica da cultura (FLOSS, 1983).

Sabe-se que os solos, de acordo com suas variações pedogenéticas, apresentam diferenças quanto ao movimento e armazenamento de água no solo (SERAFIM et al., 2013), e por meio da avaliação de seus atributos físicos e dos componentes do balanço hídrico climatológico é possível verificar a dinâmica da água no sistema solo-planta-atmosfera. O conhecimento da dinâmica da água no solo é uma ferramenta importante para avaliar o sistema de manejo executado em uma área agrícola (MARTINS; SANTOS, 2017).

Diante do exposto temos como hipóteses: 1- O solo em estudo, de acordo com suas características, apresenta uma alta capacidade de armazenar água para as plantas. 2- As condições climáticas da região Centro-Sul durante o período de cultivo do linho pode favorecer esse armazenamento e a utilização da água pelas plantas. Diante disso, o trabalho tem como objetivo avaliar as condições edafoclimáticas no cultivo de linho em Latossolo caulínico em Dourados, MS.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Descrição da área de estudo**

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal da Grande Dourados UFGD/FCA, localizada no município de Dourados, MS, com coordenadas geográficas 22°13'16'' S e 54°48'20'' W e altitude de 430m. Segundo Köppen o clima da região é classificado como do tipo Cwa, mesotérmico úmido, com verões quentes e invernos secos, sendo a temperatura do mês mais frio (junho e julho)

é inferior a 18°C e a do mês mais quente (janeiro) é superior a 22°C, e pluviosidade média anual de 1450 mm (FIETZ e FISCH, 2008).

O solo em estudo foi classificado, segundo Santos et al. (2013), como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico (LVdf), de textura muito argilosa e caulínítico (Tabela 1).

**Tabela 1.** Caracterização física, química e mineralógica do horizonte Bw do LATOSSOLO VERMELHO Distroférico.

Argila	Silte	Areia	Ataque Sulfúrico					Índice de intemperismo		Ct	Gb
			SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ki	Kr		
.....g kg <sup>-1</sup> .....								.....%.....			
653	213	134	238,08	199,22	232,92	14,23	2,10	1,20	0,55	51,18	27,37

Ct: caulinita, Gb: gibbsita.

Para caracterização da fertilidade do solo, foram realizadas análises químicas nos dois anos de cultivo 2017 e 2018 na camada 0-0,20 cm de profundidade (Tabela 2).

**Tabela 2.** Análise química do LATOSSOLO VERMELHO Distroférico para os dois anos de cultivo.

Ano	pH	K	P	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m	M.O	P-Rem
	...mg dm <sup>-3</sup> ...			.....cmolc dm <sup>-3</sup> .....							.....%.....		dag kg <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>
2017	6,4	293,67	31,27	49,4	2,06	0,05	2,32	7,75	7,8	10,07	76,99	0,64	2,17	30,65
2018	6,6	282,36	30,09	7,31	2,27	0,04	2,86	10,3	10,34	13,16	78,3	0,39	2,73	22,86

Em 2017 e 2018 a semeadura foi realizada na segunda quinzena de abril de forma manual e direta, com espaçamento entre linhas de 0,37 m e 0,02 m entre plantas, totalizando uma área experimental total de 24 m<sup>2</sup>.

No primeiro ano de instalação do experimento realizou-se o preparo do solo (arado de disco: disco 28', ação 0,35m) para controle de plantas espontâneas na área experimental, bem como a reposição de fósforo no solo (8 g m<sup>-2</sup> formulado [8-20-20]), devido à alta adsorção característica dos Latossolos brasileiros (KER, 2006).

Em 2018 o linho foi cultivado sob a palha da cultura anterior, sem revolvimento do solo. Em ambos os anos foi adicionado 3,9 Mg ha<sup>-1</sup> de feno de aveia (*Avena sativa*) sobre a superfície do solo, como fonte de material orgânico e proteção contra erosão.

Em ambos os anos foram utilizados três genótipos de linho com sementes de coloração marrom: Caburé INTA e Aguará INTA, cultivares provenientes do Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária na Argentina (INTA) e uma variedade, aqui denominada UFSC proveniente da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, SC, Brasil.

### 3.2 Amostragem e Análise visual da estrutura do solo

Para caracterização de camadas contrastantes no solo e determinação da qualidade estrutural foi realizada a análise visual da estrutura do solo (VESS), proposta por BALL et al. (2007) e apresentada na Tabela 3. Foi possível identificar a qualidade do agregado por meio de notas como: Qe1 = Friável (estrutura boa); Qe2 = Intacto; Qe3 = Firme; Qe4 Compacto; Qe5 = Muito compacto (estrutura pobre). De acordo com a nota, obtém-se os escores visuais (Ev) para classificação da qualidade que varia dos agregados de melhor qualidade (Ev=1) até degradação estrutural (Ev=5).

**Tabela 3.** Análise visual da estrutura do solo (VESS) com os valores do Score Visual (EV) para o LATOSSOLO VERMELHO Distroférico cultivado com três genótipos de linho.

Genótipos	2017*				2018			
	Prof. (1)	VESS (2)	EV (3)	Porosidade visível	Prof.	VESS	EV	Porosidade visível
Aguará	0-0,16	Q1/Friável	1,46	Muitos	0-0,12	Q1/Friável	1,4	Muitos
	0,16-0,30	Q2/Intacto		Poucos	0,12-0,30	Q2/Intacto	4	Poucos
Caburé	0-0,16	Q1/Friável	1,46	Muitos	0-0,11	Q1/Friável	1,5	Muitos
	0,16-0,30	Q2/Intacto		Poucos	0,11-0,30	Q2/Intacto	6	Poucos
UFSC	0-0,16	Q1/Friável	1,46	Muitos	0-0,07	Q1/Friável	1,8	Muitos
	0,16-0,30	Q2/Intacto		Poucos	0,07-0,30	Q3/Firme		Ausente

\*Primeiro ano o solo foi arado e gradeado até a profundidade de 0,35 m. (1) Prof.: Profundidade (m);

(2)VESS: Visual Evaluation of Soil Structure (análise visual da estrutura do solo); (3)EV: escore visual.

De acordo com a VESS, identificou-se duas camadas contrastantes de solo, 0-0,16 m e 0,16-0,30 m, onde foram coletadas amostras de solo com estrutura preservada em anéis volumétricos com dimensão de 0,06m de diâmetro e 0,025 m de altura.

### 3.3 Análises físicas e hídricas do solo

Foi realizada a partir das amostras preservadas a densidade do solo ( $D_s$ ), pelo método do anel volumétrico encaminhados a estufa a 105-110°C por 48h, a porosidade total (PT) pelo método do anel saturado, microporosidade (MI) (valor referente -6 kPa limite entre macro e microporos) e a macroporosidade (MA) (TEIXEIRA et al., 2017).

Foi determinada a capacidade de campo (CC, -6kPa) na mesa de tensão e ponto de murcha permanente (PMP, -1500 kPa) nas câmaras de placas porosas. A capacidade de água disponível (CAD) foi determinada pela diferença entre a CC e PMP, bem como a porosidade de aeração (PA) foi determinada pela seguinte equação:  $PA = PT - 0,01$ , que corresponde a valor mínimo de aeração no solo (TEIXEIRA et al., 2017).

### 3.4 Balanço Hídrico

Para contabilização das entradas e saídas da água no solo no período de cultivo do linho realizou-se o balanço hídrico sequencial da cultura, em escala semanal, como descrito pelo método de Thornthwaite-Mather (1995).

O balanço hídrico foi calculado a partir de dados diários de precipitação e evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) obtidos da estação meteorológica de Dourados, MS da EMBRAPA – CPAO. A  $ET_0$  foi calculada pelo método Penman-Monteith parametrizado FAO (ALLEN et al., 1998). A capacidade de água disponível (CAD), determinada conforme metodologia descrita acima, sendo de  $0,21 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ . A evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) foi estimada considerando o coeficiente médio do linho ( $K_c$ ) de 1,05 (ALLEN et al. 1998).

### 3.5 Rendimento

Após a colheita, contabilizou-se o número total de sementes, o rendimento foi determinado com base na massa total das sementes por hectare (KOHN et al., 2016).

### 3.6 Análises estatísticas

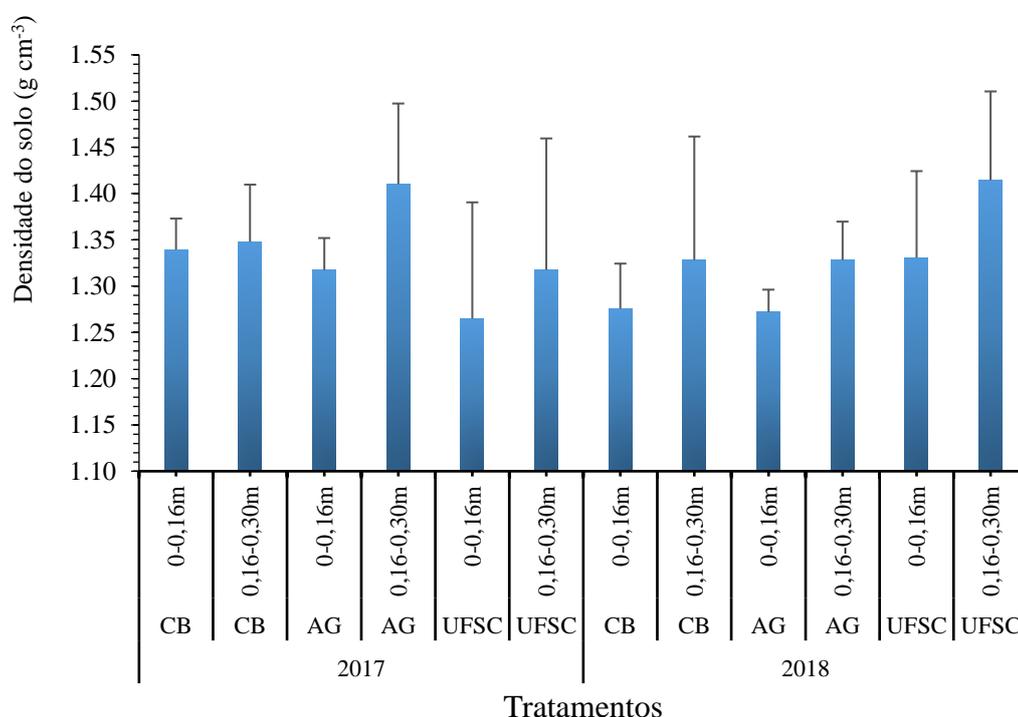
O experimento foi desenvolvido em blocos ao acaso, com três repetições em esquema fatorial, sendo três genótipos (Aguará, Caburé e UFSC), duas camadas de estudo (0-0,16 e 0,16-0,30m) e dois anos de cultivo (2017 e 2018).

Os dados obtidos através das análises do solo foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk e à análise de variância ( $P < 0,05$ ) e quando pertinentes a comparação das médias pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), com auxílio dos programas SISVAR (FERREIRA, 2011).

#### 4. RESULTADOS

Os valores de densidade do solo (Ds) não apresentaram diferença significativa entre os genótipos e anos (Figura 1), apenas diferença entre as profundidades de estudo, pertinente ao detectado na análise visual da estrutura do solo (VESS) realizada anteriormente as coletas das amostras de solo (Tabela 3).

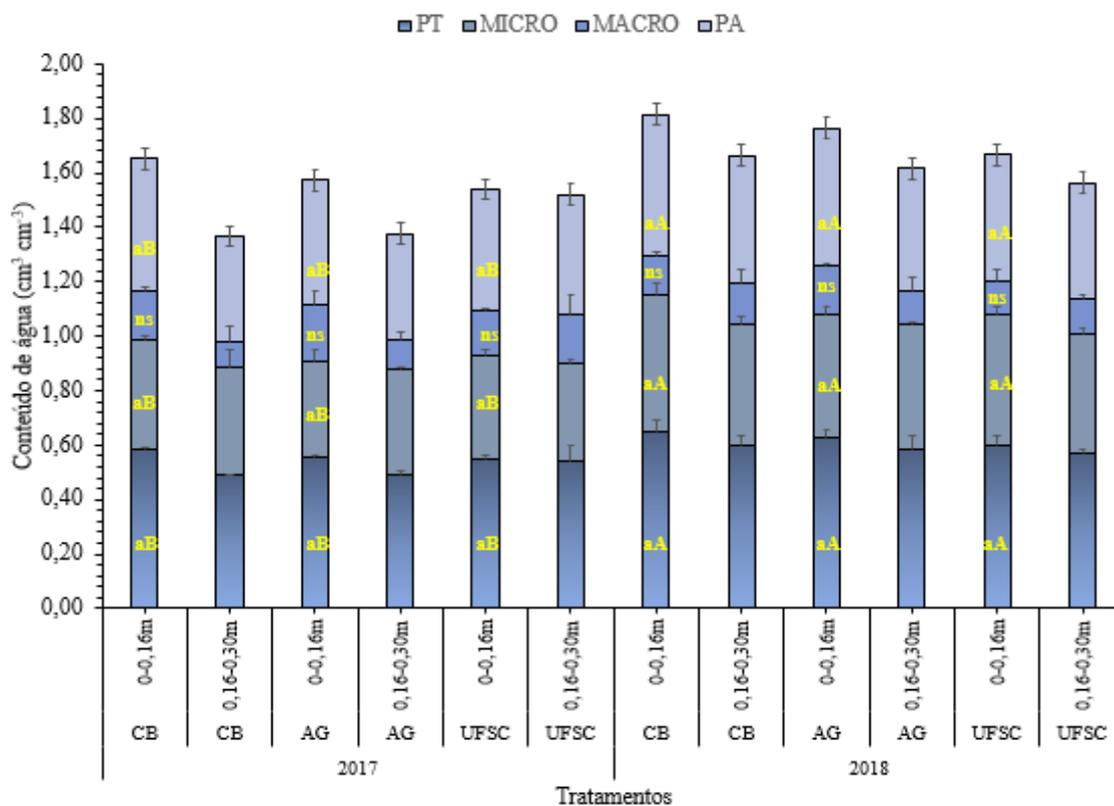
Na camada subsuperficial (0,16-0,30m) houve um aumento da Ds ( $> 1,30 \text{ g cm}^{-3}$ ) em todos os tratamentos e manutenção desses valores ao longo do tempo.



**Figura 1.** Valores médios e desvio padrão da média para a densidade do LATOSSOLO VERMELHO Distroférico sob sistema conservacionista de manejo, cultivado com três genótipos de linho: Caburé (CB), Aguará (AG) e UFSC, em duas camadas: 0-0,16

m e 0,16-0,30 m. Os valores foram não significativos para genótipos e ano de acordo com a análise de variância (Fisher).

Com relação aos atributos relacionados à aeração do solo (Figura 2), como a porosidade total (PT), os microporos (MI) e a porosidade de aeração (PA) houve diferença significativa entre os anos, com maiores valores de PT, MI e PA para o genótipo Caburé em 2018 ( $\geq 0,62$ ;  $\geq 0,47$ ;  $\geq 0,49$   $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ , respectivamente). Em relação ao macroporos (MA) não houve diferença significativa entre os genótipos e anos.

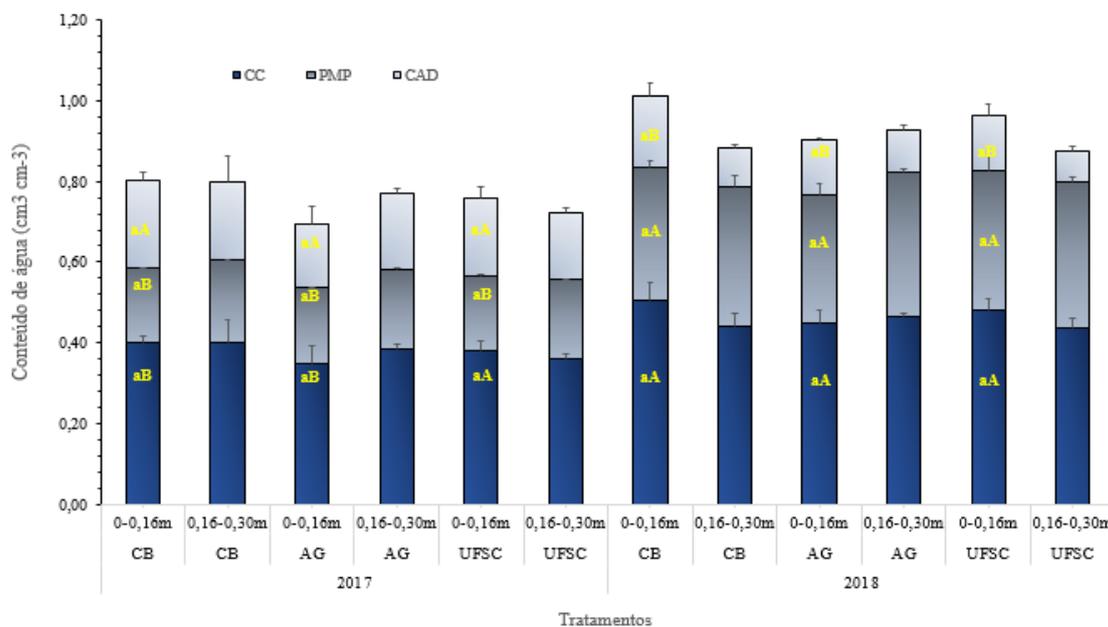


**Figura 2.** Valores médios e desvio padrão da média para PT (porosidade total); MI (microporos); MA (macroporos) e PA (Porosidade de Aeração) LATOSSOLO VERMELHO Distroférico sob sistema conservacionista de manejo, cultivado com três genótipos de linha: Caburé (CB) Aguará (AG) e UFSC em duas camadas: 0-0,16 m e 0,16 - 0,30 m. Letras minúsculas iguais entre genótipos e letras maiúsculas iguais para os anos de cultivo não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os atributos relacionados à água no solo como a capacidade de campo (CC), o ponto de murcha permanente (PMP) e a capacidade de água disponível (CAD), foram

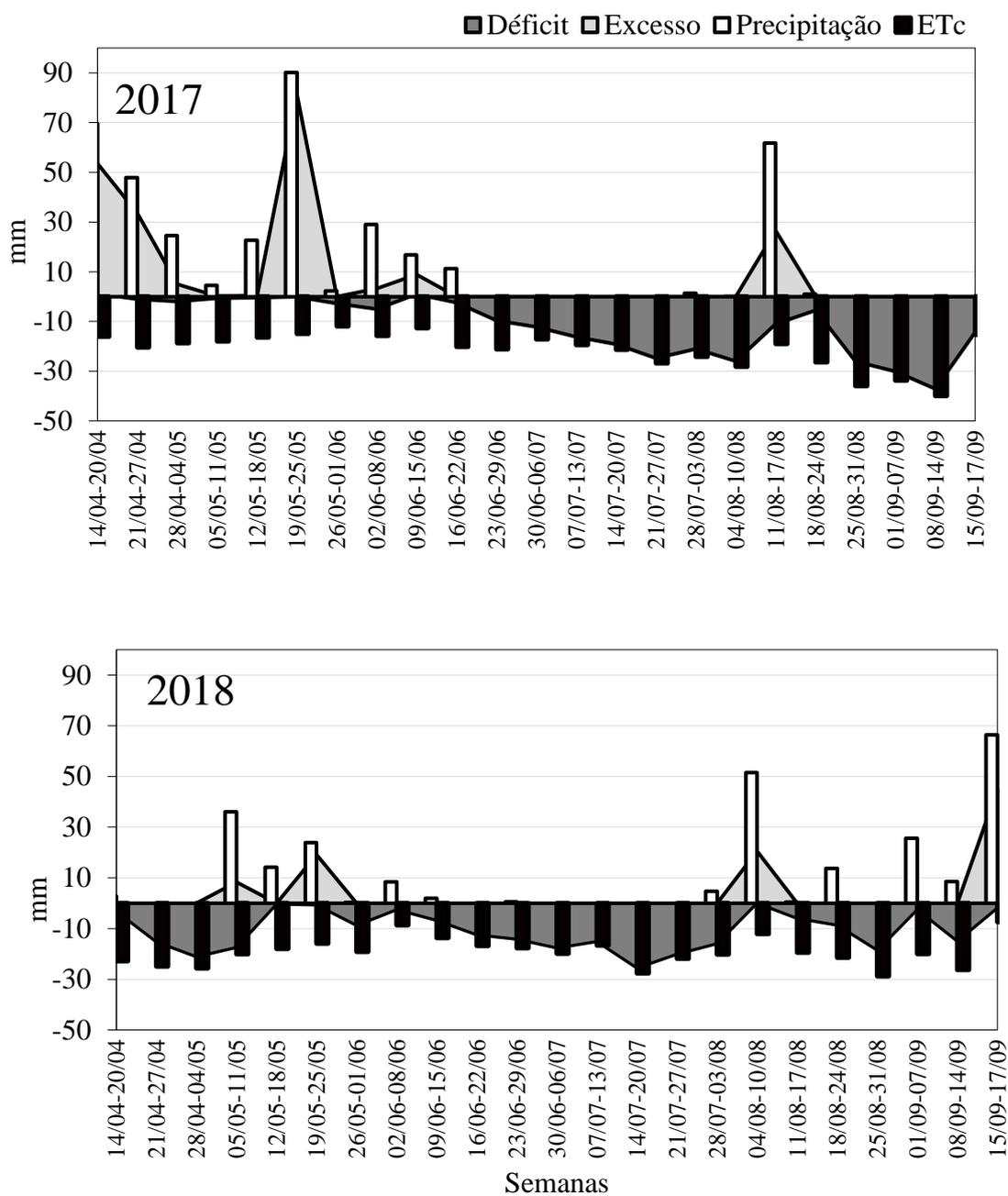
significativos somente entre os anos avaliados, sendo que os genótipos de linho apresentaram padrão de desenvolvimento semelhante (Figura 3).

Os maiores valores de CAD foram observados para 2017 ( $\geq 0,21 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ) e os maiores valores de CC e PMP ocorreram em 2018 ( $\geq 0,46$ ;  $\geq 0,34 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ , respectivamente).



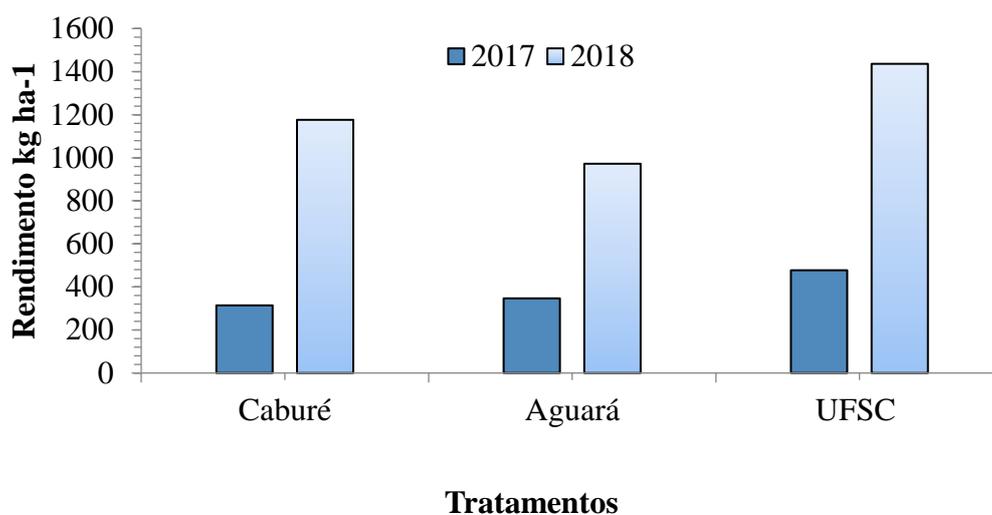
**Figura 3.** Valores médios e desvio padrão da média para CAD (Capacidade de água disponível); PMP (ponto de murcha permanente); CC (capacidade de campo) LATOSSOLO VERMELHO Distroférico sob sistema conservacionista de manejo, cultivado com três genótipos de linho: Caburé (CB), Aguará (AG) e UFSC, em duas camadas: 0-0,16 m e 0,16-0,30 m. Letras minúsculas iguais entre genótipos e letras maiúsculas iguais para os anos de cultivo não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

A partir do balanço hídrico climatológico apresentado na figura 4 foi possível observar que houve distinção no regime hídrico entre os anos avaliados, com forte ocorrência de déficits durante os períodos de cultivo das plantas, que variaram de 120 a 130 dias.



**Figura 4.** Balanço hídrico da cultura do linho nos anos de 2017 e 2018, considerando déficit e excesso de água no solo, precipitação pluvial semanal e evapotranspiração da cultura (ETc).

De acordo com os dados de rendimento houve diferenças entre os anos de cultivo e entre os genótipos, sendo que em 2018 todas as variedades tiveram um maior rendimento quando comparado a 2017, com destaque a variedade UFSC com 1.436 kg ha<sup>-1</sup>.



**Figura 5.** Rendimento (kg ha<sup>-1</sup>) dos genótipos de linho semeados em 2017 e 2018.

## 5. DISCUSSÃO

Quando os solos são inseridos em sistemas de manejo que apresentam diferentes práticas associadas como as conservacionistas, melhorias na estrutura dos solos podem ocorrer, a exemplo da redução da densidade e aumento da porosidade como observado neste estudo (Figura 2) e relatado por Oliveira *et al.* (2004). De acordo com Barbosa *et al.* (2017) a utilização de manejos conservacionistas pode levar a um crescimento permanente de raízes, as quais favorecem a formação de bioporos, o que pode ser observado na tabela 3, em que no geral todos os tratamentos nas camadas 0-0,16 apresentaram porosidade visível quando determinadas a campo.

O aumento dos microporos (MI) ao longo do ciclo da cultura, não necessariamente irá prejudicar o desenvolvimento da raiz, como ocorre em casos de compactação do solo, ao contrário estes poros podem favorecer o desenvolvimento desta, pela maior retenção de água, assim como observado por Stone & Silveira (2001), que em estudos com diferentes sistemas de manejo verificaram que em plantio direto, a elevação da quantidade de MI não afetou o desenvolvimento radicular das culturas embora menores eram contínuos em todo o perfil do solo, devido os canais formados pela atividade biológica e a decomposição de matéria orgânica.

De acordo Oliveira et al. (2004), os microporos são poros que possuem a função de armazenamento de água às plantas e podem ainda reter essa água com alta energia tornando a de difícil acesso, fato observado neste trabalho com relação ao conteúdo de água na CC e PMP retidos em 2018 (Figura 2 e 3). Segundo Giarola et al. (2002) os poros menores permitem que uma boa parte da água permaneça no solo com energia muito alta tornando-se indisponível as plantas, sendo classificada como água higroscópica, principalmente em solos mais argilosos.

Segundo Ferreira et al. (1999) Latossolos caulínicos, como o deste estudo (Tabela 1), apresentam o ajuste face-a-face das placas de caulinita favorecendo a formação de poros mais finos e alongados, provenientes da estrutura em bloco, o que influencia diretamente no incremento em MI elevando os valores de PMP, como ocorrido em 2018, mesmo com maior CC, pouca água permaneceu disponível a cultura do linho (Figura 3).

Cruz et al. (2018), ao analisarem as propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo, relataram que o aumento da CAD em sistema de pastagem foi reflexo do aumento da microporosidade, porém neste estudo os autores citaram que a água armazenada no microporo não estava fortemente retida e sim de fácil acesso a planta (CAD: 26,22mm; CC: 39%; PMP: 16%), ao contrário do observado neste trabalho (CAD:  $\approx$  20 mm).

Klein e Libardi (2002) ao estudarem a distribuição de poros de Latossolos sob diferentes sistemas de manejo, observaram que uma pequena alteração na Ds pode promover o incremento em umidade do solo próximo ao PMP, o que significa água indisponível para as plantas. Carducci et al., (2017), ao estudarem os mesmos genótipos de linho, em Cambissolo Húmico, verificaram que aproximadamente 40% da água estava retida no PMP, valores semelhantes aos obtidos no Latossolo em estudo pois 34% da água permaneceu retida no PMP. Segundo os autores os microporos influenciaram na retenção e armazenamento de água nesse solo.

O balanço hídrico, foi característico da região centro-sul, ou seja, alta ocorrência de déficits hídricos durante o período experimental. Segundo Fietz e Fisch (2008) de abril a setembro na região de Dourados/MS, há uma maior probabilidade de ocorrência de períodos secos, ou seja, os veranicos, principalmente em julho, e o excesso hídrico nos meses de abril e maio, mesmo com baixos índices de precipitação, pode ocorrer pequena demanda evapotranspirativa da atmosfera. Isso pode explicar o excesso hídrico durante as fases iniciais da cultura do linho, especialmente em 2017.

Essa alta disponibilidade de água nos primeiros meses de desenvolvimento da cultura em 2017 (Figura 4) aliada ao déficit hídrico no final do ciclo, pode ter influenciado no desenvolvimento da cultura. Segundo Kohn et al. (2016), a maior oferta de água promove uma alta concentração de raízes do linho na parte superficial do solo e, conseqüentemente menor exploração do solo. Esse fato associado à baixa disponibilidade hídrica no mês de julho (Figura 4), período que corresponde ao período de enchimento de cápsulas e de maior exigência de água pela cultura (CASA et al., 1999), pode ter contribuído para o baixo rendimento da cultura nesse ano.

Contabilizando a quantidade de água oriunda das precipitações no período de cultivo nos dois anos, em 2017 e 2018 as precipitações variaram de 383 mm e 273 mm, respectivamente. Apesar de maior a precipitação, em 2017, no último ano, as chuvas foram melhor distribuídas durante o ciclo da cultura (Figura 4), que associado ao manejo conservacionista do sistema pode ter favorecido a permanência de água no solo por mais tempo e maior produtividade da cultura nesse ano ( $\pm 1.194,6 \text{ kg ha}^{-1}$ ) quando comparado com 2017 ( $\pm 476,89 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (Figura 5), alcançando praticamente a média de produtividade do linho que é de  $1.500 \text{ kg ha}^{-1}$  (OLIVEIRA et al. 2012; STANCK et al., 2017).

Com a determinação da capacidade de disponível (CAD) foi possível verificar que o Latossolo em estudo disponibiliza uma boa quantidade de água para a cultura ao longo do perfil do solo (81,9 mm), sendo o fator meteorológico o mais limitante a produção da cultura na região, visto que durante os meses de cultivo houve baixa recarga de água no solo oriunda das precipitações (Figura 4).

Ainda assim, a cultura apresenta potencial de cultivo para região, necessitando apenas de ajustes na época de semeadura e stand de plantas no período de cultivo para que este não seja influenciado pelos déficits hídricos da região.

## 6. CONCLUSÕES

Nos dois anos de avaliação das condições físicas, hídricas do Latossolo caulínítico para o cultivo do linho notou-se que o solo em estudo apresentou boa capacidade em disponibilizar água para as plantas, sendo a precipitação o fator mais limitante a produção pela falta de recarga de água do solo.

Os períodos de menor conteúdo de água no solo coincidiram com o de maior demanda pela cultura, na fase de formação das cápsulas (meses de junho a julho).

A melhor distribuição de chuvas em 2018 contribuiu para manutenção de água no solo e melhor rendimento da cultura neste ano.

## 7. REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: Guide lines for computing crop water require ments. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO – Irrigation and Dra inage Paper, 56).

ALVES, M.C.; SUZUKI, L.E.A.S. Influência de diferentes sistemas de manejo do solo na recuperação de suas propriedades físicas. **Acta Scientiarum**. Agronomy, 26:27-34, 2004.

BALL, B.C.; WATSON, C.A., BADDELEY, J.A. Soil physical fertility, soil structure and rooting conditions after ploughinh organically managed grass/clover swards. **Soil Use and Management**, v.23, p.329-337, 2007.

BARBOSA, V.; BARRETO-GARCIA, P.; GAMA-RODRIGUES, E.; PAULA, A. Biomassa, Carbono e Nitrogênio na Serapilheira Acumulada de Florestas Plantadas e Nativa. **Floresta e Ambiente**. 2017,

BARROSO, A. K. M.; TORRES, A. G.; BRANCO, V. N. C. FERREIRA, A.; FINOTELLI, P. V.; FREITAS, S. P.; LEÃO, M. H. M. R. Linhaça marrom e dourada: propriedades químicas e funcionais das sementes e dos óleos prensados a frio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.1, p.181-187, 2014.

BERTOL, I. et al. Perdas de fósforo e potássio por erosão hídrica em um Inceptisol sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p. 485-494, 2004.

BLAINSKI, E.; TORMENA, C.A.; GUIMARÃES, R.M.L. & NANNI, M.R. Qualidade física de um Latossolo sob plantio direto influenciada pela cobertura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.79-87, 2012.

CARDUCCI, C. E.; SCHOENINGER, V.; XAVIER, J. C.; FERREIRA, R.C; FREITAS, K. G. Qualidade do solo e de sementes do linho cultivado em sistema de manejo conservacionista. **Revista de Agroecologia**, v.13; n.2. p: 2018.

CARDUCCI, C.E.; BOSCO, L.C.; KOHN, L.S.; BARBOSA, J.S.; BENEVENUTE, P.A.N.; REGAZOLLI, G.H.M. Dinâmica da água em cambissolo húmico sob cultivo do linho no planalto catarinense. **Scientia Agraria**, v. 18, n. 1, p. 01-11, 2017.

CASA, R. Environmental effects on linseed (*Linum usitatissimum* L.) yield and growth of flax at different stand densities. **European Journal of Agronomy**, v. 11, n. 3-4, p.267-278, 1999.

- COSKUNER, Y; KARABABA, E. Some physical properties of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). **Journal of Food Engineering**, v.78, n.3, p:1067-1073, 2007.
- COSMO, B. M. N.; CABRAL, A.C.; PINTO, L. P.; FRIGO, J. P.; AZEVEDO, K.D.; BONASSA, G. Linhaça *Linum usitatissimum*, Suas Características. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 3, p. 189-196, 2014.
- CRUZ, G. H. T. PROPRIEDADES FÍSICO-HÍDRICAS DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 6, p. 3002-3011, 2018.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.
- FERREIRA, M. M.; FERNANDES, B.; CURTI, N. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de latossolos da região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 515-524, 1999.
- FIETZ, C. R.; URCHER, M. A.; FRIZZONE, J. A. Probabilidade de ocorrência de déficit hídrico na região de Dourados, MS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.3, p.558-562, 2001.
- FIETZ, C.R.; FISCH, G.F. **O clima da região de Dourados-MS**. Série Documentos, 92. 2.ed. Dourados: Embrapa-CPAO, 2008, 34p.
- FLOSS, E. L. **Linho, cultivo e utilização**. Boletim Técnico n 3-EMBRAPA. Passo Fundo, FAUPF, 1983.
- GIAROLA, N.F.B.; SILVA, A.P.; IMHOFF, S. Relações entre propriedades físicas e características de solos da região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Bras. Ci. Solo, v. 26, p.885-893, 2002.
- KER, J.C. **Anotações e perguntas sobre solos brasileiros**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 119p.
- KLEIN, V. A.; LIBARDI, P. L. Densidade e distribuição do diâmetro dos poros de um Latossolo Vermelho, sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.26, n.4, p.857-867, 2002.
- KOHN, L. S.; CARDUCCI, C. E.; SILVA, K. C. R.; BARBOSA, J. S.; FUCKS, J. S.; BENEVENUTE, P. A. N. Desenvolvimento das raízes de linho (*Linum usitatissimum* L.) em dois anos de cultivo sobre Cambissolo Húmico. **Scientia Agraria**, v. 17, n. 1, p: 36-41, 2016.
- LEE, H.P.; Gourley, L.; Duffy, S.W.; Estéve, J.; Lee, J.; Day, N.E. Dietary effects on breast cancer risk in Singapore. **The Lancet**. v.337, p.1197-1200, 1991.
- MACEDO, J. **Os solos da região dos Cerrados**. In: ALVARES V., V.H.; FONTES, L.E.F. & FONTES, M.P.F., ed. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa, 1996. p.135-155.

MARTINS, F. P.; SANTOS, E. L. Taxa de infiltração da água e a resistência do solo a penetração sob sistemas de uso e manejo. **Acta Iguazu**, v.6, n.4, p. 28-40, 2017.

OLIVEIRA, G.C.; DIAS JUNIOR, M.S.; RESCK, D.V.S. & CURI, N. Caracterização química e físico-hídrica de um Latossolo Vermelho após vinte anos de manejo e cultivo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.28, p. 327-336, 2004.

OLIVEIRA, M.R. de; SANTO, R.F.; ROSA, H.A.; WERNER, O.; VIEIRA, M.D.; DELAI, J.M. Fertirrigação da cultura de linhaça *Linum usitatissimum*. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.1, p.22-32. 2012.

PARIZOTO, C.; ESPANHOL, G.; GROTO, V.; NESI, C.; MANTOVANI, A. Produção agroecológica de linhaça dourada (*Linum usitatissimum*) sob diferentes doses de cama de aves em diferentes espaçamentos entre linhas. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2013.

PEZARICO, C. R. *et al.* Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais: subtítulo do artigo. **Revista de Ciências Agrária: Amazonian journal**, Dourados-MS, v. 56, n. 1, p. 40-47, 2013

REICHERT, J. M.; ALBUQUERQUE, J. A.; GUBIANI, P. I.; KAISER, D. R.; MINELLA, J. P. G.; REINERT, D. J. Hidrologia do solo, disponibilidade de água às plantas e zoneamento agroclimático. In: FILHO, O. K.; MAFRA, A. L.; GATIBONI, L. C. (Eds.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011, v. VII. p. 1-54.

RESCK, D.V.S.; PEREIRA, J. & SILVA, J.E. **Dinâmica da matéria orgânica na região dos Cerrados**. Planaltina, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1991. 22p. (Série Documentos, 36).

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. & CORRÊA, G.F. **Pedologia: Base para distinção de ambientes**. 5.ed. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2007. 322p.

SANTOS, V. A.; SILVA, C. A.; SCHNEIDER, H. As características do clima de dourados (MS) e suas conexões com os sistemas atmosféricos regionais. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 9, dez. 2011.

SERAFIM, M. E.; OLIVEIRA, G. C.; LIMA, J. M.; SILVA, B. M.; ZEVIANI, W. M.; LIMA, V. M. P. Disponibilidade hídrica e distinção de ambientes para cultivo de cafeeiros. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 362-370, 2013.

SEVERIANO, E.C.; OLIVEIRA, G.C.; DIAS JUNIOR, M. S.; CURI, N.; COSTA, K.A.P.; CARDUCCI, C. E. Preconsolidation pressure, soil water retention characteristics, and texture of Latosols in the Brazilian Cerrado. **Soil Research**, v.51, n.3, p: 193-202, 2013.

SILVA, B. M.; OLIVEIRA, G.C.; SERAFIM, M.E.; SILVA, É.A.; GUIMARÃES, P. T. G.; MELO, L. B. B.; NORTON, L. D.; CURI, N. Soil moisture associated with least limiting water range, leaf water potential, initial growth and yield of coffee as

affected by soil management system. **Soil & Tillage Research**, v. 189, n.1, p. 36-43, 2019.

STANCK, L.T.; BECKER, D.; BOSCO, L.C. Crescimento e produtividade de linhaça. **Agrometeoros**, v.25, n.1, p. 249-256, 2017.

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

TEIXEIRA, P.C.; DONAGEMMA, G.K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. Manual de métodos de análise de solo. Brasília-DF, 2017.

THOMPSON, L.U.; CUNNANE, S.C. **Flaxseed in human nutrition**. 2.ed. Champaign, Illinois: AOCS, 2003. 458p.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p.

VAN RAIJ, B. **Gesso na agricultura**. Campinas: Instituto Agronômico, 2008. 233 p.

XAVIER, J.C.; CARDUCCI, C.E.; VIANA-MORAES, E.M.; FERREIRA, R.C.; TURTT, J.C.T.; Atributos físico-hídricos do solo e desempenho agronômico do linho (*Linum usitatissimum* L.) sob cultivo conservacionista em Dourados/MS. **Revista de agroecologia**, v.13; n.2.p: ..... 2018.

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.

ZAVATTINI, João Afonso. **As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul: estudos geográficos com vista à regionalização climática**. São Paulo: Cultura Acadêmica, Editora UNESP (SP) 2009. Dinâmica climática no Mato Grosso do Sul. *Geografia*, Rio Claro, v. 17, n. 2, p. 65-91, 1992.