

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CAMPUS FREDERICO WESTPHALEN/RS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**Matheus da Silva**

**QUALIDADE DA SEMEADURA DE ARROZ PRÉ- GERMINADO  
COM DRONE**

Frederico Westphalen, RS  
2023

**Matheus da Silva**

**QUALIDADE DA SEMEADURA DE ARROZ PRÉ- GERMINADO COM DRONE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), campus Frederico Westphalen/RS, como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientador: Prof. Dr. Gilvan Moisés Bertollo (UFSM)

Frederico Westphalen, RS  
2023

**Matheus da Silva**

**QUALIDADE DA SEMEADURA DE ARROZ PRÉ- GERMINADO COM DRONE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), campus Frederico Westphalen/RS, como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Aprovado em 07 de dezembro de 2023:

---

**Gilvan Moisés Bertollo (UFSM)**  
**(Presidente/Orientador)**

---

**Stela Maris Kulczynski (UFSM)**

---

**Marcelo Luiz Seibert (UFSM)**

Frederico Westphalen, RS  
2023

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho em primeiro lugar a Deus, por sua essencial presença em minha vida, e expresso minha gratidão a toda minha família, que desempenhou um papel crucial nesta jornada, sempre incentivando e oferecendo ajuda quando possível. Também quero estender meus agradecimentos aos amigos que conheci na UFSM/FW, os quais, em momentos de dificuldade, prestaram auxílio, e aos dedicados professores do Curso de Agronomia da UFSM campus Frederico Westphalen, pelos valiosos conhecimentos e experiências compartilhados.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos aqueles que de alguma forma se fizeram presentes em minha trajetória para a formação profissional. Meu muito obrigado a todos!

## RESUMO

### QUALITY OF PRE-GERMINATED RICE SEEDING WITH DRONE

AUTOR: Matheus da Silva

ORIENTADOR: Gilvan Moíses Bortollo

O arroz destaca-se globalmente devido à sua extensa produção e cultivo em diversos continentes, sendo um alimento fundamental para as pessoas. Com o aumento da população mundial, a demanda por arroz tende a aumentar. No Brasil, diferentes métodos de irrigação são empregados, sendo o cultivo pré-germinado uma alternativa viável. A prática recente de usar drones na dispersão de sólidos como fertilizantes e sementes no cultivo de arroz pré-germinado está ganhando espaço, requerendo estudos sobre sua eficiência técnica e viabilidade. Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos das diferentes velocidades do rotor do drone na semeadura de arroz pré-germinado. O trabalho foi realizado no município de Frederico Westphalen, no campus da Universidade Federal de Santa Maria, com a cultivar de arroz IRGA 424, que foi pré-germinada antecipadamente no dia 20 de setembro de 2023. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 6 tratamentos representando as rotações por minuto do drone (testemunha, 250, 500, 750, 1000 e 1250 rpm) em 4 repetições. A qualidade fisiológica das sementes semeadas foram avaliadas através dos testes de germinação (plântulas normais plântulas anormais, sementes duras e mortas) e vigor (plântulas normais fortes, normais fracas, comprimento da parte aérea, comprimento de raiz, massa verde e massa seca. Conclui-se que rotações acima de 750 rpm afetam a porcentagem de germinação e o nível de vigor expresso pela PCG, plântulas anormais e sementes duras e mortas.

**Palavras-chave:** Germinação. Dano mecânico. Tecnologia. Sementes. Eficiência operacional.

## **ABSTRACT**

### **QUALITY OF PRE-GERMINATED RICE SEEDING WITH DRONE**

**AUTHOR:** Matheus da Silva  
**ADVISOR:** Gilvan Moíses Bortollo

Rice stands out globally due to its extensive production and cultivation on different continents, being a fundamental food for people. With the increase in the world population, the demand for rice tends to increase. In Brazil, different irrigation methods are used, with pre-germinated cultivation being a viable alternative. The recent practice of using drones to disperse solids such as fertilizers and seeds in pre-germinated rice cultivation is gaining ground, requiring studies on its technical efficiency and feasibility. This work aimed to evaluate the effects of different drone rotor speeds on sowing pre-germinated rice. The work was carried out in the municipality of Frederico Westphalen, on the campus of the Federal University of Santa Maria, with the rice cultivar IRGA 424, which was pre-germinated in advance on September 20, 2023. The experimental design was entirely randomized, with 6 treatments representing the rotations per minute of the drone (control, 250, 500, 750, 1000 and 1250 rpm) in 4 repetitions. The physiological quality of the sown seeds was evaluated through germination tests (normal seedlings, abnormal seedlings, hard and dead seeds) and vigor (strong normal seedlings, weak normal seedlings, area part length, root length, green mass and dry mass). Concludes It is known that rotations above 750 rpm affect the percentage of germination and the level of vigor expressed by PCG, abnormal seedlings and hard and dead seeds.

**Keywords:** Germination. Damage. Technology. Seeds. Operational efficiency.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Semente de arroz pré-germinado em ponto de “agulha”.....	16
Figura 2 - Coleta das sementes de arroz pré-germinadas após a dispersão feita pelo drone...	17
Figura 3 - Teste de germinação: distribuição das sementes pré-germinadas em papéis Germitest. ....	18
Figura 4 - Porcentagem de Germinação de sementes e arroz pré-germinado em relação a velocidade do rotor do drone aos 5 dias. ....	21
Figura 5 - Porcentagem de germinação de sementes de arroz pré-germinados em relação a velocidade do rotor do drone aos 14 dias. ....	21
Figura 6 - Dano causado pelo rotor nas sementes do arroz pré-germinado. ....	22
Figura 7 - Percentagem de plantas anormais de sementes de arroz pré-germinado em relação a velocidade do rotor do drone. ....	23
Figura 8 - Percentagem de sementes mortas em relação a velocidade do rotor do drone.....	23
Figura 9 - Percentagem de germinação em relação a velocidade do rotor do drone.....	24

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Tratamentos, repetições e as diferentes velocidades do rotor em rotações por minuto do drone. ....	17
Tabela 2 - Análise da variância das variáveis experimentais analisadas de sementes de arroz pré-germinados submetidos a diferentes rotações do drone durante a semeadura.....	20

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>12</b>
2.1	A CULTURA DO ARROZ.....	12
2.2	CULTIVO DO ARROZ IRRIGADO.....	12
2.3	SISTEMA PRÉ-GERMINADO.....	13
2.4	DISPERSÃO DE SÓLIDOS COM DRONE.....	14
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>25</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>26</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Por ser uma cultura cultivada e consumida na maioria dos continentes, o arroz é um destaque no mundo por sua alta produção global e grandes áreas de cultivo, além de ser um dos alimentos mais importantes para a nutrição humana, sendo a base alimentar de mais de dois bilhões de pessoas.

É o segundo cereal mais cultivado no mundo, ocupando área aproximada de 161 milhões de hectares, dessa forma no contexto atual há diversas técnicas utilizadas no sistema de cultivo do arroz irrigado com o objetivo de aumentar a produtividade e qualidade, uma vez que as estimativas apontam que com o crescente aumento da população mundial, a demanda por este cereal tende a dobrar até 2050 (SOSBAI, 2018).

A cultura do arroz é dependente de irrigação, podendo-se encontrar vários métodos de irrigação na região subtropical do Brasil, no estado do Rio Grande do Sul, na safra 2016/2017, predominou o cultivo sem revolvimento para semeadura imediata (reunindo cultivo mínimo com preparo antecipado e semeadura direta) (61% da área), seguido dos sistemas convencional (30% da área) e pré-germinado (9%), segundo levantamento do Instituto Rio Grandense do Arroz (2017). No estado de Santa Catarina, praticamente só se utiliza sistema pré-germinado.

O método de cultivo pré-germinado para o arroz irrigado emerge como uma alternativa viável em comparação aos sistemas convencionais, destacando-se por suas peculiaridades de manejo e pela capacidade de promover elevadas produtividades em regiões afetadas por infestações de arroz vermelho e preto.

Este sistema apresenta características distintivas, incluindo a prática de inundação da área aproximadamente 20 dias antes da semeadura, além da implementação da drenagem inicial da lavoura cerca de três dias após a semeadura. Essas abordagens visam otimizar o estabelecimento inicial das plântulas de arroz, contribuindo para o desempenho superior do sistema em condições adversas.

A utilização de drones para dispersão de sólidos como fertilizantes e sementes é uma prática relativamente recente, e que vem sendo adotada no sistema de produção no cultivo do arroz pré-germinado. Com isso os drones estão se tornando cada vez mais comuns exigindo assim estudos sobre sua eficiência técnica e econômica. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos das diferentes velocidades do rotor do drone na semeadura de arroz pré-germinado.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A CULTURA DO ARROZ

O arroz (*Oryza sativa*), representa um cereal de elevado valor nutricional e desempenha um papel crucial na nutrição humana. No contexto do Brasil, o cultivo desse cereal desempenha um papel vital no suprimento interno, com o excedente sendo destinado à exportação.

A produção brasileira na safra 2016/2017 atingiu a marca de 12,3 milhões de toneladas, registrando um aumento de 16,3% em comparação com a safra anterior. Notavelmente, o estado do Rio Grande do Sul (RS) contribuiu com aproximadamente 71% dessa produção. Mais de 90% da safra nacional é proveniente de campos de cultivo com sistemas de irrigação por inundação, os quais demonstram produtividades substancialmente superiores em relação às áreas que não utilizam esse método. Contudo, a indústria brasileira de cultivo de arroz enfrenta desafios relacionados à diminuição da lucratividade, resultante do incremento nos custos de produção, impactando, sobretudo os agricultores de menor escala. Nesse contexto, faz-se imperativo a concepção de opções alternativas aos produtores como o uso de diferentes tecnologias (CONAB, 2020).

### 2.2 CULTIVO DO ARROZ IRRIGADO

O cultivo do arroz irrigado por inundação se caracteriza pelo uso de áreas com baixa ou nenhuma inclinação e solos que apresentam baixa capacidade de absorção de água, permanecendo saturados durante os períodos de chuvas mais intensas. A inadequação da drenagem nessas áreas não está relacionada exclusivamente à topografia, mas também à presença de um horizonte subsuperficial argiloso com baixa capacidade de absorção de água, o que dificulta a infiltração da água no solo. Essas propriedades do solo são desfavoráveis para a maioria das culturas, mas, paradoxalmente, são vantajosas para o cultivo do arroz irrigado por inundação, uma vez que favorecem a manutenção de uma lâmina de água na superfície e evitam a perda de nutrientes por lixiviação (SOSBAI, 2014).

No Rio Grande do Sul o que se destaca é o cultivo mínimo, adotado pela maioria dos agricultores, sendo que uma pequena parcela utiliza o sistema pré-germinado e convencional em função do elevado custo de produção. No cultivo mínimo a semeadura é

realizada diretamente em solo seco, o qual foi preparado com alguns meses de antecedência. Já o sistema pré-germinado, se caracteriza pela implantação da cultura com sementes já pré-germinadas, distribuídas a lanço em solo previamente inundado, diferente do sistema convencional onde, são realizadas inúmeras operações de preparo de solo concomitantemente com a semeadura em solo seco.

Nos sistemas de cultivos citados, o manejo de irrigação pode ser de maneira contínua e intermitente, ou seja, a irrigação contínua se caracteriza por manter uma lâmina de água permanente dentro do talhão, sendo esse sistema o mais utilizado nas regiões produtoras do RS. Já a irrigação intermitente, consiste de uma lâmina de água repostada no talhão após intervalos de tempo pré determinados (SOSBAI, 2018).

Com a presença da irrigação no sistema de cultivo de arroz irrigado a utilização de máquinas agrícola é um processo trabalhoso, uma vez que as máquinas tem que ser adaptadas para fazer os devidos trabalhos a campo sem sofrer com o terreno que está totalmente com a presença de água o que pode acarretar em atolamentos e conseqüentemente tráfego maior de máquinas causando danos.

### 2.3 SISTEMA PRÉ-GERMINADO

O sistema em questão é caracterizado por práticas essenciais, destacando-se a inundação e o preparo do solo anterior à semeadura. Além disso, as sementes de arroz são distribuídas sobre uma lâmina de água, utilizando distribuidores de sementes/adubos. Para possibilitar o desenvolvimento das sementes sob a lâmina de água, é imprescindível que elas passem pelo processo de pré-germinação, destaca a EPAGRI (2022).

Essas sementes são hidratadas ou mantidas imersas na água por um período de 24 a 36 horas, iniciando-se assim o processo de germinação com a absorção de umidade. Na fase subsequente, conhecida como incubação (ou período de descanso), as sementes permanecem à sombra por um período igual, requerendo a umidificação periódica para manter o estado encharcado. As sementes estão prontas para a semeadura quando atingem um ponto de "agulha" de aproximadamente 2 mm.

Em Santa Catarina, a cultura do arroz irrigado abrange cerca de 149.000 hectares, envolvendo mais de 5 mil produtores sendo que o sistema pré-germinado o mais adotado

além disso, o estado destaca-se como detentor de elevados índices de produtividade do Brasil, atingindo 7,1 toneladas por hectare, conforme dados da EPAGRI (2022).

Como vantagem desse sistema a adoção do manejo da irrigação como parte integrante do controle de plantas daninhas é uma estratégia eficaz para otimizar os recursos hídricos e promover a sustentabilidade. Além disso, a ampliação da janela de preparo do solo, mesmo em períodos chuvosos, proporciona maior flexibilidade operacional aos agricultores, permitindo a realização de operações essenciais em momentos estratégicos. O aproveitamento do volume precipitado de chuva para a prática de inundação não apenas reduz a dependência do bombeamento de água dos mananciais, mas também representa uma abordagem ambientalmente consciente.

Contudo essas áreas necessitam ser sistematizadas, ou seja, realizar todo o levantamento altimétrico da área, organizando assim os canais de irrigação, drenos e entradas, formando assim quadros totalmente nivelados e sem curvas de nível em seu interior (EMATER, 2005).

Conforme Santos (2007), essas práticas visam promover um melhor estabelecimento inicial das plântulas, mas têm como consequências o desgaste de máquinas, o acamamento de plantas e a remoção de frações importantes do solo, como colóides minerais e orgânicos.

Todavia, em nosso Estado, predominam as áreas não sistematizadas, ou seja, apresentam algum tipo de desnível sendo necessária a realização de curvas de nível para manter a lâmina de água sobre o solo e assim fazer a semeadura do arroz. Nestas áreas não sistematizadas, inviabiliza a passagem do trator para realizar a semeadura do arroz pré germinado devido ao possível rompimento das curvas de nível, comprometendo assim o sistema de irrigação. Desta forma, o uso de drone é uma possível alternativa na semeadura, pois não danificará as curvas de nível no momento da distribuição de sementes.

## 2.4 DISPERSÃO DE SÓLIDOS COM DRONE

A utilização de drones, também chamadas de aeronaves remotamente pilotadas (RPA) ou Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), vem ganhando mercado por ser uma ferramenta que facilita diversas atividades em diferentes setores, a aeronave tem inúmeros

benefícios como otimização de mão-de-obra, reduções de custos, geração e sistematização de dados e apoio na tomada de decisão (SOARES, 2018).

O uso de drones no cultivo do arroz irrigado ainda é carente no Brasil mas no continente asiático é uma realidade que se torna cada vez mais presente, pois veículos aéreos não tripulados (VANT), tem grandes vantagens em relação ao uso de máquinas, principalmente em localidades na qual a mão de obra é escassa, com isso a utilização de drone apresentam baixo consumo de energia em relação a uma máquina agrícola com motor a combustão, alta segurança e sem restrições de espaço para operações, devido a isso vem sendo amplamente utilizados na produção agrícola de arroz no continente asiático (WANG et al., 2019).

No processo de fertilização com o uso drone não apresentou vantagem sobre as máquinas de distribuição de fertilizantes, mesmo que o número de trabalhadores tenha sido reduzido, a eficiência operacional e os custos trabalhistas foram inferiores aos das máquinas terrestres. Isto deveu-se principalmente à limitação de peso, uma vez que as máquinas terrestres tradicionais podem ser carregadas até 800-6.000 kg. Os VANTs tiveram grandes vantagens sobre a fertilização manual, onde no continente asiático ainda é uma realidade, por fim a eficiência da fertilização com VANT foi cerca de 12,5 vezes maior do que a fertilização manual (REN et al., 2021).

Atualmente, os VANTs agrícolas no Brasil são usados principalmente na proteção de plantas, isso é aplicações abrangendo desde fungicidas, herbicidas e inseticidas. A Distribuição de sólidos a partir de VANT ainda estão em fase inicial, pois há muitas questões sobre a eficiência e qualidade de trabalho em relação as máquinas já utilizadas pelos produtores.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no município de Frederico Westphalen (RS), especificadamente no campus da Universidade Federal de Santa Maria , no Laboratório de Produção e Tecnologia de Sementes do Curso de Agronomia.

A cultivar de arroz utilizada foi a IRGA 424, que para o processo de pré-germinação, foi colocado em submersão em água por período de 24 horas no dia 20 de setembro de 2023 com a temperatura ambiente média de 22°C. Logo após esse período foi retirado da água e deixado a semente por 24 horas em uma temperatura média de 20°C até chegar ao ponto considerado para fazer a dispersão do arroz a campo, chamado de ponto de agulha (Figura 1), onde o coleóptilo apresenta de 1 a 2mm de comprimento de acordo com a indicação da RAS (BRASIL, 2009).

Figura 1 - Semente de arroz pré-germinado em ponto de “agulha”.



Fonte: Autoria própria.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 6 tratamentos correspondentes as rotações do rotor de dispersão (testemunha, 250, 500, 750, 1000 e 1250 rpm) em 4 repetições (Tabela 1).

Tabela 1 - Tratamentos, repetições e as diferentes velocidades do rotor em rotações por minuto (RPM) do drone.

Tratamento	Repetições	Velocidade do Rotor (RPM)
Testemunha	4	0
1	4	250
2	4	500
3	4	750
4	4	1000
5	4	1250

Para a dispersão do arroz foi utilizado o drone do modelo DJI Agras T40 com capacidade de voo de 50 kg de sólidos. O drone foi posicionado a uma altura de 2 m do solo e uma lona foi utilizada para cobrir o solo e armazenar as sementes pré-germinadas. Com as sementes no reservatório e a rotação inserida via controle, era ligado o rotor por cerca de 1 minuto para que atingisse a rotação desejada, com densidade de sementes de 100 kg/ha. Após a dispersão, foram coletadas as sementes da lona com o uso de um pincel e colocado em um recipiente de plástico com identificação para ser conduzido ao laboratório de sementes e dar continuidade as avaliações da qualidade fisiológica (Figura 2).

Figura 2 - Coleta das sementes de arroz pré-germinadas após a dispersão feita pelo drone.



Fonte: Autoria própria.

Após a realização da coleta das sementes, procedeu-se a avaliação da qualidade fisiológica através do teste de germinação com a distribuição das mesmas entre papel Germitest umedecido com água destilada, na proporção de 3 vezes o seu peso e semeado 100 sementes por repetição, somando 400 sementes por tratamento. Após a montagem dos rolinhos estes foram colocados na câmara incubadora BOD sob temperatura de 21°C, com fotoperíodo de 12 horas de luz. As contagens foram realizadas aos 5 e 14 dias após a semeadura, de acordo com a RAS (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, avaliando-se também a porcentagem de plântulas anormais, sementes mortas e sementes dura.. A avaliação realizada aos 5 dias após a semeadura, foi considerada como primeira contagem da germinação onde foram contadas as sementes que já apresentavam coleóptilo e radícula, pois estas sementes já estavam pré-germinadas antes da realização do experimento (Figura 3).

Figura 3 - Teste de germinação: distribuição das sementes pré-germinadas em papéis Germitest.



Fonte: Autoria própria.

Para avaliar o vigor das sementes submetidas às diferentes rotações do drone no momento da semeadura foram realizadas avaliações concomitantes ao teste de germinação, aos 14 dias, tais como: Plântulas normais fraca e forte, comprimento de parte aérea e raiz, peso de massa verde e massa seca.

A determinação de plântulas normais fortes e fracas foi realizada a partir das plântulas normais, as quais foram separadas em dois grupos distintos pelo tamanho e determinada a

percentagem de cada grupo. Quanto maior a percentagem de plântulas normais fortes maior o vigor.

Para o comprimento de plântula foram utilizadas quatro repetições de 10 plântulas normais escolhidas ao acaso, entre as plântulas normais fortes e fracas, e medidas a parte aérea e a raiz com o auxílio de uma régua graduada.

Estas mesmas 10 plântulas/repetição/tratamento medidas foram pesadas em balança para determinação do peso de massa verde e após colocadas em sacos de papel e levadas a estufa de secagem à 65<sup>0</sup>C até atingirem peso constante e ser determinado o peso da matéria seca.

Depois de todas as contagens realizadas os resultados foram armazenados em planilha do Excel e organizados de acordo com seus respectivos tratamentos. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) através do software Sisvar (FERREIRA, 2019) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados revela a presença de diferenças significativas nas variáveis germinação aos 5 dias e germinação aos 14 dias, sementes duras e plântulas anormais. Isso demonstra, que a alteração da velocidade do rotor tem um impacto nessas variáveis (Tabela 2).

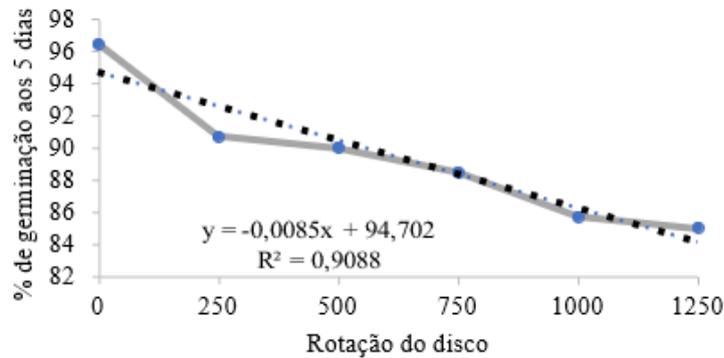
Tabela 2 - Análise da variância das variáveis experimentais analisadas de sementes de arroz pré-germinados submetidos a diferentes rotações do drone durante a semeadura.

Variáveis	QM	PR>FC	CV	Média geral
Germinação 5 dias	77,67	0,0020*	3,83	89,92
Germinação 14 dias	211,67	0,0012*	6,66	81,17
Fortes	75,4	0,5620	40,26	24,00
Fracas	70,27	0,5629	16,33	57,17
Duras	2,2	0,2818	125,6	1,00
Mortas	56,90	0,0249*	49,84	8,00
Anormais	58,17	0,0798	49,32	9,83
Comprimento Aéreo	2,55	0,5971	19,09	9,65
Comprimento Raíz	1,63	0,6963	20,37	8,04
Massa Verde	0,00052	0,3238	8,15	0,25
Massa Seca	0,000067	0,8916	9,64	0,15

\*QM: Quadrado Médio; Pr>Fc: Nível de significância; CV: Coeficiente de Variação.

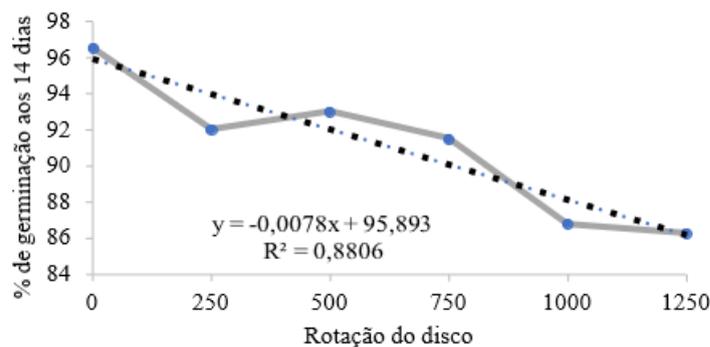
A semente de arroz Irrigado cv. IRGA 424 apresentaram boa qualidade inicial, com 96,5% de germinação no tratamento Testemunha (sem ser submetida ao drone), representado pela contagem aos 5 dias e, decaindo linearmente conforme o aumento da rotação do disco de dispersão, reduzindo aproximadamente 10% da germinação quando o drone foi operado na máxima rotação do disco testada (Figura 4).

Figura 4 - Porcentagem de Germinação de sementes e arroz pré-germinado em relação a velocidade do rotor do drone aos 5 dias.



Os resultados demonstraram média de 96% de taxa de germinação na contagem final ao 14 dia (Figura 5). Resultados similares foram obtidos por Liu (WANG et al., 2022) onde a taxa de emergência com a distribuição feita pelo VANT se estabilizou ao 14º dia, chegando ao valor final de 82,6%.

Figura 5 - Porcentagem de germinação de sementes de arroz pré-germinados em relação a velocidade do rotor do drone aos 14 dias.



Os dados apresentaram uma média de germinação acima de 90% até a velocidade de 750 rotações por minuto (Figura 5). Com o aumento da velocidade do rotor a germinação decaiu abaixo dos 90% quando ultrapassamos a velocidade de 750 rotações por minuto. Percebe-se, com esses resultados, que o percentual de germinação é inversamente proporcional a rotação do disco, ou seja, quanto maior será a rotação do rotor do VANT menor será a taxa de germinação e maior será o dano causado à semente de arroz pré-

germinado devido a presença do raiz primária que é quebrado pelo sistema de distribuição, como pode ser visualizado na Figura 6.

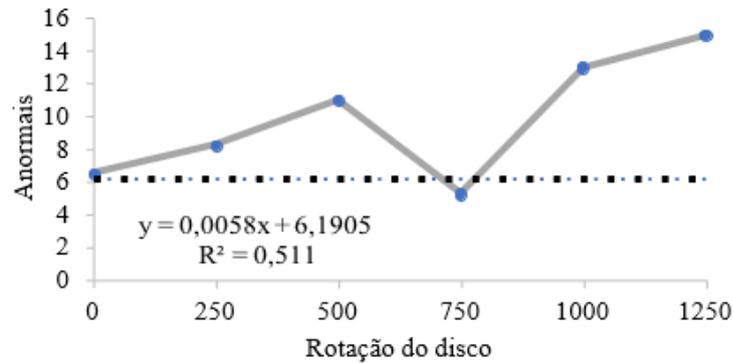
Figura 6 - Dano causado pelo rotor nas sementes do arroz pré-germinado.



Fonte: Autoria própria.

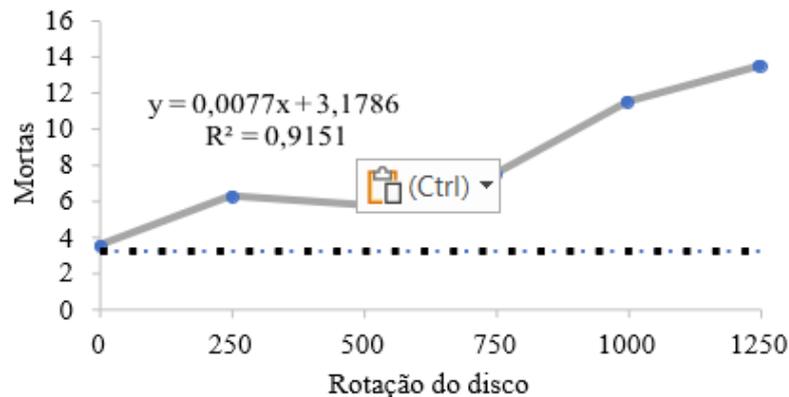
Além disso, podemos notar que o número de plantas normais decai conforme as rotações por minuto do distribuidor do drone aumenta, conseqüentemente ocorre a presença de mais plantas anormais (Figura 7). Singh et al. (2023) testaram quatro métodos de semeadura: semeadura mecânica, semeadura direta de precisão, semeadura com VANT e plantio manual. Os resultados mostraram que o método de semeadura com VANT produziu o maior número de mudas e as espigas mais efetivas, atingindo 3.811.500 espigas/ha. A semeadura com VANT produziu um rendimento de 6.549 kg/ha, 1,2% inferior à semeadura direta de precisão. Sendo assim com o aumento da velocidade do rotor ocorre a quebra total ou parcial do coleótilo causando assim a formação de um número maior de plântulas anormais.

Figura 7 - Percentagem de plantas anormais de sementes de arroz pré-germinado em relação a velocidade do rotor do drone.



Da mesma forma, a presença do número de sementes mortas foi crescente de acordo com o aumento da rotação do disco, isso possivelmente se deve pelo fato do rotor causar danos no coleóptilo e na radícula e com isso a semente não consegue dar continuidade no processo de crescimento, como podemos observar (Figura 8).

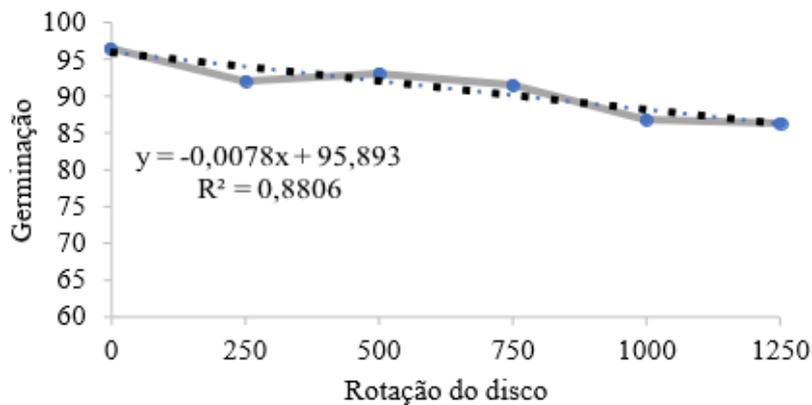
Figura 8 - Percentagem de sementes mortas em relação a velocidade do rotor do drone



De acordo com trabalho feito por Singh et al (2023) sobre os diferentes métodos de semeadura do arroz os melhores resultados obtidos foram com a distribuição de sementes com drone, semeadura mecânica precisa direta, e semeadura mecânica, mostrando com o uso do drone em comparação as máquinas agrícolas é possível ter uma qualidade de distribuição. Já Jiyu et al (2016) utilizou um pequeno Drone multi-rotor para a dispersão de arroz e descobriu que o CV era muito menor do que feito por dispersão manual, o

rendimento médio do campo semeado com VANT foi de 7.705,5 kg/ha, mostrando que o drone é uma alternativa viável para semeadura de arroz. Contudo com o aumento da velocidade acima de 750 rpm mostra que existem dano na semente devido ao impacto do sistema de distribuição, com decréscimo no número de sementes normais (Figura 9).

Figura 9 - Percentagem de germinação em relação a velocidade do rotor do drone.



Todavia, com a redução na velocidade de rotor de distribuição o drone terá largura de trabalho menor, afetando assim sua eficiência operacional. De acordo com Singh et al. (2023), em um trabalho realizado a capacidade de voo foi de 10-20 minutos de voo, resultando em uma baixa eficiência, no qual a operação necessitou de inúmeras baterias que são de alto custo, sendo assim um desafio para a utilização do drone, por fim o uso do drone se torna uma alternativa a mais aos produtores de arroz.

## **5 CONCLUSÕES**

As rotações acima de 750 rpm afetam a porcentagem de germinação e o nível de vigor expresso pela percentagem de plântulas normais germinadas aos 5 dias, plântulas anormais e sementes mortas.

A rotação de 1250 rpm aumenta em dez vezes o número de sementes mortas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Secretaria de Defesa Agropecuária, 399p. 2009.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Levantamentos da safra brasileira de grãos (safra 2020/21)**, v. 8, n. 12, p. 1-98, 2021.

EMATER. **Arroz irrigado sistema pré-germinado.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.12287/40444>. Acesso em: 15 nov. 2023.

EPAGRI. **Sistemas de produção: Recomendações para a produção sustentável de arroz irrigado em Santa Catarina.** Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/>. Acesso em: 30 out. 2023.

FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. DOI: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>.

IRGA. **Safras.** Disponível em <<http://www.irga.rs.gov.br>>. Acesso em: 20 Set. 2023. Acesso em: 09 ago. 2018.

JIYU, Li et al. Design and test of operation parameters for rice air broadcasting by unmanned aerial vehicle. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, v. 9, n. 5, p. 24-32, 2016. DOI: 10.3965/j.ijabe.20160905.2248.

SINGH, K. P., et al. Unmanned Aerial Vehicle Direct Seeding Versus Ground Seeding Mechanization Services in Smallholder Farming Systems of North West IGP on Energy Use Efficiency and Quality of Rice Culture: A Review. **International Journal of Environment and Climate Change**, v. 13, n. 9, p. 2105-2121, 2023. DOI: 10.9734/ijecc/2023/v13i92444.

LIU, Wei, et al. Development of UAV-based shot seeding device for rice planting. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, v. 15, n. 6, p. 1-7, 2022. DOI: 10.25165/j.ijabe.20221506.7301.

WANJUN, Ren, et al. Design and experiment of UAV fertilization spreader system for rice. **Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery**, v. 52, n. 3, p. 88-98, 2021. DOI: 10.6041/j.issn.1000-1298.2021.03.009.

SANTOS, F. S. Manejo racional da água de irrigação no sistema de cultivo de arroz pré-germinado. *In: XVI Congresso de Iniciação Científica – Pesquisa e Responsabilidade Social*, 2007. Disponível em: [http://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www2.ufpel.edu.br/cic/2007/cd/pdf/C/CA\\_00295.pdf](http://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www2.ufpel.edu.br/cic/2007/cd/pdf/C/CA_00295.pdf). Acesso em: 21 nov. 2023.

SOARES, Fábio Quevedo. **Utilização de drones para preservação da biodiversidade do Cerrado no Jardim Botânico de Brasília.** 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, Faculdade Gama, Universidade de Brasília, Brasília: DF. 2018. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/33988>. Acesso em: 15 nov. 2023.

SOSBAI. **Arroz Irrigado: Recomendações Técnicas para o Sul do Brasil.** Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, 192p. 2014.

SOSBAI. **Arroz irrigado: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil.** Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, 205 p. 2018.

XIWEN, Luo et al. Recent advances in mechanized direct seeding technology for rice. **Journal of South China Agricultural University**, v.40, n. 5, p.1–13, 2019. DOI: 10.7671/j.issn.1001-411X.201905069.