

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
FARROUPILHA  
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**EFICIÊNCIA OPERACIONAL E REGULARIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DE  
PLANTAS NA SEMEADURA DO ARROZ IRRIGADO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Alcionei Brutti Dallaporta**

**Alegrete, 2017**

**EFICIÊNCIA OPERACIONAL E REGULARIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DE  
PLANTAS NA SEMEADURA DO ARROZ IRRIGADO**

**Alcionei Brutti Dallaporta**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IFFarroupilha,RS) e da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA,RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia Agrícola**

**Orientador: Prof. Dr. Vilnei de Oliveira Dias**

**ALEGRETE - RS**

**Alegrete, RS, Brasil  
2017**

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha  
Universidade Federal do Pampa  
Curso de Engenharia Agrícola**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
Aprova o Trabalho de Conclusão de Curso**

**EFICIÊNCIA OPERACIONAL E REGULARIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DE  
PLANTAS NA SEMEADURA DO ARROZ IRRIGADO**

elaborado por  
**Alcionei Brutti Dallaporta**

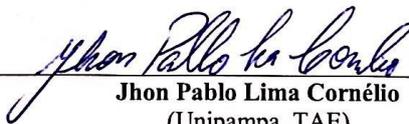
Como requisito parcial para obtenção de grau de  
**Bacharel em Engenharia Agrícola**

**COMISSÃO EXAMINADORA**



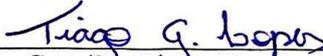
---

**Vilnei de Oliveira Dias, Dr.**  
(Unipampa, Orientador)



---

**Jhon Pablo Lima Cornélio**  
(Unipampa, TAE)



---

**Tiago Gonçalves Lopes, Eng. Agrícola**  
(Eng. Agrícola, Ufsm)

Alegrete, 24 de novembro de 2017.

## RESUMO

Trabalho de Conclusão de Curso

Graduação em Engenharia Agrícola

Instituto Federal Farroupilha e Universidade Federal do Pampa, RS, Brasil

### EFICIÊNCIA OPERACIONAL E REGULARIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DE PLANTAS NA SEMEADURA DO ARROZ IRRIGADO

AUTOR: ALCIONEI BRUTTI DALLAPORTA

ORIENTADOR: VILNEI DE OLIVEIRA DIAS

Data e local da defesa: Alegrete, 24 de novembro de 2017

Com a agricultura em constante crescimento e o clima cada vez mais inconstante, torna-se menor o tempo para a realização das operações agrícolas no período recomendado, o que acarreta em uma demanda por máquinas agrícolas com maior tecnologia e eficiência nas operações. Neste sentido, para que tudo ocorra dentro do tempo previsto, é importante que seja feito um bom planejamento das atividades, maximizando o uso dos equipamentos. A semeadura é uma das etapas mais críticas da produção agrícola, pois a partir dela se determinam os demais fatores de produção ao longo do ciclo da cultura. Nesse contexto, o presente trabalho visou determinar a eficiência operacional de uma semeadora-adubadora e a regularidade de distribuição de plantas na semeadura de arroz irrigado. Para isto, foi realizado um experimento dividido em três fases, onde em um primeiro instante foi calculada a eficiência operacional em talhões com distintas relações de largura x comprimento, na segunda fase foi realizado o cálculo da eficiência em talhões aleatórios, por fim, foi analisada a regularidade de distribuição de plantas em quatro velocidades distintas de semeadura: 3,67; 4,88; 7,16 e 9,67 km h<sup>-1</sup>, mensurando a distância entre plantas após a emergência e calculando a uniformidade de distribuição. Com base nesses experimentos, obteve-se uma eficiência operacional entre 78,48% a 59,88% no primeiro caso, no segundo experimento realizado em talhões aleatórios a eficiência operacional chegou a valores próximos ao primeiro experimento sendo os valores obtidos de 77,31% a 69,20%. No terceiro experimento, foram observadas distribuições semelhantes entre os tratamentos, tendo a velocidade de 3,77 km h<sup>-1</sup> valores relativamente melhores que as demais velocidades.

**Palavras-Chaves:** *Oryza Sativa*. Velocidade. Capacidade Operacional.

## **ABSTRACT**

Work in conclusion in course

Graduation in Engineering Agricultural

Institute Federal Farroupilha and University Federal of Pampa, RS, Brasil7

### **EFFICIENCY OPERATIONAL AND REGULARITY IN DISTRIBUTION IN**

### **PLANTS AT SEEDIN OF RICE IRRIGATED**

**AUTHOR: ALCIONEI BRUTTI DALLAPORTA**

**ADVISOR: VILNEI DE OLIVEIRA DIAS**

Date and place of defense: Alegrete, November 24<sup>th</sup>, 2017.

With agriculture in constant growth and increasingly unstable weather, the time for agricultural operations in the recommended period becomes shorter, resulting in a demand for agricultural machinery with greater technology and efficiency in operations. In this sense, for everything to happen within the expected time, it is important that a good planning of the activities is done, maximizing the use of the equipment, making its use more feasible and economical. Sowing is one of the most critical stages of agricultural production, since it determines the other factors of production along the crop cycle, it is important to perform it at the time and recommended way. In this context, the present work aimed to determine the operational efficiency of a seeder-fertilizer and the regularity of distribution of plants in irrigated rice seeding. For this, an experiment was carried out divided in three phases, where in a first moment the operational efficiency was calculated in fields with different width and length relationships, in the second phase, the efficiency in random plots determined by the condition of the crop was calculated and, finally, the distribution regularity of the plants was analyzed at four different sowing speeds: 3,67; 4,88; 7,16 and 9,67 km h<sup>-1</sup>, measuring the distance between plants after emergence and calculating the uniformity of distribution. Based on these experiments, there was an operational efficiency between 78,48% the 59,88% in the first case, in the second experiment carried out in random plots the operational efficiency reached values close to the first experiment and the values obtained from 77,31% the 69,20%. In the third experiment, similar distributions were observed between treatments, having the speed of 3,77 km h<sup>-1</sup> relatively better values than the other speeds.

**Keywords:** Oryza Sativa. Speed. Operational Capacity.

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo apoio durante toda graduação e ao meu orientador pela paciência e ajuda durante sua elaboração.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Conjunto trator-semeadora .....	20
Figura 2 - Semeadora-adubadora Semeato TDNG 320 .....	20
Figura 3 - Trajetória utilizada na semeadura da parcela medindo 100 x 100 metros .....	21
Figura 4 - Abastecimento da semeadora-adubadora através de big-bag .....	22
Figura 5 - Abastecimento da semeadora-adubadora de forma manual .....	22
Figura 6 - Layout das áreas que compuseram os tratamentos do experimento 2 .....	25
Figura 7 - Contagem de plantas em um metro linear com a utilização de régua subdividida em seções de 10 cm .....	26
Figura 8 - Eficiência operacional nos respectivos tratamentos: T1=1:25; T2=1:16; T3=1:9; T4=1:4; T5=1:1 .....	28
Figura 9 - Frequência de distribuição de plantas a cada 10 cm.....	30
Figura 10 - Número de plantas seção em relação a velocidade de semeadura .....	31

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões pré-definidas das parcelas experimentais .....	23
Tabela 2 - Tempo médio gasto para realização da semeadura em cada tratamento .....	27
Tabela 3 - Capacidade operacional efetiva.....	28
Tabela 4 - Tempo de semeadura por quadro aleatório.....	29
Tabela 5 - Medidas de regularidade de distribuição de plantas em quatro velocidades de deslocamento na semeadura de arroz irrigado.....	31

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Especificações técnicas semeadora-adubadora SEMEATO TDNG 320.....	19
--	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>1.1 Objetivo geral</b> .....	12
<b>1.2 Objetivos específicos</b> .....	12
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
<b>2.1 Agricultura</b> .....	13
<b>2.2 Arroz irrigado</b> .....	13
<b>2.3 Planejamento da mecanização agrícola, eficiência e capacidade operacional</b> .....	14
<b>2.4 Semeadoras</b> .....	16
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	19
<b>3.1 Equipamentos utilizados</b> .....	19
<b>3.2 Experimento 1 - Determinação da eficiência por talhões</b> .....	23
3.2.1 Determinação da capacidade operacional teórica .....	23
3.2.2 Cálculo da capacidade operacional efetiva .....	24
3.2.3 Eficiência operacional .....	24
<b>3.3 Experimento 2 - Determinação da eficiência em quadros aleatórios</b> .....	25
<b>3.4 Experimento 3 - Regularidade de distribuição de plantas</b> .....	25
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	27
<b>4.1 Experimento 1 - Determinação da eficiência por talhões</b> .....	27
<b>4.2 Experimento 2 - Determinação da eficiência em quadros aleatórios</b> .....	29
<b>4.3 Experimento 3 - Regularidade de distribuição de plantas</b> .....	30
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	32
<b>6 REFERÊNCIAS</b> .....	33

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura é uma das principais atividades econômicas do Brasil, responsável pela produção de alimentos e matéria prima, abastecendo inúmeros setores da economia nacional. Contribui direta e indiretamente para a geração de empregos, exportações e significativa representação no PIB (Produto Interno Bruto), sendo a produção de grãos um dos pontos mais fortes, com destaque para as culturas da soja, milho e arroz.

O arroz é um dos alimentos mais consumidos no mundo, e destaca-se como uma das principais fontes de renda da fronteira oeste do Rio Grande do Sul, caracterizando-se por ser uma cultura muito exigente em relação ao clima. Contudo, quando cultivado na época recomendada, encontra condições favoráveis de clima para atingir altas produtividades.

Em função das condições do clima cada vez mais inconstantes, as operações realizadas tem um menor tempo para serem executadas, às quais dependem de um planejamento eficiente, para que ocorram na janela prevista. A partir de um bom planejamento, o produtor poderá fazer o máximo uso dos seus equipamentos, tendo assim a diluição do seu custo num intervalo reduzido de tempo, conforme Deere & Company (1975), o planejamento de máquinas tem-se tornado cada vez mais importante na execução de operações agrícolas, por estar diretamente relacionado com a capacidade de trabalho e capital para a obtenção de um retorno que signifique lucro satisfatório.

O planejamento da mecanização agrícola em uma propriedade é de extrema importância, pois nele estão dispostas todas as atividades a serem realizadas e o período que as mesmas necessitam para serem executadas. Com isso é possível fazer o dimensionamento dos equipamentos de acordo com a necessidade exigida, na qual é necessário saber a eficiência operacional de cada equipamento para calcular sua máxima capacidade de campo operacional, reduzindo gastos excessivos com equipamentos desnecessários.

A eficiência é um dos fatores mais importantes a se conhecer de um equipamento agrícola, pois é a capacidade total de trabalho efetivo que o mesmo vai conseguir exercer em uma jornada de trabalho. As semeadoras possuem baixa eficiência de trabalho, porém, desempenham a etapa mais importante da cultura do arroz irrigado, que é a semeadura. Ela que determina as demais fases da cultura, a época da emergência, do florescimento, da maturação, podendo através dela definir esses estágios de acordo com a época mais recomendada para a ocorrência de cada um deles. Com isso, deve-se ter um grande cuidado

para que a semeadura seja executada de maneira correta e no período recomendado para a cultura.

Na execução da semeadura um dos fatores que mais varia é a velocidade, onde seu aumento influencia diretamente na eficiência da semeadora, elevando-a. Porém, este acréscimo na velocidade poderá afetar na semeadura, reduzindo a sua qualidade (CANOVA et al., 2007). Mediante o exposto, o presente trabalho tem por objetivos:

### **1.1 Objetivo geral**

Calcular a eficiência operacional na semeadura do arroz irrigado, a capacidade de campo operacional de uma semeadora-adubadora e estudar o efeito da velocidade de semeadura através da uniformidade de distribuição de plantas.

### **1.2 Objetivos específicos**

- i. Determinar a eficiência operacional na semeadura de arroz irrigado em diferentes relações de largura pelo comprimento de uma mesma extensão de área;
- ii. Determinar a capacidade operacional na semeadura do arroz irrigado em diferentes formatos e extensões de talhão;
- iii. Estudar o efeito da velocidade de semeadura na cultura do arroz irrigado através da regularidade de distribuição de plantas.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Agricultura**

A agricultura representa toda a atividade de exploração da terra, seja ela o cultivo de lavouras e florestas ou a criação de animais, com vistas à obtenção de produtos que venham a satisfazer às necessidades humanas (CREPALDI, 1998). Para isto, fazer o uso apropriado do solo vinculado com o uso de pesquisas agropecuárias, são importantes ferramentas para a manutenção do crescimento no setor agropecuário (NASSAR et al., 2010).

Com o enfraquecimento do modelo extensivo de crescimento baseado na expansão de área, foi traçada outra estratégia para o crescimento agrícola, sendo esta, baseada então no aumento da produtividade, passando a ser o principal elemento do aumento na produção em uma mesma extensão de área de cultivo (GONZALEZ & COSTA, 1998). Deste modo, a mudança tecnológica é uma das formas que contribuiu para o crescimento do setor agrícola (KELLY, 2007).

A mecanização agrícola no Brasil, antes de 1960, baseava-se exclusivamente na importação de máquinas e implementos específicos. Após 1960 se deu o início da produção de máquinas no país, com a implantação da indústria brasileira de tratores (BALASTREIRE, 1987). Atualmente, em um cenário onde a agricultura brasileira e mundial depende incondicionalmente da mecanização agrícola, além do consumo interno de máquinas e implementos, o Brasil tornou-se um grande exportador, principalmente nos segmentos de tratores leves e colhedoras (ANFAVEA, 2009), impulsionado principalmente pelos bons resultados com safras recordes decorrentes nos últimos anos.

### **2.2 Arroz irrigado**

Na safra 2014/15 mesmo com a redução de 3,3% da área de arroz irrigado cultivada no Brasil, obteve-se um aumento de 6,2% da produtividade, chegando a uma produção total de 12.448,6 mil toneladas, superando em 2,7% a safra 2013/14, com produtividade média de

5.424,0 kg ha<sup>-1</sup>, sendo a mais alta já registrada nos levantamentos realizados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2015).

O Rio Grande do Sul, maior estado produtor do cereal, representou quase 70% da produção brasileira, com área plantada de 1.120,1 mil hectares, tendo um significativo aumento de 6,3% na produtividade, atingindo uma produção total de 8.624,8 mil toneladas (CONAB, 2015). No Rio Grande do Sul, o arroz é produzido em 131 municípios, onde 232 mil pessoas vivem direta ou indiretamente da exploração dessa cultura.

O arroz pode ser semeado, desde início de setembro até meados de dezembro, porém os períodos recomendados de semeadura do arroz irrigado é definido de forma detalhada pelo zoneamento agrícola, de acordo com o ciclo das cultivares, para cada município do estado do Rio Grande do Sul climaticamente apto ao cultivo de arroz (SOSBAI, 2016).

### **2.3 Planejamento da mecanização agrícola, eficiência e capacidade operacional**

A seleção de uma máquina agrícola, bem como a de um implemento, pode tornar-se uma tarefa árdua, pois há diversas variáveis que devem ser consideradas. A escolha do equipamento mais adequado para uma determinada atividade é uma das etapas mais importantes do processo produtivo. Neste sentido, modelos matemáticos podem ser considerados como ferramentas úteis para a seleção da maquinária (BAIO et al., 2004).

Adota-se a mecanização pela necessidade e importância em conseguir executar uma determinada operação (FAO, 1990). Contudo, Cortes (2006), afirma que esta promove também ao crescimento econômico, visto que, aumenta a capacidade de implantação das culturas, acarretando em maiores rendimentos por hectare. Campos et al. (2008), afirmam ainda que é de fundamental importância o aprimoramento das operações agrícolas, devido a sua influência direta sobre fatores como germinação, desenvolvimento e produtividade das plantas. No entanto, quantificar todos os fatores que influem nas operações agrícolas é uma tarefa complexa (MILAN & FERNANDES, 2002), portanto, é necessário concentrar esforços nos fatores que trarão resultados esperados com melhor eficiência e eficácia.

Com a intensificação do uso da mecanização, a agricultura atual exige também novos investimentos em máquinas de maior tecnologia e potência, indispensáveis para atender a demanda das atividades a campo (OLIVEIRA, 2000). Com isso, o planejamento agrícola se torna cada vez mais importante, pois a escolha das máquinas para uma propriedade rural,

independente do seu tamanho, deve ser feita de acordo com a demanda que a propriedade exige, e dentro da sua realidade econômica. Neste sentido, para obter uma definição clara e objetiva da seleção de uma máquina agrícola, a mesma deve solucionar racionalmente o problema a ela deferido.

De acordo com Swami (2005), a adoção de um bom planejamento da mecanização agrícola traz como vantagens, a redução da dependência de mão-de-obra, o aumento da produtividade das culturas e conseqüentemente, uma maior rentabilidade.

Para a escolha das máquinas agrícolas, é extremamente necessário o levantamento das perdas por atraso de operação, evitando assim possíveis casos de subdimensionamento ou sobrecarga de trabalho (WITNEY, 1998). Posto que, o mal planejamento pode repercutir em aumento do tempo de operação, podendo gerar atrasos na implantação da cultura, e possível redução da produtividade da mesma (MATOS et al., 2005).

Segundo Modolo (2003), quando a utilização de máquinas e equipamentos agrícolas é feita de maneira correta, aumenta-se a eficiência operacional, facilitando o trabalho do homem no campo, proporcionando aumento na produtividade. Delafosse (1986), reforça ainda que a utilização correta de equipamentos agrícolas traz também aumento na capacidade efetiva de trabalho, proporcionando além de melhores produtividades, permitir atender ao cronograma de atividades em tempo hábil.

A capacidade de trabalho ou de campo das máquinas agrícolas é função da largura de trabalho da máquina, velocidade de deslocamento e percentagem de tempo parado (RICHEY et al., 1961). Com relação ao tempo total de trabalho para execução de uma determinada operação agrícola, Cañavate & Hernanz (1989), mencionam que este pode ser subdividido em três tempos: tempo de preparo das máquinas; tempo de transporte e tempo efetivo de trabalho. Nesse contexto, a ASAE (1998) engloba as seguintes atividades como responsáveis por perdas de tempo a campo: manobras; transporte; reabastecimento (sementes, fertilizantes, produtos químicos, água, material colhido); desembuchamento; ajustagens; lubrificação e espera por outras máquinas.

Para Molin & Milan (2002), a capacidade de campo de uma máquina caracteriza-se como a quantidade de trabalho produzida numa unidade de tempo, podendo esta ser efetiva ou teórica. Já para Hunt (1974), a eficiência de campo é igual a eficiência de tempo, definida como a razão entre o tempo efetivamente usado e o tempo total disponível, quando são consideradas apenas as operações executadas dentro de campo cultivado. Logo, a eficiência de campo de uma máquina agrícola pode ser influenciada pelos seguintes fatores: método de

operação no campo; formato do campo; tamanho do campo; e capacidade teórica de operação (SMITH, 1965).

Define-se como capacidade teórica de campo quando uma máquina está desenvolvendo a função para a qual foi projetada, a uma dada velocidade e usando toda a sua largura teórica. Já a capacidade de campo efetiva é expressa como a razão entre a área trabalhada e sua respectiva unidade de tempo. Através destas, pode-se definir a eficiência de campo, expressa como a razão entre a capacidade efetiva e a teórica (MIALHE, 1974).

## **2.4 Semeadoras**

As semeadoras são equipamentos fundamentais para a agricultura, para isso as mesmas necessitam estar em ótimo estado de conservação, regulagem e, sobretudo, estar com a manutenção em dia e realizada de forma adequada (COPETTI, 2004). São classificadas conforme sua forma de distribuição de sementes, dividindo-se em semeadoras de precisão e semeadoras de fluxo contínuo (ABNT, 1994). Semeadoras de precisão são equipamentos que distribuem as sementes no sulco de semeadura, uma a uma ou agrupadas em linhas e intervalos regulares. Nas semeadoras de fluxo contínuo, a distribuição das sementes se dá de forma contínua, distribuídas em grande quantidade no sulco de semeadura, com pequena distância e pouca precisão entre sementes. Sendo as semeadoras de fluxo contínuo, comumente utilizadas para grãos miúdos, equipadas, em sua maioria, com dosadores do tipo rotor acanalado (MACHADO et al., 2005), sendo estes, mecanismos compostos essencialmente por rotores, localizados abaixo do reservatório da semeadora e transversalmente ao seu sentido de deslocamento (REIS et al., 2007).

A principal função da semeadora é dosar a quantidade de sementes a ser depositada no solo, pois, o espaçamento entre as sementes afeta, significativamente, a produtividade das culturas (PORTELLA, 2001). Neste sentido, atributos como, desempenho e eficiência de máquinas semeadoras, bem como, qualidade de semeadura de uma cultura, são de fundamental importância para garantir o estande final de plantas adequado, e conseqüentemente, o sucesso de implantação da cultura com boa produtividade (SCHMIDT et al., 1999).

## 2.5 Distribuição de plantas e produtividade das culturas

A uniformidade de distribuição longitudinal das sementes é um dos fatores que mais contribui para a obtenção de estande adequado de plantas e uma boa produtividade da cultura (BUTIERRES & CARO, 1983; KURACHI et al., 1989; TOURINO et al., 2002).

Segundo Silva & Silveira (2002), na semeadura realizada com semeadoras-adubadoras, diversos fatores interferem no estabelecimento do estande de plantas, destacando-se entre eles a velocidade de deslocamento da máquina, tendo o percentual de espaçamentos entre sementes variando conforme a velocidade de operação, onde a menor velocidade apresenta maior percentual de espaçamentos aceitáveis.

A correta dosagem de semente e fertilizante pela semeadora é uma importante etapa no processo de semeadura em qualquer cultura, e consiste na sua distribuição uniforme, de acordo com os padrões recomendados para a cultura (MERCANTE et al., 2005).

Em um trabalho realizado por Mahl et al. (2004), utilizando uma semeadora de seis linhas espaçadas de 0,45 m, em três velocidades distintas (4,4; 6,1 e 8,1 km h<sup>-1</sup>), constatou-se que a variação da velocidade interferiu no desempenho do conjunto, aumentando a capacidade operacional da semeadora. Contudo, estudos realizados por Oliveira (1997), detectaram incremento na demanda de potência quando se aumentou a velocidade de 5,0 para 7,0 km h<sup>-1</sup>, aumentando significativamente o consumo de combustível. Nesse mesmo enfoque, Bortolotto et al. (2006), observaram diferenças significativas na força de tração na barra quando trabalharam acima de 6,5 km h<sup>-1</sup> em operação de semeadura. O aumento da velocidade de trabalho proporciona uma elevação da capacidade operacional, porém, podem comprometer a qualidade da semeadura (LIU et al., 2004).

Klein et al. (2002), observaram que o aumento da velocidade não afetou a porcentagem de espaçamentos duplos e falhos nem influenciou na uniformidade de distribuição de sementes, não interferindo na produtividade. Entretanto, Pinheiro Neto et al. (2008), observaram que com o aumento da velocidade de deslocamento, a população de plantas e a porcentagem de espaçamentos aceitáveis reduziram, bem como a população de plantas. Com isso, Cortez et al. (2006), afirmam que a velocidade também influencia durante a operação de semeadura, pois a mesma está diretamente relacionada à distribuição longitudinal de semente.

Balastreire et al. (1987), verificaram em ensaio com milho que a distribuição de sementes foi sensível ao aumento da velocidade de deslocamento das semeadoras, e a distribuição longitudinal de sementes foi irregular e fora dos limites aceitáveis, aumentando a

irregularidade com o acréscimo da velocidade de semeadura. Da mesma maneira, Fey et al. (2000), afirmaram que o aumento da velocidade na operação de semeadura de milho influencia na uniformidade de distribuição longitudinal de plantas, todavia, não afeta a população de plantas e a produtividade de grãos. Podendo-se observar de modo geral, muitas contraposições entre os autores.

Os sistemas pneumáticos são aptos para grãos graúdos e são mais vantajosos que os sistemas de discos horizontais (PORTELLA, 2001). Contudo, Casão Júnior & Siqueira (2004), avaliaram a distribuição de sementes em seis semeadoras-adubadoras, compostas de dosadores de sementes de discos horizontais e pneumáticos, não verificando diferença na distribuição longitudinal de sementes entre os diferentes dosadores. Entretanto, Mello et al. (2003), verificaram que o sistema pneumático de distribuição de sementes é superior ao dosador de discos horizontais, pois apresentou maior percentagem de espaçamentos aceitáveis.

De acordo com Delafosse (1986), a velocidade de trabalho é um dos parâmetros que mais influência no desempenho de semeadoras, sendo a distribuição longitudinal de sementes no sulco de semeadura afetada pela velocidade de deslocamento. Dambrós (1998), também conclui que a uniformidade de distribuição de plantas é reduzida com o aumento da velocidade na operação de semeadura. Neste sentido, Mantovani & Bertaux (1990), verificaram que, de maneira geral, a distribuição longitudinal das sementes pode ser irregular e fora dos limites aceitáveis, tendendo a se tornar mais irregular à medida que a velocidade de avanço aumenta.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Agropecuária Caramujo, no ano agrícola de 2016/2017, que está localizada no 7º subdistrito, Guassu boi, latitude 29°44'27.5"S e longitude 56°08'55.3"W, no município de Alegrete - RS. A propriedade conta com uma área de 700 hectares (ha), sendo uma parcela de 170 ha destinados para a produção de arroz irrigado e o restante destinado para a criação de bovinos e ovinos de corte. A atividade orizícola contribui significativamente para o desempenho econômico-financeiro da propriedade, respondendo com uma produtividade média de 8895,78 kg ha<sup>-1</sup> (177,91 sacos ha<sup>-1</sup>) no ano agrícola 2014/15.

#### 3.1 Equipamentos utilizados

Foram utilizados na semeadura um conjunto composto por um trator da marca Massey Ferguson, modelo 299 TDA, com 130 cv de potência e uma semeadora-adubadora da marca Semeato (Figura 1 e 2), modelo TDNG 320, composta de 20 linhas de semeadura com espaçamento de 0,17 metros (m) entre linhas, sendo o sistema de distribuição de sementes do tipo rotor acanalado helicoidal.

Quadro 1 - Especificações técnicas semeadora-adubadora SEMEATO TDNG 320.

Potência mínima requerida	86,2 CV
Potência média	101,39 CV
Velocidade de operação	4 a 8 km/h
Peso aproximado	3650 kg
Capacidade de semente	950 litros ou 600 litros
Capacidade de adubo	1200 litros ou 850 litros

Fonte: Manual do Operador TNDG 320 e TNDG 420 (2012).



Figura 1 - Conjunto trator-semeadora.



Figura 2 - Semeadora-adubadora da marca Semeato e modelo TDNG 320.

Para coleta de dados foi utilizado o aparelho de celular iPhone 5C equipado com aplicativo Planimeter GPS area measure e plano de dados de internet móvel, estando a uma distância de aproximadamente 16 km da antena de telefonia da operadora vivo, obtendo um nível de sinal moderado 2G (ANATEL, 2017), o qual foi fixado na semeadora-adubadora,

para demarcar o trajeto como podemos observar na ilustração mostrada na figura 3, também fazendo o uso do mesmo para a medição das áreas experimentais. Em trabalho realizado por Lopes (2017), utilizando o Planimeter GPS area measure alcançou precisões mínimas acima dos 98% em área total comparada, validando o uso dos smartphones avaliados como ferramenta para coleta de dados planimétricos em diversas atividades agrícolas do dia-a-dia do agricultor.

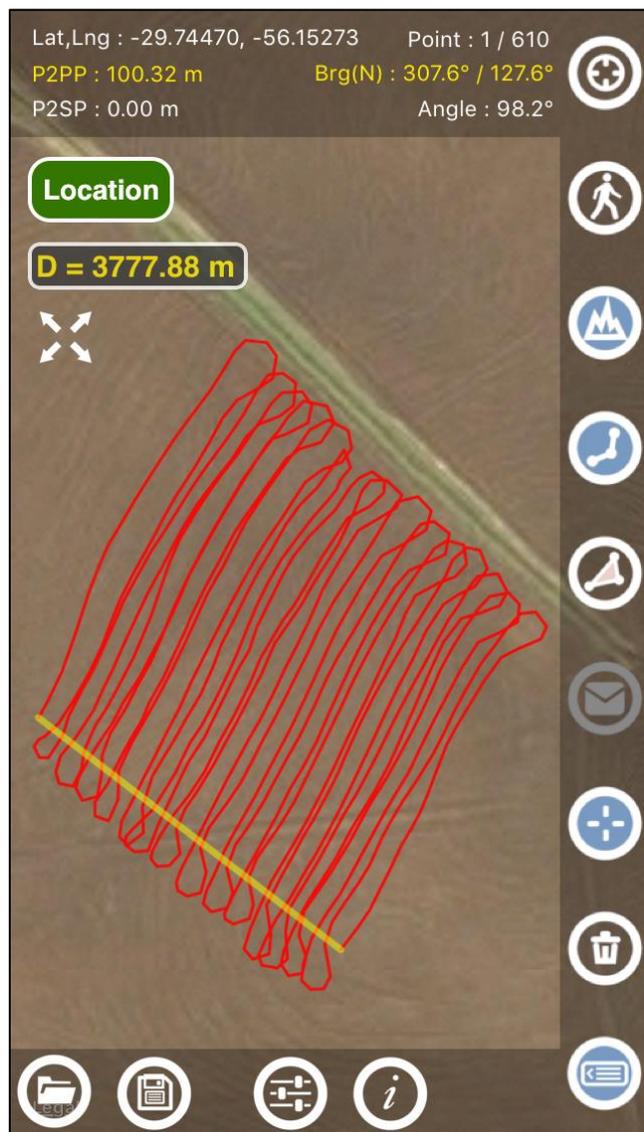


Figura 3 - Trajetória utilizada na semeadura da parcela medindo 100 x 100 metros.

Na coleta do tempo de operação, manobras, reabastecimento e para cálculo da velocidade foi utilizado cronômetro, contando com o auxílio de uma caderneta de campo para anotação dos dados. O abastecimento da semeadora era realizado por duas pessoas, sendo as sementes colocadas manualmente através de sacos de 40 kg e o fertilizante através de big bag de 1000 kg com o auxílio de um guincho acoplado no sistema três pontos de um trator da marca valmet 985 (Figuras 4 e 5).



Figura 4 – Abastecimento da semeadora-adubadora através de big bag.



Figura 5 - Abastecimento da semeadora-adubadora de forma manual.

### 3.2 Experimento 1 - Determinação da eficiência por talhões

No primeiro experimento foi realizado um estudo entre a relação da largura pelo comprimento dos talhões de semeadura. Foram demarcadas parcelas de semeadura de 1 ha cada, com diferentes relações entre largura e comprimento, sendo cinco tratamentos, realizando três repetições cada, com dimensões pré-definidas, conforme mostrado na tabela 1. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso. Em cada parcela foram calculados a capacidade de campo teórica, a capacidade operacional efetiva e a eficiência operacional conforme será mostradas nas subseções a seguir.

Tabela 1 - Dimensões pré-definidas das parcelas experimentais.

Tratamentos	Comprimento (m)	Largura (m)	Relação Largura x Comprimento
T1	500	20,00	1/25
T2	400	25,00	1/16
T3	300	33,33	1/9
T4	200	50,00	1/4
T5	100	100,00	1/1

#### 3.2.1 Determinação da capacidade operacional teórica

Para a determinação da capacidade operacional teórica foi utilizada a equação descrita por Grisso et al. (2004):

$$COT = \frac{L * V}{10} \quad (1)$$

onde:

$COT$  = Capacidade operacional teórica [ $ha h^{-1}$ ];

$L$  = Largura da semeadora [m];

$V$  = Velocidade de operação [ $km h^{-1}$ ].

A velocidade de deslocamento foi calculada através da medição do tempo gasto para percorrer 50 metros, conforme metodologia descrita por Perin (2008).

### 3.2.2 Cálculo da capacidade operacional efetiva

Para a obtenção da capacidade operacional efetiva foi utilizada a seguinte equação utilizada por Grisso et al. (2004):

$$COE = \frac{AT}{TTO} \quad (2)$$

onde:

$COE$  = Capacidade operacional efetiva [ $ha\ h^{-1}$ ];

$AT$  = Área total Trabalhada [ $ha$ ];

$TTO$  = Tempo total da operação [ $h$ ].

### 3.2.3 Eficiência operacional

Após realizar o cálculo da capacidade operacional teórica e efetiva foi calculada a eficiência operacional, pela seguinte equação:

$$EO = \frac{COE}{COT} * 100 \quad (3)$$

onde:

$EO$  = Eficiência operacional [%];

$COE$  = Capacidade operacional efetiva [ $ha\ h^{-1}$ ];

$COT$  = Capacidade operacional teórica [ $ha\ h^{-1}$ ].

### 3.3 Experimento 2 - Determinação da eficiência em quadros aleatórios

No experimento 2, foi realizado o cálculo da eficiência operacional da semeadura de arroz irrigado, em talhões aleatórios dispostos no campo, onde não houve intervenção na escolha do talhão, obtendo assim, formatos de áreas a serem semeadas diferentes entre si, possibilitando a análise da eficiência entre estes. Foram utilizadas as equações já citadas no item 3.2 para o cálculo da eficiência operacional.

Primeiramente, foram determinadas cinco áreas aleatórias e então realizado o levantamento planimétrico das mesmas para aferição de suas respectivas áreas em hectares (Figura 6). Posteriormente, foi realizada a semeadura com a cronometragem do tempo gasto para realizar a operação nas áreas.

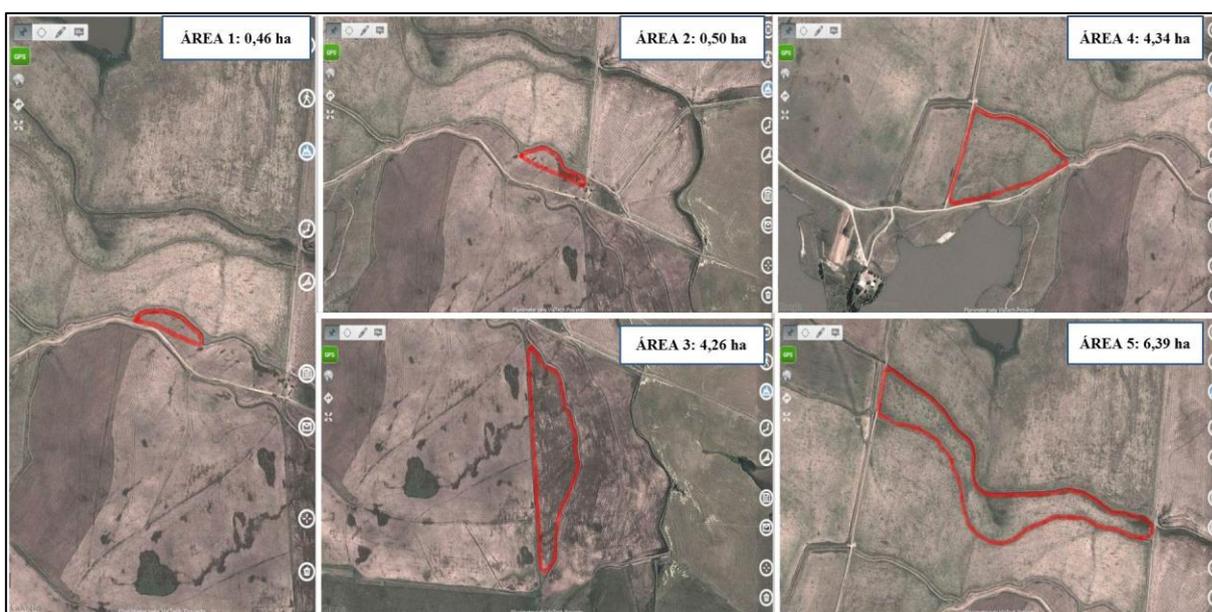


Figura 6 - Layout das áreas que compuseram os tratamentos do Experimento 2.

### 3.4 Experimento 3 - Regularidade de distribuição de plantas

No terceiro experimento, foi avaliada a regularidade de distribuição das plantas emergidas em quatro diferentes velocidades de trabalho, sendo: 3,77; 4,88; 7,16 e 9,67 km h<sup>-1</sup>,

nas quais a semeadura foi realizada nas mesmas condições de solo e mesma profundidade. As parcelas mediam 10 metros de comprimento por 3,40 metros de largura, sendo realizadas três repetições de cada tratamento, em delineamento experimental de blocos ao acaso. Após a emergência das plantas foi realizada a contagem das mesmas. Para esse processo foi selecionado aleatoriamente, na linha de semeadura, 1,0 metro linear e realizada a contagem em seções de 10 cm dentro desse comprimento (Figura 7) conforme procedimento adaptado da NBR 9743 (ABNT, 1987). Para cada tratamento, esse processo foi realizado em 10 metros lineares, totalizando 100 amostras por tratamento. Para análise e interpretação dos dados, foram confeccionados histogramas de frequência para cada tratamento, onde no eixo das abcissas foram adicionadas as classes de frequência e nas ordenadas o percentual de ocorrência no referido intervalo. As tabulações de dados e análises foram realizadas com auxílio do Microsoft Office Excel®.



Figura 7 - Contagem de plantas em um metro linear com a utilização de régua subdividida em seções de 10 cm.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Experimento 1 - Determinação da eficiência por talhões

A velocidade média de operação obtida foi de  $7,16 \text{ km h}^{-1}$  e uma largura de trabalho da semeadora-adubadora de 3,4 m. Após a obtenção desses dados foi determinada a capacidade operacional teórica da semeadura, resultando em  $2,43 \text{ ha h}^{-1}$ . Ao cronometrar o tempo durante a semeadura, após cada repetição realizada, obtiveram-se tempos médios para cada tratamento, como podemos observar na tabela 2.

Tabela 2 - Tempo médio gasto para realização da semeadura em cada tratamento.

Tratamentos	Tempo (Minutos)	Tempo (Horas)
1:25	31,41	0,52
1:16	33,70	0,56
1:9	35,11	0,59
1:4	36,97	0,62
1:1	41,16	0,69

De posse da área semeada, de 1,0 ha por parcela e do tempo em horas para a realização da semeadura, pode-se calcular a capacidade operacional efetiva nos tratamentos. Como podemos observar na tabela 3. Os valores obtidos variaram de 1,46 a  $1,91 \text{ ha h}^{-1}$  dentre os experimentos realizados.

Tabela 3 - Capacidade operacional efetiva.

Tratamentos	Capacidade operacional efetiva (ha h <sup>-1</sup> )
1:25	1,91
1:16	1,78
1:9	1,71
1:4	1,62
1:1	1,46

Com a obtenção da capacidade operacional teórica e efetiva, foi calculada a eficiência operacional dos tratamentos, como podemos observar na figura 8.

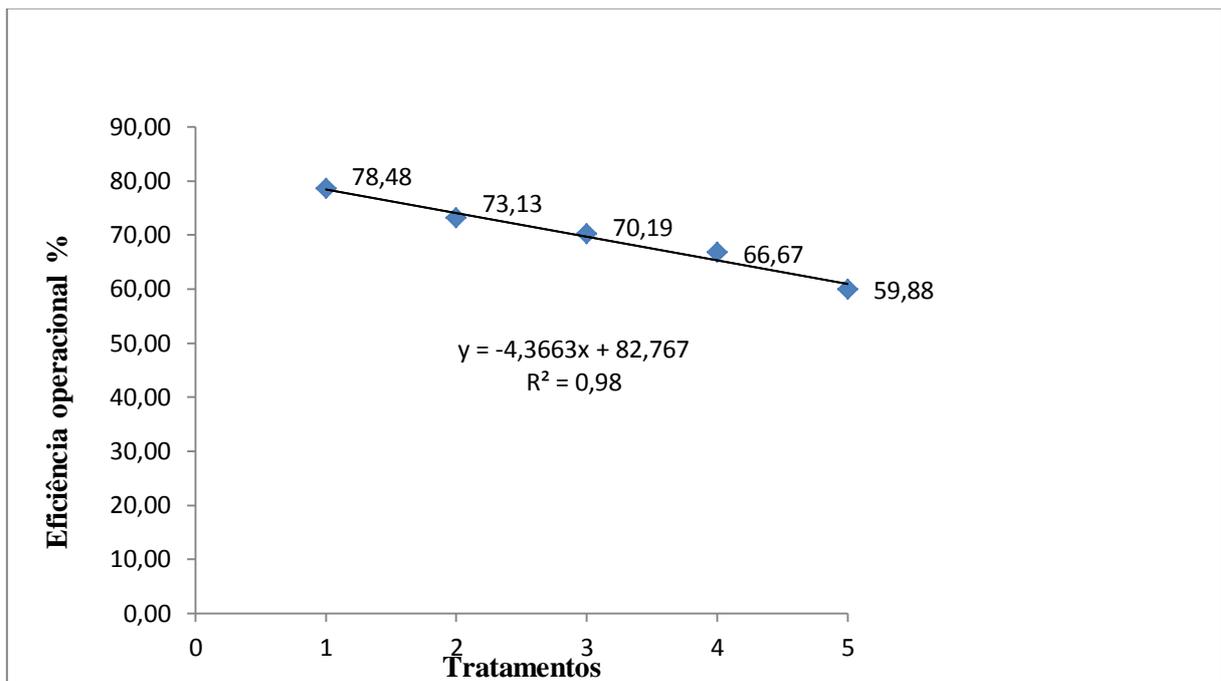


Figura 8 - Eficiência operacional nos respectivos tratamentos: T1= 1:25; T2= 1:16; T3= 1:9; T4= 1:4; T5= 1:1.

Como pode-se observar na figura 8, quanto menor a relação da largura do talhão pelo comprimento, há um decréscimo na eficiência operacional da semeadora, tendo na relação 1:1 a menor média, chegando a apenas 59,88%. No entanto, na relação largura x comprimento de 1:25, a maior realizada no experimento, encontrou-se um valor médio de eficiência

operacional igual a 78,48%. Na comparação entre os dois tratamentos extremos, foi observada uma diferença de 18,60% no valor absoluto, o que representa um incremento de 24% na eficiência operacional. Como os talhões são relativamente pequenos, quando considerada a capacidade dos reservatórios da semeadora, o fator que mais afetou a eficiência operacional foi efetivamente o número de manobras realizadas para cada talhão. Tais valores corroboram as informações trazidas por Araldi (2011), que comenta que talhões mais longos e mais estreitos tem incremento na eficiência operacional pela menor necessidade de manobras.

#### 4.2 Experimento 2 - Determinação da eficiência em quadros aleatórios

Na tabela 4 são apresentados os dados referentes à determinação da eficiência operacional em cinco talhões aleatórios. A área variou de 0,46 ha para o talhão 1 até 6,39 ha para o talhão 5. Com base no tempo utilizado para realizar a semeadura em cada área, pode ser calculada a capacidade operacional efetiva, chegando a valores médios de 1,68 a 1,88 ha h<sup>-1</sup>, como se pode observar na tabela 4.

A eficiência operacional para cada área variou entre 69,20 e 77,31%. Estes valores médios de eficiência operacional ficaram dentro dos valores encontrados no primeiro experimento. Ao observar os dados de eficiência operacional, pode-se verificar que não há tendência de aumento ou redução da eficiência em função da área e, por este motivo, não se fez necessária a confecção de gráficos de regressão linear. Desde modo, o experimento 2 vem ao encontro dos resultados obtidos no experimento 1, mostrando que, para os tamanhos de talhão simulados, o fator preponderante é o formato, baseado na relação largura x comprimento.

Tabela 4 – Tempo de semeadura por quadro aleatório do experimento 2.

Tratamento	Área (ha)	Tempo (minutos)	Tempo (horas)	Capacidade operacional efetiva (ha h <sup>-1</sup> )	Eficiência Operacional (%)
1	0,46	15,00	0,25	1,86	76,53
2	0,50	16,00	0,27	1,88	77,31
3	4,26	145,00	2,42	1,76	72,54
4	4,34	145,49	2,42	1,79	73,65
5	6,39	228,00	3,80	1,68	69,20

### 4.3 Experimento 3 - Regularidade de distribuição de plantas

No experimento 3 foi analisada a regularidade de distribuição das plantas em quatro diferentes velocidades, utilizando uma densidade de semeadura de  $110 \text{ kg ha}^{-1}$ , e a variedade de arroz GURI INTA CL, que possui um peso médio de 25 gramas a cada mil grãos, a qual possui uma germinação de 80%, 2% de impurezas e estimando uma perda por ataque de pragas e danos mecânicos de 8%, obtemos um valor aproximado de 5,25 plantas a cada 10 cm. Como podemos observar na figura 9, na velocidade de  $3,77 \text{ km h}^{-1}$ , os maiores percentuais ficaram entre 4 e 5 plantas por seção (10 cm), valores que mais se aproximam do valor estimado. Na velocidade de  $7,16 \text{ km h}^{-1}$ , foram encontradas desde zero até 12 plantas por seção, indicando baixa regularidade de distribuição. Para a velocidade de  $9,67 \text{ km h}^{-1}$ , as classes se distribuíram desde zero até 10 plantas por seção, com concentração maior entre 2 e 8 plantas, também denotando queda na regularidade. Para as velocidades mais baixas, há uma grande concentração nas classes de 3 a 6 plantas por seção, mostrando uma maior regularidade nas menores velocidades de semeadura. Para fins ilustrativos, o ideal seria que as figuras tivessem apenas uma coluna com todas as seções tendo a mesma quantidade de sementes distribuídas. A elevação da velocidade de semeadura de  $3,77 \text{ km h}^{-1}$  para reduziu linearmente o número de plantas emergidas.

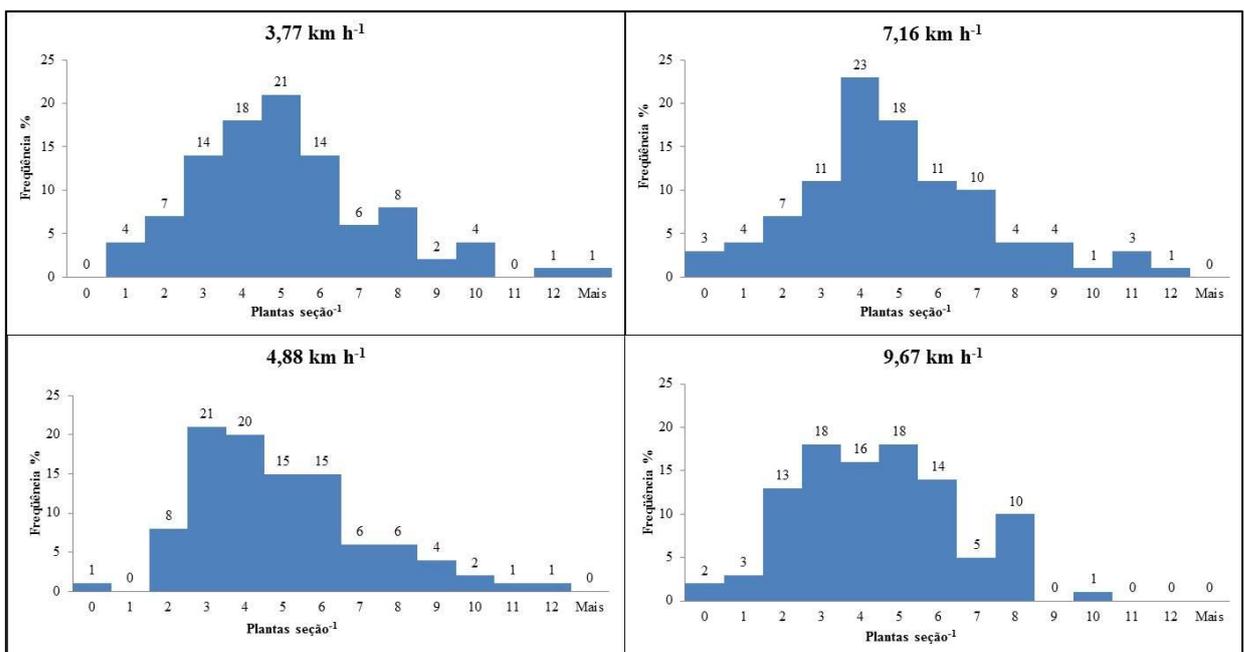


Figura 9 - Frequência de distribuição de plantas a cada 10 cm.

Como se pode observar na tabela 5, a média de plantas por seção foi próxima do valor médio calculado de 5,25 plantas, porém a velocidade de 3,77 km h<sup>-1</sup> foi a que mais se aproximou desse valor. Observa-se que todos os tratamentos obtiveram coeficiente de variação (CV%) relativamente alto, mas com valores semelhantes entre si.

Tabela 5 - Medidas de regularidade de distribuição de plantas em quatro velocidades de deslocamento na semeadura do arroz irrigado.

Velocidade (km h <sup>-1</sup> )	Média de plantas seção <sup>-1</sup>	Desvio padrão (DP)	Coefficiente de variação (CV%)
3,77	5,10	2,37	46,43
4,88	4,93	2,23	45,24
7,16	4,92	2,46	50,09
9,67	4,46	2,07	46,34

Como se observa na figura 10, com o acréscimo da velocidade houve uma redução no número de plantas por seção, na qual esse decréscimo com o aumento da velocidade pode ter sido ocasionado pelo aumento do índice de danos mecânicos causados pela semeadora. Mantovani et al. (1999), afirmam que o aumento da velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora modifica a velocidade do dosador, ocasionando aumento de danos mecânicos às sementes e comprometendo a sua germinação, influenciando diretamente no rendimento de sua produtividade.

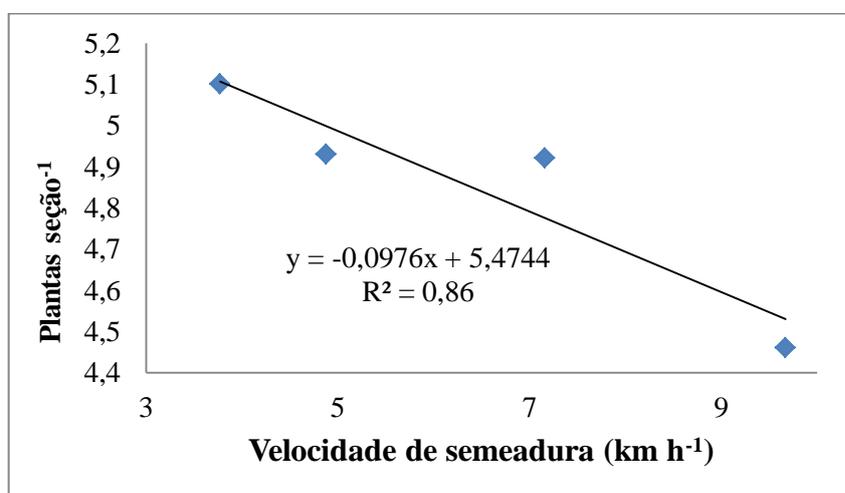


Figura 10 - Números de plantas por seção em relação a velocidade de semeadura.

## 5 CONCLUSÕES

Houve aumento da eficiência operacional com elevação da relação entre comprimento e largura do talhão. Conforme previsto, há um acréscimo na eficiência operacional com o aumento do comprimento do talhão.

Não foi observada relação entre o tamanho de talhões aleatórios e a eficiência operacional. O fator que mais contribuiu para redução da eficiência no trabalho realizado foi a quantidade de manobras por hectare.

A elevação da velocidade de semeadura de 3,77 para 9,67 km h<sup>-1</sup> reduziu o número de plantas emergidas por unidade de comprimento. Em velocidades maiores há uma tendência ao aumento de classes de frequência e com isso redução da regularidade de distribuição de plantas.

## 6 REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9743: **Semeadora de fluxo contínuo em linha, ensaio laboratório**, 1987. p.12-13.

ANATEL. **Agência Nacional de Telecomunicações**. 2017. Disponível em : < <http://gatewaysiec.anatel.gov.br/mobileanatel/>>. Acesso em : 14 de novembro de 2017.

ANFAVEA. **Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores**. 2009. Disponível em: <[www.anfavea.com.br](http://www.anfavea.com.br)>. Acesso em : 20 outubro de 2015.

ARALDI, P. F. **Avaliação da eficiência operacional na colheita mecanizada em lavouras de arroz irrigado**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011. 93 p.

ASAE Standards. ASAE EP 496.2 **Agricultural machinery management data**. St. Joseph, American Society of Agricultural Engineers, 1998. p.354-359.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de norma 04:015.06-004 – semeadoras de precisão – ensaio de laboratório – Método de Ensaio**. São Paulo, 1994. 26p.

BUTIERRES, E.; CARO, S. M. Análise da uniformidade de espaçamento e danificação mecânica na distribuição de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 11., Brasília, 1981. **Anais...** Brasília: SBEA, 1983. v.3, p.1161-1168.

BAIO, F. H. R.; ANTUNIASSI, U. R.; BALASTREIRE, L. A.; CAIXETA FILHO, J. V. Modelo de programação linear para seleção de pulverizadores agrícolas de barras. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.2, p. 355-363. 2004.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas Agrícolas**. São Paulo, Editora Manole LTDA., 1987. 307p.

BORTOLOTTI, V. C.; PINHEIRO NETO, R. & BORTOLOTTI, M. C. Demanda energética de uma semeadora-adubadora para soja sob diferentes velocidades de deslocamento e coberturas do solo. **Engenharia Agrícola**, v.26:120-130, 2006.

CAMPOS, C. M.; MILAN, M.; SIQUEIRA, L. F. F. Identificação e avaliação de variáveis críticas no processo de produção de cana de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 03, p. 554-564, 2008.

CASÃO JÚNIOR, R.; SIQUEIRA, R. Dinâmica de semeadoras-adubadoras diretas em São Miguel do Iguaçu – resultados de avaliação. **Revista de Plantio Direto**, n.79, p.19-28, 2004.

CAÑAVATE, J. O & HERNANZ, J. L. **Tecnica de la mecanizacion agraria**. 3. ed. Madrid: Mundi Prensa, 1989. 643p.

CANOVA, R.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; CORTEZ, J. W. Distribuição de sementes por uma semeadora-adubadora em função de alterações mecanismo dosador e de diferentes velocidades de deslocamento. **Engenharia na Agricultura**, v.15, n.3, p.299-306, 2007.

CONAB. **Boletim de Grãos Setembro 2015**. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_09\\_11\\_10\\_42\\_03\\_boletim\\_graos\\_setembro\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_10_42_03_boletim_graos_setembro_2015.pdf). Acesso em: 20 outubro de 2015.

COPETTI, E. Prevenir custa menos. **Revista Cultivar Máquinas**. Ed 27, 2004. p 10-12.

CORTEZ, J. W; FURLANI, C. E. A; SILVA, R. P. Distribuição longitudinal de sementes de soja e características físicas do solo no plantio direto. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 502- 510, 2006.

CORTES, E. A. M. **Aportes y limitaciones de la mecanización agrícola al desarrollo del sector agropecuario y rural**. Disponível em: [http://www.agro.unalmed.edu.co/departamentos/iagricola/docs/aportes\\_y\\_limitaciones\\_mec\\_agricola.pdf](http://www.agro.unalmed.edu.co/departamentos/iagricola/docs/aportes_y_limitaciones_mec_agricola.pdf). Acesso em: 20 outubro de 2015.

CREPALDI, S. A. **Contabilidade Rural: uma abordagem decisoria**. 2 ed. São Paulo; Atlas, 1998. 352 p.

DAMBRÓS, R. M. **Avaliação do desempenho de semeadoras-adubadoras de milho com diferentes mecanismos dosadores**. 1998. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998. 86 p.

DEERE & COMPANY. **Measuring machine capacity**. In FMO – Fundamentals of Machine Operation: Machinery Management. Moline, Illinois. 1975. Cap. 2, 28p.

DELAFOSSÉ, R. M. **Máquinas sembradoras de grão grosso**. Santiago: Oficina Regional de La FAO para América Latina y el Caribe, 1986, 48 p.

DIAS, V. O. **Tamanho amostral para ensaios em esteira de distribuição longitudinal de sementes de milho e soja**. 2012. Tese Doutorado – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012. 110 p.

FAO. **Agricultural engineering in development: selection of mechanization inputs**, Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Services Bulletin 84, Rome: FAO. Roma, 1990. 113p.

FEY, E.; SANTOS, S. R.; FEY, A. Influência da velocidade de semeadura sobre a produtividade de milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29. 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2000.

GRISSE, R. D. KOCHER, M. F. ADAMCHUK, V. I. JASA, P. J. SCHROEDER, M. A. Field Efficiency determination using traffic pattern indices. **Applied Engineering in Agriculture** v. 20, p 563-572, 2004.

GONZALEZ, B. C. R.; COSTA, S. M. A. L. Agricultura brasileira: modernização e desempenho. **Teoria e evidência econômica**, Passo Fundo, v. 5, n.10, p.7-35, 1998. Disponível em: <<http://goo.gl/W7F7ML>>. Acesso em: 20 outubro de 2015.

Hunt, D. **Machine performance. In Farm Power and Machinery Management**. Ames, Iowa. Iowa State University Press. 1974. Cap.1, p. 5.

KELLY, K. A tecnologia nos faz melhores. 2007. **Veja Edição Especial**. Disponível em: <[http://veja.abril.com.br/especiais/tecnologia\\_2007/p\\_046.html](http://veja.abril.com.br/especiais/tecnologia_2007/p_046.html)>. Acesso em: 25 de outubro de 2015.

KLEIN, V. A.; SIOTA, T. A.; ANESI, A. L.; BARBOSA, R. Efeito da velocidade na semeadura direta da soja. **Engenharia Agrícola**, v.22, n.1, 2002. p.75-82

KURACHI, S. A. H.; COSTA, J. A. S.; BERNARDI, J. A.; COELHO, J. L. D.; SILVEIRA, G. M. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaio e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. **Bragantia**, São Paulo, v.48, n.2, p.249-262, 1989.

LOPES, T. G. **Avaliação de desempenho de um sistema híbrido de gps incorporado a dispositivos móveis para a obtenção de levantamentos planimétricos com fins agrícolas.** 2016. Trabalho de conclusão de curso - Instituto Federal farroupilha e Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2016. 77p.

MACHADO, A. L. T.; REIS, Â. V.; MORAES, M. L. B. ALONÇO, A. **Máquinas para preparo do solo, semeadura, adubação e tratamentos culturais.** 2.ed. Pelotas: Ed. Universitária UFPel, 2005. 253p.

MAHL, D.; GAMERO, C. A.; BENEZ, S. H.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, A. R. B. Demanda energética e eficiência na distribuição de sementes de milho sob variação de velocidade e condição do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.150-7, 2004.

MANTOVANI, E. C.; BERTAUX, S. **Avaliação do desempenho de semeadoras-adubadoras de milho no campo. Relatório de Ensaio.** Sete Lagoas: Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo – EMBRAPA, 1990, 50p.

MANTOVANI, E. C.; MANTOVANI, B. H. M.; CRUZ, I.; MEWES, W. L. C.; OLIVEIRA, A. C. Desempenho de dois sistemas distribuidores de sementes utilizados em semeadoras de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 1, 1999. p. 93-98.

MATOS, M. A.; SALVI, J. V.; MILAN, M. Avaliação do custo indireto da pontualidade na semeadura direta da soja (*Glycine Max* (L.) Merrill) através da antecipação da adubação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 34. 2005, Canoas. **Anais...** Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2005.

MELLO, L. M. M.; PINTO, E. R.; YANO, E. Distribuição de sementes e produtividade de grãos da cultura do milho em função da velocidade de semeadura e tipos de dosadores. **Engenharia Agrícola**, v.23, n.3, p.563-567, 2003.

MERCANTE, E.; SILVA, S. L.; MODOLO, A. J. SILVEIRA, J. C. M. Demanda energética e distribuição de sementes de milho em função da velocidade de duas semeadoras. R. Bras. **Engenharia Agrícola**, 2005. 5 p.

MIALHE, L. G. **Manual de mecanização agrícola.** São Paulo: Ceres, 1974. 301p.

MILAN, M.; FERNANDES, R. A. T. Qualidade das operações de preparo de solo por controle estatístico de processo. **Engenharia Agrícola**, v. 59, n. 02, p. 340-350, 2002.

MODOLO, A. J. **Demanda energética de uma semeadora-adubadora com diferentes unidades de semeadura.** 2003. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel.

MOLIN, J. P.; MILAN, M. Trator-implemento: dimensionamento. Capacidade operacional e custo. In: Gonçalves, J. L. M.; Stape, J. L. (ed.) Conservação e cultivo de solos para plantações florestais. **Piracicaba: Instituto de Pesquisas Florestais**, 2002. p. 409-436.

NASSAR, M. A. HARFUCH, L. MOREIRA, M. M. R. CHIODI, L. ANTONIAZZI, L. B. **Modelagem do uso da terra no Brasil.** São Paulo: Ícone, maio 2010. (Relatório final). Disponível em: <<http://goo.gl/bjgnY6>> . Acesso em 25 outubro de 2016.

OLIVEIRA, M. D. M. **Custo operacional e ponto de renovação de tratores agrícolas de pneus: avaliação de uma frota.** 2000. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2000. 148p.

OLIVEIRA, M. L. **Avaliação do desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, em duas classes de solo com diferentes tipos de cobertura vegetal.** 1997. Ano de obtenção: 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.50p.

PERIN, G. F. **Determinação da capacidade e eficiência operacional utilizando técnicas de agricultura de precisão.** 2008. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008. 114p.

PINHEIRO NETO, R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; BORTOLOTTI, V. C.; PINHEIRO, A. C. Desempenho de mecanismos dosadores de semente em diferentes velocidades e condições de cobertura do solo. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 5, p. 611-617, 2008.

PORTELLA, J. A. **Semeadoras para plantio direto.** ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2001. 252 p.

REIS, E. F; MOURA, J. R; DELMOND, J. G; CUNHA, J. P. A. R. Características operacionais de uma semeadora adubadora de plantio direto na cultura da soja (*Glycine Max* (L.) Merrill). **Revista Ciência Técnicas Agropecuárias**, v. 16, n. 3, p.70-75, 2007.

SCHMIDT, A. V.; LEON, C. J.; GAUSMANN, E.; MELO, I. J. B. **Semeadora adubadora para plantio direto.** Emater: Porto Alegre, 1999. 56p.

SEMEATO S/A. **Manual do operador TDNG 320 e TDNG 420**. Passo fundo, p. 18, 2012.

SILVA, J. G.; SILVEIRA, P. M. Avaliação de uma semeadora adubadora na cultura do milho. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e feijão, 2002. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento 2**. 19p.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO - SOSBAI. **Arroz irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 31., Pelotas, 2016. 199p.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade desemeadura na produtividade e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n.8, p.1071-1077, 2002.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: IRRI, 1981. 269 p.

WITNEY, B. **Choosing and using fran machines**. Essex: Longman Scientific and Technical, 1998. 412p.