



FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

NEY PEREIRA DE SIQUEIRA

**UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO EM PIVÔ CENTRAL EM HORÁRIOS
ALTERNADOS**

Publicação nº: 18/2018

Goianésia

2018



FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

NEY PEREIRA DE SIQUEIRA

**UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO EM PIVÔ CENTRAL EM HORÁRIOS
ALTERNADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Agronomia da
Faculdade Evangélica de Goianésia, como
requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia

Orientadora: Me. Ana Cláudia Oliveira Sérvulo

Goianésia

2018

**ASSOCIAÇÃO EDUCATIVA EVANGÉLICA
FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA
CURSO DE AGRONOMIA**

**UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO EM PIVÔ CENTRAL EM HORÁRIOS
ALTERNADOS**

NEY PEREIRA DE SIQUEIRA

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA APRESENTADA
COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE
BACHAREL EM AGRONOMIA.**

APROVADA POR:

ANA CLÁUDIA OLIVEIRA SÉRVULO, TÍTULO
Faculdade Evangélica de Goianésia – FACEG
ORIENTADOR

GUSTAVO MENDES BRITO, TÍTULO
Faculdade Evangélica de Goianésia – FACEG
EXAMINADOR

DYB YOSSEF BITAR, TÍTULO
Faculdade Evangélica de Goianésia – FACEG
EXAMINADOR

Goianésia/GO, 15 de junho de 2018.

FICHA CATALOGRÁFICA

SIQUEIRA, N. P. Uniformidade de aplicação em pivô central em horários alternados; Orientação de Ana Cláudia Oliveira Sérvulo – Goianésia, 2018. 27 p.

Monografia de Graduação – Faculdade Evangélica de Goianésia, 2018.

1. Irrigação. 2. Uniformidade. 3. Cana-de-açúcar.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SIQUEIRA, N. P. **UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO EM PIVÔ CENTRAL EM HORÁRIOS ALTERNADOS**; Orientação de Ana Cláudia Oliveira Sérvulo – Goianésia: Faculdade Evangélica de Goianésia, 2018, 27 p. Monografia de Graduação.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: NEY PEREIRA DE SIQUEIRA

GRAU: BACHAREL

ANO: 2018

É concedida à Faculdade Evangélica de Goianésia permissão para reproduzir cópias desta Monografia de Graduação para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta Monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

Nome: NEY PEREIRA DE SIQUEIRA

CPF: 044 305 031 - 76

Endereço: Av. Flamboyant Q. 23 L. 03 Residencial Colina Park, Goianésia- GO

E-mail: neypereirauni2014@gmail.com

Dedico a Deus, minha família, meus professores e todos os amigos que
adquire ao longo do curso.

*A grandeza de um homem, não pode ser exaltada pelas conquistas e sucesso profissional e
sim pelo que ele é em sua essência e na bondade do seu coração!*
(Wallace Barbosa)

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor do meu destino, meu guia, socorro presente na hora de angústia, ao meu pai José Pereira de Siqueira, minha mãe Maria Pereira Pinto Siqueira, e as minhas irmãs.

À Fabiane Mariane Silva de Oliveira, pessoa com quem amo partilhar a vida. Com você me sinto mais vivo de verdade. Obrigado pelo carinho, a paciência e por sua capacidade de me trazer paz na correria de cada semestre.

A todos os professores do curso, que foram tão importantes na minha vida acadêmica em especial a minha professora orientadora Ana Cláudia Oliveira Sérvulo, aos professores Gustavo Mendes Brito e Dyb Yussef Bittar que compôs minha banca de avaliação.

À minha família, por sua capacidade de acreditar, incentivar-me. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que deram, em alguns momentos, a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada.

As amizades que conquistei durante esta grande jornada em especial o Wendy Pereira, Marcio Antônio e Thiago Lucas, que com certeza levaremos esta nossa amizade bem além que dos simples corredores da faculdade

A empresa Jalles Machado, por ter me apoiado nestes 5 anos de curso, e por ter me concedido toda a estrutura para a realização do meu trabalho de conclusão de curso

RESUMO

UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO EM PIVÔ CENTRAL EM HORÁRIOS ALTERNADOS

Objetivou-se avaliar a uniformidade da aplicação de um pivô central rebocável, instalado nas localizadas nas coordenadas de Latitude 15°04'58,17"S e Longitude 48°52'29,05"W da Fazenda Pouso Alegre, no município de Barro Alto. Para avaliar a uniformidade de aplicação da lâmina de irrigação, foram mensurados os coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC) Coeficiente de uniformidade estatístico (CUE), Coeficiente de uniformidade de distribuição Davis (CUD), Coeficientes de uniformidade de Hart (CUH) aplicando duas lâminas de irrigação diferentes (5 mm e 12 mm), em três horários: (9:00h, 15:00h e 23:00h). Foram avaliados, a partir das lâminas coletadas em 42 copos coletores dispostos equidistantes ao longo do raio do equipamento. Independente do horário e da lâmina aplicada, o equipamento se mostrou eficiente em sua aplicação, sendo que em todos os coeficientes apresentaram resultados acima de 90% de eficiência em sua aplicação. Nas avaliações realizadas observou-se diferença entre a lâmina de projeto e a lâmina aplicada, levantando oportunidade para novas avaliações de eficiência hidráulica do sistema por completo, pois o equipamento não está entregando a lâmina esperada de acordo com o painel. De acordo com a NBR 14.244, a classe de uniformidade de aplicação do equipamento é muito boa.

Palavras-chave: Irrigação, coeficiente de uniformidade, aspersão.

INDICE DE FIGURA

Figura 1 - Mapa de localização da avaliação de uniformidade de aplicação no pivô central...	15
Figura 2 – Esquema da disposição dos coletores para realização do teste de uniformidade....	16
Figura 3 – Posicionamento dos copos durante a avaliações.....	16

LISTA DE GRÁFICO

Grafico 01 - Lâmina coletada e lâmina média aplicada pelo pivô central no período da manhã com 100% da velocidade.....	22
Grafico 02- Lâmina coletada e lâmina média aplicada pelo pivô central no período da manhã com 31,48 % da velocidade.....	22
Grafico 03 - Lâmina coletada e lâmina média aplicada pelo pivô central no período da tarde com 100% da velocidade	22
Grafico 04- Lâmina coletada e lâmina média aplicada pelo pivô central no período da tarde com 31,48 % da velocidade.....	22
Grafico 05- Lâmina coletada e lâmina média aplicada pelo pivô central no período da noite com 100% da velocidade.....	23
Grafico 06- Lâmina coletada e lâmina média aplicada pelo pivô central no período da noite com 31,48 % da velocidade.....	23

TABELA

Tabela 1 – Dados técnicos do pivô central.	17
Tabela 2 - Classificação da uniformidade de distribuição de água em pivô.....	20
Tabela 3 - Apresentação dos coeficientes de uniformidade	21
Tabela 4 - Análise estatística dos dados avaliados.	24

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. MATERIAL E METODOS	15
2.1 ÁREA EXPERIMENTAL	15
2.2 ENSAIO DE UNIFORMIDADE	18
2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4. CONCLUSÕES	25
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

1. INTRODUÇÃO

A agricultura é o maior utilizador da água ($969,0 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$), representando 46,2% da sua retirada em mananciais, seguido pelo abastecimento urbano (23,3%) e pela geração de energia termelétrica (10,3%) (ANA, 2017). Na irrigação a água deve ser utilizada de maneira racional, visando altos níveis de eficiência e uniformidade na aplicação. Diante desse cenário, a boa gestão da irrigação dentro da agricultura é fundamental para atender à necessidade hídrica da cultura, evitando o desperdício e cada vez maximizando o seu uso (STONE, 2015).

A uniformidade de aplicação é o principal critério utilizado para avaliar um sistema de irrigação. Tarjuelo et al. (1996) salientam que os benefícios econômicos são vários como o aumento da produtividade e o número de cortes em função ao aumento da uniformidade de distribuição, independentemente do custo da água.

Para a cultura da cana, a irrigação pode ser feita de dois modos sendo eles irrigação para aumentar a produção (suplementar), e irrigação de salvamento (complementar) que visa o uso da água apenas por um período curto ou estágio da cultura. Com a implantação de sistemas de irrigação, há acréscimo na produtividade e no número de cortes realizados durante o ciclo da cultura. (BERNARDO et al.,2008).

Para que a irrigação seja eficiente o produtor deve considerar a variação da necessidade de água, conforme os estágios de desenvolvimento da cana e das condições climáticas locais. Esses cuidados evitam excessos de água na cultura, desperdícios e prejuízos (BERNARDO et al.,2008).

A umidade relativa do ar, o vento e a temperatura média, podem ser considerados os principais fatores climáticos que afetam o uso dos equipamentos de irrigação por aspersão. O vento pode afetar a uniformidade de distribuição dos aspersores pela alteração da trajetória da água aspergida, a temperatura e a umidade relativa do ar relacionam-se à demanda evaporativa do ar, estimulando a evaporação da água antes de chegar ao solo (BERNARDO, 1995). KELLER (1979) cita que, as perdas por evaporação e arraste estão entre 5 e 10%, chegando a valores entre 30 e 40%, sob condições de alta demanda.

O dimensionamento correto dos equipamentos de irrigação é muito importante, pois afetam a capacidade de aplicação de água no sistema de irrigação, Para elaboração de projetos deve se atentar com os seguintes detalhes levantamento

topográfico, estudo da disponibilidade e qualidade da água, determinações de parâmetros de solo e planta e, estimativa do consumo de água, sendo os principais fatores para o sucesso ou fracasso de um sistema de irrigação (Pires et al, 1999).

A uniformidade da irrigação é um parâmetro de desempenho da irrigação muito importante para avaliar a qualidade da aplicação. O termo uniformidade é utilizado para variabilidade da lâmina de água aplicada na superfície do solo (CASTIBLANCO, 2009). Para Seginer (1979), a uniformidade de distribuição de água pode aumentar o rendimento das culturas irrigadas.

Segundo Heermann et al. (1992) para se obter uma boa uniformidade de distribuição de água, necessita de investimentos na melhoria do sistema de irrigação, melhorando a manutenção e mão-de-obra para o manejo racional da irrigação.

Diante da importância da eficiência de aplicação na prática da irrigação, na promoção da produtividade agrícola e na preservação dos recursos hídricos, o objetivo com o presente trabalho foi avaliar a uniformidade de aplicação em um equipamento de irrigação tipo Pivô Central em diferentes horários de giro.

2. MATERIAL E METODOS

2.1 ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado na Fazenda Pouso Alegre, no município de Barro Alto-GO, localizado nas coordenadas de Latitude 15°04'58,17"S e Longitude 48°52'29,05"W (Figura 1).

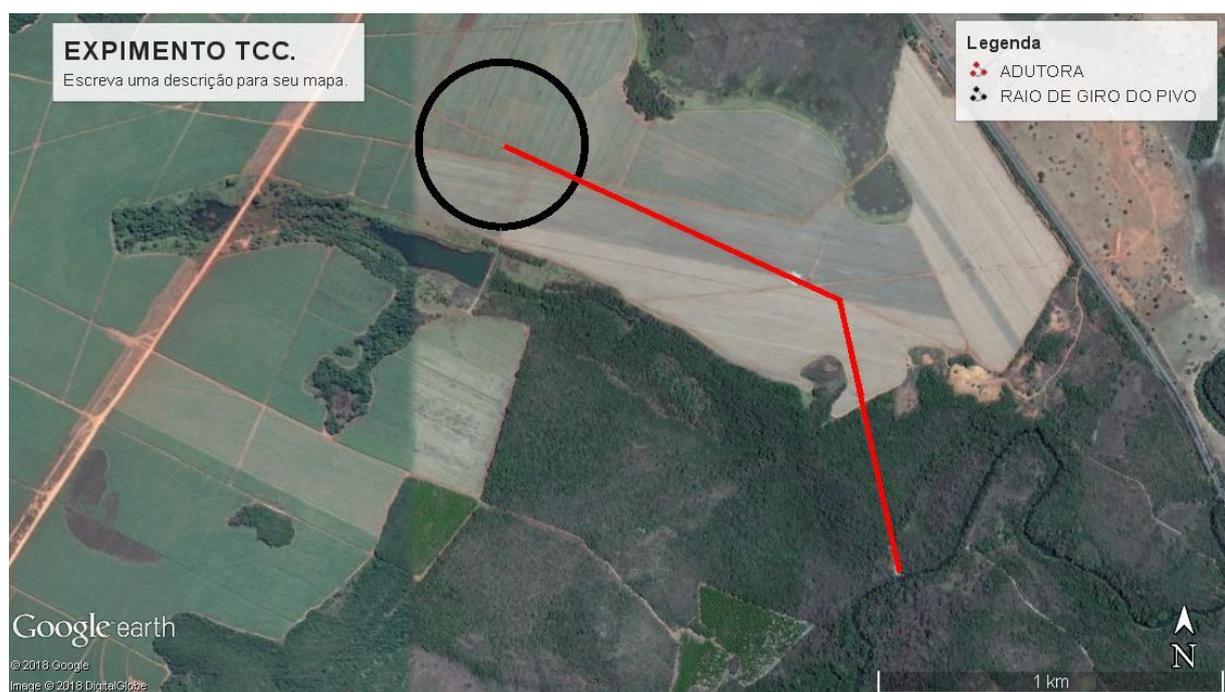


Figura 1–: Mapa de localização da avaliação de uniformidade de aplicação no pivô central. Fonte: Google Earth

Foram instalados copos coletores de precipitação em alinhamento radial formando duas linhas com distância angular de 3° (Figura 2). Os copos coletores são da marca Fabrimar, com área de coleta igual a 50,24 cm², foram instalados a aproximadamente 0,60 m do solo, suspensos por hastes de alumínio, com um espaçamento de 5 m, totalizando 42 copos por linha (Figura 3).

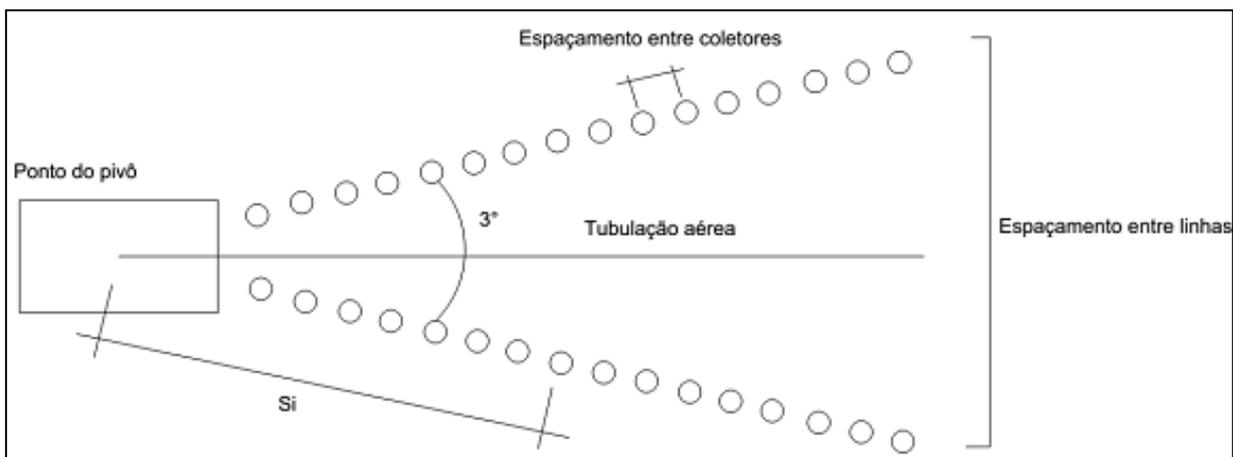


Figura 2– Esquema da disposição dos coletores para realização do teste de uniformidade. Fonte: SCHONS, 2006.



Figura 3– Posicionamento dos coletores durante as avaliações. Fonte: Ney Pereira, 2017.

O pivô central avaliado é da marca Lindsay, com 240 metros de raio, cinco torres acionadoras, balanço de 13,41 m, sem canhão final. Distribuídos ao longo da lateral encontravam-se 100 controladores de vazão de 10 PSI da marca Senninger, e 100 aspersores I-Wob UP3 Senninger, área irrigada de 18,60 hectares.

O pivô está instalado a 2.178 metros do bombeamento, a adutora de água é composta por tubos de 10", o bombeamento tem capacidade 197,60 m³ h⁻¹, na Tabela 1 estão descritos os dados técnicos do equipamento:

Tabela 01. Dados técnicos do pivô central.

DADOS TÉCNICOS	
Comprimento do raio	240 m
Nº de torres acionadoras	5
Tempo de revolução 100 %	3,62 h
Vazão	197,60 m ³ h ⁻¹
Pressão no ponto pivô	124,00 mca
Área irrigada	18,60 ha
Tubulação de sucção	250 mm (10")

A uniformidade de aplicação do sistema foi monitorada em diferentes horários do dia. Estabeleceu-se seis avaliações de uniformidade de aplicação, sendo duas no período da manhã, duas no período da tarde, e duas à noite, seguindo as velocidades padrão do manejo da cultura na propriedade, fornecido pela a empresa irrigar, com percentímetro a 31,48 % da velocidade e com percentímetro a 100% da velocidade do equipamento. Desta forma, verificou-se a velocidade de giro influenciou na uniformidade de aplicação do equipamento nestes diferentes horários do dia.

2.2 ENSAIO DE UNIFORMIDADE

Para avaliar a uniformidade de aplicação de água realizaram-se 06 coletas de dados no dia 23 de setembro de 2017. Os primeiros dois testes foram realizados no período da manhã se iniciando às 08 horas e 30 minutos e finalizando as 11 horas e 00 minutos, seguindo a recomendação de CAMARGO (2016) em avaliar o sistema em horários de menor interferência do vento e da evapotranspiração.

O terceiro e o quarto testes foram realizados no período da tarde, onde teve seu início às 13 horas e 25 minutos e finalizando às 16 horas e 05 minutos. Embora não seja recomendada a irrigação à tarde, há períodos em que a demanda da cultura exige a irrigação nestes horários na propriedade, devido a temperatura elevada, a baixa umidade relativa do ar, e a existência de rajadas de vento.

O quinto e o sexto testes foram realizados no período noturno, onde teve seu início às 23 horas e 40 minutos e finalizando às 02 horas e 15 minutos, seguindo também a recomendação de CAMARGO (2016). Foram calculados os coeficientes de uniformidade de Hart (CUH), de Christiansen (CUC), de Davis (CUD) e de Wilcox e Swailes (CUE). Sendo o mesmo utilizado por HOHENBERGER, L (2016)

$$CUH = 100 \left\{ 1 - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \left(\frac{S}{\bar{X}} \right) \right\} \quad (1)$$

em que:

CUH = coeficiente de uniformidade de Hart (Hart, 1961), em %

X= vazão média dos emissores, em L h⁻¹;

n= número de emissores observados;

S = desvio-padrão dos dados de vazão, em L h⁻¹;

Para a determinação do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen, foi utilizada a equação 2 descrita por BERNARDO et al. (2006), que é expressa por:

$$CUC = 100 * \left(1 - \sum \frac{(X_i - \bar{X})}{n * \bar{X}} \right) \quad (2)$$

CUC - coeficiente de uniformidade de Christiansen, %

X_i - lâmina coletada no pluviômetro i , mm

N - Número de coletores

X - Média das precipitações coletadas, em mm.

O CUD foi determinado por:

$$CUD = \frac{\bar{z}_{(25)}}{\bar{z}} 100 \quad (3)$$

Sendo que:

CUD - coeficiente de uniformidade de distribuição segundo Davis (1966)

$\bar{z}_{(25)}$ - Lâmina média ponderada das menores precipitações correspondes a 25 % da área, mm

\bar{z} - Lâmina média, mm

O coeficiente de uniformidade estatístico (CUE) proposto por WILCOX e SWAILES (1947) foi calculado pela equação (4):

$$CUE = 100. \left(1 - \frac{Sd}{\bar{X}} \right) \quad (4)$$

Em que:

CUE = Coeficiente de Uniformidade Estatístico, em %;

Sd = Desvio-padrão dos valores de precipitação, em mm;

X = Lâmina média de todas as observações, em mm.

WILCOX E SWAILES (1947) propuseram um coeficiente de uniformidade utilizando o desvio-padrão como medida de dispersão, para o qual se aceitam valores acima de 75% (CUE). 32 A Tabela 2 apresenta a classificação para o coeficiente de uniformidade de Christiansen segunda a NBR 14244 (1998). Esta classificação foi utilizada para avaliar os resultados obtidos.

Tabela 02– Classificação da uniformidade de distribuição de água em pivô central de acordo com a NBR 14244 (1998) da ABNT.

CUC (%)	Classificação
< 80	Ruim
80 a 84	Regular
85 a 89	Boa
> 90	Muito Boa

Os dados climáticos foram monitorados pela estação meteorológica localizada a 19,7 km da área experimental. Foram coletadas: temperatura média do ar (°C), umidade relativa do ar (%), velocidade do vento (m/s).

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados de lâmina coletada foram submetidos à análise de variância, sob delineamento inteiramente casualizado. Foram comparadas as lâminas médias entre os três horários de avaliação pelo teste de Tukey (5%).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura observada durante o período da manhã foi de 20,3 °C, a umidade do ar foi de 54,38 %, e a velocidade do vento foi de 0,3 m/s. No período da tarde a temperatura média foi de 28,55 °C, a umidade do ar foi de 27,05 %, e a velocidade do vento foi de 2,8 m/s. No período da noite a temperatura média foi de 26,38 °C, e a umidade do ar foi de 30,75 %, e a velocidade do vento foi de 1,9 m/s.

Na Tabela 03, estão apresentados os coeficientes de uniformidade do pivô em estudo (CUC, CUE, CUD e CUH) no período da manhã, tarde e noite, onde mostra os resultados da avaliação a 100 % e a 31,48 %. De acordo com os dados abaixo, pode-se observar, que o CUC apresentou uma boa uniformidade e já o CUH foi o que apresentou a menor uniformidade em todas as avaliações.

Tabela 03: apresentação dos coeficientes de uniformidade

Coeficiente de uniformidade	Percentímetro a 100 %			Percentímetro a 31,		
	Manhã	Tarde	Noite	Manhã	Tarde	Noite
CUC	99,09	95,64	98,78	98,97	95,35	98,31
CUD	98,86	94,54	98,47	98,72	94,19	97,88
CUE	98,55	93,06	98,06	98,37	92,61	97,31
CUH	94,72	92,69	94,66	94,71	92,30	95,73

Conforme mostra na Tabela 03, o sistema de irrigação avaliado apresenta uniformidade classificada como muito boa tendo em vista que a distribuição de água foi todos acima de 90 %, o que é considerado satisfatório por MERRIAM et al (1973).

Com a análise dos dados, é possível verificar que a eficiência da irrigação está muito boa, dentro do recomendado pela norma NBR 14 244 (1998), MERRIAM et al (1973). Onde mostra valores entre 92 e 98% de eficiência, o que nos indica que os bocais instalados no pivô atualmente estão bem alocados, sendo os adequados para este tipo de sistema.

Ao avaliar os perfis de aplicações, nota-se que as maiores variações na lâmina de irrigação ocorrem no período da tarde quando comparado com os demais horários de avaliação. Isso pode ser justificado pela as condições climáticas no momento das avaliações. Nota se que nos coletores da extremidade da linha observou-se oscilação

mais acentuada em relação a lâmina media quando comparado com o observado nos coletores centrais. Podendo ser algum bocal fora do padrão ou interferência do vento.

Gráfico 1: Lâmina coletada e lâmina média aplicada pelo pivô central no período da manhã com 100% da velocidade.

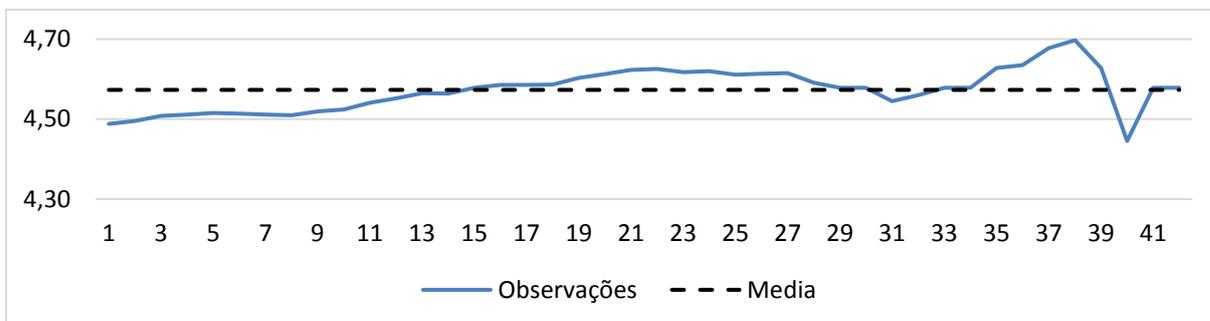


Gráfico 2: Lâmina coletada e lâmina média aplicada pelo pivô central no período da manhã com 3 1,48 % da velocidade.

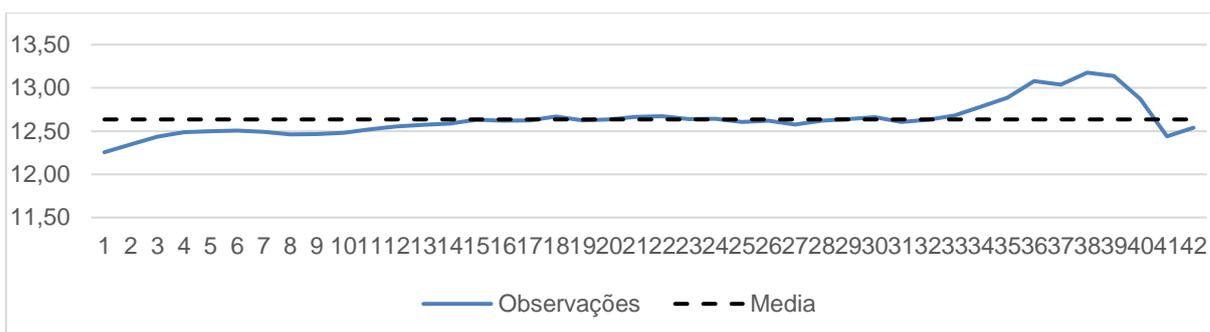


Gráfico 3: Lâmina coletada e lâmina média aplicada pelo pivô central no período da tarde com 100% da velocidade

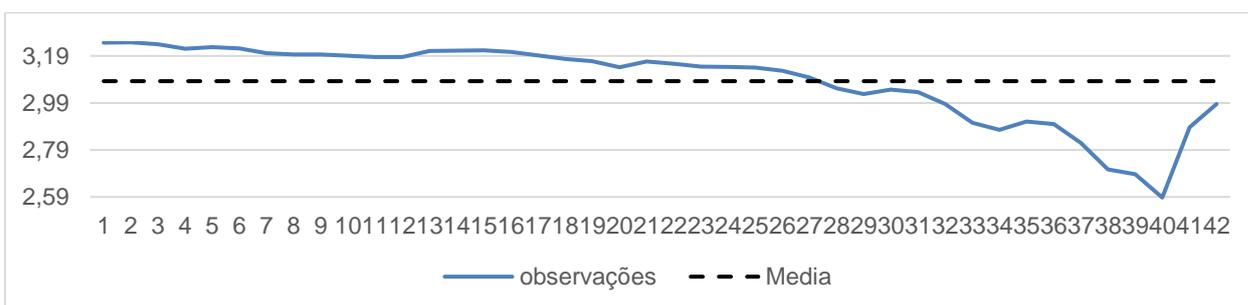


Gráfico 4: Lâmina coletada e lâmina média aplicada pelo pivô central no período da tarde com 31,48 % da velocidade.

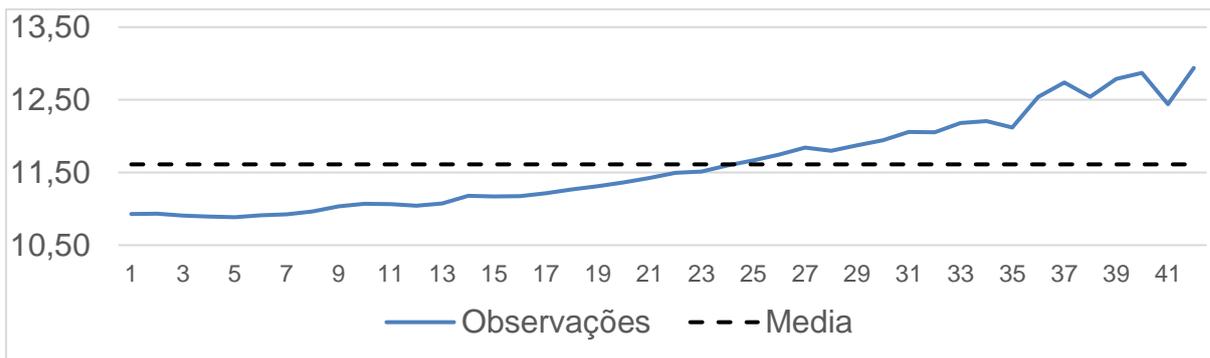


Gráfico 5: Lâmina coletada e lâmina média aplicada pelo pivô central no período da noite com 100% da velocidade

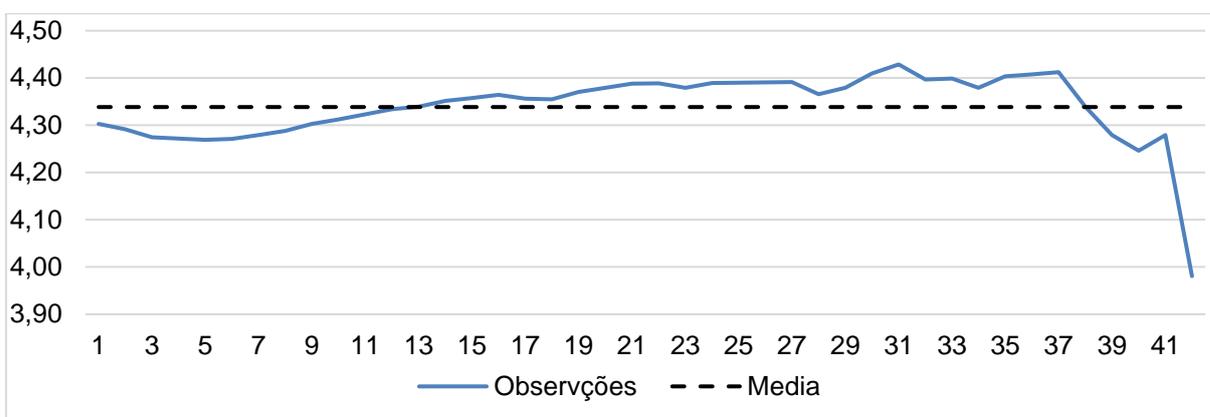
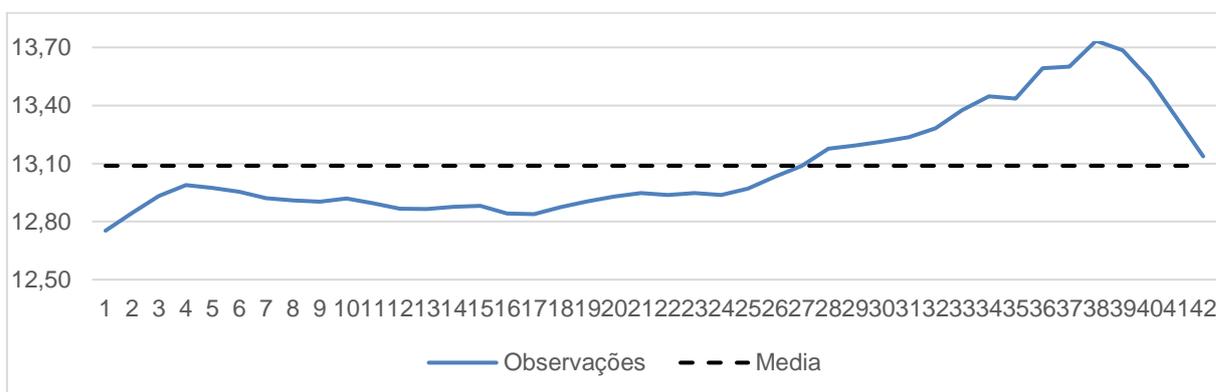


Gráfico 6: Lâmina coletada e lâmina média aplicada pelo pivô central no período da noite com 31,48 % da velocidade.



Para a velocidade de 100% a lâmina aplicada foi de 4,27 mm para o período da manhã, 3,08 mm para o período da tarde e 4,34 mm. Em relação a lâmina máxima

aplicada (noturno), houve redução de 1,6% pela manhã e 29% à tarde, pois a lâmina evaporada foi de 0,2 mm na manhã, 0,4 mm a tarde e 0,0 mm a noite, ao realizar as avaliações foram instalados copos testemunhas para certificar a quantidade de água evaporada no momento da avaliação, para o período da noite e notório que houve menos perda comparados com os demais período, um dos fatores que pode ter interferido nas avaliações foram as condições climáticas presente no dia.

Em média, para a velocidade de 31,48 % a lâmina aplicada foi de 12,64 mm para o período da manhã, 11,61 mm para o período da tarde e 13,09 mm para o período da noite. Em relação a lâmina máxima aplicada (noturno), houve redução de 3,4% pela manhã e 11,3% a tarde. Como já havia realizado a aplicação a 100% de sua velocidade alterou o clima, além de ser uma lâmina com maior volume de água observa se que evaporou menos, deste modo nota se que com uma lâmina maior houve menos perdas, comparado com a lâmina menor.

Nas configurações no painel do equipamento em específico as taxas de aplicação, onde para a lâmina recomendada de 9,44 mm, na realidade foram coletados menos de 5 mm, e para a lâmina de 30 mm foram coletados apenas 12 mm.

As lâminas de irrigação dentre os período avaliado no dia 23 de setembro de 2017, obteve valores diferentes na lâmina aplicada com a velocidade de giro a 100 % no período da manhã foi de 4,57 mm, à tarde 4,34 e a noite foi de 3,08 mm. Com a velocidade de giro a 31,48 % foi encontrado 13,09 mm no período da manhã, 12,64 no período da tarde e 11,61 no período noite. Deste modo fica claro que a irrigação no período noturno apresenta melhores resultados em sua uniformidade e menos perda por evaporação, devido as condições climáticas neste período ser amena.

Tabela 09. Lâminas médias aplicadas com funcionamento do pivô central a diferentes velocidades de giro e em diferentes períodos do dia.

Tabela 04: análise estatística dos dados avaliados

Período	% de Velocidade	
	100%	31%
	Lâmina média (mm)	
Manhã	4,57 ^a	12,64 ^a
Tarde	3,08 ^c	11,61 ^c
Noite	4,34 ^b	13,09 ^b

Valores acompanhados pela mesma letra minúscula na coluna são semelhantes entre si (Tukey 5%).

4. CONCLUSÕES

O presente trabalho foi de grande valia, pois pôde-se conhecer na prática o teste de uniformidades de distribuição de água em Pivô central

A uniformidade de aplicação da lâmina de irrigação foi muito boa, pois em todas as avaliações foram encontrados o índice acima de 90%. Dentre os horários avaliados o período noturno foi o que apresentou melhores resultados, maior taxa de uniformidade e menos perda por evaporação.

Sugestão para trabalhos futuros, avaliar se o equipamento em relação a vazão está adequada por meio de outras metodologias, pois o mesmo não está aplicando a lâmina esperada, recomendando-se então a reavaliação das lâminas de projeto e verificar se as configurações do painel do equipamento se estão dentro do recomendado.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS AGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017**. Relatório pleno. Brasília: ANA, 169 p., 2017.

BERNARDO, S. **Manejo da irrigação na cana-de-açúcar**. Alcoolbrás, São Paulo, n. 106, p. 72-80, 10 out. 2006. Acesso em 22 de setembro de 2017

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2008. 596 p.

CAMARGO, D. C. **Curso de avaliação de equipamento de irrigação**. Fortaleza: INOVAGRI/IFCE, 28 p., 2016.

CASTIBLANCO, C. J. M.; **Economia de Energia em Irrigação por Pivô Central em Função da Melhoria da Uniformidade da Distribuição de água**. 2009. 70f. Dissertação (Mestrado) – Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

TOLEDO (2009). **Avaliação do desempenho e manejo de sistemas de irrigação por pivô central**. Informações Agrônomicas, p. 05 - 09, 2009.

CINTRA, J. E. V.; FERREIRA, G. H.; BRASIL, R. P. C. Viabilidade da irrigação suplementar na fase inicial de desenvolvimento da cana-de-açúcar em regiões com déficit hídrico. Revista **Nucleus**, Ituverava, edição especial, p. 111-119, 2008.

Heermann, D.F.; Duke, H.R.; Serafim, A.M.; Dawson, L.L. **Distribution functions to represent center-pivot water distribution**. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.35, n.5, p.1465-1472, 1992.

KELLER, J. **Sprinkle Irrigation**. Logan, Utah State University, 1979. s. p.

LINDSAY (2017) porque irrigar a cana de açúcar disponível em: <http://www.lindsaybrazil.com/cana-de-a%C3%A7%C3%BAcar> . acesso em: 10 de set 2017

MARQUELLI W. A., SILVA H. R., SILVA W. L. C. **Irrigação do tomateiro para processamento**. Comunicado Técnico. EMBRAPA/ISSN. P. 3-6, mar. 2012

MERRIAM, J.L.; KELLER, J.; ALFARO, J. **Irrigation system evaluation and improvement**. Logan: Utah State University, 1973.

PIRES, R. C. de M., et al., Agricultura Irrigada. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária. Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios**. p. 98-111, junho de 2008.

Regina C. de M. Pires¹, Emílio Sakai¹, Flávio B. Arruda¹, Mamor Fujiwara¹, Rinaldo de O. Calheiros¹**Métodos e manejo da irrigação**. p.09, novembro de 1999

SANTOS, M. A. L.; FRIZZONE, J. A. **Irrigação suplementar da cana-de-açúcar (Saccharum spp) colhida no mês de janeiro: um modelo de análise de decisão para o Litoral Sul do Estado de Alagoas**. Irriga, Botucatu, v. 11, n.3, p. 339-355, 2006.

Seginer, I. Irrigation uniformity related to horizontal extent of root zone. **Irrigation Science**, v.1, p.89-96, 1979.

SCHONS, R. L.; **Avaliação de Parâmetros de Desempenho de Sistemas de Irrigação por pivô Central Visando sua Otimização Operacional**. 2006. 80f. **Dissertação (Mestrado)** – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2006.

STONE, L. F. (2015). **Práticas para economia de água na irrigação do feijoeiro por pivô-central. Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, p. 01 - 03, 2015.

TARJUELO, J. M.; De JUAN, J. A.; VALIENTE, M.; GARCIA, P. **Model for optimal cropping patterns within the farm based on crop water production functions and irrigation uniformity. II: A case study of irrigation scheduling in Albacete, Spain**. **Agricultural Water Management, Amsterdam**, v.31, n.1/2, p. 145-163, 1996.

TILMAN, D.; Department of Ecology, Evolution, and Behavior, University of Minnesota, St. Paul, MN 55108; **Global food demand and the sustainable intensification of agriculture**, October 12, 2011 (sent for review August 24, 2011).