



AGRICULTURA IRRIGADA: CONVIVÊNCIA E SUSTENTABILIDADE NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Organizadores:

Anny Kariny Feitosa
Gilcimar Alves do Carmo
Reivany Eduardo Moraes Lima
Ana Paula Almeida Bertossi Souza

AGRICULTURA IRRIGADA: convivência e sustentabilidade no semiárido brasileiro

ORGANIZADORES

Anny Kariny Feitosa, Gilcimar Alves do Carmo
Reivany Eduardo Moraes Lima, Ana Paula Almeida Bertossi Souza

**AGRICULTURA IRRIGADA:
convivência e sustentabilidade
no semiárido brasileiro**

IFCE
2020

Copyright © dos autores e autoras.

Todos os direitos garantidos.

Livro publicado em acesso aberto, permitindo-se o uso, distribuição e reprodução, em qualquer meio, sem restrições, desde que sem fins comerciais e com a atribuição dos créditos devidos aos autores e autoras.

Os conteúdos dos capítulos são de responsabilidades dos autores e autoras.

Revisão de texto: os autores.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A278 Agricultura irrigada : convivência e sustentabilidade no semiárido brasileiro
/ Organizado por Anny Kariny Feitosa ... [et al.]. — Iguatu, CE : IFCE, 2020.
115 p. : il., color.

ISBN 978-65-87470-06-1

1. Agricultura. 2. Meio ambiente. 3. Irrigação. 4. Semiárido brasileiro. I.
Feitosa, Anny Kariny. II. Título.

CDD 630

Elaborada por Rosana de Vasconcelos Sousa — CRB-3/1409

Livro publicado, em outubro de 2020, pelo IFCE *campus* Iguatu, em alusão à V Semana de Irrigação e Drenagem.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	09
---------------------------	-----------

SEÇÃO I: AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE

CAPÍTULO 1	12
-------------------------	-----------

Sensoriamento remoto como estratégia para a gestão do uso do solo

Efraim Martins Araújo, George Leite Mamede, Eliakim Martins Araújo

CAPÍTULO 2	17
-------------------------	-----------

Viabilidade da produção de curcubitáceas para o perímetro irrigado de Morada Nova - CE

Jose Bonifácio Martins Filho, Jeftha Amanda de Sousa e Silva , Jamili Nobre Fiusa, Alan Bernard Oliveira de Sousa

CAPÍTULO 3	23
-------------------------	-----------

O impacto da emissão de CO₂ na agricultura: um estudo de caso brasileiro

Régis Mikael do Nascimento Guedes, Maylle Silva Ancelmo, Harine Matos Maciel

CAPÍTULO 4	28
-------------------------	-----------

Viabilidade para produção de banana e coco no perímetro irrigado de Morada Nova - CE

Jose Bonifácio Martins Filho, Jeftha Amanda de Sousa e Silva, Alan Bernard Oliveira de Sousa

CAPÍTULO 5	33
-------------------------	-----------

Diálogos intempestivos: pandemia, meio ambiente e a agricultura familiar como política de convivência com o semiárido

Arnóbio Rodrigues de Sousa Júnior

CAPÍTULO 6	38
-------------------------	-----------

Sensibilidade dos elementos meteorológicos para estimativa da evapotranspiração de referência para Iguatu – Ceará

Juarez Cassiano de Lima Junior, Francisco Dirceu Duarte Arraes, Benito Moreira de Azevedo, Denise Vieira Vasconcelos ; Francisco Matheus Medeiros de Freitas

CAPÍTULO 7 44

Levantamento do uso da água no trecho perenizado do Rio Jaguaribe a jusante do açude Orós

Francisco Éder Rodrigues de Oliveira, Naiara Sâmia de Caldas Izídio, Monikuelly Mourato Pereira, Maria Janaina Carneiro de Mendonça,; Cícera Talline Lopes de Holanda.

CAPÍTULO 8 49

Calibração dos parâmetros da equação de Hargreaves e Samani (1985): uma abordagem metodológica

Francisco Dirceu Duarte Arraes

CAPÍTULO 9 55

Eficiência de utilização de áreas irrigadas para a cultura do pimentão (*capsicum annuum group*) por agricultores familiares do município do Crato, Ceará

Dálete de Menezes Borges, Rildson Melo Fontenele, Antonio Geovane de Moraes Andrade, Raquel Miléo Prudêncio, Cláudio Mateus Pereira da Silva.

CAPÍTULO 10 58

Teores de cálcio e magnésio em cultivares de roseiras, em diferentes épocas de coletas

Francisco Jardelson Ferreira, Ismail Soares, Ricardo Espíndola Romero, Jairo de Almeida Mendes, Francisco Gilcivan Moreira Silva.

CAPÍTULO 11 63

Eficiência de utilização de áreas irrigadas para a cultura do tomate (*solanum lycopersicum*) por agricultores familiares do município do Crato, Ceará

Dálete de Menezes Borges, Rildson Melo Fontenele, Antonio Rodolfo Almeida Rodrigues, Márcio André da Silva Pinheiro, Joelma Pereira da Silva.

CAPÍTULO 12 66

Evapotranspiração potencial, a utilização dessa terminologia – resumo crítico

Juarez Cassiano de Lima Junior

CAPÍTULO 13 72

Análise das condições ambientais de propriedades rurais em Iguatu – CE

Maylle Silva Ancelmo, Luis Henrique de Aguiar, Anny Kariny Feitosa

SEÇÃO II: TECNOLOGIAS DA IRRIGAÇÃO

CAPÍTULO 14 79

Tecnologias sociais no viés da sustentabilidade: alternativa de saneamento rural e irrigação

Camila Esmeraldo Bezerra, Joelma Pereira da Silva, Aparecida Regienne Gonçalves de Alcântara, Aureliano de Albuquerque Ribeiro

CAPÍTULO 15 84

Variabilidade espaço-temporal do uso do solo e tipo de cobertura no município de Iguatu - Ceará

Maylle Silva Ancelmo, Francisco Hugo Graciano da Silva, Régis Mikael do Nascimento Guedes, Anny Kariny Feitosa.

CAPÍTULO 16 89

Avaliação de sensor no monitoramento do teor de água em diferentes substratos

Daniel Gonçalves Furtado Bezerra, Daniela Andreska da Silva, Alan Bernard Oliveira de Sousa

CAPÍTULO 17 95

Manejo da irrigação com Kc único e dual no cultivo do feijão-caupi “brs Pujante”

Edjane Gomes Rodrigues, Bruno Michael da Silva, José Sebastião Costa de Sousa

CAPÍTULO 18 101

Reuso de água cinza aplicada a produção vegetal nas comunidades rurais

Michael Bruno da Silva, Edjane Gomes Rodrigues, José Sebastião Costa de Sousa, Adriano José da Silva, Carlos Eduardo Franco Possidio.

CAPÍTULO 19 105

Avaliação da pressão de serviço, números de laterais em funcionamento, tempo de irrigação e consumo de energia em sistema fixo por aspersão

Sergio Mota Pereira, Eugenio Paceli de Miranda

CAPÍTULO 20109

Uniformidade do sistema de irrigação por gotejamento no cultivo da videira

Emanuele Scapin Piccin, Thais da Silva, Fernanda Cristina Araújo, Maiara Kawana Rezende

SOBRE OS ORGANIZADORES114

APRESENTAÇÃO

O livro “**Agricultura irrigada: convivência e sustentabilidade no semiárido brasileiro**” socializa a produção científica, proveniente dos resumos expandidos apresentados na **V Semana de Irrigação e Drenagem**, um evento acadêmico-científico, promovido pelo Curso de Tecnologia em Irrigação e Drenagem, do Instituto Federal do Ceará - IFCE, Campus Iguatu.

O referido evento realizou-se nos dias **27 a 29 de outubro de 2020**, gratuita e virtualmente, por meio da plataforma Google Meet, destinando-se a acadêmicos e profissionais da área de ciências agrárias.

O livro está organizado em duas seções: Agricultura e Meio Ambiente; e, Tecnologias da Irrigação. O primeiro capítulo apresenta um estudo de análise de eficiência de usos do solo, no entorno de três reservatórios rurais, em um assentamento de Madalena – CE. No segundo capítulo, avaliou-se a viabilidade da produção de melão e melancia para o perímetro irrigado de Morada Nova-CE.

Por sua vez, o capítulo terceiro analisou o impacto da emissão de CO₂ na agricultura brasileira, para os anos de 1997 a 2017, através da estimação de uma regressão linear. O quarto capítulo aborda um estudo de viabilidade da cultura do coco e da banana, realizado em Morada Nova – CE.

No quinto capítulo, discutiu-se a importância da agricultura familiar como política de convivência com o semiárido, de apreço pela natureza e pelos recursos naturais.

O capítulo sexto apresentou um análise de sensibilidade do método Penman Monteith, de estimativa da evapotranspiração de referência, aos elementos meteorológicos utilizando a equação Penman-Monteith. No sétimo capítulo, os autores buscaram identificar os principais usos do trecho perenizado do Rio Jaguaribe das águas oriundas do Açude Orós. Enquanto o capítulo oitavo mostrou o processo matemático de calibração da equação de Hargreaves e Samani.

No capítulo nove, avaliou-se a eficiência da utilização de áreas irrigadas para a cultura do pimentão (*Capsicum annuum* group) no município do Crato, Ceará. O décimo capítulo avaliou os teores de Ca e Mg entre as cultivares de roseiras em

ambiente protegido. Ainda em Crato, CE, no capítulo décimo primeiro, os autores avaliaram a eficiência da utilização de áreas irrigadas para a cultura do tomate (*Solanum lycopersicum*).

O capítulo décimo segundo apresenta uma abordagem bibliográfica e fornece uma breve revisão sobre conceitos relacionados à evapotranspiração potencial. Por sua vez, no capítulo décimo terceiro, analisa-se a sustentabilidade ambiental de propriedades rurais em Iguatu, CE. No capítulo décimo quarto, os autores descrevem tecnologias sociais e a importância delas para atender as necessidades da população rural. Enquanto no capítulo quinto, analisou-se a variabilidade espaço temporal do uso do solo e do tipo de cobertura no município de Iguatu-CE.

No capítulo décimo sexto, avaliou-se a resposta do sensor resistivo HI-69, para a determinação da umidade de diferentes substratos. O capítulo décimo sétimo avalia os manejos de irrigação climatológicos com kc único e dual no cultivo do feijão caupi cultivar BRS pujante.

No capítulo décimo oitavo, os autores apresentam uma experiência vivenciada com o reuso de água cinza na produção de palma forrageira. Enquanto no décimo nono avaliou-se a influência da pressão, números de laterais funcionando simultaneamente, tempo de irrigação e consumo de energia elétrica em sistema fixo por aspersão. Por fim, o capítulo vigésimo avalia a uniformidade de um sistema de irrigação por gotejamento no cultivo da videira, instalado em uma instituição federal de ensino.

Destaca-se a variedade e riqueza de temas que se somaram no evento, que culminaram na organização da presente obra. Que sirva para disseminar o conhecimento entre os interessados da área.

Desejamos uma excelente leitura a todos.

Os organizadores.

SEÇÃO I

AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE

CAPÍTULO 1

SENSORIAMENTO REMOTO COMO ESTRATÉGIA PARA A GESTÃO DO USO DO SOLO

Efraim Martins Araújo¹, George Leite Mamede², Eliakim Martins Araújo³

¹Doutor em Engenharia Agrícola, Professor do IFCE *Campus* Iguatu, efraim.araujo@ifce.edu.br

²Doutor em Hidrologia, Professor da Unilab – Redenção – CE, mamede@unilab.edu.br

³Doutor em Engenharia Agrícola, Professor do IFMA *Campus* Viana, eliakim.araujo@ifma.edu.br

RESUMO: Este estudo tem por objetivo analisar a eficiência da classificação supervisionada na detecção de usos do solo no entorno de três reservatórios rurais, situados no Assentamento 25 de Maio, no Município de Madalena – CE. Foi utilizado imagem do satélite Landsat 8 para análise do comportamento espectral dos alvos ao longo do período. Adicionalmente, o processamento de imagens de satélite possibilitou uma análise espaço-temporal dos usos do solo na bacia hidrográfica dos açudes. Aplicou-se, ainda, na identificação e separação de alvos no entorno dos três reservatórios, o método classificatório supervisionado de máxima verossimilhança baseado em pontos levantados em campo. Este método apresentou melhor eficiência na separação de alvos distintos (água, solo e vegetação) resultado inverso observado ocorreu com os alvos semelhantes (macrófitas, vazante, vegetação nativa, agricultura e vegetação rala) em termos de resposta espectral.

Palavras-chave: Classificação supervisionada. uso do solo. Landsat 8.

INTRODUÇÃO

A aplicação de técnicas de sensoriamento remoto tem apresentado um grande potencial na superação da limitação espaço-temporal na gestão dos recursos hídricos (VALÉRIO, 2009), pois permite a aquisição de informações em diferentes escalas espaciais e temporais, favorecendo a análise de diversos períodos do ano, no entorno de reservatórios. Além disso, cumpre um importante papel da avaliação e quantificação de macrófitas em corpos hídricos.

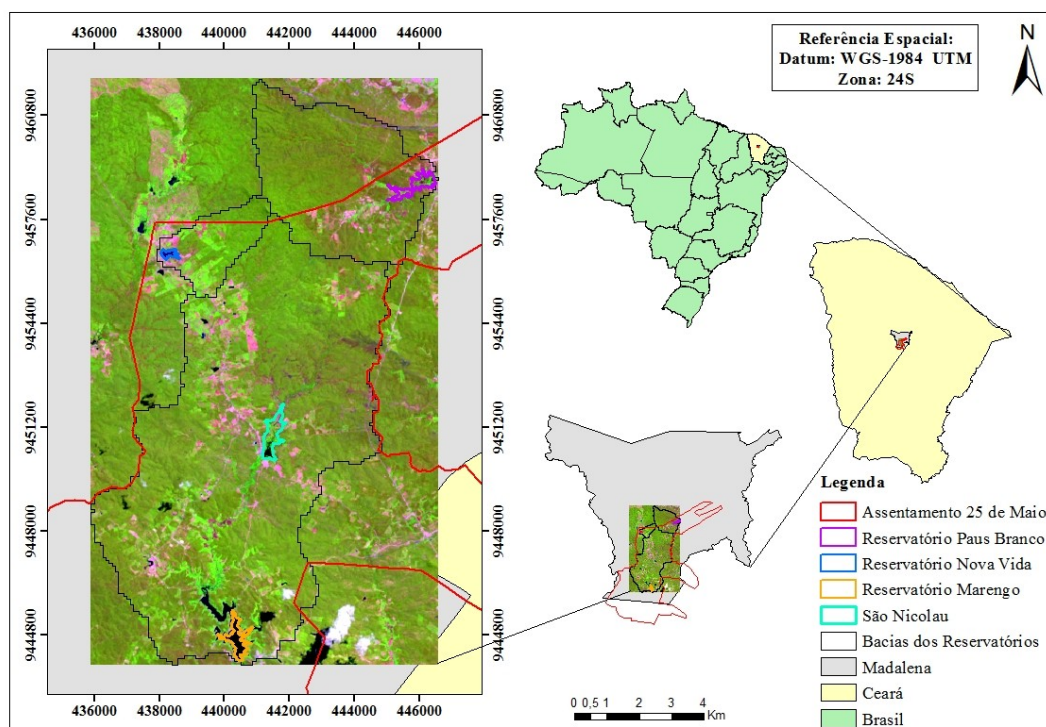
A quantificação da área de usos do solo pode ser obtida através de imagens de satélites, onde existem dois tipos principais de imagens: imagens multiespectrais e as imagens hiperespectrais (STEELE *et al.*, 2012).

O trabalho tem como objetivo analisar a eficiência dos métodos de classificação supervisionado e não supervisionado na detecção de diferentes alvos existentes sobre a superfície usando imagens multiespectrais geradas pelo satélite Landsat 8.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Assentamento 25 de Maio (25M), localizado no município de Madalena, estado do Ceará. Atualmente no assentamento vivem 425 famílias totalizando cerca de 2.000 habitantes. O estudo foi realizado nos reservatórios Marengo, Nova Vida e Paus Branco, situados no assentamento supracitado.

Figura 1 - Localização do Assentamento 25 de Maio



Fonte: Elaborador pelo autor (2020).

Para a avaliação da resposta remota dos alvos foram utilizada uma imagem de 22 de setembro de 2014 do programa LANDSAT 8 OLI/TIRS. As cenas passaram por processos de correções atmosféricas e correção radiométrica.

Para composição das imagens, utilizaram-se as bandas 6, 5 e 4. Esta composição permitiu uma boa distinção dos alvos (diferentes usos do solo) existentes na bacia hidráulica do reservatório.

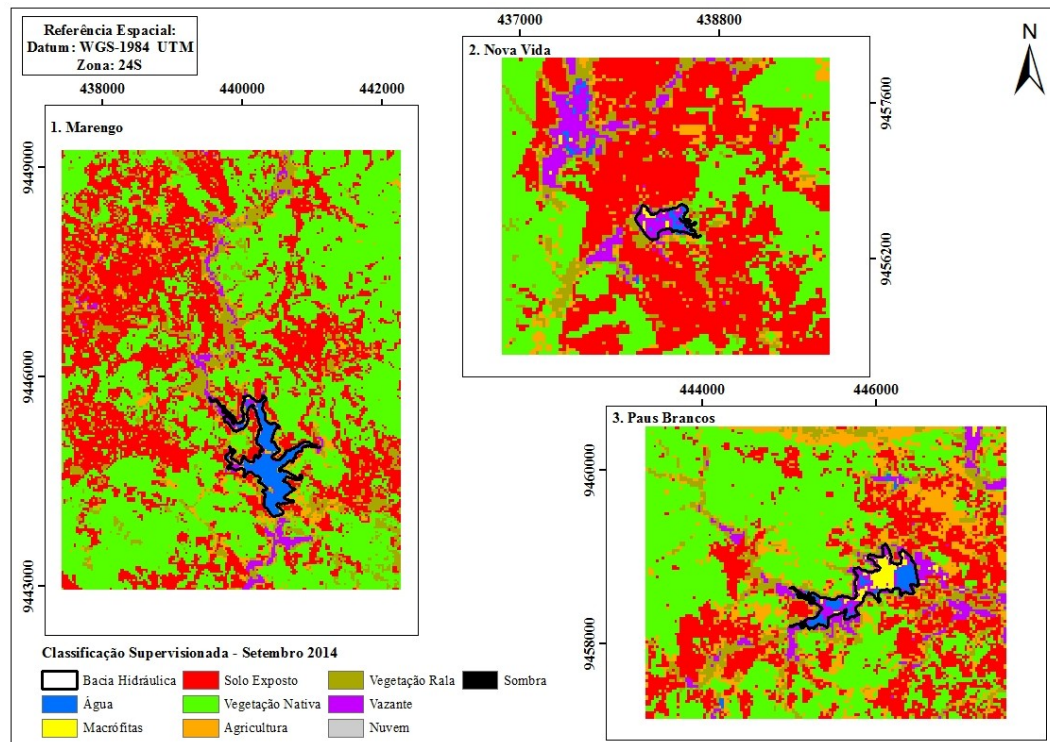
Na classificação das imagens utilizou-se o método supervisionado Máxima Verossimilhança, com seleção de nove classes principais do uso do solo que representassem os principais usos de solo identificados no levantamento em campo, incluindo água, solo exposto, vegetação nativa, vegetação rala, agricultura, macrófitas, vazante, nuvens e sombra de nuvem. Para avaliação da capacidade de caracterizar os usos do solo na bacia hidrográfica dos reservatórios usando sensoriamento remoto, os resultados da classificação de imagens foram comparados com dados levantados em campo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método de classificação Máxima Verossimilhança apresentou limitação na determinação das classes macrófitas e agricultura, conseguindo acertar apenas um ponto de 20 nas duas classes citados (Figura 2 e Tabela 1). Dos 20 pontos de macrófitas, 19 pontos foram confundidos com o uso vazante, sendo isso um grande problema, já que a classe macrófitas e vazante situa-se no entorno dos reservatórios e são de suma importância para a quantificação da área efetiva do reservatório na data do levantamento. Resultados idênticos foram obtidos por Silva (2007) em pesquisa que utilizou o classificador supervisionado Máxima Verossimilhança para a determinação das classes, através de imagens Landsat 5. O autor observou uma tendência a se classificarem áreas de vegetação de várzea (vazante) como sendo área de macrófitas.

O uso agricultura apresentou confusão com as classes vegetação rala (13 pontos de 20), solo exposto (4 pontos de 20), vegetação nativa (1 ponto de 20) e vazante (1 ponto de 20), mostrando uma limitação do classificador Máxima Verossimilhança na determinação das classes macrófitas e agricultura. Dificuldades semelhantes foram encontradas por Coulter et al. (2016), que encontraram limitações na separação de agricultura de floresta secundária e savana.

Figura 2 - Espacialização das classes através da classificação supervisionada



USGS, 2015.

As classes água e vegetação nativa foram determinadas com maior eficiência, acertando 15 de 20 pontos. O uso água apresentou maior semelhança espectral com macrófitas (3 de 20 pontos), já vegetação nativa com vegetação rala (3 de 20 pontos) (Tabela 1).

Tabela 1 - Matriz confusão obtidas através da classificação supervisionada.

P _o - Concordância observada											
MAPA TEMÁTICO											
		ÁGU.	MAC.	SOL.	V.NAT	AGR	V.RA	VAZ.	NUV	SOM.	Σ
Verdade terrestre	Água	15	3	0	0	2	0	0	0	0	20
	Macrófitas	0	1	0	0	0	0	19	0	0	20
	Solo	0	0	13	1	0	5	1	0	0	20
	Veg nativa	0	0	0	15	0	3	2	0	0	20
	Agricultura	0	0	4	1	1	13	1	0	0	20
	Veg rala	0	1	2	7	0	10	0	0	0	20
	Vazante	1	0	0	2	2	1	14	0	0	20
	Nuvem	0	0	0	0	0	9	0	11	0	20
	Sombra	5	0	0	0	2	0	0	0	13	20
	Soma	21	5	19	26	7	41	37	11	13	180

CONCLUSÕES

A metodologia de identificação e caracterização dos usos do solo na bacia hidrográfica dos reservatórios Marengo, Nova Vida e Paus Branco utilizando sensoriamento remoto mostrou-se promissora e de fácil aplicação, mas com limitações decorrentes da baixa resolução espectral e espacial, dificultando a diferenciação de classes de uso, sobretudo no período com maior reserva hídrica no solo e maior produção vegetal.

Recomenda-se para uma diferenciação mais precisa dos diferentes usos de solo na bacia hidrográfica de pequenos reservatórios, sobretudo no que diz respeito aos alvos com cobertura vegetal, o uso de imagens hiperespectrais e com melhor resolução espacial.

REFERÊNCIAS

COULTER, L. L.; et al. Classification and assessment of land cover and land use change in southern Ghana using dense stacks of Landsat 7 ETM+ imagery. **Remote Sensing of Environment**. v. 184, p. 396-409, 2016.

SILVA, T. S. F. **Imagens EOS-Modis e Landsat 5 TM no estudo da dinâmica das comunidades de macrófitas na Várzea amazônica**. 2007. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo, São José dos Campos 2007.

STEELE, C. M.; et al. Spatially explicit representation of state-and-transition models. **Rangeland Ecol. Manag.** v. 65, p. 213–222, 2012.

VALÉRIO, A. M. **O uso do sensoriamento remoto orbital e de superfície para o estudo do comportamento do corpo de água do reservatório de Manso, MT, Brasil**. 2009. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo, São José dos Campos, 2009.

CAPÍTULO 2

VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DE CURCUBITÁCEAS PARA O PERÍMETRO IRRIGADO DE MORADA NOVA-CE

Jose Bonifácio Martins Filho¹; Jeftha Amanda de Sousa e Silva²; Jamili Nobre Fiusa³; Alan Bernard Oliveira de Sousa⁴

¹UFC; Bacharel em Engenharia Agrícola; boni.martins@outlook.com.

²UFC; Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária; jefthamanda@gmail.com.

³UFC; Bacharel em Engenharia Agrônômica

⁴UFC; Doutor em Engenharia de Sistemas Agrícolas; alan.sousa@ufc.br

RESUMO: A presente pesquisa teve como objetivos determinar, por meio de simulação de dados, a viabilidade da produção de melão e melancia para o perímetro irrigado de Morada Nova-CE. Para avaliar a viabilidade técnica bem como a necessidade da aquisição de sistema de irrigação, realizou-se análise de conformidade climática da região para o cultivo de melão e melancia e o balanço hídrico dos cultivos. Como resultado, observou-se que o município de Morada Nova - CE apresenta boas condições climáticas para produção da cultura do melão e da melancia.

Palavras-chave: Curcubitáceas. Perímetro Irrigado. Balanço hídrico.

INTRODUÇÃO

A maioria dos estados brasileiros apresentam condições climáticas favoráveis para o cultivo do melão e da melancia. O clima tropical quente, de umidade relativa baixa, pode proporcionar um melhor ambiente para o crescimento e desenvolvimento dessas cucurbitáceas (ARAÚJO *et al.*, 2007).

A atividade produtiva da cultura da melancia no Brasil é realizada, predominantemente, pela agricultura familiar. Na cultura do meloeiro, os estados do Ceará, Pernambuco, Bahia e Rio Grande do Norte apresentam bons rendimentos e vem se estabelecendo como principais produtores dessa atividade econômica (EMBRAPA, 2020).

A melancia e o melão são culturas importantes na pauta de exportações do Estado do Ceará. Em 2019, as exportações cearenses de frutas frescas superaram a cifra de U\$60 milhões. O destaque é para o melão que lidera a lista de exportações com U\$ 41,5 milhões (CEARA, 2020).

Nesse contexto, a presente pesquisa teve como objetivos determinar, por meio de simulação de dados, a viabilidade da produção de melão e melancia para o perímetro irrigado de Morada Nova-CE.

METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado direcionado ao município de Morada Nova localizado no estado do Ceará. O município está situado na microrregião do Baixo Jaguaribe, possui uma população estimada de 61.890 habitantes e apresenta uma extensão territorial de 2.778,578 km² (IBGE, 2019).

Para avaliar a viabilidade técnica bem como a necessidade da aquisição de sistema de irrigação, realizou-se análise de conformidade climática da região para o cultivo de melão e melancia e o balanço hídrico dos cultivos. Para isso utilizou-se os dados climáticos do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa do Instituto Nacional de Meteorologia. Foram considerados os dados climáticos de 1974 a 2018 da estação meteorológica de Morada Nova. As condições climáticas ideais para as culturas do melão e melancia foram consultadas na plataforma de informações de cadeias produtivas da Embrapa.

Para associar a dinâmica das condições climáticas da região com as necessidades climáticas específicas para as culturas foi utilizado o período de retorno (Equação 1), o qual é baseado na probabilidade de um evento ocorrer com mais ou menos frequência.

$$TR = \frac{1}{P} \text{Equação 1}$$

Sendo:

TR = tempo de retorno;

P = probabilidade do evento ser igualado ou superado.

Para a elaboração do balanço hídrico e planejamento da irrigação, foi utilizado o programa computacional CropWat 8.0 da FAO. Foram utilizados os seguintes dados de entrada: a) Informação básica sobre a estação climática; b) Dados climáticos mensais (temperatura, umidade relativa, insolação e velocidade do vento); c) Dados da cultura e do solo.

Para a simulação foi considerada uma área de 1 hectare no perímetro irrigado, solo de textura média, simulando um horizonte de produção de 10 anos

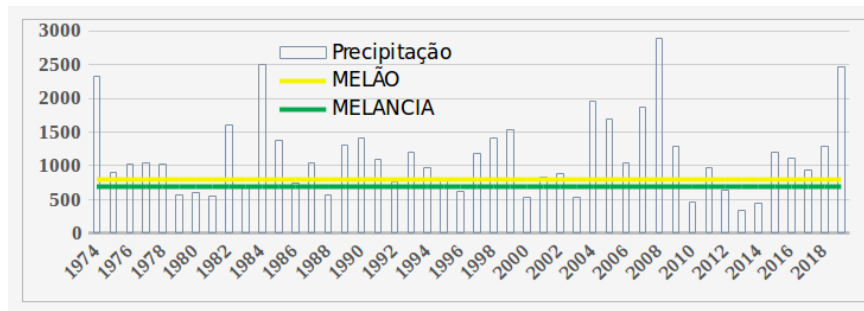
para a obtenção de uma análise financeira. Os dados de custos de produção e valores de comercialização das frutas foram obtidos pelos relatórios de mercado agrícola da consultoria Agrianual 2019.

Para a análise financeira foram utilizados os indicadores VPL (valor presente líquido); TIR (taxa interna de retorno); ITR (índice de rentabilidade) e PB (pay back).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Gráfico 1 apresenta relação entre os dados de precipitação anual durante 1974 a 2019 no município de Morada Nova e os de necessidade hídrica das culturas estudadas.

Gráfico 1. Precipitação anual de Morada Nova (1974-2019) e requerimento hídrico de melão e melancia (mm)



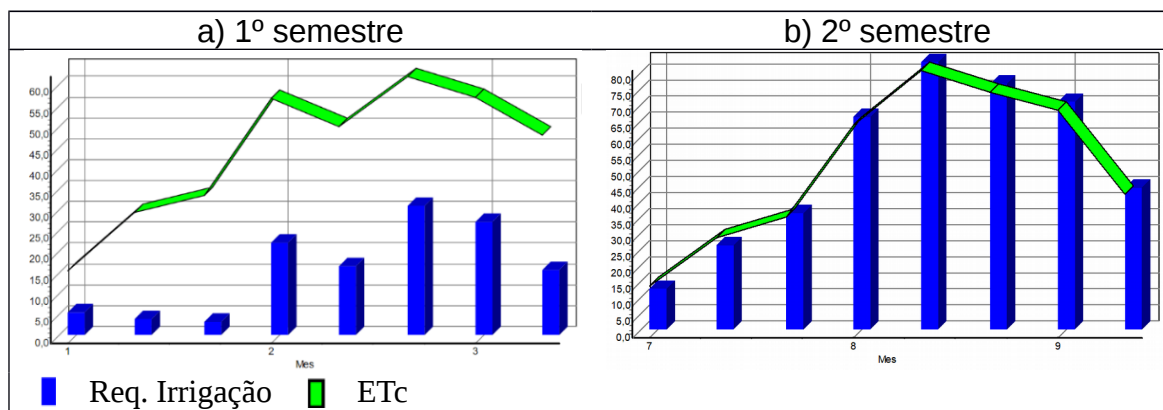
Ao se analisar a precipitação anual, observa-se que a ocorrência de precipitação pluviométrica anual supera a necessidade hídrica das culturas na maioria das observações (Gráfico 1). Deve-se ressaltar também a importância de se realizar essa avaliação ao longo do ano.

Para driblar a dependência das chuvas nas culturas agrícolas, a irrigação é a tecnologia que pode proporcionar a aplicação da água em quantidade ideal e no momento certo. Dentre as vantagens da irrigação, destaca-se a possibilidade de produzir alimentos durante todo o ano (BERNARDO, 2008).

A cultura da melancia simulando o plantio no primeiro semestre do ano (15/01) requer uma lâmina de irrigação total de 124,6 mm, com uma necessidade hídrica máxima no sexto decêndio do plantio de 31 mm. A ETc total durante o ciclo simulado totalizou aproximadamente 367mm.

Para o cultivo no segundo semestre do ano (15/07) observou-se lâmina de irrigação requerida superior ao primeiro semestre, como esperando para região. A lâmina total necessária estimada ao longo do ciclo da cultura foi de 416,2 mm. Enquanto que o total relativo a ETc foi de 427,1 mm, sendo o pico de requerimento da irrigação no quinto decêndio do cultivo (83,3 mm).

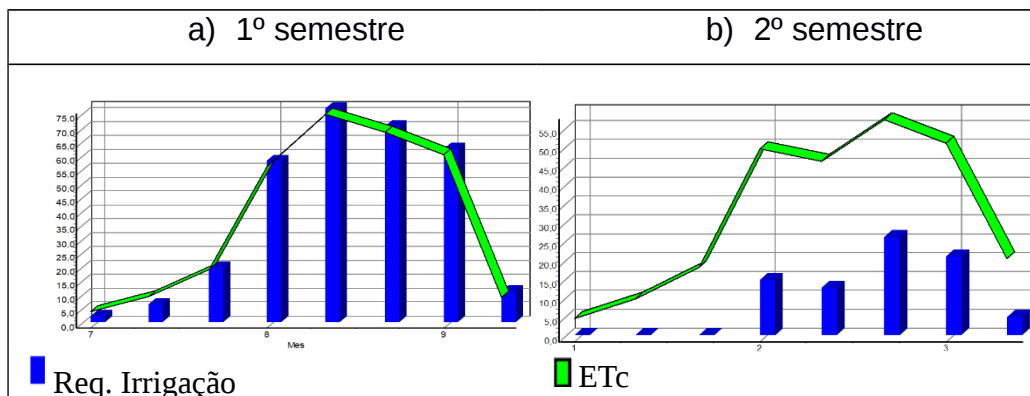
Gráfico 2. Requerimento hídrico e evapotranspiração da melancia



O meloeiro cultivado no primeiro semestre (15/01) não necessitou de irrigação nos primeiros três decêndios do ciclo produtivo. A maior lâmina de irrigação necessária se dá no sexto decêndio (26,1 mm) e no geral essa cucurbitácea requer uma lâmina total de 78,9 mm. Vale ressaltar que a estimativa para o primeiro semestre foi realizada apenas para efeito de comparação.

No segundo semestre o requerimento hídrico total para o meloeiro foi de 307 mm. Apresentando uma necessidade máxima no quinto decêndio de 76,9 mm. A ETc total do período foi de 317,2 mm. Os meses de agosto a outubro apresentarão maior ETc, aliado a isso, de maneira geral o estágio de frutificação é a fase que requer maior demanda hídrica para as culturas, logo espera-se maior lâmina de irrigação para esse período.

Gráfico 3. Requerimento hídrico e evapotranspiração do melão



Para a análise financeira foi considerado um investimento inicial de implantação das culturas de R\$ 37.434,59 e R\$ 26.334,68 por hectare, respectivamente, para as culturas do meloeiro e melancia, e um fluxo de caixa considerando uma taxa de juros de 5,54% (a.a) referente a média da inflação dos últimos 5 anos.

Os indicadores VPL, TIR, IRT e PayBack para os dados obtidos neste ensaio para os cenários simulados são apresentados na Tabela 1. As duas culturas se mostraram viáveis a serem implantadas no perímetro irrigado de Morada Nova, haja visto que apresentaram bons indicadores financeiros.

Tabela 1. Indicadores de viabilidade financeira para o melão e melancia

	MELÃO	MELANCIA
VPL(R\$)	1.231.376,85	1.018.098,55
TIR(%)	4,62	6,00
IRT	33,89	39,66
PB (anos)	1	1

CONCLUSÃO

O município de Morada Nova - CE apresenta boas condições climáticas para produção da cultura do melão e da melancia. Para viabilidade econômica, sugere-se a utilização da irrigação para produção do melão e da melancia no município de Morada Nova - CE.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. L. P.; CORREIA, R. C.; SANTOS, R. F. **Variação estacional do preço da melancia comercializada na região do Submédio São Francisco, período 1995-2005**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007. 4 p. (Embrapa Semiárido. Comunicado técnico, 133).

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV, 2008, 8^a ed. 625 p.

CEARÁ. Governo do Estado do Ceará. **Mercado chinês está oficialmente aberto para exportação de melão produzido no Ceará**. Disponível: <https://www.ceara.gov.br/2020/01/23/mercado-chines-esta-oficialmente-aberto-para-exportacao-de-melao-produzido-no-ceara/>. Acesso em: 28 mar. 2020

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de Produção de Melancia**. Disponível em:

<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/socioeconomia.htm>. Acesso em: 18 mar. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Morada Nova**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/morada-nova/pesquisa/15/11863>. Acesso em: 23 mar. 2020.

CAPÍTULO 3

O IMPACTO DA EMISSÃO DE CO₂ NA AGRICULTURA: UM ESTUDO DE CASO BRASILEIRO

Régis Mikael do Nascimento Guedes¹, Maylle Silva Ancelmo², Harine Matos Maciel³

¹Estudante de Tecnologia em Irrigação e Drenagem, Instituto Federal do Ceará, CEP 63503-790, Cajazeiras, Iguatu, CE. E-mail: mikhael.guedes.12@gmail.com.

²Estudante de Tecnologia em Irrigação e Drenagem, Instituto Federal do Ceará, CEP 63503-790, Cajazeiras, Iguatu, CE. E-mail: mayllesilva@gmail.com.

³Profa. Doutora, Instituto Federal do Ceará, CEP 63503-790, Cajazeiras, Iguatu-CE. E-mail: harinematos@yahoo.com.br

RESUMO: O aquecimento global é causado, principalmente, pelo dióxido de carbono (CO₂), e as principais fontes de emissões de CO₂ têm origem na queima de combustíveis fósseis e da biomassa vegetal e na mineralização da matéria orgânica do solo. No Brasil, as principais fontes de gases de efeito estufa estão ligadas à agropecuária. O objetivo desta pesquisa foi analisar o impacto de emissão de CO₂ na agricultura brasileira, para os anos de 1997 a 2017, através da estimação de uma regressão linear. Os dados utilizados foram obtidos na Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura e Banco Mundial. Os resultados mostraram que o aumento do Produto Interno Bruto (PIB) impacta positivamente no aumento das emissões de CO₂ na agricultura brasileira. Expondo, assim, o desafio constante de se colocar em prática ações, que, de fato, reduzam as emissões de gases do efeito estufa, através de acordos firmados entre os países, para diminuir os impactos já causados e garantir a conservação das áreas ainda não exploradas.

Palavra-chave: Emissões, Gases de Efeito Estufa, Agricultura.

INTRODUÇÃO

Grande parte do aquecimento global, de acordo com o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2007), observado durante os últimos 50 anos, deve-se a um aumento nas concentrações de gases estufa de origem antropogênica. Em um período de 100 anos, houve um aumento médio da temperatura global dos continentes de 0,85°C, da temperatura global do oceano de 0,55°C e da temperatura global da terra de 0,7°C.

Conforme o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2017), o agronegócio brasileiro representa em torno de 21% do PIB, além de ser responsável por metade das exportações, suprimindo diversos alimentos como soja, açúcar, celulose, café e carnes. O presente estudo teve como objetivo analisar o impacto de emissão de CO₂ na agricultura brasileira, para os anos de 1997 a 2017,

buscando identificar opções de mitigação das emissões causadas por atividades agrícolas.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi feita para o Brasil, nos anos de 1997 a 2017, com base na disponibilidade de dados para o período estudado. Os dados utilizados são de origem secundária obtidos no site da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura e o Banco Mundial. A análise descreve as variáveis estudadas, que são o Produto Interno Bruto (PIB) e as emissões totais de CO₂ no setor agrícola brasileiro.

Para testar se o PIB total foi influenciado pelo nível de emissão de CO₂ no setor agrícola, utilizou-se o seguinte modelo de regressão com base no trabalho de Singh et al (2016):

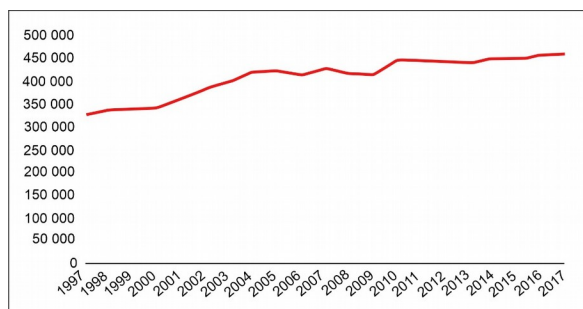
$$R = 0 + 1Y + \mu \quad (01)$$

Onde R é a quantidade de emissão de CO₂ (em Kg) no setor agrícola, a variável dependente, Y é o PIB (em US \$ atuais), variável explicativa e μ é o termo de erro.

RESULTADO E DISCUSSÃO

No Gráfico 1, mostra-se o comportamento crescente, em quase todos os anos analisados, das emissões totais de CO₂ no setor agrícola. De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (2017), o continente americano é o segundo maior emissor de CO₂, 25,4%, ficando atrás somente do continente asiático, 42,8%. Desta forma, os países que mais emitem CO₂ são China, Índia e o Brasil, respectivamente.

Gráfico 1 - Emissões totais de CO₂ no setor de agricultura (1997-2017) no Brasil.

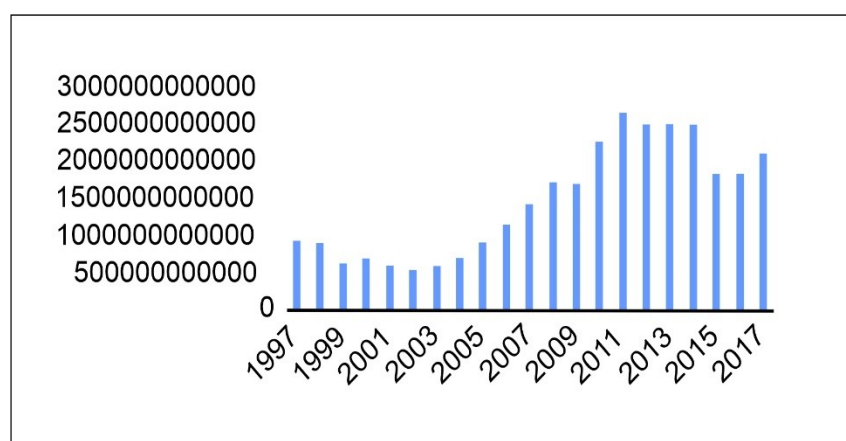


Fonte: Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

A segunda variável analisada nesta pesquisa foi a riqueza brasileira, representada pelo Produto Interno Bruto (PIB). Como mostra o Gráfico 2, o PIB alcançou os melhores resultados entre os anos de 2010 a 2014. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), a economia brasileira fechou 2010 com crescimento de 7,5%, só perdendo para a China (10,3%) e a Índia (8,6%).

Nos últimos anos analisados, identifica-se uma retração no PIB brasileiro, principalmente nos anos de 2015 e 2016. O IBGE (2017) mostra que a crise atingiu os três setores; agropecuária (-6,6%), indústria (-3,8%) e serviços (-2,7%). O impacto na produção agrícola ocorreu devido às condições climáticas, que prejudicaram a produção dos principais produtos, milho e soja.

Gráfico 2 - Produto Interno Bruto (PIB) Total Brasileiro (1997-2017)



Fonte: Banco Mundial

A Regressão Linear foi realizada com o objetivo de verificar a relação entre o PIB e a emissão de CO₂ na agricultura (pelo software SPSS). Os resultados da regressão estão detalhados na tabela 01.

Tabela 01 - Resultados da Regressão Linear

Variáveis	Coeficiente	Erro Padrão	t	sig
Constante	344358,632	13828,052	24,903	0,000
PIB	4,477E-008	0,000	5,187	0,000
R	0,76			
R²	0,65			
R² ajustado	0,61			
Estimativa do erro	28965,14125			
P<0,05				

O coeficiente de correlação ($R = 0,76$) mostra a relação entre a variável dependente e a variável independente. Já o coeficiente de determinação (R^2) diz quanto a variável dependente é explicada pelo modelo de regressão. Neste modelo, 65% da variável de emissão de CO_2 na agricultura é explicada pelo PIB, quanto mais próximo de 100% melhor será a explicação do modelo analisado. Na interpretação dos coeficientes, o sig nos mostra o nível de significância observado. Testa se as variáveis independentes influenciam a variável dependente, quando for menor que 5% rejeitamos a hipótese nula (variável independente não influencia as variáveis dependentes).

O modelo apresentado mostrou que o valor do PIB tem influência nas emissões totais de CO_2 no setor agrícola. As variáveis utilizadas no modelo de regressão mostraram-se significativas ao nível de 5% de significância. Desta forma, pode-se concluir que o PIB impacta positivamente nas emissões totais de CO_2 no setor agrícola, ou seja, quanto maior for o PIB, a tendência é que as emissões totais de CO_2 aumentem. Comprovando, assim, a tendência de que o aumento da produção dos países afeta a emissão de gases, contribuindo assim para a poluição do planeta.

CONCLUSÃO

O objetivo deste estudo foi analisar o impacto de emissão de CO_2 na agricultura brasileira para os anos de 1997 a 2017. Os resultados mostraram que o aumento do Produto Interno Bruto (PIB) impacta positivamente no aumento das emissões de CO_2 na agricultura brasileira. Comprova-se a tendência de que o aumento da produção dos países afeta a emissão de gases, contribuindo assim, para a poluição do planeta.

REFERÊNCIAS

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). **A importância do agronegócio brasileiro**, 2017. Disponível em <https://www.cepea.esalq.usp.br/br>. Acesso em maio de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Dados da agropecuária brasileira, 2017. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em maio de 2019.

IPCC, A. R. Intergovernmental panel on climate change. **Climate change 2007: Synthesis report**, 2007.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. **Dados da emissão de CO₂**, 2017. Disponível em <http://www.fao.org/brasil/pt/>. Acesso em maio de 2020.

SINGH, O.P; SINGH, P.K; SINGH, Rakesh. Impact of CO₂ Emission on Economic Growth and Environmental Kuznets Curve, India. **International Journal of Advances in Agricultural Science and Technology**, Vol.3 Issue.3, May- 2016, pg. 01-13.

CAPÍTULO 4

VIABILIDADE PARA PRODUÇÃO DE BANANA E COCO NO PERÍMETRO IRRIGADO DE MORADA NOVA-CE

Jose Bonifácio Martins Filho¹ Jeftha Amanda de Sousa e Silva²; Alan Bernard Oliveira de Sousa³

¹UFC Bacharel em Engenharia Agrícola; boni.martins@outlook.com;

²UFC; Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária; jefthamanda@gmail.com

³UFC; Doutor em Engenharia de Sistemas Agrícolas; alan.sousa@ufc.br.

RESUMO: A presente pesquisa teve como objetivo determinar a viabilidade da cultura do coco e da banana para o perímetro irrigado de Morada Nova – CE (PIMN) através de simulações. Os resultados obtidos permitem identificar a necessidade de investimento em sistemas de irrigação para implementação da cultura da bananeira e do coqueiro na região do perímetro irrigado de Morada Nova. As baixas taxas internas de retorno indicam que investimento não se justifica, haja vista a possibilidade de rentabilidade mais fácil e maior de ser conseguida no mercado com menor risco.

Palavras-chave: Perímetro irrigado. TIR. Viabilidade.

INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro é a principal região produtora e exportadora de frutas frescas. São milhares de hectares situados em polos de irrigação que contribuem para uma expressiva produção de frutas. Dentre as fruteiras, a produção da bananeira e do coqueiro se destacam (MORENO et al., 2016). Isso se deve as condições ambientais da região que são propícias para produção dessas culturas.

A banana e o coco são culturas considerada tropicais, demandam intensa luminosidade, elevada umidade relativa e calor constante para seu bom desenvolvimento. O plantio pode ser realizado em qualquer época do ano, desde que a área cultivada seja irrigada. Entretanto, o estudo da viabilidade da implementação de sistemas de produção, também são importantes.

Nesse contexto, a presente pesquisa teve como objetivo determinar a viabilidade da cultura do coco e da banana para o perímetro irrigado de Morada Nova – CE (PIMN) através de simulações.

METODOLOGIA

Inicialmente, foram obtidos dados climáticos de 1974 a 2019 da estação meteorológica de Morada Nova do Banco de Dados Meteorológicos do INMET. Posteriormente, confrontou-se com as condições climáticas ideais para as culturas da banana e coco consultados na plataforma de informações de cadeias produtivas da Embrapa.

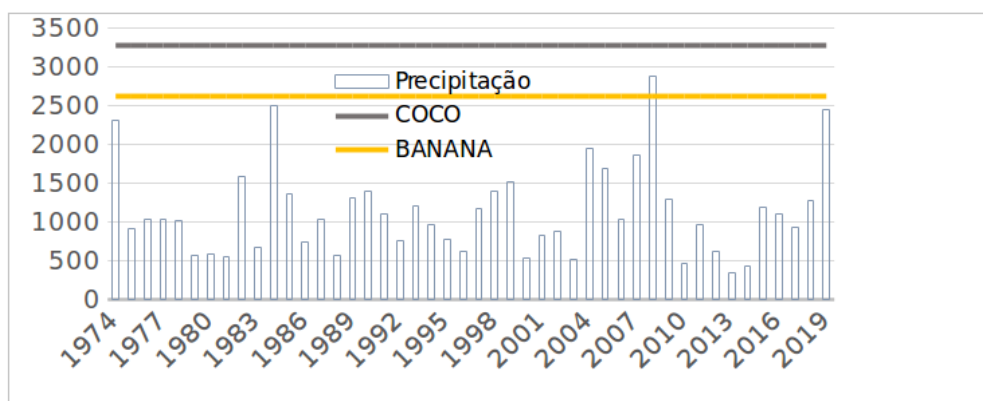
Para associar a dinâmica das condições climáticas da região com as necessidades climáticas específicas para as culturas foi utilizado o período de retorno, o qual é baseado na probabilidade de um evento ocorrer com mais ou menos frequência. Para a elaboração do balanço hídrico e planejamento da irrigação dos cultivos, foi utilizado o programa computacional CropWat 8.0 da FAO.

Para análise financeira, realizou-se simulação considerando-se uma área de 1 hectare no perímetro irrigado, solo de textura média e um horizonte de produção de 10 anos. Os dados de custos de produção e valores de comercialização das frutas foram obtidos pelos relatórios de mercado agrícola da consultoria Agrianual de 2019. Os indicadores utilizados para a análise financeira foram VPL (valor presente líquido); TIR (taxa interna de retorno); ITR (índice de rentabilidade) e PB (pay back).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve uma pequena diferença de requerimento hídrico entre as culturas, sendo o coqueiro mais exigente que a bananeira (Figura 1).

Figura 1. Precipitação anual de Morada Nova (1974-2019) e requerimento hídrico de banana e coco em milímetros



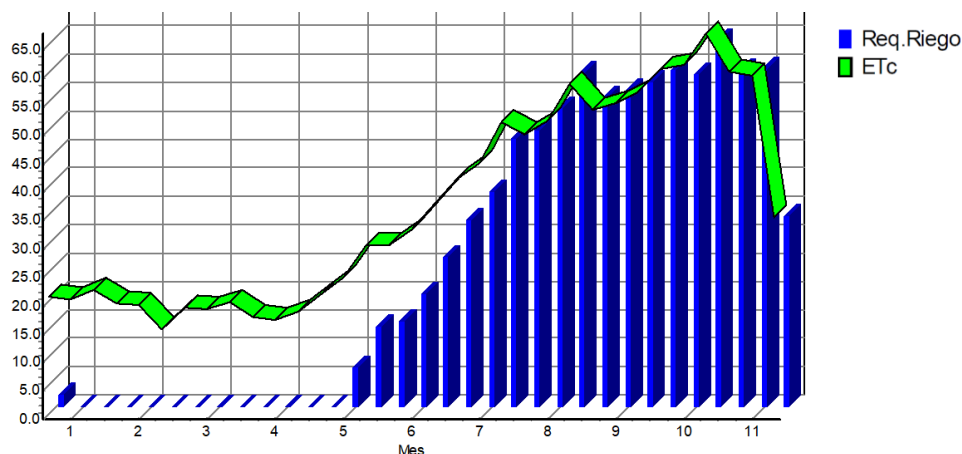
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Para viabilizar a exploração comercial das culturas, se faz necessário o investimento em sistemas de irrigação para atender as necessidades hídricas das culturas. Apesar de em alguns anos a precipitação superar a demanda hídrica, houve maior frequência de anos com déficit hídrico (Figura 1).

Na cultura do coqueiro, o déficit hídrico por um período prolongado, pode afetar o número de frutos por planta, o tamanho da noz, e a produção poderá ser recuperada após dois anos do fim desse período de seca. Todavia, o excesso de chuvas por um longo tempo, causa a lixiviação de nutrientes do solo, dificuldades na fecundação, entre outros problemas (BORGES *et al.*, 2009).

A exploração da bananeira em ambientes irrigados tem sido proposta principalmente para as localidades em que as precipitações não são suficientes para suprir o requerimento hídrico da cultura. Considerando a implantação da cultura no primeiro decêndio do ano, tem-se um intervalo de até o quinto mês sem a necessidade de irrigação (Figura 2). No entanto, a partir do segundo semestre a demanda hídrica aumenta, em função do fim da quadra chuvosa associada a maiores valores de Kc. A cultura requer no primeiro ano de implantação uma lâmina total de 865,5 mm de acordo com as simulações realizadas.

Figura 2. Requerimento hídrico e evapotranspiração da cultura da bananeira



Fonte: Elaborado pelos autores.

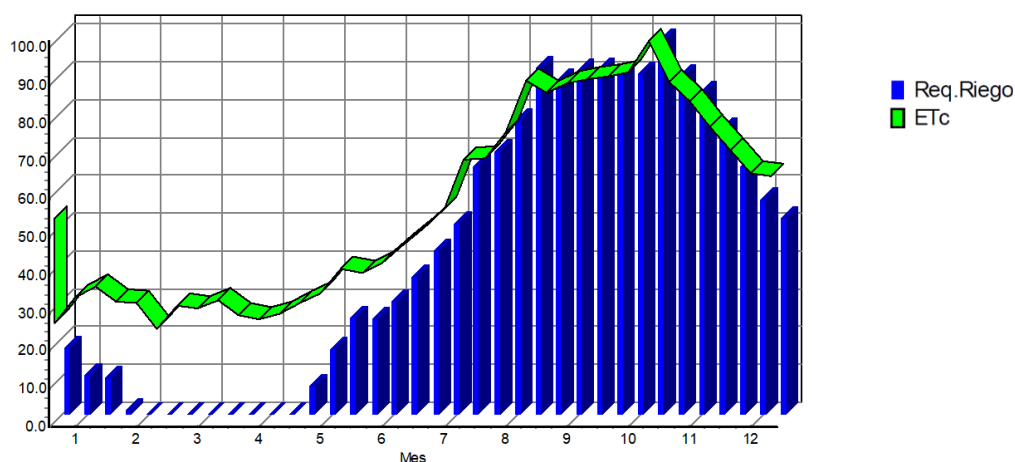
Barbosa *et al.* (2013), avaliaram o crescimento e produção da bananeira em função de diferentes lâminas de irrigação no município de Pentecoste – CE, os autores constataram que o total de água usado no primeiro ciclo da bananeira cv

Prata Anã na menor lâmina de irrigação somada a precipitação, assegurou produtividade semelhante à encontrada em aplicação de maiores lâminas.

Durante o primeiro ano de implantação do coqueiro em Morada Nova o requerimento de irrigação acontece nos três primeiros decêndios, seguidos de dois meses e meio sem necessidade de irrigação, pois a precipitação seria suficiente para suprir as necessidades hídricas da cultura (Figura 3). As simulações realizadas demonstraram que o total de requerimento hídrico foi de 1.569,9 mm.

A cultura do coqueiro é considerada uma das frutíferas com maior requerimento hídrico no seu manejo de irrigação, haja visto que iniciado estágio de produção, a palmeira permanece durante o ano com inflorescências e frutos em desenvolvimento, devido as fases fenológicas em que há maior demanda de água e maior sensibilidade as consequências advindas do déficit hídrico do solo (MIRANDA *et al.*, 2019).

Figura 3. Requerimento hídrico e evapotranspiração da cultura do coqueiro



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a análise financeira foi considerado um investimento inicial de implantação das culturas de R\$ 12.578,27 e R\$ 13.045,74 por hectare, respectivamente, para as culturas do coco e banana, e um fluxo de caixa considerando uma taxa de juros de 5,54% (a.a) referente a média da inflação dos últimos 5 anos.

A cultura da banana apresentou VPL, TIR e IRT consideravelmente superior à cultura do coco, isso significa que a diferença entre os benefícios e os custos é maior para a banana (Tabela 1).

Tabela 1. Indicadores de viabilidade financeira para o coco e banana

	COCO	BANANA
VPL(R\$)	37.663,64	224.783,33
TIR (%)	0,34	1,36
IRT	3,99	18,91
PB (ano)	4	2

Fonte: Elaborado pelos autores.

O PB é maior para o coco, ou seja, o retorno financeiro ocorre mais rapidamente para o projeto que envolve a cultura da banana (Tabela 1).

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos na pesquisa, permitem identificar a necessidade de investimento em sistemas de irrigação para implementação da cultura da bananeira e do coqueiro na região do perímetro irrigado de Morada Nova. As baixas taxas internas de retorno indicam que investimento não se justifica, haja vista a possibilidade de rentabilidade mais fácil e maior de ser conseguida no mercado com menor risco.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, F. E. L.; LACERDA, C. F.; FEITOSA, H. O.; SOARES, I.; ANDRADE FILHO, AMORIM F. L. Crescimento, nutrição e produção da bananeira associados a plantas de cobertura e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.12, p.1271–1277, 2013.
- BORGES, A. L. et al. **Sistema de produção da bananeira irrigada**. Embrapa Semiárido-Sistema de Produção (INFOTECA-E), 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/110622/1/Sistema-de-Producao-da-Bananeira-Irrigada.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2020.
- MIRANDA, F. R.; ROCHA, A. B. S.; GUIMARÃES, V. B.; SILVA, E.S.; LIMA, G. C. M. Eficiência do uso da água na irrigação do coqueiro anão. **Irriga**, Botucatu, v. 24, n. 1, p. 109-124, 2019.
- MORENO; N. B. C., SILVA; A. A., SILVA, D. F. Análise de variáveis meteorológicas para indicação de áreas agrícolas aptas para banana e caju no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 09, nº. 01, 1-15, 2016.

CAPÍTULO 5

DIÁLOGOS INTEMPESTIVOS: PANDEMIA, MEIO AMBIENTE E A AGRICULTURA FAMILIAR COMO POLÍTICA DE CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO

Arnóbio Rodrigues de Sousa Júnior¹

¹Estudante do sexto semestre do curso de licenciatura em Geografia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *Campus* Crateús, bolsista do Programa Residência Pedagógica (PRP); membro do Grupo de Estudos em Filosofia e Educação (RIZOMA) – FAEC/UECE; do Grupo de Estudos Feministas do Sertões de Crateús - Marielle Franco; (GEFS) - IFCE Crateús e do Projeto de Extensão Círculos formativos: novos sujeitos, novas práticas docentes – URCA.

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo, e ao mesmo tempo implicação, reafirmar a importância da agricultura familiar como política de convivência com o semiárido, de apreço pela natureza e pelos recursos naturais. Diante do caos social e ambiental vivido, em tempo de pandemia, no Brasil, o semiárido brasileiro, ao contrário do Pantanal e da Amazônia, vive de forma mais harmônica. O modelo de produção familiar sustentável que se encontra sob a ótica das práticas agroecológicas tem contribuído como política de convivência, bem como utilizado de práticas sustentáveis de plantio e manejo do solo, haja vista que esse modo de vida e de produção dissemina a política do afeto, do apreço e do cuidado com o ambiente, respeitando as potencialidades da natureza.

Palavra-chave: Agricultura familiar. Convivência com o semiárido. Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

Diante do atual contexto histórico-social que estamos vivenciando, de crise estrutural do capital escancarada pela Covid-19 e de grande inflação no país, o que acarretou o aumento substancial do valor dos alimentos, sobretudo do arroz, a agricultura familiar é uma alternativa de produção sustentável, visto seu espaço de produção e de relações sustentáveis com o ambiente.

A agricultura familiar, por meio dos movimentos sociais e de produtores espalhados por todo o território brasileiro, segue produzindo produtos orgânicos de qualidade, a preço justo e com um papel estratégico de combate à fome e à pobreza, em tempo de retrocessos sociais, sob a ótica de um governo neoliberal e intensificada pela pandemia.

No semiárido, esse modelo de produção tem uma grande importância na efetivação da produção, de modo que atenda às necessidades de muitas comunidades rurais bem como garantir emprego e promover a produção alimentar em outros territórios. Desse modo, este trabalho tem como objetivo, e ao mesmo

tempo implicação, reafirmar a importância da agricultura familiar como política de convivência com o semiárido, de apreço pela natureza e pelos recursos naturais.

Diante do caos social e ambiental vivido, em tempo de pandemia, no Brasil, o semiárido brasileiro, ao contrário do Pantanal e da Amazônia, vive de forma mais harmônica. O modelo de produção familiar sustentável que se encontra sob a ótica das práticas agroecológicas tem contribuído como política de convivência, bem como utilizado de práticas sustentáveis de plantio e manejo do solo, haja vista que esse modo de vida e de produção dissemina a política do afeto, do apreço e do cuidado com o ambiente, respeitando as potencialidades da natureza.

É preciso se inquietar diante do quadro constante de recessões, no modo de produção capitalista, e buscar promover uma produção que combata a lógica convencional e de exploração da natureza e dos recursos naturais. “Esse segmento da agricultura, historicamente, vem sendo pressionado por um modelo que tem como base a produção agrícola industrial, viabilizada economicamente por meio da adoção de maquinário pesado e de insumos químicos” (SILVA, 2019, p. 69).

Por outro lado, “a agricultura familiar, ao longo do processo histórico, sempre manteve um lugar no contexto do desenvolvimento econômico dos países por ser supridora de alimentos básicos para o mercado interno” (SALVODI; CUNHA, 2010, p. 30). Visto a constante exploração da natureza, por meio do modo de produção convencional, a agricultura familiar representa uma política de convivência com o semiárido, pois simboliza um projeto de sociedade voltado para o desenvolvimento produtivo sustentável.

METODOLOGIA

Utilizou-se a pesquisa qualitativa, de cunho bibliográfica, ancorada em leituras de artigos, livros e sites eletrônicos, que nos oportuniza criar novos diálogos de formação e dialogar com outros sujeitos e pedagogias. Conforme Fonseca (2002), todo trabalho acadêmico requer uma pesquisa bibliográfica. Assim, esse tipo de pesquisa sistematiza a teoria além de construir um outro acervo bibliográfico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O semiárido é, sobretudo, uma região de grande extensão territorial marcada pela variação de precipitação pluviométrica e por um alto nível de desigualdade

social e econômica, afirma o IBGE (2017). Há uma rica diversidade de solos em que sua dinâmica pode ser alterada pelo modo de uso da terra. São solos que têm suas potencialidades e limitações bem como a baixa quantidade de nutrientes dos latossolos que são predominantes nesta região além da presença dos argissolos, que possuem baixa fertilidade e são suscetíveis a erosão.

Nesse sentido, reafirma-se a agricultura familiar como política de convivência com o semiárido, tendo em vista que esse modelo questiona os paradigmas e postura da agricultura convencional, que não contribui com o desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade da natureza e desenvolve práticas de manejo e uso do solo. O modelo e modo de vida da agricultura familiar implica em produzir de maneira harmônica com o ambiente, ao passo que reconhece suas fragilidades.

Conforme Schnider (2003, p. 20) “[...] a expressão “-agricultura familiar-” vem ganhando legitimidade social e científica no Brasil, passando a ser utilizada com crescente frequência nos discursos dos movimentos sociais rurais, pelos órgãos governamentais e por segmentos do pensamento acadêmico[...]”. A produção familiar no semiárido atua para além dos aspectos econômicos, busca também promover o bem estar social das comunidades rurais dentre outras comunidades que se avizinham a esse modo de produção sustentável.

Sabe-se, no entanto, que com a consolidação do ultraliberalismo na política brasileira em 2018, o semiárido brasileiro (re)existe frente à ausência de políticas públicas, que deveriam minimamente criar estratégias de convivência com o semiárido. Nesse sentido, há o constante “desmonte” de programas, que fortalecem a produção alimentar bem como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF). Bem como, afirma a Rede Brasil Atual (2019), o governo Bolsonaro suspendeu o financiamento da agricultura familiar aproximando-se a uma estimativa de R\$ 6 bilhões para a safra de 2018/2019.

Com o desenvolvimento da crise do capital, evidenciada pela pandemia e com o agravamento da Covid-19, o semiárido passa por impactos de ordem econômica e social, visto a ausência de políticas de promoção da produção alimentar, bem como o alijamento das políticas públicas, que representam os desejos e anseios do povo que são os verdadeiros protagonistas por lutar por uma lógica de produção que independe de insumos químicos e dos agrotóxicos.

Assim, com a pandemia, intensificou-se o descaso das políticas de promoção da agricultura familiar no semiárido, uma vez que há a redução de investimentos por

parte do governo, que difunde a imagem de que o semiárido é um lugar em que nada vinga. Há, portanto, a necessidade de ressaltar a importância da agricultura familiar como política de convivência com o semiárido, para além do econômico, bem como garantir ao produtor a capacitação, a assistência técnica e o acesso à terra.

Rememorando-se a Boff (2020), pontua-se que a Covid-19 faz com que nos reinventemos como humanidade, compreendendo a urgência de remodelar de forma sustentável e incluída a única casa comum que temos, a natureza. Desse modo, a agricultura familiar é uma rota de fuga para promover a sociedade do bem viver e a política de convivência com o semiárido, de modo que seja possível manter as bases de produção agroecológica, vinculadas com a permanência de políticas públicas que fortaleça o apoio financeiro, técnico e externo.

A agricultura familiar é uma política de produção que garante o desenvolvimento local, bem como a conciliação do desenvolvimento econômico com o uso sustentável dos recursos naturais. Inquestionavelmente, a agricultura familiar não é uma ameaça de convivência com o semiárido, pois preserva a cultura, o solo, a água e as relações que se estabelecem na comunidade e no campo de produção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para além do objetivo proposto, esta produção acadêmica nos convida a refletir sobre o modo como nos relacionamos com a natureza, de tal forma que possamos mudar nossos hábitos e atitudes.

Nesse sentido, este trabalho evidencia a importância de construirmos e pautar a agricultura familiar como uma política de convivência com o semiárido, pois, faz-se necessário reformularmos conceitos e práticas que não fortalecem a autossustentabilidade e, tampouco, o desenvolvimento regional sustentável.

A partir desta pesquisa qualitativa, foi possível perceber a importância desse modo de vida e de produção e o quanto colabora com a preservação e manutenção da natureza e dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS

BOFF, L. "Pós-Covid-19: que visão de mundo e que valores desenvolver?" **Portal Eletrônico Leonardo Boff** [08/05/2020]. Disponível em:

<https://leonardoboff.org/2020/05/08pos-covid-19-quevisão-de-mundo-desenvolver/>. Acesso em: 27 de Setembro de 2020.

FONSECA, João José Saraiva da. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UECE, 2002.

IBGE [Coordenação de População e de Indicadores Sociais]. **Síntese de indicadores sociais**: uma análise das condições de vida de vida da população brasileira: 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

SAVOLDI, Andréia; CUNHA, Luiz Alexandre. Uma abordagem sobre a agricultura familiar, PRONAF e a modernização da agricultura no sudoeste do Paraná na década de 1970. **Revista Geografar**, v. 5, n. 1, 2010. Disponível em:

<https://revistas.ufpr.br/geografar/article/view/17780>. Acesso em: 27 de Setembro de 2020.

SCHNEIDER, Sergio. **A pluriatividade na agricultura familiar**. 2º edição. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.

SILVA, L.V.C. Tecnologia a favor da agroecologia: oportunidades de convivência com o semiárido. In: DIAS, N. da S. et al. (Org.) **Agricultura Familiar e convivência com o Semiárido**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2019.

CAPÍTULO 6

SENSIBILIDADE DOS ELEMENTOS METEOROLÓGICOS PARA ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA IGUATU – CEARÁ

Juarez Cassiano de Lima Junior¹; Francisco Dirceu Duarte Arraes²; Benito Moreira de Azevedo³; Denise Vieira Vasconcelos⁴; Francisco Matheus Medeiros de Freitas⁵

¹Universidade Federal do Ceará - Doutorando em Engenharia Agrícola (Programa de pós graduação em engenharia agrícola) - limajr.soil@gmail.com;

²Doutor em Ciência (Física do Ambiente Agrícola – ESALQ-USP). Professor do Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSERTÃO-PE) - *campus* Salgueiro;

³Doutor em Agronomia (ESALQ-USP). Professor Associado da Universidade Federal do Ceará, Brasil.

⁴Doutora em Irrigação e Drenagem (UFC). Professora do Instituto federal do Para (IFPA) - *campus* Bragança.

⁵Graduando em Agronomia pela Universidade Federal do Ceará (UFC).

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi de analisar a sensibilidade do método Penman Monteith, de estimativa da evapotranspiração de referência, aos elementos meteorológicos utilizando a equação Penman-Monteith, foram utilizados dados meteorológicos de 53 anos do município de Iguatu, no Ceará. Os dados de temperatura máxima, média e mínima do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e insolação foram submetidos a incrementos e decrementos de $\pm 5\%$, $\pm 10\%$, $\pm 15\%$, $\pm 20\%$, $\pm 25\%$ e $\pm 30\%$ (doze cenários). Após a análise de sensibilidade, foi observado que os coeficientes de sensibilidade mais distantes de zero foram obtidos com variações na temperatura média do ar (maior sensibilidade), por sua vez o elemento que proporcionou maior variação no coeficiente de sensibilidade foi a temperatura máxima do ar. Ainda, os elementos com menores sensibilidade são a velocidade do vento e a umidade relativa do ar.

PALAVRAS-CHAVE: Coeficiente de sensibilidade. Penman Monteith. Semiárido do Brasil.

INTRODUÇÃO

A evapotranspiração real (ET) é um fenômeno que representa a demanda hídrica da atmosfera. Este fenômeno é quantificado, principalmente, pela estimativa da evapotranspiração de referência (ET_0), estabelecendo o consumo de água pelas plantas e consequentemente, a determinação da lâmina de irrigação a ser aplicada, além disso, é amplamente utilizada nos campos da hidrologia, climatologia, meteorologia, ecologia e ciências ambientais (ALLEN et al., 1998; AWAL et al., 2020; XIANG et al., 2020). O modelo de Penman-Monteith (PM) é a metodologia padronizada para estimativa da ET_0 pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) (ALLEN et al., 1998).

A ET_0 é uma variável que depende da dinâmica entre os elementos meteorológicos, e como as variações atmosféricas não podem ser controladas, mas sim compreendidas. A análise de sensibilidade é uma tarefa essencial para determinar as mudanças na ET_0 em resposta a uma mudança conhecida nos elementos meteorológicos.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi analisar a sensibilidade da metodologia de estimativa da ET_0 pelo modelo padrão (Penmam-Monteith) aos principais elementos meteorológicos em escala mensal; para o município de Iguatu, Ceará.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado utilizando dados, em escala mensal, de uma estação meteorológica localizada no município de Iguatu, Ceará: situado a - 06° 24' 48'' de latitude e - 39° 24' 42" de longitude; com altitude de 217 m, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os elementos meteorológicos analisados foram temperatura máxima, média e mínima do ar (T_x , T_m e T_n), velocidade do vento de um anemômetro a 10 metros de altura (VV_{10}), umidade relativa do ar (UR) e insolação (Ins), de uma série histórica que compreende de 1961 até 2014.

A sensibilidade de ET_0 , estimada pelo método Penmam Monteith – parametrizado pela FAO, boletim 56 (ALLEN et al., 1998) – para as variáveis climáticas (T_x , T_n , T_m , VV , UR, Ins) realizou-se a partir da alteração dos elementos climáticos dentro de uma faixa de -30% a + 30%, em um intervalo de $\pm 5\%$ (doze cenários). Para quantificar o impacto na mudança nos valores de um parâmetro de entrada na saída do modelo PM, os coeficientes de sensibilidade (C_s) foram calculados de acordo com o procedimento sugerido por McCuen.

$$C_s = \frac{\Delta ET_0}{\Delta V_i} \cdot \frac{V_i}{ET_0}$$

Em que, C_s é o coeficiente de sensibilidade do modelo ao parâmetro de entrada; ΔET_0 é a variação na ET_0 com a mudança no elemento meteorológico; V_i é a variação em cada parâmetro de entrada; V_i é o parâmetro de entrada e ET_0 é a evapotranspiração de referência, estimada por Penmam Monteith (mm dia^{-1}). Foi calculado ainda o desvio padrão (D_p) dos coeficientes de sensibilidade.

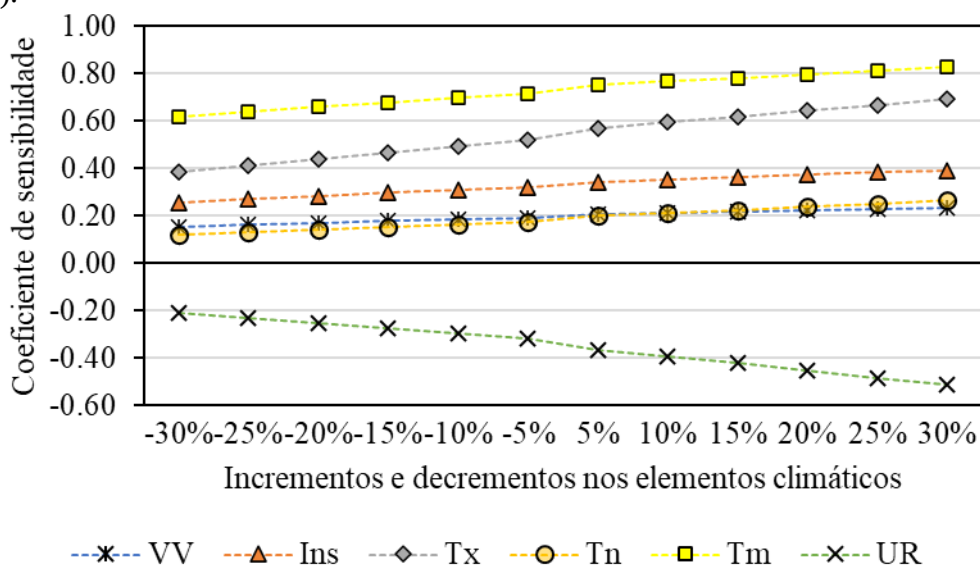
$$Dp = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \mu)^2}{n}}$$

Em que, Dp é o desvio padrão; Xi é o valor individual; μ é a média e n é a quantidade de dados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após os incrementos e decrementos ($\pm 30\%$) nos elementos meteorológicos, a análise de sensibilidade para estimativa da ET_0 por PM, demonstrou que a variável T_m apresenta maior influência (Figura 1), em todos os incrementos e decrementos.

Figura 1. Coeficientes de sensibilidade dos elementos climáticos para estimativa da evapotranspiração de referência pela equação Penman Monteith para incrementos e decrementos dentro de uma faixa de -30% a $+30\%$, em um intervalo de $\pm 5\%$ (doze cenários).



Mesmo com $C_s = 0,729$, sendo o maior com T_m , é importante notar que as maiores variações do C_s foram obtidas com a T_x e UR , com a T_x variando de 0,383 (-30%) até 0,692 ($+30\%$), apresentando o maior desvio padrão ($Dp = 0,100$), seguido pela UR variando de -0,513 (-30%) até -0,209 ($+30\%$) com valor próximo de Dp (0,098), sendo que quanto maior o desvio padrão, mais dispersos estão os valores (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão dos coeficientes de sensibilidade dos elementos climáticos para estimativa da evapotranspiração de referência pela equação Penman Monteith para o município de Iguatu, Ceará

Elemento climático	Coeficiente de sensibilidade	Desvio padrão	Elemento climático	Coeficiente de sensibilidade	Desvio padrão
VV	0,183	0,025	Tm	0,729	0,068
Ins	0,329	0,043	Tn	0,190	0,046
Tx	0,541	0,100	UR	-0,350	0,098

Oliveira *et al.* (2017) realizando mesma análise para o mesmo município verificou que a Tx e a UR seriam os elementos que demandam maior precisão, por apresentarem maiores Cs, vale ressaltar que os autores citados anteriormente não consideraram a análise da Tm.

Caso o presente trabalho não tivesse considerado a Tm na análise, os elementos mais importantes seriam Tx e UR, os mesmos indicados por Oliveira *et al.* (2017), os valores médios de Cs obtidos pelos autores citados anteriormente foram os mesmos para Tx e Ins. Já para Tn = 0,22; UR = -0,45 e para VV = 0,16.

Possivelmente, tal diferença justifica-se em função do histórico de dados, visto que se trata da mesma análise para o mesmo local. Oliveira *et al.* (2017) utilizaram dados de 1961 até 2005. Portanto esses nove anos a menos podem influenciar nessa diferença.

No presente trabalho as alterações foram mais conservadoras, indo no máximo até $\pm 30\%$. No estudo realizado pelos autores citados anteriormente as alterações foram até $\pm 40\%$. É importante ressaltar que Oliveira *et al.* (2017) executaram uma análise mais detalhada, calculando coeficientes de sensibilidade mensais para os elementos climáticos avaliados.

O valor máximo utilizado foi escolhido com base na amplitude dos dados meteorológicos. Observando com cautela, para que os incrementos e decrementos arbitrários não originassem dados inconsistentes. Como por exemplo: $T_n > T_x$ e/ou Tm menores que Tn e maiores que Tx; dados de velocidade do vento e insolação com valores negativos e/ou ainda, tentando evitar valores de UR acima de 100%.

Os elementos velocidade do vento e temperatura mínima do ar se apresentaram como os menos sensíveis, e com menor variação (Figura 1 e Tabela 1). Não corroborando com o encontrado por Jerszurki *et al.* (2019), em que utilizando dados de 26 estações no Brasil, afirmaram que o parâmetro velocidade do vento é o segundo mais importante para a estimativa de ET_0 para o país. A

discrepância entre resultados pode ser explicada pela quantidade diferente de dados e de estações utilizadas.

Emeka et al. (2020) observaram na Nigéria, na estação seca, que o parâmetro T_x apresenta maior sensibilidade, mesmo comportamento observado no Irã em mais de um tipo de clima (semiárido e úmido) (SHARIFI; DINPASHOH, 2014).

CONCLUSÕES

Conclui-se que o elemento temperatura média do ar é o mais sensível, se mostrando o mais importante para a estimativa da ET_0 , pelo modelo padronizado Penman Monteith, seguido pelos elementos: temperatura máxima do ar e umidade relativa do ar.

Por sua vez, os elementos temperatura mínima do ar e velocidade do vento são os de menor sensibilidade.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. **Irrigation and Drainage Paper** 56, p. 300, 1998.

AWAL, R., HABIBI, H., FARES, A., & DEB, S. Estimating reference crop evapotranspiration under limited climate data in West Texas. **Journal of Hydrology: Regional Studies**, 28, 100677, 2020.

EMEKA, N., IKENNA, O., MICHAEL, O., CHINENYE, A., & EMMANUEL, E. Sensitivity of FAO Penman–Monteith reference evapotranspiration (ET_0) to climatic variables under different climate types in Nigeria. **Journal of Water and Climate Change**. 2020.

JERSZURKI, D.; DE SOUZA, J. L. M.; SILVA, L. de C. R. Sensitivity of ASCE–Penman–Monteith reference evapotranspiration under different climate types in Brazil. **Climate dynamics**, v. 53, n. 1-2, p. 943-956, 2019.

McCUEN, R. H. A sensitivity and error analysis of procedures used for estimating evaporation 1. **JAWRA Journal of the American Water Resources Association**, v. 10, n. 3, p. 486–497, 1974.

OLIVEIRA J. B; SILVA, F. H. G; ARAÚJO, E. M; BRASIL, P. P; VASCONCELOS, V. I; MACEDO, K. G. Influência dos elementos meteorológicos no modelo Penman-Monteith FAO-56. II SIMPOSIO DE MANEJO DE SOLO E ÁGUA, Mossoró – Rio Grande do Norte. 2017.

SHARIFI, A.; Dinpashoh, Y. Sensitivity Analysis of the Penman-Monteith reference Crop Evapotranspiration to Climatic Variables in Iran. **Water Resources Management**, v. 28, n. 15, p. 5465–5476, 2014.

XIANG, K., LI, Y., HORTON, R., & FENG, H. Similarity and difference of potential evapotranspiration and reference crop evapotranspiration—a review. **Agricultural Water Management**, 232, 106043. 2020.

CAPÍTULO 7

LEVANTAMENTO DO USO DA ÁGUA NO TRECHO PERENIZADO DO RIO JAGUARIBE A JUSANTE DO AÇUDE ORÓS, CEARÁ, BRASIL

Francisco Éder Rodrigues de Oliveira¹; Naiara Sâmia de Caldas Izídio¹; Monikuely Mourato Pereira¹; Maria Janaina Carneiro de Mendonça¹; Cícera Talline Lopes de Holanda¹.

¹Tecnólogo (a) em Irrigação em Drenagem, Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do Ceará, Campus Iguatu. E-mail: ederigt@yahoo.com.br; nairaizidio@hotmail.com; monikuely@hotmail.com; janainacarneiro.igt@gmail.com; tallinelopes@hotmail.com.

RESUMO: O açude Orós é o principal reservatório da sub-bacia do Alto Jaguaribe, seu corpo hídrico é de suma importância principalmente nos meses de estiagem, pois auxiliam na distribuição de água entre os moradores da região. Com isso, busca-se com o presente estudo verificar quais os principais usos do trecho perenizado do Rio Jaguaribe das águas oriundas do Açude Orós. Como metodologia utilizada no estudo, foi feito um levantamento bibliográfico junto a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará Gerência Regional Iguatu-CE. De modo que obteve informações sobre a quantidade de usuários do trecho e os principais usos. Dentre os resultados observados verificou-se que a irrigação demanda 97,35% dos usuários de água do trecho perenizado, sendo que todos os irrigantes podem ser classificados como agricultores familiares. Métodos de irrigação mais eficientes são mais usuais nos trechos irrigados e a estimativa de perda de água mostrou que 1.200l/s perdidos por diversos fins mostrando a necessidade de redução de perda dessa água.

Palavras-Chave: Recursos hídricos, Bacia Hidrográfica, Fonte Hídrica.

INTRODUÇÃO

O açude Orós é o principal reservatório da sub-bacia do Alto Jaguaribe, com capacidade volumétrica de 1,9 bilhões de metros cúbicos e vazão de regularização de 22,15 m³/s (DNOCS, 2012). A jusante da bacia hidráulica do Orós corre o Rio Jaguaribe que banha diversas localidades, até se encontrar com o rio Salgado na localidade de Forquilha do Rio município de Icó.

O trecho perenizado que inicia após a válvula do Açude Orós e percorre vários quilômetros até chegar ao município de Jaguaretama é fonte hídrica para diversos usos como abastecimento humano e animal, Irrigação e piscicultura e fins empresariais. Com isso, buscou-se com o presente estudo verificar quais os

principais usos do trecho perenizado do Rio Jaguaribe das águas oriundas do Açude Orós.

METODOLOGIA

A área de estudo corresponde ao semiárido brasileiro, mais especificamente parte das regiões Centro Sul e Jaguaribana do estado do Ceará, as referidas regiões possuem classificação climática conforme Koupper de clima quente e seco, sendo sua evapotranspiração maior que a precipitação anual. A média de temperatura mensal chega acima dos 20°C com precipitação média anual de 750 mm, sendo as precipitações distribuídas de forma irregular mais presentes entre três a quatro meses no primeiro semestre do ano (IZIDIO et al., 2013).

Visto a escassez hídrica que assolam as regiões maior parte do ano, foram construídos dois grandes reservatórios que estão entre os principais mananciais do estado do Ceará, sendo os mesmos o Açudes de Orós e Castanhão, que desempenham funções de armazenagem de água das chuvas oriunda das bacias hidráulicas que das sub-bacias do alto e médio Jaguaribe que em período de estiagem auxiliam no abastecimento de água aos municípios que compõe a bacias dos reservatórios.

O levantamento das informações que destina o estudo foi junto a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará Gerência Regional Iguatu-Ce, de modo que disponibilizou os dados sobre o cadastro do uso da água no trecho perenizado do rio Jaguaribe entre a válvula do Açude Orós ao ponto de captação de água do município de Jaguaretama. Com isso, o levantamento dos resultados é de cunho bibliográfico com fonte primária governamental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A água do trecho perenizado que sai do açude de Orós e deságua na captação do município de Jaguaretama é bastante importante para os moradores e usuários que utilizam essa fonte hídrica, visto muitas dessas pessoas fazerem uso desse recurso com finalidade de obtenção de renda e abastecimento de humano e animais, sendo em muitos casos a única fonte hídrica disponível em localidades que

são ausentes de locais e armazenamento de água potável como cisternas, poços profundos e artesianos e pequenos açudes comunitários (Tabela 01).

Tabela 01. Uso de água no trecho perenizado do Rio Jaguaribe entre os municípios de Orós e Jaguaribe.

Trecho	Categoria	Métodos superficiais		Métodos Eficientes		Total		Abastecimento Humano	
		Usuários	Área (ha)	Usuários	Área (ha)	Usuários	Área (ha)	Usuários	Área (ha)
Orós a Capt. Jaguaribe	Até 2 ha	44	94,95	293	352,48	337	447,43	14	81
	2,01 a 3 ha	9	40,96	72	206,54	81	247,50		
	Mais de 3,01 ha	20	260,19	87	836,03	107	1.096,2		
	Total	73	396,10	452	1.395,1	525	1.791,1		

Fonte: COGERH- Regional Iguatu.

De acordo com o número de usuários de água entre o trecho perenizado da válvula do Açude Orós e a captação do município de Jaguaribe percebe-se que há uma quantidade de pessoas que fazem uso dessas águas para diversos fins. No entanto pode-se verificar (tabela 01) que essa quantidade de usuário pode ser bem maior visto os dados trazerem apenas resultados de irrigação e abastecimento humano, deixando os demais usos de fora desse levantamento. Pode-se ressaltar também que a quantidade de usuários que representam a demanda para o abastecimento humano serem pessoas jurídicas como associações de moradores e empresas de serviços municipais de abastecimento de água e ONG's que também prestam esse serviço.

Ao verificar a quantidade de áreas irrigadas e o número e de irrigantes (Tabela 01) nota-se que todos se enquadram na classificação de agricultores familiares, sendo que maior parte não possuem mais que 2 ha de área para o sustento familiar, de modo que utilizam suas áreas em cultivos de culturas anuais e campineiras para alimentação dos seus rebanhos.

Quanto a métodos de irrigação mais utilizados entres os usuários de água do trecho perenizado, nota-se que maior parte utiliza sistemas de irrigação de aspersão convencional e localizados, os quais tem maior eficiência de aplicação de água cultura e reduzem perdas de água por percolação e evaporação de água para atmosfera. Sendo que setenta e três usuários ainda fazem a irrigação de suas áreas como liberação de água de forma superficial sobre o solo, dentre tais motivos pode

está o alto valor dos equipamentos de irrigação e a ausência de mão de obra para manuseio desses sistemas no momento da irrigação e manutenção dos sistemas.

Na Tabela 02, encontram-se informações referentes aos usuários de água entre os municípios de Jaguaribe e Jaguaretama.

Tabela 02. Uso de água no trecho perenizado do Rio Jaguaribe entre os municípios de Jaguaribe e

Trecho	Categori a	Métodos superficiais		Métodos Eficientes		Total		Abasteciment o Humano	
		Usuário s	Áre a (ha)	Usuário s	Área (ha)	Usuário s	Área (ha)	Usuário s	Áre a (ha)
Jaguaribe a Capt. Jaguaretam a	Até 2 ha	16	13,0	21	17,29	37	30,30	2	17
	2,01 a 3 ha	3	7,43	6	15,93	9	23,36		
	Mais de 3,01 ha	10	58,9	8	88,12	18	146,9 7		
	Total	29	79,3	35	121,3 4	64	200,6 3		

Jaguaretama.Fonte: COGERH- Regional Iguatu.

Conforme pode ser visto (Tabela 02) no trecho perenizado do Rio Jaguaribe entre os municípios de Jaguaribe e Jaguaretama existe cerca de sessenta e seis usuários de água, sendo cerca 96,96% irrigantes e 3,04% abastecimento humano, tais dados estão corroborando com informações que a irrigação é o setor que mais utiliza água potável para desempenhar suas funções (FAGANELLO *et al.*, 2007). Assim como no trecho do município de Orós a captação do município de Jaguaribe, podemos notar que todos os usuários demandam pouca quantidade de terras que utilizam para cultivo e criação de gados (bovinos, caprinos e ovinos).

A quantidade de áreas cultivadas, assim como o número de sistemas de irrigação utilizados pelos usuários desse trecho é menor que o fragmento a montante, isso se justifica pelo menor distância entre os dois pontos de captação. Contudo, pode-se notar que há uma semelhança entre os métodos de irrigação utilizados pelos usuários desse trecho, de modo que a maior diferença está entre os usuários de até 2 ha.

A perda estimada de água em todo o trecho perenizado entre os municípios de Orós a Jaguaretama chega em torno de 1.200 l/s de água, sendo ela feita por evaporação para atmosfera, infiltração no solo, captação de água para irrigação, abastecimento humano e animal ao decorrer de todo o trecho pelos usuários, absorção pelas plantas e dessedentação de animais locais pontuais. Contudo, visto

a escassez hídrica prolongada dos últimos anos e o baixo volume do Açude Orós, a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará e o Comitê da Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe juntos elaboraram premissas que limitam o uso da água para fins prioritários previstos em lei (nº 9.433 de 1997) como abastecimento humano e animal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

a) O trecho perenizado do Rio Jaguaribe entre os município de Orós e Jaguaretama é de suma importância para a economia e sobrevivência de diversos agricultores familiares desses municípios;

b) Dentre os usos da água do trecho perenizado, o abastecimento humano e animal estão sendo priorizados pelo o baixo volume de aporte de água nos últimos anos no Açude Orós;

c) O uso de métodos de irrigação que utilizam quantidade elevada de água para suprir a necessidade hídrica das plantas ainda é feito nos dois trechos estudados, no entanto verifica-se que 82,68% dos irrigantes já utilizam sistemas de irrigações com eficiência maior de aplicação de água nas culturas;

d) A perda de água estimada ao decorrer de todo o trecho mostra a necessidade de uma maior eficiência de uso dessa fonte hídrica, assim como instalações de sistemas com dutos fechados para menor perda de água para atmosfera.

REFERÊNCIAS

DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, 2012. **Projetos: Açude Orós**. Disponível em: <http://www.dnocs.gov.br/barragens/oros/oros.htm>. Acesso em: jun. de 2018.

FAGANELLO, C. R. F.; FOLEGATTI, M. V.; GONÇALVES, R. A. B.; LUCAS, A. A. T. Uso da água de irrigação e gestão de recursos hídricos na Microbacia do Ribeirão dos Marins no município de Piracicaba/SP. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 4, p. 456-470, 2007.

IZIDIO, N. S de. C.; PALÁCIO, H. A de. Q.; ANDRADE, E. M de.; ARAÚJO NETO, J. R de.; BATISTA, A. A. Interceptação da chuva pela vegetação da caatinga em microbacia no semiárido cearense. **Revista Agro@mbiente** On-line, v. 7, n. 1, p.44-52, 2013.

CAPÍTULO 8

CALIBRAÇÃO DOS PARÂMETROS DA EQUAÇÃO DE HARGREAVES E SAMANI (1985): UMA ABORDAGEM METODOLÓGICA

Francisco Dirceu Duarte Arraes¹

¹Doutor em Ciência (Física do Ambiente Agrícola – ESALQ-USP). Professor do Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSERTÃO-PE) - *campus* Salgueiro. E-mail: dirceu.arraes@ifsertao-pe.edu.br

RESUMO: A equação de Penman-Monteith é sugerida como o método padrão para estimar a evapotranspiração pelo Comitê Internacional de Irrigação e Drenagem e Organização para Alimentos e Agricultura (FAO). Um método alternativo para aplicação em locais onde apenas as medições das temperaturas do ar máxima e mínima estão disponíveis é a equação de Hargreaves e Samani. Entretanto, o mesmo necessita de calibração regional para estimar adequadamente a evapotranspiração. Portanto, o objetivo do presente trabalho é mostrar o processo matemático de calibração da equação de Hargreaves e Samani. Foi apresentado as ferramentas de álgebra e cálculo diferencial necessárias para a obtenção dos parâmetros, dessa forma deixando o processo mais claro para estudantes e pesquisadores. Bem como evidenciar a importância do conhecimento da matemática dentro das ciências agrárias.

Palavras-chave: Penman-Monteith, Evapotranspiração, ET_o .

INTRODUÇÃO

A evapotranspiração (ET) é um fenômeno que representa a demanda hídrica da atmosfera, quantificando o consumo de água pelas plantas e consequentemente, a determinação da lâmina de irrigação a ser aplicada. Um método direto de obtenção da ET parte da utilização de lisímetros (VALIPOUR, 2015), no entanto essa metodologia se mostra como uma alternativa cara, tornando muitas vezes sua utilização inviável.

Existem inúmeras formas de se estimar a evapotranspiração de referência (ET_o), equações essas baseadas em temperatura do ar; radiação; combinadas e baseadas em evaporação de tanque (XIANG et al., 2020). Por sua vez, a estimativa precisa é um importante componente do ciclo hidrológico, necessária em diferentes escalas espaciais e temporais para diversos estudos hidrológicos, incluindo análise do balanço hídrico, monitoramento de seca e projeto e operação de áreas irrigadas (ABDULLAH et al. 2015).

A escolha de como determinar a ETo parte das condições climáticas da região e o acesso a todos os dados meteorológicos. A equação de Penman-Monteith (PM) é o método padronizado pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) (ALLEN et al., 1998). O modelo PM é mais preciso para o cálculo da ETo, porém apresenta limitações pelo uso de muitos dados meteorológicos. Portanto, métodos alternativos são necessários, principalmente quando os dados disponíveis são de baixa quantidade e qualidade (SRIVASTAVA et al., 2018). Outras equações, como a proposta por Hargreaves e suas modificações, requerem basicamente dados de temperatura, que se encontram mais disponíveis (AGUILERA, 2018).

Hargreaves e Samani

Partindo do esforço de se estimar a demanda hídrica das plantas pelo modelo padrão, em regiões áridas e semiáridas foi identificada a necessidade do desenvolvimento de equações simplificadas utilizando dados meteorológicos limitados (HARGREAVES e ALLEN, 2003). Esses autores relacionaram a ETo com a temperatura do ar, com radiação solar global nos anos 70 e temperatura com radiação extraterrestre nos anos 80, e a partir da combinação dessas metodologias chegou-se na equação Hargreaves e Samani-HS (1985), escrita da seguinte forma:

$$ET_o = \alpha (T_x - T_n)^{\beta} (17,8 + T_m) R_a \quad (1)$$

A equação HS previu uma média de 99% da ETo anual estimada por PM, já quando comparada a medições de um lisímetro as estimativas de HS concordaram 97%. Entretanto, para escala diária, elevam-se os erros em função das variações de temperatura e vento (HARGREAVES e ALLEN, 2003) em que a equação HS é recomendada para um período mínimo de 5 dias.

Necessidade de melhoria nas estimativas

O método de Hargreaves e Samani-HS (1985) foi considerado como uma escolha alternativa por Allen et al. (1998), uma vez que utiliza apenas a

temperatura do ar como dado de entrada. Apesar da facilidade de uso, este método tende a superestimar o valor da ETo, principalmente em climas úmidos (FENG et al., 2017), e a subestimar para condições de alta velocidade do vento (SRIVASTAVA et al., 2018), sendo necessária uma calibração regional para ajustar sua precisão. Entre os modelos baseados em temperatura, o modelo HS, com as temperaturas máximas e mínimas do ar como entradas, é considerado um dos métodos ETo mais simples e precisos, porém necessitando de ajuste local (PEREIRA et al., 2006; FENG et al. 2017; SRIVASTAVA, 2018).

Calibração

O método Levenberg-Marquardt (LM) consiste em uma minimização iterativa de mínimos quadrados de uma função com base em uma modificação do método de Gauss-Newton. O desafio é calibrar os parâmetros α e β para cada local. Podemos escrever a equação (1) para uma escala de tempo qualquer como:

$$ETo_i^{HS} = ETo^{HS}(Tx_i, Tn_i, Tm_i, Ra_i, \alpha, \beta) \quad (2)$$

Como o modelo padrão de estimativa da ETo é o modelo de Penman-Monteith, o objetivo central é reduzir o erro entre as estimativas de HS em relação a PM, assim:

$$ETo_i^{PM} = ETo_i^{HS} + e_i \quad (3)$$

em que e_i é o erro entre as estimativas.

Pode-se aproximar a equação (2) usando a série de Taylor de primeira ordem, então:

$$(ETo_i^{HS})_{j+1} = (ETo_i^{HS})_j + \frac{\partial ETo_i^{HS}}{\partial \alpha} \Delta \alpha_j + \frac{\partial ETo_i^{HS}}{\partial \beta} \Delta \beta_j \quad (4)$$

em que j é o número da iteração.

Substituindo a equação (4) na equação (3), temos:

$$ETo_i^{PM} = (ETo_i^{HS})_j + \frac{\partial ETo_i^{HS}}{\partial \alpha} \Delta \alpha_j + \frac{\partial ETo_i^{HS}}{\partial \beta} \Delta \beta_j + e_i \quad (5)$$

Ou ainda

$$ETo_i^{PM} - (ETo_i^{HS})_j = \frac{\partial ETo_i^{HS}}{\partial \alpha} \Delta \alpha_j + \frac{\partial ETo_i^{HS}}{\partial \beta} \Delta \beta_j + e_i \quad (6)$$

Fazendo $ETo_i^{PM} - (ETo_i^{HS})_j = [D_{m \times 1}]_j$ e $e_i = [E_{m \times 1}]_j$. Já as derivadas parciais vamos escrever como:

$$Z_{m \times 2} = \begin{bmatrix} \frac{\partial ETo_1^{HS}}{\partial \alpha} & \frac{\partial ETo_1^{HS}}{\partial \beta} \\ \frac{\partial ETo_2^{HS}}{\partial \alpha} & \frac{\partial ETo_2^{HS}}{\partial \beta} \\ \vdots & \vdots \\ \frac{\partial ETo_m^{HS}}{\partial \alpha} & \frac{\partial ETo_m^{HS}}{\partial \beta} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Em que m é número de dados disponíveis. A Matriz Z é chamada de Matriz Jacobiana.

E a variação dos parâmetros α e β é:

$$[A_{2 \times 1}]_j = \begin{bmatrix} \Delta \alpha_j \\ \Delta \beta_j \end{bmatrix} \quad (8)$$

Portanto, a equação (6) pode ser escrita na forma matricial como:

$$[D_{m \times 1}]_j = [Z_{m \times 2}]_j [A_{2 \times 1}]_j + [E_{m \times 1}]_j \quad (9)$$

Multiplicando as ambos os lados da equação pela matriz transposta de $[Z_{m \times 1}]$ e que será chamada de ZT e considerando que $[E_{m \times 1}]_j = 0$, temos:

$$[ZT_{2 \times m}]_j [D_{m \times 1}]_j = [ZT_{2 \times m}]_j [Z_{m \times 2}]_j [A_{2 \times 1}]_j \quad (10)$$

O resultado do produto $[ZT_{2 \times m}]_j [Z_{m \times 2}]_j = [H_{2 \times 2}]_j$ é chamado de matriz Hessiana. Até aqui foi desenvolvido o algoritmo de Gauss-Newton, porém, esse método tem problemas de convergência (lenta ou não converge para a solução). Logo, uma proposta de modificação foi feita por Levenberg-Marquardt. Essa alteração é feita na matriz Hessiana da seguinte forma:

$$[H_j]_{\text{modificada}} = [H_j] + \lambda_j [I] \quad (11)$$

em que λ é o parâmetro variável que depende se o erro aumenta ou diminui seu valor. Sendo $[I]$ é a matriz identidade.

Assim a Equação (10) torna-se:

$$[ZT_j][D_j] = [H_j]_{\text{modificada}} [A_{2 \times 1}]_j \quad (12)$$

Finalmente para resolver o sistema para encontrar os valores de matriz $[A]$ é dada por:

$$[A_j] = [H_j]_{\text{modificada}}^{-1} [ZT_j][D_j] \quad (13)$$

De posse dos valores de $[A]$ obtém-se α e β da seguinte forma:

$$\alpha_{j+1} = \alpha_j + \Delta\alpha_j \quad (14)$$

$$\beta_{j+1} = \beta_j + \Delta\beta_j \quad (15)$$

O processo iterativo tem fim quando se atingi o valor limite de erro (δ) ou número máximo de iterações ($i_{\max}$).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo teve o propósito de demonstrar o procedimento matemático utilizados para a calibração dos parâmetros da equação de Hargreaves e Samani (1985) por meio do algoritmo de Levenberg-Marquardt. Portanto, foi apresentado as ferramentas de álgebra e cálculo diferencial necessárias para a

obtenção dos parâmetros, dessa forma deixando o processo mais claro para estudantes e pesquisadores. Bem como evidenciar a importância do conhecimento da matemática dentro das ciências agrárias. Vale ressaltar que esse algoritmo pode ser usado para calibrar outras equações utilizadas na irrigação e drenagem como, por exemplo, a equação de van Genuchten.

REFERÊNCIAS

ABDULLAH, S. S., MALEK, M. A., ABDULLAH, N. S., KISI, O., YAP, K. S. Extreme learning machines: a new approach for prediction of reference evapotranspiration. **Journal of Hydrology**, 527, p.184-195, 2015

AGUILERA, R. B. **Calibración de la ecuación de Hargreaves para el cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET_o) en el Oasis Norte de Mendoza**, Argentina. 2018. 103p. 2018. Disertación (Maestría) Facultad de Ciencias Exactas y Naturales . Universidad de Buenos Aires.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper 56.** , p. 300, 1998.

FENG, Y.; JIA, Y.; CUI, N.; ZHAO, L.; LI, C.; GONG, D. Calibration of Hargreaves model for reference evapotranspiration estimation in Sichuan basin of southwest China. **Agricultural Water Management**, v.181, p.1-9, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.11.010>

HARGREAVES, G. H.; ALLEN, R. G. History and evaluation of Hargreaves evapotranspiration equation. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 129, n. 1, p. 53-63, 2003.

HARGREAVES, G. H.; SAMANI, Z. A. Estimating potential evapotranspiration. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 108, p. 225-230, 1985

PEREIRA, A. R., GREEN, S., AND VILLA NOVA, N. A. Penman-Monteith reference evapotranspiration adapted to estimate irrigated tree transpiration. **Agricultural Water Management**, 83(1-2), p.153–161, 2006.

SRIVASTAVA, R. K., PANDA, R. K., CHAKRABORTY, A., HALDER, D. Comparison of actual evapotranspiration of irrigated maize in a sub-humid region using four different canopy resistance based approaches. **Agricultural Water Management**, 202, p.156-165, 2018.

VALIPOUR M. Investigation of Valiantzas' evapotranspiration equation in Iran. **Theoretical and Applied Climatology**, 121(1), p. 267-278, 2015.

XIANG, K., LI, Y., HORTON, R., FENG, H. Similarity and difference of potential evapotranspiration and reference crop evapotranspiration—a review. **Agricultural Water Management**, 232, p.106043, 2020.

CAPÍTULO 9

EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DE ÁREAS IRRIGADAS PARA A CULTURA DO PIMENTÃO (*CAPSICUM ANNUUM GROUP*) POR AGRICULTORES FAMILIARES DO MUNICÍPIO DO CRATO, CEARÁ

Dálete de Menezes Borges¹, Rildson Melo Fontenele², Antonio Geovane de Moraes Andrade³, Raquel Miléo Prudêncio⁴, Cláudio Mateus Pereira da Silva⁵

¹Faculdade de Tecnologia CENTEC – FATEC Sertão Central, e-mail: daleteborges@gmail.com;

²Faculdade de Tecnologia CENTEC – FATEC Cariri e Centro Universitário de Juazeiro do Norte - UNIJUAZEIRO, Doutor, e-mail: rildsonfontenele@gmail.com; ³Universidade Aberta do Brasil – UAB, e-mail: geovanemoraes.1997@gmail.com; ⁴Faculdade de Tecnologia CENTEC – FATEC Sertão Central, e-mail: raquelprudencio16@gmail.com;

⁵Faculdade de Tecnologia CENTEC – FATEC Sertão Central, e-mail: 2806pereira@gmail.com

RESUMO: A cultura do pimentão é de grande importância para o Brasil, sobretudo em escala de agricultura familiar e em regiões semiáridas. Mediante isso, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência da utilização de áreas irrigadas para a cultura do pimentão (*Capsicum annuum group*) no município do Crato, Ceará. Com base nos dados obtidos, permitem projeções representativas sobre os fatores de influenciam positivamente os índices de áreas com sistema de irrigação e produção da cultura do pimentão (*Capsicum annuum group*) no município.

Palavras-chave: Irrigação. Agricultura. Rentabilidade.

INTRODUÇÃO

A região semiárida nordestina, embora possua potencial para agricultura, apresenta um regime irregular de chuvas e elevada taxa de evaporação, com águas, via de regra, apresentando salinidade elevada. O desenvolvimento da irrigação nessas áreas, particularmente da agricultura familiar, em geral carente de suporte técnico e grau de capacitação, está associado a um elevado risco de salinização comprometido, muitas vezes, as reservas hídricas disponíveis (LIMA, MONTENEGRO, *et al.*, 2006).

Por ser a produção de pimentão realizada em campo aberto, especialmente durante a estação seca, ou em casas-de-vegetação com cobertura plástica, a irrigação é prática fundamental para suprir a demanda hídrica das plantas (MAROUELLI e SILVA, 2012).

Diante disso, os objetivos do presente trabalho foi avaliar a eficiência das áreas irrigadas para a cultura do pimentão no município, através de assistências técnicas fornecidas aos agricultores familiares, assistindo a área colhida, produção obtida e produtividade da cultura.

METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida no município de Crato, localizado na região do Cariri, Ceará. Os dados pesquisados e avaliados foram dispostos em unidades, de agricultor(a) familiar assistido (nº), área assistida (ha), área colhida (ha), produção obtida (kg) e produtividade (kg/ha).

Inicialmente, foram realizadas programações de dados referentes às unidades pesquisadas para estimativas quantificadas de assistência técnica as áreas irrigadas para a cultura do pimentão (*Capsicum annuum group*), os dados obtidos foram submetidos a estudos descritivos, utilizando o software Office Excel. Em seguida, foi coletado os dados de execução e alcance de cada unidade da pesquisa. Posteriormente, procedeu-se com a comparação de todos os dados coletados das unidades pesquisadas para a avaliação de acordo com a programação, execução e alcance individualmente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados coletados para a pesquisa e avaliação apresentaram índices altos de área assistida e área colhida (Tabela1). Tais quantitativas permitem conjecturar representativas sobre a irrigação utilizada nas áreas de produção de pimentão (*Capsicum annuum group*), assim como os manejos relacionados à cultura que contribuíram para tal resultante, associado a um trabalho eficiente da assistência técnica ofertada aos agricultores familiares.

As unidades de agricultor(a) familiar assistido, produção obtida e produtividade, obtiveram execuções acima da média, em relação as expectativas programadas.

Tabela 1. Índices de áreas irrigadas e de produção da cultura do pimentão no município de Crato, Ceará.

ÍNDICES	UNIDADES	PROGRAMADAS	EXECUTADAS	ALCANCE (%)
Agricultor(a) Familiar Assistido(AFA)	nº	21,00	16,00	76,19
Área Assistida	ha	6,50	10,10	155,38
Área Colhida	ha	6,50	6,90	106,15
Produção Obtida	Kg	130.000,00	115.500,00	88,84
Produtividade	Kg/ha	20.000,00	16.739,13	83,69

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, conclui-se que a utilização das áreas irrigadas é eficiente devido aos altos índices de áreas assistidas e colhidas da cultura do pimentão (*Capsicum annuum group*), por meio da assistência técnica fornecida aos agricultores familiares do município.

REFERÊNCIAS

LIMA, P. A. D. et al. Efeito do manejo da irrigação com água moderadamente salina na produção de pimentão. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 1, n. 1, p. 73-80, Outubro-dezembro 2006. ISSN 1981-1160.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. **Irrigação na cultura do pimentão**. 1ª. ed. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2012. 20 p. ISBN 1415-3033. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/925496/1/1033CT101Prova20120312.pdf>. Acesso em: 20 set. 2020.

CAPÍTULO 10

TEORES DE CÁLCIO E MAGNÉSIO EM CULTIVARES DE ROSEIRAS, EM DIFERENTES ÉPOCAS DE COLETAS

Francisco Jardelson Ferreira¹; Ismail Soares²; Ricardo Espíndola Romero³; Jairo de Almeida Mendes⁴; Francisco Gilcivan Moreira Silva⁵.

¹Estudante de pós-graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, jardelsonaur@hotmail.com;

²Professor, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará;

³Professor, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará;

⁴Estudante de pós-graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará;

⁵Estudante de pós-graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará.

RESUMO : O objetivo deste trabalho é avaliar os teores de Ca e Mg entre as cultivares de roseiras em ambiente protegido. O trabalho foi conduzido em ambiente protegido da Empresa Cearosa em São Benedito/CE. Foram coletadas as partes aéreas de quatro cultivares (Top Secret, Avalanche, Attache e Ambience) durante cinco meses. O delineamento experimental em parcela subdividida em cinco coletas, com quatro variedades de roseiras e cinco repetições cada. As roseiras foram separadas em três frações: hastes basais (agóbios), hastes comerciais (hastes pronta para venda) e caule (parte de sustentação). Após a secagem, as frações foram moídas e analisadas para determinação dos teores de Ca e Mg. Os resultados foram submetidos à análise de variância em cada parte separadamente (Haste, Agóbio, Caule e Total) e as médias comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 5%. Ocorreram diferenças estatísticas entre as partes e o total das roseiras, tal como entre as cultivares. Os maiores teores de Ca e Mg foram nas roseiras “Attache” e “Top secret” obtendo teor médio de 5,32 e 1,10 g kg⁻¹ de Ca e Mg, respectivamente. Tal fenômeno pode estar associado à diferença entre os cultivares de roseiras ou pela disponibilidade dos elementos no solo. O teor mais elevado de Ca pode ser atribuído a grande quantidade no solo em função da aplicação de calcário e do uso de nitrato de Ca na fertirrigação. Conclui-se que os teores de Ca e Mg nas roseiras variaram entre os cultivares e as diferentes épocas de coleta.

Palavras-chave: Adubação, Macronutrientes, Nutrição mineral.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a floricultura é um dos segmentos do agronegócio que merece grande destaque, uma vez que tem tido altos investimentos em tecnologia (SILVA, 2013).

No estado do Ceará, é notável a crescente produção de rosas nas regiões serranas, principalmente pelas vantagens em relação à localização geográfica, clima mais favorável um mercado interno em ascensão. Nessas regiões tem se obtido

elevadas produtividades (180 a 200 flores $\text{m}^{-2} \text{ano}^{-1}$) em comparação a países como Colômbia e Equador (80 a 90 flores $\text{m}^{-2} \text{ano}^{-1}$) (SEAGRI, 2002).

Os fertilizantes tanto minerais quanto orgânicos, têm como principal função fornecer ao solo os elementos retirados após a colheita, com a finalidade de suprir ou até mesmo aumentar a produção (DIAS; FERNANDES, 2006).

A busca por novos conhecimentos técnicos sobre a cultura da rosa implica na qualidade e produção de flores, entre outros fatores, estão à uniformização e a racionalização dos sistemas de cultivos, com intuito de obter um padrão de qualidade e apoio das instituições de pesquisas, principalmente quando estão relacionados à nutrição mineral das plantas (MATSUNAGA et al., 1995), visto que a deficiência de um determinado nutriente pode acarretar sintomas específicos relacionadas às funções do nutriente nas plantas.

Mediante o exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os teores de Ca e Mg entre diferentes cultivares de roseiras em ambiente protegido.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em ambiente protegido (estufa agrícola) da Empresa Cearosa Comércio Exportação Importação e Produção de Flores LTDA, no município de São Benedito, estado do Ceará, com coordenadas geográficas 4°07' de latitude sul, 40°52' de longitude oeste e altitude de 950m. O solo da região é classificado como Latossolo vermelho amarelo distrófico (DNPA, 1973). O clima, de acordo com a classificação de Köppen (1948), é do tipo Am, ou seja, clima tropical chuvoso, característico de áreas elevadas.

Foram coletadas as partes aéreas de quatro cultivares (Top Secret, Avalanche, Attache e Ambience) (Figura 1), durante cinco meses. O delineamento experimental utilizado foi o de parcelas subdivididas, sendo uma coleta realizada a cada mês, coletando-se cinco plantas aleatórias de cada cultivar, as quais foram separadas em três frações: hastes basais (agóbios), hastes comerciais (hastes pronta para venda) e caule (parte de sustentação, mais grosseira da planta). Essas frações foram acondicionadas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada de ar, a 65 °C, durante 72 horas. Após a secagem as frações foram moídas e mineralizadas para determinação dos teores de Ca e Mg conforme metodologia descrita por (EMBRAPA et al., 2009). Os resultados foram

submetidos à análise de variância em cada experimento separadamente (Variedades e Haste, Agóbios e Caule e Total) e as médias comparadas utilizando-se teste de Tukey a 5% utilizando o programa Assistat versão 7.7.

Figura 1 - Cultivar Avalanche (A), Cultivar Top Secret (B), Cultivar Attache (C) e Ambience (D).



Fonte: Autor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores teores totais de Ca e Mg foram observados nas roseiras “Attache” e “Top Secret” respectivamente, obtendo teor médio de 5,32 e 1,10 g kg⁻¹ de Ca e Mg, respectivamente, em relação as demais cultivares estudadas (Figura 2 e 3), sendo superior aos teores observados por Dutra (2009) em roseiras “Vegas” e “Tineke”, que acumularam 1,97g kg⁻¹ de Ca. O alto acúmulo de Ca nas roseiras do presente trabalho pode ser atribuído aos elevados teores deste elemento encontrado no solo, em função da aplicação de calcário e do uso de nitrato de Ca na fertirrigação.

O teor de Mg para roseira “Top secret” foi de 1,10 g kg⁻¹, comportamento diferente do observado por Carneiro (2009) em seu estudo com flores copo-de-leite em que o Mg foi o nutriente com menor teor apresentado pelas plantas ao longo do tempo. O elevado teor de Mg nas roseiras neste trabalho pode ser atribuído as grandes quantidades deste elemento encontrado no solo, em função da aplicação de calcário dolomítico.

Figura 2 - Variação dos teores totais de cálcio das quatro cultivares de roseiras, pelas épocas de coletas.

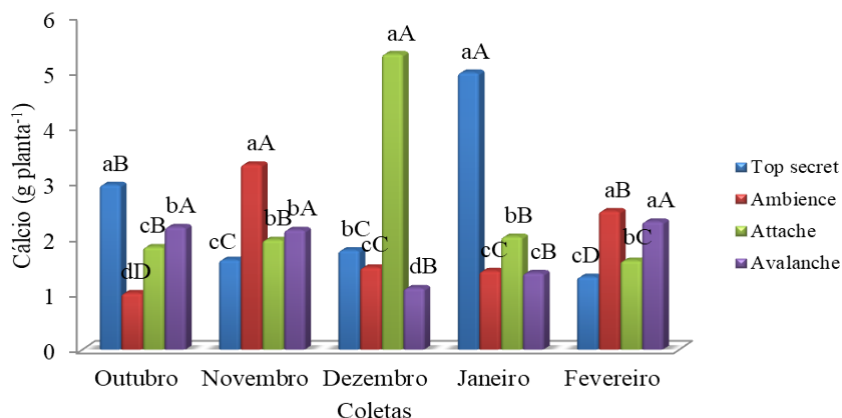
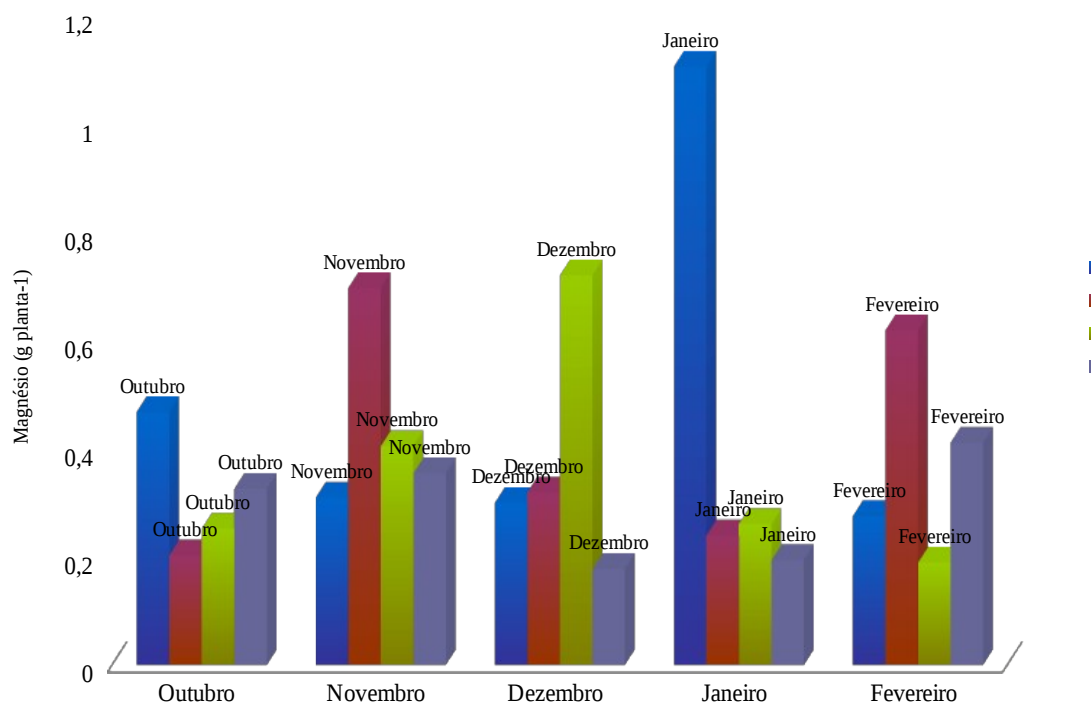


Figura 3 - Variação dos teores totais de magnésio das quatro cultivares de roseiras, pelas épocas de coletas.



CONCLUSÕES

Os teores de Ca e Mg nas roseiras variaram entre os cultivares e as diferentes épocas de coleta.

REFERÊNCIAS

- CARNEIRO, D. N. M. **Acúmulo de nutrientes em copo-de-leite em fase inicial de cultivo**. 2009. 53 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.
- DNPA - DIVISÃO DE PESQUISA PEDOLÓGICA. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do estado do Ceará**. Boletim Técnico n.º 28. Convênio de mapeamento de solos MA/DNPEA-SUDENE/DRN/ MA/CONTAP/USAID/ETA, Recife, 1973.
- DIAS, V. P; FERNANDES, E. **Fertilizantes: Uma Visão Global**. Sintética BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 24, p. 97-138, set. 2006.
- DUTRA, A. V. **Nutrição e produção de rosas de corte, cultivares “Vegas” e “Tineke”**- Piracicaba, 2009. 94p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2009.
- KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Economica, 478 p. 1948.
- MATSUNAGA, M.; OKUYAMA, M.H.; BESSA JUNIOR, A.A. Cultivo em estufas de rosa cortada: custos e rentabilidade. **Informações Econômicas**, v. 25, n.8, p. 49-58. 1995.
- EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**/ editor técnico, Fábio César da Silva. 2º edição – Brasília, DF: Embrapa, informação tecnológica, 2009.
- SEAGRI - SECRETARIA DE AGRICULTURA IRRIGADA. **Agronegócio da floricultura no Estado do Ceará**. 2002. Disponível em http://www5.prossiga.br/arranjos/vortais/floricultura_ce_oquee001.html.
- SILVA, A. P.; ALVAREZ V., V. H.; SOUZA, A. P.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F.; DANTAS, J. P. Sistema de recomendação de fertilizantes e corretivos para a cultura do abacaxi – Fertcalc-Abacaxi. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 33(5):1269-1280, 2009.
- SILVA, E. M. **Cultivo de roseira em ambiente protegido sobe níveis de salinidade do solo e relações nitrogênio: potássio**. 94p. Dissertação (Mestrado). 2013.

CAPÍTULO 11

EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DE ÁREAS IRRIGADAS PARA A CULTURA DO TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM*) POR AGRICULTORES FAMILIARES DO MUNICÍPIO DO CRATO, CEARÁ

Dálete de Menezes Borges¹, Rildson Melo Fontenele², Antonio Rodolfo Almeida Rodrigues³, Márcio André da Silva Pinheiro⁴, Joelma Pereira da Silva⁵

¹Faculdade de Tecnologia CENTEC – FATEC Sertão Central, e-mail: daleteborges@gmail.com;

²Faculdade de Tecnologia CENTEC – FATEC Cariri e Centro Universitário de Juazeiro do Norte - UNIJUAZEIRO, Doutor, e-mail: rildsonfontenele@gmail.com;

³Faculdade de Tecnologia CENTEC – FATEC Sertão Central, Tecnólogo, e-mail: rodholforodrigues123@gmail.com;

⁴Faculdade de Tecnologia CENTEC – FATEC Sertão Central, e-mail: marcioandreasilvapinheiro@gmail.com;

⁵Faculdade de Tecnologia CENTEC – FATEC Cariri, e-mail: joelmapereira1618@gmail.com

RESUMO: O tomateiro é uma planta muito exigente em água, seu fruto maduro possui cerca de 93 a 95% de água. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência da utilização de áreas irrigadas para a cultura do tomate (*Solanum lycopersicum*) no município do Crato, Ceará. Com base nos dados obtidos, permitem projeções representativas sobre os fatores de influenciam positivamente o índice de área irrigada na produtividade da cultura do tomate (*Solanum lycopersicum*) no município.

Palavras-chave: Irrigação. Agricultura. Nordeste.

INTRODUÇÃO

O tomateiro é uma planta muito exigente em água, seu fruto maduro possui cerca de 93 a 95% de água. Seu sistema radicular pode atingir até 1,5m de profundidade e isto acontece, em média, cerca de 60 dias após o transplante. O déficit hídrico prolongado limita o desenvolvimento e a produtividade, principalmente na fase de florescimento e desenvolvimento dos frutos, que são os períodos mais críticos (CLEMENTE, 2015).

Mediante isso, os objetivos do presente trabalho foi avaliar a eficiência das áreas irrigadas para a cultura do tomate (*Solanum lycopersicum*) no município, por meio de assistências técnicas fornecidas aos agricultores familiares, assistindo a área colhida, produção obtida e produtividade da cultura.

METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida no município de Crato, localizado na região do Cariri, Ceará. Os dados pesquisados e avaliados foram dispostos em unidades, de agricultor(a) familiar assistido (nº), área assistida (ha), área colhida (ha), produção obtida (kg) e produtividade (kg/ha).

Inicialmente, foram realizadas programações de dados referentes as unidades pesquisadas para estimativas quantificadas de assistência técnica as áreas irrigadas para a cultura do tomate (*Solanum lycopersicum*), os dados obtidos foram submetidos a estudos descritivos, utilizando o software Office Excel. Em seguida, foi coletado os dados de execução e alcance de cada unidade de pesquisa. Posteriormente, procedeu-se a comparação de todos os dados coletados das unidades pesquisadas para a avaliação de acordo com a programação, execução e alcance individualmente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados coletados para a pesquisa e avaliação apresentaram índices altos de produtividade da cultura do tomate (*Solanum lycopersicum*) (Tabela1). Tal quantitativa permite conjecturar representativas sobre sistema de irrigação utilizado nas áreas de produção da cultura, assim como os manejos e tratos culturais realizados, que contribuíram para tal resultante, associado a um trabalho eficiente da assistência técnica ofertada aos produtores.

As unidades de agricultor(a) familiar assistido, área assistida, área colhida e produção obtida, obtiveram execução um pouco acima da média estimada, por conseguinte um alcance mediano da expectativa programada.

Tabela 1. Índices de áreas irrigadas e de produção da cultura do tomate no município de Crato, Ceará.

ÍNDICES	UNIDADES	PROGRAMADAS	EXECUTADAS	ALCANCE (%)
Agricultor(a) Familiar Assistido(AFA)	nº	36,00	24,00	66,66

Área Assistida	ha	27,00	21,00	77,77
Área Colhida	ha	27,00	14,00	51,85
Produção Obtida	Kg	1.080.000,00	614.000,00	56,85
Produtividade	Kg/ha	40.000,00	43.857,14	109,64

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a utilização das áreas irrigadas se denotou eficiente devido ao alto índice de produtividade da cultura do tomate (*Solanum lycopersicum*), associada a assistência técnica fornecida aos agricultores familiares do município do Crato.

REFERÊNCIAS

CLEMENTE, F. M. V. T. Irrigação. **EMBRAPA**, 2015. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tomate/arvore/CONT000fa2qor2r02wx5eo01xezlsbj4uen4.html#:~:text=A%20irriga%C3%A7%C3%A3o%20por%20sulcos%20%C3%A9,12%20a%2015m%20de%20comprimento.>>. Acesso em: 01 Outubro 2020.

CAPÍTULO 12

EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL, A UTILIZAÇÃO DESSA TERMINOLOGIA – RESUMO CRÍTICO

Juarez Cassiano de Lima Junior¹

¹Universidade Federal do Ceará - Doutorando em Engenharia Agrícola (Programa de pós graduação em engenharia agrícola). Limajr.soil@gmail.com

RESUMO: O objetivo deste estudo é fornecer uma breve revisão sobre conceitos relacionados a evapotranspiração potencial. A revisão mostra também como são baseadas as classificações das equações utilizadas para estimativa da evapotranspiração. O conceito original de evapotranspiração potencial foi proposto por Thornthwaite, e essa ideia central, mesmo com discussões sobre sua definição e ambiguidades com outras terminologias, é utilizada usada até hoje. Desprezando fatores como a transpiração de florestas e a cobertura do solo, incluímos super e subestimativas no cálculo da evapotranspiração, e em função disso a utilização da palavra “potencial” deveria ser considerada obsoleta. A priori, poderia se utilizar somente o termo evapotranspiração de referência.

PALAVRAS-CHAVE: Evapotranspiração de referência. Demanda hídrica da atmosfera. Agrometeorologia.

INTRODUÇÃO

A evapotranspiração (ET) representa a demanda hídrica da atmosfera, geralmente expressa em milímetros por intervalo de tempo (mm tempo^{-1}). A quantificação desse fenômeno torna possível o conhecimento do consumo de água das plantas e por consequência, a determinação da lâmina a ser irrigada. Um método direto de obtenção da ET parte da utilização de lisímetros (VALIPOUR, 2015), no entanto essa metodologia se mostra como uma alternativa cara, tornando muitas vezes sua utilização inviável, e em função disso inúmeras equações podem ser utilizadas para estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o), modelos baseados em radiação, temperatura do ar e combinados (ALLEN et al., 1998; XIANG et al., 2020).

O termo "evapotranspiração potencial" (ETP) foi proposto por Charles Thornthwaite (1948), após realizar pesquisas sobre a utilização da água em várias regiões nos Estados Unidos. A ETP é definida como a demanda de evaporação atmosférica máxima, em condições ideais.

Existem outras terminologias que lidam com diferentes aspectos desse mesmo fenômeno, em que as principais são: evapotranspiração da cultura (ET_c),

evapotranspiração real (ETR), evapotranspiração de oásis (ETO) (ALLEN et al., 1998). Sobretudo no presente trabalho foi destacada a evapotranspiração potencial (ETP), com intuito de salientar discrepâncias da definição do termo ETP com a realidade do fenômeno.

Apesar da possibilidade de ambiguidade entre ETo e ETP na literatura, essas terminologias diferem em seus desenvolvimentos, conceitos, equações e campos de aplicação, no entanto, muitos pesquisadores unificaram a utilização dos dois termos. Portanto, é necessário esclarecimentos, para orientar seu uso adequado (XIANG et al., 2020).

EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL

Xiang *et al.*, (2020) abordam que o desenvolvimento da terminologia ETP durou varias décadas. A ETP representa a quantidade máxima de água que pode ser transferida para o ar, significando: a evaporação combinada da superfície do solo e transpiração das plantas, representando o transporte de água da terra de volta à atmosfera, o inverso da precipitação (THORNTHWAITE, 1948). É o valor máximo de evaporação que ocorre em condições ideais. O objetivo inicial dessa abordagem é o conhecimento se uma área qualquer está seca, partindo do índice de aridez, que relaciona a quantidade de água evaporada com a precipitação pluviométrica de uma dada região.

$$IA = \frac{P}{ETP}$$

em que: P é a precipitação pluviométrica (mm tempo⁻¹); o valor IA indica as classes climáticas, com valores maiores de 1,00 para úmido; entre 0,65 até 1,00 para subúmido; entre 0,50 e 0,65 para subúmido seco; de 0,20 até 0,50 para semiárido; de 0,05 até 0,20 para árido e menor que 0,05 para hiperárido. O meteorologista Howard Penman, no ano de 1948, forneceu uma nova equação, até então, para o cálculo da evaporação (XIANG et al., 2020; MIRALLES et al., 2020). Os mesmos autores ainda afirmam que Penman não mencionou o termo “potencial”, ou até mesmo “evapotranspiração” – bem como outros cientistas da área como John Monteith e Charles Priestley – naquela metade de século. Xiang et al., (2020) afirma que em 1956 e 1963, Penman forneceu um novo conceito para discutir a água que a vegetação consumia – transpiração potencial – que é a taxa de perda de vapor de

água de uma extensa cobertura verde que sombreia completamente o chão, sem restrições hídricas.

A organização mundial de meteorologia (OMM) em 1963 definiu como: a quantidade de vapor de água que poderia ser emitida por uma superfície de água pura, por unidade de superfície e unidade de tempo. De algum modo o conceito de evaporação potencial (EP) foi unificado ao de ETP. Apesar da equação padronizada hoje pela FAO ser o modelo Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998), autores que relutaram por usar até o termo evapotranspiração, a terminologia mais difundida na segunda metade do século XX foi a de ETP, cunhada por Thornthwaite (1948), que também possui uma equação, que atualmente está praticamente em desuso, Miralles et al, (2020) afirma que, em cerca de 450 artigos sobre evapotranspiração, menos de 50 utilizaram a equação proposta por Thornthwaite. Em uma pesquisa rápida no Google Scholar, na língua inglesa, ET apresenta mais de 680.000 resultados, quando associado ao autor Thornthwaite (1948) surgem 11.400 resultados, quando atrelado a Penman (1948) 14.300 resultados, e com Penman-Monteith esse valor salta para 46.500.

EQUAÇÕES PARA ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL

As equações propostas para estimativa da ETP (bem como para outras terminologias) podem ser divididas em: i) transferência de massa; ii) temperatura do ar; iii) baseada em radiação; iv) combinadas. Xiang et al., (2020) aborda que a aplicação dessas equações expõe a ambiguidade das terminologias, principalmente no início dos estudos sobre esse processo (Tabela 1).

Tabela 1. Principais equações para estimativa da evapotranspiração potencial, baseadas em transferência de massa, temperatura do ar e radiação solar

Autores	equação	escala de tempo	citações
Baseadas em transferência de massa			
Albrecht (1950)	$ETP = (0,1005 + 0,297u) (es-ea)$	diário	78
Harbeck et al (1954)	$ETP = 0,057u(es-ea)$	mensal	109
Kuzmin (1957)	$ETP = 6(1+0,21u) (es-ea)$	mensal	22
Brockamp and Wenner (1963)	$ETP = 0,543u^{0,456}(es-ea)$	diário	22
Mahringer (1970)	$ETP = 2,86u^{0,5}(es-ea)$	mensal	58
Baseados em temperatura do ar			
Thornthwaite (1948)	$ETP = 16Nm[(10Tm)^{a1}]$	mensal	9386

Blaney and Criddle (1950)	$ETP = a2+b(0,46Ta+8,13) (1+0,0001Z)$	mensal	1031
McCloud (1955)	$ETP = 0,254 \times 1,07^{1,8Ta}$	diário/mensal	39
Hamon (1960)	$ETP = 0,55N^2Pt$	diário	828
Romanenko (1961)	$ETP = 0,0018(25+Ta)^2(100-UR)$	diário	76
Baier and Robertson (1965)	$ETP = 0,157Tmax+0,158Td+0,109Ra-5,39$	diário	244
Schendel (1967)	$ETP = (16Ta)/UR$	diário	29
Hargreaves (1975)	$ETP = 0,0135Rs(Ta+17,8)$	diário/mensal	274
Baseados em radiação			
Makkink (1957)	$ETP = 0,61[\Delta/(\Delta+Y)]Rs-0,12$	mensal	653
Turc (1961)	$ETP = 0,013[Ta/(Ta+15)](Rs+50)$	diário/mensal	283
Jensen and Haise (1963)	$ETP = (0,014Ta-0,37)Rs$	diário/mensal	1022
Stephens and Stewart (1963)	$ETP = (0,0052Ta-0,19)Rs/1500$	diário/mensal	124
Stephens (1965)	$ETP = (0,0158Ta-0,09)Rs$	diário	16
Christiansen (1968)	$ETP = 0,385Rs$	diário/mensal	133
Priestley and Taylor (1972)	$ETP = \alpha 0[\Delta/(\Delta+Y)](Rn-G)$	diário	5645
Caprio (1974)	$ETP = (6,1/106)1,8Ta+1)Rs$	diário/mensal	92
Oudin et al. (2005)	$ETP = (RaTa)/(5\rho_w)$	diário/mensal	124

Adaptado de Xiang et al., (2020).

Existem também inúmeras equações combinadas, na qual a principal, e padronizada pela FAO para cálculo de ETo , utilizada também para ETP, é a equação Penman Monteith (PM) (ALLEN et al., 1998), citada 17.675 vezes, segundo Xiang et al., (2020).

Várias equações de ETP foram comparadas com a equação padrão (FAO-56), Xiang et al., (2020) abordou esse tema tentando distinguir ETo e ETP, salientando que PM é bem aceita como metodologia padrão (DJAMAN et al., 2018; GURSKI et al., 2018). Entretanto, por ser uma equação que requer muitos dados, métodos alternativos são necessários para a estimativa da ET, principalmente quando os dados disponíveis não são suficientes ou de baixa qualidade (SRIVASTAVA, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evapotranspiração potencial (ETP) é a taxa de ET que possivelmente ocorre quando todas as superfícies de solo e/ou planta estão umidas; assim, sua taxa depende exclusivamente das condições atmosféricas e características de superfície (albedo e rugosidade). Em função dessa umidade uniforme não ocorrer sempre, e quando sim, não se manter por longos períodos de tempo a ETP, termo que pode ser utilizado para descrever a taxa máxima de ET, tem aplicações limitadas (JENSEN e ALLEN, 2016).

Pode-se observar essas limitações, partindo de que, a equação padrão para estimativa de ETP é a mesma utilizada para ETo (que considera uma situação ideal, com uma cultura hipotética padrão, e ainda, com dimensões pré-determinadas e sem nenhuma restrição hídrica e nutricional). Ainda, por sua estimativa ser realizada somente com dados meteorológicos, o que a torna uma variável meteorológica, desprezando outros fatores naturais que sempre influenciaram a dinâmica da água na atmosfera e solo, ainda mais quando se utiliza da terminologia ETP para caracterização climática de um local.

Em um solo exposto, com o passar do tempo após uma chuva, à medida que a camada superficial vai secando, existe uma quebra de capilaridade (cessando o fluxo ascendente) e embora haja gradiente hidráulico, a condutividade hidráulica se reduz quanto mais próximo da superfície, limitando o processo de evaporação (MOTA, 2010). Caso existisse uma planta no local o processo continuaria pela transpiração, sobretudo a superfície do solo estaria “seca”. Indicando que se estimarmos essas perdas de água somente com dados climáticos, iria ocorrer uma superestimativa.

Por outro lado, em solo com vegetação (agrícola ou floresta), ocorre ao contrário, vide a correção necessária via K_c , devido a $ET_c > ETo$ em plantas mais desenvolvidas, em fase produtiva e/ou com copa maior. Assim, é seguro afirmar que a quantidade de água que se transforma em vapor é maior que a estimada utilizando dados climáticos, ocorrendo uma subestimativa.

Desprezando-se a cobertura do solo, incluímos conscientemente a possibilidade de super e subestimativas no cálculo da água transformada em vapor, e em função disso a utilização da palavra “potencial” deveria ser considerada obsoleta. Não somente por se tratar de uma questão semântica, a escolha de termos apropriados em acordo com a pesquisa é necessária para otimizar o rigor e o entendimento dos conceitos. A priori, poderia se utilizar somente o termo ETo, ou ainda uma nova terminologia que realmente representa-se o que está sendo calculado e abordado – a máxima evapotranspiração calculável (ou estimável).

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. **Irrigation and Drainage Paper 56**, p. 300, 1998.

DJAMAN, K., O'NEILL, M., DIOP, L., BODIAN, A., ALLEN, S., KOUDAHE, K., LOMBARD, K.J.T., 2018. Evaluation of the Penman-Monteith and other 34 reference evapotranspiration equations under limited data in a semiarid dry climate. **Theor. Appl. Climatol.** 137, 1–15.

GURSKI, B.C., JERSZURKI, D., SOUZA, J.L.M., 2018. Alternative Methods of Reference Evapotranspiration for Brazilian Climate Types. **Revista Brasileira de Meteorologia** 33, 567–578.

JENSEN, MARVIN E., AND RICHARD G. ALLEN, eds. "Evaporation, evapotranspiration, and irrigation water requirements." **American Society of Civil Engineers**, 2016.

MIRALLES, D. G., BRUTSAERT, W., DOLMAN, A. J., & GASH, J. H. On the use of the term 'Evapotranspiration'. 2018.

MOTA, J. C. A. Componentes do balanço de água em um Cambissolo cultivado com meloeiro irrigado por gotejamento, com e sem cobertura da superfície. 2010. 106p. 2010. Tese de Doutorado. **Tese** (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

SRIVASTAVA, A. SAHOO, B. RAGHUWANSHI, N. S. CHATTERJEE, C. Modelling the dynamics of evapotranspiration using variable infiltration capacity model and regionally calibrated Hargreaves approach (2018). **Irrigation Science**, 36, 289 – 300, doi: <https://doi.org/10.1007/s00271-018-0583-y>

THORNTHWAITE, C.W., 1948. An Approach toward a Rational Classification of Climate. **Geog. Rev.** 38, 55–94.

VALIPOUR M (2015) Investigation of Valiantzas' evapotranspiration equation in Iran. **Theoretical and Applied Climatology** 121(1):267-278.

XIANG, K., LI, Y., HORTON, R., & FENG, H. (2020). Similarity and difference of potential evapotranspiration and reference crop evapotranspiration—a review. **Agricultural Water Management**, 232, 106043.

CAPÍTULO 13

ANÁLISE DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE PROPRIEDADES RURAIS EM IGUATU – CE

Maylle Silva Ancelmo¹, Luis Henrique de Aguiar², Anny Kariny Feitosa³

¹Graduanda em Tecnologia em Irrigação e Drenagem, Instituto Federal do Ceará – Campus Iguatu, Brasil, mayllesilva@gmail.com

²Graduando em Tecnologia em Irrigação e Drenagem, Instituto Federal do Ceará – Campus Iguatu, Brasil, lhdeaguiar@gmail.com

³Doutora em Ambiente e Desenvolvimento (Univates), docente no Instituto Federal do Ceará – IFCE, anny.feitosa@ifce.edu.br

RESUMO: A presente pesquisa teve por objetivo analisar a sustentabilidade ambiental de propriedades rurais em Iguatu, na região centro-sul cearense. Para tanto, realizou-se entrevistas com 32 agricultores dos sítios Gado Bravo e Cajuí, Distrito José de Alencar. Como método de análise, adaptou-se a proposta metodológica de avaliação da sustentabilidade ambiental de propriedades rurais, de Rempel *et al.* (2012), utilizando-se os parâmetros: Fonte de Água; Área de Preservação Permanente (APP); Agrotóxicos e Fertilizantes; Manejo de Resíduos Sólidos. Com esta pesquisa, identificou-se que as propriedades rurais em análise apresentam desempenho ruim quanto à sustentabilidade ambiental, em função, especialmente, do uso de agrotóxicos e do manejo inadequado dos resíduos gerados, que contribuem para a má qualidade ambiental da região.

Palavras-chave: Agricultura. Sustentabilidade agroambiental. Meio ambiente.

INTRODUÇÃO

Diante da necessidade do incentivo às práticas sustentáveis de produção, planejamento, avaliação da qualidade socioambiental e econômica das áreas rurais do país, tem-se discutido de que modo é possível avaliar e incentivar as políticas e práticas de gestão agrícola sustentável (PRADO, 2013). Em estudo desenvolvido por Rempel *et al.* (2012), definiu-se um método de avaliação da sustentabilidade ambiental de propriedades rurais no Rio Grande do Sul, que possui como parâmetros de análise: Dejetos; Água; Área de Preservação Permanente (APP); Reserva Legal; Agrotóxicos e Fertilizantes; Declividade; Erosão; Queimadas e Usos de terra.

Ressalta-se que é de primordial relevância identificar a realidade da zona rural de um município, no tocante às práticas ambientais realizadas e o impacto ocasionado ao meio ambiente, servindo, os resultados individuais do estudo, como

subsídios para os agricultores promoverem melhorias, quando necessárias, em seus sistemas operacionais. Diante do exposto, essa pesquisa teve como objetivo analisar a sustentabilidade ambiental de propriedades rurais nas comunidades Gado Bravo e Cajuí, Distrito José de Alencar, em Iguatu - CE. Utilizando-se de pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo, buscou-se, ainda, identificar as características gerais dos produtores, em seus aspectos socioeconômicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada nas comunidades Gado Bravo e Cajuí, Distrito José de Alencar, em Iguatu - CE, localizado na mesorregião centro-sul cearense. O município em questão possui 1.029,2 km² de área e contava, à época da pesquisa censitária ocorrida em 2010, com uma população de 96.495 habitantes, dos quais 22,6% residentes na zona rural, e densidade demográfica de 94,87 hab/km² (IBGE, 2010).

Para desenvolvimento do estudo, foram realizadas visitas às propriedades rurais das referidas comunidades, para observação *in loco* dos elementos naturais presentes, áreas de agricultura, matas nativas, benfeitorias existentes, dentre outros, e realização de entrevista com o responsável por cada propriedade rural, participante para coleta de dados a subsidiar a análise da sustentabilidade ambiental. Além disso, foram elencadas características socioeconômicas dos produtores. No total, foram realizadas 32 entrevistas, sendo 16 de cada comunidade, no período de março a abril de 2020. O método de análise da sustentabilidade ambiental das propriedades foi adaptado de Rempel *et al.* (2012), destacando-se o uso dos parâmetros: Tipo de fonte de água adotado na propriedade; existência de Área de Preservação Permanente (APP); o uso de agrotóxicos e fertilizantes; e os hábitos de manejo dos resíduos na propriedade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perfil socioeconômico dos entrevistados

A partir das entrevistas realizadas, inicialmente, identificou-se o perfil dos produtores rurais da comunidade Gado Bravo, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Perfil socioeconômico de produtores rurais – Gado Bravo

Variáveis		RESULTADOS EM %
Gênero	Masculino	62,5
	Feminino	37,5
Idade	26 a 45	43,75
	46 a 65	43,75
	Superior a 65	12,5
Escolaridade	Não escolarizado	20
	Ensino fundamental	30
	Ensino médio	50
Estado Civil	Solteiro(a)	12,5
	Casado(a)	75
	Viúvo(a)	12,5

Fonte: os autores, 2020.

Destaca-se que, dos entrevistados da comunidade Gado Bravo, há predominância do perfil de produtor com gênero masculino (62,5%), idade entre 26 a 65 anos (87,5%), com ensino médio concluído (50%) E casado (75%). Ressalta-se que foi evidenciada pelo grupo a facilidade de acesso à educação, em função de haver transporte para a zona urbana do município, o que contribui com o baixo índice de analfabetismo na comunidade.

Com relação às condições de uso da terra, 43,75% dos entrevistados alegaram que são proprietários da terra, mas não possuem escritura, 25% afirmaram que possuem escritura, 25% vivem e produzem em propriedades familiares e 6,25% são arrendatários. A respeito da renda familiar dos entrevistados, destaca-se que 31,25% dos entrevistados afirmam receber complemento de renda, por meio dos programas sociais do governo, como por exemplo o Bolsa Família, e 68,75% afirmaram possuir rendimentos exclusivos da atividade rural, com predomínio do cultivo de milho, feijão e banana.

Declararam que ganham até 1 salário mínimo 68,75% dos entrevistados, enquanto 31,25% afirmaram auferir renda de 1 a 4 salários. A este respeito, observa-se que a forma de sobrevivência nas comunidades rurais ainda é uma luta, devido à descapitalização para investimentos iniciais na infraestrutura necessária à condução da produção, com instalações de água na propriedade, sistema de irrigação, cerca para divisas, dentre outros. Ressalta-se, ademais, que os produtores são agricultores familiares e suas propriedades são de pequeno porte.

Das entrevistas realizadas na comunidade Cajuí, elencam-se os dados coletados, relacionados ao perfil socioeconômico dos participantes, dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 – Perfil socioeconômico de produtores rurais – Cajuí

Variáveis		RESULTADOS EM %
Gênero	Masculino	75
	Feminino	25
Idade	26 a 45	62,25
	46 a 65	25
	Superior a 65	12,5
	Não escolarizado	31,25
Escolaridade	Ensino fundamental	18,75
	Ensino médio	50
	Solteiro(a)	12,5
Estado Civil	Casado(a)	81,25
	Viúvo(a)	6,25

Fonte: os autores, 2020.

De acordo com a Tabela 2, na comunidade Cajuí também evidenciou-se predominância do perfil de produtor rural do gênero masculino (75%), entretanto com faixa etária mais jovem, entre 26 a 45 anos (62,25%), quando comparado à comunidade Gado Bravo. A respeito da escolaridade, destaca-se que 50% declararam possuir o ensino médio completo. Contudo, 31,25% afirmaram não possuir escolaridade. Observa-se que a comunidade Cajuí, quando comparada à comunidade Gado Bravo teve uma maior taxa de analfabetos. Durante a realização das entrevistas, um produtor mencionou que construiu família e desistiu dos estudos, vinculando-se a atividades agrícolas para manter os filhos na escola.

Em relação ao estado civil, 81,25% são casados, 12,5% são solteiros e 6,25% são viúvos. Sobre as condições de uso da terra, 18,75% dos entrevistados afirmaram que são proprietários dos imóveis e possuem escritura, 62,5% afirmaram que são proprietário, mas não possuem escritura, 12,5% estão em terras cedidas por familiares e 6,25% são arrendatários. Quando perguntados sobre o motivo pelo qual os proprietários não possuíam escritura das terras, os entrevistados informaram que se tratam de terras doadas ou de herança, que nunca regularizaram a situação da documentação em cartório. Com relação à renda familiar, 81,25% dos entrevistados afirmaram que possuem renda exclusivamente da agricultura e que,

mensalmente, auferem até 1 salário mínimo de rendimentos, enquanto 18,75% possuem outras fontes de renda, considerando os programas de governo, e somam entre 1 e 4 salários mínimos.

Sustentabilidade ambiental das propriedades

Com base nas visitas às propriedades e nas entrevistas aplicadas, foi possível identificar a situação ambiental nas Comunidades em análise, considerando a o total de entrevistados, amostra de 36 participantes. Inicialmente, perguntou-se a respeito da existência de Área de Proteção Permanente – APP nas propriedades: 62,5% afirmaram possuir, enquanto 37,5% relataram que não possuem. Dentre os que afirmaram possuir APP, 60% informaram que fazem uso desta parcela da terra, para área de pastagem, enquanto 20% destinaram para mata nativa e outros 20% praticam agricultura. Ressalta-se que, apesar da utilização relatada pelos participantes, as APP's são áreas protegidas pelo Novo Código Florestal Brasileiro, instituído por meio da Lei 12.651/2012, tendo como principal função preservar o meio ambiente, protegendo os recursos hídricos, a biodiversidade, solo, bem como assegura o bem-estar da população do entorno.

Sobre a utilização de fertilizantes químicos e agrotóxicos, 18,75% afirmaram não utilizar; 1,25% utilizam, porém com aplicação controlada; 62,5% aplicam sem controle, em toda a propriedade; e, 6,25% admitiram aplicar sem controle e próximos a cursos de água. Além disso, o destino das embalagens, após o uso, é queimar, em 52,78% dos casos, ou armazenar na propriedade, em 47,22% das propriedades. Destaca-se a existência do “Sistema Campo Limpo”, que consiste no programa de logística reversa para as embalagens de agrotóxicos. Entretanto, os produtores afirmam que não existem pontos acessíveis para envio, o que inibe a prática adequada de devolver as embalagens nas unidades do sistema.

A respeito das fontes de água das propriedades, 81,25% indicaram a água de cisterna, oriunda do Programa 1 Milhão de Cisternas, como principal fonte de água; seguida de 68,75% que afirmaram adquirir água de barreiro, açude ou nascente; enquanto 37,5% relataram possuir água de poço e 37,5% de fonte externa nas propriedades. Ressalta-se que existem mais de uma fonte de água nas propriedades. Por esta razão, a soma dos percentuais ultrapassa 100%. Por fim, quando perguntados sobre o manejo de resíduos sólidos, todos os participantes afirmaram que queimam ou enterram os resíduos sólidos gerados nas

propriedades, com destaque para plásticos, papel e outros com potencial reciclável. Esta é uma prática ambientalmente inadequada. Além de poluir o meio ambiente, desperdiça o potencial econômico de reaproveitamento dos resíduos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da pesquisa aplicada, foi possível evidenciar que as propriedades situadas nas comunidades analisadas apresentam práticas ambientais inadequadas, tendo como base os indicadores adotados neste estudo, com destaque para APP, fertilizantes e agrotóxicos e o manejo de resíduos sólidos, que contribuíram para a má qualidade ambiental na região.

REFERÊNCIAS

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010.** Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

PRADO, M. **Monitoramento da sustentabilidade agroambiental do território:** um modelo baseado no valor geográfico dos serviços agroambientais. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Geociências Aplicadas. Universidade de Brasília - UNB, Brasília, 2013.

REMPEL, C.; et al. Proposta Metodológica de Avaliação da Sustentabilidade Ambiental de Propriedades Produtoras de Leite. Santa Cruz do Sul: **TECNOLÓGICA**, v. 16, n. 1, p. 48-55, jan./jun. 2012.

SEÇÃO II

TECNOLOGIAS DA IRRIGAÇÃO

CAPÍTULO 14

TECNOLOGIAS SOCIAIS NO VIÉS DA SUSTENTABILIDADE: ALTERNATIVA DE SANEAMENTO RURAL E IRRIGAÇÃO

Camila Esmeraldo Bezerra¹, Joelma Pereira da Silva², Aparecida Regienne Gonçalves de Alcantara¹, Aureliano de Albuquerque Ribeiro³

¹ Graduada em Bacharelado em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará- IFCE

² Graduanda em Irrigação e Drenagem- Instituto Centro de Ensino Tecnológico CENTEC-FATEC

³ Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará- UFC

RESUMO: O tratamento e destinação correta dos efluentes domésticos na área rural é imprescindível. Com isso, sistemas de tratamentos individuais vêm sendo desenvolvidos em comunidades rurais no intuito de promover uma adequada destinação ao esgoto, através do reuso do efluente tratado na irrigação de culturas. Neste contexto, objetivou-se com este estudo descrever estas tecnologias sociais e a importância delas para atender as necessidades da população rural. O desenvolvimento da pesquisa consistiu na realização de uma revisão bibliográfica sobre tecnologias utilizadas para o saneamento rural e o reuso da água para irrigação. É possível observar que estas tecnologias sociais trazem benefícios em diversos aspectos como no saneamento e na irrigação, porém elas precisam ser difundidas a um número maior de pessoas residentes na área rural. Deve-se ainda observar os processos de funcionalidades destas técnicas aplicadas, sendo necessário um acompanhamento por órgãos responsáveis, levando em consideração as peculiaridades de cada região.

Palavras- chave: Fossa Verde. Fossa Séptica Biodigestora. Jardim Filtrante.

INTRODUÇÃO

O saneamento básico é essencial para a promoção da saúde. Entretanto, a cobertura dos serviços de saneamento ainda é baixa e na área rural este problema é ainda maior. Devido à precariedade no tratamento e destinação adequada dos efluentes domésticos, na área rural, pesquisadores têm desenvolvido sistemas de tratamento individuais para comunidades rurais, que vêm possibilitando uma adequada destinação ao esgoto, através do reuso do efluente tratado na irrigação de culturas, tornando essas tecnologias sociais bastante sustentáveis.

Diante da importância de viabilizar tratamento adequado aos efluentes domésticos na área rural e, ainda, encontrar alternativas que possibilitem a eficiência do uso da água na irrigação, o presente trabalho objetivou descrever tecnologias sociais e a importância delas para atender as necessidades da população rural.

MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento da pesquisa, consistiu na realização de uma revisão bibliográfica sobre tecnologias utilizadas para saneamento rural e reuso da água para irrigação. Foram pesquisados trabalhos científicos, disponíveis nas seguintes bases de informações: Google Acadêmico; Scientific Electronic Library Online (SciELO); e Literatura Latino – Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tecnologias sociais (TS) são estabelecidas como um método ou instrumento capaz de solucionar problemas referidos à seca. Ou seja, é um método capaz de resolver o problema da seca de forma: simples, baixo custo, fácil aplicabilidade e geração de impacto social. Tem -se como objetivo propor processo de inovação resultante do conhecimento criado coletivamente pelos atores interessados no seu emprego. Em um contexto político e social, em que surgem interesses na elaboração de políticas sociais inclusivas, os processos, técnicas e metodologias desenvolvidos na interação com a população representam uma alternativa para proporcionar a inclusão social e a melhoria na qualidade de vida (CHRISTOPOULOS, 2011).

As TS podem ser caracterizadas por se ajustar a produtores e consumidores de baixa renda, não utilizar formas de controle existentes na produção capitalista, apresentar o propósito prioritário de satisfazer as necessidades humanas, além de estimular a capacidade de criação dos produtores e usuários. Contribuem, ainda, para a efetividade econômica presente nas alternativas dos arranjos produtivos, tendo como exemplo cooperativas populares, assentamentos de reforma agrária e agricultura familiar e microempresas (LOBO *et al.*, 2013).

O tratamento adequado dos efluentes, além de benefícios para o meio ambiente, traz-se benefícios para a saúde humana, contribuindo, também, para solução dos problemas de poluição da água e sua escassez. O reuso oferece uma alternativa para a irrigação em áreas onde a distribuição e o fornecimento de água são precários.

A disponibilidade de água pode ser um fator determinante de práticas de consumo de uma comunidade (DIAS, 2011). Diante desse contexto, percebe-se a necessidade de viabilizar medidas que busquem garantir a água em termos de quantidade e qualidade e as tecnologias sociais favorecem as possibilidades.

O uso de tecnologias na convivência no semiárido é uma técnica que vem sendo utilizada a bastante anos, trazendo vários benefícios para a população que tem menos acesso à água. Algumas das tecnologias que vêm sendo utilizadas são: Fossa verde; Fossa séptica biodigestora e Jardim filtrante conforme mostrado na Tabela 01:

Tabela 01: Técnicas utilizadas como saneamento e reuso da água na irrigação.

Técnicas	Caracterização	Foto
Fossa verde	Fossa verde constitui-se no tratamento do esgoto doméstico por meio de tecnologia anaeróbia e evolução de biomassa em material suporte (OLIVEIRA NETTO, et al., 2015). A fossa verde apresenta imensa capacidade na irrigação de microáreas propiciando na construção de quintais produtivos e na estruturação paisagista (PINHEIRO, 2011).	Figura 1: Fossa verde  Fonte: Isabel Campo Sales Figueiredo
Fossa séptica biodigestora	A fossa séptica biodigestora é uma tecnologia social de saneamento básico, que foi desenvolvida pela Embrapa Instrumentação com o intuito de executar o tratamento de águas negras nas residências rurais (SILVA; MARMO; LEONEL, 2017). O efluente final da fossa séptica biodigestora enriquece o solo, devido à alta concentração de matéria orgânica, influenciando no aumento da fertilidade do solo. É indicado o seu uso em pomares, palmeiras e capineiras na forma de fertirrigação (GALINDO et al., 2019).	Figura 2: Fossa séptica implantada e cercada  Fonte: Wilson Tadeu Lopes da Silva
Jardim filtrante	O jardim filtrante é uma tecnologia que propõe vários benefícios tais como: Dar o destino adequado ao esgoto proveniente de pias, tanques e chuveiros, ricos em sabões e detergentes. É constituído	Figura 3: Jardim filtrante

	principalmente por um pequeno lago com pedras, areia e plantas macrófitas aquáticas onde o esgoto é tratado, precedido por uma caixa de retenção de gordura (EMBRAPA, 2015). A água do lago, presente na última etapa dessa tecnologia pode ser utilizada para algumas finalidades como a irrigação das áreas verdes. A manutenção desse sistema é realizada a cada 10 anos com a remoção da matéria orgânica, a qual dá pra utilizar como adubo, para a agricultura (RIBEIRO; BLAUTH; BEATI, 2018).	 Fonte: Pedro Hernandes
--	---	--

Fonte: adaptado pelos autores

CONCLUSÃO

Tendo em vista, que as tecnologias sociais trazem benefícios em diversos aspectos como no saneamento e na irrigação, ela deve ser difundida a um número maior de pessoas residentes na área rural. No entanto, deve-se observar os processos de funcionalidades das técnicas aplicadas, sendo necessário um acompanhamento por órgãos responsáveis, levando em consideração as peculiaridades de cada região.

REFERÊNCIAS

- CHRISTOPOULOS, T. P. Tecnologias sociais: indicações bibliográficas São Paulo, v. 51, n. 1, jan./fev. p. 109-110, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rae/v51n1/11.pdf>. Acesso em: 08 de setembro de 2020.
- DIAS, R. de B. Tecnologias sociais e políticas públicas: lições de experiências internacionais ligadas à água. **Inclusão Social**, v. 4, n. 2, 22 dez. 2011.
- EMBRAPA. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **Jardim Filtrante**. Embrapa, 2015.
- GALINDO, N.; SILVA, W. T. L.; NOVAES, A. P.; GODOY, L. A.; SORES, M. T. S.; ROMERO, P. A. L. **Perguntas e respostas: fossa séptica biodigestora**. 1º edição. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2019.
- LOBO, M. A. A.; LIMA, D. M.B.; SOUZA, C. M.N.; NASCIMENTO, W. A.; ARAÚJO, L. C. C.; SANTOS, N. B. Avaliação econômica de tecnologias sociais aplicadas à

promoção de saúde: abastecimento de água por sistema Sodis em comunidades ribeirinhas da Amazônia. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, V 18, N.7, p. 2119-2127. 2013.

OLIVEIRA, A. P.; GUERRA, L. R.M. OLIVEIRA.; SILVA, M. R. P.; SILVA,R. F. Biorremediação vegetal do esgoto domiciliar: O caso da fossa verde em comunidades rurais do alto Sertão Alagoano. **Revista Produção e Desenvolvimento**, v.1, n.3, p.103-113, set./dez., 2015 <http://revistas.cefet-rj.br/index.php/producaoeddesenvolvimento>

PINHEIRO, L. S. **Proposta de índice de priorização de áreas para saneamento rural: Estudo de caso assentamento 25 de maio, Ce.** Tese (Mestrado). Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/bitstream/lspinho.pdf>. Acesso em: 09 de setembro de 2020.

RIBEIRO, B. F.; BLAUTH, G. P.; BEATI, A.A. G. F. **Estudo da efetividade dos jardins filtrantes no tratamento de efluentes sanitários.** Trabalho de Conclusão de Curso (graduação)- Universidade São Francisco, campus Swift, Curso de Engenharia Ambiental, Campinas, 2018.

SILVA, W. T.L.; MERMO, C. R.; LEONEL, L.F. Memorial descritivo: montagem e operação da fossa séptica biodigestora. São Carlos, SP: **Embrapa Instrumentação**, 2017. 27 p.

Imagem: **Fossa séptica implantada e cercada.** Wilson Tadeu Lopes da Silva.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Embrapa Instrumentação. Disponível em: <https://brapafossa-septica-biodigetora>.

Imagem: **Jardim Filtrante.** Pedro Hernandez. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/1284001/jardim-filtrante>

Imagem: **Fossa verde:** Isabel Campo Sales Figueiredo. Tratamento de esgoto na zona rural: fosse verde e círculo de bananeiras. / Campina grande São Paulo. 2018. Disponível em: <http://www.fec.unicamp.brFossa-Verde.pdf>.

CAPÍTULO 15

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DO USO DO SOLO E TIPO DE COBERTURA NO MUNICÍPIO DE IGUATU CEARÁ

Maylle Silva Ancelmo¹, Francisco Hugo Graciano da Silva², Régis Mikael do Nascimento Guedes³, Anny Kariny Feitosa⁴.

¹Estudante de Tecnologia em Irrigação e Drenagem, Instituto Federal do Ceará, CEP 63503-790, Cajazeiras, Iguatu, CE. E-mail: mayllesilva@gmail.com.

²Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará. E-mail: fernandeshugo745@gmail.com.

³Estudante de Tecnologia em Irrigação e Drenagem, Instituto Federal do Ceará, CEP 63503-790, Cajazeiras, Iguatu, CE. E-mail: mikhael.guedes.12@gmail.com.

⁴Doutora em Ambiente e Desenvolvimento (Univates), docente no Instituto Federal do Ceará – IFCE, anny.feitosa@ifce.edu.br

RESUMO: Esse estudo teve o objetivo de analisar a variabilidade espaço temporal do uso do solo e do tipo de cobertura no município de Iguatu-CE, entre o período de 2000 a 2015, com intervalo de 5 anos. Utilizando imagens dos satélites LANSAT4-5 e LANSAT 7 em ambiente Sistema de Informação Geográfica (SIG) utilizando o *software* QGIS (versão 3.10.7). Foram consideradas cinco categorias: vegetação, solo exposto, agricultura, água e área urbana. Os resultados demonstram redução da vegetação e maior exposição de solo decorrentes do avanço da agricultura e urbanização do município.

Palavras-chave: Sig, Classificação de imagens, Uso e Ocupação.

INTRODUÇÃO

A utilização desordenada do uso e ocupação do solo tem causado grandes impactos ambientais. A má utilização desses recursos e o manejo inadequado vem resultando na variabilidade espaço-temporal das precipitações, intensificação dos processos erosivos e redução da taxa de infiltração (ASSIS *et al.*, 2014).

O conhecimento detalhado das várias formas de uso do ambiente é de grande importância, pois a obtenção de dados periódicos sobre um determinado local, pode ajudar a mitigar os processos que intensificam a degradação, especialmente em um ambiente, que contém característica dinâmica no seu uso e ocupação (FORESTI & HAMBURGER, 1995 APUD BITTENCOURT *et al.*, 2006).

O sensoriamento remoto é uma técnica que permite estudar os elementos da superfície terrestre sem ter o contato físico, através da energia refletida ou emitida pelos elementos, sendo possível caracterizar determinados recursos (BEZERRA,

2013). Associado às técnicas de geoprocessamento essa tecnologia vem sendo cada vez mais indispensável para estudos multitemporal, monitorando e gerenciando o meio ambiente, entre outras atividades. Essas técnicas possibilitam a geração de mapas temáticos no qual permite visualizar e quantificar as alterações da vegetação natural e ampliação das atividades antrópicas (NASCIMENTO *et al.*, 2018). Assim o estudo teve como objetivo analisar a variabilidade espaço temporal do uso do solo e tipo de cobertura no município de Iguatu/CE.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

A área de estudo compreende o município de Iguatu, localizado no estado do Ceará. Compreende as coordenadas de 06° 21' 34" sul de latitude e 39° 17' 55" de longitude, e altitude de 217 m. A área de estudo apresenta uma classificação climática do tipo BSw'h' quente e semiárido, segundo Koppen. É caracterizado pela má distribuição das chuvas na qual varia no tempo e no espaço, e apresenta duas estações climáticas bem definidas, chuvoso e seca.

Levantamento dos Dados

As imagens utilizadas para a classificação foram do satélite LANDSAT 4-5 TM e LANDSAT 7, obtidas através do site da *United States Geological Survey* (USGS), apresentam uma resolução espacial de 30 metros e resolução radiométrica de 8 bits por pixel. A utilização dos dois satélites foi em consequência da indisponibilidade de imagem referente ao ano 2015 e o critério de baixa cobertura de nuvens. As datas de aquisição das imagens foram referentes ao mês de outubro de 2000 a 2015. Para identificar a ocupação do solo foi realizada uma composição RGB das bandas (3R-4G-5B) LANDSAT4-5 e LANDSAT 7 (2R-3G-5B) por meio do *Menu Barra de Ferramentas → Raster → Miscelânea → Construir Raster Virtual*.

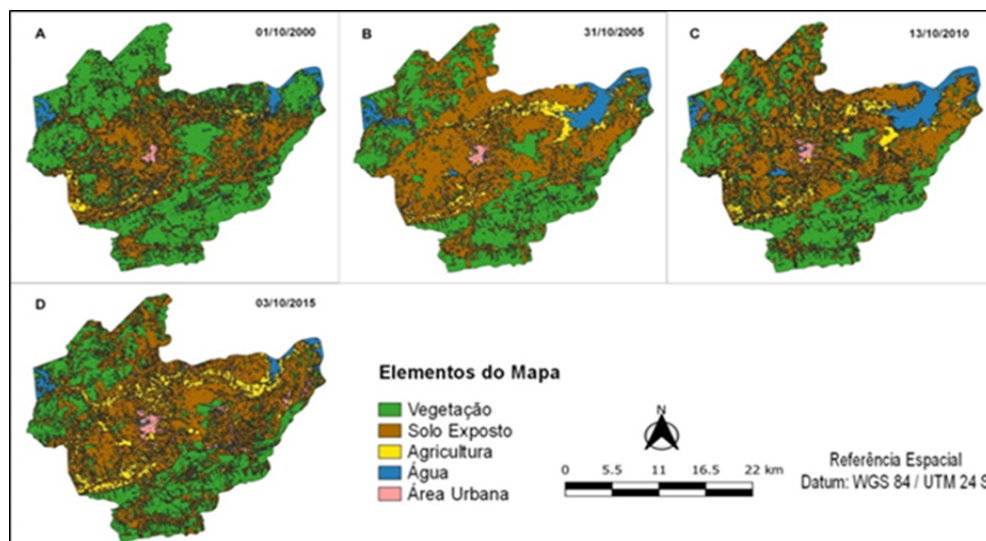
Para a classificação das imagens foi utilizado o plugin *Dzetsaka Classification Tool*. É um plugin de classificação que agrupa diferentes objetos da superfície terrestre em classes permitindo calcular a área, entretanto, o algoritmo pode confundir os pixels que possuem similaridades espectrais (LEITE, 2019). Por isso foi realizado a identificação em tela do posicionamento das categorias através da imagem em cor verdadeira para a retificação de algumas classes. A imagem foi

classificada em 5 categorias: vegetação, solo exposto, agricultura, água e área urbana. Onde a categoria da vegetação equivale à forma densa ou rala. Solo exposto quando a ausência de vegetação. Agricultura composta por diversos tipos de uso agrícola. Água acumulação natural, artificial e cursos d'água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 2 estão apresentados os resultados da variabilidade no uso do solo. Pode-se observar um aumento considerável na classe de solo exposto. Observa-se também um aumento na área urbana, e uma redução na vegetação. A agricultura teve um avanço significativo, e em contrapartida a água obteve uma redução do ano de 2010 para 2015.

Figura 2: Distribuição das categorias do uso e ocupação do solo no município de Iguatu, CE. Letra A referente ao ano (2000), B (2005), C (2010) e D (2015).



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Verifica-se na tabela 1 que a categoria vegetação passou de 575,37 Km² que corresponde a 55,91% do total de área ocupada, no ano 2000, para 36,08%, no ano de 2005, evidenciando uma redução da mata nativa. Em contrapartida o solo exposto teve um aumento, passando de 34,56 para 47,83% quando comparados os anos de 2000 a 2005. A agricultura, área urbana e água ambos apresentaram resultados crescentes para o ano de 2000 a 2005.

O solo exposto quando equiparado ao mapeamento do ano 2005 saiu de 13,27% para 5,7% consolidado com o aumento de 5,02% da categoria água, e 2% da vegetação. Os dados demonstram que o decréscimo está relacionado com a variação positiva da precipitação ocorrendo uma evolução natural da vegetação e progresso dos plantios devido as mudanças climáticas. De acordo com a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), o ano de 2010 apresenta um comportamento anormal da precipitação para alguns meses, tendo notável desvio positivo mensal. Resultado parecido foi encontrado por Assis et al., 2014.

Para o mapeamento de 2015, a maior classe temática com representatividade foi o solo exposto com 479,75 Km² cerca de 46,62% do total da área, a segunda classe foi vegetação com 328,57 Km² (31,93%), terceira agricultura com 152,39 Km² (14,81%), quarta área urbana com 50,72 Km² (4,93%) e quinta a classe água com 17,69 Km² (1,72%). Observa-se o aumento de 4,48% da agricultura, estando a maior parte representada as margens dos rios Jaguaribe e Trussu compactuando com o desmatamento e exploração de áreas inadequadas para fins agrícolas. Resultado semelhante foi encontrado por Nascimento et al., 2018, percebeu que a vegetação nas encostas da bacia hidrográfica do Alto Paraim, Piauí estava sendo desmatada para a introdução da agricultura e pastagem ao analisar uma série espaço-temporal do uso e ocupação da terra.

Tabela 1 – Análise quantitativa das categorias do uso e ocupação do solo. Fonte elaborado pelo autor, 2020.

Ano	Vegetação		Solo Exposto		Agricultura		Água		Área Urbana	
	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
2000	575,37	55,91	355,66	34,56	53,44	5,19	31,39	3,05	13,26	1,29
2005	371,34	36,08	492,23	47,83	90,19	8,76	51,11	4,97	24,25	2,36
2010	391,93	38,08	433,52	42,13	106,26	10,33	56,13	5,45	41,28	4,01
2015	328,57	31,93	479,75	46,62	152,39	14,81	17,69	1,72	50,72	4,93

CONCLUSÃO

Nota-se uma redução da vegetação natural e maior exposição de solo para introdução da agricultura, estando a maior parte representada as margens dos rios Jaguaribe e Trussu compactuando com desmatamento e contribuindo para a degradação dos recursos naturais. Observa-se um aumento na área urbana, o que

indica um aumento populacional. A classe água é muito variável e apresenta instabilidade, evidenciando a variabilidade das precipitações na região.

REFERÊNCIAS

ASSIS, J. M. O; CALADO, L. O; SOUZA, W. M; SOBRAL, M. C. Mapeamento do uso e ocupação do solo no município de Belém de São Francisco –PE nos anos de 1985 e 2010. **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol.07, n.05, p. 859-870. 2014.

BEZERRA, H. N. **Estimativa da evapotranspiração espacial em uma região semiárida utilizando sensoriamento remoto**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, p.86, 2013.

BITTENCOURT L. F. F; BATISTA G. T; CATELANI C. S. Sensoriamento remoto aplicado ao estudo de ocupação de solo de mata ciliar do rio Paraíba do Sul no município de Caçapava. *In: Anais do I Seminário de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento do Vale do Paraíba – GEOVAP*, 2006, Taubaté, Brasil. UNITAU, 2006. p. 89-99.

LEITE, A. P. **Discriminação do uso da terra na bacia hidrográfica do rio araquá utilizando índices radiométricos**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp). Botucatu, 91 p, 2019.

NASCIMENTO, O. S; MORAIS, R. C. S; SOUZA, I. R. M; LIMA, T. P. Análise espaço-temporal do uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do alto Paraim – Piauí. **Revista Geoambiente on-line**. Jataí-GO, n 32, p. 210-230, 2018.

CAPÍTULO 16

AVALIAÇÃO DE SENSOR NO MONITORAMENTO DO TEOR DE ÁGUA EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Daniel Gonçalves Furtado Bezerra¹, Daniela Andreska da Silva², Alan Bernard Oliveira de Sousa³

¹ Graduando em Agronomia, UFC, danielfurtadobezerra@gmail.com;

² Graduanda em Agronomia, UFC, daniela.andsk@gmail.com;

³ Doutorado, Professor Depto. de Engenharia Agrícola, UFC, alan.sousa@ufc.br

RESUMO: Objetivou-se avaliar a resposta do sensor resistivo HI-69, para a determinação da umidade de diferentes substratos. O experimento foi conduzido no Laboratório de Hidráulica e Irrigação do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará. O delineamento adotado foi em blocos ao acaso (DBC), contendo cinco blocos, com quatro tratamentos (T1: solo + substrato comercial; T2: solo + hidroretentor; T3: solo e T4 substrato comercial) cada, e duas repetições, totalizando 40 unidades experimentais. Foram obtidas leituras do sensor HI-69, simultâneo a pesagem dos vasos em balança analítica. Para a determinação do teor de água nos substratos avaliados, o sensor HI-69 não apresentou resposta satisfatória.

Palavras-chave: Automação. Umidade do solo. Arduíno.

INTRODUÇÃO

Na agricultura irrigada, o monitoramento da umidade do solo é uma ferramenta essencial para o manejo hídrico. Em estudos relacionados ao sistema solo-planta-atmosfera também se faz necessário à determinação da umidade do solo (COELHO *et al.*, 2006). Pode-se dividir os métodos de determinação de umidade do solo em diretos como, por exemplo, o gravimétrico e os métodos indiretos como por exemplo o eletrométrico.

Com o crescimento da automação aplicada na irrigação, o método eletrométrico têm se tornado importante objeto de estudo, visto que, medidas com abordagem elétrica (voltagem, frequência, resistência, capacitância e corrente) podem fornecer leituras mais rápidas e em distintas profundidades no perfil do solo (SOUZA, 2013). Entretanto, a aplicação do método indireto, requer calibração dos sensores em função dos diversos tipos de solos a serem monitorados, uma vez que cada solo apresenta diferentes características químicas, físicas e biológicas que se correlacionam consideravelmente com a abordagem elétrica adotada.

Tal fato se torna mais evidente quando utiliza-se substratos para produção vegetal. Alguns substratos podem ser obtidos pela mistura de diferentes compostos. Ressaltando-se assim a importância de se avaliar a respostas de sensores de umidade de solo em função do substrato. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a resposta do sensor resistivo HI-69, para a determinação da umidade de diferentes substratos.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido no Laboratório de Hidráulica e Irrigação do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará (UFC). Para a avaliação dos sensores modelo HI-69, foi adotado o DBC, contendo cinco blocos, cada bloco com quatro tratamentos. Os tratamentos referentes aos substratos foram T1 (solo + substrato comercial (1:1)); T2(solo + hidrotentor (2 g/L)); T3(solo) e T4(substrato comercial) sendo duas repetições por tratamento, totalizando 40 unidades experimentais.

O solo utilizado classificado como arenoso, foi coletado no campo experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, em Pacajús, Ceará. O polímero hidrotentor da marca Polyter® foi pesado em balança de precisão, incorporado e homogeneização ainda seco ao solo. O substrato comercial utilizado constituía-se de turfa e casca de arroz carbonizada, com capacidade de retenção de água (CRA) de 60% e densidade de 260 kg/m³.

Os substratos foram vertidos em vasos de polietileno com capacidade de 1030 mL, dispostos sobre bancada e saturados até atingir capacidade de campo. Obteve-se leituras do sensor HI-69, instalado verticalmente no centro de cada vaso, simultâneo a pesagem dos vasos em balança analítica.

Os vasos foram pesados obtendo-se a massa úmida (M_u) e em seguida realizou-se leitura com o sensor HI-69. Os vasos foram expostos ao sol, com a finalidade de aumentar a evaporação da água contida pelos substratos. Ao atingir estado constante de umidade, os tratamentos foram sucessivamente submetidos ao processo de saturação e secagem.

Ao término dos testes, o substrato de cada vaso foi transferido para recipientes de alumínio e colocados em estufa a 110°C durante um período de 24 horas. Em seguida, as amostras foram pesadas obtendo-se a massa seca +

recipiente e massa seca dos sólidos (M_s). As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa Microsoft Excel®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

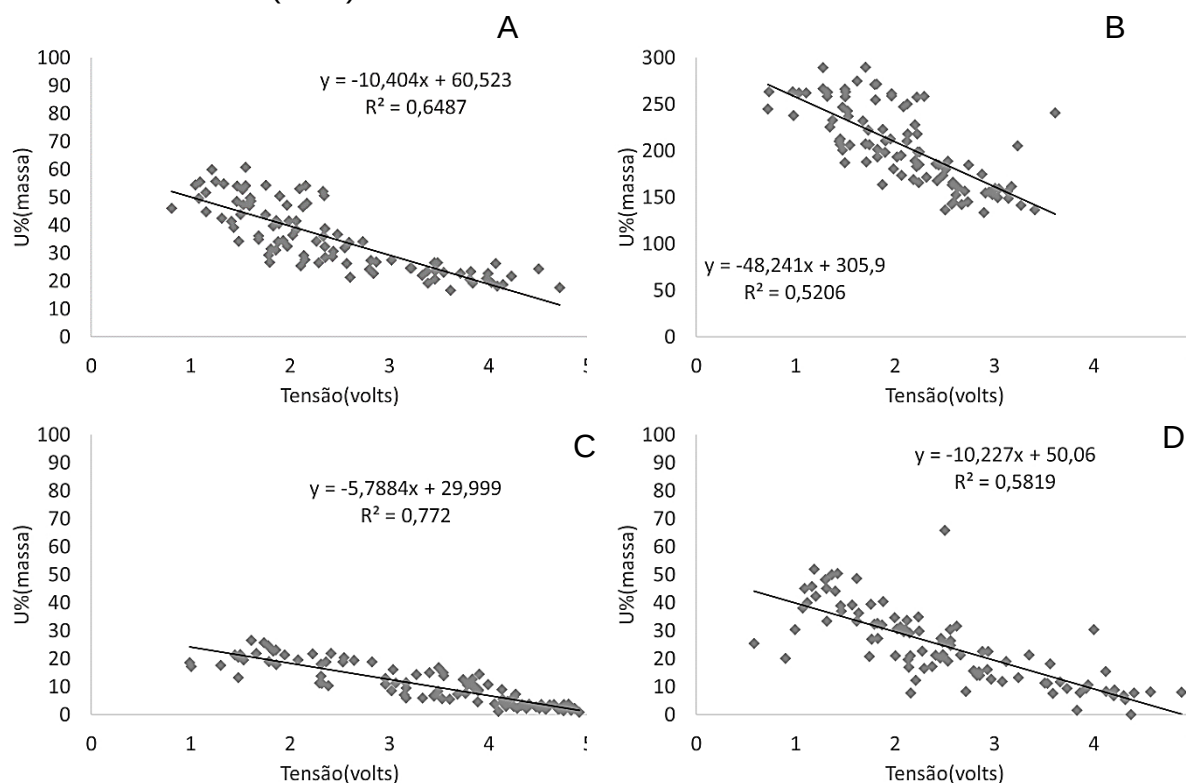
A relação entre os dados de umidade dos substratos em função da tensão elétrica observada dos quatro tratamentos monitorados permitiu ajustar curvas de regressão linear, apresentada na Figura 1. As regressões lineares dos quatro tratamentos foram significativas a 5% pelo teste F.

Entretanto, os coeficientes de determinação (R^2) não apresentaram bom ajuste, apresentando valores de 0,64, 0,52, 0,77 e 0,58 respectivamente para os tratamentos T1, T2, T3 e T4. Resultados diferentes dos obtidos por Jimenéz (2018) que obteve R^2 acima de 0,9, ao calibrar o sensor HI-69 em quatro solos diferentes, obtendo boa correlação entre as leituras de umidade volumétrica. Além disso, nota-se maior variabilidade das medições no estado mais úmido do solo, comprometendo a precisão na obtenção dos dados.

Numa análise geral, pode-se verificar que os tratamentos T1 e T4 (Figura 1A e 1D, respectivamente) demonstraram similaridade entre os resultados obtidos, devido às características do substrato. No caso do T3 (Figura 1C) já evidenciamos acentuada perda de umidade, visto ser um solo arenoso, sua capacidade de retenção de água é baixa, devido menor porosidade.

Não obstante, o T2 (Figura 1B) demonstrou maior variação na perda de água, entretanto, maior umidade absoluta, isso se deve à alta capacidade de absorção de umidade pelos polímeros, característica essa que, segundo Schmidt et al. (2012) em sucessivos ensaios laboratoriais sobre a capacidade de reversibilidade de polímeros hidroretentores submetidos a ciclos de inchamento e secagem em estufa, não observaram variações significativas, atestando alta estabilidade do polímero e seguridade do estado de umidade.

Figura 1 – Curvas de regressão em função da umidade nos substratos: (A) solo + substrato comercial; (B) solo + hidroretentor; (C) solo e (D) T4(substrato comercial) e a da tensão elétrica (volts) obtida com o sensor HI-69.



Foi utilizada análise de regressão para relacionar a umidade volumétrica e a umidade estimada pelos sensores. As avaliações dos modelos de estimativa de umidade do solo foram baseadas na raiz quadrada do erro quadrático médio (RMSE) do inglês *Root Mean Square Error*, coeficiente de determinação (R^2), índice de confiança (C) e erro absoluto médio (MBE).

A interpretação dos resultados para o indicativo estatístico, RMSE (Tabela 1) apresentaram exatidão muito fraca para todos os tratamentos ($RMSE > 0,1$) segundo classificação proposta por Fares et al. (2011), ou seja, o sensor foi consideravelmente impreciso na aquisição de dados. Do mesmo modo, observa-se que os índices de confiança variaram de péssimo para sofrível ($0,58 \leq C \leq 0,40$), segundo classificação proposta por Camargo e Sentelhas (1997), constatando baixa confiabilidade do sensor HI-69 na estimativa do conteúdo de água no solo para todos os tratamentos estudados.

Tabela 1 - Indicadores de desempenho do modelo linear para a calibração do avaliador de umidade.

Tratamento	RMSE	Classificação	C	Classificação	R ²
T1	7,13	Muito Fraca	0,54	Sofrível	0,6487
T2	170,28	Muito Fraca	0,17	Péssimo	0,5206
T3	16,32	Muito Fraca	0,37	Péssimo	0,7772
T4	13,23	Muito Fraca	0,41	Mau	0,5819

RMSE: raiz quadrada do erro médio; C: índice de confiança; R²: coeficiente de determinação.

A falta de contato dos substratos com o sensor pode ter sido um dos fatores que ocasionou maior variação dos dados. Tal fato se deve a alta porosidade dos substratos avaliados. Além disso, a qualidade dos materiais que constituem o sensor também pode ter influenciado na resposta. Entretanto, houve diferença na resposta do sensor em função do substrato. Revelando a importância de se estudar ajustes de dados para cada substrato.

CONCLUSÃO

Deve-se obter ajuste dos dados para cada substrato que se pretende utilizar o sensor HI-69 para obtenção do teor de água. Devido aos indicadores de desempenho do sensor HI-69 para os substratos avaliados, a umidade estimada pelo mesmo pode não ser precisa. Não sendo indicado a utilização do sensor para trabalhos acadêmicos.

REFERÊNCIAS

- COELHO, E.F.; VELLAME, L. M.; COELHO FILHO, M.A.; LEDO, C.A. S. Desempenho de modelos de calibração de guias de onda acopladas a TDR e a multiplexadores em três tipos de solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 23-30, 2006.
- CAMARGO, A. P.; SENTELHAS P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativas da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997.
- FARES, A.; ABBAS, F.; MARIA, D.; MAIR, A. Improved Calibration Functions of Three Capacitance Probes for the Measurement of Soil Moisture in Tropical Soils. **Sensors**, v. 11, n. 5, p. 4858-4874, 2011.

JIMENÉZ, A. L. A. C. Calibração do sensor de umidade do solo modelo YL-69 para manejo da irrigação. **Dissertação**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 106 f. 2018.

SCHMIDT, D. M.; SILVA, B. B. R.; FERREIRA, C. A. Síntese e caracterização de hidrogéis poliméricos superabsorventes para uso na agricultura. In: 20 - **CBECIMAT**, Joinville. 2012.

SOUZA, C. F.; PIRES, R. C. M.; MIRANDA, D. B. DE; VARALLO, A. C. T. Calibração de sondas fdr e tdr para a estimativa da umidade em dois tipos de solo. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 4, p. 597-606, 2013.

CAPÍTULO 17

MANEJO DA IRRIGAÇÃO COM KC ÚNICO E DUAL NO CULTIVO DO FEIJÃO-CAUPI “BRS PUJANTE”

Edjane Gomes Rodrigues¹, Bruno Michael da Silva¹, José Sebastião Costa de Sousa²

¹Acadêmico em Engenharia Agrônômica, IF SERTÃO-PE, Campus Petrolina Zona Rural, email: edjanerodrigues92@gmail.com

²Dr. Engenharia Agrícola, Professor do IF SERTÃO-PE, Campus Petrolina Zona Rural, email: sebastiao.costa@ifsertao-pe.edu.br

RESUMO: O feijão constitui relevante papel na dieta alimentar do brasileiro, principalmente como fonte de proteínas, carboidratos e minerais (GOMES et al. 2017). Atualmente o país é um dos maiores produtores desta cultura (CONAB, 2017), Mesmo com esta expressiva exploração, o país ainda apresenta baixa produtividade de feijão caupi. Segundo dados da CONAB (2017). Portanto, com o experimento objetivou-se avaliar os manejos de irrigação climatológicos com kc único e dual no cultivo do feijão caupi cultivar BRS pujante. O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – IF SERTÃO-PE, Campus Petrolina Zona Rural, Petrolina-PE, latitude 09°23'55" Sul e longitude 40°30'03" Oeste, altitude média de 420 m. O clima da região é semiárido tipo BSh segundo classificação de Köppen. Foi observada diferença estatística apenas para a massa de cem grãos, com maior valor para o Kc dual, obtendo média 22,23g. Para as demais variáveis os valores médios foram de 4,0 vagens para o número de vagens por planta, para comprimento de vagem em média 21,6 cm e o número de grãos por vagem a média foi de 12,0 grãos. A produtividade média do feijoeiro foi de 0,52 e 0,58 t ha⁻¹ e para os tratamentos com kc único e dual, respectivamente. Valor considerado baixo em comparação com outros ensaios realizados na mesma região, a citar Rodrigues et al.(2019). Atribui-se a incidência de pragas como à causa principal da baixa produtividade do feijão. O uso do Kc único e dual geraram resultados similares para o manejo da irrigação do feijão-caupi BRS Pujante.

PALAVRA-CHAVE: Kc dual, manejo climatológico, *Vigna unguiculata*.

INTRODUÇÃO

O feijão constitui relevante papel na dieta alimentar do brasileiro, principalmente como fonte de proteínas, carboidratos e minerais (GOMES et al., 2017). Atualmente o país é um dos maiores produtores desta cultura (CONAB, 2017), explorando principalmente os gêneros, *Phaseolus vulgaris* L., conhecido popularmente como feijão-comum, e o *Vigna unguiculata* L. vulgarmente chamado

de feijão-caupi, feijão-de-corda, feijão-macassar e feijão-fradinho (SOUZA *et al.*, 2016). Mesmo com esta expressiva exploração, o país ainda apresenta baixa produtividade de feijão caupi. Segundo dados da CONAB (2017), o rendimento médio da cultura é da ordem de 700 a 1.000 kg ha⁻¹, onde se espera mais de 2.000 kg ha⁻¹ em condições de manejo hídrico adequado.

A irrigação, portanto, passa a ter importância fundamental na potencialização produtiva da cultura (GONÇALVES *et al.*, 2017). Souza *et al.* (2016) comentam que ainda existem lacunas a serem preenchidas para o correto manejo de irrigação do feijão Vigna, especialmente para a cultivar BRS Pujante, que é uma cultivar de elevada produtividade, desenvolvida pela Embrapa Semiárido através do cruzamento das linhagens dos genótipos 'TE 90-180-26F' e 'Epace 10', ambos indicados para áreas irrigadas.

Para o manejo climatológico da irrigação é comum a adoção de um coeficiente de cultivo único (Kc) para definir a demanda hídrica da cultura e cada fase fenológica do ciclo, no entanto o uso do kc dual da cultura, obtido a partir da soma da água transpirada pela planta e da evaporado do solo, incorre melhor percepção das frações de água utilizadas pela cultura e com isso se aproximar do manejo de irrigação ideal (COUTO *et al.*, 2015). Portanto com o experimento objetivou-se avaliar os manejos de irrigação climatológicos com kc único e dual no cultivo do feijão caupi cultivar BRS Pujante.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano - IF SERTÃO-PE, Campus Petrolina Zona Rural, Petrolina-PE, latitude 09°23'55" Sul e longitude 40°30'03" Oeste, altitude média de 420 m. O clima da região é semiárido tipo BSh segundo classificação de Köppen.

A área experimental era de 50 m² com solo Argissolo Amarelo. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com dois tratamentos (kc único e kc dual no manejo da irrigação) e cinco blocos, sendo que em cada bloco o tratamento repetiu-se três vezes, totalizando 30 parcelas experimentais. Os valores de kc único e dual, bem como a evapotranspiração de referência e a metodologia de cálculos, foram obtidas de Allen *et al.* (1998).

O plantio foi realizado com a cultivar BRS Pujante semeando-se três sementes por cova. As covas foram espaçadas em 0,20 m e as fileiras em 1,00 m. 15 dias após o plantio foi realizado desbaste e apenas uma planta por cova foi mantida.

As adubações foram realizadas por fertirrigação e as quantidades de fertilizantes foram obtidas da recomendação de adubação para o estado do Pernambuco (CAVALCANTI *et al.*, 2008).

O sistema de irrigação adotado foi o gotejamento com uso de tubo gotejador de polietileno de baixa densidade com gotejadores espaçados em 0,20 m e vazão unitária de $1,73 \text{ L h}^{-1}$ a pressão de 1,50 bar. No teste foram instalados tensiômetros a 0,15 e 0,30 m a fim de monitorar a umidade do solo. O manejo da irrigação foi realizado segundo os critérios estabelecidos para os tratamentos e a metodologia de cálculos foi adotada de Vermeiren e Jobling (1997), Allen *et al.* (1998), Bernardo *et al.* (2006) e Mantovani *et al.* (2009). Os dados de evapotranspiração de referência foram obtidos diariamente de uma estação meteorológica automática.

Os parâmetros avaliados durante o experimento foram: tensão de retenção de água no solo, quantidade de vagem por planta, quantidade de grãos por vagem, peso médio de 100 grãos e produtividade média do feijão. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias, com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada diferença estatística apenas para a massa de cem grãos, com maior valor para o Kc dual, obtendo média 22,23 g. Para as demais variáveis os valores médios foram de 4,0 vagens para o número de vagens por planta, para comprimento de vagem em média 21,6 cm e o número de grãos por vagem a média foi de 12,0 grãos.

A partir de dados tensiométricos, foi observado que o consumo de água durante o ciclo foi semelhante com menor exigência na fase inicial do ciclo. Na segunda fase fenológica houve um aumento na demanda hídrica de forma exponencial crescente, e na terceira fase ocorreu uma estabilidade da demanda hídrica, porém, com a maior exigência de água pela planta. Na quarta fase ocorreu o

decréscimo na demanda hídrica até o momento da colheita. Estas constatações seguem o comportamento descrito por Allen *et al.* (1998).

A produtividade média do feijoeiro foi de 0,52 e 0,58 t ha⁻¹ e para os tratamentos com kc único e dual, respectivamente. Valor considerado baixo em comparação com outros ensaios realizados na mesma região, a citar Rodrigues *et al.* (2019). Atribui-se a incidência de pragas como a causa principal da baixa produtividade do feijão.

CONCLUSÃO

O uso dos Kc único e dual geraram resultados similares para o manejo da irrigação do feijão-caupi cultivado BRS Pujante.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. A.; et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements**. Roma: FAO, 1998. 328p. (Irrigation and drainage paper, 56).
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8.ed. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 625p.
- CONAB. **Perspectiva para a agropecuária**, safra de 2017/2018. Brasília, v.5, p. 1-111, 2017.
- COUTO, J. P. C.; et al. Estimativa diária da evapotranspiração e do coeficiente de cultivo simples e dual para a cultura da beterraba. *In: XXV CONIRD* (Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem), p.1198-1203, 2015.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 36-41, 2008.
- GOMES, E. R.; et al. Utilização de sensor e tensiômetro no monitoramento da umidade do solo na cultura do feijoeiro sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 7, p.2076-2083. 2017.
- GONÇALVES, I. S.; et al. Características fisiológicas e componentes de produção de feijão caupi sob diferentes lâminas de irrigação. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 2, n. 3, p.320-329, 2017.
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3 ed., atualizada e ampliada, Viçosa: Ed. UFV, 2009. 355p.

RODRIGUES, J. S.; et al. Tensiometria e balanço hídrico climatológico no manejo de irrigação do feijão-caupi “BRS Pujante”. **Revista Semiárido De Visu**, v. 07, n. 03, p. 294-305, 2019.

SOUZA, T. M. A.; SOUZA, T. A.; SOUTO, L. S.; SÁ, F. V. S.; PAIVA, E. P.; MESQUITA, E. F. Água disponível e cobertura do solo sob o crescimento inicial do feijão-caupi cv. BRS Pujante. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 3, p.598-604, 2016.

VERMEIREN, G. A., JOBLING, G. A. **Irrigação localizada**. Campina Grande: UFPB, 1997, 184p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 36 - Tradução de GHEYI, H. R., DAMASCENO, F. A. V., SILVA JUNIOR, L. G . A., MEDEIROS, J. F.).

CAPÍTULO 18

REUSO DE ÁGUA CINZA APLICADA A PRODUÇÃO VEGETAL NAS COMUNIDADES RURAIS

¹Michael Bruno da Silva, ²Edjane Gomes Rodrigues, ³José Sebastião Costa de Sousa, Adriano José da Silva, Carlos Eduardo Franco Possidio.

¹Acadêmico em Engenharia Agrônômica, IF SERTÃO-PE, Campus Petrolina Zona Rural, e-mail: brunomichael2021@gmail.com

²Acadêmica em Engenharia Agrônômica, IF SERTÃO-PE, Campus Petrolina Zona Rural, e-mail: edjanerodrigues92@gmail.com

³Doutor em Engenharia Agrícola, Professor do IF SERTÃO-PE, Campus Petrolina Zona Rural, e-mail: sebastiao.costa@ifsertao-pe.edu.br

Acadêmica em Engenharia Agrônômica, IF SERTÃO-PE, Campus Petrolina Zona Rural, e-mail: adrianopisf@gmail.com

Acadêmica em Engenharia Agrônômica, IF SERTÃO-PE, Campus Petrolina Zona Rural, e-mail: agropossidio@gmail.com

RESUMO: Observando a pouca água que o homem do campo dispõe (em regiões áridas e semiáridas) e a diminuta carga de contaminante da água cinza, é notório que o reaproveitamento destas águas, para fins de produção vegetal, pode trazer benefícios ambientais e financeiros à família rural. Assim, objetivou-se com este trabalho apresentar a experiência vivenciada com o reuso de água cinza na produção de palma forrageira.

Palavras chave: água cinza, reuso de água, reaproveitamento.

INTRODUÇÃO

Água cinza é qualquer água residual, não-industrial, originada a partir de processos domésticos como lavar louça, roupa ou tomar banho, exceto dos vasos sanitários (que são águas negras). A água cinza corresponde a 50 a 80% do esgoto residencial. Em muitas cidades, ambas águas são jogadas ao relento ou canalizadas para córregos e rios, causando ainda mais poluição para o meio ambiente, provocando mal cheiro e propiciando um ambiente ideal para o surgimento de insetos (ARAUJO, 2018). Estes problemas são causados pelo não tratamento das águas, em decorrência do custo para se realizar esses tratamentos.

Por outro lado, observa-se que a escassez de água torna o ambiente inóspito à vida humana. Ao homem do campo que vive boa parte ou toda a sua vida no semiárido nordestino Brasileiro, é imposta a racionalização da água e grande parte desse recurso é destinado às atividades domésticas que, geram uma fonte hídrica perene, os esgotos (SOUZA, 2019).

Neste contexto, observando a pouca água que o homem do campo dispõe (em regiões áridas e semiáridas) e a diminuta carga de contaminante da água cinza, é notório que o reaproveitamento destas águas, para fins de produção vegetal, pode trazer benefícios ambientais e financeiros à família rural. Assim, objetiva-se com este trabalho apresentar a experiência vivenciada com o reuso de água cinza na produção de palma forrageira.

METODOLOGIA

O projeto foi executado em três etapas entre o período de 18 de Outubro de 2018 a 1 de Fevereiro de 2019, que ocorreram simultaneamente: a instalação de unidades de tratamento simplificado de água cinza, caixas de gordura; capacitação de moradores nas comunidades rurais em especial o Assentamento Água viva I e o Assentamento Terra da Liberdade, bem como estudantes dos cursos de agropecuária e agricultura do IF Sertão Campus Petrolina Zona Rural; e acompanhamento técnico das comunidades beneficiadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram construídas caixa de gordura nos Assentamentos Água Viva I e Terra da Liberdade e no campus Petrolina Zona Rural do IF SERTÃO-PE, em Petrolina/PE, nos assentamentos Maravilha em Dormentes/PE e no sítio Coelho em Izacolândia (município de Petrolina/PE). Para confecção foram usados 140 tijolos, 50 kg de cimento, 300 L de areia e 200 L de brita. O custo médio de cada caixa de gordura foi de R\$ 120,00.

Foram realizados em 21 de Novembro de 2018, práticas de campo com 10 produtores rurais na unidade demonstrativa de reuso de água do IF Sertão Zona Rural, fazendo com essas pessoas pudessem perceber que com pouca quantidade o reaproveitamento de água pode-se produzir.

Aulas de campo com a turma 2018.3 do curso de auxiliar em técnico agropecuário da parceria IF Sertão e Funase PE, onde podemos mostrar aos socioeducandos a problemática da falta de água no semiárido brasileiro, do uso indevido da água e soluções como o reaproveitamento da água de esgoto. Durante o período de vigência do projeto recebemos 11 alunos em duas aulas de campo.

Foi realizado minicurso de reuso de água com a presença de 26 alunos dos cursos técnicos do IF Sertão Zona Rural, com explicações sobre a importância do reuso, legislação, órgãos fiscalizadores e demonstração e execução de projeto de reuso de água para plantio de palma forrageira com baixo custo para produtores rurais que enfrentam a escassez de água no semiárido.

O projeto foi apresentado em entrevista ao vivo a rádio Jornal de Petrolina no dia 27 de Dezembro de 2018 fazendo com que ampliasse o público alvo e atingindo várias pessoas de comunidades circunvizinhas de Petrolina.

No projeto a água cinza tratada foi destinada a cultivo de palma forrageira e os resultados foram satisfatórios, a produtividade alcançada chega a ser superior à de sequeiro. Essa simplicidade de tratamento pode ser observada no trabalho de Souza et al. (2015) quando encontraram eficiências acima de 95% na redução de coliformes totais e E. Coli em um sistema de tratamento de água residuárias domésticas (negras e cinzas) composto apenas por tanque séptico/caixa de gordura, tanque de microalgas, filtro anaeróbio de fluxo ascendente e wetlands.

CONCLUSÃO

A construção de caixas de gordura para o tratamento das águas cinza foi viável em toda as localidades atendidas e a água tratada permitiu irrigação adequada da cultura da palma forrageira.

REFERÊNCIAS

ARAUJO. F. G.; FERNADES. E. P.; VIEIRA. J. A.; **Cunha. a. h. n. cultivo do tomateiro santa cruz irrigado com água residuária doméstica e adubado com vermicomposto de lodo de curtume.** Universidade Federal de Goiás – UFG, 2016.

ARAUJO. H. **Avaliação da potencialidade no reúso doméstico da água cinza tratada para fins não potáveis.** Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS, 2018.

COSTA. J. S. C.; POSSÍDIO. C. E. F.; SILVA. S. B.; RIBEIRO. W. F.; FERREIRA. P. D. L. **REUSO DE ÁGUA CINZA COM SISTEMA DE TRATAMENTO SIMPLIFICADO.** Jornada de iniciação científica e extensão, 2019.

FEITOSA, A. P. **Avaliação do desempenho de sistema para tratamento e aproveitamento de água cinza em áreas rurais do semiárido brasileiro.** Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoro – RN, 2009.

KUREK, R. K. M.; STEIN, R. T. **Proposta de um sistema de reuso de água de lavatórios em um centro universitário: análise preliminar.** VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Porto Alegre – RS, 2015.

NIZ, M. Y. K.; PAULO, P. L. **Reaproveitamento de águas cinza e pluviais.** XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves – RS, 2013.

SOUZA, M. R. **Estratégias de aplicação de efluente de água cinza no cultivo do girassol ornamental.** Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, 2019.

CAPÍTULO 19

AVALIAÇÃO DA PRESSÃO DE SERVIÇO, NÚMEROS DE LATERAIS EM FUNCIONAMENTO, TEMPO DE IRRIGAÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA EM SISTEMA FIXO POR ASPERSÃO

Sergio Mota Pereira¹, Eugenio Paceli de Miranda²

¹Discente do IFCE, campus Iguatu, Brasil; E-mail: sergiomotasp@hotmail.com

²Prof. Doutor IFCE, campus Iguatu, Brasil; E-mail: eu.paceli@yahoo.com.br

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da pressão, números de laterais funcionando simultaneamente, tempo de irrigação e consumo de energia elétrica em sistema fixo por aspersão. O dimensionamento foi elaborado para uma área fictícia de 1 ha, as distribuições das linhas laterais obedeceram duas configurações (“A” e “B”) com posições irrigadas simultaneamente, utilizando quatro pressões de serviços 30, 35, 40, 45 mca, com consumo de energia para cada pressão. Utilizou-se a cultura do milho como base referência, para determinar a lâmina bruta, em seguida o tempo de irrigação e posteriormente o consumo de energia. A variação das vazões deu-se pela quantidade de laterais funcionando simultaneamente, as variações das alturas manométricas consistiram em 8,5% e 6,6% respectivamente, na mesma configuração e vazão do aspersor. O aumento da vazão e diâmetros, decresceu a altura manométrica do sistema na faixa de 8,05% entre as configurações. Não houve queda no consumo de energia dentre a mesma configuração e vazão/pressão do aspersor ao diminuir o tempo de irrigação, teve uma pequena redução na média de 5,25% no consumo de energia para a configuração “B”.

Palavras-chave: Linhas laterais, pressão de serviço, consumo de energia.

INTRODUÇÃO

A construção de um projeto de qualquer sistema de irrigação necessita de um prévio conhecimento da quantidade de água para fornecer a estrutura solo-planta e atender as necessidades hídricas das culturas (GOMES, 2013). Entretanto a falta ou excesso da água acarreta danos a cultura, gasto de energia e prejuízo ao produtor.

Apesar da irrigação trazer muitos benefícios aos agricultores, as atenções para os riscos da adoção de uma agricultura irrigada devem ser criteriosamente estudadas e analisadas, visando incrementar rendimentos maiores que os custos de produção (BOAS *et al.*, 2011).

No dimensionamento do sistema de irrigação é de inteira necessidade determinar quantas linhas laterais funcionarão simultaneamente, pois esta decisão

influenciará no diâmetro da linha de derivação, custo da tubulação e consumo de energia (BISCARO, 2009).

Um outro fator, é a variação da vazão no sistema de irrigação, a qual interfere na turbulência do fluido, diminuindo ou aumentando o atrito na parede do tubo, e o tempo em que o sistema ficará funcionando, tais fatores interferirá de maneira onerosa o sistema a ser implantado.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da pressão, números de laterais funcionando simultaneamente, tempo de irrigação e consumo de energia elétrica em sistema fixo por aspersão.

MATERIAL E MÉTODOS

O dimensionamento do sistema foi elaborado para uma área fictícia correspondente a 1 hectare (ha), as distribuições das linhas laterais obedeceram duas configurações com posições irrigadas simultaneamente, cuja as quais foram identificadas como configuração “A” e “B”.

O sistema foi dimensionado em quatro pressões de serviço do aspersor, correspondendo a 30, 35, 40 e 45 mca, e calculado os consumos de energia elétrica para cada uma das mesmas.

O estudo foi feito usando a cultura do milho (*Zea mays*), o manejo da irrigação adotado foi o do turno de rega de cinco dias, baseados em dados de evapotranspiração de referência (ETp) e coeficiente de cultivo (kc) encontrados por Souza *et al.*, (2015), e considerou-se uma eficiência de aplicação de 70%, para o cálculo da lâmina bruta de irrigação foi usada a Equação 01.

$$Lb = \frac{ETp_{\text{méd}} * kc}{Ef} \quad (01)$$

Em que: Lb - Lâmina bruta (mm/dia); ETp.méd - Evapotranspiração de referência média (mm/dia); kc - Coeficiente de cultivo (adimensional); Ef - Eficiência de aplicação (%).

O tempo de irrigação foi obtido pela Equação 02, levando em conta os espaçamentos entre aspersores de 12x12.

$$Ti = \frac{Lb * E_a * E_{Lat}}{q_a} \quad (02)$$

Em que: T_i - Tempo de irrigação (h); E_a - Espaçamento entre aspersores (m); E_{Lat} - Espaçamento entre laterais (m); q_a - Vazão do aspersor (L/h).

Para calcular o consumo de energia elétrica (C_{ee}) usou-se a Equação 03, considerando o rendimento do conjunto motobomba de 70%.

$$C_{ee} = \frac{Q * H_{man} * t}{367,3 * \eta_{MB}} \quad (03)$$

Em que: C_{ee} – consumo de energia elétrica (KWh); Q – vazão do sistema (m^3/h); H_{man} – altura manométrica (mca); t – tempo de funcionamento do sistema (horas); η_{MB} – rendimento do conjunto moto-bomba (adimensional, decimal).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são representadas as configurações do sistema, a variação das vazões deu-se pela quantidade de laterais funcionando simultaneamente. Logo as variações das alturas manométricas foram menores, quando comparada com as vazões, consistindo em torno de 8,53% e 6,62% respectivamente, na mesma configuração e vazão do aspersor.

É sabido que o aumento de vazão para uma mesma tubulação aumentará o atrito do fluido nas paredes do tubo, e quando uma mesma vazão percorre uma tubulação e a própria apresentam diâmetros diferentes haverá maior atrito naquelas de menor diâmetros, contudo esse atrito acrescentará na perda de carga e consequentemente na altura manométrica. Evento este, ocorrido dentre a mesma configuração e vazão/pressão do aspersor. Com aumento da vazão e diâmetros, promovido pelos números de laterais em funcionamento, a altura manométrica do sistema decresceu na faixa de 8,05% entre as configurações, chegando a 10,0% na maior vazão/pressão do aspersor, neste trabalho.

Tabela 1: Características do sistema nas configurações "A" e "B"

	Características							
q.asp (L/h)	2660	2660	3900	3900	4100	4100	4300	4300
P.S (mca)	30	30	35	35	40	40	45	45
D.L (pol)	2	2	3	3	3	3	3	3
	Configuração "A"							
D.D (pol)	3	3	3	3	3	3	3	3

Nº L.F.S	2	1	2	1	2	1	2	1
Q (m³/h)	37,24	18,62	54,6	27,3	57,4	28,7	60,2	30,1
H.Man (mca)	50,70	47,61	54,61	50,32	60,44	55,73	66,30	61,15
Configuração "B"								
D.D (pol)	3	3	4	4	4	4	4	4
Nº L.F.S	3	2	3	2	3	2	3	2
Q (m³/h)	55,86	37,24	81,9	54,6	86,1	57,4	90,3	60,2
H.Man (mca)	52,65	49,38	51,93	49,73	57,51	55,09	62,66	60,27

q.asp-vazão do aspersor; P.S.-pressão de serviço; D.L-diâmetro da lateral; D.D-diâmetro da derivação; Nº L.F.S-número de laterais funcionando simultaneamente; Q-vazão do sistema; H.Man-altura manométrica;

A princípio, quando aumenta-se a vazão de um sistema de irrigação, e proporcionalmente os diâmetros das tubulações, o tempo de irrigação do sistema ou conjunto motobomba e por consequência o consumo de energia, tendem a diminuir. No entanto, neste trabalho os diferentes tempos de funcionamento do sistema causado pelas vazões não interferiu na redução do consumo de energia, considerando a utilização da bomba com rendimento de 70%, ocorreu o aumento da perda de energia motivado pela velocidade econômica que permaneceu a baixo do limite, possibilitando a permanência dos mesmos diâmetros, exceto na primeira vazão/pressão da configuração "A" e primeira e última vazão/pressão da configuração "B", mas que também não interviram (Tabela 2).

Para sistema fixos e utilizando seu maior diâmetro para dimensionamento e uso de diferentes números de laterais funcionando simultaneamente pode não compensar o aumento da vazão em busca de diminuir o tempo de funcionamento do sistema de irrigação.

Tabela 2: Fatores de desempenhos nas configurações "A" e "B"

Características				
q.asp (L/h)	2660	3900	4100	4300
P.S (mca)	30	35	40	45
T.F (h/safra)	75	51	49	46
ηBomba	0,7	0,7	0,7	0,7
Configuração "A"				
Cee (kwh)	1911,19	2047,04	2288,38	2471,63
Configuração "B"				
Cee (kwh)	1930,77	1921,13	2149,32	2310,69

q.asp-vazão do aspersor; P.S.-pressão de serviço; T.F-tempo de funcionamento do sistema; ηBomba-rendimento da bomba; Cee-consumo de energia elétrica

Quando se confronta as configurações em relação ao consumo de energia, observa-se que em todas as vazões/pressões da configuração “B” mostraram-se valores reduzidos no consumo de energia, em média 5,25%.

CONCLUSÃO

O aumento da vazão e diâmetros, decresceu a altura manométrica do sistema na faixa de 8,05% entre as configurações.

A redução do consumo de energia na configuração “B” e conseqüentemente o aumento do diâmetro aumentará os custos do sistema para o produtor, a curto prazo, por outro lado, proporcionará economia nos custos de produção, a longo prazo.

Caberá ao produtor analisar as alternativas e definir qual a melhor situação para sua necessidade.

REFERÊNCIAS

BISCARO, G. A. **Sistemas de irrigação por aspersão**. Dourados-MS: UFGD, 2009. 134p.

BOAS, R. C. V.; PEREIRA, G. M.; REIS, R. P.; LIMA JUNIOR, J. A.; CONSONI, R. Viabilidade econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura da cebola. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 35, n. 4, p. 781-788. 2011.

GOMES, H. P. **Sistemas de Irrigação: Eficiência Energética**. João Pessoa: Editora da UFPB, 2013. 281p.

SOUZA, L. S. B. de. MOURA, M. S. B. de.; SEDIYAMA, G. C.; SILVA, T. G. F. da. Requerimento hídrico e coeficiente de cultura do milho e feijão-caupi em sistemas exclusivo e consorciado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 4, p. 151 - 160. 2015.

CAPÍTULO 20

UNIFORMIDADE DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO NO CULTIVO DA VIDEIRA

Emanuele Scapin Piccin¹, Thais da Silva¹, Fernanda Cristina Araújo², Maiara Kawana Rezende³

¹Acadêmica do curso de Agronomia na UFPR, Setor Palotina PR, e-mail: emanuele.scapinpiccin@gmail.com, thaissilva.ufpr@gmail.com.

² Prof. Dra. em Engenharia Agrícola pela UNIOESTE, docente na UFPR setor Palotina PR, e-mail: fernandaaraujo@ufpr.br.

³ Prof. Dra. em Agronomia pela UEM, docente na UFPR setor Palotina PR, e-mail: maiararezende@ufpr.br.

RESUMO: A irrigação é de grande importância para a agricultura, e é utilizada em grande parte em vinhedos. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a uniformidade do sistema de irrigação por gotejamento instalado desde 2017, no cultivo da videira no pomar didático da UFPR, Setor Palotina. Para tanto foi utilizando o método de coleta proposto por Denículli et al. (1980), que consiste em realizar a coleta de água em 8 gotejadores ao longo de linhas laterais específicas. Foi possível realizar os cálculos do coeficiente de uniformidade de Christiansen e coeficiente de uniformidade de distribuição, sendo os valores de 68,44% e 59,87% respectivamente, o que levou à classificação do sistema como razoável a ruim. O principal motivo da baixa uniformidade é a falta de manutenção, sendo assim ressaltada a importância desta.

PALAVRAS-CHAVE: Uniformidade; Gotejadores; Coeficiente.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de irrigação localizada são de suma importância no contexto agrícola, com aplicações direcionadas principalmente para a fruticultura, horticultura e manejo de fertirrigação (RODRIGUES *et al.*, 2017).

Tanto o déficit hídrico quanto o excesso, afetam o comportamento dos estádios fenológicos das culturas, principalmente da videira, levando ao comprometimento da qualidade e da produtividade dos frutos (FREITAS *et al.*, 2006). Além de ocorrer perdas de qualidade e produtividade, quando em excesso ocorre o uso não sustentável da água, no qual a mesma é perdida, trazendo prejuízos não só ao produtor, como também ao meio ambiente.

Para que a irrigação seja eficiente, é obrigatório que os sistemas tenham alta uniformidade de aplicação da água (SILVA; SILVA, 2005). Para a avaliação da uniformidade de aplicação da água, podem ser utilizados coeficientes de

uniformidade de Christiansen (CUC), e o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) (CUNHA *et al.*, 2014).

O trabalho tem por objetivo avaliar a uniformidade do sistema de gotejamento no cultivo da videira pelo método de coleta proposto por Deniculi *et al.* (1980).

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na área experimental da UFPR, campus Palotina, no qual possui um sistema de irrigação por gotejamento no pomar de videiras instalado desde 2017.

Para a coleta dos dados no campo foi utilizado o método proposto por Deniculi *et al.* (1980), em que considera a escolha de 4 linhas de gotejadores, sendo elas: a primeira linha de gotejador, a linha situada na posição 1/3 e 2/3 do total de linhas e a última linha de gotejador; além da escolha de 8 emissores ao longo de cada linha lateral, sendo eles: o primeiro gotejador da linha, os situados a 1/7; 2/7; 3/7; 4/7 e 6/7 e o último gotejador.

A área experimental é relade aproximadamente 8 m de largura por 40 m de comprimento, portanto 320 m², assim foi realizada a determinação da uniformidade considerando as 4 linhas disponíveis. Sendo que a primeira linha possuía 72 gotejadores, a segunda 76, a terceira 71 e a quarta 66, com espaçamento entre cada gotejador de 50 cm.

Devido ao sistema ser bastante velho e danificado, não foi possível identificar o fabricante dos canos e mangueiras, sendo assim, não comparamos os dados de vazão coletados a campo com os do fabricante, avaliamos apenas a uniformidade dos mesmos.

A água foi coletada por 2 min em cada gotejador demarcado e transferida para uma proveta graduada para quantificar o volume. Foram realizadas 3 repetições.

O cálculo do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) foi determinado segundo a equação 1.

$$CUC = \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - \bar{q}|}{n\bar{q}} \right] \times 100 \quad \text{Eq. (1)}$$

Em que, CUC é o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (%); q_i é a vazão coletada no ponto i ($L\ h^{-1}$); $\bar{q}$ é a vazão média de todas as observações ($L\ h^{-1}$) e n é o número de amostras coletadas.

O Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), o qual é recomendado pelo serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos, pode ser obtido por meio da equação 2:

$$CUD = \frac{q^{(25)}}{\bar{q}} \times 100 \quad \text{Eq. (2)}$$

Em que, CUD é o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (%) e $q^{25\%}$ é a vazão média de 25% das observações com menores valores ($L\ h^{-1}$).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 encontram-se os valores coletados de água em mL em cada um dos coletores.

Tabela 1 – Volume (em mL) coletado em cada um dos gotejadores

Linha	Repetição	Posição do gotejador							
		1	1/7	2/7	3/7	4/7	5/7	6/7	Último
1	1	18,50	15,00	6,00	36,00	18,00	16,00	14,50	14,00
	2	19,80	11,00	6,00	37,50	18,00	16,50	15,00	15,50
	3	19,00	15,00	5,00	35,00	17,00	16,00	14,00	14,00
	Média	19,10	13,67	5,67	36,17	17,67	16,17	14,50	14,50
2	1	11,50	8,00	5,00	16,00	14,00	15,00	12,50	7,50
	2	16,80	7,00	5,00	15,50	14,00	15,50	13,00	8,50
	3	14,00	6,00	4,00	17,00	13,00	15,00	12,00	8,00
	Média	14,10	7,00	4,67	16,17	13,67	15,17	12,50	8,00
3	1	12,00	12,50	12,00	14,00	11,00	10,00	9,00	10,00
	2	12,00	13,00	12,00	12,00	11,50	11,00	10,00	9,00
	3	12,00	12,50	12,00	12,00	11,00	10,00	9,00	12,00
	Média	12,00	12,67	12,00	12,67	11,17	10,33	9,33	10,33
4	1	21,00	20,00	18,50	28,00	19,00	20,00	9,00	17,00
	2	21,00	20,50	20,00	29,00	20,00	20,50	14,00	18,00
	3	20,00	20,00	16,50	28,00	19,00	20,50	14,50	18,00
	Média	20,67	20,17	18,33	28,33	19,33	20,33	12,50	17,67

Os valores foram transformados para vazão ($L\ h^{-1}$) e podem ser verificados na Tabela 2.

Tabela 2 – Vazão média (em L h⁻¹) de cada um dos gotejadores

Linha	1	1/7	2/7	3/7	4/7	5/7	6/7	Último
1	0,579	0,414	0,172	1,096	0,535	0,490	0,439	0,439
2	0,427	0,212	0,141	0,490	0,414	0,460	0,379	0,242
3	0,364	0,384	0,364	0,384	0,338	0,313	0,283	0,313
4	0,626	0,611	0,556	0,859	0,586	0,616	0,379	0,535

Os cálculos de CUC e CUD resultaram em 68,44% e 59,87%, respectivamente. Utilizando a classificação proposta por Bernardo et al. (2019), conforme a Tabela 3, nota-se que o CUC calculado indica que o sistema é classificado como ruim, já o valor do CUD indica que o sistema pode ser enquadrado como razoável.

Tabela 3 – Classificação da uniformidade do sistema de irrigação segundo Bernardo et al. (2019)

CLASSIFICAÇÃO	CUC (%)	CUD (%)
Excelente	> 90	> 84
Bom	80 - 90	68 - 84
Razoável	70 - 80	52 - 68
Ruim	60 - 70	36 - 52
Inaceitável	< 60	< 36

O fato dos valores de CUD e CUC não serem excelentes está diretamente ligado a instalação do sistema de irrigação mal projetada. Tal sistema necessita de manutenção e correção, pois verificamos que o sistema está instalado desde o ano de 2017, sem a manutenção necessária.

No local é possível visualizar que o sistema possui problemas de vazamentos. Além de sanar os problemas de vazamentos, é necessário a adoção de práticas de limpeza periódica do sistema de filtragem e dos emissores.

Vale ressaltar que a má uniformidade leva a alterações na produtividade e consequentemente leva a redução da lucratividade para ao produtor.

CONCLUSÃO

Os valores encontrados para o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen, (CUC) de 68,44% e para Coeficiente de Uniformidade de Distribuição, (CUD) de 59,87% classifica o sistema como razoável a ruim. O sistema de gotejamento no cultivo da videira no pomar da UFPR, campus Palotina, não possui uma distribuição de água uniforme em decorrência de ausência de manutenção.

REFERÊNCIAS

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 9. ed. Viçosa: UFV. p. 545, 2019.

CUNHA, F. N.; SILVA, N. F. da; TEIXEIRA, M. B.; CARVALHO, J. J. de; MOURA, L. M. de F.; SANTOS, C. C. dos. Coeficientes de uniformidade em sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.8, n.6, p.444-454, 2014.

DENÍCULLI, W.; BERNARDO, S.; THIÁBAUT, J. T. L.; SEDIYAMA, G. C. Uniformidade de distribuição de água, em condições de campo num sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Ceres**, v.27, n.50, p.155-162, 1980.

FREITAS, W. da S.; RAMOS, M. M.; OLIVEIRA, Â. M. S. Demanda de irrigação da cultura da uva na Bacia do Rio São Francisco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 563-569, 2006.

RODRIGUES, V. dos S.; SALES, J. R. da S.; CEITA, E. D' A. R. de; SOUZA, M. V. P. de; SOUSA, G. G. de. **Avaliação da uniformidade em um sistema de irrigação por gotejamento em campo com a cultura do milho e feijão**. Políticas Educacionais e Suas Interfaces: Desafios e Perspectivas na Construção de Sociedades Sustentáveis, p. 1-1, 2017.

SILVA, C. A. da; SILVA, C. J. da. Avaliação de uniformidade em sistemas de irrigação localizada. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v.8, n.4, p.2-2, 2005.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Ana Paula Almeida Bertossi Souza

Possui graduação em Agronomia (2009), mestrado em Ciências Florestais (2011) e doutorado em Produção Vegetal (2016) pela Universidade Federal do Espírito Santo. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Manejo de bacias hidrográficas e hidrologia, atuando principalmente nos seguintes temas: conservação do solo e da água, tratamento e reuso de efluentes. Atua como professora na área de engenharia agrícola no Instituto Federal do Ceará, campus Iguatu.

Anny Kariny Feitosa

Pós-doutora pela Universidade de Aveiro, Programa de Pós-graduação em Ciências e Engenharia do Ambiente, Departamento de Ambiente e Ordenamento (DAO/UA, Portugal) e pela Universidade Federal do Cariri - UFCA, Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável - PRODER. Doutora em Ambiente e Desenvolvimento, com área de concentração em Espaço, Ambiente e Sociedade pela Univates. Realizou estágio de doutoramento, por meio do Programa Doutorado Sanduíche no Exterior/Capes, na Universidade de Aveiro. É mestre em Economia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Mestre em Direção Estratégica pela Universidad de León (Espanha). Possui especializações Lato Sensu em: Auditoria e Perícia Ambiental; Docência na Educação Profissional; Psicopedagogia; Gestión por Proyectos en Ambitos Públicos; e, MBA Executivo em Administração. Bacharel em Economia pela Universidade Regional do Cariri (URCA). Atualmente, é docente do quadro permanente do Instituto Federal do Ceará - IFCE, atuando nos níveis de ensino técnico, superior e pós-graduação. É líder do Grupo de Pesquisa/GP Gestão, Meio Ambiente e Sustentabilidade (GEMAS) e membro do GP Semiárido, Caatinga, Políticas Públicas e Desenvolvimento Regional, ambos no âmbito do IFCE. Tem experiência em pesquisa e produção científica, com ênfase em: Economia Ambiental, Economia Agrária e dos Recursos Naturais e Sustentabilidade.

Gilcimar Alves do Carmo

Possui graduação em Licenciatura Plena em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (1988), Mestre em Ciências, no Programa de Pós-graduação em Agronomia: Fitotecnia, Área de Concentração Produção e Pós-colheita de Frutos e Hortaliças pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (2001) e Doutor em Ciências, Agronomia: Fitotecnia, Área de Concentração em Agricultura Tropical, pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (2009). Atualmente é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, campus Iguatu. Tem experiência nas áreas de Magistério e Agrônômica, atuando principalmente nos seguintes temas: salinidade e produção vegetal.

Reivany Eduardo Moraes Lima

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Ceará (2011), mestrado (2014) e doutorado (2018) em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará. Participou do Programa de Doutorado-sanduíche no Exterior (PDSE) nos Estados Unidos desenvolvendo pesquisa no U.S. Department of Agriculture (USDA) - US Salinity Lab e fez estágio de pós-graduação desenvolvendo pesquisa na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Agroindústria Tropical. Atualmente é docente efetivo na modalidade EBTB do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Possui experiência na área de Agronomia, com ênfase em Engenharia Agrícola, atuando principalmente nos temas: produção e fisiologia vegetal, estresses abióticos, drenagem agrícola e qualidade da água para irrigação.

