

Variabilidade Temporal da Temperatura do Solo em Diferentes Profundidades e sua Relação com Variáveis Meteorológicas no Semiárido Paraibano

Euclides Miranda Silva¹, Madson Tavares Silva², Sílvia Maria Dantas³

DOI: <https://10.52719/bjas.v6i2.6539>

Resumo

A temperatura do solo (T_s) é uma variável de estado fundamental que descreve tanto os processos da superfície terrestre como as condições ambientais e climáticas regionais e consequentemente na agricultura. Estudar sobre os processos dinâmicos do solo é de grande relevância para entender as interações do sistema solo-planta-atmosfera. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é analisar o comportamento da temperatura do solo em diferentes níveis de profundidades diferentes (0, 5, 10, 15, 20 e 50 cm) em três horários distintos (9, 15 e 21 horas), durante o intervalo de um ano completo. Assim como investigar a relação entre a variação de temperatura do solo com outros dois parâmetros de temperatura média do ar (T_{ar}) e precipitação (PCP). Os dados utilizados são do período de doze meses, com seus respectivos valores diários e mensais. Com auxílio do Microsoft Excel, e do Qgis, analisou-se as variáveis de precipitação, temperatura média do ar e temperatura do solo. Calculou-se o gradiente térmico entre os dois níveis e a correlação entre a temperatura do solo e as variáveis meteorológicas (T_{ar} e PCP). Verificou-se que o horário das 15h horas apresentou maior temperatura do solo em 5 cm, enquanto nas 21 horas em 50 cm não teve uma diminuição relevante dessa variável. Além de mostrar que as temperaturas do solo tiveram forte relação apenas com a temperatura média do ar, indicando a influência direta dessa variável nos processos referentes ao solo.

Palavras-chave: Temperatura do ar. Gradiente de temperatura. Precipitação.

¹ Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. E-mail: engeuclidesmirandasilva@gmail.com

² Universidade Federal de Campina Grande– UFCG. E-mail: madson.tavares@professor.ufcg.edu.br

³ Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. E-mail: silviadantasrn@gmail.com

Abstract

Soil temperature (T_s) is a fundamental state variable that describes both land surface processes and regional environmental and climatic conditions and consequently in agriculture. Studying dynamic soil processes is of great relevance to understanding the interactions of the soil-plant-atmosphere system. In this sense, the objective of this work is to analyze the behavior of soil temperature at different levels of different depths (0, 5, 10, 15, 20 and 50cm) at three different times (9, 15 and 21 hours), during the interval of a full year. As well as investigating the relationship between soil temperature variation with two other configurations of average air temperature (T_{ar}) and offers (PCP). The data used is for a period of two months, with their respective daily and monthly values. With the help of Microsoft Excel QGis, we analyzed variations in variations, average air temperature and soil temperature. The thermal gradient between the two levels and the transparency between soil temperature and harmful variables (t_{ar} and PCP) were calculated. It was found that the 3pm hour had a higher soil temperature of 5 cm, while the 9pm hour of 50 cm had no significant decrease in this variable. In addition to showing that soil temperatures had a strong relationship only with the average air temperature, they reduce the direct influence of this variable on soil processes.

Keywords: Air temperature. Temperature gradiente. Precipitation.

Introdução

A obtenção de informação sobre o comportamento da temperatura em solos sob clima tropical facilita o entendimento da condução térmica para a produtividade agrícola, das relações solo-planta-atmosfera nessas regiões e permite ainda fornecer subsídios para o estudo de técnicas de cultivo ecologicamente adequadas as condições climáticas locais (Silva et al., 2013).

As trocas de energia que ocorrem entre a camada limite planetária e a superfície do solo são de fundamental importância em diversos estudos de modelagem agrometeorológica e atmosférica. A pesquisa sobre esses processos ajuda a compreender melhor o processo de ocorrência de geadas e orvalho e a previsão de temperaturas extremas (Ramana Rao & Vianello, 1977). Zhu et al. (2018) estabelece a temperatura do solo como uma variável de estado fundamental que descreve tanto os processos da superfície terrestre como as condições ambientais e climáticas regionais.

Segundo Varejão-Silva (2005), a temperatura do solo, seja na superfície ou nos níveis subjacentes inferiores, podem variar muito, tanto no espaço quanto no tempo. Como o fluxo de calor no solo é afetado principalmente pela absorção da energia solar pela superfície, a oscilação da temperatura do solo apresenta um ciclo diário e anual, embora haja certo atraso, ainda acompanha o movimento aparente do sol.

As camadas superficiais são mais sensíveis às alterações de temperatura por estarem mais expostas tornando-as mais suscetíveis à radiação solar. Essa radiação tem um efeito significativo no solo, porque ele tem uma boa capacidade de absorver energia radiante. A quantidade de absorção depende da intensidade da radiação e da inclinação dos raios solares. Além disso, também depende das características e propriedades do solo, especialmente sua estrutura, textura, cor e umidade (Rosa et al., 2009).

O fluxo de calor no solo representa a energia disponível para os processos físicos e biológicos que ocorrem e é transferida para as camadas inferiores do solo. O fluxo de calor no solo é função dos diferentes níveis de temperatura e da condutividade térmica do solo. Nos estudos de balanço energético é importante quantificar o fluxo de calor no solo, pois corresponde à entrada/saída de energia de um determinado ambiente, favorecendo um aumento e/ou diminuição do fluxo de calor latente e sensível e assim um aumento e/ou diminuição ou diminuição da taxa de evaporação e transpiração.

A água e o solo são fatores chave para a apropriada exploração de uma área para prática agrícola. O conhecimento da distribuição espaço-temporal dos parâmetros físico-hídricos do solo é o princípio fundamental para o manejo adequado de irrigação (José et al., 2012). Ramana Rao et al. (2005) ressaltam a importância de analisar regularmente a temperatura do solo em diferentes profundidades, pois possibilitam entender seu comportamento térmico e o conhecimento de importantes características e compreender propriedades importantes como difusividade e condutividade térmica. Diniz et al. (2017), acrescenta que as medições de temperatura em diferentes profundidades do solo a partir de estações meteorológicas são rotineiras, no entanto, poucos estudos exploraram essas observações

De acordo com Silva et al. (2006), para assegurar uma produtividade adequada, outros elementos também são importantes para as plantas, especialmente a disponibilidade de água e a temperatura do solo, pois podem afetar o balanço hídrico no solo. Sobretudo, a temperatura do solo afeta a emergência das mudas e o crescimento das plantas.

Segundo Silva et al. (2013) o cálculo das temperaturas médias do solo em diferentes profundidades sempre foi um desafio, visto que as leituras em estações meteorológicas são

convencionalmente feitas em horários determinados, cujas médias aritméticas resultam valores incongruentes, sobretudo para as camadas mais superficiais, onde a oscilação térmica é bem mais acentuada. Dentre os vários métodos desenvolvidos para a estimativa da temperatura do solo usando dados meteorológicos, não foi desenvolvido ainda nenhum que se enquadre às peculiaridades climatológicas para região semiárida. Em vista disso, considerando o tipo de solo e as condições climáticas da região, faz-se necessário um modelo que melhor represente as condições locais.

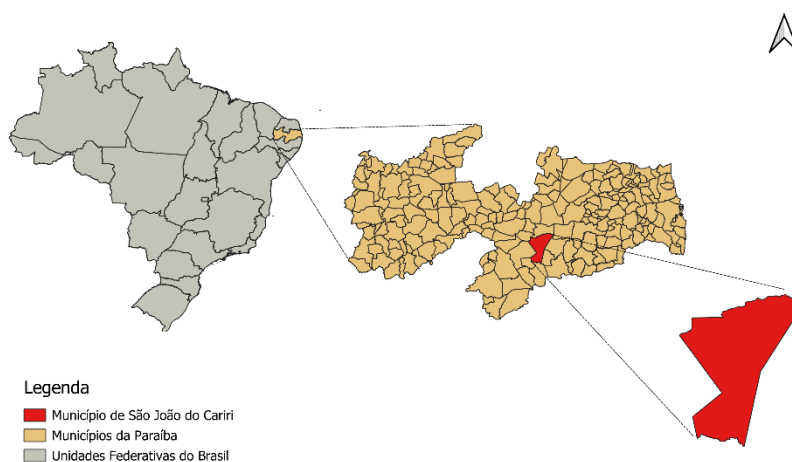
Nesse sentido, esse trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar a variabilidade espacial da temperatura do solo em seis profundidades distintas do solo (0, 5, 10, 15, 20 e 50 cm) e também seu comportamento ao longo de um ano e as correlações da camada superficial e camada mais profunda com os parâmetros de precipitação e temperatura do ar, em uma área experimental, localizada no município de São João do Cariri, no semiárido paraibano.

Metodologia

Caracterização da área de estudo

O estudo foi conduzido na Estação Experimental Bacia Escola, pertencente a Universidade Federal da Paraíba – UFPB, localizada no município São João do Cariri, semiárido paraibano, com coordenadas geográficas 7° 24' S e 36°32' W (Figura 1). Com uma altitude média de 445 metros e área total aproximada de 612.966 km² (IBGE, 2023). A área está inserida zona fisiográfica do Planalto da Borborema, na mesorregião da Borborema e da microrregião do Cariri Oriental na, com altitude variando entre 400 a 600 metros (Araújo, et al.2011).

Figura 1
Localização do município de São João do Cariri no estado da Paraíba



Fonte: Elaborados pelos autores (2023).

Conforme a classificação climática de Köppen (1928), o clima da região em análise é do tipo semiárido quente (BSh), a qual a temperatura média mensal do mês mais ameno é superior a 18°C, a estação chuvosa ocorre de fevereiro a abril, e a precipitação pluvial média anual é inferior a 600 mm, sendo os totais de chuva na curta estação chuvosa inferiores aos da evapotranspiração, que são, em média, 1.600 mm anuais (Alves & Azevedo, 2013).

Os principais tipos de solos encontrados na Estação experimental de acordo com Chaves e Chaves (2002) são o Luvisolo Crômico Vértico, Vertissolo e Neossolo Litólico. Em toda a área de estudo a vegetação é do tipo Caatinga hiperxerófila. É uma região tradicionalmente pastoril onde tem predominado a criação de caprinos. No passado, esta era uma região com produção expressiva de algodão. Na atualidade, é cultivada com palma e culturas alimentares de subsistência (Francisco, 2010 & Souza Filho *et al.*, 2011). O bioma é a Caatinga hiperxerófila, decorrente do tipo climático que envolve a região, BSh – semiárido quente com chuvas de verão, segundo Köppen e um bioclima do tipo 2b (9 a 11 meses secos) – sub desértico quente de tendência tropical.

Obtenção e tratamento dos dados

Os equipamentos da Bacia Escola estão distribuídos em uma Estação Climatológica de Superfície e estação meteorológica digital, situada junto à sede da Fazenda Experimental e em outros locais da Bacia. Os equipamentos instalados estão agrupados conforme a natureza dos

dados. O grupo do abrigo meteorológico conta com termohigrógrafo, psicrômetro e evaporígrafo Piche. O grupo de pluviometria é composto de pluviômetros e pluviógrafos (Araújo, 2006). Os dados analisados são referentes aos meses de janeiro a dezembro do ano de 2007. Para o monitoramento térmico do solo foram utilizados sensores de temperatura que se encontram instalados em seis profundidades distintas do solo dispostos nas profundidades de 0, 5, 10, 15, 20 e 50 cm. Os dados de temperatura do solo foram coletados às 12:00 h, 18:00 h e 24:00 h (TMG), que corresponde às 9:00 h, 15:00 h e 21:00 h (horário de Brasília).

As variáveis presentes no banco de dados foram temperatura máxima, mínima e média, amplitude térmica ($^{\circ}\text{C}$), precipitação pluvial (mm), temperatura do solo ($^{\circ}\text{C}$) em 0, 5, 10, 15, 20 e 50 cm, todos com três horários disponíveis, sendo eles 9h, 15h e 21h.

Para análise e representação dos resultados obtidos pelo trabalho foi utilizado planilha eletrônica e o software QGIS 3.33 para tratamento dos dados, bem como a geração de gráficos e diagramas. Para avaliar a influência da temperatura do ar sobre e precipitação pluvial a variação da temperatura do solo nas diferentes profundidades em estudo, foi testada a significância da regressão por meio do teste F e o ajuste da equação por meio do coeficiente de determinação (R^2).

Resultados e discussão

A Figura 2 (A- C) registra as médias mensais (de janeiro a dezembro) de temperatura do solo obtidas a partir de dados diários coletados no ano de 2007, para diferentes profundidades (0, 5, 10, 15, 20, e 50 cm), temperatura média do ar, precipitação pluviométrica mensal nos horários de 9h, 15h e 21h.

Os dados referentes ao horário de 9h, estão dispostos na Figura 2-A. Observa-se que o comportamento da temperatura do solo interanual é similar para todas as profundidades de solo, atingindo seu valor maior de $36,64^{\circ}\text{C}$ no mês de dezembro e menor de $24,6^{\circ}\text{C}$ no mês de julho. A maior amplitude entre essas temperaturas foi identificada na camada superior entre 0 a 5 cm, com até $10,8^{\circ}\text{C}$. A temperatura média do ar mostrou-se inferior a todas as médias de temperatura do solo para todo os meses do ano e horários. E os dados de precipitação pluvial permaneceram-se iguais para todos os meses, horários e profundidades.

Na Figura 2-B, que correspondente ao horário de 15h, observa-se que o comportamento da temperatura média anual é similar para todos os níveis de profundidade, atingindo seu valor máximo de $45,3^{\circ}\text{C}$ no mês de dezembro e menor valor de $26,8^{\circ}\text{C}$ no mês de julho. A maior variação entre essas temperaturas foi identificada na camada superior (0 a 5 cm) com amplitude térmica de até $16,4^{\circ}\text{C}$. As temperaturas das demais profundidades de 10,

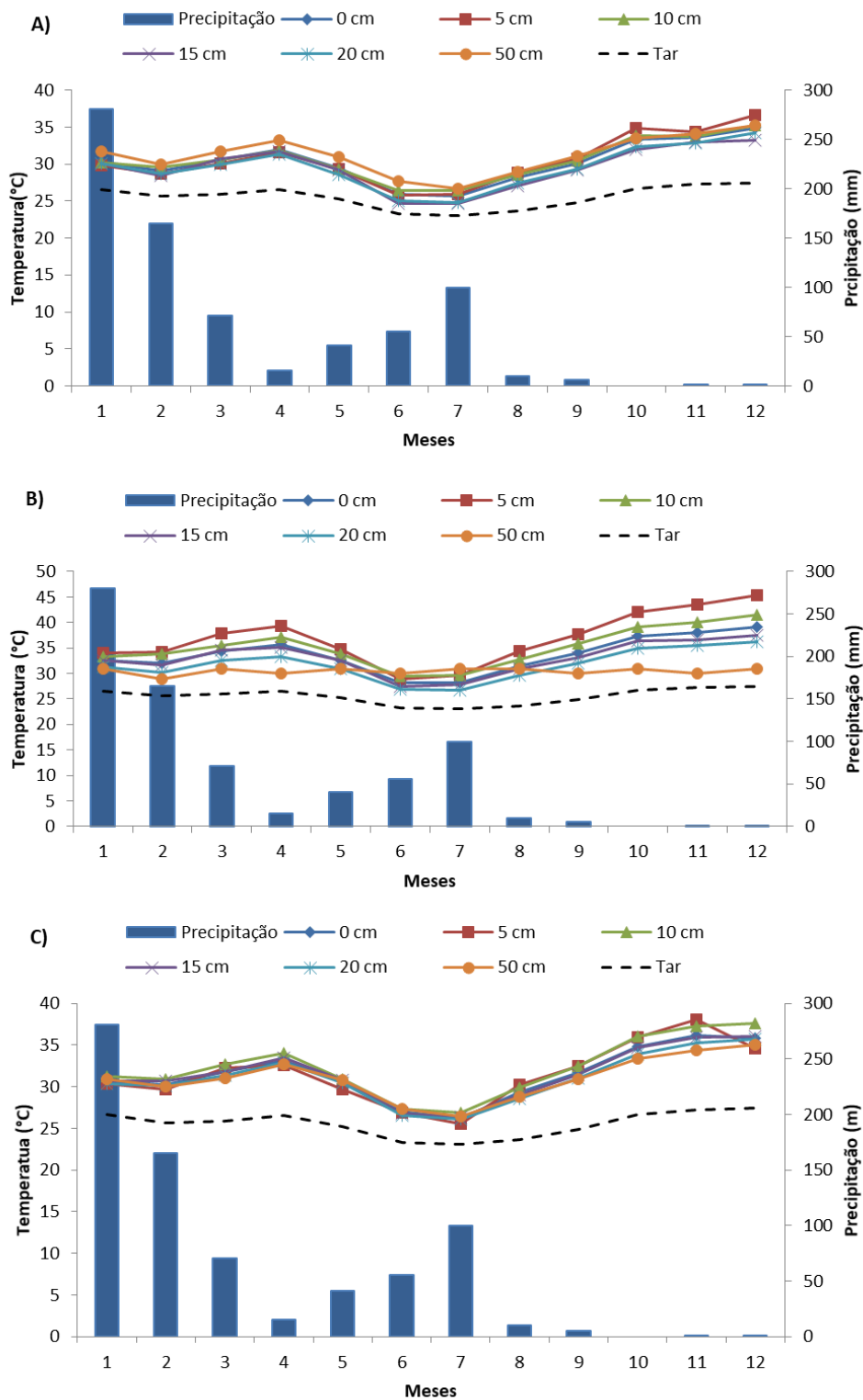
15 e 20 cm, ficaram abaixo da profundidade de 5 cm e superior a profundidade de 50cm.

Na Figura 2-C, representa temperaturas do solo no horário de 21h, constata-se que o comportamento da temperatura média anual registra pouca variação para todos os níveis de profundidade, atingindo seus maiores valores de 38 e 37,7 °C, nas profundidades de 5 e 10 cm respectivamente, nos meses novembro e dezembro. Já o menor valor registrou-se 25,6 °C na profundidade de 5cm, no mês de julho. Entretanto, a amplitude térmica da camada de 5 a 10 cm foi maior que as demais profundidades com até 12,4 °C de diferença e a menor amplitude térmicas foi registrada na camada mais profunda de 50cm com até 8,6 °C de diferença.

Ainda analisando o comportamento da temperatura do solo na Figura 2(A-C), observa-se que ocorreu um aquecimento entre o período de fevereiro a abril para os três horários correspondentes, destacando-se o maior valor de 39,4 °C que ocorreu no mês de abril às 15h na profundidade de 5 cm. Seguido de uma acentuada queda chegando aos menores patamares nos meses entre junho e julho. Após esse período mais ameno, as temperaturas do solo voltam a crescer atingindo suas maiores médias de 45,3°C na profundidade de 5 cm nos meses de novembro e dezembro, como afirmado anteriormente.

Figura 2

Temperatura do solo média mensal em diferentes profundidades, temperatura média do ar e precipitação pluvial, nos horários de 9h (A), 15h (B) e 21h (C) para a localidade de São João do Cariri-PB, em diferentes profundidades.



Fonte: Elaborados pelos autores (2023).

Examinando a temperatura do solo em função das profundidades, as amplitudes são menos perceptíveis no nível mais profundo de 50 cm (aproximadamente 8,6 °C), enquanto que o maior valor de variação destaca-se na camada de 0 a 5 cm, (podendo atingir até

16,4°C). Corroborando com Belan *et al.* (2013) e Oliveira *et al.* (2019), que contataram que a temperatura no perfil de solo varia em função da profundidade bem como da sua cobertura, resultado também encontrado neste trabalho.

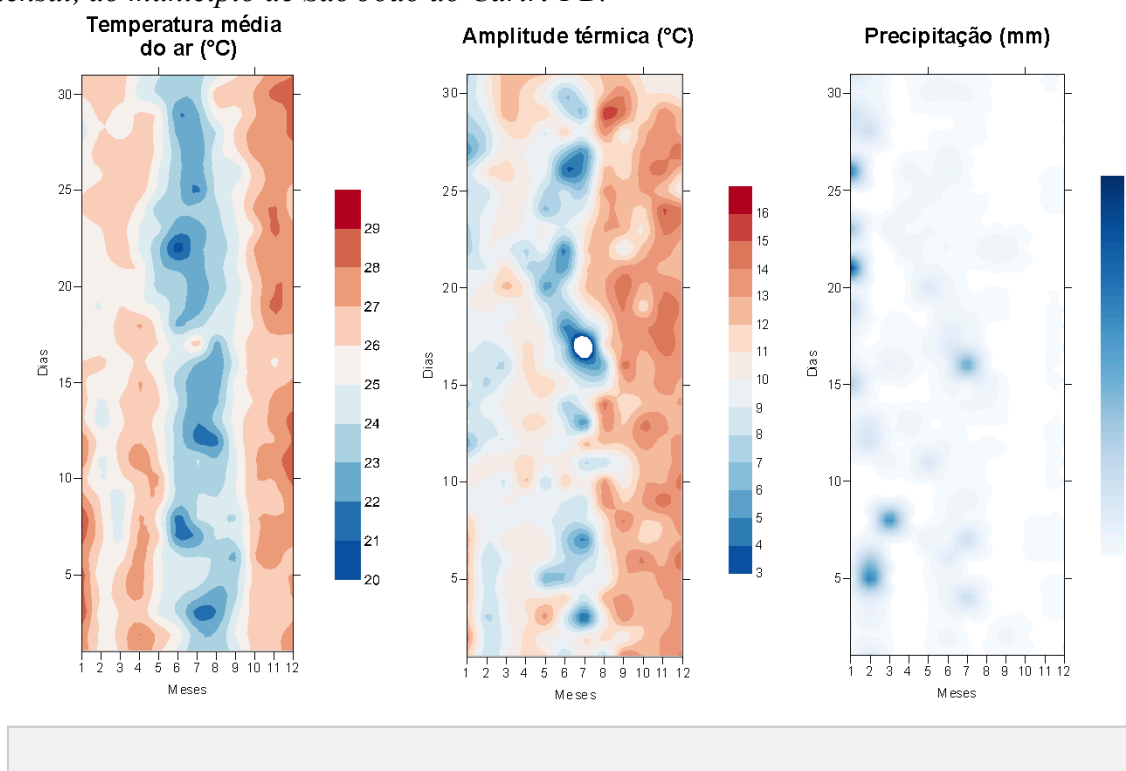
Verificou-se no período de 9h as menores variações de temperatura para todos os níveis, em relação aos outros dois horários observados, podendo chegar a uma diferença de 10,8 °C, seguido pelo horário de 21h com variação máxima de 12,43 °C. As 15h é o horário com maior discrepância podendo chegar até 16,4°C. Santos *et al.* (2022) discute em seus resultados que a amplitude térmica mais significativa do solo foi registrada na camada de 0 a 5 cm chegando até 9°C.

Os resultados encontrados nesse trabalho são compatíveis com Dantas *et al.* (2017) e Kunz *et al.* (2002), que verificaram que a máxima temperatura do solo ocorreu nas camadas mais superficiais entre os horários de 14h a 16h, independentemente da condição de cobertura do solo (com ou sem).

O diagrama de Hovmöller é uma excelente ferramenta gráfica utilizada amplamente na análise de dados espaciais e temporais, principalmente nos campos como a meteorologia, geociências e afins. Na figura 3, estão plotados os registros da variação da temperatura média do ar, amplitude térmica do ar e a precipitação pluvial durante o período de 12 meses do mesmo ano. A temperatura do solo apresentou a mesma tendência da temperatura do ar, porém com oscilações diferentes em resposta aos diferentes horários e profundidades do solo.

Figura 3

Variabilidade da temperatura média do ar, amplitude térmica do ar e precipitação pluvial mensal, do município de São João do Cariri-PB.



Observa-se, ainda na Figura 3, que a temperatura média do ar apresenta aquecimento de fevereiro a abril, seguido de um decréscimo significativa no período de maio a julho, atingindo seu menor valor até 23 °C em julho, sequencialmente a partir de agosto, a temperatura volta a crescer atingindo seu maior valor no mês de dezembro com 27,5 °C. Os meses de janeiro, abril e outubro a dezembro, registraram temperaturas acima de 25°C. Segundo Varejão-Silva (1984), sobre a mesma região estudada, o período mais quente do ano é novembro-janeiro atingindo valores máximos de 25°C e o mês de temperatura mais amena é julho com mínima podendo atingir 21°C.

Conforme observado na Figura 3 no diagrama de precipitação pluviométrica, as chuvas se concentraram nos sete primeiros meses registrando um total de 745 mm, destacando-se os dois primeiros meses janeiro e fevereiro, com os maiores acumulados 280 e 165 mm, respectivamente. Nos meses seguintes agosto a dezembro, seguiu a característica regional como período mais seco, e precipitações pluviais abaixo de 10 mm, chegando a zerar no mês agosto.

A irregularidade espacial e temporal das chuvas no semiárido é uma das suas principais características. Segundo Francisco et al. (2020) o limite da semiaridez é considerado para valores médios anuais de precipitação pluvial, menores ou iguais a 800 mm/ano. Esta

pluviosidade relativamente baixa e irregular é concentrada em uma única estação de três a cinco meses caracterizada, ainda, pela insuficiência e pela irregularidade temporal e espacial (Souza Filho, 2011).

Encontra-se na Figura 4 (A-F) a plotagem das temperaturas médias do solo nos níveis de 5 e 50 cm nos horários de 9h (4-AB), 15h (4-CD) e 21h (4-EF), ao longo de um ano completo. Observa-se nas Figuras 4-A e 4-B as temperaturas do solo nos níveis 5 e 50 cm, respectivamente registrados às 9h, como já visto anteriormente através da Figura 1, as menores temperaturas estão concentradas nos meses de junho a agosto e as maiores temperaturas nos meses de novembro e dezembro. Além disso, a temperatura do solo é maior no nível superior de 5 cm do que no de 50 cm.

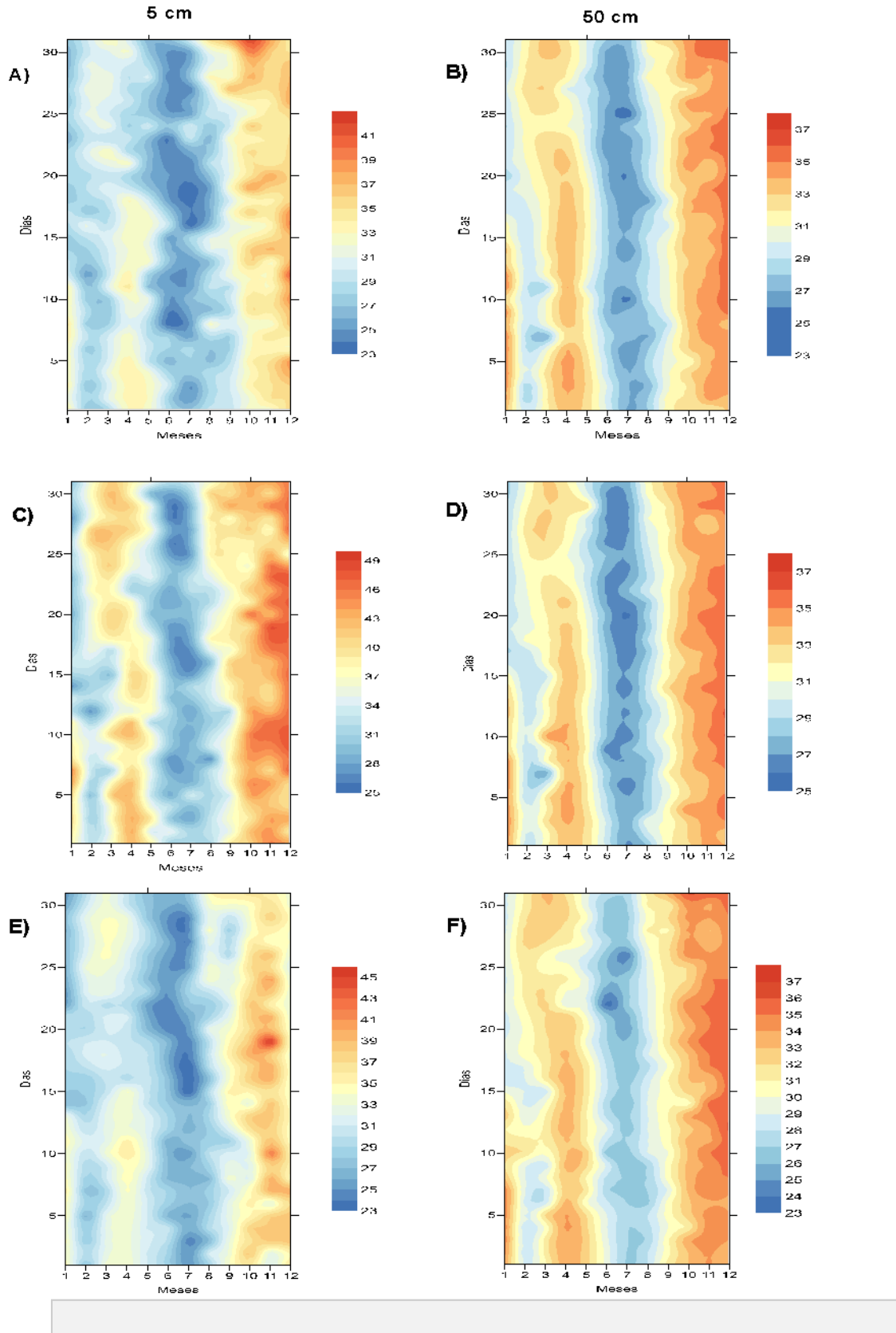
Nas Figuras 4-C e 4-D identificam-se as temperaturas do solo nos níveis de 5 e 50 cm as 15h, nesse horário as temperaturas estão mais elevadas nos dois níveis e demais períodos, principalmente nos meses de dezembro e abril. Na figura 4-C no período de março e abril, há um moderado aquecimento, se comparado a Figura 4-A e 4-E. De modo geral, esse horário (15h) observado é o que apresenta as maiores temperaturas, em comparação aos demais horários de 9h e 21 horas.

Nota-se nas Figuras 4-E e 4-F, as temperaturas do solo nos níveis de 5 e 50 cm, respectivamente, registrados às 21h, no qual observa-se que no nível de 5 cm as temperaturas são superiores, quando comparado com as temperaturas do nível de 50 cm. Desse modo, as temperaturas no nível de 5 cm elevam-se nos meses de novembro e dezembro, que coincidentemente correspondem ao verão.

Esses resultados corroboram com Matos *et al.* (2013), que afirma que a temperatura modifica de acordo com a incidência da radiação solar, tendo seus valores máximos entre 12 e 15 horas. Pelo fato da absorção e da perda de energia ocorrer na superfície, aliado à baixa velocidade de propagação do calor no interior do solo, as variações térmicas se limitam aos horizontes mais superficiais.

Figura 4

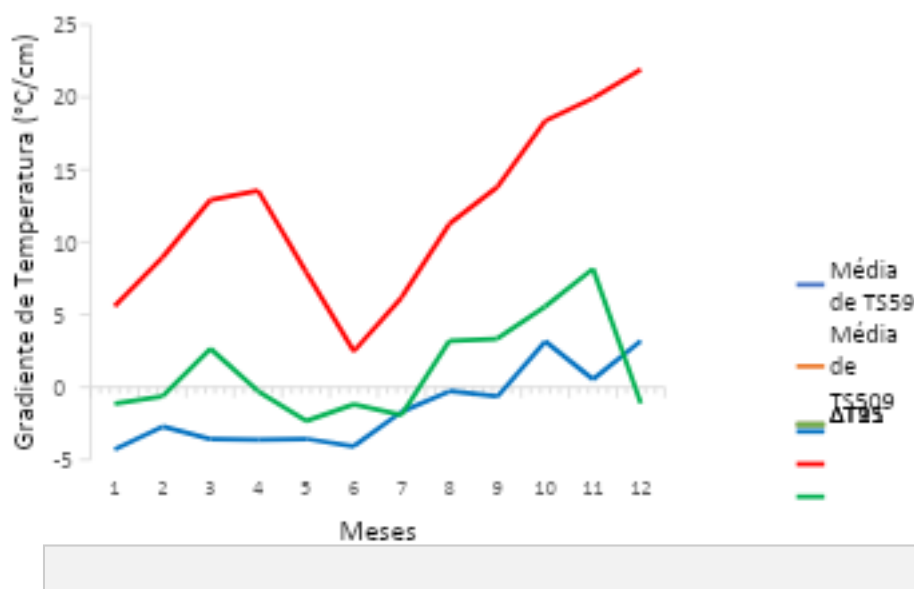
Diagrama de Hovmoller da variabilidade anual da temperatura média do solo às 9h (A-B), 15h (C-D) e 21h (E-F).



A Figura 5 demonstra o gradiente térmico ($^{\circ}\text{C}/\text{cm}$) entre os níveis de 5 e 50 cm nos três horários estudados, no qual constata-se que o gradiente térmico das 15h é o único que não apresenta nenhum valor negativo, pois nesse período apresenta as maiores temperaturas do solo. Enquanto, o gradiente térmico dos horários de 9h e 21h em determinados momentos apresentam valores positivos e em outros valores negativos. Nota-se ainda que o gradiente térmico das 9h é o que apresenta mais valores negativo e o gradiente de 21h é o mais homogêneo, visto que consta menores oscilações dos valores negativos e positivos, tendendo a se aproximar mais do gradiente nulo, se comparado aos dois anteriores. Tal comportamento pode ser explicado pela ausência da radiação solar neste horário (21h).

Figura 5

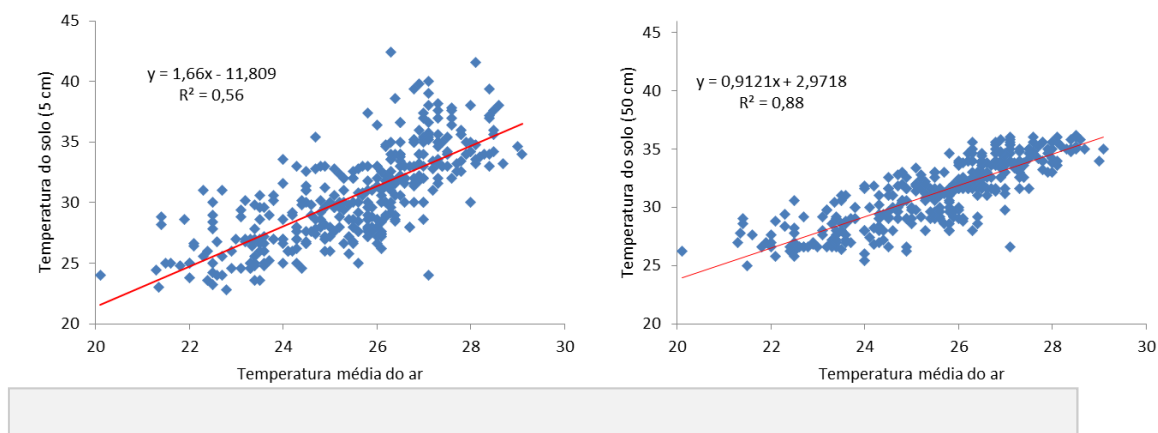
Gradiente térmico da temperatura do solo entre as profundidades (5 e 50 cm), para os três horários analisados (9h, 15h e 21h).



Observou-se na Figura 6 os diagramas de dispersão entre temperatura do solo (5 e 50 cm) e a temperatura média do ar referente às 9h. Nota-se que nas duas profundidades (0 e 50 cm) apresenta correlação positiva entre as duas temperaturas, com indicadores estatísticos satisfatórios. O R^2 apresenta maior valor no nível de 50 cm registrando $R^2 = 0,88$, porém sem grande vantagem comparado a 5 cm de profundidade ($R^2 = 0,56$)

Figura 6

Diagrama de dispersão entre temperatura do solo (5 e 50 cm) e temperatura média do ar às 9h.

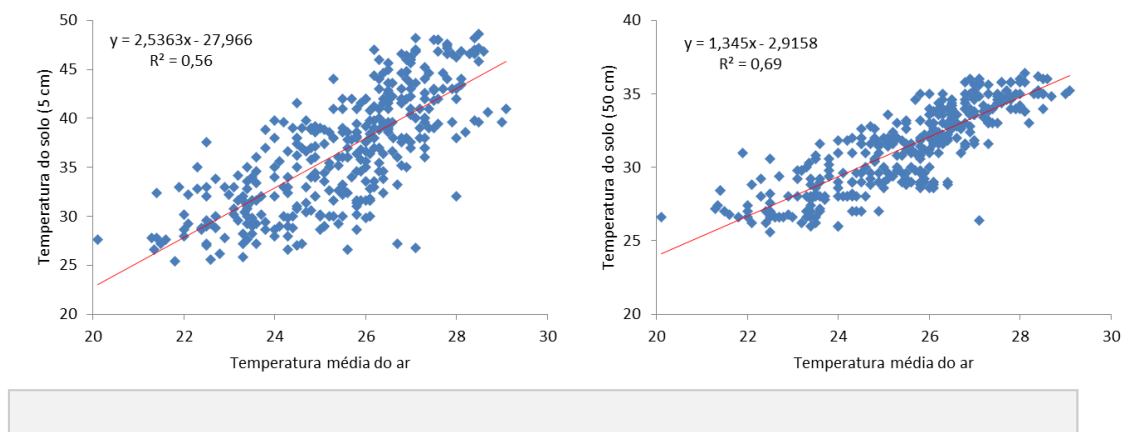


Verificou-se que na profundidade de 5 cm ocorreram as maiores variações da temperatura do solo, registrando R^2 igual ao horário de 9h (0,56), já na camada mais profundo de 50 cm as observações ficaram menos dispersas e mais próximas da linha de tendência, o que explica o aumento da relação, $R^2 = 0,69$. Quando colacionado entre os horários 9h e 15h, o primeiro apresenta a maior correlação no nível de 50 cm (Figura 7).

Segundo Oliveira et al. (2019), variação da temperatura média do solo acompanha o curso anual da temperatura média do ar. Ressaltando a influência da temperatura do ar sobre a dinâmica da temperatura no perfil do solo. Apesar da diferença entre os valores absolutos do R^2 , os resultados analisados corroboram com Matos et al. (2017), que analisou os dados de temperatura horária do solo e do ar em Londrina-PR, seus resultando mostraram valores de R^2 superiores a 0,95 onde foi possível identificar uma grande relação entre elas. Também apontam para a mesma tendência desse estudo.

Figura 7

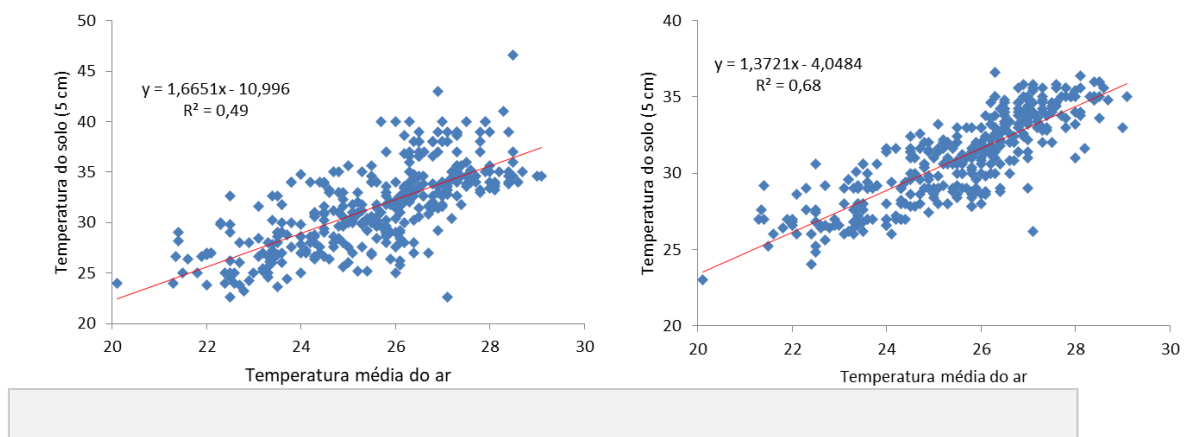
Diagrama de dispersão entre temperatura do solo (5 e 50 cm) e temperatura média do ar às 15h.



Observa-se na Figura 8 os diagramas de dispersão entre temperatura do solo (5 e 50 cm) e a temperatura média do ar referente às 21h. Nota-se que nas duas profundidades existe uma correlação positiva entre as duas temperaturas, assim como já visto nos outros horários (9h e 15h), com indicadores estatísticos satisfatórios. Na profundidade de 5 cm, as observações são mais dispersas, gerando um R^2 menor de 0,49, entretanto no nível 50 cm, os dados se aproximam mais da reta elevando a correlação R^2 chegando a 0,68.

Figura 8.

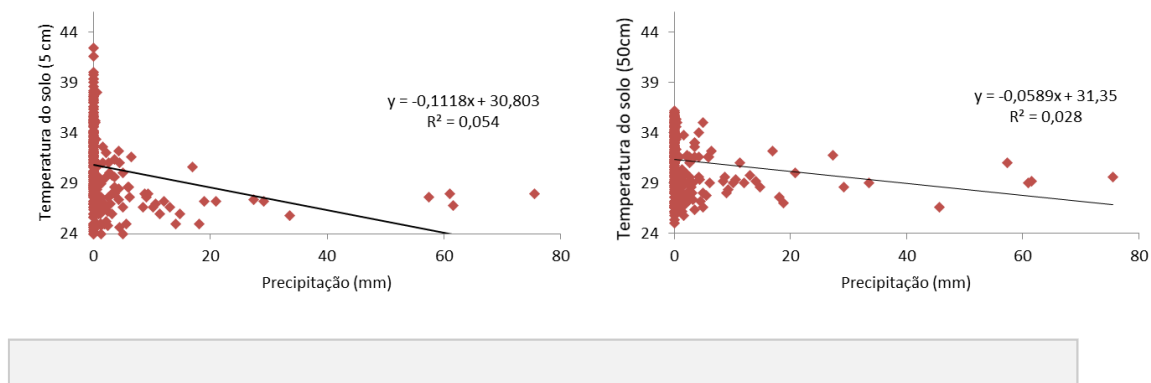
Diagrama de dispersão entre temperatura do solo (5 e 50 cm) e temperatura média do ar às 21h.



A Figura 9 evidencia os diagramas de dispersão entre temperatura do solo (5 e 50 cm) em função da precipitação pluvial referente ao horário de 9h. Os valores encontrados para R^2 ficaram entre 0,054 e 0,028, ou seja, muito próximo de zero, significando uma baixa correlação entre as duas variáveis analisadas em ambos os níveis (5 e 50 cm).

Figura 9

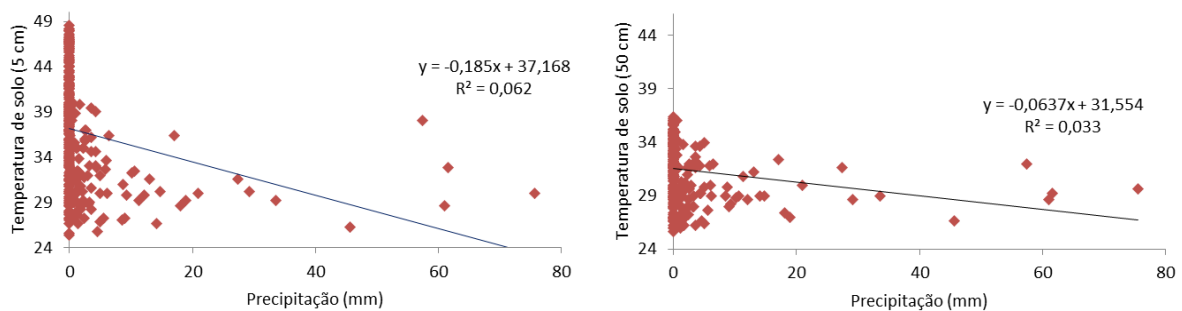
Diagrama de dispersão entre a temperatura do solo (5 e 50 cm) e precipitação para às 9h.



Observou-se na Figura 10 os diagramas de dispersão entre temperatura do solo (5 e 50 cm) e a temperatura média do ar referente às 15h. Nota-se que nas duas profundidades (0 e 50 cm) apresenta correlação negativa entre as duas temperaturas, com indicadores estatísticos insatisfatórios, entre 0,062 e 0,033. O R^2 apresentou maior valor no nível de 5 cm registrando $R^2 = 0,062$, porém sem grande vantagem comparado a 50 cm de profundidade ($R^2 = 0,062$).

Figura 10

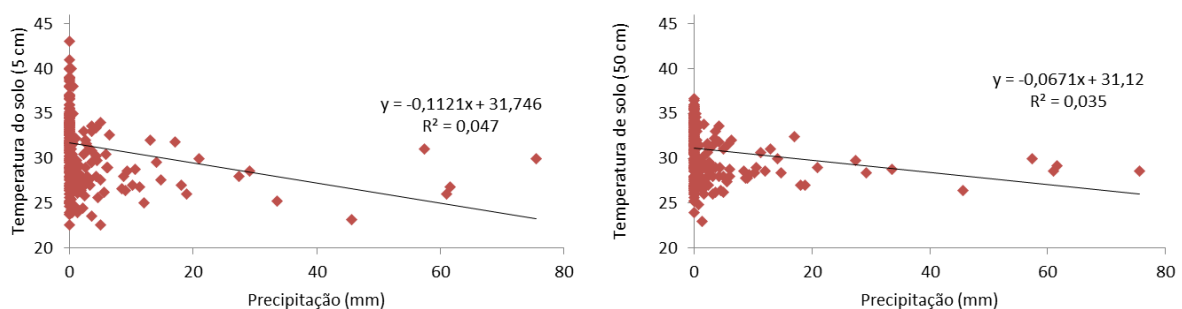
Diagrama de dispersão entre a temperatura do solo (5 e 50 cm) e precipitação no horário de 15h.



Observa-se na Figura 11 os diagramas de dispersão entre temperatura do solo (5 e 50 cm) e precipitação pluvial referente às 21h. Nota-se que nas duas profundidades existe uma correlação negativa entre os dois parâmetros, assim como já visto nos outros horários (9h e 15h), com indicadores estatísticos insatisfatórios. Na profundidade de 5 cm os dados observados estão tão dispersos quanto na profundidade de 50 cm, resultando no R^2 muito baixo, 0,047 e 0,035 respectivamente.

Figura 11

Diagrama de dispersão entre a temperatura do solo (5 e 50 cm) e precipitação no horário de 21h.



Considerações Finais

Foram analisadas no presente estudo as temperaturas do solo em dois níveis distintos, em 5 e 50 cm e suas relações com duas variáveis meteorológicas, temperatura média do ar e a precipitação. Com isso, verificou-se que a temperatura do solo é maior no horário das 15 horas no nível de 5 cm, enquanto eles se mantem mais constante no período da noite (21 horas) no nível de 50 cm.

Além disso, notou-se que a interpolação demonstrada pelo diagrama de Hovmoller nas variáveis estudadas, mostrou valores satisfatórios e condizentes com os dados. Os resultados para R^2 corroboram com a hipótese de existir uma relação entre as variáveis da temperatura média do ar com os valores das temperaturas do solo nos dois níveis, toda via o mesmo não foi observado para a variável da precipitação.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento da bolsa de mestrado ao primeiro autor (Processo n°. 403699/2022-3), como também a Bolsade Produtividade em Pesquisa (Processo n°. 307608/2022-0) ao segundo autor.

Assim como ao Grupo de Pesquisa em Geotecnologias e modelagem de risco ambiental da Universidade Federal de Campina Grande por todo suporte, humano e físico fornecido e também o professor doutor Madson Tavares da Silva pela orientação, todos substanciais para o artigo. Os autores ainda agradecem pelo financiamento do Projeto de Pesquisa sob Termo de Outorga n° 3033/2021, Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ).

Referências

- Alves, T. L. B., & de Azevedo, P. V. (2013). Estimativa da erosividade das chuvas na bacia do riacho Namorado, no município de São João do Cariri (PB). *AMBIÊNCIA*, 9(1), 13-23.
- Araújo, K. D. (2006) *Caracterização geral da Estação Experimental Bacia Escola*. Centro de Ciências Agrárias da UFPB. <http://www.cca.ufpb.br/lavouraxerofila/pdf/sjc.pdf>.
- Belan, L. L., Xavier, T. M. T., Torres, H., Toledo, J. V., & Pezzopane, J. E. M. (2013). Dinâmica entre temperaturas do ar e do solo sob duas condições de cobertura. *Revista Acadêmica Ciência Animal*, 11, 147-154.
- Chaves, L. H. G., CHAVES, I. D. B., Vasconcelos, A. C. F., & Silva, A. P. P. (2002). Salinidade das águas superficiais e suas relações com a natureza dos solos na Bacia Escola do Açude Namorado e diagnóstico do uso e degradação das terras. *Relatório Técnico. Convênio Banco do Nordeste do Brasil/UFPB/FINEP. Campina Grande*, 114.
- Dantas, D., Barbosa, G. P., Cunha, E. G. S., Souza, M. J. H. de, & de Souza, C. M. P. (2017). Temperatura do ar e do solo em diferentes profundidades, em Diamantina-MG *Caderno de Ciências Agrárias*, 9(3), 61-66.
- Diniz, J. M. T., Sousa, E. P. de, Wanderley, J. A. C., Fideles Filho, J., & Maracajá, P. B. (2013). Variabilidade diária da temperatura do solo: um estudo de caso. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 8(1), 47.
- Francisco, P. R. M. (2010). *Classificação e mapeamento das terras para mecanização agrícola do estado da paraíba utilizando sistema de informações*

geográficas. Dissertação Mestrado - Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, Brasil.

Gasparim, E., Ricieri, R. P., Lima Silva de, S., Dallacort, R., & Gnoatto, E. (2005).

Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 27(1), 107-114.

José, J. V., Rezende, R., Marques, P. A. A., Gonçalves, A. C. A., & Souza, R. S. de. (2012).

Variabilidade espacial de variáveis físico-hídricas de dois Latossolos da região noroeste do estado do Paraná. *Irriga*, 17(2), 208-219.

Kunz, M., Reinert, D. J., Reichert, J. M., Silva, V. R. D., Streck, C. A., Kaiser, D. R., &

Sequinatto, L. (2002). Temperatura do solo influenciado pelo sistema de manejo dado ao solo para a cultura do feijoeiro. In: *Reunião brasileira de manejo e conservação do solo e da água*. Porto Alegre: UFRGS.

Matos, B. de, Nitsche, P. R., Ricce, W. da R., & Caramori, P. H. (2013). Estimativa da

temperatura do solo com base na temperatura do ar em Londrina, PR. In: *18 Congresso Brasileiro de Agrometeorologia*. Belém. <http://www.sbagro.org/files/biblioteca/3300.pdf>.

Oliveira, K. A. S., Dallacort, R., Barbieri, J. D., Daniel, D. F., Tieppo, R. C., & dos SANTOS,

S. B. (2019). Variabilidade mensal e sazonal da temperatura do solo em diferentes condições de cobertura e de profundidades na região de Tangará da Serra, Mato Grosso. *Científica*, 47(3), 256-268.

Ramana Rao, T. V., & Vianello, R. L. (1977). *Características térmicas do solo de Cachoeira*

Paulista, SP. São José dos Campos: INPE.

- Rao, T. V. R., Silva, B. B. D., & Moreira, A. A. (2005). Características térmicas do solo em Salvador, BA. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 9, 554-559.
- Rosa, C. E., Rodrigues, R. A. F., & Alves, M. C. (2009). Variação da temperatura do solo em áreas de recuperação de solo degradado. *Revista Científica do Centro Universitário de Jales - Unijales*, 1, 53-58.
- <https://reuni.unijales.edu.br/edicoes/13/variacao-da-temperatura-do-solo-em-areas-de-r-ecuperacao-de-solo-degradado.pdf>.
- Silva, T. T. F., Sobrinho, J. E., Oliveira, A. K. S. de, Freitas, I. A. da S., Silva, J. L. B. da, & Fernandes, G. S. T. (2019). Estimativa da temperatura do solo e comparação de variáveis meteorológicas em anos extremos de pluviosidade em Mossoró-RN. *Brazilian Journal of Agroecology and Sustainability*.
- Silva, M. A. V. (2005). *Meteorologia e climatologia*. Recife. PE.
- Souza Filho, F. D. A. D. (2011). *A política nacional de recursos hídricos: desafios para sua implantação no semiárido brasileiro*.
- Souza, B. I., Suertegaray, D. M. A., & Lima, E. R. V. de. (2009). Desertificação e seus efeitos na vegetação e solos do Cariri Paraibano. *Mercator*, 8(16), 217.
- Varejão-Silva, M. A. (1984). *Atlas climatológico do Estado da Paraíba*. João Pessoa: UFPB.
- Zhu, F., Cuo, L., Zhang, Y., Luo, J. J., Lettenmaier, D. P., Lin, Y., & Liu, Z. (2018). Spatiotemporal variations of annual shallow soil temperature on the Tibetan Plateau during 1983–2013. *Climate Dynamics*, 51, 2209-2227.