

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

GUSTAVO GUILHERME ZÜGE

**ANGULAÇÃO DAS ALETAS DE ROTORES UTILIZADOS PARA
DISTRIBUIÇÃO A LANÇO DE UREIA**

CERRO LARGO
2021

GUSTAVO GUILHERME ZÜGE

**ANGULAÇÃO DAS ALETAS DE ROTORES UTILIZADOS PARA
DISTRIBUIÇÃO A LANÇO DE UREIA**

Trabalho de conclusão do curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma

**CERRO LARGO
2021**

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Züge, Gustavo Guilherme
Angulação das aletas de rotores utilizados para
distribuição a lanço de uréia. / Gustavo Guilherme Züge.
-- 2021.
f.

Orientador: Doutor em Engenharia Agrícola Marcos
Antonio Zambillo Palma

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2021.

1. Adubadora, coeficiente de variação, distribuição
transversal. I. Palma, Marcos Antonio Zambillo, orient.
II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

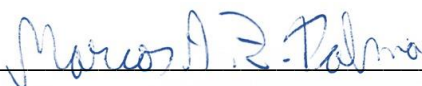
GUSTAVO GUILHERME ZÜGE

**ANGULAÇÃO DAS ALETAS DE ROTORES UTILIZADOS PARA
DISTRIBUIÇÃO LANÇO DE UREIA**

Trabalho de conclusão do curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 12/05/2021

BANCA EXAMINADORA



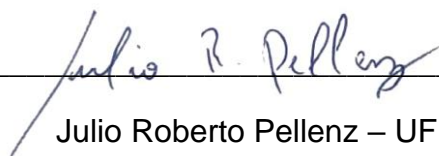
Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma – UFFS

Orientador



Prof. Dr. Décio Adair Rebellatto da Silva – UFFS

Avaliador



Julio Roberto Pellenz – UFFS

Avaliador

RESUMO

A agricultura vem modernizando-se e aumentando a sua produção no decorrer das últimas décadas, devido a maiores investimentos e pesquisas na área. Desta forma, visando o aumento da produção e da rentabilidade das lavouras, deve-se aplicar os fertilizantes corretos, no momento necessário, na dose adequada e de maneira uniforme na lavoura, especialmente tratando-se de fertilizantes nitrogenados a lanço, como a ureia, em que o aporte de nitrogênio não deve ser feito totalmente no momento da semeadura. O trabalho foi conduzido no município de Santa Rosa, na localidade de Rincão dos Souza, e utilizou-se 5 diferentes posições das aletas presentes no rotor para os tratamentos. O objetivo foi determinar o coeficiente de variação em diferentes posições das aletas presentes nos rotores utilizados para distribuição de uréia a lanço. Os resultados indicam que o menor ângulo das aletas proporciona uma distribuição mais uniforme da uréia.

Palavras chave: Adubadora, coeficiente de variação, distribuição transversal .

ABSTRACT

Agriculture has been modernizing and increasing its production over the last decades, due to greater investments and research in the area. In this way, to aiming the increase in production and profitability of crops, the correct fertilizers must be applied, at the necessary time, in the correct dose and uniformly in the crop, especially in the case of haul nitrogen fertilizers, such as urea, in which the nitrogen supply should not be done entirely at sowing time. This work was carried out in the locality of Rincão dos Souza of Santa Rosa, and used 5 different positions of the fins present in the rotor for the treatments. The aims was to determine the coefficient of variation in different positions of the fins present in the rotors for the distribution of haul ureia. The results indicate that the smaller angle of the fins offers a more uniform distribution of urea.

Keywords: Fertilizer, coefficient of variation, cross-sectional distribution

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1	FERTILIZANTES.....	10
2.1.1	Importância da Adubação.....	10
2.1.2	Eficiência da Adubação.....	11
2.1.3	Características dos Fertilizantes.....	12
2.1.3.1	Granulometria.....	13
2.1.3.2	Ângulo de Repouso.....	14
2.1.3.3	Densidade.....	15
2.1.3.4	Umidade.....	15
2.2	MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA.....	15
2.2.1	Adubadoras.....	16
2.2.2	Avaliação de Dosadores a Lanço.....	18
2.2.3	Fatores que Interferem na Distribuição a Lanço.....	20
2.3	METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO.....	21
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1	LOCAL DO EXPERIMENTO.....	22
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	22
3.3	TRATAMENTOS.....	22
3.4	EQUIPAMENTOS E MATERIAL.....	23
3.4.1	Trator e Distribuidor Centrífugo.....	23
3.4.2	Fertilizante Utilizado.....	24
3.4.3	Bandejas.....	26
3.5	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS.....	27
3.6	REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	27
3.7	AVALIAÇÃO.....	29
4	RESULTADOS OBTIDOS.....	30
4.1	CARACTERÍSTICAS DO FERTILIZANTE.....	30
4.1.1	Granulometria.....	30
4.1.2	Ângulo de repouso.....	30
4.1.3	Densidade.....	30
4.1.4	Umidade.....	31

4.2	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS.....	31
4.3	PERFIL DA DISTRIBUIÇÃO DA UREIA.....	32
4.3.1	Posição 1 (tratamento 1).....	32
4.3.2	Posição 2 (tratamento 2).....	35
4.3.3	Posição 3 (tratamento 3).....	38
4.3.4	Posição 4 (tratamento 4).....	41
4.3.5	Posição 5 (tratamento 5).....	45
5	CONCLUSÃO.....	48
	REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

É notório que no decorrer das últimas décadas, a agricultura teve um grande avanço, tanto na expansão de novas áreas, como no avanço de tecnologias, o que propicia um aumento significativo da produtividade. De acordo com a Embrapa (2018), entre 1975 e 2017, a produção de grãos, que era de 38 milhões de toneladas, cresceu mais de seis vezes, atingindo 236 milhões, enquanto a área cultivada apenas dobrou. Ou seja, observa-se um crescimento significativo da produtividade agrícola no Brasil, o que leva a um aproveitamento com mais eficiência das áreas agricultáveis do país.

O incremento em pesquisa e desenvolvimento tende a aumentar a equipe capacitada para a geração de conhecimento e tecnologia (pesquisadores e doutores), o que pode afetar positivamente o volume de publicações e de patentes (RATHMANN, et. al. 2006). Esse aumento no número de tecnologias disponibilizadas, pode ser observado em todos os setores agrícolas. Dentre elas, observam-se as tecnologias ligadas com a fertilidade do solo, como o incremento de novas formas de fertilizantes e o uso de novas tecnologias para desenvolvimento de novas máquinas, a fim de distribuir de maneira uniforme esses fertilizantes, pois sabe-se que essa reposição de nutrientes extraídos pelas plantas e/ou a correção de solo, é fundamental para um bom rendimento agrícola.

Para que as metas de rendimento agrícola de uma área sejam alcançadas, devem-se utilizar os insumos apropriados e na dosagem indicada. No entanto, além dos insumos corretos e dosagem adequada, deve-se realizar a distribuição de maneira uniforme. Haverá comprometimento no rendimento das colheitas e os desperdícios de fertilizantes, que se tornam pouco eficientes. (MOLIN; MAZZOTI, 2000).

O mecanismo distribuidor é de suma importância, pois através deste tem-se a oportunidade de propor os ajustes necessários para obter uma boa distribuição dos fertilizantes. De acordo com Srivastava et al. (1993 apud BAIO et.al. 2012), na avaliação do desempenho de um distribuidor centrífugo, um dos critérios mais importantes é a uniformidade de distribuição. Segundo Milan & Gadanha Junior (1996, apud MOLIN; MAZZOTI 2000), os principais ensaios para caracterizar o desempenho de uma máquina, são os de uniformidade de distribuição transversal, a

distribuição longitudinal e a regularidade de vazão.

Portanto, o objetivo é determinar o coeficiente de variação de acordo com a distância entre passadas e em diferentes ângulos das aletas presentes no rotor utilizado para distribuição de ureia em adubadoras a lanço.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 FERTILIZANTES

Os fertilizantes e corretivos agrícolas são os insumos mais importantes, em termos percentuais, para aumentar a produtividade das culturas. (ANDA, 2000).

Conforme escreve Molin e Mazzoti (2000), uma das mais importantes técnicas para se incrementar ou manter o rendimento agrícola, é a correta utilização e distribuição de corretivos e fertilizantes nas áreas de cultivo, corrigindo o solo ou lhe retornando os nutrientes exportados pelas culturas.

2.1.1 Importância da Adubação

A adubação pode ser definida como a adição de elementos (nutrientes) de que a planta necessita para viver, com a finalidade de obter colheitas compensadoras de produtos de boa qualidade nutritiva ou industrial, provocando-se o mínimo de perturbação no ambiente. Em resumo, sempre que o fornecimento dos nutrientes pelo solo (reservatório) for menor que a exigência da cultura, torna-se necessário recorrer ao uso de adubos. (FAQUIN, 2005).

De acordo com o que escreve Reetz (2016), o uso adequado de fertilizantes minerais é um dos principais fatores para promover a segurança alimentar global nos tempos atuais. Nesse sentido, Reetz (2016, pag 18) destaca que

mais de 48% dos 7 bilhões de pessoas hoje, estão vivendo por causa do aumento da produção das culturas obtido pela aplicação de fertilizantes nitrogenados. A extensão pela qual a produção mundial de alimentos depende do uso de fertilizantes irá, inevitavelmente, aumentar no futuro.

A adubação nitrogenada, é de suma importância, pois conforme Mendes (2007), o nitrogênio geralmente é exigido em grandes quantidades pelos vegetais, encontrando-se em concentrações que variam de 1 a 5 decagrama/quilo da matéria

seca.

É notório que desta forma, pode-se perceber a importância da adubação para a evolução agrícola, bem como seu uso para um melhor aproveitamento das áreas disponíveis, destacando-se o Nitrogênio, cujo qual será fonte para avaliar a uniformidade da distribuição ofertada pelo distribuidores centrífugos, pois Mendes (2007) ainda escreve que

na ausência desse elemento, o principal processo bioquímico afetado na planta é, justamente, a síntese protéica, com consequências no seu crescimento. O amarelecimento ou clorose das folhas mais velhas, como sintoma de deficiência de N, decorre da inibição da síntese de clorofila. Plantas com excesso de N apresentam folhas de coloração verde escura, com folhagem suculenta, tornando-a mais susceptível às doenças e ataque de insetos ou déficits hídricos.

2.1.2 Eficiência da Adubação

A adubação desequilibrada pode resultar em perdas econômicas e ambientais, ressaltando-se que a maioria dos insumos é derivada de fontes não renováveis, cuja crescente demanda e escassez de reservas têm elevado seus custos ao longo dos anos (SANTOS et al., 2012).

Para uma adubação eficiente, deve-se observar alguns princípios. Conforme Alcarde et. al. (1998), o sucesso de uma adubação depende de uma série de fatores, direta e indiretamente ligados. Existem segundo Alcarde et. al. (1998), 6 fatores ligados a eficiência da adubação:

Qualidade dos Fertilizantes: são numerosas as características apresentadas pelos fertilizantes que têm relação com a sua qualidade, tais como consistência dos grânulos, segregação, fluidez, higroscopicidade, empedramento, estado físico, número, forma química e concentração de nutrientes e solubilidade, cabendo ao profissional eleger as melhores características de qualidade devem em função das condições em que o produto vai ser usado.

Solo: as características físicas, químicas, físico-químicas e orgânicas do solo influem de maneira decisiva na eficiência dos adubos, cabendo assim o conhecimento de cada fator, para tomar as melhores decisões de manejo. O

conhecimento de todas essas características de um determinado solo é obtido através da análise física e química.

Recomendação equilibrada, qualitativa e quantitativa: na prática da adubação é amplamente conhecida a famosa “lei do mínimo” de Liebig, isto é, a produção fica limitada pelo nutriente que se encontra em menor disponibilidade. Portanto, a recomendação da adubação deve contemplar as espécies de nutrientes necessárias e a sua quantidade.

Época de aplicação: produtos de baixa solubilidade devem ser aplicados com antecedência para que tenham oportunidade de se dissolverem. Produtos solúveis deveriam ser aplicados nas fases de sua maior exigência pela cultura, uma vez que, no solo, podem ficar sujeitos a perdas. Importante salientar o parcelamento da aplicação, como no caso do nitrogênio.

Forma de aplicação ou localização: diz respeito a forma de como o fertilizante deve ser aplicado, bem como a localização de aplicação, a lanço ou incorporada.

Uniformidade da distribuição: a dose de adubo recomendada deve ser distribuída uniformemente por toda a área, observada a forma de aplicação indicada. Isso depende da qualidade dos equipamentos aplicadores, da sua regulagem e operacionalidade corretas, mas depende também de alguns aspectos de qualidade do fertilizante, como segregação, higroscopicidade, empedramento e fluidez.

2.1.3 Características dos Fertilizantes

De acordo com Brondani (2013), para os fertilizantes, as características químicas, físicas e químico-físicas devem ser levadas em consideração quando discutem-se aspectos relacionados a tecnologia de aplicação. Molin et. al. (2009) afirmam que as características físicas, basicamente, definem a qualidade de distribuição dos fertilizantes. A ANDA (2000) ainda escreve que

para os fertilizantes, as características são de natureza física (estado físico, granulometria, consistência, fluidez e densidade), de natureza química (número de nutrientes, forma química dos nutrientes e concentração de nutrientes e compostos nocivos aos vegetais) e de natureza físico-química (solubilidade,

higroscopicidade, empedramento e índice salino).

2.1.3.1 Granulometria

Segundo Luz et. al.(2010 apud BRONDANI 2013, pag. 22), a granulometria dos fertilizantes é avaliada por peneiras e divididas de acordo com o diâmetro das partículas. Além disso, seu formato também é importante e a forma granulada é a mais comum e também a que apresenta melhor desempenho, considerando os aspectos de fluidez, higroscopicidade e empedramento, pois implica em menor superfície de contato e exposição ao meio. Em decorrência da composição granulométrica, os fertilizantes sólidos podem apresentar segregação, que é a separação das partículas componentes de uma mistura por ordem de tamanho e densidade, sendo essa potencializada pela desuniformidade do produto. A segregação pode ocorrer tanto durante o transporte e manuseio do produto quanto na sua aplicação no campo, podendo ocorrer variações de dosagens e teores de nutrientes ao longo da faixa de aplicação.

Para a análise dos fertilizantes minerais sólidos, deve-se primeiramente retirar uma amostra, homogeneizar e reduzir por quarteação até obter uma quantidade de aproximadamente 250 g. Dividir esta quantidade, por quarteação, em duas frações iguais. Uma delas será utilizada na análise granulométrica e outra na análise química. (MAPA, 2017)

Para a análise granulométrica, deve-se pesar integralmente a fração da amostra reservada, com precisão de 0,01 g, e transferi-la para um conjunto de peneiras, encaixadas umas sobre as outras, em ordem crescente de abertura de malha, ficando a de malha maior acima (MAPA, 2017). Para fertilizantes granulados e mistura de grânulos, deve-se ter peneiras com abertura de malha 4,80 mm, 2,00 mm e 1,00mm, conforme observa-se na Tabela 1:

Tabela 1- Peneiras conforme a Natureza Física dos Fertilizantes

Natureza física do fertilizante	Peneiras (abertura da malha)
Granulado e mistura de grânulos	4,80 mm, 2,0 mm e 1,0 mm
Microgranulado	2,8 mm e 1,0 mm
Pó	2,0 mm, 840 µm e 300 µm
Farelado	4,80 mm, 2,8 mm e 840 µm

Fonte: Adaptado de MAPA (2017)

No procedimento, deve-se tampar, fixar as peneiras no agitador mecânico e agitar durante 10 minutos. Pesá cada peneira e o fundo, e calcular a fração nelas retida; em seguida, calcular o percentual em massa do material passante em cada peneira.

2.1.3.2 Ângulo de repouso

Conforme Chukwu e Akande (2007 apud FERREIRA, 2019, pag 21) quando partículas são derramadas sobre uma superfície plana, uma pilha cônica é formada e o ângulo entre a altura inclinada e a base do cone é conhecido como ângulo de repouso.

A definição do ângulo de repouso está associada a aplicações específicas e ao comportamento correspondente (ou seja, fluidez, atrito, etc.). Portanto, a finalidade de estudar e determinar o ângulo de repouso de qualquer material granular deve ser pré-determinada para que uma definição apropriada e relevante possa ser adotada no contexto desses objetivos. (BEAKAWI e BAGHABRA, 2018)

Para medição do ângulo de repouso, existem segundo Beakawi e Baghabra (2018), 5 métodos mais utilizados, sendo eles: método do plano inclinado, método de funil fixo, método de cilindro/tambor rotatório, método do cilindro oco e método do cilindro inclinado.

O ângulo de repouso é um importante parâmetro de projeto para equipamentos diversos. Tal ângulo é utilizado ainda para inferir o grau de fluidez do fertilizante. (FERREIRA, 2009)

2.1.3.3 Densidade

Densidade é a característica dos fertilizantes que relaciona massa e volume do produto, sendo importante no dimensionamento de áreas de armazenamento e de embalagens. (SILVA; LOPES; 2005)

Para a caracterização dos produtos é necessária a medição da densidade. Amostras de cada produto devem ser retiradas, e assim, percebe-se que a relação entre a massa obtida e o volume do recipiente fornecem a densidade do produto (HACHUY, 2008).

De acordo com Luz et. al. (2010), ocorre uma variação expressiva no perfil de distribuição em função da densidade. Partículas com maior diâmetro e maior densidade, são impulsionadas a uma distância maior. Partículas com diâmetro menor e menos densas, são impulsionadas a uma distância menor.

2.1.3.4 Umidade

De acordo com Alcarde et. al. (1998), para cada fertilizantes simples, ou mistura, há um máximo de umidade relativa do ambiente (umidade relativa crítica) a que o produto pode ser exposto sem absorver umidade.

Numerosos são os inconvenientes de um fertilizante úmido ou que apresente forte tendência para tal: queda no teor de nutrientes, dificuldade de manuseio e de distribuição, diminuição da resistência das partículas, aderência nos condicionadores, além da umidade ser a principal responsável pelo empedramento dos fertilizantes. (ALCARDE et. al., 1998).

2.2 MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA

A mecanização teve início durante a revolução industrial, que foi uma

transição para novos processos de manufatura no período entre 1760 a algum momento entre 1820 e 1840, em que o homem passou a deixar de utilizar métodos de produção artesanais e começou a se importar com métodos de produção por máquinas. Mas, antes deste evento, até o século XVIII, os instrumentos agrícolas ainda eram rudimentares. Com a população mundial aumentando, e cada vez demandando mais alimento, foi visto que era necessário aumentar a produtividade agrícola para suprir a necessidade de subsistência mundial, desta e das futuras gerações (CARPENAZZI et. al., 2016).

Ainda de acordo com o que escreve Vian et. al. (2013), o surgimento das máquinas e implementos para a agricultura no século XIX possibilitou ganhos de produtividade agrícola e do trabalho, mudando definitivamente a trajetória das técnicas de produção e elevando a oferta de produtos agrícolas no mundo. Por outro lado, este processo reduziu a necessidade de envolvimento de mão de obra na produção agrícola.

2.2.1 Adubadoras

Esses distribuidores podem ser acoplados a tratores por meio de engate três pontos em caso de máquinas montadas ou pela barra de tração, quando o distribuidor for de arrasto. Atualmente existem no mercado também equipamentos autopropelidos, destinados a grandes áreas (BRONDANI, 2013).

De acordo com Molin (2002), o dosador, como o nome indica, tem a função de dosar a quantidade pré-selecionada de produto, ou seja, ele define a vazão de produto que sai do reservatório. Dessa forma, Molin (2002, pag 12) ainda destaca que

o mecanismo distribuidor é um conjunto de elementos que tem por objetivo espalhar o produto oriundo do dosador. Por se tratar do principal mecanismo das aplicadoras, responsável pela faixa de deposição ou aplicação, o mecanismo distribuidor é um critério normalmente usado para agrupar os equipamentos para qualquer finalidade de análise.

Os dosadores conforme Brondani (2013) podem ser classificados de acordo

com o tipo de funcionamento:

Dosadores gravitacionais (Figura 1): utilizam a força da gravidade para promover e controlar o fluxo das partículas sólidas que escoam do depósito para o mecanismo dosador.

Figura 1- Dosador gravitacional de um distribuidor centrífugo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Dosadores volumétricos: operam, liberando, continuamente, um determinado volume de produto retirado do reservatório e colocando no mecanismo distribuidor.

Ainda de acordo com Brondani (2013), o mecanismo distribuidor pode ser classificado em:

Queda livre: equipamentos com mecanismo que libera certa quantidade de produto a determinada altura do solo, normalmente denominados “distribuidores de rastilho”. O produto liberado pelo dosador gravitacional é lançado ao solo em queda livre, sendo depositado em linhas (rastilhos).

Inércia (pendular): equipamentos que distribuem o produto dosado através de movimento pendular; possuem um tubo horizontal cujo movimento oscilante horizontal determina o caminhamento das partículas, ao longo de seu comprimento, pela ação da inércia e o lançamento em arco.

Força centrífuga (Figura 2): equipamentos que se caracterizam por utilizar um ou dois rotores (discos) horizontais, com aletas fixas ou não, para o lançamento radial do produto.

Figura 2- Mecanismo distribuidor por força centrífuga com dois discos.



Fonte: Esalq (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz)

2.2.2 Avaliação de Dosadores a Lanço

Alguns ensaios têm sido realizados para caracterizar o desempenho de máquinas de aplicação a lanço, dentre os quais o ensaio de uniformidade de distribuição transversal pode ser considerado um dos mais trabalhosos, demandando maior quantidade de tempo, tanto na coleta de dados quanto na análise dos resultados. Este ensaio é realizado com a disposição no campo de vários coletores padronizados, que se destinam a recolher o produto distribuído naquela área. As quantidades obtidas em cada coletor são pesadas, obtendo-se assim a curva de distribuição transversal do produto (MOLIN et. al., 2002).

O Coeficiente de Variação (CV%), segundo Molin et. al. (2008), é um parâmetro muito utilizado para medir disparidades em dados. É calculado pelo desvio padrão dividido pela média dos valores coletados. Assim sendo, nos diz qual

a variação na quantidade de produto acumulada dentro de cada largura que se está simulando. Dessa forma, quanto maior for o valor do CV%, maior será a variação na quantidade do produto acumulado nos coletores após as devidas sobreposições em função da largura de trabalho simulada ou assumida. (MOLIN et. al., 2008).

Diversos autores tem destacado valores de coeficiente de variação que podem servir como referência para a uniformidade de distribuição. Conforme Pimentel e Garcia (2002) citam que para trabalhos a campo, pode-se considerar: Baixo, se inferior a 10%, médios, quando de 10 a 20%, altos, quando de 20 a 30% e muito altos, acima de 30%. Weiss (1986) considera um grau de uniformidade muito bom com valores de CV até 10%, bom até 20%, regular até 33% e pobre acima de 33%. Por outro lado, Dallmayer (1986 apud FARRET, 2005, pag 19) relata que a Sociedade de Agricultura Alemã não reconhece distribuidores centrífugos que apresentam um perfil transversal com valores de coeficiente de variação superior a 12,5%.

Para avaliar o desempenho de máquinas aplicadoras de produtos a lanço, Molin (2009) desenvolveu um modelo computacional – Adulanço 3.0. A avaliação consiste na análise de distribuição transversal, a partir dos resultados de ensaio onde é produzida a curva de distribuição transversal e o cálculo de coeficiente de variação para as larguras efetivas simuladas.

No estudo de Farret (2005), que trabalhou com distribuidor centrífugo, conclui pelas discussões dos resultados referentes à determinação da regularidade de distribuição transversal e à avaliação do perfil transversal de distribuição, que: tanto para a aplicação de calcário como de aveia com o distribuidor centrífugo, o aumento da vazão associado à posição adiantada das aletas no disco pode proporcionar maiores larguras de aplicação com adequada uniformidade de distribuição. Tal condição atribui ao conjunto maior capacidade de campo operacional. A grande vantagem dessa regulagem seria para aplicação de produtos constituídos por partículas maiores ou mais pesadas, com suficiente grau de uniformidade, pois em distâncias maiores de lançamento partículas menores e mais leves ficam a mercê da ação do vento.

Ainda Werner et. al. (2007), destacaram o desempenho de um conjunto formado por um trator agrícola da marca Massey Ferguson, modelo 5320 e um distribuidor centrífugo de sólidos da marca Stara-Sfil, modelo Tornado 1300, na aplicação de fertilizante NPK. Concluíram que os coeficientes de variação com as

aletas grandes na posição 3 e pequenas na posição 4, pode-se recomendar o equipamento para larguras entre 20,5 e 22,5 m nos dois circuitos de aplicação sem que o CV aumente para valores acima dos 15%. Concluíram ainda que nas escalas do sistema dosador, largura de trabalho determinada e nas velocidades selecionadas, pode-se variar as taxas de aplicação entre 104 e 461 kg por hectare para o fertilizante utilizado. Ainda segundo Werner et. al. (2007), a variação da velocidade pode ser utilizada para alterar as taxas de aplicação de fertilizantes a lanço.

No estudo realizado por Molin e Menegatti (2003), trabalhando com o fertilizante nitrogenado “ureia”, concluíram que a largura efetiva não foi afetada pela dose aplicada de 50 a 250 kg/ha na largura efetiva nominal de 24 metros. Nestes tratamentos, obteve-se os melhores resultados com valores de coeficiente de variação abaixo de 15%. No tratamento com largura efetiva nominal de 18 metros, os resultados demonstraram que a máquina não pode ser operada em sistema de percurso contínuo sem que o CV da aplicação ultrapasse o limite preestabelecido de 15%.

2.2.3 Fatores que Interferem na Distribuição a Lanço

A distância horizontal pela qual as partículas são lançadas é afetada pelo tamanho de partícula, densidade, forma, padronização e velocidade de rotação dos discos. As principais características dos discos que afetam a distribuição dos produtos são o formato e o ângulo das aletas e o diâmetro, a rotação, a altura dos discos e o ponto de queda do fluxo sobre os discos. (BAIO et. al., 2012)

Vários fatores influem na uniformidade de aplicação de corretivos e fertilizantes em uma área como, por exemplo, o tipo de máquina utilizada (mecanismo dosador e mecanismo distribuidor), o tipo de insumo aplicado, a velocidade de aplicação e largura útil de trabalho (MOLIN e MAZZOTTI, 2000).

Para ensaios serem realizados com condições meteorológicas ideais, deve-se ter a ausência de chuva, umidade relativa do ar inferior a 80% e velocidade máxima do vento inferior a 2,0 m/s (7,2 km/h). O vento afeta a distância e, conseqüentemente, o padrão de distribuição (BAIO et. al., 2012).

O experimento deve ser feito quando a velocidade do vento for inferior a 8 km/h a uma altura de 1,5 m acima do solo. (ASAE, 1996).

2.3 METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO

São referidas duas normas que padronizam os tipos de coletores usados na realização de ensaios de distribuição transversal: ASAE S341. 2 (ASAE; 1996) e ISO 5690/1 (ISO, 1985). Ainda segundo Hachuy (2008), ambas estabelecem as condições do ensaio, do equipamento a ser ensaiado, do produto e da metodologia para a coleta de dados. (HACHUY, 2008)

Os testes devem ser executados com o reservatório nivelado entre 40% e 50% da capacidade. Para a coleta, deve-se utilizar as bandejas padronizadas. A largura de cada bandeja coletora não deve exceder 10% da largura efetiva da faixa de aplicação. O comprimento deve ser igual ou superior à largura, com um comprimento mínimo de 30 cm. A espessura máxima da parede dos lados da bandeja deve ser de 2,3 mm. Para diminuir a possibilidade de partículas ricochetear nas bandejas, cada bandeja deve ser dividida em compartimentos. O tamanho mínimo dos compartimentos deve ser de 5 cm por 5 cm. (ASAE, 1996)

O espaçamento das bandejas deve ser uniforme, exceto que as bandejas podem ser reorganizadas ou omitidas para permitir a passagem do espalhador e das rodas do trator. Durante todos os testes, as partes superiores das bandejas não devem estar mais do que 10 cm acima do nível do solo com o espalhador na posição normal de operação. As unidades acionadas por tomada de força devem ser operadas na velocidade especificada pelo fabricante do espalhador (ASAE, 1996).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado no ano de 2021, no município de Santa Rosa, na localidade denominada Rincão dos Souza. A área está situada entre as coordenadas geográficas: 27°58'05.2"S e 54°29'13.7"W. A altitude média é de 273 metros.

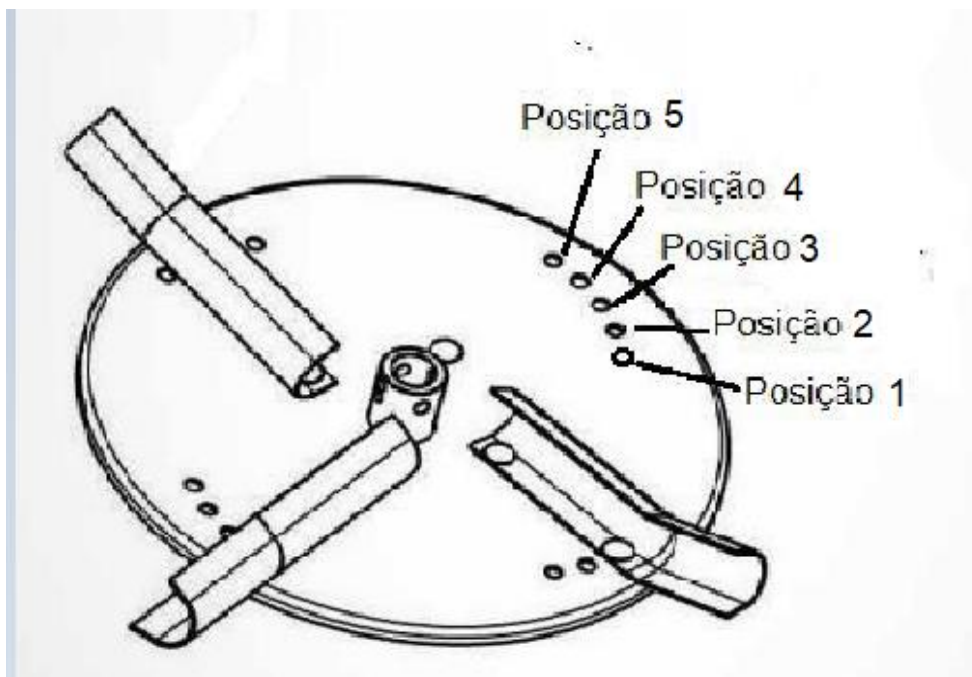
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), pois as unidades experimentais são homogêneas. Foram utilizados 5 tratamentos e 4 repetições, totalizando 20 unidades experimentais.

3.3 TRATAMENTOS

Os tratamentos utilizados foram 5 opções de regulagens das aletas presentes no rotor do distribuidor centrífugo, conforme observa-se na Figura 3.

Figura 3- Rotor do distribuidor centrífugo com as 5 posições disponíveis para regulagem.



Fonte: Adaptado de Manual Rotax 650 MD.

Os tratamentos obedeceram a ordem da regulagem conforme apresentado na Figura 3, ou seja, tratamento 1 para a posição 1; tratamento 2 para a posição 2; tratamento 3 para a posição 3; tratamento 4 para a posição 4 e o tratamento 5 para a posição 5.

Conforme a ASAE (1996), o coeficiente de variação (CV%) deve ser usado para determinar e expressar a uniformidade da distribuição das aplicações. Além disso, o espalhador deve ser preenchido no dia do teste, com 50% da capacidade. Deve ser operado por um período suficiente para o fluxo estabilizar, utilizando-se uma distância de 10 m.

3.4 EQUIPAMENTOS E MATERIAL

3.4.1 Trator e Distribuidor Centrífugo

O trator utilizado para realizar-se o experimento foi um trator agrícola marca John Deere®, modelo 5600e, com 57,3 kw. Para avaliação foi utilizada a marcha 3

do grupo B, que corresponde a velocidade de 8 km/h. A rotação foi de 2090 rpm, que corresponde a 540 rpm do eixo da TDP.

O distribuidor centrífugo utilizado foi da marca Industrial KF®, modelo Titan 600L, acoplado no engate três pontos do trator, acionado pela tomada de potência. Conforme o fabricante, o equipamento possui agitador central, garantindo um fluxo contínuo do produto, e a largura efetiva de trabalho é de 6 a 18 m, dependendo do peso específico do produto.

3.4.2 Fertilizante Utilizado

Para a realização do ensaio foi utilizado o fertilizante nitrogenado “ureia”, com concentração de 46% de nitrogênio.

As características físicas granulometria, densidade, umidade e o ângulo de repouso foram avaliadas.

A granulometria foi realizada segundo metodologia proposta pelo MAPA (2017) que considera que deve-se tirar uma amostra, homogeneizar e quarterar, obtendo 250 gramas. Para fertilizantes granulados e mistura de grânulos, deve-se ter peneiras com abertura de malha 4,80 mm, 2,00 mm e 1,00mm. No procedimento, deve-se tampar, fixar as peneiras no agitador mecânico e agitar durante 10 minutos. Pesar cada peneira e o fundo, e calcular a fração nelas retida; em seguida, calcular o percentual em massa do material passante em cada peneira.

A densidade, foi obtida segundo Mialhe (1996), em que determina o uso da Equação 1:

$$D = \frac{M}{V}$$

Onde:

D= Densidade (unidade)

M= Massa (gramas)

V= Volume (cm³)

Uma amostra foi coletada do fertilizante utilizado, e em seguida pesada, visando encontrar a relação da massa com o volume, ou seja, a densidade.

O ângulo de repouso, segundo Hachuy (2008), foi obtido despejando o fertilizante num dispositivo específico (Figura 4), que faz com que o mesmo se acomode, formando uma superfície inclinada, permitindo a leitura dos ângulos formados (Figura 4).

Figura 4 – Determinação do ângulo de repouso da uréia.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Deve-se utilizar a Equação 2:

$$\text{sen}^\circ = \frac{\text{Co}}{\text{H}}$$

Onde:

sen°= Seno

Co= Cateto oposto

H= Hipotenusa

A umidade foi determinada pelo método clássico, conforme a ANDA (2019). Pesou-se uma quantidade de uréia, e após, colocou-se em estufa/forno comum sob temperatura de 100-105°C por 2 horas ± 10 minutos. Decorrido esse tempo, esperou-se esfriar e posteriormente ocorreu a pesagem. Para essa avaliação foram

realizadas 3 repetições.

3.4.3 Bandejas

De acordo com a ISO (1982), os coletores podem ter as dimensões externas de 1000 x 250 mm ou de 500 x 500 mm, sendo as duas com no mínimo 150 mm de profundidade. O coletor utilizado foi de 500 x 500 mm, com 150 mm de profundidade.

Segundo a ASAE (1996), para diminuir a possibilidade de partículas ricochetearem nas bandejas, cada bandeja deve ser dividida em compartimentos. O sombrite com 50% de transparência foi utilizado, pois conforme Molin e Mazzotti (2000), por ser a mais prática no manuseio, pode ser utilizada para esse fim. O sombrite foi recortado com as dimensões da bandeja, e acomodado no fundo desta, afim de evitar o ricocheteamento das partículas.

Durante o experimento, utilizou-se 25 bandejas coletoras confeccionadas de papelão, intercalando sua colocação, conforme observa-se na Figura 5.

Figura 5 – Bandejas coletoras e o seu arranjo espacial



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.5 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Para ensaios serem realizados com condições meteorológicas ideais, deve-se ter a ausência de chuva, umidade relativa do ar inferior a 80% e velocidade máxima do vento inferior a 2,0 m/s (BAIO et. al., 2012).

3.6 REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

Para a realização do ensaio, foram distribuídas as bandejas coletoras alinhadas transversalmente a passagem do trator, totalizando 25 metros. (Figura 6).

Figura 6 – Distribuição das bandejas coletoras



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a distribuição das bandejas, abasteceu-se o distribuidor de fertilizantes com 45% de sua capacidade, ou seja, 250 kg de ureia. A regulação foi realizada com base no manual do fabricante, buscando a aplicação de aproximadamente 200 kg/ha de ureia. Desta forma, realizou-se a aplicação de acordo com os respectivos tratamentos, sempre no mesmo sentido de aplicação.

Existem basicamente dois tipos de percursos para a aplicação de fertilizantes a lanço. O sistema contínuo, onde o próprio nome diz, onde vai-se fechando ou abrindo o talhão, e o sistema alternado, realizando manobras na cabeceira. No sistema contínuo, a sobreposição ocorre do lado direito com o lado esquerdo da deposição da máquina e vice versa. No sistema alternado, lados iguais se sobrepõem. (MOLIN et al., 1992).

Para a realização do experimento, a direção utilizada ao passar pelos coletores foi a mesma, ou seja, utilizou-se do sistema contínuo. Após coletados, os resultados foram pesados para posterior análise.

3.7 AVALIAÇÃO

Os dados que obtidos da pesagem dos produtos depositados nos coletores foram processados pelo Software Adulção 3.1.

A versão que foi utilizada, conforme Molin et. al. (2015), é a terceira versão do programa, agora elaborada em planilha eletrônica (Excel) e atualizada em início de 2015. Os dados são introduzidos e um algoritmo procede à análise gerando resultados na forma de gráficos e planilha. Esse software é utilizado para o cálculo do coeficiente de variação (C.V.%) em função da largura efetiva simulada (HACHUY, 2008).

4 RESULTADOS OBTIDOS

4.1 CARACTERÍSTICAS DO FERTILIZANTE

4.1.1 Granulometria

Para a granulometria, utilizou-se os dados do fabricante da ureia, a empresa Fertilizantes Piratini Ltda, que realiza seus testes de acordo com as normas do MAPA. Os valores disponibilizados foram: 90% da ureia se encontra entre as peneiras de 2,0 mm e 4,8 mm, e o restante, 10%, entre as peneiras 2,0 mm e 1,0 mm.

4.1.2 Ângulo de repouso

O ângulo de repouso da ureia encontrado foi de 31°. Resultado parecido foi encontrado por Hachuy (2008), que foi de 32,75°.

4.1.3 Densidade

Os dados da ureia utilizada para a realização do ensaio estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Densidade da ureia

	Massa (gramas)	Volume (cm ³)	Densidade (g/cm ³)
Repetição 1	402	500	0,804
Repetição 2	411	500	0,822
Repetição 3	399	500	0,798
Média	404	500	0,808
Desvio – Padrão	6,245	0	0,0125
CV	1,55%	0	1,55%

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.4 Umidade

O resultado do cálculo da umidade do fertilizante utilizado foi de 1%. As 3 repetições realizadas não tiveram diferença.

4.2 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Durante a realização do ensaio, a direção do vento foi paralela em relação ao deslocamento do trator. As condições climáticas estavam dentro do ideal, com velocidade do vento de 1,1 m/s e umidade do ar de 41% (Figura 6).

Figura 6 - Velocidade do vento e umidade do ar



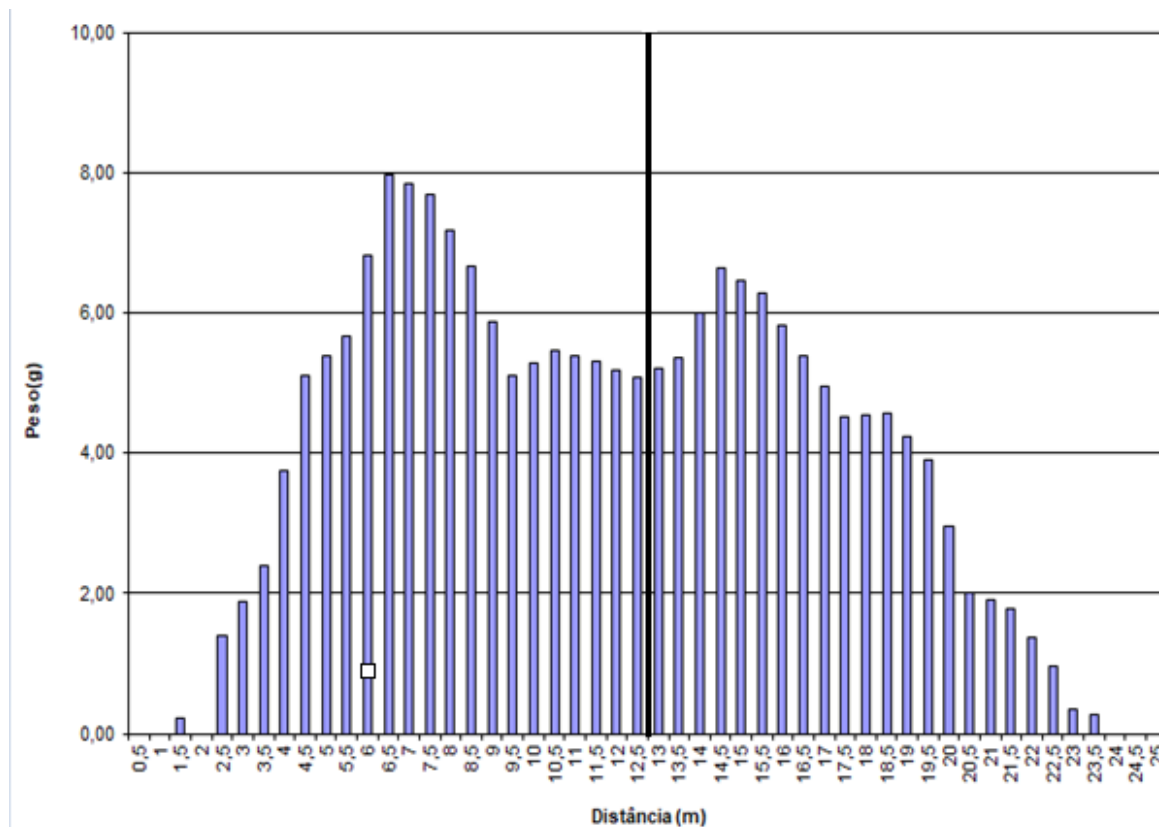
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 PERFIL DA DISTRIBUIÇÃO DA UREIA

4.3.1 Posição 1 (tratamento 1)

No tratamento 1, obtiveram-se os seguintes médias, expressos no Gráfico 1 de distribuição da ureia. A linha central indica a posição da adubadora.

Gráfico 1 – Perfil de distribuição da ureia no tratamento 1

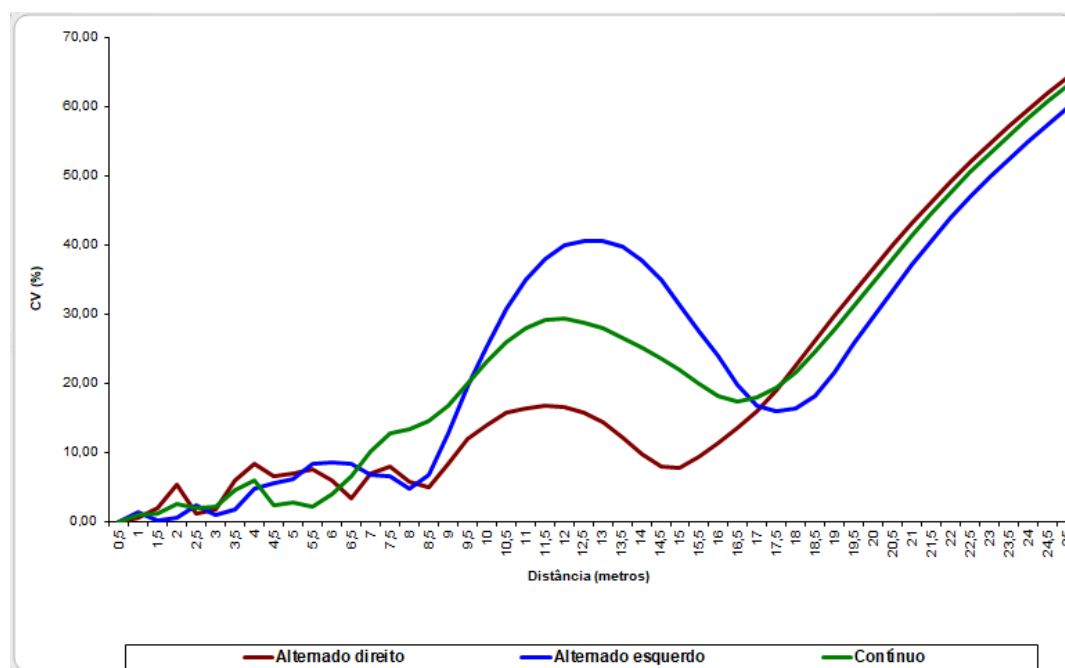


Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando o gráfico, percebe-se uma deposição maior de ureia fora da faixa central. Brondani (2013), trabalhando com uma posição da aleta semelhante, destacou que houve uma distribuição mais simétrica, com os lados direito e esquerdo apresentando características semelhantes.

No Gráfico 2, observa-se o coeficiente de variação conforme a largura da aplicação para o tratamento 1.

Gráfico 2 – CV da distribuição da uréia no tratamento 1



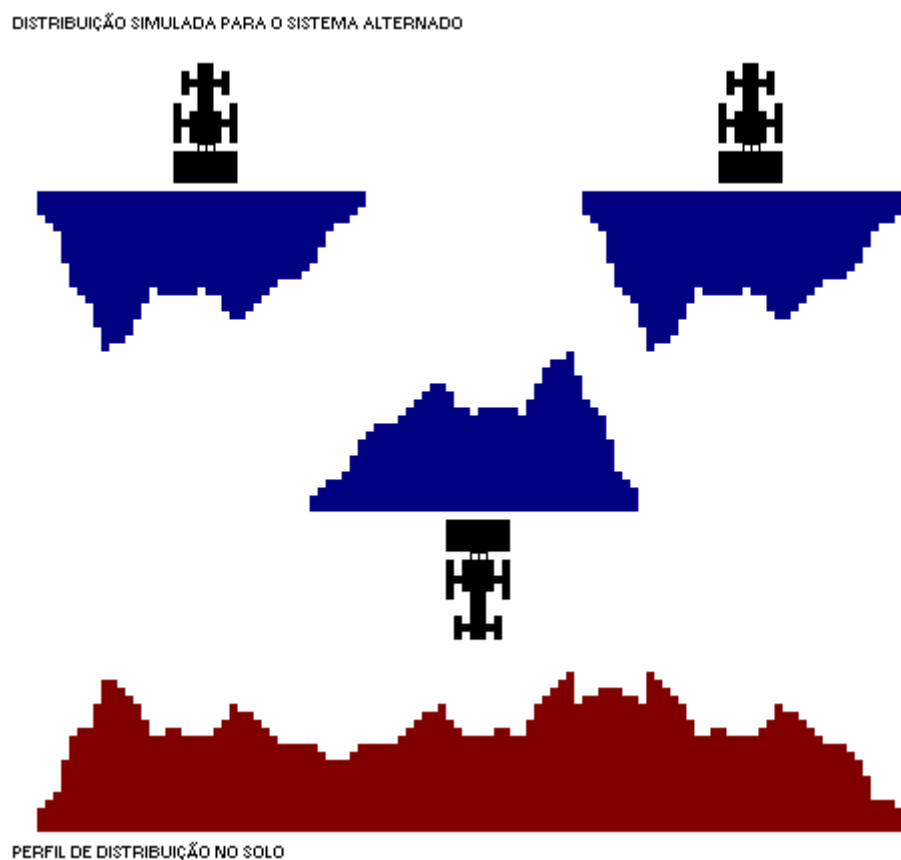
Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se observar que o coeficiente de variação altera-se conforme a largura de aplicação e os trajetos adotados, destacando que o método de operação contínuo apresenta elevação do CV a partir dos 5,5 metros. Dentre os trajetos de operação o alternado direito é o que proporciona menor CV em distância entre passadas superior a 8 metros e inferior a 17 metros.

Conforme Pimentel e Garcia (2002) para trabalhos a campo, pode-se considerar os valores: Baixo, se inferior a 10% e médios, quando de 10 a 20%. Portanto, quando as aletas estiverem na posição 1 (tratamento 1), o percurso alternado direito é o que apresenta melhores condições de uniformidade de aplicação.

Na Figura 7, observa-se o perfil da distribuição de ureia no solo para o trajeto alternado. Considerou-se CV de 15%, numa distância entre passadas de 17 metros.

Figura 7 – Perfil de distribuição da ureia simulada no solo.



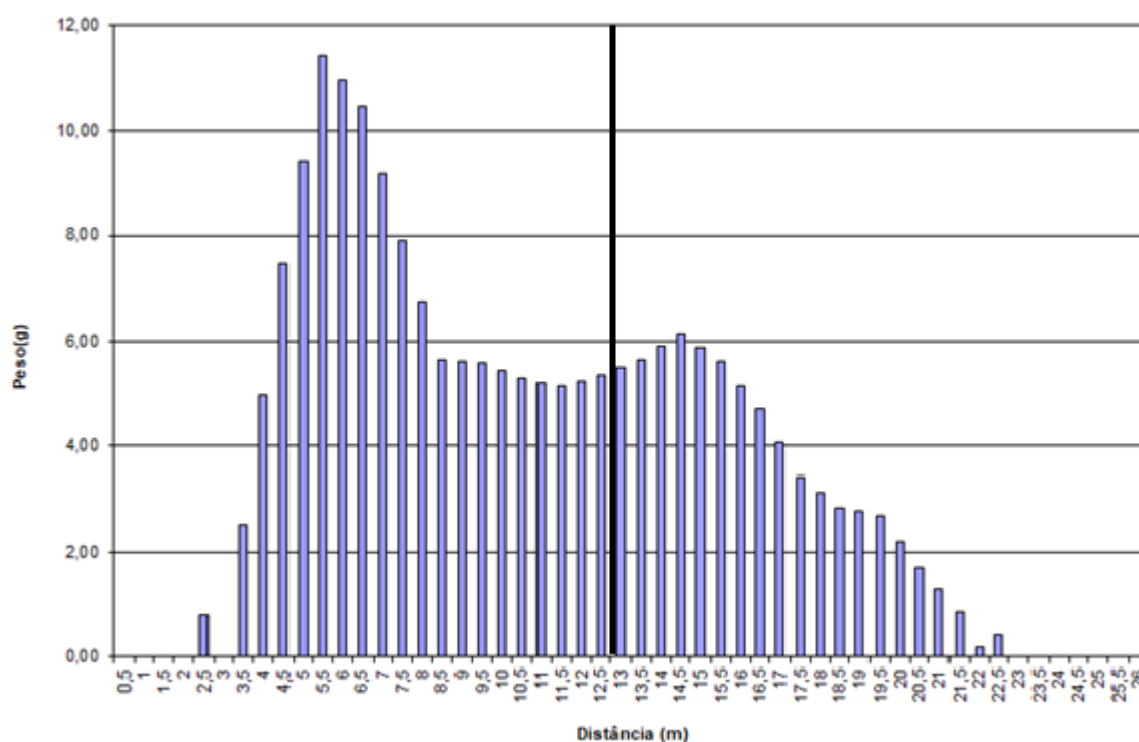
Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a posição 1 o melhor trajeto de aplicação é o alternado direito, que apresenta menor CV em distâncias entre passadas superiores a 8 metros e inferiores a 17 metros.

4.3.2 Posição 2 (tratamento 2)

No tratamento 2, obtiveram-se as seguintes médias, expressos no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Perfil da distribuição da ureia no tratamento 2



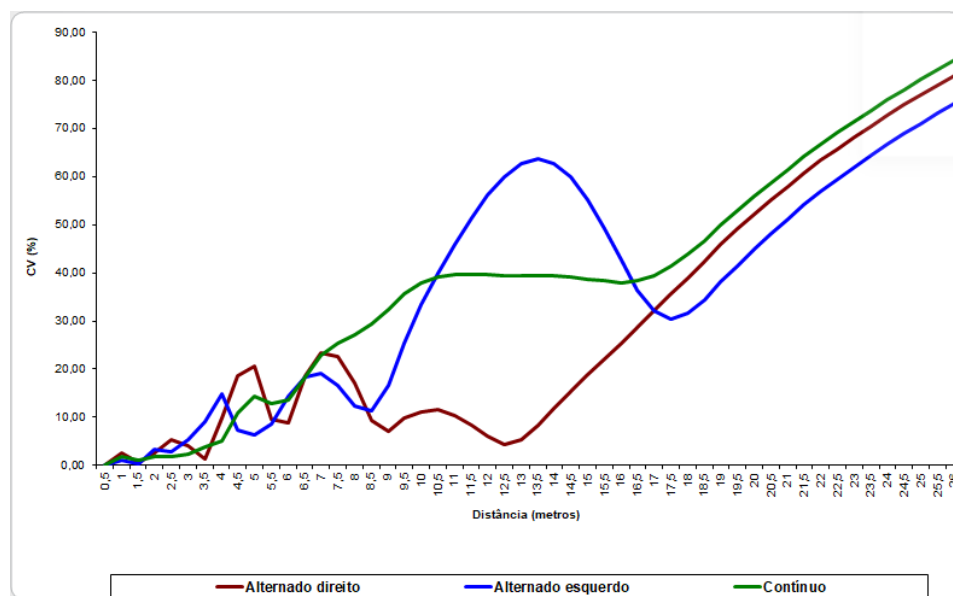
Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando o perfil da distribuição da ureia no tratamento 2, observa-se que ocorre uma deposição de uréia maior no lado esquerdo do distribuidor.

No trabalho realizado por Sagrilo et. al. (2019), com a aleta na posição 2, os resultados obtidos foram parecidos. O perfil de distribuição mostra que existe um desequilíbrio em relação ao centro da máquina, e isso ocorre devido à desproporcionalidade de produto lançados para os dois lados da máquina, sendo que o distribuidor lançou mais produto para o lado esquerdo, porém o lado direito foi mais proporcional de um modo geral.

No Gráfico 4, observa-se o coeficiente de variação conforme a largura da aplicação para o tratamento 2.

Gráfico 4 – CV da distribuição da ureia no tratamento 2

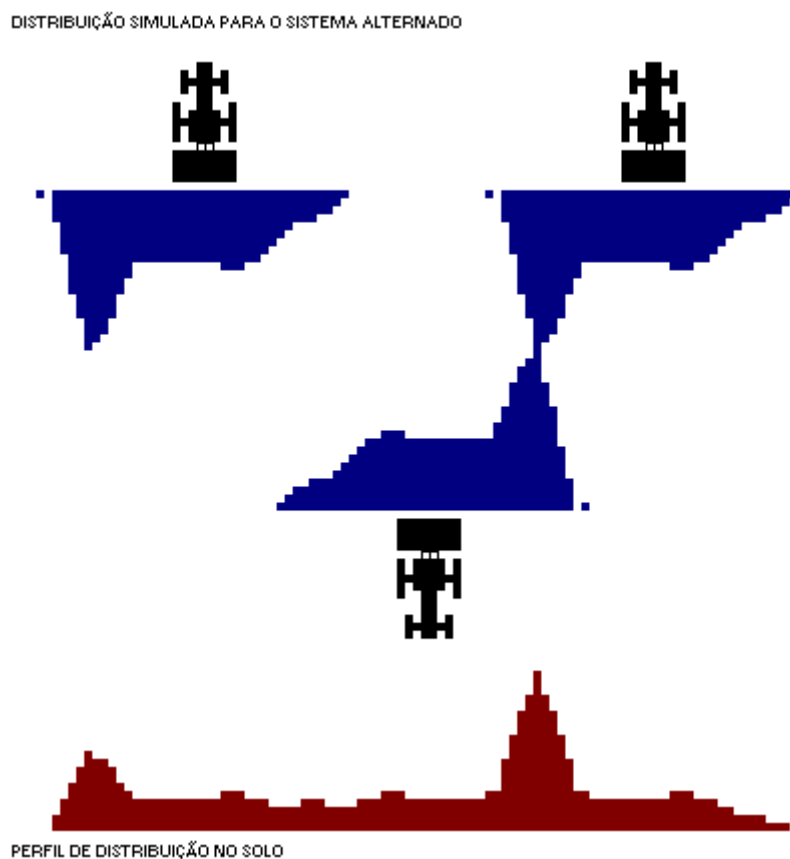


Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se observar que o coeficiente de variação altera-se conforme a largura de aplicação e os trajetos adotados. O método de operação contínuo apresenta elevação do CV a partir dos 4 metros, e o sistema alternado esquerdo a partir dos 5 metros. Dentre os trajetos de operação o alternado direito é o que proporciona menor CV em distância entre passadas superior a 8,5 metros e inferior a 17 metros.

Na Figura 8, é possível observar o perfil da distribuição de ureia no solo, no trajeto de distribuição alternado. Considerou-se CV de 15%, numa distância entre passadas de 15 metros.

Figura 8 – Perfil de distribuição da ureia simulada no solo.



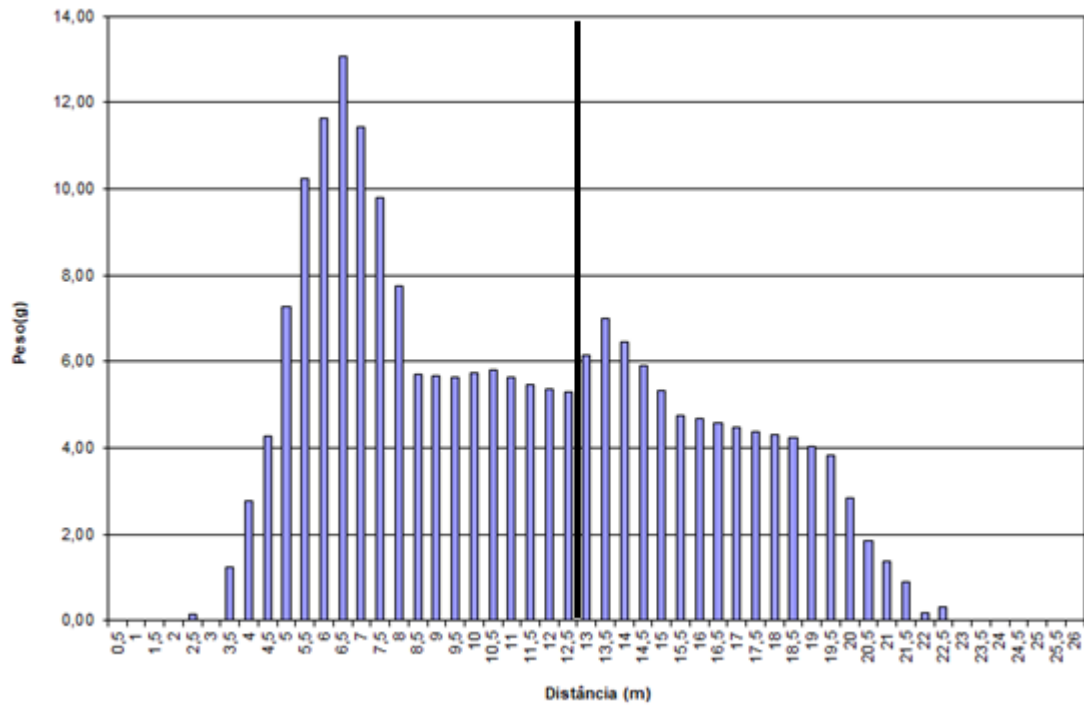
Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a posição 2 o melhor trajeto de aplicação é o alternado direito, pois apresenta um CV menor em distâncias entre passadas superiores a 8,5 metros e inferiores a 17 metros.

4.3.3 Posição 3 (tratamento 3)

No tratamento 3, obteve-se as seguintes médias do perfil de distribuição da ureia, expressa no Gráfico 5.

Gráfico 5 – Perfil da distribuição da ureia no tratamento 3

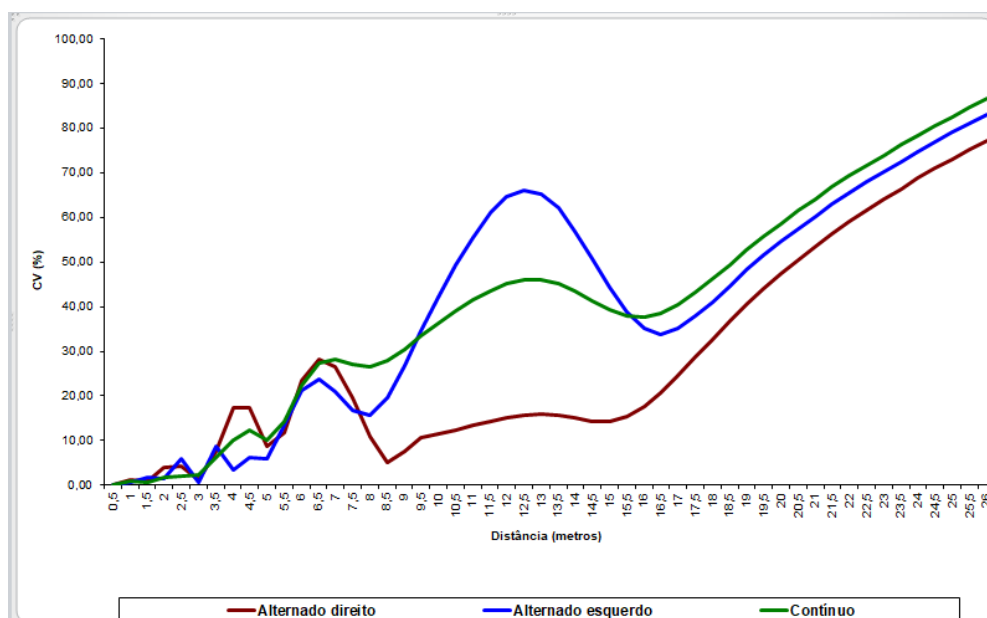


Fonte: Elaborado pelo autor.

No tratamento 3, o perfil de distribuição da ureia, assemelhou-se ao perfil do tratamento 2, sendo observado que o equipamento depositou mais fertilizantes para o lado esquerdo do que para o lado direito.

No Gráfico 6, observa-se o coeficiente de variação conforme a largura da aplicação.

Gráfico 6 – CV da distribuição da uréia no tratamento 3



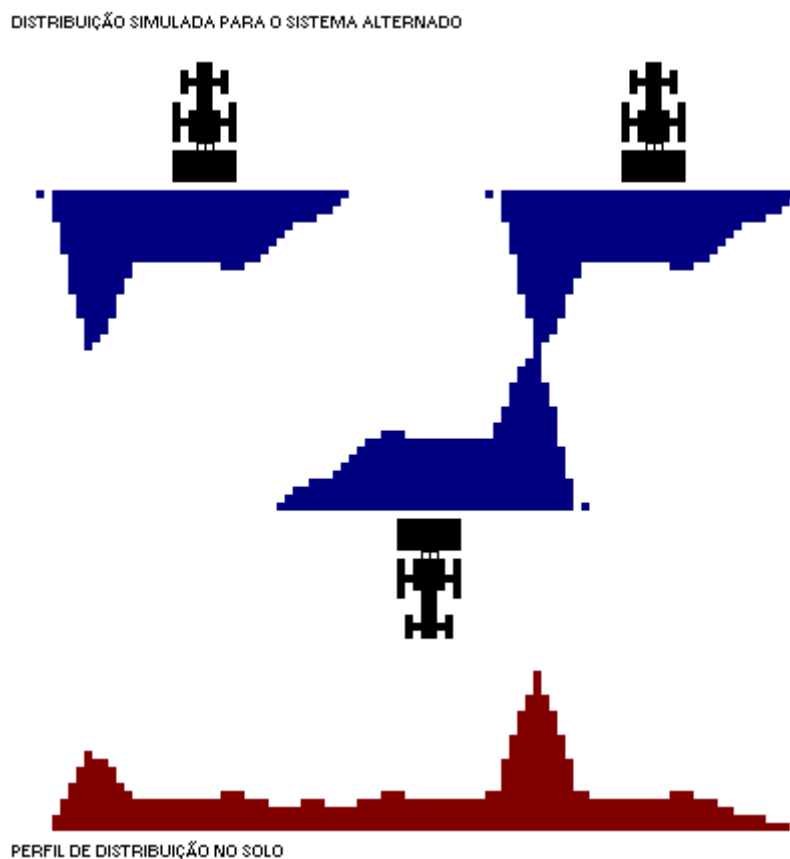
Fonte: Elaborado pelo autor.

Na posição 3, de acordo com os trajetos adotados e a largura de aplicação, ocorre a variação no CV. O método de operação contínuo apresenta elevação do CV a partir dos 5 metros. O sistema alternado direito, apresenta uma baixa no CV em distâncias entre passadas superiores a 7,5 metros e inferiores a 16 metros de aplicação, sendo o trajeto mais adequado nessas condições.

Valores mostram que no trajeto alternado direito o CV foi menor. Isso indica que o lado direito teve um maior alcance, proporcionando mais sobreposição da faixa e menor coeficiente de variação da dose. (GANASCINI et. al., 2016).

Na Figura 9, é possível observar o perfil de distribuição da ureia simulada no solo, para o trajeto de aplicação alternado. Considerou-se CV de 15%, numa distância entre passadas de 15,5 metros.

Figura 9 – Perfil de distribuição da ureia simulada no solo.



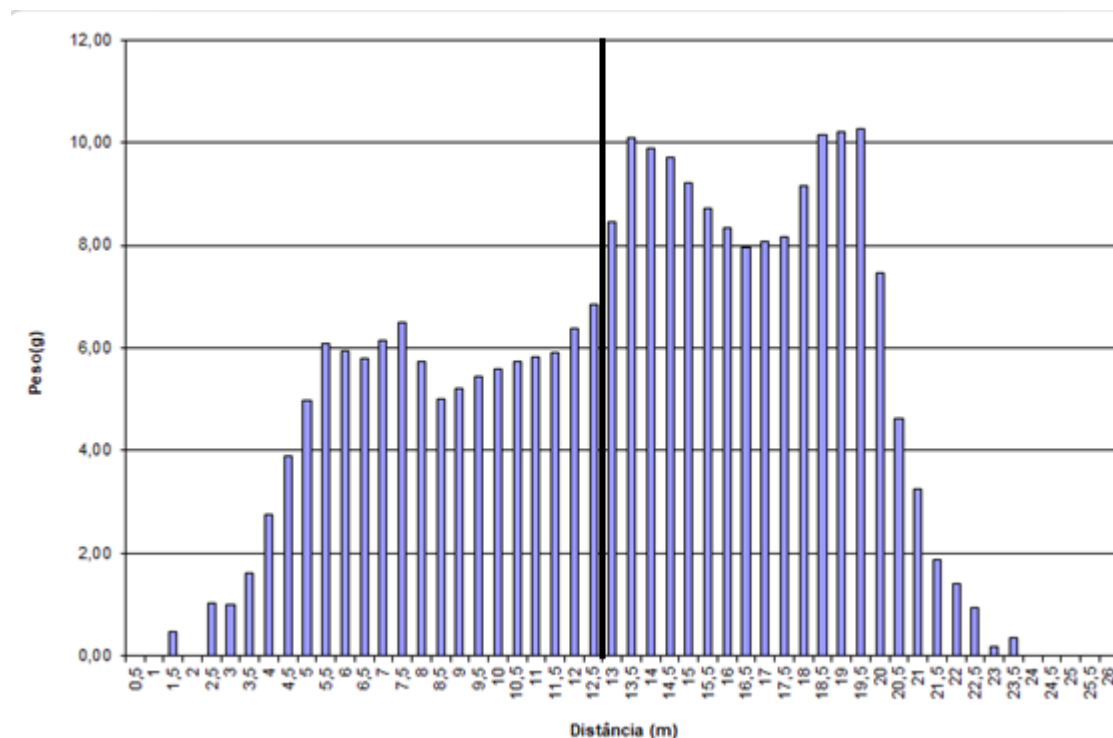
Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a posição 3 o melhor trajeto de aplicação é o alternado direito, que apresenta CV menor em distâncias entre passadas superiores a 7,5 metros e inferiores a 16 metros, pois a partir deste ponto ocorre uma elevação do CV, apesar de permanecer menor do que os demais trajetos.

4.3.4 Posição 4 (tratamento 4)

No tratamento 4, obtiveram-se as seguintes médias, expressos no Gráfico 7.

Gráfico 7 – Perfil da distribuição da ureia no tratamento 4

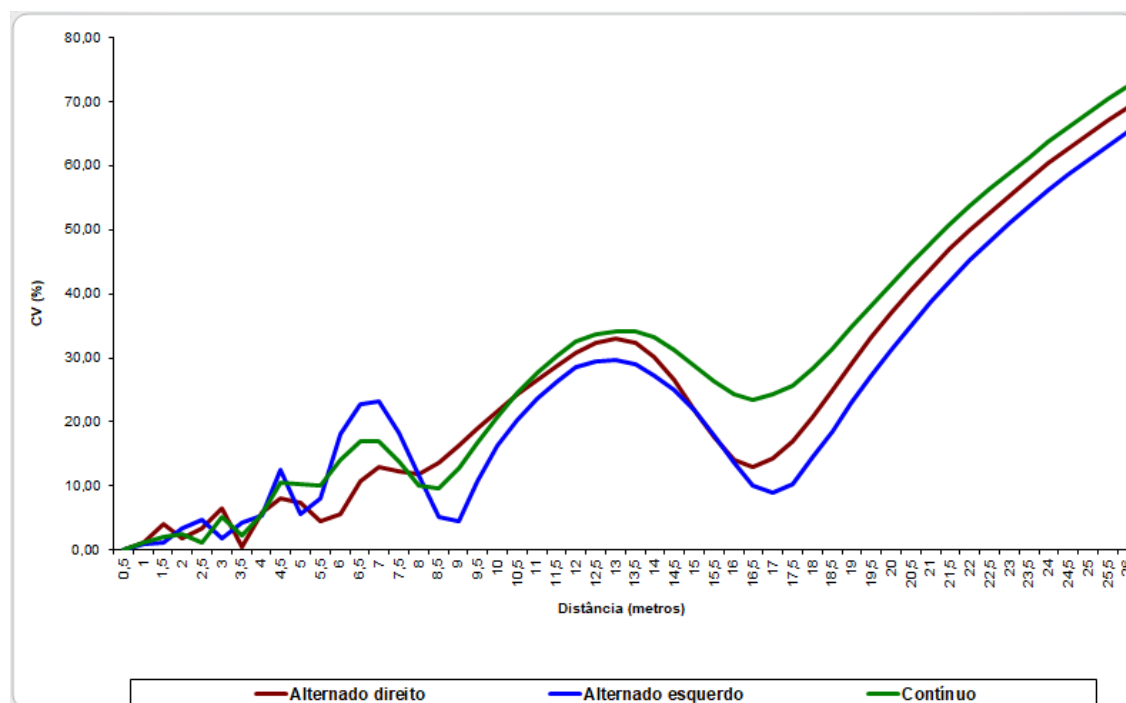


Fonte: Elaborado pelo autor.

No tratamento 4, percebe-se que ocorre uma maior distribuição da ureia no lado direito da aplicação, ocorrendo assimetria na deposição. Brondani (2013) encontrou resultados semelhantes com as aletas do distribuidor com 50% do curso, ocorrendo uma maior uniformidade na aplicação, porém apresentando assimetria e maior deposição da uréia no lado direito do distribuidor.

No Gráfico 8, observa-se o coeficiente de variação conforme a largura da aplicação.

Gráfico 8 – CV da distribuição da ureia no tratamento 4

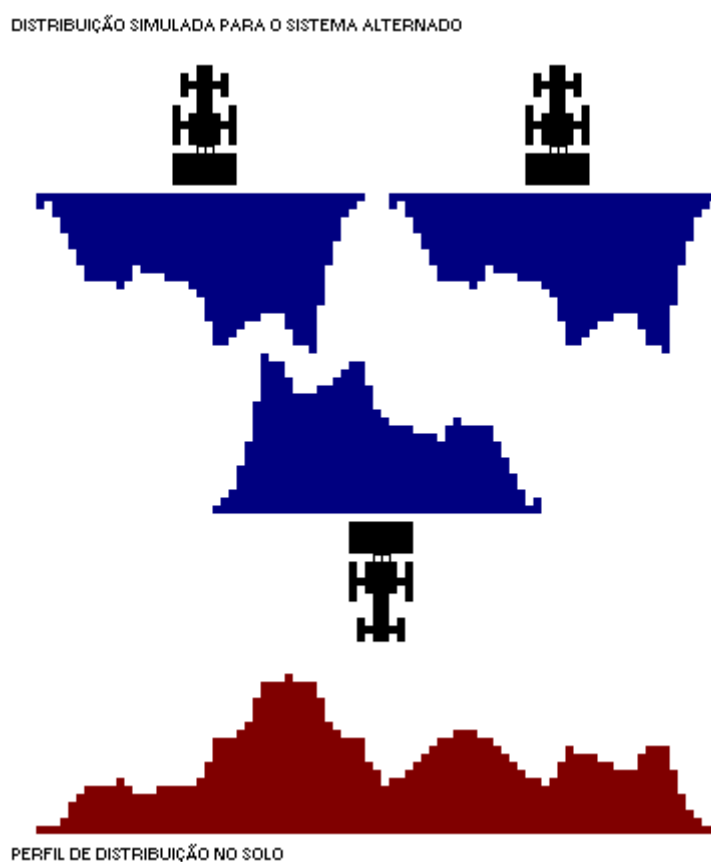


Fonte: Elaborado pelo autor.

O trajeto de aplicação alternado esquerdo apresenta um aumento no CV nos 5 metros, porém, na faixa dos 9 metros e os 17 metros, apresenta os valores mais baixos de CV. O trajeto contínuo apresenta um acréscimo no CV a partir dos 4 metros de deposição, baixando o valor na faixa de 7 metros, porém, subindo novamente na casa dos 8,5 metros. O trajeto alternado direito, apresenta o menor CV da faixa de deposição dos 5 metros até os 7,5 metros, porém com um CV maior que o trajeto alternado esquerdo após os 7,5 metros.

Na Figura 10, observa-se a simulação da distribuição da ureia no solo para a posição 4 das aletas, no trajeto alternado. Considerou-se CV de 15%, numa distância entre passadas de 10 metros.

Figura 10 – Perfil de distribuição da ureia simulada no solo.



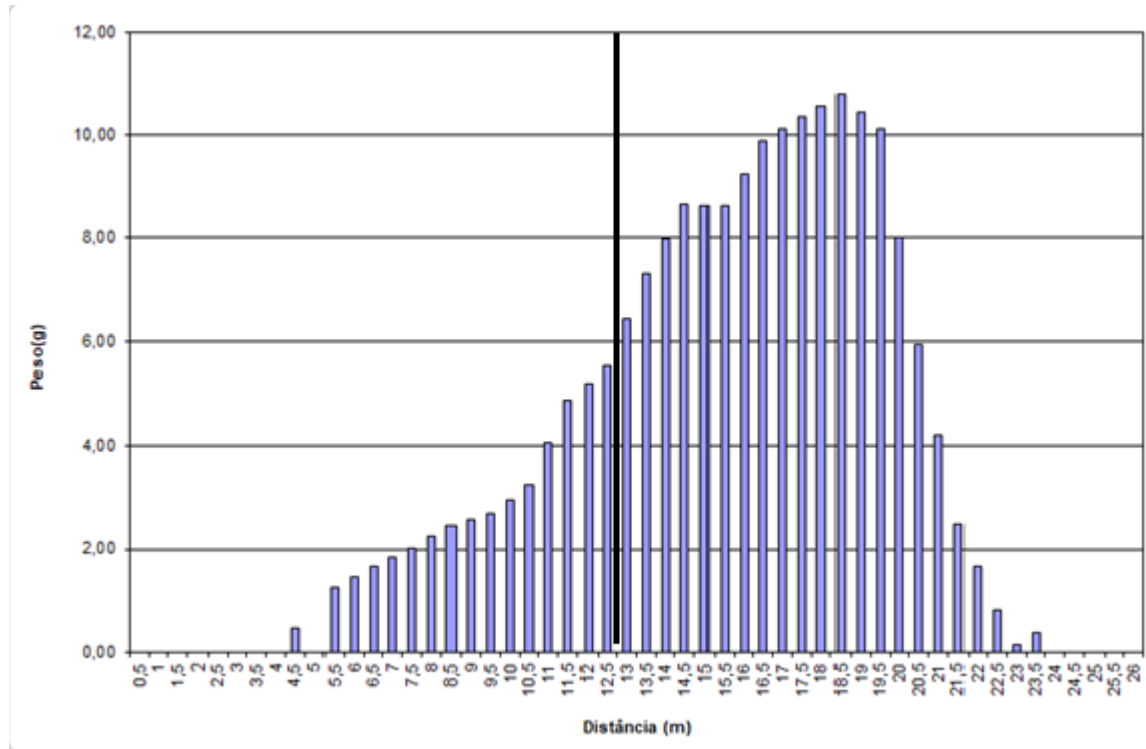
Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a posição 4 o melhor trajeto de aplicação é o alternado esquerdo, que apresenta CV menor em distância entre passadas superiores a 8,25 metros e inferiores a 17 metros.

4.3.5 Posição 5 (tratamento 5)

No tratamento 5, obtiveram-se as seguintes médias, expressos no Gráfico 9.

Gráfico 9 – Perfil da distribuição da ureia no tratamento 5

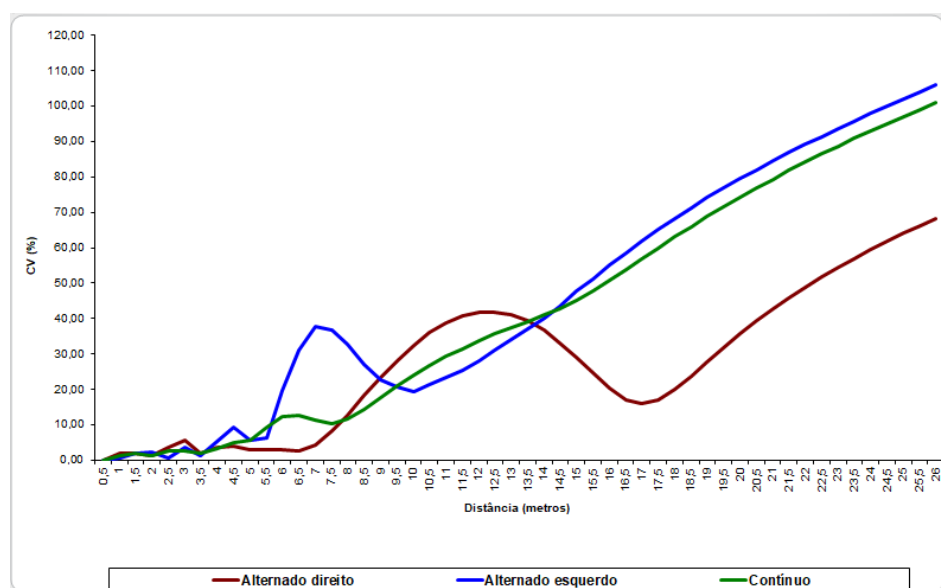


Fonte: Elaborado pelo autor.

No tratamento 5, observa-se uma assimetria, com uma deposição maior de ureia para o lado direito.

No Gráfico 10, observa-se o coeficiente de variação conforme a largura da aplicação.

Gráfico 10 – CV da distribuição da ureia no tratamento 5



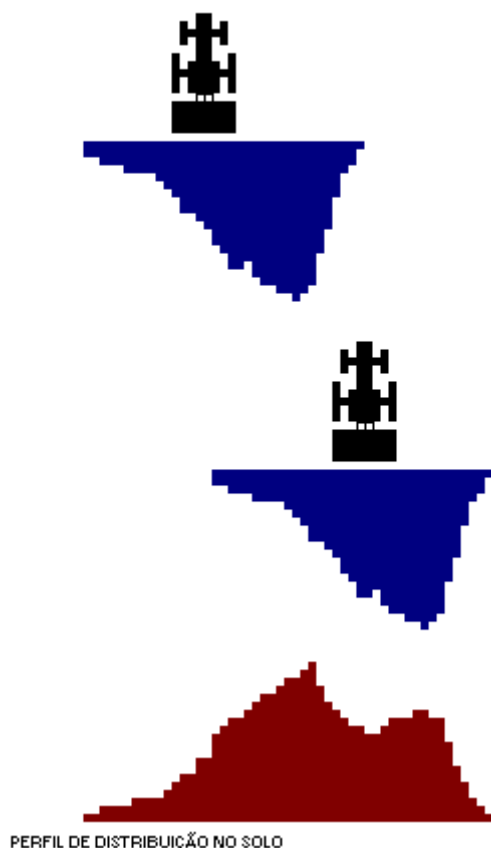
Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se observar que o coeficiente de variação altera-se conforme a largura de aplicação e os trajetos adotados, destacando que o método de operação contínuo apresenta elevação do CV a partir dos 5 metros, porém apresenta um CV menor que o trajeto alternado direito na faixa de aplicação dos 8 metros até os 13 metros. O trajeto alternado direito proporciona menor CV em distância entre passadas até os 8 metros. Na distância entre passadas de 9 metros até os 13 metros, o trajeto alternado esquerdo apresenta menor CV, equiparando-se praticamente com o trajeto contínuo.

Na Figura 11, observa-se a simulação do perfil da distribuição da ureia no solo para a posição 5 das aletas presentes no rotor, sendo simulado o trajeto de aplicação contínuo. Considerou-se CV de 15%, numa distância entre passadas de 8,5 metros.

Figura 11 – Perfil de distribuição da ureia simulada no solo.

DISTRIBUIÇÃO SIMULADA PARA O SISTEMA CONTÍNUO



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a posição 5 o trajeto de aplicação alternado esquerdo possui um CV menor em distâncias entre passadas superiores a 9 metros e inferiores a 14 metros.

No trajeto contínuo, em distâncias entre passadas de até 8,5 metros, possui um menor CV, sendo o adequado, até a faixa de 15%.

Dentro dos tratamentos, pode-se observar que a regulagem das aletas faz com que ocorra diferenças no perfil e no CV da distribuição da ureia. A regulagem dos equipamentos de distribuição de fertilizantes a lanço contribui para maior eficiência operacional em campo (REYNALDO et. al., 2016)

5 CONCLUSÃO

Nas condições que conduziu-se o experimento, conclui-se que o tratamento 1, tratamento 2 e tratamento 3 apresentam melhores resultados com o trajeto de aplicação alternado direito, enquanto o tratamento 4 e o tratamento 5 com o trajeto de aplicação alternado esquerdo

O tratamento que apresentou maior simetria no perfil da distribuição da ureia foi o tratamento 1, que associado ao trajeto alternado direito, consegue-se trabalhar com uma distância entre passadas de até 17 metros.

REFERÊNCIAS

ALCARDE, J.C ; GUIDOLIN, J. A.; LOPES, A.S **Os Adubos E A Eficiência Das Adubações**. 1998. Disponível em:

http://anda.org.br/wpcontent/uploads/2018/10/boletim_03.pdf. Acesso em 9. Jun. 2020.

ANDA, **Uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas**, 2000. Disponível em :
http://anda.org.br/wp-content/uploads/2018/10/boletim_04.pdf. Acesso em 28. Mai. 2020.

ANDA. **Determinação de umidade em fertilizante mineral**, 2019. Disponível em:
<http://anda.org.br/wpcontent/uploads/2019/08/DETERMINAC%CC%A7A%CC%83O-DE-UMIDADE-EM-FERTILIZANTES-MINERAIS.pdf>. Acesso em 10. Ago. 2020.

ASAE - American Society of Agricultural Engineers. **Procedure for measuring distribution uniformity and calibrating granular broadcast spreaders**. ASAE Standards. St. Joseph, 1996. 3p.

BAIO, F. H. R.; MOLIN, J. P.; LEAL, A. J. F. Avaliação comparativa da distribuição transversal de adubos sólidos aplicados em cobertura em culturas anuais instaladas. **Bioscience Journal**, Uberlândia.v. 28, n. 4, p. 527-536, July/Aug. 2012.

BEAKAWI A, H. M.; BAGHABRA, O. S. A review on the angle of repose of granular materials. **Powder Technology**, v. 330, n. May, p. 397–417, 2018.

BRONDANI, L. B. **Desempenho de protótipos de discos para distribuição de uréia a lanço**. 2013. Orientador: Régis Durigon. 85 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria 2013.

CARPENAZZI, et. al. **História e Evolução da Mecanização**. (2016). Disponível em:
http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/CxbNYOvf8fSKep0_2018-1-25-14-45-46.pdf. Acesso em 29. Mai. 2020.

EMBRAPA, **VISÃO 2030: O Futuro da Agricultura Brasileira**. Brasília, DF 2018. Disponível em:
<https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030+-+o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f27-0ead-991a-8cbf-af8e89d62829>. Acesso em: 30. Mai. 2020.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. (2005). Disponível em:
http://www.dcs.ufla.br/site/_adm/upload/file/pdf/Prof_Faquin/Nutricao%20mineral%20de%20plantas.pdf. Acesso em: 1. Jun. 2020.

FARRET, I. S. **Efeito da Variação da Regulagem no Perfil Transversal de Aplicação com Distribuidores Centrifugos**. Orientador: José Fernando Schossler. 91 p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2005.

FERREIRA, I. S. B. **Análise do Sistema de Medição e de Fatores do Ângulo de**

Repouso em Fertilizantes. Orientador: Rogério Santana Peruchi . 70p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, Catalão, GO. 2018.

FONSECA, M. da G. D. **Concorrência e progresso técnico na indústria de máquinas para a Agricultura: um estudo sobre trajetórias tecnológicas.** 1990.

Disponível em:

http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/285888/1/Fonseca_MariadaGracaDerengowski_D.pdf. Acesso em: 12. Jun. 2020.

GANASCINI, D. et. al. **Avaliação de uniformidade do perfil transversal na aplicação de calcário com distribuidor à lanço em taxa variável.** Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC'2016, Foz do Iguaçu, PR. 2016.

HACHUY, L. **Desempenho de uma distribuidora a lanço com dois tipos de produtos aplicados em diferentes posições de aletas nos discos.** 2008.

Orientador: Sérgio Hugo Benez. 60 p. Dissertação de mestrado - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2008.

ISO - International Organization for Standardization. **Equipment for distributing fertilizers: Test methods – Part 1: Full width fertilizer distributors.** Geneva, 1982.

MANTOVANI, E. C. **Desafios e Oportunidades da Mecanização Agrícola e Agricultura de Precisão para o Agronegócio Brasileiro.** CONBEA. 2017.

Disponível em: <https://publicacoes.conbea.org.br/palestras>. Acesso em: 3. Jun.2020.

MAPA. **Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos** (2017). Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/laboratorios/legislacoes-e-metodos/fertilizantes-substratos/manual-de-metodos>. Acesso em 16. Jun. 2020.

MENDES, A. M. S. **Introdução a fertilidade do solo.** (2007). Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/35800/1/OPB1291.pdf>.

Acesso em: 1. Jun. 2020.

MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas: ensaio e certificação.** (1996). Piracicaba: FEALQ, 1996. 722 p.

MOLIN. J. P. Adubo no lugar certo. **Revista Cultivar Máquinas**, São Paulo, n.13, p. 12-15, 2002.

MOLIN. J. P. **Adulção 3.0.** (2009). Disponível em:

http://www.ler.esalq.usp.br/download/Manual%20Adulanco3.0_antigo.pdf. Acesso em: 12. Jun. 2020.

MOLIN, J. P; Mazotti, H. C. Influência da utilização e do tipo de amortecedores de ricochete em ensaios de aplicadores a lanço. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** 2000, vol.4, n.2, pp.281-285.

MOLIN, J. P.; MENEGATTI, L.A.A. Desempenho de distribuidora a lanço com doses

variáveis de uréia. **Rev. Bras. Eng. Agri**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 290-299, 2003.

MOLIN, J.P., et. al. **Programa computacional para análise de distribuição transversal em aplicadores de fertilizantes e corretivos a lanço**. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21., SIMPÓSIO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA DO CONE SUL, 1., 1992, Santa Maria. 1992.

NETO, J. A. A indústria de máquinas agrícolas no Brasil - origens e evolução. 1985, **Rev. adm. empres.** vol.25 no.3 São Paulo July/Sept. 1985

PIMENTEL, G. F.; GARCIA C.H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba, SP: Fealq, 2002. p. 23.

RAHTMANN. R., et. al. **Evolução dos Investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento e o Registro de Patentes: Brasil Rumo a uma Nova Condição Competitiva no Cenário Internacional?** ANPAD (2006). Disponível em : <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/DCT53.pdf>. Acesso em: 8. Mai. 2020.

REETZ, H. F. Jr. **Fertilizantes e seu uso eficiente**. (2016), disponível em: <http://www.ufla.br/dcom/wp-content/uploads/2018/03/Fertilizantes-e-seu-uso-eficiente-WEB-Word-Ouubro-2017x-1.pdf>. Acesso em: 23. Mai. 2020.

REYNALDO, É . F, et. al. **Distribuição de fertilizantes a lanço em função da qualidade do insumo**. *Rev. Energ. Agric.*, Botucatu, vol. 31, n.1, p.24-30, janeiro-março, 2016.

SAGRILO, A.D, et. al. Variação da regulação das aletas na aplicação de calcário. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**. Ed. Especial – Março 2019.

SANTOS, et. al. Fontes, doses e formas de aplicação de fósforo para o algodoeiro cerrado da Bahia. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 59, p. 537-543, 2012.

SILVA, D.R.G; LOPES, A.S. **Princípios básicos para formulação e mistura de fertilizantes**. Lavras/MG, Boletim Técnico - n.º 89 - p. 1-46, 2012.

VIAN, et. al. Origens, evolução e tendências da indústria de máquinas agrícolas, 2013. **Rev. Econ. Sociol. Rural** vol.51 no.4 Brasília Oct./Dec. 2013.

WEISS, A. **Desenvolvimento de um distribuidor helicoidal para calcário seco**. 1986. 79 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1986.

WERNER, V. et al. Aplicação de fertilizantes a taxa variável em agricultura de precisão variando a velocidade de deslocamento. **Rev. Bra. de Eng. Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.6, p.658–663, 2007.