



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS ERECHIM

CURSO DE AGRONOMIA

MAICON ROSIN

**CAPACIDADE E EFICIÊNCIA OPERACIONAL NAS OPERAÇÕES DE
SEMEADURA E COLHEITA DE GRÃOS EM DIFERENTES TALHÕES**

ERECHIM

2017

MAICON ROSIN

**CAPACIDADE E EFICIÊNCIA OPERACIONAL NAS OPERAÇÕES DE
SEMEADURA E COLHEITA DE GRÃOS EM DIFERENTES TALHÕES**

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

Orientador: Prof. Dr. Gismael Francisco Perin

ERECHIM

2017

PROGRAD/DBIB - Divisão de Bibliotecas

Rosin, Maicon

Capacidade e eficiência operacional nas operações de semeadura e colheita de grãos em talhões diferentes / Maicon Rosin. -- 2017.

45 f.:il.

Orientador: Gismael Francisco Perin . Trabalho de conclusão de curso (graduação) -Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de agronomia , Erechim, RS , 2017.

1. Introdução. 2. 2. Materiais e Métodos . 3. 3. Resultados e discussões. 4. 4. Conclusão. 5. 5. Referências. I. , Gismael Francisco Perin, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

MAICON ROSIN

**CAPACIDADE E EFICIÊNCIA OPERACIONAL NAS OPERAÇÕES DE
SEMEADURA E COLHEITA DE GRÃOS EM DIFERENTES TALHÕES**

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

Orientador: Prof. Dr. Gismael Francisco Perin

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:
___/___/___.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Gismael Francisco Perin

Prof. Sc. Leandro Galon

Prof. Dr. Nerandi Luiz Camerini

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus pela grandeza da vida e por não me deixar jamais ter perdido a fé em meus sonhos.

Aos meus pais Valdecir Rosin e Salete Carbonera por serem meus principais mentores na construção da minha caminhada rumo à tão sonhada graduação, a minha irmã Maiara Rosin por fazer parte da nossa família, meu maior porto seguro.

Ao professor Gismael Francisco Perin com sua orientação na construção desse estudo.

A todos meus professores que contribuíram ao longo da minha formação acadêmica com seus ensinamentos e experiências já vividas.

A minha namorada, meus familiares e amigos que de alguma forma ajudaram e contribuíram para que eu conseguisse completar mais essa etapa em minha vida.

Muito Obrigado.

RESUMO

A finalidade deste trabalho foi analisar a capacidade e eficiência operacional de operações agrícolas utilizando GPS e softwares como ferramentas para estas avaliações. As operações analisadas foram semeadura de milho e soja, executada com o conjunto mecanizado trator 4x4 com potência de 90 CV e semeadora com cinco linhas, espaçadas em 0,37cm. Já a colheita da soja, executada com uma colhedora de 175 CV e largura de plataforma de 4,80m. As áreas utilizadas estão localizadas na região norte do Rio Grande do Sul, mais precisamente nos municípios de São João da Urtiga e Cacique Doble. Para a coleta de dados necessários, foi utilizado um receptor de sinal GPS de navegação, instalado na porção superior da cabine do trator e da colheitadeira. Os dados georreferenciados coletados, foram: a velocidade de trabalho, o trajeto percorrido pela máquina na operação, a distância percorrida, os tempos de início e fim de operação, tempo de manobras, de descargas ou reabastecimentos, número de manobras, descargas ou reabastecimentos, e dados de altitude. A análise e processamentos dos dados foram auxiliados pelos softwares GPS TrackMaker® (distâncias, tempos, trajetos e velocidades) e Microsoft Office Excel® (filtragem de dados). Além de determinar a eficiência e capacidade operacional, conjuntamente foi determinado as perdas de eficiências por manobras, descargas ou reabastecimentos e perdas adicionais. Os Talhões que não ocorreram nenhum imprevisto (embuchamento, quebra da máquina) com formato retangular e sem declividade apresentaram as maiores eficiências operacionais. A eficiência operacional na semeadura da soja variou nos cinco talhões estudados de 58,5 a 76,2%, com valor médio de 68,8%. Já a capacidade operacional variou de 0,63 ha h⁻¹ a 0,90 ha h⁻¹, média de 0,76 ha h⁻¹. Na semeadura do milho foram estudados quatro talhões, dois deles apresentaram eficiências operacionais idênticas de 69,4%. Nessa operação teve a variação de eficiência operacional de 69,4 a 80,7%, com valor médio de 73,5%. E a capacidade operacional efetiva variou de 0,67 ha.h⁻¹ a 0,77 ha h⁻¹, média de 0,71 ha h⁻¹. A eficiência operacional na colheita da soja variou nos seis talhões estudados de 59,5 a 71,5%, com média de 66,6%. A capacidade operacional neste caso variou de 1,00 ha h⁻¹ a 1,81 ha h⁻¹, obtendo uma média de 1,27 ha h⁻¹.

Palavras-chave: Eficiência operacional; Capacidade operacional; GPS; Softwares.

ABSTRACT

The purpose of this work was to analyze the operational capacity and efficiency of agricultural operations using GPS and software as tools for these evaluations. The analyzed operations were sowing of corn and soybean, executed with the 4x4 tractor mechanized set with power of 90 CV and seeder with five lines, spaced in 0,37cm. Already the soybean harvest, executed with a harvester of 175 CV and platform width of 4.80m. The areas used are located in the northern region of Rio Grande do Sul, more precisely in the municipalities of São João da Urtiga and Cacique Doble. For the data collection required, a GPS navigation signal receiver was installed, installed in the upper portion of the tractor cab and combine harvester. The georeferenced data collected were: the working speed, the distance traveled by the machine in the operation, the distance traveled, start and end times of operation, time of maneuvers, discharges or refueling, number of maneuvers, discharges or refueling, and altitude data. Data analysis and processing were aided by GPS TrackMaker® software (distances, times, paths and speeds) and Microsoft Office Excel® (data filtering). In addition to determining the efficiency and operational capacity, joint losses of efficiencies were determined by maneuvers, discharges or refueling and additional losses. The fields that did not occur unforeseen (squashing, breaking the machine) with rectangular format and without slope presented the greatest operational efficiencies. The operational efficiency in soybean sowing varied in the five studied plots from 58.5 to 76.2%, with an average value of 68.8%. Already the operational capacity ranged from 0.63 ha h (-1) to 0.90 ha h (-1), mean of 0.76 ha h (-1). In the corn sowing, four plots were studied, two of them presented identical operating efficiencies of 69.4%. In this operation, the operating efficiency variation was 69.4% to 80.7%, with an average value of 73.5%. And the effective operating capacity ranged from 0.67 ha.h (-1) to 0.77 ha h (-1), mean of 0.71 ha h (-1). The operational efficiency in the soybean harvest varied in the six studied plots from 59.5 to 71.5%, with an average of 66.6%. The operational capacity in this case ranged from 1.00 ha h (-1) to 1.81 ha h (-1), obtaining an average of 1.27 ha h (-1).

Keywords: Operational efficiency; Operational capacity; GPS; Software.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Proprietário, referência da área (RA), tamanho área (T), operação realizada, município dos talhões agrícolas.....	14
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variáveis para semeadura de soja, tamanho da área (TA), tempo de realização da operação (T), reabastecimentos realizados (RE), número total de manobras (NTM), número de manobras por hora (NMH), número de manobras por hectare (NMA), velocidade média (VM), eficiência operacional (EO), capacidade operacional teórica (COT), capacidade operacional efetiva (COE).....	19
Tabela 2 - Perdas de eficiência operacional na semeadura de soja, eficiência operacional (EO), reabastecimentos (RE), manobras (MAN), perdas adicionais (PA).....	20
Tabela 3 - Variáveis para semeadura de milho, tamanho da área (TA), tempo de realização da operação (T), reabastecimentos realizados (RE), número total de manobras (NTM), número de manobras por hora (NMH), velocidade média (VM), eficiência operacional (EO), capacidade operacional teórica (COT), capacidade operacional efetiva (COE).....	21
Tabela 4 - Perdas de tempo na semeadura de milho, eficiência operacional (EO), reabastecimentos (RE), manobras (MAN), perdas adicionais (PA).....	23
Tabela 5 - Variáveis para colheita de soja, tamanho da área (TA), tempo de operação (T), descargas realizadas (DES), número total de manobras (NTM), número de manobras realizadas por hora (NM).....	24
Tabela 6 - Variáveis para colheita de soja, velocidade média (VM), capacidade operacional teórica (COT), capacidade operacional efetiva (COE).....	25
Tabela 7 - Perdas de tempo na colheita de soja, eficiência operacional (EO), descarregamentos (DES), manobras (MAN), perdas adicionais de tempo (PA).....	26

LISTA DE ANEXOS

ANEXO – 1 Registro de operação mecanizada de semeadura de soja.....	31
ANEXO – 2 Registro de operação mecanizada de semeadura de soja.....	32
ANEXO – 3 Registro de operação mecanizada de semeadura de soja.....	33
ANEXO – 4 Registro de operação mecanizada de semeadura de soja.....	34
ANEXO – 5 Registro de operação mecanizada de semeadura de soja.....	35
ANEXO – 6 Registro de operação mecanizada de semeadura de milho.....	36
ANEXO – 7 Registro de operação mecanizada de semeadura de milho.....	37
ANEXO – 8 Registro de operação mecanizada de semeadura de milho.....	38
ANEXO – 9 Registro de operação mecanizada de semeadura de milho.....	39
ANEXO – 10 Registro de operação mecanizada de colheita de soja.	40
ANEXO – 11 Registro de operação mecanizada de colheita de soja.....	41
ANEXO – 12 Registro de operação mecanizada de colheita de soja.....	42
ANEXO – 13 Registro de operação mecanizada de colheita de soja.....	43
ANEXO – 14 Registro de operação mecanizada de colheita de soja.....	44
ANEXO – 15 Registro de operação mecanizada de colheita de soja.....	45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 JUSTIFICATIVA	12
1.2 OBJETIVOS	12
1.2.1 Objetivo geral	12
1.2.2 Objetivos específicos	12
2 MATERIAIS E MÉTODOS	14
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	18
3.1 CAPACIDADE E EFICIÊNCIA OPERACIONAL NA SEMEADURA DE SOJA	18
3.2 CAPACIDADE E EFICIÊNCIA OPERACIONAL NA SEMEADURA DE MILHO	20
3.3 CAPACIDADE E EFICIÊNCIA OPERACIONAL NA COLHEITA DE SOJA	23
4 CONCLUSÕES	27
5 REFERÊNCIAS	28
6 ANEXOS	31

1 INTRODUÇÃO

A mecanização agrícola está presente em grande parte da produção mundial de alimentos, em alguns países com maior tecnologia e quantidade, em outros, nem tanto. Dentre os países que se destacam nesse quesito, há o Brasil, que tende a acompanhar as tendências evolutivas das máquinas agrícolas, assim se tornando uma das referências mundial em produção de alimentos (MARTINS et al., 2013).

Com o alto custo de produção e uma baixa remuneração dos produtos vendidos, acarreta numa redução da receita líquida dos produtores, onde a utilização de meios de produção mais eficientes se torna indispensável. Para se conseguir uma maior margem de lucro maior na produção e depois refazer investimentos na atividade precisa-se trabalhar com maior eficiência possível nos meios de produção (PERIN, 2008).

A mecanização agrícola é uma atividade indispensável ao uso da agricultura, porém, é uma das que mais gera despesas, em relação o custo excessivo dos combustíveis, depreciação das máquinas, manutenção, entre outros. São custos que variam de 20 a 40% dos custos totais da produção. Para minimizar esses gastos é necessário o uso mais racional dos maquinários, tentando sempre ter a maior eficiência operacional nas atividades a campo (CAMPOS et al., 2011).

Segundo Silveira et al. (2005) a aquisição de um maquinário agrícola deve levar em conta o tamanho da fazenda e as operações a serem realizadas pelo mesmo, para que se tenha um equipamento que consiga suprir a necessidade da propriedade e tenha o menor custo econômico possível.

Para Borsatto (2009) para racionalizar o emprego das máquinas agrícolas, implementos e ferramentas, na execução de trabalhos, deve-se estudar a capacidade de trabalho e a eficiência de campo. Cortez et al. (2011) para minimizar erros na realização das operações no campo, deve-se estudar as capacidades, teórica, operacional, de campo e efetiva para que assim se consiga executar as atividades dentro de um período de tempo previsto.

1.1 JUSTIFICATIVA

A mecanização agrícola é amplamente utilizada no país, tanto por pequenos quanto por grandes produtores. No entanto há variâncias na tecnologia dos maquinários utilizados, que juntamente com outros fatores são determinantes para um aumento na eficiência operacional. Dentre esses outros fatores pode-se mencionar formato do talhão, habilidade do operador, declividade do terreno e etc.

Para conseguir expressar a maior eficiência operacional possível, o maquinário necessita de manutenção preventiva regular, para que não ocorram perdas de tempo durante a semeadura ou colheita.

Então, o presente trabalho se justifica em função de avaliar a capacidade e eficiência operacional na semeadura e colheita, contribuindo assim, para que agricultores/produtores de grãos consigam otimizar o tempo nas atividades agrícolas, diminuindo o risco de perdas de produtos no campo.

Também se justifica por conter poucos materiais sobre o assunto na área das ciências agrárias, e, muitas vezes é uma questão que passa despercebido por produtores, onde tem grande influência financeira dentro da produção final.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem por objetivo avaliar a capacidade e eficiência operacional nas operações de semeadura e na colheita no nordeste do Rio Grande do Sul, buscando assim, avaliar quais os motivos que ocorrem as maiores perdas de tempo nessas operações agrícolas.

1.2.2 Objetivos específicos

- Verificar o tempo perdido no reabastecimento de sementes e adubo das semeadoras;
- Averiguar o tempo gasto na descarga de grãos pela colheitadeira;
- Elaboração de propostas práticas de intervenção com o desígnio a aumentar a eficiência operacional;

- Analisar e estimar a eficiência de percurso, através do trajeto percorrido e das manobras realizadas pelo conjunto mecanizado;
- Utilização dos dados da rastreabilidade da operação para serem transformados em informação gerencial objetivando a melhoria de padrões de operação e otimização da frota;
- Computar os dados obtidos para realizar as análises necessárias para a posterior publicação dos resultados.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados objetos do estudo deste trabalho foram coletados através da rastreabilidade de operações agrícolas. As áreas utilizadas como base para este estudo são de cunho privado, pertencentes a proprietários rurais da região nordeste do Rio Grande do Sul, conforme expresso no Quadro 1.

As operações agrícolas foram acompanhadas durante suas realizações. As operações agrícolas acompanhadas neste trabalho foram semeadura de milho e soja e colheita de soja. A semeadura foi realizada com conjunto mecanizado trator 4x4 com potência de 90 CV e semeadora com cinco linhas, espaçadas em 0,37cm. Já a colheita da soja, executada com uma colhedora de 175 CV e largura de plataforma de 4,80m.

Quadro 1 -- Proprietário, referência da área (RA), tamanho área (T), operação realizada, município dos talhões agrícolas.

Proprietário	RA	TA (ha)	Operação	Município
Geremias Urio	A	0,45	Semeadura Soja	São João da Urtiga
Geremias Urio	B	2,60	Semeadura Soja	São João da Urtiga
Geremias Urio	C	1,50	Semeadura Soja	São João da Urtiga
Valdecir Rosin	D	2,45	Semeadura Soja	São João da Urtiga
Valdecir Rosin	E	2,15	Semeadura Soja	São João da Urtiga
Gilson Felski	A	0,85	Semeadura Milho	São João da Urtiga
Airton Brezollin	B	1,70	Semeadura Milho	São João da Urtiga
Verildo Polidoro	C	2,38	Semeadura Milho	São João da Urtiga
Daniel Consalter	D	5,48	Semeadura Milho	São João da Urtiga
Geremias Urio	A	0,45	Colheita Soja	São João da Urtiga
Geremias Urio	B	1,50	Colheita Soja	São João da Urtiga
Valdecir Rosin	C	2,15	Colheita Soja	São João da Urtiga
Valdecir Rosin	D	2,45	Colheita Soja	São João da Urtiga
Jair Calderan	E	11,20	Colheita Soja	Cacique Doble
Jair Calderan	F	13,40	Colheita Soja	Cacique Doble

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

As áreas estão localizadas, nos municípios de São João da Urtiga e Cacique Doble, na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul. Possuindo como características um relevo ondulado a forte ondulado, segundo Nascimento et. al (2014). As áreas estudadas são distribuídas em 11 (onze) talhões de diferentes tamanhos e formatos, pertencentes a 7 (sete) proprietários distintos.

Para obtenção dos dados de altitude, trajetos, distâncias percorridas, tempos de início e fim de operação, tempo de manobras e de descargas ou reabastecimentos, velocidade de operação foi utilizado um receptor de sinal GPS de navegação, da marca Garmin, modelo Etrex E30®. Para o bom funcionamento do aparelho sua instalação ocorreu na porção superior da cabine do trator e da colheitadeira, de modo a não obstruir sua antena.

Através de anotações feitas por meio da utilização de cadernetas de campo justaposto a cronômetros, possibilitou-se o levantamento de tempo de manobras, reabastecimentos e descargas. Visando o auxílio no rastreamento de dados houve a incorporação, aos métodos mencionados, do software GPS TrackMaker em sua versão usual e em sua versão Pro®.

Tal sistema operacional destina-se ao armazenamento e processamento de dados captados através do sinal GPS, apesar de sua formulação não ser voltada a agricultura, esse se adequa bem a tal seguimento. Por meio da utilização de sua versão profissional fez-se necessário a adição de mais programas para a computação dos dados, como por exemplo, Microsoft Office Excel®.

O software em questão, no presente trabalho, foi aplicado no cálculo da distância do percurso de operação, tempo de operação com hora inicial e final, coordenação média da área, velocidade média de operação e armazenagem dos dados provenientes do receptor GPS de navegação instalado no maquinário mencionado a cima.

Considerando a supremacia de decisão do operador sob a área de percurso e manobra, é necessário considerar que o trajeto escolhido pode não se formular como o mais adequado em relação à eficiência operacional, menor número e tempo de manobras.

Para fins de determinação de algumas variáveis tornou-se fundamental a aplicação de fórmulas e equações matemáticas, como:

Para a capacidade teórica das operações:

$$CT = \frac{L * V}{10}$$

Onde:

CT = capacidade teórica, ha h⁻¹;

L = largura do implemento ou da plataforma, m;

V = velocidade da operação, km h⁻¹;

Para velocidade média:

$$VM = MTV > 1$$

Onde:

VM = é a velocidade média em Km h⁻¹;

MTV _ 1 = média de todas as velocidades coletadas acima de 1 Km h⁻¹.

Para a capacidade operacional efetiva:

$$COE = \frac{AT}{TTO}$$

Onde:

COE = capacidade operacional efetiva, em ha h⁻¹;

AT = área total trabalhada, em ha;

TTO = tempo total de operação, em horas.

Depois que se consegue a capacidade operacional efetiva, foi calculado a eficiência operacional do conjunto mecanizado ou da colheitadeira, com a seguinte expressão:

$$EO \% = \frac{COE}{CT} * 100$$

Onde:

EO % = eficiência operacional, %;

COE = capacidade operacional efetiva, em ha h⁻¹;

CT = capacidade teórica, ha h⁻¹;

Com as anotações que foram feitas na caderneta de campo, de tempo de reabastecimentos da semeadora e de tempo de descarga da colhedora, foram calculados os tempos médios perdido em cada parada, através da seguinte expressão:

$$PT = NR * PTM$$

Onde:

PT = perda de tempo em reabastecimento ou descargas, segundos;

NR = número de reabastecimentos ou descargas;

PTM = perda de tempo médio de cada reabastecimento ou descarga, segundos.

O percentual de perda de tempo devido a estes fatores foi determinado através da fórmula:

$$PT\% = \frac{PT}{TTO}$$

Onde:

PT% = perda de tempo em reabastecimento ou descarga em percentual;

PT = perda de tempo em reabastecimento ou descargas, horas;

TTO = tempo total de operação, horas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 CAPACIDADE E EFICIÊNCIA OPERACIONAL NA SEMEADURA DE SOJA

Com base na Tabela 1 compreende-se que a eficiência operacional teve uma baixa dispersão entre os dados, juntamente com a velocidade média. Porém ao analisar cada área em separado pode-se identificar que no talhão C há a maior eficiência operacional, menores valores relacionados a número de manobras e menor número de manobras realizadas por hora. Essas duas variáveis citadas por último se relacionam diretamente ao formato da área. Como nesse caso o formato da área é retangular, ocorre menor quantidade de manobras por área e com isso tende a aumentar a capacidade operacional efetiva e a eficiência operacional. Corrobora com esses dados, os relatados por Hunt (1983) que declara que o formato da área mais eficiente para uma operação, seria, o talhão da largura do implemento para que não se realiza manobras, mas como isso dificilmente acontece, o ideal seria um talhão de formato retangular onde apresentaria uma maior eficiência operacional.

Já na área A se tem o menor tamanho de área, porém o maior número de manobras realizadas por hora. Sendo esse vinculado diretamente ao formato do talhão, que se configura irregular, apresentando a necessidade de um maior número de manobras. Ao se comparar a área A com as áreas B, E e D, a área A apresenta maior eficiência operacional, justificando-se pela não ocorrência de reabastecimento na área. Na área D se tem um talhão retangular, no entanto, obteve-se o segundo maior número de manobras, tal resultado, que confronta os demais, encontra justificativa ao associar-se ao fato de se constituir por uma área que apresenta declive, dificultando as manobras e necessitando de uma maior presença da mesma, acarretando assim acréscimos ao número de manobras.

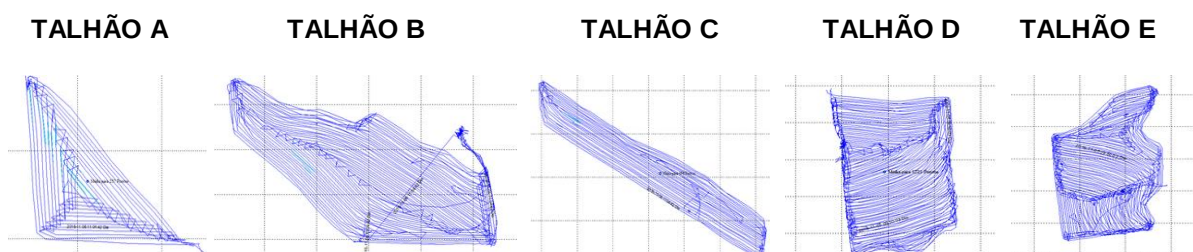
O talhão E é o que apresenta a menor eficiência operacional e o maior número de manobras realizadas, isso se associa ao formato irregular e declivoso do terreno, em concordância com Hunt (1983) ao citar que talhões com formato retangulares terão eficiência operacional maior que talhões irregulares, devido ao maior tempo e número de manobras em áreas irregulares.

A área B se constitui por um formato irregular, porém não apresenta declividade, portanto se conseguiu realizar a semeadura no sentido do maior comprimento do talhão, induzindo a um menor número de manobras quando comparado ao mesmo número da área E, que apresentam um terreno também irregular, no entanto, com declividade, conforme a tabela abaixo.

Tabela 1. Variáveis para semeadura de soja, tamanho da área (TA), tempo de realização da operação (T), reabastecimentos realizados (RE), número total de manobras (NTM), número de manobras por hora (NMH), número de manobras por hectare (NMA), velocidade média (VM), eficiência operacional (EO), capacidade operacional teórica (COT), capacidade operacional efetiva (COE).

Variáveis	Talhões					Média	CV
	A	B	C	D	E		
TA (ha)	0,45	2,60	1,50	2,45	2,15	1,83	48,1%
T (h)	0,58	3,21	1,68	3,50	3,40	2,47	52,2%
RE	0	2	2	2	2	1,60	55,9%
NTM	32	64	21	111	137	73	68,5%
NMH (man h⁻¹)	55,1	19,1	12,5	31,7	40,1	31,7	53,0%
NMA (man ha⁻¹)	71,1	24,6	14	45,3	63,7	43,7	56,0%
VM (Km h⁻¹)	5,73	6,37	6,42	5,57	5,81	5,98	6,5%
EO (%)	72,6	68,6	76,2	67,9	58,8	68,8	9,5%
COT (ha h⁻¹)	1,06	1,18	1,18	1,03	1,07	1,10	6,4%
COE (ha h⁻¹)	0,77	0,81	0,90	0,70	0,63	0,76	13,6%

Fonte: Dados da pesquisa (2017).



Ao se analisar os dados da Tabela 2 destaca-se que a área E foi a que mais registrou perdas adicionais de tempo em porcentagem, quando comparada às demais áreas. Isso ocorreu devido à necessidade de fazer paradas extras para o desembuchamento da semeadora, fato esse determinante para redução da

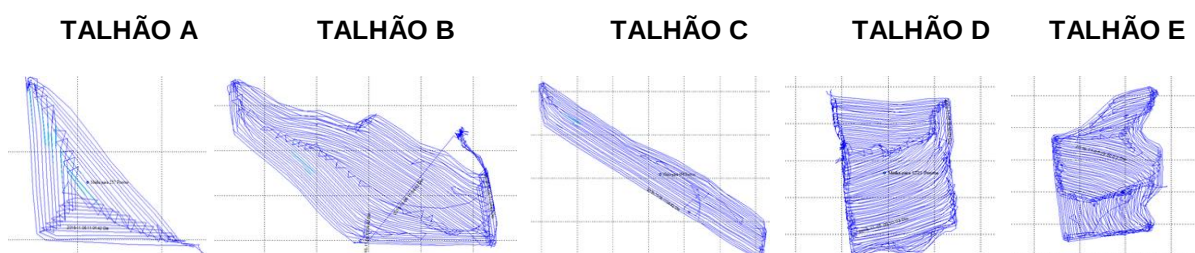
eficiência operacional deste talhão. Nas demais áreas essas perdas são contabilizadas como sobreposição, visto que nas operações não ocorreram nenhum imprevisto.

Na Tabela 2, verifica-se que ocorreu uma alta dispersão de dados em relação ao tempo perdido em reabastecimentos. Isso sucede, pois na área A, por ser uma área pequena, não ocorreu reabastecimento da semeadora. Já nas demais áreas há uma variação em relação ao tempo perdido por reabastecimentos, isso acontece porque os mesmos foram realizados manualmente e geralmente por indivíduos diferentes, não tendo uma linearidade na eficiência deste.

Tabela 2. Perdas de eficiência operacional na semeadura da soja, eficiência operacional (EO), reabastecimentos (RE), manobras (MAN), perdas adicionais (PA).

Variáveis	Talhões					Média	CV
	A	B	C	D	E		
EO (%)	72,6	68,6	76,2	67,9	58,5	68,8	9,5%
RE (%)	0	20,2	10,1	12,9	13,0	11,2	65,0%
MAN (%)	22,9	6,6	7,6	14,9	17,9	13,9	49,4%
PA (%)	4,5	4,6	6,1	4,3	10,3	5,9	42,4%
TOTAL (%)	100	100	100	100	100	100	0,0%

Fonte: Dados da pesquisa (2017).



3.2 CAPACIDADE E EFICIÊNCIA OPERACIONAL NA SEMEADURA DE MILHO

Observa-se na Tabela 3 que a área A é a que tem o maior índice de eficiência operacional comparado às demais áreas na semeadura do milho. Isso acontece em relação ao formato do talhão, pois se trata de uma área retangular, mas na mesma se tem a menor velocidade média das demais áreas. Perin (2008) relata que, para reduzir o tempo de trabalho é necessário incremento na velocidade, porém se as perdas de tempo serão as mesmas, matematicamente a eficiência operacional será

menor. Contudo não se deve utilizar o método de reduzir a velocidade para aumentar a eficiência operacional, pois, deste modo, conserva-se elevado o valor numérico da eficiência operacional, reduzindo a capacidade operacional efetiva.

Neste caso não foi o objetivo aumentar a eficiência operacional, com o decréscimo da velocidade média, mas sim algo necessário por ser uma área com bastante declive e o solo contendo pedregulhos, onde acarretou em uma eficiência operacional elevada e uma capacidade operacional efetiva menor que as demais áreas, como são representadas na Tabela 3.

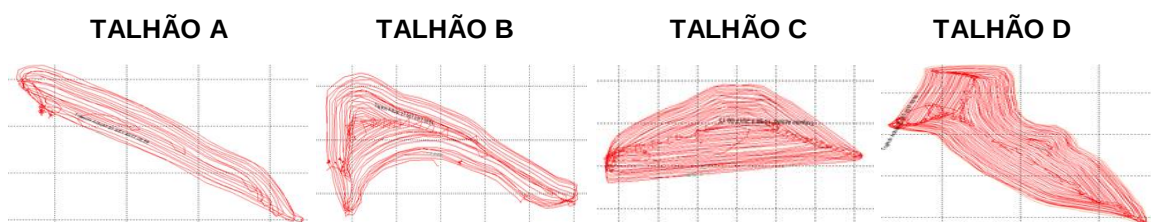
Na Tabela 3 observasse que as áreas B e C têm-se eficiências operacionais idênticas, porém na área B se tem capacidade operacional teórica e efetiva inferior, respectivamente. Isso acontece, por que na área B realizou-se a operação com uma velocidade média menor, onde o terreno é irregular e no dia da realização da semeadura o solo estava com bastante umidade comparada ao talhão C. Perin (2008) descreve que as operações com máquinas agrícolas quando o solo não está em condições ideais de trabalho, por exemplo, umidade alta do solo, geralmente se diminui a velocidade de trabalho. Trabalhando com velocidades menores matematicamente se tem uma melhor eficiência operacional, mas, não é uma condição de trabalho desejável.

Tabela 3. Variáveis para semeadura de milho, tamanho da área (TA), tempo de realização da operação (T), reabastecimentos realizados (RE), número total de manobras (NTM), número de manobras por hora (NMH), velocidade média (VM), eficiência operacional (EO), capacidade operacional teórica (COT), capacidade operacional efetiva (COE).

Variáveis	Talhões					
	A	B	C	D	Média	CV
TA (ha)	0,85	1,70	2,38	5,48	2,60	77,5%
T (h)	1,26	2,48	3,16	7,11	3,50	72,2%
RE	1	2	3	6	3	72,0%
NTM	14	38	37	110	49,7	83,8%
NMH (h)	11,1	15,3	11,7	15,4	13,4	17,3%
VM (Km h⁻¹)	4,53	5,30	5,84	5,61	5,32	10,7%
EO (%)	80,7	69,4	69,4	74,7	73,5	7,3%
COT (ha h⁻¹)	0,83	0,98	1,08	1,03	0,98	11,0%

COE (ha h⁻¹)	0,67	0,68	0,75	0,77	0,71	7,0%
--------------------------------	------	------	------	------	------	------

Fonte: Dados da pesquisa (2017).



Conforme a Tabela 4 constata-se que as perdas de tempos com reabastecimentos são maiores quando comparadas com as demais perdas. Isso acontece por que se utilizou grande quantidade de adubos químicos na semeadura do milho, acarretando na diminuição de eficiência operacional, em concordância com Matos et al. (2006) ao mencionar que, utilizando o sistema de plantio direto em solos que necessitam de bastante adubação química, se faz a aplicação de fertilizantes durante a semeadura, que induz a realizar vários reabastecimentos da semeadora/adubadora, que influência diretamente na eficiência operacional.

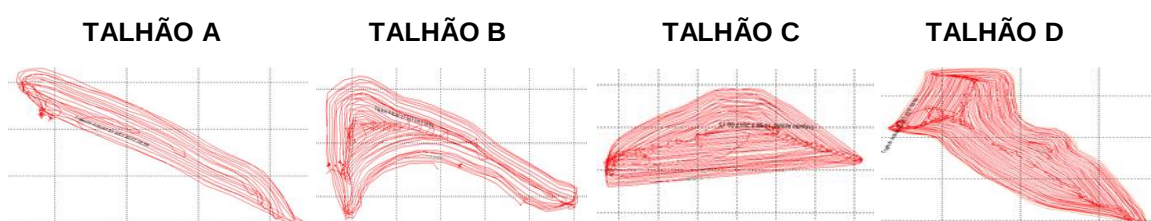
Conforme é apresentado na Tabela 4, os demais tempos perdidos da área A e D se referem a algumas sobreposições nas linhas de plantio. Já na área B, no início da semeadura teve-se que se fazer mudança dos discos de distribuição de sementes, pois não foram bem dimensionados conforme o tamanho da semente na regulagem da semeadora e assim estavam distribuindo mais sementes que recomendados por metro linear, ocasionando perdas de tempo adicionais e consequentemente diminuindo sua eficiência operacional.

Na área C ocorreram alguns embuchamentos nos discos de corte da semeadora, por conta que se realizou a semeadura com muita cobertura de palha sobre o solo, provocando um aumento nos tempos adicionais e assim diminuindo a eficiência operacional. Esse fato vai de encontro ao observado por Barbosa et al. (2015), ao relatar que, a eficiência operacional sofre uma grande alteração dependendo da habilidade do operador e a quantidade de matéria seca que está na área após a dessecação.

Tabela 4. Perdas de tempo na semeadura de milho, eficiência operacional (EO), reabastecimentos (RE), manobras (MAN), perdas adicionais (PA).

	Talhões					
	A	B	C	D	Média	CV
EO (%)	80,7	69,4	69,4	74,7	73,5	7,3%
RE (%)	12,6	12,4	15,3	13,2	13,3	9,9%
MAN (%)	4,6	5,9	5,2	5,6	5,3	10,6%
PA (%)	2,1	12,3	10,1	6,5	7,7	57,3%
TOTAL (%)	100	100	100	100	100	0,0%

Fonte: Dados da pesquisa (2017).



3.3 CAPACIDADE E EFICIÊNCIA OPERACIONAL NA COLHEITA DE SOJA

Em análise, constatou-se que a dispersão de dados em relação ao tamanho da área e número de descargas realizadas foi muito alto, isso se justifica ao fato da área A ter o menor talhão, não necessitando de descargas, enquanto a área F apresenta maior área em hectares e conseqüentemente realizou-se o maior número de descargas. Também é possível constatar a alta dispersão entre o número de manobras realizadas, isso acontece pela questão do tamanho e formato da área. Na área B se tem o menor número de manobras realizadas, isso reflete ao formato retangular do talhão, que proporciona o menor número de manobras por hora, como se pode observar na Tabela 5.

Com base na Tabela 5, a área A tem um número baixo de manobras realizadas, por se tratar de um talhão pequeno, mas a mesma apresenta o maior número de manobras realizadas por hora, esse contraponto justifica-se devido ao fato do formato irregular da área, onde se realiza manobras constantemente. Dentre as restantes, as áreas C e D apresentam mais manobras por hora, isso acontece por serem áreas com bastante declividade e irregulares, acarretando na realização de mais manobras. Na área F se tem o maior número de manobras realizadas por conta

do tamanho da área, que é maior em relação as demais, somado a sua irregularidade ao formato. Já na área E, o segundo maior talhão, se tem um formato retangular, que justifica o menor número de manobras por hora em relação à área F. Corroborando esses dados com estudos de Campos et al. (2011) os quais mencionam que, áreas com menores dimensões e maiores irregularidades necessitam de maiores números de manobras, enquanto áreas maiores e com formatos regulares, menores números de manobras.

Tabela 5. Variáveis para colheita de soja, tamanho da área (TA), tempo de operação (T), descargas realizadas (DES), número total de manobras (NTM), número de manobras realizadas por hora (NM).

Variáveis	Talhões						Média	CV
	A	B	C	D	E	F		
TA (ha)	0,45	1,50	2,15	2,45	11,20	13,40	5,19	107,7%
T (h)	0,40	1,41	2,13	2,41	6,16	8,05	3,42	87,3%
DES	0	2	4	4	16	21	5,2	112,12%
NTM	20	12	70	84	78	109	62,1	61,4%
NM (h)	50,0	8,5	32,8	34,8	12,6	13,5	25,4	64,4%

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

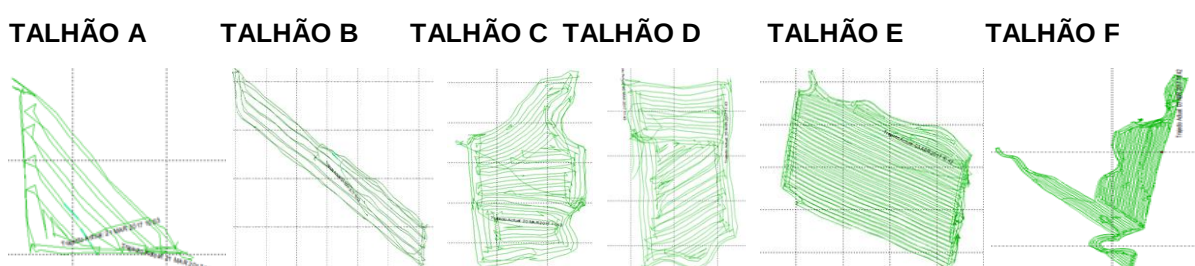


Observou-se na Tabela 6, uma média dispersão de dados em relação à capacidade operacional teórica e efetiva. Percebe-se que as áreas E e F tem os maiores valores que as demais áreas, isso ocorre em associação a velocidade média, que consequentemente é maior, pois se tem terrenos com tamanhos maiores e sem desnível. Conforme mencionado por Perin (2008) a velocidade vai interferir diretamente na capacidade operacional teórica e efetiva.

Tabela 6. Variáveis para colheita de soja, velocidade média (VM), capacidade operacional teórica (COT), capacidade operacional efetiva (COE).

Variáveis	Talhões						Média	CV
	A	B	C	D	E	F		
VM (km h ⁻¹)	3,35	3,41	3,52	3,27	5,29	5,13	3,99	23,7%
COT (ha h ⁻¹)	1,60	1,63	1,68	1,56	2,53	2,46	1,91	23,8%
COE (ha h ⁻¹)	1,12	1,06	1,00	1,01	1,81	1,66	1,27	28,3%

Fonte: Dados da pesquisa (2017).



Em relação à Tabela 7, observou-se que os talhões C e D foram os que apresentaram as piores eficiências operacionais das seis operações estudadas na colheita da soja. A explicação para isso é que as duas áreas tem um grande declive, onde a colheita foi realizada de forma transversal a esse, ocasionando um aumento da porcentagem de tempo perdido em manobras.

O talhão E é o que apresenta a melhor eficiência operacional, que está ligado diretamente com o formato da área e o número baixo de manobras. Porém tanto o talhão E quanto o F tem as duas maiores perda de tempo no descarregamento de grãos, isso acontece, pois todas as descargas foram realizadas no mesmo local, fazendo com que a máquina tivesse que trafegar um determinado percurso até fazer a descarga, gerando baixa na eficiência operacional. Indo de encontro ao relatado por Perin (2008), ao descrever que na operação de colheita, ao se ter falta de um conjunto mecanizado acompanhando o escoamento da produção para fora da área, aconselha-se que o planejamento das descargas aconteça na borda do talhão, para assim, aumentar a eficiência operacional.

A área A tem a segunda melhor eficiência operacional das áreas analisadas na tabela 7. Isso acontece devido a sua pequena dimensão, justaposto à ausência do enchimento do graneleiro da colheitadeira, sendo assim não houve perdas com

descarregamentos, porém apresenta a maior porcentagem de perda de tempo por realização de manobras, devido a sua forma irregular.

A área B teoricamente teria que ter a melhor eficiência operacional em comparação às outras, por se tratar de uma área retangular e com menor número de manobras. Entretanto, não foi isso que se observou na Tabela 7, pois no dia da colheita ocorreu a quebra de uma correia da colheitadeira. A máquina permaneceu parada por 20 minutos para manutenção, gerando assim, o aumento em demais perdas de tempo e, conseqüentemente, a diminuição da eficiência operacional. Caso não tivesse ocorrido a quebra da colheitadeira, estima-se através de cálculos matemáticos que a eficiência operacional para essa área seria acima de 84%.

Tabela 7 -- Perdas de tempo na colheita de soja, eficiência operacional (EO), descarregamentos (DES), manobras (MAN), perdas adicionais de tempo (PA).

Variáveis	Talhões						Média	CV
	A	B	C	D	E	F		
EO (%)	70,0	65,0	59,5	64,7	71,5	67,5	66,3	6,5%
DES (%)	0,0	5,5	6,9	6,7	9,1	10,4	6,4	56,2%
MAN (%)	22,2	4,9	16,4	18,4	5,6	6,4	12,3	61,5%
PA (%)	7,8	24,6	17,2	10,2	13,8	15,7	14,8	5,9%
TOTAL (%)	100	100	100	100	100	100	100	0,0%

Fonte: Dados da pesquisa (2017).



4 CONCLUSÕES

O formato da área e a declividade do terreno vão influenciar diretamente eficiência operacional de cada talhão.

Na colheita da soja, quanto maior for à área do talhão maior é a velocidade média e conseqüentemente ocorre um aumento na capacidade operacional teórica.

A quebra do maquinário durante a operação vai influenciar diretamente na diminuição da eficiência operacional, justificando assim realização de revisões antes de se iniciar as operações.

5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. A. S.; TAVARES-SILVA, C. A.; SILVA, S. de L. Desempenho energético de um conjunto trator-semeadora em função do escalonamento de marchas e rotações do motor. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 3, n. 7, p.63-70, jul. 2010.

ARALDI, P. F. et al. Eficiência operacional na colheita mecanizada em lavouras de arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 3, p.445-451, mar. 2013

BALASTEREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 307 p.

BARBOSA, L. P. et al. Desempenho operacional e análise de custo do conjunto mecanizado no preparo de solo para plantio florestal. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 21, p.746, 01 jun. 2015.

BORSATTO, E. A. **Desempenho de uma semeadora de precisão em latossolo vermelho: pressão de inflação do pneu de acionamento x manejo de plantas de cobertura**. 2009. 110 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

CAMPOS, F. H. et al. Talhão inteligente. **Cultivar Máquinas: Teste duplo**, Botucatu, v. 103, p.16-19, 2011.

COPETTI, E. Acertando o fluxo. **Cultivar Máquinas: JD 6110 D**, Pelotas, p.15-17, 2011.

CORTEZ, J. W. et al. Desempenho operacional do conjunto trator-implementos nas operações de preparo de solo. **Nucleus**, [s.l.], v. 8, n. 2, p.177-184, 28 out. 2011. Fundacao Educational de Ituverava. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3738/1982.2278.577>>. Acesso em: 10 set. 2016.

GIMENEZ, L. M.; MILAN, M. Diagnóstico da mecanização em uma região produtora de grãos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p.1-10, jan. 2007.

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: XXXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2005, Canoas - RS. Anais Conbea. Canoas - RS: XXXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2005. v.1.

MATOS, M. A.; **Modelo informatizado para o planejamento operacional e econômico de sistemas mecanizados com a consideração da pontualidade**. 2007. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Escola

Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

MATOS, M. A.; SALVI, J. V.; MILAN, M. Pontualidade na operação de semeadura e a adubação e suas influências na receita líquida da cultura da soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p.493-501, 17 maio 2006.

MARTINS, M. B. et al. Mais torque, mais tração. **Cultivar Máquinas: Titãs do campo**, São Paulo, p.33-36, 2013.

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

PEQUENO D. I. et al. Desempenho operacional de conjunto trator-grade em Argissolo Amarelo no Semiárido Nordeste. **Nucleus**, Ituverava, v. 9, n. 2, p. 1-10, 2012.

NAGAHAMA, H. DE J. et al. Desempenho do conjunto trator-equipamento em sistemas de preparo periódico no Argissolo Amarelo. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 28, n.2, p.79-89, 2013.

NASCIMENTO, Paulo C. do et al. Uso da terra e atributos de solos do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande,pb, p.920-926, 2014

NERES, J. S. et al. Desempenho operacional de um trator agrícola e suas implicações de uso em alguns atributos físicos de um latossolo amarelo em Altamira_PA. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 9, n. 3, p.062-077, set. 2012.

PACHECO, E.P. **Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 200. 21p. (Embrapa Acre. Documentos, 58).

PERIN, G. F. **Determinação da capacidade e eficiência operacional utilizando técnicas de agricultura de precisão**. 2008. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

PERIN, G. F.; SCHIOSSER, J. F. Caminho certo. **Cultivar Máquinas: Traçado ideal**, Pelotas, v. 89, p.20-24, set. 2009.

SIMÕES, D.; SILVA, M. R.; FENNER, P. T. Desempenho operacional e custos da operação de subsolagem em área de implantação de eucalipto. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 27, n. 5, p.692-700, ago. 2011.

SILVA, Saulo Salaber Souza e. **Logística aplicada à colheita mecanizada de cereais**. 2004. 167 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Escola Superior de Agronomia "Luiz Queiroz", Piracicaba, 2004.

SILVEIRA, G. M.; YANAI, K.; KURACHI, S. A. H.. Determinação da eficiência de campo de conjuntos de máquinas convencionais de preparo do solo, semeadura e cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, Pb, v. 10, n. 1, p.220-224, 10 out. 2005.

