

Umidade e temperatura dos solos sob restos culturais

Soil moisture and temperature under crop residues

ALMIR FERNANDES OLIVEIRA

Pós-graduado em Manejo da Fertilidade de Solos no Cerrado (UNIPAM)
almirfernandes@unipam.edu.br

LUIS HENRIQUE SOARES

Professor orientador (UNIPAM)
luishs@unipam.edu.br

Resumo: A degradação de um solo sob cultivo é resultante, principalmente, de seu manejo inadequado, com reflexos nas baixas produtividades das culturas. A cobertura vegetal morta sobre o solo reduz a luminosidade, a temperatura e mantém a umidade do solo e a microbiota ativa. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos restos culturais na umidade e a temperatura do solo pós-colheita. O experimento foi realizado no mês de setembro de 2023, em uma propriedade particular na zona rural de Patos de Minas (MG). Os locais de amostragem foram determinados para obter o efeito contrastante entre o resto cultural e o estado do solo. Foram avaliadas a temperatura e a umidade do solo na profundidade de 10 cm do solo montado em um delineamento em blocos casualizados (DBC), compreendendo 4 quantidades de palhada, 4 horários de avaliação e 4 repetições. As análises se deram pela quantidade de palha (0, 5, 10 e 15 kg m²) e horários de avaliações (Hora 1: 08:00, Hora 2: 11:00, Hora 3: 14:00 e Hora 4: 17:00). A palhada utilizada foram os restos culturais de milho produzido no mesmo local do experimento. Os resultados obtidos revelaram que a palhada dos restos culturais de milho em relação ao controle testemunha, exerceu papel físico de isolante para o aquecimento do solo e proporcionou benefícios à manutenção da umidade do solo e na redução da temperatura do solo em até 8°C.

Palavras-chave: manejo conservacionista; cobertura do solo; intempéries.

Abstract: Soil degradation under cultivation is mainly the result of inadequate management, which leads to low crop productivity. Dead plant cover on the soil reduces light incidence and temperature, while maintaining soil moisture and an active microbiota. This study aimed to evaluate the effect of crop residues on soil moisture and temperature after harvest. The experiment was conducted in September 2023 on a private property in the rural area of Patos de Minas, Minas Gerais, Brazil. Sampling sites were selected to contrast the presence of crop residues with bare soil conditions. Soil temperature and moisture were measured at a depth of 10 cm, using a randomized block design (RBD) with four amounts of straw, four measurement times, and four replications. Analyses considered straw amounts (0, 5, 10, and 15 kg m²) and measurement times (Hour 1: 08:00; Hour 2: 11:00; Hour 3: 14:00; Hour 4: 17:00). The straw used consisted of maize crop residues produced in the same experimental area. The results showed that maize crop residues, compared to the bare-soil control, acted as a physical insulating layer that limited soil heating and provided benefits to soil moisture retention, reducing soil temperature by up to 8°C.

Keywords: conservation management; soil cover; weathering.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, por sua vasta extensão territorial, abrange diferentes tipos de clima. Algumas épocas do ano possuem um clima seco no período do inverno, com a diminuição do fotoperíodo, limitando o cultivo nesse período do ano. Assim, no Brasil o uso de palhada sobre o solo ou uso de coberturas de plantas anuais ou perenes dessecadas ganhou projeção através do plantio direto (Altieri *et al.*, 2011), protegendo o solo e ajudando no controle de ervas daninhas. A integração do uso de plantas de cobertura, palhada de gramíneas ou leguminosas ou restos culturais, com a utilização de dose baixa de herbicidas, pode resultar em sistemas de cultivo eficazes no controle de plantas daninhas e mais adequadas quanto ao aspecto ambiental, tanto pela redução do uso de herbicidas quanto pelo aproveitamento dos benefícios do sistema de plantio direto (Marchesan *et al.* 2016).

Os resíduos agrícolas são importantes para o desenvolvimento da planta. Resíduos de cultura na superfície do solo como “mulching” é uma prática benéfica para melhorar as propriedades edafológicas, devido ao efeito na conservação do solo e água, regime térmico, atividade da fauna, e incremento no conteúdo de carbono orgânico (CO) do solo.

A palha do milho protege a superfície do solo e, conseqüentemente, seus agregados da ação direta dos raios solares e do vento; diminui a taxa de evaporação permitindo o aumento da infiltração e do armazenamento de água no solo e mantém a temperatura mais amena na camada mais superficial, reduzindo sua amplitude e favorecendo o desenvolvimento de plantas e organismos no solo. Quando incorporado no solo, sua decomposição é lenta e gradativa, promovendo aumento de matéria orgânica.

A manutenção ou incorporação de resíduos orgânicos na superfície do solo forma uma camada de material vegetal em diferentes estágios de decomposição. Isso mantém a atividade microbiana, por servir como fonte de energia e criar microclima com menor variação térmica e maior disponibilidade de água (Duarte *et al.*, 2014).

A matéria orgânica do solo (MO) proporciona um grande papel na estruturação e, assim, grande impacto na infiltração da água, desenvolvimento radicular e resistência à erosão, além de ser reservatório de nutrientes (Paul; Clark, 1996).

A matéria orgânica do solo é proveniente, em sua maior parte, da vegetação e das palhadas de restos culturais que, em quantidades e manejados adequadamente, exercem ação protetora contra a desagregação do solo pela chuva, por aumentarem a formação e a estabilidade dos agregados (Carpenedo; Mielniczuk, 1990).

A influência da matéria orgânica na agregação do solo ocorre por um processo dinâmico. Ao se adicionar quantidade de palhada no solo, a atividade microbiana é intensificada, resultando em produtos que proporcionam a formação e estabilização de agregados (Campos *et al.*, 1995).

Os indicadores biológicos do solo, que incluem a biomassa microbiana, a respiração microbiana, a atividade enzimática e o quociente metabólico, são bastante utilizados para o monitoramento da qualidade do solo no que se refere não apenas à ciclagem dos nutrientes, como também à estimativa da capacidade do solo para o crescimento vegetal (Araújo; Monteiro, 2007).

A biomassa microbiana é a parte ativa da matéria orgânica do solo e constitui-se num indicador de qualidade largamente utilizado para a averiguação de pequenas mudanças impostas pelas alterações no uso e manejo empregados nesse sistema. Alterações nessas variáveis reflete na quantidade e qualidade das fontes de carbono existentes ou adicionadas ao solo (Araújo; Melo, 2010).

Estudos demonstram que os sistemas de manejo com utilização de palhada sobre o solo influenciam na temperatura e na umidade do solo (Veiga *et al.*, 2010). Neste sentido, a cobertura vegetal, considerada uma prática conservacionista, proporciona inúmeros benefícios ao solo, como menor ocorrência de plantas daninhas e redução da perda de água do solo, contribuindo para a manutenção da umidade, incrementos na matéria orgânica do solo, que, por sua vez, beneficia os microrganismos do solo (Carneiro *et al.*, 2008; Souza *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2011).

O comportamento da umidade e da temperatura do solo influenciam os mais diversos fatores ligados às culturas agrícolas e sua produtividade (Stefanoski *et al.*, 2013). Dessa maneira, o conhecimento de como um solo se comporta quando submetido à utilização de cobertura sobre ele é de grande importância para o entendimento das relações existentes entre solo-planta em regiões de cerrado, podendo oferecer subsídios para o estudo de técnicas de cultivo mais adequadas. Diante desse cenário, o objetivo do presente estudo foi avaliar a eficiência dos restos culturais e palhada de milho na retenção da umidade do solo e a na oscilação da temperatura no solo.

2 METODOLOGIA

O estudo foi conduzido e realizado no município de Patos de Minas, MG, no período de 04/09 a 08/09 de 2023 em uma propriedade particular na zona rural de Lagoa Formosa (MG). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho, relevo plano e textura argilosa. A temperatura média é em torno de 21,8° C e a precipitação média anual é 1296 mm/ano, sendo que, na condução do ensaio, não houve precipitação pluvial, mantendo-se a umidade natural do solo.

O experimento foi instalado na forma de (DBC) delineamento de blocos ao acaso, com esquema fatorial 4x4 e com 4 repetições, sendo que o primeiro fator corresponde a quantidade dos restos culturais de milho (RCM) na ordem de (RCM1: 5 kg m², RCM2: 10 kg m², RCM3: 15kg m²e RCM4: 0 kg m²) de matéria seca. Para o segundo fator de avaliação, têm-se os horários de coleta de temperatura (CT): CT1: 8h, CT2: 11h, CT3: 14h e CT4: 17h seguindo as normas e orientações de Ribas *et al.* (2015).

O experimento foi instalado em uma propriedade rural particular, onde foi cultivado milho grão (*Zea mays*) K9510, híbrido da KWS convencional de características como alto potencial produtivo e rendimento, na safra 2022/2023. O milho foi mantido no local para senescência natural sem dessecação e colhido em meados do mês de agosto de 2023. A área escolhida para o experimento foi mantida preservada e limpa sem nenhum crescimento vegetal até a sua instalação.

Para a instalação e condução do experimento, foram preparados canteiros que são as parcelas, com uma área de 3m², e dimensões de 1,5m de largura por 2m de comprimento. As parcelas foram isoladas com tábuas de madeira nas proporções de 0,15 m de largura, por 0,015 m de espessura e comprimento de acordo com as dimensões das

parcelas, isto para evitar que o vento pudesse tirar ou descaracterizar o ambiente de teste, assim formando os canteiros.

Logo após a preparação das parcelas, foi feita a cobertura com a palha de milho seca. A palha foi colhida no próprio local com a respectiva taxa de aplicação formando um tratamento. A taxa de aplicação seguiu a quantidade de restos culturais de milho (RCM) na ordem de RCM1: 5 Kg m² para o tratamento 01; RCM2: 10 Kg m² para o tratamento 02; RCM3: 15 Kg m² para o tratamento 03; RCM4: 0 Kg m² para o controle.

Para a coleta de amostras e avaliações de temperatura, foi utilizado um termômetro tipo K, que é um dispositivo com o sistema de aquisição de dados de temperatura (SADT) do tipo K, Chromel-Alumel (INMETRO, 2009), com diâmetro de 1,5mm fabricados e calibrados pela ECIL S. A., capazes de medir temperaturas na faixa de -50 a 1350° C. O equipamento é calibrado e baseado na comparação dos sinais gerados por um termômetro de referência, ambos posicionados no mesmo meio termostático conforme para garantir a exatidão e a estabilidade na coleta e leitura da temperatura.

A coleta da temperatura foi estabelecida conforme Ribas *et al.* (2015), seguindo o horário de coleta de temperatura (CT) CT1: para 8h; CT2: para 11h; CT3: para 14h; CT4: para 17h, entre os dias 04 a 08/09/2023, anotando-se em planilha para posterior análise estatística.

A temperatura do solo foi medida na profundidade de 10 centímetros do solo em cada parcela com o termômetro tipo K, de visor digital e aguardando o tempo de estabilização da temperatura para uma nova tomada de temperatura. Os horários de avaliação da temperatura foram estipulados para 8h, 11h, 14h e 17h durante 05 dias de avaliações consecutivas conforme supracitados.

Para as avaliações de umidade das amostras, foram coletadas 100 gramas de solo na camada superficial de 0 - 10 centímetros aleatoriamente em cada parcela, identificadas corretamente, embaladas em sacos plástico, armazenadas em caixa isopor e enviadas para o laboratório para a análise de umidade de solo diariamente durante os 5 dias de avaliações, sendo que o solo foi coletado apenas uma vez ao dia durante os dias de avaliação.

Para a coleta das amostras, foi removida a cobertura vegetal da camada superficial e, antes do acondicionamento das amostras, o excesso de raízes contido no solo coletado foi removido manualmente

O método de secagem em estufa é o método considerado padrão; nele a massa d'água presente em uma dada amostra de solo é obtida pela diferença entre o peso da amostra úmida e o peso da amostra seca (Silva, 2013).

Esse método de secagem em estufa é adotado como padrão devido a sua simplicidade, praticidade e principalmente a precisão dos dados, sendo utilizado como referência para calibrar equipamentos e métodos (Buske *et al.*, 2013).

O processo de secagem ocorreu em um laboratório de biocontrole no município de Patos de Minas (MG), adaptado para todos os tipos de análises de solos. As amostras foram secas em estufa a 100° C durante 24 horas ou até que se estabilizasse o peso. Para a realização da secagem em estufa, foram seguidos os procedimentos descritos na Norma Brasileira Regulamentadora – NBR 6457 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1986).

De acordo com a NBR 6457 (ABNT, 1986), a umidade do solo é obtida através da equação $H = [(M1-M2)/(M2-M3)] \times 100$, onde H = umidade do solo, M1 = massa do solo úmido mais a massa do recipiente expresso em gramas, M2 = massa do solo seco mais a massa do recipiente expresso em gramas e M3 = massa do recipiente expresso em gramas.

Para preparar o processo de umidade de solo, foi utilizada uma balança de precisão, que auxiliou na pesagem do solo e, para acondicionar o solo a ser levado para a estufa, utilizou-se de placas de Petri de vidro. Os resultados foram anotados e posteriormente tabelados. Sendo assim, foi possível avaliar as oscilações da temperatura do solo em função da quantidade de palha dos restos culturais do milho em diferentes horas do dia e a umidade retida no solo em relação a palhada do milho.

Foi realizada análise de variância (ANOVA). Quando foram identificadas diferenças significativas na ANOVA, aplicou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Os procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio do software *Minitab*.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao avaliar os dados estatísticos, observou-se que houve uma diferença estatística significativa a 5% ($P < 0,05$) para a quantidade de restos culturais de palha de milho (RCM) aplicados nas parcelas (Tabela 1), diferenças significativas nos horários de avaliação na coleta de temperatura (CT). Esses resultados são de grande relevância, pois as maiores quantidades de palhada e restos culturais de milho sobre o solo podem evitar que a incidência solar atinja diretamente o solo, amenizando o efeito da radiação diretamente (Figura 1). Deve-se ressaltar que a intensidade solar é menor durante o período da manhã comparados aos períodos da tarde, que podem refletir mais intensamente em relação aos horários da manhã (ACOSTA *et al.* 2004).

Tabela 1: Avaliação do efeito da quantidade de palha sobre o horário na temperatura do solo. Patos de Minas – MG, 2023

Horários	5 kg m ²	10 kg m ²	15 kg m ²	0 kg m ²	Médias
	Quantidade de palha				
08:00	22,30 a D	22,80 a D	21,90 a C	25,50 b D *	23,12
11:00	25,37 b C	24,90 b C	23,60 b C	33,60 a C	26,86
14:00	26,00 b B	25,80 c B	25,40 c B	35,80 a B	28,25
17:00	26,90 b A	25,00 c A	24,70 c A	36,10 a A	28,17
Médias	25,14	24,62	23,9	32,75	

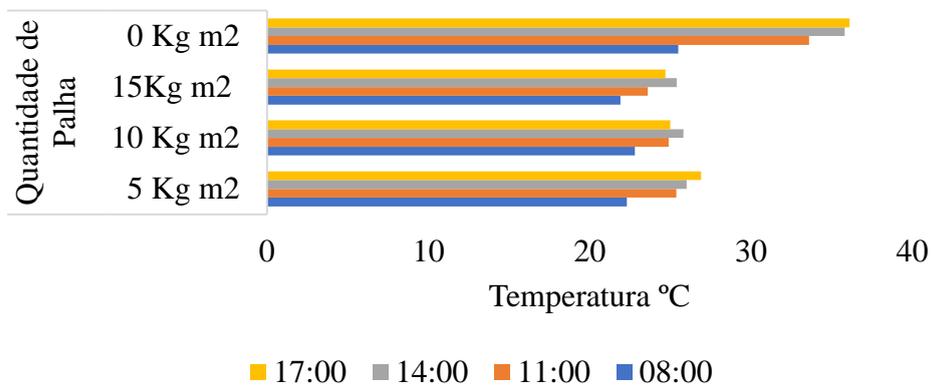
* Letras minúsculas iguais na mesma linha e letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ao nível de 5% ($P < 0,05$)

Na condição de aplicação de elevadas quantidades de palha sobre o solo, em ambiente cultivado por culturas anuais ou perenes, é possível incrementar a taxa de crescimento das plantas, manutenção de temperatura do solo mais adequada para as

raízes, melhorar aeração do solo e colaborar na taxa de degradação do material de cobertura (Oliveira *et al.*, 2001).

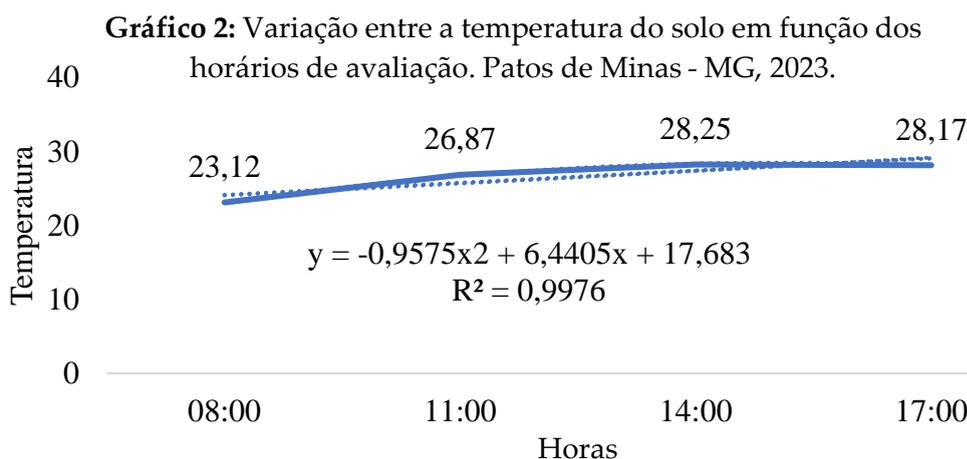
A associação entre temperatura do solo e quantidades de palha demonstra que, à medida que se aumenta a quantidade de palha, há um efeito na redução da temperatura do solo (Gráfico 1). Bragagnolo e Mielniczuk (1990) mostraram que a cobertura morta sobre o solo ameniza as perdas de água por evaporação e diminuem as temperaturas do solo.

Gráfico 1: Avaliação do efeito da quantidade de palha sobre o horário na temperatura do solo. Patos de Minas, 2023.



No solo sob condições de ausência de palhada em cobertura, a temperatura do solo apresentou maiores amplitudes ao longo do dia e essas amplitudes provavelmente podem ter variado ao longo do perfil do solo. As maiores amplitudes térmicas e os horários de avaliação em que ocorrem os valores máximos de temperatura foram diferentes e ocorreram próximo das 14 horas (Gráfico 2).

Os horários de avaliação da temperatura do solo (Figura 2) mostraram claramente a elevação da temperatura do solo a partir das 9h até às 16 horas. Nos períodos mais quentes, é provável que o efeito sobre a fisiologia das plantas possa ser um tanto negativo, em função de maiores perdas por transpiração, mas que no campo pode ser amenizado pela manutenção de palha sobre o solo na quantidade que varia de 5 a 15 kg m².



O clima e o tipo de solo existente na região do cerrado têm influência direta na temperatura e umidade do solo, independentemente da produção de matéria orgânica e palhada das plantas de cobertura. Estudos conduzidos na região do Cerrado têm obtido resultados positivos atribuídos aos restos culturais na superfície do solo após a colheita (Bragagnolo; Mielniczuk, 1990).

O resultado da umidade do solo apresentou diferença estatística significativa a 5% ($P < 0,05$) entre as parcelas cobertas com a palhada e restos culturais de milho (RCM) na camada 0 -10 centímetros e no controle (Tabela 2). Esse fator pode ter influência positiva, pois com a cobertura da palhada se diminui a incidência solar direta e por consequência a evaporação da umidade do solo (Bragagnolo; Mielniczuk, 1990).

Tabela 2: Umidade do solo em (%) na profundidade 0-10 cm. Patos de Minas - MG, 2023.

Dias Avaliados	5 Kg m ²	10 Kg m ²	15Kg m ²	0 Kg m ²	Média
	Umidade do Solo (%)				
04/09/2023	27,5 b	31,3 a	32,3 a	8,9 c *	25,00
05/09/2023	26,3 b	30,2 a	30,1 a	9,1 c	23,92
06/09/2023	28,8 a	29,7 a	33,0 a	8,9 c	25,10
07/09/2023	28,2 a	30,0 a	30,2 a	9,0 c	24,35
08/09/2023	27,0 b	29,5 a	31,7 a	9,0 c	24,30
Médias	27,56	30,14	31,46	8,98	

* Letras diferentes dentro das colunas representam diferenças estatisticamente ao nível de 5% ($P < 0,05$) na umidade do solo entre os tratamentos.

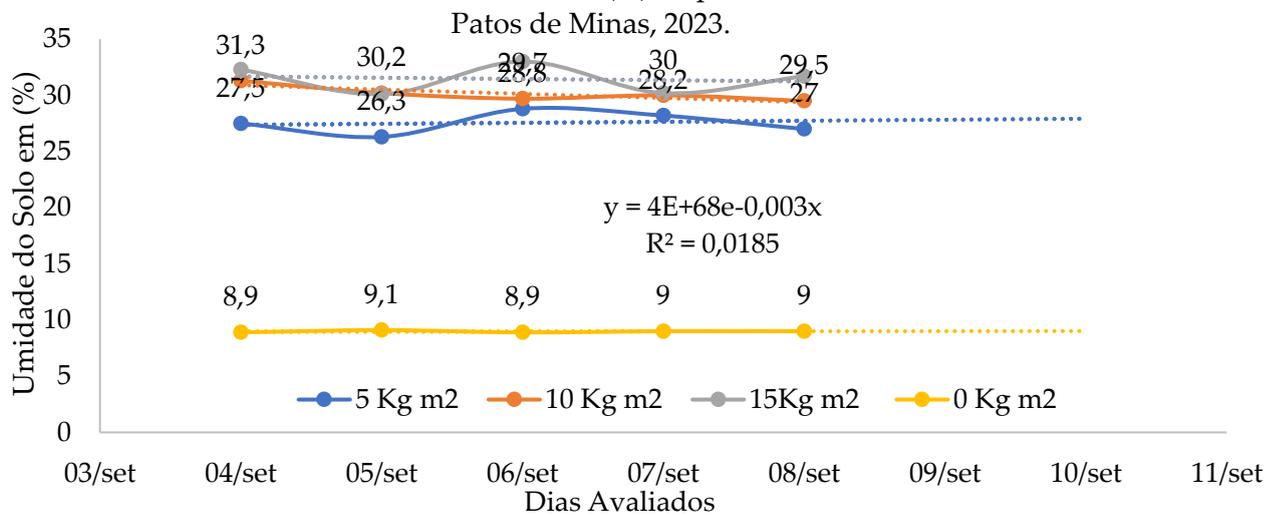
Entre as diversas vantagens que existem na manutenção da palhada proveniente da colheita sobre a superfície do solo, está a maior disponibilidade de água para as plantas, visto que as perdas são consideravelmente reduzidas. Nesse contexto, Bizari *et al.* (2009) retratam, em sua pesquisa, que houve uma maior economia de água em relação a superfícies do solo sem cobertura, uma vez que a palhada manteve a umidade do solo elevada por mais tempo. No mesmo sentido, Ifitikhar e Ali (2004) concluíram, na pesquisa feita por eles, que a manutenção de resíduos em superfícies do

solo pode reduzir em até 50% as perdas de água por evaporação. Maior economia de água pela manutenção de resíduos no solo também foi verificada por Stone (2005).

Observando-se os resultados encontrados no presente trabalho, com a umidade do solo na profundidade 0-10 (Tabela 2), houve estatisticamente uma redução na perda da umidade por evaporação do solo significativamente de 30% (Gráfico 3) na parcela descoberta em relação às parcelas com cobertura de palhada de restos culturais de milho.

Fidalski *et al.* (2010) encontraram efeitos positivos no conteúdo da umidade do solo em camadas superficiais de solos com textura arenosa, bem como solos com textura média, quando mantido com cobertura de palhada na superfície. Tal fato demonstra que a manutenção de resíduos sobre o solo também pode atuar como agentes protetores.

Gráfico 3: Umidade do solo em (%) na profundidade 0-10 cm.



Os efeitos da palhada na manutenção da umidade do solo buscaram entender se as camadas de palhada sobre o solo possuem alguma influência,

A palhada contribui para a manutenção da umidade do solo. Sendo assim, é perceptível, conforme a umidade do solo representada neste trabalho, a umidade se manter preservada nas parcelas com cobertura (Gráfico 3) em relação ao controle. Esta palhada de restos culturais de milho teve um efeito direto no solo, o que é muito importante para o suprimento de água e umidade das culturas a serem implantadas, principalmente nos períodos mais secos do ano.

Diante do exposto, a conservação de práticas conservacionistas, como a manutenção dos resíduos provindos dos restos culturais sobre a superfície do solo, se destaca por favorecer um maior aproveitamento das águas, evitando-se perdas excessivas por escoamento superficial (Paiva; Araújo, 2012).

Segundo Mota (1989), a temperatura do solo é uma variável que influencia diferentemente no crescimento e no desenvolvimento das plantas, podendo causar danos na produtividade. Deve-se controlar a distribuição dessas plantas no solo, assim são evitadas as temperaturas máximas da superfície durante o período inicial de estabelecimento da cultura no campo.

4 CONCLUSÃO

Os resultados deste experimento demonstraram que a quantidade de palhada de restos culturais do milho nas quantidades de 5, 10 e 15 kg m² foi suficiente para garantir a umidade em até 30% e a temperatura em até 8° C menores em relação ao solo sem palha. Sendo assim, a presença de palhada sobre o solo exerce fisicamente um papel de isolante térmico para o aquecimento do solo e da manutenção da umidade do solo.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, J. A. de A.; GIRARDELLO, V.; WEBER, MIRLA A.; ROSSATO, O. B.; SANTI, O. G. R.; LOVATO, T.; AMADO, T. J. C. Efeito na temperatura e na umidade do solo pelo aporte de resíduos orgânicos de culturas de cobertura. *In: VII ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E IV ENCONTRO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO. Anais [...]*. Universidade do Vale do Paraíba, p.15151-1518, 2004. Disponível em:

http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2004/trabalhos/epg/pdf/EPG5-9.pdf.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6457/86**: amostras de solo – preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1986.

ALTIERI, M. A.; LANA, M. A.; BITTENCOURT, H. V. H.; KIELING, A. S.; COMIN, J. J.; LOVATO, P. E. Aumento da produtividade das culturas por meio da supressão de plantas daninhas em sistemas de plantio direto orgânico em Santa Catarina, Brasil. **Revista de Agricultura Sustentável**, v. 35, n. 8, p. 855–869, 2011.

ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, p. 66-75, 2007.

ARAÚJO, A. S. F.; MELO, W. J. Soil microbial biomass in organic farming system. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 11, p. 2419-2426, 2010.

BIZARI, D. R.; MATSURA, E. E.; ROQUE, M. W.; SOUZA, A. L. Consumo de água e produção de grãos do feijoeiro irrigado em sistema de plantio direto convencional. **Ciência Rural**, v. 39, p.2073-2079, 2009.

BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, p. 369-374, 1990.

BUSKE, T. C.; ROBAINA, A. D.; PEITER, M. X.; TORRES, R. R.; ROSSO, R. B.; BRAGA, F. de V. A. Determinação da umidade do solo por diferentes fontes de aquecimento. **Irriga**, Botucatu, v. 19, n. 2, p. 315-324, 2013.

CAMPOS, B. C.; REINERT, D. J.; NICOLODI, R. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 19, p. 121-125, 1995.

CARNEIRO, M. A. C.; CORDEIRO, M. A. S.; ASSIS, P. C. R.; MORAES, E. S.; PEREIRA, H. S.; PAULINHO, H. B.; SOUZA, E. Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 455-462, 2008.

CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolo roxo submetidos a diferentes sistemas de manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 14, p. 99-105, 1990.

DUARTE, I. B.; GALLO, A. S.; GOMES, M. S.; GUIMARÃES, N. F.; ROCHA, D. P.; SILVA, R. F. Plantas de cobertura e seus efeitos na biomassa microbiana do solo. **Acta Iguazu**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 150-165, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1999. 212p.

FIDALSKI, J.; AULER, P. A. M.; BERALDO, J. M. G.; MARUR, C. J.; FARIA, R. T.; BARBOSA, G. M. C. Disponibilidade de água no solo em sistema de preparo, manejo da cobertura morta e porta-enxertos de citrus. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 34, n. 3, p. 917-924, 2010.

IFTIKHAR, F.; ALI, S. Impacto de diferentes tipos de coberturas de solos. **Sarhad Journal of Agriculture**, v. 20, n. 4 p. 571-573, 2004.

INMETRO. **Vocabulário Internacional de Metrologia**: conceitos fundamentais e gerais e termos associados (VIM 2008), Rio de Janeiro, 2009.

MARCHESAN, E. D.; TREZZI, M. M.; BARANCELLI, M. V. J.; BATISTEL, S. C.; PAGNONCELLI, F. de B. J.; VIDAL, R. A. Integration mulches with atrazine for weed management in corn. **Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 11, n. 1, p. 1-7, 2016.

MOTA, F. S. **Meteorologia agrícola**. São Paulo, Nobel, 1989.

OLIVEIRA, M. W.; TRIVELIN, P. C. O.; KINGSTON, G.; BARBOSA, M. H. P.; VITTI, A. C. Decomposition and release of nutrients from sugarcane trash in two agricultural environments in Brazil. *In*: AUSTRALIAN SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, **Proceedings**. Cairns, D. M. Hogarth, 2001.

PAIVA, A. Q.; ARAÚJO, Q. R. Fundamentos do manejo da conservação dos solos na região produtora de cacau da Bahia. *In: VALLE, R. R. Ciência, tecnologia e manejo do cacauero*. 2. ed. Brasília, Ceplac/CEPEC/SEFIS, 2012. p. 115-134.

PAUL, E. A.; CLARK, F. E. **Soil microbiology and biochemistry**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1996.

PEZZOPANE, J. E. M. Dinâmica entre temperaturas do ar e do solo sob duas condições de cobertura. **Revista Acadêmica, Ciências Agrárias Ambientais**, Curitiba, v. 11, Supl. 1, p. S147-S154, 2013.

RIBAS, G. G.; STRECK, N. A.; SILVA, S. D. D.A; ROCHA, T. S. M. DA; LANGNER, J. A. Temperatura do solo afetada pela irrigação e por diferentes coberturas. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 35, n. 5, p. 817-828, 2015.

SANTOS, T. E. M.; MONTENEGRO, A. A. A.; SILVA, D. D. Umidade do solo no semiárido pernambucano usando-se reflectometria no domínio do tempo (TDR). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S. l.], v. 15, n. 7, p. 670-679, 2011.

SILVA, D. O. M. da. **Validação de um sensor de determinação da umidade do solo para o manejo da irrigação**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2013.

SOUZA, K. B.; PEDROTTI, A.; RESENDE, S. C.; SANTOS, H. M. T.; MENEZES, M. M. G.; SANTOS, L. A. M. (2008) Importância de novas espécies de plantas de cobertura de solo para os tabuleiros costeiros. **Revista da Fapese**, v. 4, n. 2, p. 131-140, 2008.

STEFANOSKI, D. C.; SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; PACHECO, LEANDRO, P. (2013). Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 12, p. 1301-1309, 2013.

STONE, L. F. Irrigação do feijoeiro e do arroz de terras altas no sistema de plantio direto. **Revista Plantio Direto**, v. 14, p. 31-34, 2005.

VEIGA, M.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. (2010). Sistemas de preparo do solo e fontes de nutrientes que afetam a cobertura, temperatura e umidade do solo em Latossolo Vermelho Distrófico Argiloso sob milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 6, p. 2011-2020, 2010.