



**EUGENIO AMERICO DOS SANTOS NETO**

**PERFIL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DO EMISSOR R55i VT**

**LAVRAS - MG  
2022**

**EUGENIO AMERICO DOS SANTOS NETO**

**PERFIL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DO EMISSOR R55i VT**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Departamento de Engenharia  
da Universidade Federal de Lavras, como  
parte das exigências do Curso de Engenharia  
Agrícola, para obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Adriano Valentim Diotto  
Orientador

**LAVRAS - MG  
2022**

## **AGRADECIMENTOS**

### Agradeço

Em primeiro lugar, a Deus, por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo do curso e por permitir que meus objetivos fossem alcançados.

À Universidade Federal de Lavras, essencial no meu processo de formação profissional, pelo aprendizado adquirido e experiências vivenciadas.

Ao orientador Adriano Valentim Diotto, pela paciência e pelo conhecimento passado diante de toda minha trajetória na Universidade.

Ao Núcleo de Estudos em Irrigação, pela oportunidade de trabalhar com pessoas incríveis, com grandes experiências e, principalmente, por ser o responsável pela definição desse projeto.

Ao meus pais, Eusébio e Rosely, e ao meu irmão, Pedro, por todo o apoio, amor e carinho doado, além de todo incentivo e paciência nos momentos difíceis e compreensão em minhas ausências.

Aos amigos e companheiros de curso e, principalmente, aos que me ajudaram nesse projeto, pela convivência ao longo desses anos, pelo companheirismo, descobertas e todas as trocas de experiências.

Muito obrigado.

## RESUMO

Em função do aumento da população mundial e conseqüente crescimento da demanda por alimentos, faz-se necessário a adoção de novas e diversas práticas para garantir o atendimento de tal demanda. Na agricultura irrigada, uma dessas práticas é a utilização de sistemas mecanizados, que, por sua vez, têm como função, distribuir a água sobre o solo da melhor forma possível, deixando-a disponível para a cultura. Dentre os métodos de irrigação, o pivô central destaca-se pela sua atividade autônoma e por permitir a irrigação de grandes áreas com um único equipamento. Vale lembrar que, mesmo com um custo operacional relativamente baixo, a análise periódica do sistema é totalmente recomendada pelo fato de que, quando mal dimensionado, pode acarretar sérios danos, não só ao equipamento, como também à cultura e produtividade.

O presente trabalho teve como objetivo realizar ensaios de distribuição de água no perfil de alcance e uniformidade da lâmina do emissor R55i VT da Nelson Irrigação, visto que esta, basicamente, adquiriu uma nova forma de trabalho: diferentemente do R55 – em que era acoplada na posição superior do balanço do pivô, tem-se agora posicionado na parte inferior do mesmo. Com isso, houve mudanças das características do modelo, e conseqüente alterações no comportamento do aspersor. Essas análises foram feitas em ambiente aberto levando em conta todos os fatores externos para os ensaios. Os dados foram aferidos através de ensaios no laboratório de irrigação da Universidade Federal de Lavras e processados pelas ferramentas Excel e Surfer. A finalidade do estudo foi deduzir condições de trabalho ótimas para o aspersor.

**Palavras-chaves:** Irrigação, Aspersão, Uniformidade, Pivô central, emissor

## **ABSTRACT**

Due to the increase in the world population and consequent growth in demand for food, it has been necessary to adopt new and diverse practices to ensure that such demand is met. In irrigated agriculture, one of these practices is the use of mechanized systems, which have the function of distributing water over the soil in the best possible way, leaving it available for the culture. Among the irrigation methods, the central pivot stands out for its autonomous activity and for allowing the irrigation of large areas with a single equipment. It is worth remembering that, even with a relatively low operating cost, the periodic analysis of the system is totally recommended due to the fact that, when poorly dimensioned, it can cause serious damage, not only to the equipment, but also to the culture and productivity.

The present work aimed to carry out water distribution tests in the range and uniformity profile of the Nelson Irrigation R55i VT emitter blade, since it basically acquired a new way of working: unlike the R55 - in which it was coupled in the top of the pivot swing, it has now been positioned at the bottom of the pivot. As a result, there were changes in the characteristics of the model, and consequent changes in the behavior of the sprinkler. These analyzes were carried out in an open environment, taking into account all external factors for the tests. The data were measured through tests in the irrigation laboratory of the Federal University of Lavras and processed by Excel and Surfer tools. The purpose of the study was to deduce optimal working conditions for the sprinkler.

**Keywords: Irrigation, Sprinkler System, Uniformity, Center Pivot, Emitters**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tipologia de Irrigação predominante. ....	9
Figura 2 Evolução da área irrigada ao longo dos anos. ....	9
Figura 3. Aspersores do tipo spray em funcionamento em pivô Valley. ....	10
Figura 4. Croqui do ensaio do experimento (desenvolvido no Autocad). ....	13
Figura 5. Emissor R55i VT (circulando) em operação conjunta com R55. ....	14
Figura 6. Perfil de distribuição radial do emissor R55i VT com bocal roxo a uma pressão de 15 PSI. ....	18
Figura 7. Perfil de distribuição radial do emissor R55i VT com bocal roxo a uma pressão de 25 PSI. ....	19
Figura 8. Perfil de distribuição radial do emissor R55i VT com bocal amarelo a uma pressão de 15 PSI. ....	20
Figura 9. Perfil de distribuição radial do emissor R55i VT com bocal amarelo a uma pressão de 25 PSI. ....	20
Figura 10. Realização da Krigagem pelo Surfer, adotando aproximadamente 1 metro entre pontos da malha. ....	21
Figura 11. Distribuição tridimensional de lâmina aplicada do bocal roxo com pressão de 15 PSI. ....	22
Figura 12. Distribuição tridimensional de lâmina aplicada do bocal roxo com pressão de 25 PSI. ....	22
Figura 13. Distribuição tridimensional de lâmina aplicada do bocal amarelo com pressão de 15 PSI. ....	23
Figura 14. Distribuição tridimensional de lâmina aplicada do bocal amarelo com pressão de 25 PSI. ....	23

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
2.1 SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO: PIVÔ CENTRAL .....	8
2.2 EMISSORES E IMPORTÂNCIA NA PRODUTIVIDADE .....	10
2.3 UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO .....	11
2.4 PERFIL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA .....	12
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
3.1 DISTRIBUIÇÃO DE ENSAIOS .....	13
3.2 R55i VT .....	14
3.3 Distribuição e Influência do Vento .....	16
3.4 Análise da Simulação dos Dados .....	17
3.5. Análise de distribuição tridimensional .....	17
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>18</b>
4.1. Perfil radial .....	18
4.2. Perfil tridimensional de distribuição .....	21
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>25</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento do conhecimento técnico e da tecnologia, a irrigação tende a oferecer água na medida, qualidade e forma adequada às culturas agrícolas, permitindo que estas atinjam altas produtividades e elevado padrão de qualidade, além de tornar a produção quase contínua ao longo do ano (discussão do uso de 3 safras). Acrescenta-se que, em algumas regiões do país, o uso da agricultura irrigada é a única maneira de viabilizar uma produção agrícola sustentável, que garanta alimentos e renda ao produtor. O pivô central surge com a necessidade de estender áreas irrigadas de uma maneira mais fácil, e com o menor custo total entre os sistemas de irrigação.

O crescimento médio anual de área irrigada no Brasil foi recorde na última década – passou de 130 mil hectares ao ano (média 2000-2011) e alcançou 216 mil hectares ao ano (média 2012-2019) – 66% superior. Dentre os métodos e sistemas de irrigação mecanizada, observa-se que os grupos mais eficientes no uso da água – irrigação localizada (gotejamento e micro aspersão) e aspersão por pivô central – representaram cerca de 70% do incremento de área irrigada entre 2006 e 2019. Em projeções futuras, o crescimento de irrigação por sistema de pivô central, deve continuar crescendo (ATLAS IRRIGAÇÃO, 2021).

Apesar da irrigação ser considerada um seguro agrícola para os produtores rurais e até mesmo uma importante ferramenta para enfrentarem variações climáticas, trata-se de uma técnica com um custo inicial elevado que, se mal dimensionada e manejada, pode reduzir significativamente a rentabilidade do empreendimento, podendo inviabilizar seu uso.

A partir da demanda de aumentar a área de aplicação, ou seja, ampliar o raio irrigado, surgiram algumas alternativas viáveis, como o uso de um emissor de fim da linha lateral do sistema. Esse aspersor no final da lateral do pivô gera um aumento do raio irrigado total do equipamento. Assim, com a necessidade de uniformizar essa aplicação, o estudo feito foi realizado com base no emissor R55i VT da Nelson Irrigation®, que trabalha de forma invertida.

Foi objetivo deste trabalho gerar informações que possam auxiliar na análise de uniformidade de aplicação. Para isso, foi necessário determinar os perfis radiais e de distribuição tridimensional da lâmina aplicada pelo aspersor.



## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

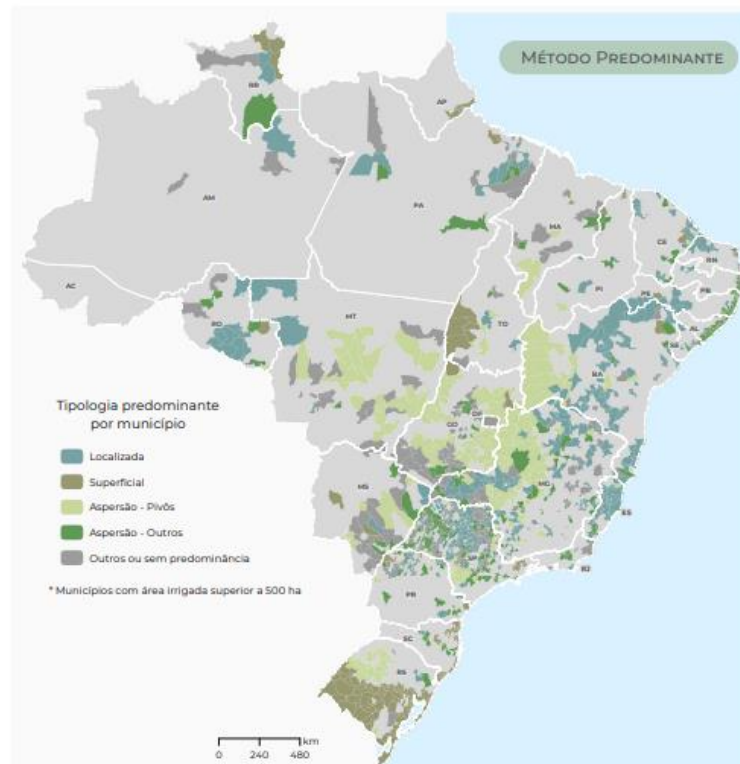
### 2.1 SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO: PIVÔ CENTRAL

Atuando desde 1960, a irrigação via sistema pivô central, no Brasil, conta com mais de 650 mil hectares irrigados. O comprimento de um pivô central pode chegar a mais de 800 metros, sendo a utilização mais comum entre 400 a 600 metros. A área irrigada por unidade de comprimento aumenta com o raio do equipamento. Com isso, o custo desse sistema por hectare tende a diminuir com o aumento do pivô (EC MANTOVANI, 2015).

O sistema de Pivô central é um dos mais utilizados em solos brasileiros, pois normalmente abrange grandes áreas irrigadas. Com o crescimento tecnológico e o surgimento de termos como telemetria e manejo e meio ambiente lado a lado, o gerenciamento dos recursos torna-se cada vez mais crucial. Sempre auxiliando na geração de emprego e renda, o sistema de pivô central contribui no desenvolvimento macroeconômico do país (MOREIRA,2015). Percebemos, observando a Figura 1, que a maior concentração de sistemas irrigados por pivô central localiza-se no centro do país, sendo o centro-oeste e o sudeste brasileiros os maiores consumidores do equipamento.

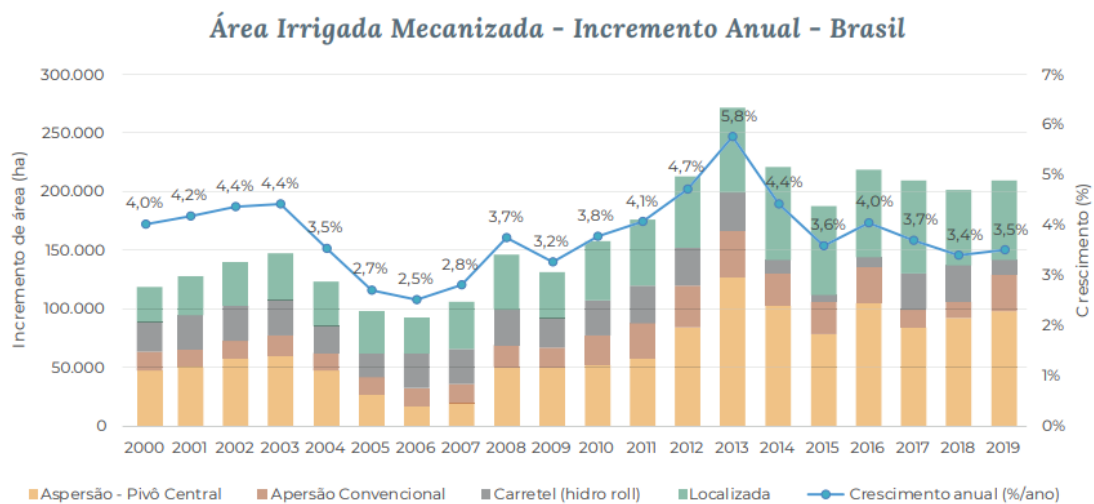
O principal fator que determina a escolha do sistema, além do preço, é o ganho de produtividade que esse equipamento pode gerar. O aumento de produção em culturas irrigadas é bastante evidente, já que se faz possível o suprimento da necessidade hídrica da cultura ao longo do seu ciclo fisiológico (CONCEIÇÃO et al 2018). Na Figura 2 podemos observar que nos últimos anos, progressivamente, os produtores vêm optando por mais segurança, tecnologia e menos mão de obra, trazendo sistemas de irrigação mecanizados que não se utilizam de tanta interferência humana direta.

Figura 1. Tipologia de Irrigação predominante.



Fonte: ATLAS IRRIGAÇÃO EDIÇÃO 2 (2021).

Figura 2 Evolução da área irrigada ao longo dos anos.



Fonte: Câmara Setorial de Equipamento de Irrigação (ABID,2020).

## 2.2 EMISSORES E SUA IMPORTÂNCIA

Um dos aspectos a serem avaliados em dimensionamento de pivô central é a questão da escolha correta do emissor. Os principais aspectos a serem considerados em um dimensionamento de emissores são a intensidade de precipitação e a distribuição de água. O conhecimento dessas características leva a evitar o escoamento superficial e baixa uniformidade.

Os dois tipos mais utilizados de aspersores em pivôs centrais são de impacto (média pressão) e spray (baixa pressão), sendo este último com baixo ângulo e são instalados diretamente sobre a linha lateral do equipamento, porém é frequente a sua utilização mais próxima à superfície do terreno, no extremo de um tubo rígido ou flexível, mantendo os emissores mais próximos da copa das plantas (TEIXEIRA,2017).

Levando em conta que o R55i VT é um aspersor do tipo spray e que sua atuação é no final do pivô, tem-se que sua posição de trabalho é na parte inferior da tubulação do equipamento. Como é mostrado na Figura 3, o aspersor desenvolvido busca aumentar a área irrigada, sem diminuir a uniformidade de aplicação da lâmina, trabalhando em conjunto com um canhão, preferencialmente.

Figura 3. Aspersores do tipo spray em funcionamento em pivô Valley.



Fonte: Nelson Irrigation website.

### 2.3 UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO

A uniformidade da irrigação é um parâmetro de desempenho 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.

A inadequada uniformidade de aplicação da água em sistemas de irrigação proporciona excesso em parte da área de cultivo e carência em outra, diminuindo a disponibilidade de água à cultura e aumentando o custo de produção (NASCIMENTO, 2017). A falta de uniformidade pode ser ocasionada por diversos fatores, como mal dimensionamento de bocais, entupimento por obstrução e até vazamentos. Mesmo que bem instalado e bem dimensionando, deve-se levar em conta a manutenção periódica para que o equipamento atue no cenário em que foi projetado.

De acordo com Moreira e Tomazela (2006), a implantação de um programa de aferições e ajustes periódicos em sistemas de irrigação é de grande importância para racionalizar o uso de água e energia elétrica nas áreas de produção irrigada, pois, além de melhorar a uniformidade de distribuição de água, promove a redução no custo de energia elétrica.

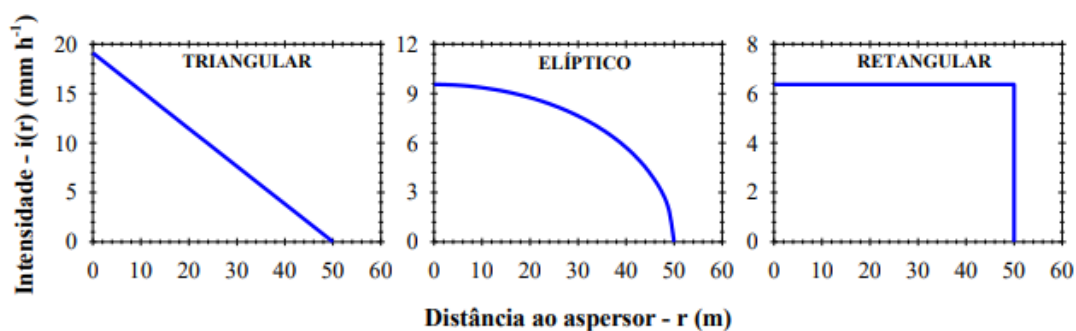
Para Souza et al (2006), o coeficiente de uniformidade de distribuição da água e a eficiência de aplicação são os principais critérios utilizados na avaliação de sistema de irrigação, visto que expressam a qualidade da irrigação e são decisivos no planejamento e na operação desses sistemas. Rodrigues et al (2013) ressaltam que a análise dos coeficientes de uniformidade é essencial para avaliar o desempenho de qualquer sistema de irrigação.

Os principais coeficientes utilizados para essas avaliações são propostos por Christiansen (1942) e outro por Criddle (1956). O de Christiansen utiliza um desvio-padrão como medida de dispersão, para o qual se aceitam valores acima de 75%. Já o de Criddle, leva em consideração a razão entre a média do menor quartil e a lâmina média coletada.

## 2.4 PERFIL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Vários fatores afetam a distribuição de água em aspersores, dentre eles a forma geométrica do perfil radial de distribuição, a combinação de bocais, a pressão de serviço, ângulo de saída do jato d'água, velocidade e direção do vento e altura de instalação. Segundo COLOMBO (2013), na irrigação por aspersão, o padrão de distribuição de água é bastante afetado pelo vento, tendo como consequência a aplicação insuficiente de água em determinados pontos da área irrigada. Entre os fatores que alteram a distribuição, os analisados nesse experimento foram a variação de bocais e variação de pressão.

Figura 4. Perfis radiais de distribuição de água de aspersores com vazão de  $50 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  e raio de alcance de 50 metros.



Fonte: Colombo (2010)

Aplicativos computacionais são importantes ferramentas para simular a distribuição espacial da água aplicada. Estes podem considerar as inúmeras condições operacionais nas quais o sistema pode trabalhar e encontrar as combinações operacionais que levam a adequadas condições de uniformidade de aplicação de água (PRADO & COLOMBO, 2006). Porém, para uma boa resposta da simulação é necessário se alimentar o aplicativo com o perfil real de distribuição de água do emissor.

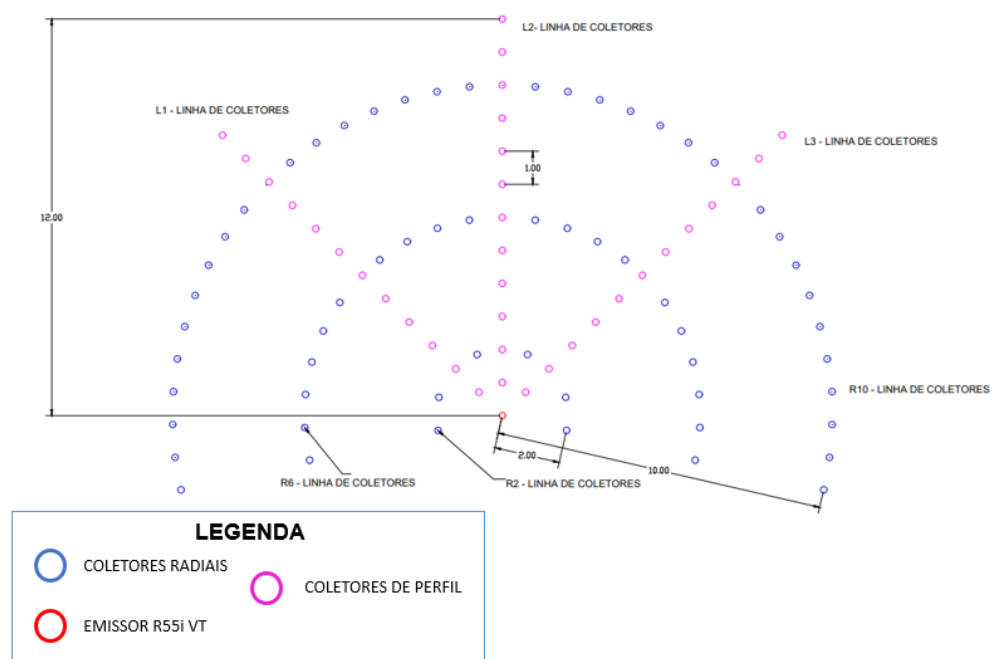
### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 DISTRIBUIÇÃO DE ENSAIOS

O experimento foi conduzido no laboratório de irrigação do Departamento de Recursos Hídricos (DRH), da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Lavras – MG. Os ensaios foram realizados em campo aberto onde a superfície do terreno é gramada e os coletores foram instalados a uma altura de 50 cm. Foram instalados três perfis de coletores alinhados radialmente ao emissor e espaçados com um metro entre eles.

Com esse alinhamento, cada linha de coletores, sendo 12 unidades por segmento, estava separada por um ângulo de  $45^\circ$  em relação ao centro de posição do aspersor, como mostra a Figura 4. Foram instalados também, três anéis de coletores que foram posicionados nos raios a 2, 6 e 10 metros de distância, respectivamente. O ponto de instalação destes coletores foi determinado através de um croqui utilizando o software Autocad, conforme a Figura 4, que foi levado a campo.

Figura 4. Croqui do ensaio do experimento (desenvolvido no Autocad).



Fonte: Autor (2022).



### 3.2 R55i VT

Conforme a descrição do catálogo de produtos do fabricante, o emissor R55i VT da Nelson é um aspersor do tipo spray. Apresenta um sistema patenteado de controle de velocidade de torque variável que permite que a placa mantenha uma velocidade de rotação constante em uma ampla gama de tamanhos de bocais e pressões. Segundo o catálogo, essa velocidade de rotação constante resulta em raio máximo de projeção de 16,9 metros. Foram utilizados nesse ensaio os bocais #52 *Purple* e #70 *Yellow*, com variações de pressões 15 e 25 PSI.

Figura 5. Emissor R55i VT (circulando) em operação conjunta com R55.



Fonte: Nelson Irrigation Website

Figura 6. Tabela de performance do emissor e detalhes da instalação.

## R55i VT

### R55i VT PERFORMANCE (U.S. UNITS)

Pressure (psi)	*52 Purple Nozzle		*56 White Nozzle		*60 Red Nozzle		*65 Orange Nozzle		*70 Yellow Nozzle		*80 Green Nozzle	
	Flow (gpm)	Radius (ft)	Flow (gpm)	Radius (ft)	Flow (gpm)	Radius (ft)	Flow (gpm)	Radius (ft)	Flow (gpm)	Radius (ft)	Flow (gpm)	Radius (ft)
15	18.8	38	23.5	38	28.0	37	33.0	37	36.7	36	46.0	35
20	21.6	40	27.0	41	32.1	40	38.0	40	42.2	39	52.9	38
25	24.3	43	30.3	44	36.1	42	42.6	42	47.3	41	59.3	40
30	26.7	44	33.4	45	39.7	44	47.0	44	52.0	43	65.2	42
35	29.0	45	36.2	46	43.1	45	51.0	45	56.5	44	70.8	43
40	31.2	46	38.9	47	46.2	47	54.8	46	60.6	46	75.8	45
45	33.1	47	41.3	48	49.0	48	58.3	47	64.3	47	80.5	46
50	34.9	47	43.4	48	51.6	48	61.4	48	67.7	47	84.7	46
55	36.5	48	45.4	49	54.0	49	64.3	48	70.7	48	88.4	47
60	37.9	49	47.1	49	56.0	49	66.9	48	73.4	48	91.7	47

### R55i VT PERFORMANCE (METRIC UNITS)

Pressure (bar)	*52 Purple Nozzle		*56 White Nozzle		*60 Red Nozzle		*65 Orange Nozzle		*70 Yellow Nozzle		*80 Green Nozzle	
	Flow (m <sup>3</sup> /hr)	Radius (m)	Flow (m <sup>3</sup> /hr)	Radius (m)	Flow (m <sup>3</sup> /hr)	Radius (m)	Flow (m <sup>3</sup> /hr)	Radius (m)	Flow (m <sup>3</sup> /hr)	Radius (m)	Flow (m <sup>3</sup> /hr)	Radius (m)
1	4.2	11.6	5.3	11.6	6.3	11.3	7.4	11.3	8.2	11.0	10.3	10.7
1.5	5.1	12.5	6.4	12.8	7.6	12.4	9.0	12.4	10.0	12.1	12.5	11.8
2	6.0	13.4	7.5	13.7	8.9	13.3	10.5	13.3	11.6	13.0	14.6	12.7
2.5	6.7	13.8	8.4	14.1	10.0	13.9	11.8	13.8	13.1	13.6	16.4	13.3
3	7.4	14.2	9.2	14.5	11.0	14.5	13.0	14.2	14.4	14.2	18.0	13.9
3.5	8.0	14.4	9.9	14.7	11.8	14.7	14.1	14.6	15.5	14.4	19.4	14.1
4	8.5	14.8	10.5	14.9	12.5	14.9	15.0	14.6	16.4	14.6	20.5	14.3



## R55i (Placa Cinza) Detalhes de Instalação para Otimização da Performance

**PRESSÃO:**  
1-2,75 BAR  
(15-40 PSI)

**BOCAIS:**  
N°52 - N°80  
(NÃO USE  
O BOCAL  
AZUL N° 90!)



Fonte: Nelson Irrigation Website



### 3.3 DISTRIBUIÇÃO E INFLUÊNCIA DO VENTO

O aspersor para teste foi colocado a uma altura de 2,70 metros com uma extensão de PVC na curva de saída, a fim de diminuir a turbulência da água na aplicação, como se observa na Figura 6 com os detalhes da instalação. A centralização foi realizada com um tripé e auxílio de um nível.

Figura 7. Esquema de montagem do emissor no laboratório.



Fonte: Autor (2022)

Segundo a Seleção de Métodos e Avaliação do Desempenho de Sistemas de irrigação Pressurizados da Embrapa (ANDRADE JUNIOR, 2005), os índices de velocidade de vento devem ser inferiores a  $2 \text{ m s}^{-1}$  para avaliação de sistemas irrigação por aspersão. Assim, definiu-se que os ensaios ocorreriam somente quando as velocidades de vento fossem menores que  $1 \text{ m s}^{-1}$ , o que foi monitorado com o auxílio de uma estação meteorológica instalada dentro da área experimental.

### 3.4 ANÁLISE DOS DADOS

Foram realizadas duas avaliações simultâneas. A distribuição ao longo do perfil e a distribuição em relação a sua rotação. Os ensaios foram realizados durante o período de 60 minutos, após o qual pesou-se cada amostra em uma balança e, então, realizou-se a aferição das lâminas. O volume de água por coletor foi calculado pela equação (1) abaixo:

$$Vol = \frac{m}{d} \quad (1)$$

Vol – Volume de água coletado (cm<sup>3</sup>)

m – Massa de água coletada (g)

d – Densidade da água (g cm<sup>-3</sup>)

Para se determinar a lâmina precipitada em cada coletor utilizou-se a razão entre volume coletado e a área de coleta, determinada em função do diâmetro do coletor. Foram adotados dois tipos de coletores com diâmetros diferentes. O coletor de perfil radial com diâmetro de 18 centímetros e coletores de distribuição tridimensional com diâmetro de oito centímetros.

### 3.5. ANÁLISE DE DISTRIBUIÇÃO TRIDIMENSIONAL

Dado que o R55i VT atua em um ângulo de giro maior que 180°, utilizou-se dos coletores de distribuição, colocados nos raios 2, 6 e 10 metros a partir do emissor, para aferir a distribuição da lâmina na área irrigada como um todo, com o emissor estacionário. Esses dados de lâmina coletadas foram levadas ao software Surfer® junto as informações da posição de cada coletor como coordenadas (X, Y, Z), sendo X e Y coordenadas de cada coletor, e Z lâmina precipitada, com isso foi realizada a elaboração de um mapa de distribuição tridimensional da lâmina aplicada pelo emissor.

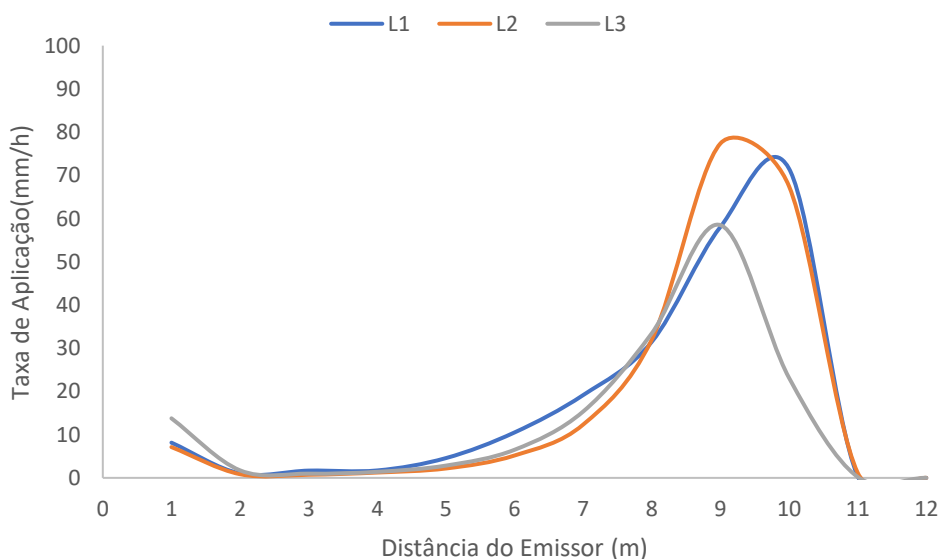
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. PERFIL RADIAL

Um dos primeiros resultados que podemos observar é que o uso do aspersor R55i VT na condição estacionária se torna questionável, uma vez que é nítido que sua distribuição ao longo do perfil é desbalanceada. Porém, vale salientar que não é essa a condição para qual o emissor foi desenvolvido, visto que sua concepção foi para o uso em pivô central em movimento.

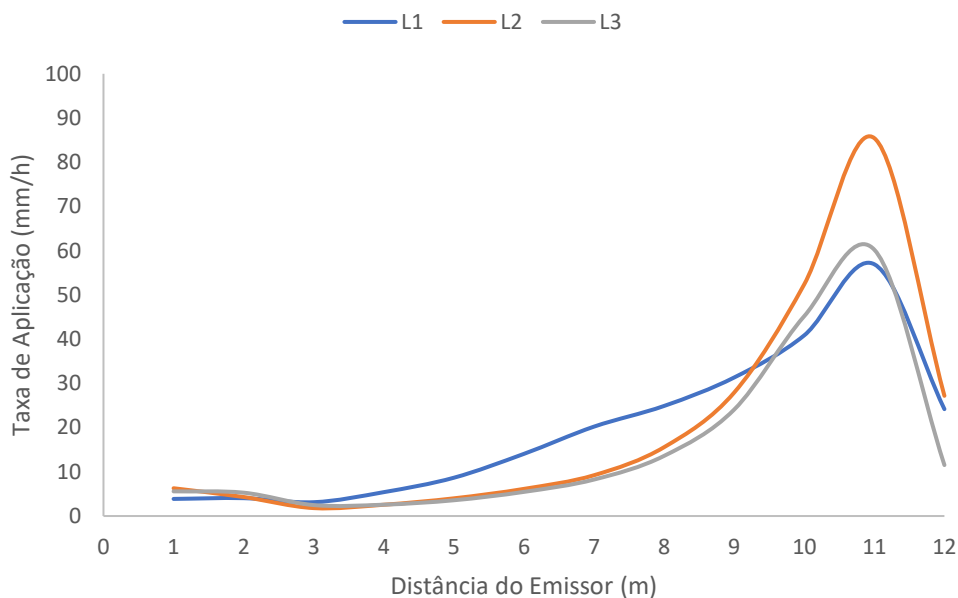
Através das análises e das instruções de uso da fabricante, percebe-se que a atuação do R55i VT é contraindicada para aplicações estáticas. Isto se dá devido à baixa uniformidade e à concentração de pontos específicos, fatores estes já esperados em função do fato de que baixas pressões geram acúmulo de gotas maiores, relacionando-se diretamente à baixa distribuição. O fato de que jatos concentrados ocasionam a perda de uniformidade ao longo de uma área pode ser verificado nesse experimento, como mostra as Figuras 8, 9, 10 e 11.

Figura 6. Perfil de distribuição radial do emissor R55i VT com bocal roxo a uma pressão de 15 PSI.



Fonte: Autor (2022)

Figura 7. Perfil de distribuição radial do emissor R55i VT com bocal roxo a uma pressão de 25 PSI.



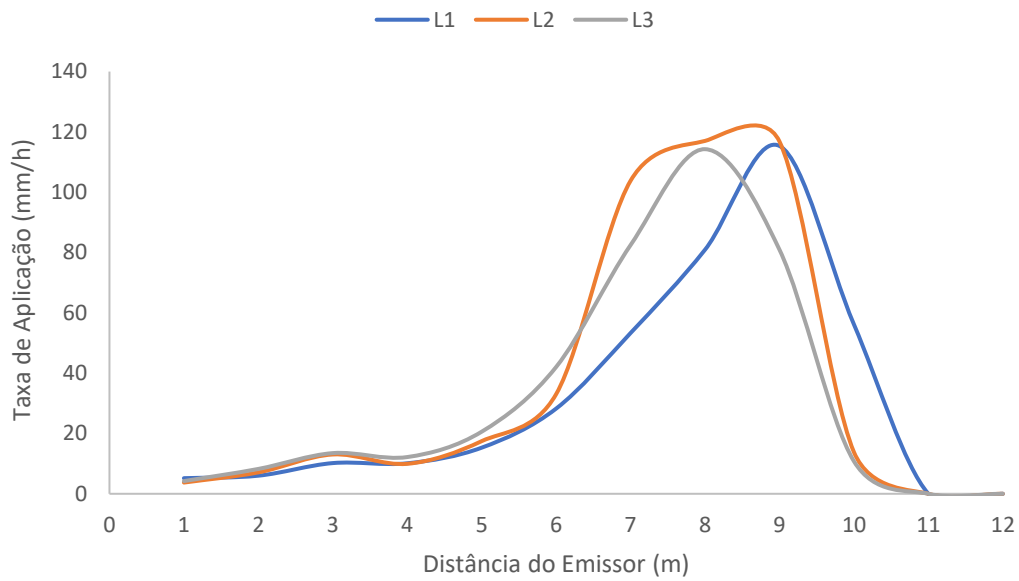
Fonte: Autor (2022)

O primeiro bocal testado foi o Roxo, sendo o menor bocal representado no catálogo, chegando as condições máximas de trabalho de  $8,5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  e 60 PSI, determinadas pela fabricante. O alcance máximo obtido no ensaio foi de 11 metros, sendo que apresenta variação máxima de lâmina no mesmo perfil entre dois coletores de 65 mm/h, conforme mostra a Figura 8.

Em vista do perfil radial, à medida que os coletores se aproximam do emissor, a aplicação de água torna-se menor. Isso afeta a distribuição de lâmina, gerando acúmulo nas distâncias entre 8 a 10 metros. Na Figura 9, percebe-se que as lâminas precipitadas em todos os pontos de coleta do perfil radial são diferentes. Na Figura 9, a linha de coletores centrais (L2) se destaca por receber mais água, comprovando que a lâmina em cada coletor é afetada tanto pela pressão quanto pela posição.

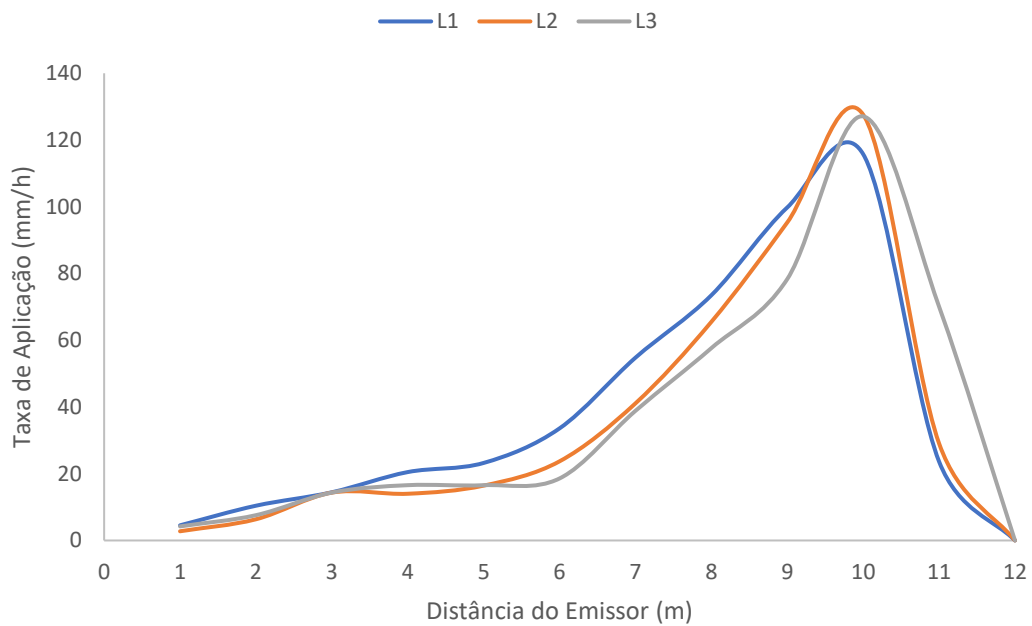
Chegando a uma diferença de lâmina entre coletores da mesma linha de 123 mm/h, o bocal amarelo é um dos maiores disponíveis no catálogo, operando em condições máximas de  $16 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  a 60 PSI. O alcance máximo observado foi de 10,5 metros para 15 PSI e 11,5 metros para 25 PSI.

Figura 8. Perfil de distribuição radial do emissor R55i VT com bocal amarelo a uma pressão de 15 PSI.



Fonte: Autor (2022)

Figura 9. Perfil de distribuição radial do emissor R55i VT com bocal amarelo a uma pressão de 25 PSI.



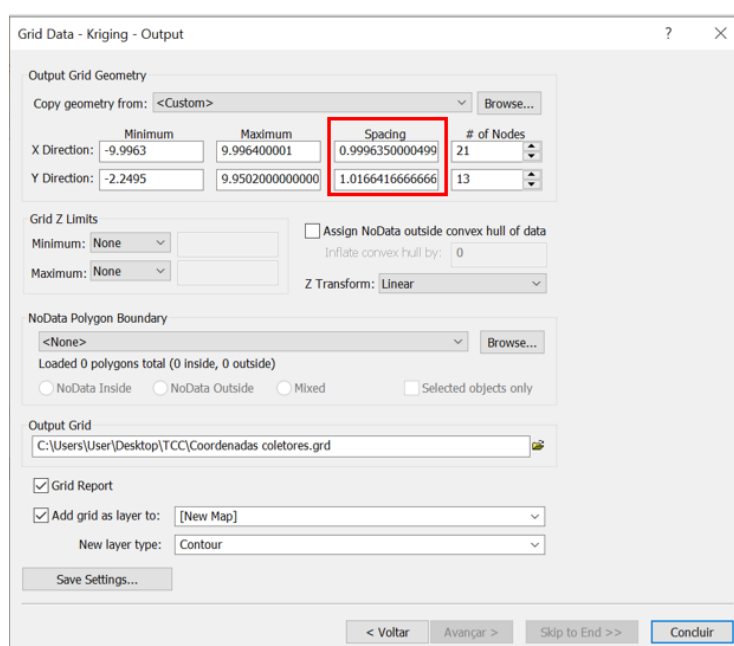
Fonte: Autor (2022)

O bocal amarelo com 15 PSI, apresenta uma baixa distribuição de água nos coletores, em decorrência da alta concentração de jatos. O defletor, além de orientar o fluxo de água, é também o responsável por ampliar e diminuir a distribuição da lâmina de acordo com sua rotação, afetando na uniformidade, que não pode ser considerada igual para ambos os lados e centro. Com o aumento da pressão para 25 PSI, conforme mostra a Figura 11, a formação de gotas menores aumenta a uniformidade de distribuição das lâminas precipitadas, tanto em relação aos coletores de uma mesma linha, quando comparado entre linhas (L1, L2 e L3).

#### 4.2. PERFIL TRIDIMENSIONAL DE DISTRIBUIÇÃO

Foi possível elaborar as superfícies tridimensionais de lâmina aplicada com a utilização do software Surfer, muito utilizado em geoprocessamento de dados e bastante útil ao informar o comportamento da distribuição em torno do eixo. A metodologia utilizada para interpolação de dados dentro do software foi a krigagem, utilizando um espaçamento entre pontos da malha de aproximadamente 1 metro.

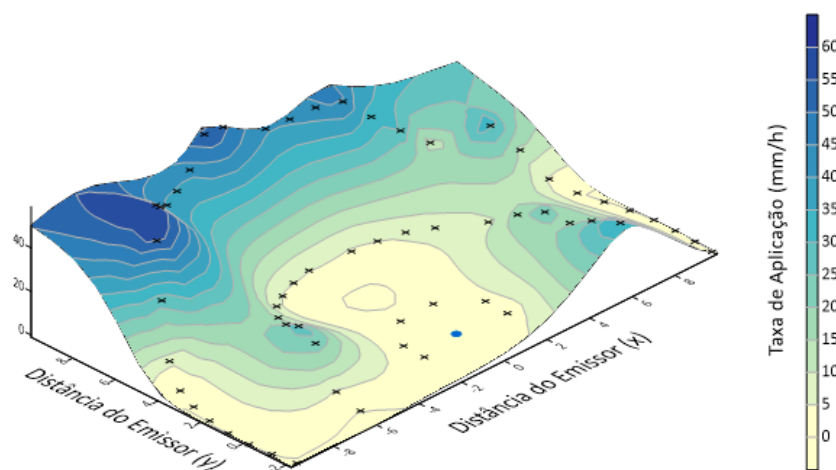
Figura 10. Realização da Krigagem pelo Surfer, adotando aproximadamente 1 metro entre pontos da malha.



Fonte: O Autor (2022)

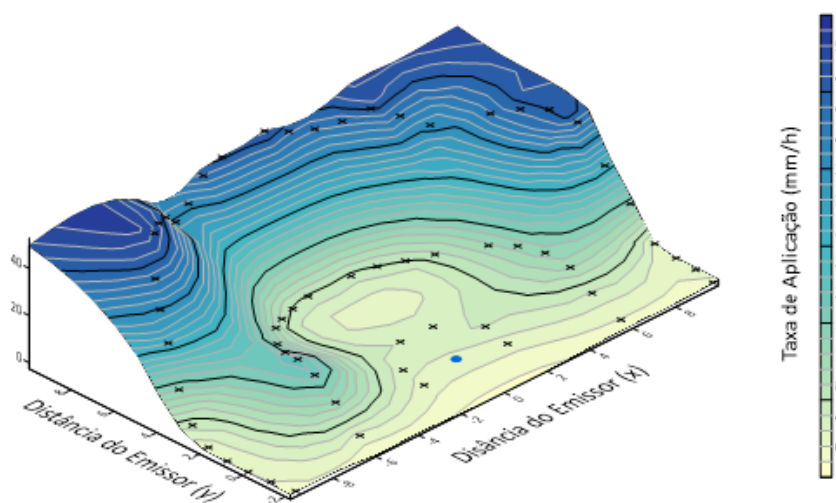
Nas análises de distribuição tridimensionais realizadas no Surfer, percebemos o comportamento do R55i VT com a relação “ângulo x alcance”. Nesse caso, distribuição da lâmina aplicada é totalmente diferente para as linhas centrais e laterais, como observado nas Figuras (13, 14, 15 e 16), de fato o ângulo de giro é maior que  $180^\circ$ . Como observado nos ensaios, o volume coletado nas bordas, acima do ângulo de  $180^\circ$  é próximo de zero, entre os raios 6 e 10.

Figura 11. Distribuição tridimensional de lâmina aplicada do bocal roxo com pressão de 15 PSI.



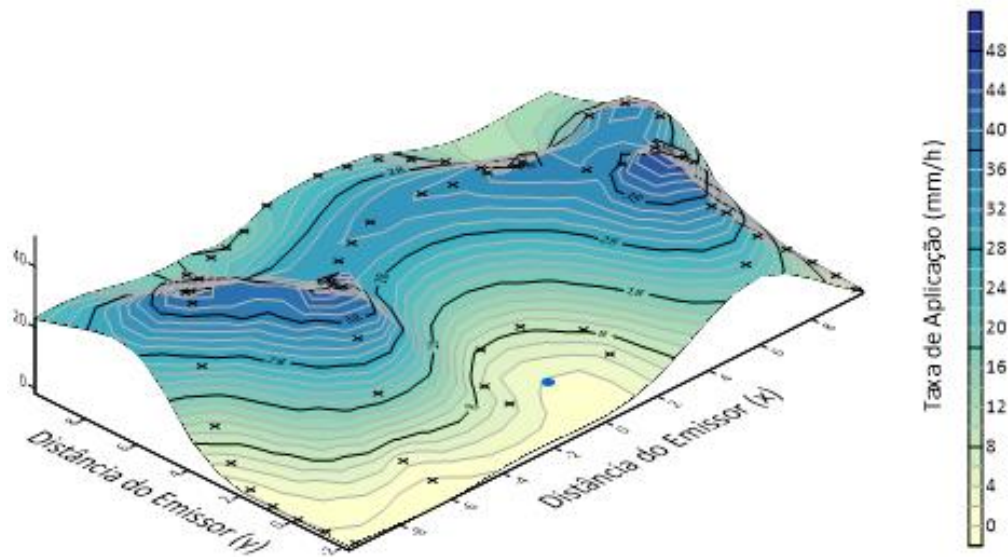
Fonte: Autor (2022)

Figura 12. Distribuição tridimensional de lâmina aplicada do bocal roxo com pressão de 25 PSI.



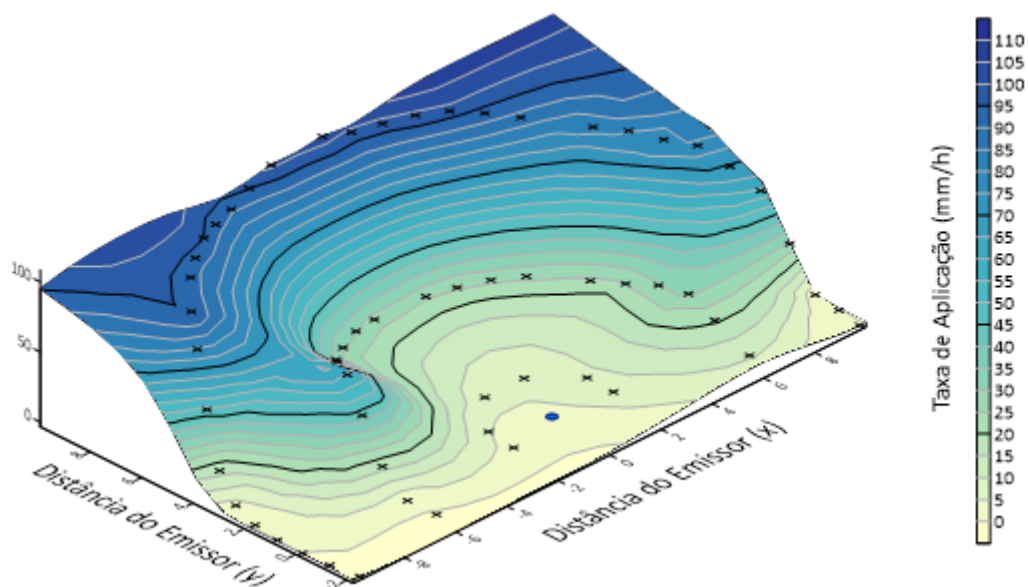
Fonte: Autor (2022)

Figura 13. Distribuição tridimensional de lâmina aplicada do bocal amarelo com pressão de 15 PSI.



Fonte: Autor (2022)

Figura 14. Distribuição tridimensional de lâmina aplicada do bocal amarelo com pressão de 25 PSI.



Fonte: Autor (2022)



## 5. CONCLUSÃO

O emissor R55i VT tem condições de operação desfavoráveis quando está parado, assim como operando individualmente. Porém, não pode ser considerado um problema para o emissor, uma vez que não foi desenvolvido para trabalhar nestas condições, e sim para o uso em movimento no final da lateral de um pivô central, em conjunto ou não com um canhão final.

Percebe-se através das análises tridimensionais, que o alcance é afetado pelo ângulo de giro do emissor, sendo que este é maior que  $180^\circ$ , e que o alcance sofre uma grande queda, nos coletores da borda do maior raio, principalmente do lado esquerdo da distribuição tridimensional.

A geometria do perfil mais indicada para representar o emissor, seria o perfil do tipo “doughnut”, que é derivado de condições operacionais de baixas pressões de serviço. Percebemos que quanto mais se aumenta a pressão a forma geometria tende a mudar para um perfil elíptico.

As análises demonstram que, tanto o bocal amarelo, quanto o bocal roxo, a distribuição da Lâmina precipitada ao longo do perfil radial melhora com o aumento da pressão. Outro fator importante, é que a variação do perfil radial ocorre em relação a posição, vendo que linhas de coletores de mesma distância tem distribuições de água diferentes, atentando-se que o lado esquerdo, é o mais prejudicado por essa diferença na distribuição. Esse último ponto se torna irrelevante, por conta da operação desse emissor ser em movimento conforme o pivô anda.

## 6. BIBLIOGRAFIA

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil); IBGE **Uso da água na agricultura de sequeiro no Brasil (2013- 2017)** Brasília: ANA, 2020.

AGENCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL (ADASA) **Mapa de áreas irrigadas para fins agrícolas no Distrito Federal em 2020** Disponível em: Acesso em: 15 set 2020

ALVES, JOSE **Viabilidade econômica da irrigação por pivô central nas culturas de soja, milho e tomate** Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), 2017 Disponível em: <<https://pap.emnuvens.com.br/pap/article/view/pap.2017.011>>

ANDRADE JUNIOR, A. S. de; RODRIGUES, B. H. N.; BASTOS, E. A.; SILVA, C. R. da **Seleção de Métodos e Avaliação do Desempenho de Sistemas de irrigação Pressurizados.**

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/36002/1/Doc109.pdf>

BERNARDO, S. **Manual da Irrigação** 8 Ed Viçosa UFV, Imprensa Universitária, 2011 625 p

R55 End of Pivot Sprinklers. **Nelson Irrigation**, 2022. Disponível em: <<https://nelsonirrigation.com/products/end-of-pivot-products/r55-end-of-pivot-sprinklers>>.

Acesso em: ago. de 2022

**Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil (1985-2017)** Brasília: ANA & Embrapa, 2019

OLIVEIRA, H F E ; COLOMBO, A ; FARIA, L C ; PRADO, G **Efeitos da velocidade e da direção do vento na uniformidade de aplicação de água de sistemas autopropelidos** Revista de Engenharia, v 32, p 669-678, 2012

PRADO, G **Aplicativo computacional para simulações da distribuição de água pelo aspersor PLONA-RL300 em sistemas autopropelidos de irrigação** Lavras: UFLA, 2004, 86p Dissertação Mestrado

PRADO, G ; COLOMBO, A **Interpolação de perfis radiais de distribuição de água de aspersores** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v 17, n 4, p 355-361, 2013

ROCHA, F A ; PEREIRA, G M ; ROCHA, F S ; SILVA, J O **Análise da uniformidade de distribuição de água de um equipamento autopropelido** Irriga, Botucatu, SP v 10, n 1, p 96- 106, 2005

RODRIGUES, L N, PRUSKI, F , SILVA, E M **PROCEDIMENTO PARA ESTIMATIVA DE INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO MÁXIMA ADMISSIVEL EM PIVÔ CENTRAL COM BASE NAS CARACTERISTICAS DO EQUIPAMENTO E DO SOLO** Embrapa, julho 2003

THIAGO TEIXEIRA; COLOMBO, A **SIMULAÇÃO DA UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO DE ÁGUA DE UM ASPERSOR DO TIPO CANHÃO HIDRÁULICO EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO** Lavras: UFLA, 2017, 86p Dissertação Mestrado