



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
CURSO DE AGRONOMIA

JOÃO PAULO GÓIS SOARES

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO USO DA GRADE DE MOLAS À TRAÇÃO A-
NIMAL**

FORTALEZA

2015

JOÃO PAULO GÓIS SOARES

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Eng. Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Albiero.
Coorientador: Eng. Agr. Henryque Cândido Fernandes Nascimento.

FORTALEZA

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- S654a Soares, João Paulo Góis.
Avaliação da eficiência do uso da grade de molas à tração animal / João Paulo Góis Soares. – 2015.
46 f. : il. color.
- Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias,
Departamento de Agronomia, Graduação em Agronomia, Fortaleza, 2015.
Orientação: Prof. Dr. Daniel Albiero.
Coorientação: Prof. Lic. Henryque Cândido Fernandes Nascimento.
1. Tração animal. 2. Agricultura familiar. I. Título.

JOÃO PAULO GÓIS SOARES

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO USO DA GRADE DE MOLAS À TRACÇÃO ANIMAL

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Eng. Agrônomo.

Aprovada em: 19 / 06 / 2015 .

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Daniel Albiero (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC) /


Prof. Dr. Carlos Alessandro Chioderoli

Universidade Federal do Ceará (UFC)


Eng. Agr. Henryque Cândido Fernandes Nascimento

Universidade Federal do Ceará (UFC)


Eng. Agr. Aline Castro Praciano

Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Rafael e Sílvia.

Aos meus Irmãos.

A minha namorada, Larissa.

Aos Orientadores.

AGRADECIMENTO

A Deus, por ter me dado o dom da vida e o saber para desenvolver esse trabalho.

Aos meus pais, Francisco Rafael Soares Júnior e Silvia Ellanys Góis Soares, pelo exemplo de amor, cuidado e paciência. A vocês todo meu amor e eterna gratidão!

Aos meus irmãos, Leandro Victor Goes Soares e João Victor Goes Soares, pelo companheirismo, amizade e confiança no meu caráter!

Ao Prof. Dr. Daniel Albeiro pela confiança em mim depositada na orientação desse trabalho e grandes ensinamentos.

Ao Henryque Cândido pela co orientação desse trabalho e sugestões, além de todo esforço e dedicação.

A Aline Castro, por sua paciência em me auxiliar nesse trabalho, além do companheirismo.

A Rafaela Melo, por suas dicas e sugestões!

A cada membro do GEMASA, pela colaboração para o experimento desse trabalho juntamente com aprendizado e companheirismo.

A Larissa, pela descoberta do amor puro e verdadeiro, pelo amor, paciência, companheirismo e fortaleza em momentos de grandes dificuldades. Que sejamos muito felizes!

Ao professor participante da banca examinadora Prof. Dr. Carlos Alessandro Chioderoli pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

A COFAC por ter me ensinado princípios de trabalho em equipe e por ter me proporcionado conhecer pessoas de outros cursos!

Aos colegas que ingressaram no curso de Agronomia comigo, Andréa Monteiro Alves, Antônio Vanklane Rodrigues de Almeida, Charles Lobo Pinheiro, Cícero Aquino do Nascimento, Clíce de Araújo Mendonça, Diana Maria Trigueiro Mesquita, Edibergue Oliveira dos Santos, Eduardo Santos Cavalcante, Felipe Vaz Uchôa, Francisco Fellype Marques Magalhães, Francisco Gilcivan Moreira Silva, Francisco Jerlan Ferreira Pereira, Jefferson Freitas de Menezes Fortes, João Germano Gomes, Jônathas da Silva Melo, Jorge Sung Fiúza, Júlio César Barbosa do Nascimento, Keyla Kezzia Medeiros Sousa, Lilian de Souza Dionízio, Manuel Emiliano Lopes de Souza, Marcelo Clementino da Silva Gonçalves, Marcos Chaves Gurgel, Melissa Gomes de Sousa, Muller Clementino Cruz, Rigoberto Braga de Sousa, Tarcísio Hugo Salviano, Thamiris Ferreira Pinto Paiva, Thiago Augusto Duarte de Menezes, Thiago Rodrigues Barros e Vinícius Bitencourt Campos Calou pela amizade, companheirismo e por todos os momentos de diversão!

Aos demais colegas que conheci ao longo do curso!

“O que eu considero é que nós, os que sabemos ler e escrever temos não apenas o direito mas também o dever de lutar para que os pequenos agricultores tradicionais sejam alvo de uma atenção que merecem mas aqueles já renunciaram.”

Almícar Duarte.

RESUMO

Aproximadamente 4,4 milhões de unidades produtivas pertencem a grupos familiares segundo o Censo Agropecuário 2006, Mas muitos produtores optaram pelas grandes produções e consequentemente quem tem melhor poder aquisitivo para comprar tratores, equipamentos agrícolas e insumos se deu melhor nesse processo. Com isso, a tração animal vem como alternativa para os pequenos e médios trabalhadores tornando-se viável financeiramente e proporcionando o aumento da produtividade além de ajudar na diminuição do êxodo rural. O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência do uso da grade na quebra de torrões e nivelamento do solo. O experimento ocorreu com um trator simulando a velocidade aproximada do animal que foi de $3\text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ com o ângulo de 20° adequado para tração animal. Foi utilizada uma área de 90 m^2 sendo avaliados três faixas de quinze metros, a qual a cada três metros, com o auxílio do perfilômetro, juntamente com uma câmera fotográfica, foi coletado o perfil do solo. Esses perfis eram coletados, sempre na mesma área, antes da passagem com a grade, depois da 1º e após a 2º gradagem. A estatística utilizada foi à descritiva utilizando o programa Minitab. Foram mensurados o perfil natural, área de mobilização, empolamento e índice de rugosidade do solo. Foi realizado o gráfico de controle. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre as médias da área de elevação e índice de rugosidade, já para o empolamento houve diferença significativa. Portanto, o uso da grade para tração animal não mostrou eficiência no índice de rugosidade e na área de elevação, já para o empolamento diminuiu significativamente. Para se ter uma melhor avaliação da eficiência da grade é recomendável que se faça uma comparação com outros implementos.

Palavras-chave: . Área de elevação. Empolamento. Índice de Rugosidade.

ABSTRACT

Approximately 4.4 million production units belong to family groups according to the 2006 Agricultural Census, but many producers opted for big productions and consequently who has better purchasing power to buy tractors, agri-inputs, glues and equipment fared better in the process. Thus, the animal traction comes as an alternative for small and medium-sized workers becoming financially viable and providing increased productivity and helps in reducing the rural exodus. The aim of this study was to evaluate the grid use efficiency in breaking clods and leveling the ground. The experiment took place with a tractor simulating the approximate speed of the animal which was $3\text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ with the 20th angle suitable for animal traction. It used an area of 90 m^2 being evaluated three tracks fifteen meters, which every three meters with the help of the per-filômetro along with a camera, was collected soil profile. These profiles were collected, always in the same area, before passing through the grid, after the 1st and 2nd after harrowing. The statistic used was descriptive using Minitab program. The natural profile, mobilization area, blistering and soil roughness index were measured. The control chart was conducted. The results showed no significant difference between the means of the lifting area and roughness index, while for the swelling was no significant difference. Therefore, the grid use for animal traction did not show efficiency in roughness index and the lifting area, since for swelling declined significantly. To get a better assessment of grid efficiency is recommended that make a comparison with other implements.

Keywords: Lifting area. Blistering. Roughness Index.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Propriedades físicas do solo.	21
Tabela 2 –	Medição do penetrômetro em kPa.	21
Tabela 3 –	Estatística descritiva básica para área mobilizada (A_m), área de elevação(A_e) após a primeira e segunda passagem da grade, empolamento (E_m) depois da primeira e segunda passagem da grade e índice de rugosidade (I_r) antes, após a primeira e segunda passagem com a grade.	25
Tabela 4 –	Análise de variância da área de elevação após 1º e 2º gradagem	26
Tabela 5 –	Análise de variância do empolamento após a 1º e 2º gradagem	26
Tabela 6 –	Análise de variância da rugosidade do solo antes, após a 1º e 2º gradagem	27
Tabela 7 –	Teste de médias da área mobilizada, área de elevação 1º e 2º gradagem, empolamento 1º e 2º gradagem, índice de rugosidade antes, após a 1º e 2º gradagem.	27
Tabela 8 –	Área mobilizada (A_m) em m^2 nas 15 amostras analisadas.	32
Tabela 9 –	Área de elevação no solo (A_e) em m^2 nos 15 pontos analisados após a 1º gradagem.	33
Tabela10–	Área de elevação no solo (A_e) em m^2 após a 2º gradagem nos 15 pontos analisados.	34
Tabela11–	Empolamento do solo (E_m) em % nos 15 pontos analisados após a 1º gradagem.	35
Tabela12–	Empolamento do solo (E_m) em % nos 15 pontos analisados após a 2º gradagem.....	36
Tabela13–	Índice de rugosidade do solo em mm antes da gradagem nos 15 pontos analisados.	37
Tabela14–	Índice de rugosidade do solo em mm após a 1º gradagem nos 15 pontos avaliados	38
Tabela15–	Índice de rugosidade do solo em mm após a 2º gradagem nos 15 pontos analisados.	39

LSTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
°	Grau
'	Minuto
S	Sul
W	Oeste
cv	Cavalo
cm	Centímetro
a.c	Antes de Cristo
rpm	Rotação por minuto
km/h	Quilômetro por hora
m	Metro
m²	Metro quadrado
mg/m³	Miligramma por metro cúbico
kPa	Quilopascal

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Objetivo geral.	14
1.2	Objetivos específicos.	14
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	Agricultura familiar	15
2.2	Tração animal.....	16
2.3	Preparo periódico do solo	17
2.4	Equipamentos para tração animal	18
2.5	Perfil mobilizado.....	18
3	MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1	Local e caracterização da área experimental	20
3.2	Propriedades físicas do solo	20
3.3	Resistência do solo à penetração	21
3.4	Perfil do solo	21
3.5	Equipamentos agrícolas	22
3.6	Método experimental	23
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5	CONCLUSÕES	40
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

A participação dos pequenos e médios produtores é muito importante para assegurar o futuro alimentício do país e até mesmo do mundo. Hoje, 70% dos alimentos que estão na mesa dos brasileiros são produzidos por esses produtores, que também detêm 77% da mão de obra do campo e que possuem o maior número de propriedades rurais. Para demonstrar a importância cada vez maior dessa classe de produtores, a ONU elegeu 2014 como o Ano Internacional da Agricultura Familiar.

Devido ao aumento da pressão sobre a natureza, os produtores têm que lidar com diversos desafios e dificuldades, como secas, inundações, aquecimento global, perda de polinizadores naturais, erosão, perda da fertilidade do solo, e evasão da mão de obra do campo, além dos problemas financeiros para comprar máquinas e implementos.

Portanto, o pequeno agricultor não teve papel relevante nesse processo e quando quis se adequar acabou aplicando-se em campo desconhecido, e isso lhe causou prejuízo devido ao pouco acesso de políticas agrícolas, alcançando um atraso tecnológico, juntamente com perdas de terra e riqueza social.

Para amenizar esses problemas a utilização da tração animal é um incentivo para a fixação do homem no campo proporcionando condições de trabalho dentro de suas limitações financeiras. Além disso, é um meio alternativo para aumentar a produção dos pequenos e médios produtores. Dentre algumas vantagens da tração animal pode-se destacar que o uso desse recurso não substitui a mão de obra pela máquina além de aumentar a produtividade em todos os seus níveis, já que grande parte das pequenas propriedades possui relevos acidentados não sendo viável para o uso de máquinas agrícolas.

Para que esses agricultores menos favorecidos possam ter melhor desempenho com animais de tração é preciso tecnologias de melhoramento animal juntamente com o aperfeiçoamento dos insumos agrícolas proporcionando, com isso, processo de mecanização condizente com as suas reais necessidades.

1.1 Objetivo geral

Avaliar a eficiência da grade para tração animal mostrando sua importância nas operações agrícolas como a quebra de torrões e nivelamento do solo.

1.2 Objetivos específicos

- Avaliar a área de elevação do solo após a 1º gradagem;
- Avaliar o empolamento do solo após 1º e 2º gradagem;
- Verificar o índice de rugosidade do solo antes, após a 1º e 2º gradagem.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Agricultura familiar

A agricultura familiar foi definida pela Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006, como àqueles estabelecimentos agrícolas com extensão máxima de quatro módulos fiscais, caracterizando-se essencialmente no emprego de mão de obra familiar, renda familiar mínima oriunda da propriedade e os agricultores são dirigentes das próprias atividades desenvolvidas (BRASIL, 2006).

Nos últimos anos, houve no Brasil um avanço na melhor compreensão do significado de agricultura familiar. Esse avanço deve-se ao fato desses pequenos agricultores trabalharem, juntamente com os membros de suas famílias, e produzirem para consumo próprio e para comercialização além de viverem em pequenas comunidades (SCHNEIDER e CASSOL, 2014).

Segundo dados do Censo Agropecuário de 2006, 84,4% do total de propriedades rurais brasileiras pertencem a grupos familiares. São aproximadamente 4,4 milhões de unidades produtivas, sendo que a metade delas está na Região Nordeste. Esses estabelecimentos representavam 84,4% do total, mas ocupavam apenas 24,3% (ou 80,25 milhões de hectares) da área destinada a estabelecimentos agropecuários brasileiros.

Para Albiero (2006), as pequenas propriedades no Brasil não são tão pequenas se comparadas com as propriedades na Ásia que é aproximadamente 1 hectare. Um dos fatores para o reconhecimento da agricultura familiar no Brasil deve-se a retomada do movimento sindical após o fim da ditadura militar em meados dos anos 80 (PICOLOTTO, 2014).

Outro fator para esse reconhecimento é o papel de mediadores, especialmente cientistas sociais que discutiram esse tema no início da década de 1990 (WANDERLEY, 2009).

O papel do estado e das políticas públicas também são fatores que influenciaram no reconhecimento da agricultura familiar no Brasil. O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) deu uma visibilidade a esse setor (GRISA e SCHNEIDER, 2013).

Martignon(2013) afirma que a tecnologia na produtividade trouxe uma modernização na agricultura com insumos agrícolas industrializados, sementes selecionadas e fundamentada na mecanização.

Essa modernização agrícola prejudicou o pequeno agricultor com poucos recursos financeiros, além disso, gerou uma degradação ambiental em várias áreas e também a exclusão social de pequenas famílias, em contrapartida beneficiou os grandes produtores (ANDRIOLI, 2008).

Para Martignon(2013), a proposta da modernização da agricultura no Brasil trouxe na sua essência uma proposta homogeneizada, mas a que foi estabelecida no campo foi de caráter heterogêneo. Culturas mecanizadas fundamentadas em monoculturas se relacionaram com culturas tradicionais pautadas na policultura e agricultura de subsistência gerando um êxodo rural e prejudicando o pequeno agricultor.

2.2 Tração animal

A tração animal iniciou-se na pré-história, substituindo o processo manual de abertura de sulcos no solo. Representou uma evolução sendo um estágio intermediário entre a enxada e o trator. Por muito tempo a tração animal foi à única força utilizada para realizar trabalho (SILVIA, 2011).

Devido aos avanços tecnológicos na agricultura, os grandes produtores vêm na tração animal um grande atraso na produção e no rendimento. Mas, apesar disso, é vista como uma alternativa viável, principalmente para pequenos agricultores sendo responsável por fixar muito desses agricultores no campo (YAMASHITA, 2010).

Albiero (2010) relata que o baixo poder aquisitivo dos agricultores familiares é o principal motivo para o uso de tração animal.

Os animais podem ser utilizados de várias formas na agricultura. Para Saad (1983), eles podem ser aproveitados como veículos de transporte, implementos, transporte de carga no dorso e no desenvolvimento de esforço tratório, utilizado para tração de máquinas.

Conforme Beretta (1988), a tração animal apresenta as seguintes vantagens em relação à motora:

- Pode se autodeslocar;

- O preço, se comparado ao trator, é relativamente baixo;
- Pode ser alimentado por produtos oriundos da propriedade, diferente dos tratores que necessitam de combustível;
- É muito mais adaptável a qualquer terreno e a um número maior de serviços;
- Ajuda a conter o êxodo rural devido à necessidade maior da mão de obra

Apesar de apresentar todas essas vantagens, Beretta (1988) destaca as seguintes desvantagens:

- O animal é muito exigente em relação à alimentação;
- Diferentemente dos tratores, o animal necessita descansar, por isso a sua eficiência de trabalho é mais baixa;
- Outros fatores além do cansaço prejudicam na eficiência do trabalho, como a saúde animal, o calor do ambiente, a alimentação e o seu treinamento.

Segundo Silva (2011), os animais mais utilizados no trabalho agrícola são mulas, burros, bois, cavalos, e mais recentemente os búfalos.

Furtado (1987) afirma que a mula serviu como veículo de transporte para levar as cargas até os portos exercendo um papel fundamental durante a expansão de cafeicultura no Brasil.

De acordo com Beretta (1988), existe uma diferença no desempenho de cada animal sendo o cavalo mais exigente na alimentação do que o boi, mas são mais rápidos e são recomendados para trabalharem em terrenos planos e leves. Os bovinos são recomendados para trabalharem em terrenos regulares e macios, devido ao formato dos cascos e por desenvolverem um maior esforço de tração. As mulas e os burros são mais resistentes a fadiga e menos exigentes quanto à alimentação se comparado ao cavalo.

Conforme a EMBRATER (1983), a conformação dos indivíduos deve ser para bovinos e eqüinos: animais potentes, compactos, com músculos bem definidos, principalmente os do dorso e dos membros traseiros e membros curtos e o peito mais amplo possível. Os animais ideais para tração são aqueles em que $1/3$ do seu peso está apoiado sobre as patas traseiras e $2/3$ sobre o trem anterior.

2.3 Preparo periódico do solo

Para Srivastava *et al.* (2006), o preparo do solo significa alterações que modificam o nível de agregação entre as partículas, melhorando aeração, além de criar condições favoráveis para germinação de sementes e desenvolvimento das plantas.

Camargo (1983) afirma que o preparo do solo compreende um conjunto de técnicas que podem permitir altas produtividades das culturas e baixo custo, mas que usadas de forma irracional podem levar à degradação dos solos em apenas poucos anos de uso intensivo, ou conduzir à degradação física, química e biológica diminuindo o seu potencial produtivo.

Viana *et al.* (2004) consideram que o preparo inadequado compromete o nível de agregação entre as partículas, alterando a sua estrutura que é uma das propriedades físicas do solo mais importante para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

O solo deve ser preparado com a menor mobilização possível. Para cada operação agrícola e condição do solo existe um equipamento adequado (CARVALHO FILHO *et al.*, 2007). O perfil mobilizado do solo é um critério que considera a condição inicial e final da camada do solo preparado (CARVALHO FILHO, 2008).

Segundo Srivastava *et al.* (2006), existem vários equipamentos para o preparo do solo disponíveis para os produtores e a escolha do tipo de equipamento depende dos costumes locais, do tipo da cultura, tipo de solo, umidade do solo e restos culturais deixados pela cultura implantada anteriormente.

Preparo excessivo do solo deve ser evitado, pois pode causar a desagregação da estrutura do mesmo, além de facilitar a formação de crosta e a compactação do subsolo, que deformam e prejudicam o crescimento das raízes (FONTES *et al.*, 2008).

Wunshe e Denardin (1980) descrevem que a operação mais importante no manejo do solo é o seu preparo e a maior parte dos problemas com a condução das culturas e problemas conservacionistas vem de forma errada na condução dessas operações. Solos submetidos aos sistemas de preparo apresentam menor estabilidade de agregados, alteração no espaço poroso e diminuição na condutividade hidráulica.

A desagregação das propriedades físicas do solo, causadas pelo manejo inadequado, conforme Zoldan Júnior *et al.* (2008) causa a diminuição da rugosidade superficial, favorecendo a erosão hídrica e prejudicando o trânsito de máquinas e equipamentos.

2.4 Equipamentos para tração animal

Segundo Beretta (1988), o animal auxilia o homem com trabalhos agrícolas desde a pré-história, entre 4000 e 7000 a.c, no período da pedra polida.

Conforme Cogo e Levien (2001), Nas pequenas propriedades rurais são utilizados tratores de baixa potência e, ou, tração animal. Um dos equipamentos mais utilizado com tração animal são as grades dentes.

Nas pequenas propriedades rurais são utilizados tratores de baixa potência e, ou, tração animal. Um dos equipamentos mais utilizado com tração animal são as grades dentes.

Balastreire (1990) afirma que a grade dente constituída de madeira surgiu no Império Romano. No início do século 19, as grades com dentes de madeiras foram substituída por dentes de ferro. A grade de molas surgiu aproximadamente 50 anos depois.

De acordo com Oudman (2004), uma grade comum é constituída por uma armação de madeira com uma variação de 15 a 20 dentes de metal que quebram os torrões de terra, mistura o solo e ainda ajuda a nivelar a superfície. A fragmentação excessiva do solo pode causar vulnerabilidade para erosão do vento.

A grade de molas, um dos tipos de grade, possui órgãos ativos constituídos por molas de aço, flexíveis, recurvadas, fixas ao chassi por uma de suas extremidades, existindo várias formas de pontas de lâminas. A resistência do solo ao deslocamento das pontas das molas provoca uma deflexão o que, ao vencer tal resistência, volta rapidamente para frente causando desagregação do solo (Garcia, 2014).

2.5 Perfil mobilizado

Para se obter a camada mobilizada, deve-se observar alguns parâmetros como, por exemplo, o empolamento do solo, área de elevação, a área mobilizada propriamente dita e o índice de rugosidade do solo.

Silva *et al.* (2002) relataram que o perfilômetro de hastes é utilizado para obter a rugosidade e o perfil mobilizado do solo, obtido pela diferença dos perfis do solo inicial e final, antes e após o preparo num mesmo ponto na área. Além disso, descrevem que, dessa

maneira, se obtém o deslocamento vertical do perfil e sua respectiva área mobilizada, obtidos dos três perfis do solo que são o inicial, final e o perfil interno ou camada mobilizada.

A área de elevação é considerada aquela que se situa entre o perfil inicial do solo e o perfil da superfície do solo, após sua mobilização, obtida com a passagem do implemento na operação de preparo do solo. Já a área mobilizada expressa a área situada entre o perfil do solo e o perfil do fundo do sulco deixado pelo implemento após o preparo do solo (SILVA *et al.*, 2002).

Gamero e Benez (1990) consideram a área de solo mobilizada aquela localizada entre o perfil natural original do solo, portanto antes da passagem do implemento, e o perfil do fundo de sulco, esse obtido após a passagem do implemento. Desse modo, a diferenciam da área de elevação, pois essa é a que se encontra entre o perfil original do solo e o perfil superficial após a mobilização via implemento.

Daniel e Maretti (1990) afirmaram que o cálculo da área mobilizada do solo, após se obter os perfis, pode ser feito por programas de computadores além de meios gráficos e técnicas de planimetria.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e caracterização da área experimental

O estudo foi realizado no campo experimental da área de mecanização agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará localizado nas coordenadas geográficas 03° 45'S de latitude e 38° 33'W de longitude de Greenwich.

De acordo com Pinto (2008), o clima local é do tipo Aw', ou seja, tropical chuvoso, muito quente, com predomínio de chuvas nas estações do verão e do outono, com temperatura média anual de 26,5C°. A Figura 1 apresenta o local do experimento. Como se observa, o solo é irregular, tenaz e com bastante planta daninha.

Figura 1 - Local do experimento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2 Propriedades Físicas do solo

Segundo a metodologia Embrapa (2006), o solo foi classificado como Argissolo Vermelho-amarelo e quanto à classe textural como franco arenoso, com aproximadamente 9,6% de argila, 78,9% de areia e 11,5% de silte. A Tabela 1 apresenta as propriedades físicas do solo.

Tabela 1- Propriedades físicas do solo

Solo	U (%)	Argila (%)	Areia (%)	Silte (%)
Franco- Arenoso	19,00	9,6	78,9	11,5

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3 Resistência do solo a penetração

A resistência à penetração foi medida através do penetrômetro manual. Foram coletados 05 pontos aleatoriamente na profundidade de 0 a 10 cm na área de estudo. A Tabela 2 apresenta à resistência do solo a penetração obtida em campo.

Tabela 2- Medição do Penetrômetro em mPa.

Amostras	Pressão mPa	Média	Desvio padrão
1	0.9	558	275.8
2	0.3		
3	0.25		
4	0.690		
5	0.650		

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4 Perfil do solo

Foi utilizado o perfilômetro manual, conforme a Figura 2, para se obter o perfil natural, o perfil elevado e o perfil de fundo. O perfilômetro utilizado possui largura útil de 130 cm, com varetas separadas de 2 em 2 cm sendo feito a leitura a cada 3 m.

Foram realizadas as leituras do perfil do solo antes do preparo com a grade mo-la, para se obter o perfil natural do solo, após a 1º gradagem e também após a 2º gradagem para se obter o perfil da superfície do solo após a mobilização.

O índice de rugosidade superficial, equação 1, representa o produto do erro padrão entre os logaritmos naturais das leituras das elevações pela altura média das elevações (ALLMARAS *et al.*, 1966).

O empolamento do solo, equação 2, foi determinado pela razão entre a área de elevação e a área mobilizada pelos órgãos ativos do equipamento, segundo GAMERO e BENEZ (1990).

Figura 2 – Perfilômetro manual



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

$$s_y = s_x * h_m \quad (1)$$

s_y – estimativa do índice de rugosidade entre as alturas, mm;

s_x – erro padrão entre os logaritmos naturais das alturas, e

h_m – média das alturas, mm.

$$E_m = A_e / A_m * 100 \quad (2)$$

E_m – empolamento, %;

A_e – área de elevação, m², e

A_m – área mobilizada, m².

3.5 Equipamentos agrícolas

Devido à falta de animal de tração no local do experimento para a realização do teste, foi utilizado um trator 4x2, modelo Massey Ferguson MF 265, conforme a Figura 4, com potência máxima de 61 cv no motor na rotação 2000 rpm. Esse trator foi ligado à cor-

rente para tracionar a grade mola para destorroamento e nivelamento do solo, como apresenta a Figura 3. O trator foi utilizado para simular a velocidade em média do animal de tração que é de $3 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

Figura 3 - Grade de mola ligada por corrente ao trator.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 4 - Trator MF 265 utilizado no experimento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.6 Método experimental

Foram avaliados o perfil natural, o perfil elevado e o perfil do fundo do sulco, determinados por meio de fotos antes e após as gradagens. Para se obter o perfil natural, foi utilizado o perfilômetro a cada 3 metros numa faixa de 15 metros. Foram coletadas 5 amostras por faixa, sendo 3 faixas no total. Com isso, foram coletadas 15 fotografias antes da gradagem. Em cada local onde foram coletadas as imagens, havia uma estaca para marcar o local das fotos para que em seguida pudesse ser coletas as amostras após a 1º e 2º gradagem no mesmo local. Para o perfil elevado e para o perfil de fundo de sulco foram utilizados os mesmos procedimentos para se obter o perfil natural. O trabalho foi realizado numa área de 90m² realizado com o ângulo de ataque das ponteiros de 20º e na velocidade de 3km . h⁻¹.

Essas amostras foram coletadas e em seguida foram interpretadas pelo programa de computador AutoCAD 2014 para mensuração de empolamento, área de elevação, área mobilizada e índice de rugosidade.

Foi utilizada a estatística descritiva básica para avaliar os dados onde foram avaliados os seguintes parâmetros: média, desvio padrão, coeficiente de variação, simetria e curtose. A normalidade dos dados foi atestada por meio dos coeficientes de simetria e curtose. Em seguida, utilizou-se a análise de variância para os dados que apresentam normalidade. O teste de Tukey a 5 % de significância avaliou a diferença entre médias. Como ocorreu diferença significativa fez-se o teste de médias para verificar se as médias estudadas apresentaram diferença. Além disso, foi realizado o gráfico de controle. Foi utilizado o software Minitab versão 16.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta a estatística descritiva básica para a área do estudo que teve como resultado a área de mobilização, área de elevação após a 1º e a 2º gradagem, empolamento após a 1º e 2º gradagem e índice de rugosidade antes da gradagem, após a 1º e 2º gradagem.

Tabela 3 - Estatística descritiva básica para área mobilizada (Am), área de elevação(Ae) após a 1º e 2º gradagem, empolamento (Em) depois da 1º e 2º gradagem e índice de rugosidade (Ir) antes, após a 1º e 2º gradagem.

	Média	Desvio padrão	CV %	Simetria	Curtose
Am (m ²)	0.36	0.007	2.01	0.84	-0.47
Ae 1º (m ²)	0.07	0.008	11.07	0.31	-0.23
Ae 2º (m ²)	0.06	0.007	11.86	-0.42	0.38
Em 1º (%)	20.66	2.46	11.94	0.36	-0.29
Em 2º (%)	18.36	2.11	11.53	-0.16	0.56
Ir ante (mm)	21.56	1.65	7.69	1.35	0.85
Ir 1º (mm)	21.33	1.98	9.33	0.72	-0.67
Ir 2º (mm)	21.16	2.07	9.80	0.58	-0.83

Fonte: Elaborado pelo autor.

Oliveira (2010) relata que se os coeficientes de simetria e curtose apresentar valores no intervalo de -3 a 3 considera-se que ocorreu normalidade nos dados avaliados. Com isso, pode-se concluir que os dados estudados para área de elevação, empolamento e índice de rugosidade respeitam uma distribuição normal, pois se encontra no intervalo especificado pelo autor.

O coeficiente de variação encontrado em todos os valores avaliados foi aceitável para operações agrícolas, já que é difícil controlar todos os fatores críticos que interferem em operações agrícolas.

A Tabela 4 demonstra os dados referentes ao teste F para avaliar a área de elevação após 1º e 2º gradagem.

Tabela 4 – Análise de variância da área de elevação após 1º e 2º gradagem.

	DF	SS	MS	F	P
Fator	1	0.00048	0.00048	7.20	0.012
Erro	28	0.00186	5.28		
Total	29	0.00234			

DF- Grau de liberdade; SS – Soma de quadrados; MS – Quadrados médios; F- Fator; P – Probabilidade. Fonte: Elaborado pelo autor.

Verificou-se na análise de variância da área de elevação que houve diferença significativa ao nível de 5% de confiança.

Na Tabela 5 encontra-se a análise de variância para o empolamento após a 1º e 2º gradagem.

Tabela 5 – Análise de variância do empolamento após a 1º e 2º gradagem.

	DF	SS	MS	F	P
Fator	1	38.44	38.44	7.28	0.012
Erro	28	147.87	5.28		
Total	29	186.31			

DF- Grau de liberdade; SS – Soma de quadrados; MS – Quadrados médios; F- Fator; P – Probabilidade. Fonte: Elaborado pelo autor.

Observou-se na análise de variância que o empolamento, após a primeira e segunda passagem com a grade, teve uma diferença significativa ao nível de 5% de confiança.

A Tabela 6 apresenta a análise de variância da rugosidade do solo antes, após a 1º e 2º gradagem.

Tabela 6 – Análise de variância da rugosidade do solo antes, após a 1º e 2º gradagem.

	DF	SS	MS	F	P
Fator	2	1.25	0.62	0.17	0.844
Erro	42	154.10	3.67		
Total	44	155.35			

DF- Grau de liberdade; SS – Soma de quadrados; MS – Quadrados médios; F- Fator; P – Probabilidade. Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que na análise de variância não houve diferença significativa no índice de rugosidade ao nível de confiança de 5%.

Desta forma, como ocorreu diferença significativa fez-se o teste de médias para verificar se as médias estudadas apresentaram diferença.

Tabela 7 – Teste de médias da área mobilizada, área de elevação 1º e 2º gradagem, empolamento 1º e 2º gradagem, índice de rugosidade antes, após a 1º e 2º gradagem.

	Número de Amostras	Média
Am (m ²)	15	0.36a
Ae 1º (m ²)	15	0.07b
Ae 2º (m ²)	15	0.06b
Em 1º (%)	15	20.66a
Em 2º (%)	15	18.36b
Ir ante (mm)	15	21.56a
Ir 1º (mm)	15	21.33a
Ir 2º (mm)	15	21.16a

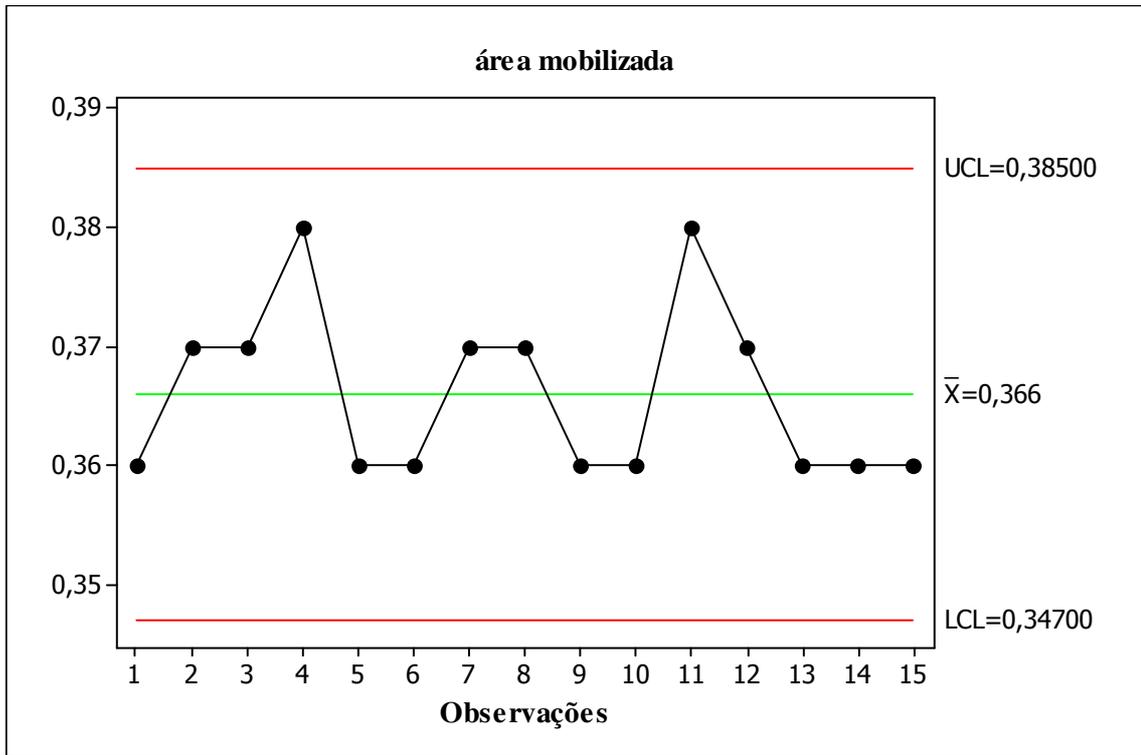
Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância. Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com os resultados, pode-se observar que a área de elevação após a 1 e 2º gradagem não houve diferença significativa demonstrando com isso que a grade não mostrou-se eficiente na diminuição da área de elevação de maneira significativa, já para o empolamento houve uma diferença significativa entre as médias, mas para o índice de rugosidade não houve diferença significativa.

As Figuras 5, 6, 7, 8, 9 e 10 apresentam os gráficos de controle da área mobilizada, área de elevação após a 1º e 2º gradagem, e índice de rugosidade antes, após a 1º e 2º gradagem.

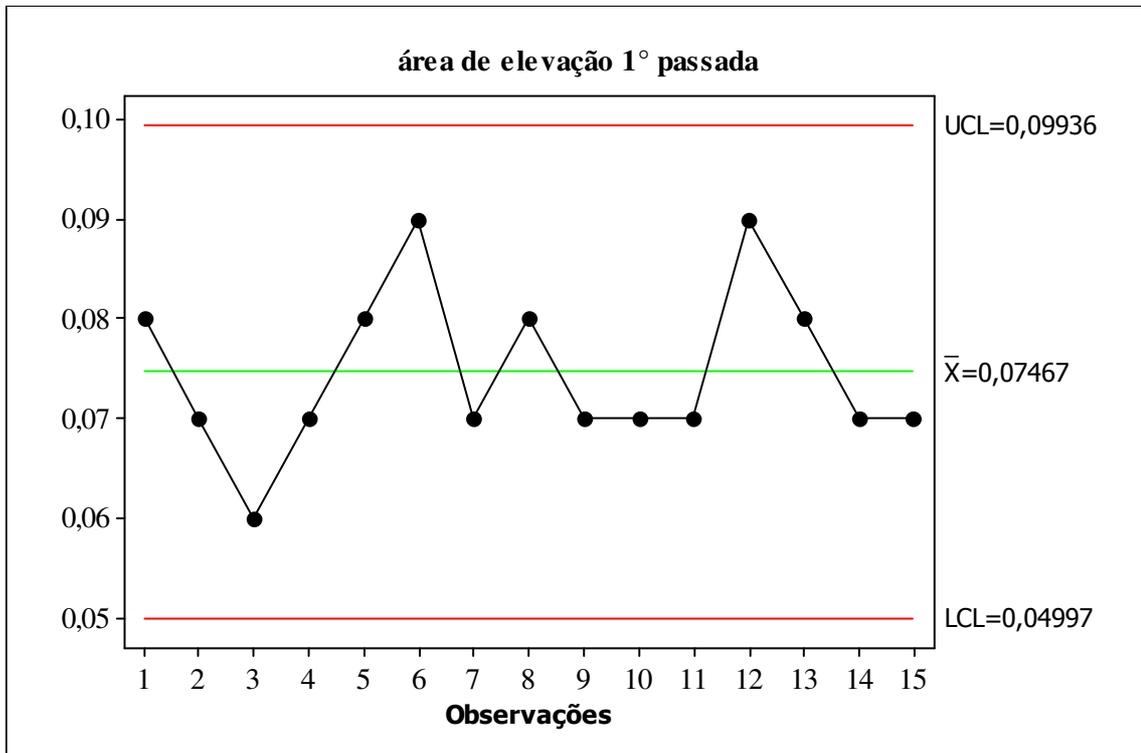
Pelos gráficos de controle verificou-se que nenhuma amostra encontrou-se fora dos limites de controle especificados assegurando que o processo é estável apesar da variabilidade das amostras, confirmando a teoria de Campos (2007) e Barros (2008) que realizando trabalhos com operações mecanizadas agrícolas e com controle estatístico de qualidade adotaram uma metodologia que considera que se 95 % dos pontos estiverem dentro dos limites de controle especificados considera-se que o processo apresentou estabilidade, esta metodologia mostrou-se eficaz para a análise do processo, pois não mascarou os dados, ou seja, ao se considerar que os processos apresentem índice de precisão em torno de 90 % dos dados avaliados os 5 % dos dados que forem retirados não vão influir significativamente na amostragem. Os autores adotaram essa metodologia, pois em um processo industrial de automóvel, software e eletroeletrônicos, índices de falhas acima de 0,26% são inaceitáveis segundo Tonini (2006), isso ocorre de acordo com Albiero (2010) por que em um processo industrial há o controle preciso de todas as etapas que são realizadas na indústria desde a matéria prima até os operadores, garantindo dessa forma que o trabalho realizado seja constante e uniforme diminuindo a variabilidade que ocorre no processo, chegando a obter índice de falhas de apenas 0,00034 % com uma precisão de 99,99966 %, por isso para o meio agrícola é necessário adaptar as ferramentas de controle estatístico de qualidade (CEP), pois na agricultura um índice de falhas para grade em torno de 10 % é considerado ótimo, pois no campo ocorre muita variabilidade por conta da matéria prima, das condições meteorológicas, da condição do solo, dos sistemas mecanizados, dos índices de qualidade de operações agrícolas além da qualificação de operadores.

Figura 5 – Gráfico de controle da área mobilizada em m².



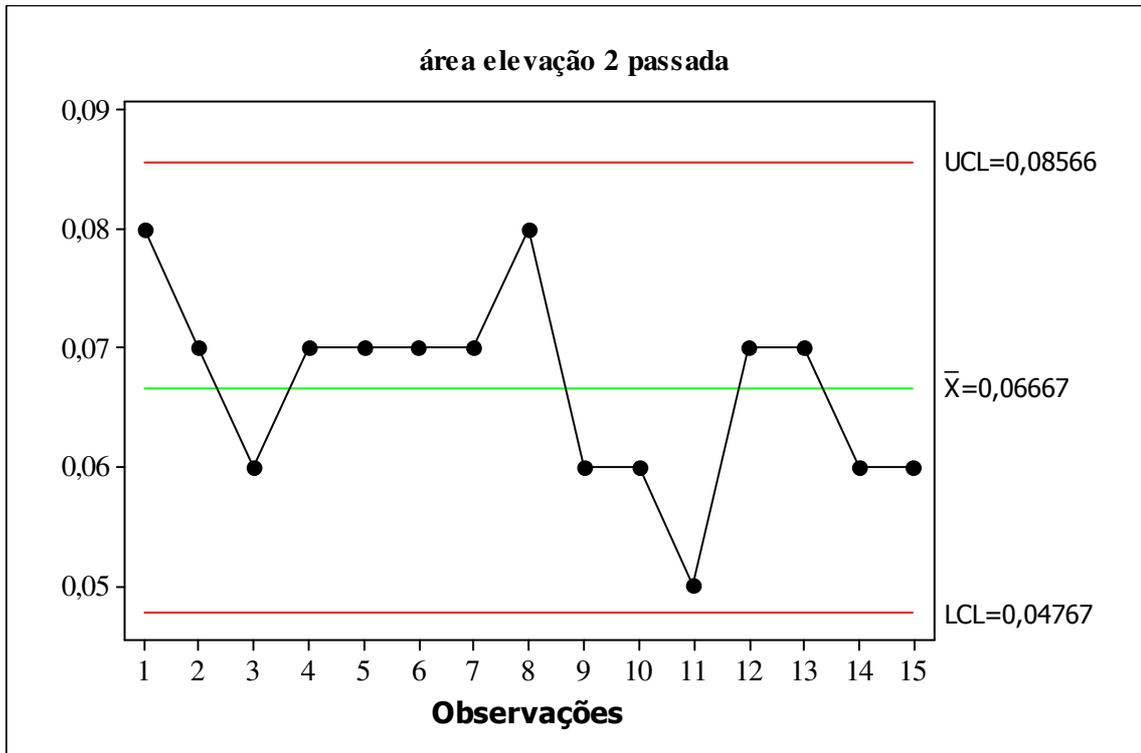
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 6 – Gráfico de controle da área de elevação após a 1^o gradagem.



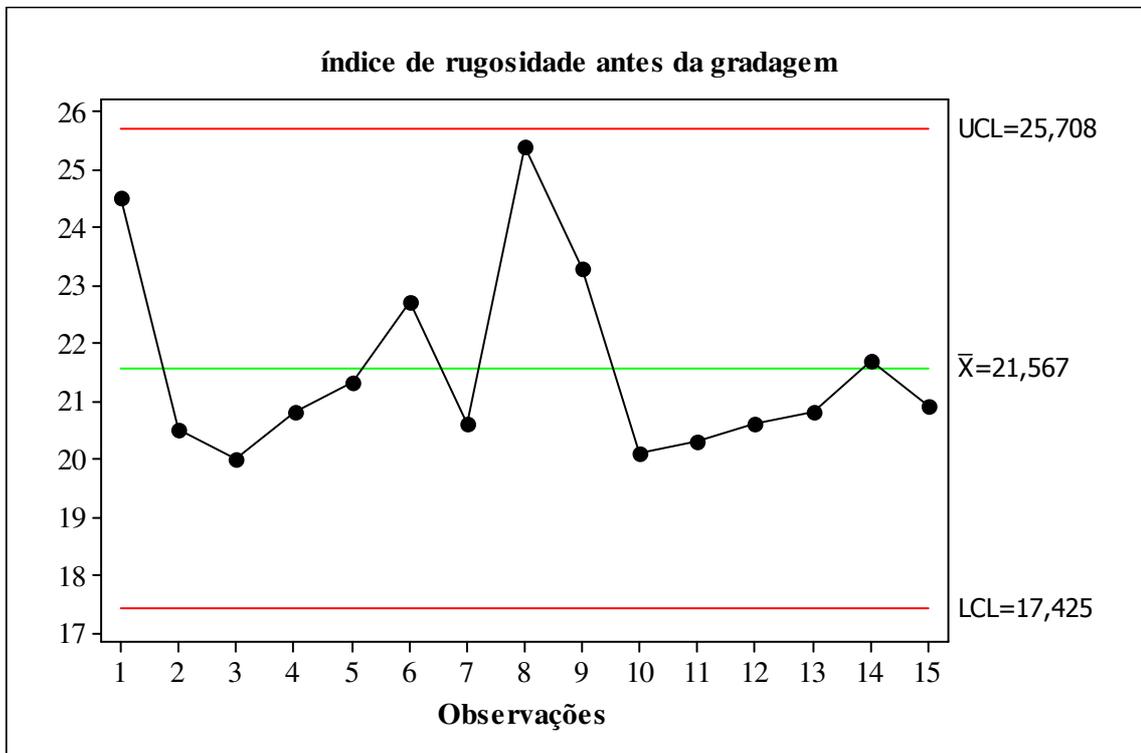
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 7 – Gráfico de controle da área de elevação após a 2º gradagem.



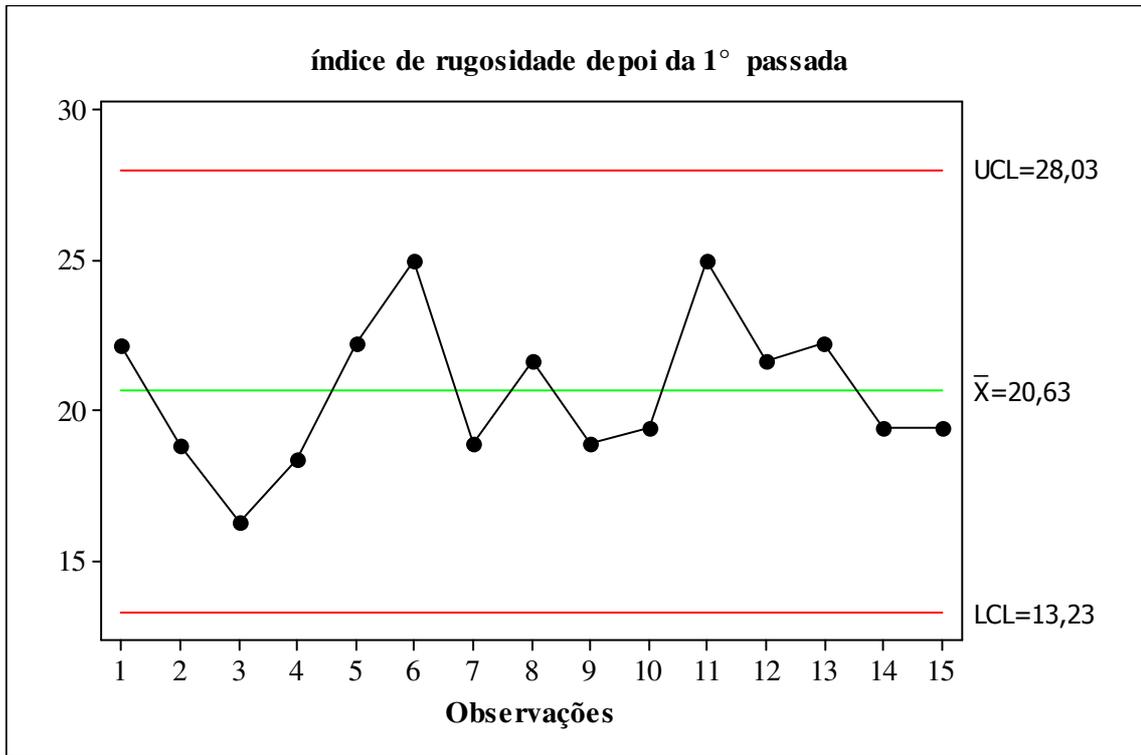
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 8 – Gráfico de controle do índice de rugosidade antes da gradagem.



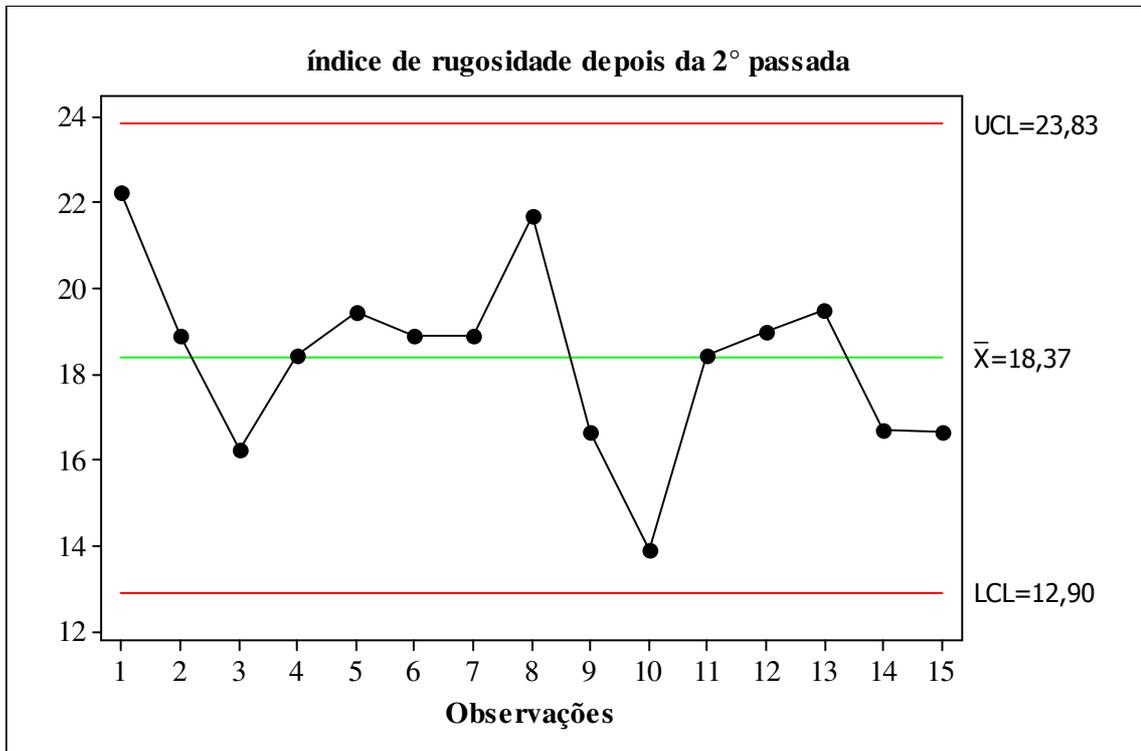
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 9 – Gráfico de controle do índice de rugosidade após a 1º gradagem.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 10 – Gráfico de controle do índice de rugosidade após a 2º gradagem.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 8 apresenta a área de estudo que teve avaliada a área mobilizada. Está elencada a área mobilizada dos pontos analisado nesse estudo.

Tabela 8 - Área mobilizada (Am) em m² nas 15 amostras analisadas.

Amostras	Área mobilizada (m ²)
1	0.36
2	0.37
3	0.37
4	0.38
5	0.36
6	0.36
7	0.37
8	0.37
9	0.36
10	0.36
11	0.38
12	0.37
13	0.36
14	0.36
15	0.36

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os pontos apresentaram mobilização no solo próximo aos valores analisados por Coan (1995) o qual afirma que a grade mobiliza pouco o solo em relação a outros implementos, devido a pouca movimentação dos seus órgãos ativos fixados em um mesmo eixo o que dificulta à penetração e conseqüentemente a mobilização do solo.

Carvalho Filho *et al.* (2007) relata que, comparando a capacidade de penetração da grade com outros implementos, a área mobilizada depende tanto da profundidade como da largura do corte do equipamento servindo de indicador de eficiência de cada equipamento. A grade tem pouca capacidade de penetração o que pode ter contribuído para pouca mobilização do solo (SCHLOSSER *et.al*, 1992).

Balastreire (1990) constatou que para as grades de dentes atingir maior mobilização e operar com maior profundidade, os dentes devem ser inclinados para frente.

A mobilização do solo proporciona boa oxigenação, adequação de teores de água no solo nos períodos de crescimento das plantas, além de promover a descompactação do solo, aumentando a profundidade útil e rompendo com possíveis horizontes impermeáveis.

Outro fator que pode afetar a mobilização do solo com o uso da grade é o ângulo, pois quanto maior o ângulo horizontal da secção, medido a partir de um plano perpendicular ao deslocamento, maior a profundidade de trabalho (BALASTREIRE, 1990).

No experimento em campo, o ângulo utilizado foi de 20° considerado adequado para atividades com tração animal. Isso pode ter influenciado na pouca mobilização do solo ou a condição de superfície, solo seco.

A Tabela 9 apresenta a área de elevação no solo causada pela grade nos 15 pontos analisados após a 1ª gradagem.

Tabela 9 – Área de elevação no solo (Ae) em m² nos 15 pontos analisados após a 1ª gradagem.

Amostras	Área de elevação em m ²
1	0.08
2	0.07
3	0.06
4	0.07
5	0.08
6	0.09
7	0.07
8	0.08
9	0.07
10	0.07
11	0.09
12	0.08
13	0.08
14	0.07
15	0.07

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para Balastreire (1990), cada mola da grade sofre uma deformação, resultante da resistência do solo no ponto que a mola se encontra, podendo-se concluir que as forças de reação do solo sobre a grade irá variar de acordo com a posição que a mola ocupa, na iminência de rompimento do solo. Como o solo no local estava seco, proporcionou maior resistência em relação à penetração da grade e conseqüentemente menor elevação do solo.

Os resultados obtidos foram semelhantes ao encontrado por Carvalho Filho *et al.* (2007) comparados com outros implementos.

Os resultados mostram que a grade rompeu as camadas compactadas do solo, diminuindo a área de elevação do solo(SILVA *et al.*, 2011). A grade proporcionou o destorroamento e nivelamento do solo contribuindo para essa diminuição.

A Tabela 10 apresenta a área de elevação no solo, após a 2º gradagem.

Tabela 10 - Área de elevação no solo (Ae) em m² após a 2º gradagem nos 15 pontos analisados.

Amostras	Área de elevação em m ²
1	0.08
2	0.07
3	0.06
4	0.07
5	0.07
6	0.07
7	0.07
8	0.08
9	0.06
10	0.05
11	0.07
12	0.07
13	0.07
14	0.06
15	0.06

Fonte: Elaborado pelo autor.

A 2ª gradagem não variou significativamente em relação a 1ª como foi demonstrado no teste de médias. Isso pode ser explicado pela presença de plantas daninhas e restos culturais que segundo Carvalho Filho *et al.* (2001) podem interferir na penetração dos equipamentos no solo já que as plantas daninhas podem ficar aliadas aos órgãos ativos do implemento.

A Tabela 11 apresenta o resultado do empolamento no solo causado pela 1ª gradagem.

Tabela 11 – Empolamento do solo (Em) em % nos 15 pontos analisados após a 1ª gradagem.

Amostras	Empolamento em %
1	22.17
2	18.84
3	16.28
4	18.36
5	22.22
6	25
7	18.91
8	21.62
9	18.91
10	19.44
11	25
12	21.62
13	22.22
14	19.44
15	19.44

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os valores apresentados foram semelhantes aos de Carvalho Filho *et al.* (2001), mas para Salvador *et al.* (1993) não houve diferença significativa comparando o uso da

grade com outros implementos como escarificador e arado. Essa variação pode ser reflexo da irregularidade da área em estudo podendo afetar o uso da grade.

A Tabela 12 apresenta o empolamento do solo após a 2º gradagem. O resultado ressalta que o empolamento variou significativamente após a 2º gradagem. Com isso, apesar da irregularidade do solo, da presença das plantas daninhas e da rigidez do solo no local do experimento, o uso da grade mostrou-se eficiente com a diminuição do empolamento.

Conforme Carvalho Filho *et al.* (2007), o empolamento é a expansão volumétrica com redução da densidade do solo, gerando benefícios no momento da semeadura, mas podendo trazer consequência negativa como a desagregação do solo, propício ao encrostramento e à erosão se ocorrer chuvas fortes e constantes.

Tabela 12 - Empolamento do solo (Em) em % nos 15 pontos analisados após a 2º gradagem.

Amostras	Empolamento em %
1	22.22
2	18.91
3	16.21
4	18.42
5	19.44
6	18.91
7	18.95
8	21.69
9	16.66
10	13.88
11	18.44
12	18.98
13	19.47
14	16.69
15	16.66

Fonte: Elaborado pelo autor.

Outro fator avaliado foi o índice de rugosidade. De acordo com Linden *et al.* (1986), a rugosidade superficial do solo constitui o microrrelevo e se refere ao enrugamen-

to da superfície, ocasionado por microelevações e microdepressões espacialmente distribuídas. O microrrelevo superficial é influenciado pelo preparo do solo (CASTRO *et al.*, 2006).

A Tabela 13 apresenta o índice de rugosidade do solo antes da gradagem nos 15 pontos analisados.

Tabela 13 - Índice de rugosidade do solo em mm antes da gradagem nos 15 pontos analisados.

Amostras	Índice de rugosidade em mm
1	24.5
2	20.5
3	20.0
4	20.8
5	21.3
6	22.7
7	20.6
8	25.4
9	23.3
10	20.1
11	20.3
12	20.6
13	20.8
14	21.7
15	20.9

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com os resultados apresentados, verificou-se que, não há muita variação entre as amostras.

A Tabela 14 apresenta o índice de rugosidade após a 1ª gradagem. Os resultados obtidos podem ser explicados, conforme Carvalho Filho *et al.* (2007), pela mobilização, ou seja, solos com maior deformidade podem se tornar mais uniforme, assim como solos mais planos podem se tornar mais rugosos pela ação de diferentes equipamentos.

Tabela 14 – Índice de rugosidade do solo em mm após a 1º gradagem nos 15 pontos avaliados.

Amostras	Índice de rugosidade em mm
1	25.3
2	21.6
3	21.3
4	20.7
5	21.9
6	23.8
7	20.1
8	24.0
9	23.6
10	18.9
11	19.1
12	19.6
13	19.9
14	20.2
15	20.0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 15, após a 2º gradagem, ressalta que não houve diferença significativa entre as médias antes e após a 1º gradagem.

O desempenho da grade não foi satisfatório. Isso pode ser reflexo da dificuldade da quebra de torrões.

Vários fatores podem influenciar nesse processo como, por exemplo, o tipo de intensidade de preparo, o teor de água no solo antecedente ao preparo, da quantidade, tipo e manejo de resíduo vegetal existentes no solo e do tipo de solo (Bertolet *et al.*, 2006).

A diminuição da rugosidade é influenciada pelo tipo e manejo do solo (CASTRO *et al.*, 2006). Ainda, a rugosidade é afetada pela densidade e porosidade do solo, conforme Lehrsch, *et al.*, (1987), e pela estabilidade dos agregados em água (Bertolet *et al.*, 2006).

Tabela 15 - Índice de rugosidade do solo em mm após a 2º gradagem nos 15 pontos analisados.

Amostra	Índice de rugosidade em mm
1	25.1
2	21.3
3	21.1
4	21.0
5	22.3
6	24.3
7	20.4
8	23.2
9	23.4
10	18.5
11	18.9
12	19.4
13	19.3
14	19.8
15	19.4

Fonte: Elaborado pelo autor.

5 CONCLUSÕES

O uso da grade não proporcionou uma redução significativa entre as médias da área de elevação após a 1º e 2º gradagem mostrando que não foi eficiente na diminuição da área de elevação. O uso da grade variou significativamente entre as médias do empolamento após a primeira e segunda passagem com a grade mesmo operando em condições adversas como a presença de plantas daninhas e irregularidade do terreno, diminuindo o empolamento mostrando-se eficiente, já o índice de rugosidade não variou significativamente entre as médias antes, após a 1º e 2º gradagem mostrando com isso que vários fatores já citados podem interferir no melhor desempenho do implemento.

Uma sugestão para trabalhos futuros seria avaliar a eficiência da grade no destorroamento e nivelamento do solo comparando com outros implementos como escarificador, subsolador e arado.

Outra sugestão seria avaliar o melhor ângulo de ataque da grade para o nivelamento e destorroamento do solo.

REFERÊNCIAS

- ALBIERO, D. **Avaliação do Preparo de Solo empregando o sistema de Cultivo Conservacionista em Faixas com “Paraplow” Rotativo usando Análise Dimensional**. 321 p. Dissertação de mestrado – Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2006.
- ALBIERO, D. **Desenvolvimento e avaliação de máquina multifuncional conservacionista para a agricultura familiar**. 2010. f 221. Tese (Doutorado em Engenharia agrícola)- Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.
- ALLMARAS, R.R.; BURWELL, R.E.; LARSON, W.E.; HOLT, R.F.; NELSON, W.W. *Total porosity and random roughness of the interrow zone as influenced by tillage*. Washington: USDA, 1966. 22 p. (ConservationResearchReport, 7).
- ANDRIOLI, Antônio Inácio. **Soja orgânica versus soja transgênica: um estudo sobre tecnologia e agricultura familiar na região Fronteira Noroeste do estado do Rio Grande do Sul**. In: **Contexto e Educação**, Ijuí, ano 23 n. 80, jul/dez 2008, p 198-222. Disponível em <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/1047/798>. Acesso em 29 mar.2015.
- BALASTREIRE, LUIZ ANTÔNIO. **Máquinas Agrícolas**. São Paulo: Editora Manole, 1990, 307p.
- BARROS, F. F. **A melhoria contínua no processo de plantio da cana-de-açúcar**. 2008. 79 f . Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- BERETTA, C. C. **Tração animal na Agricultura**. São Paulo: Editora NBL, 1988, 9p.
- BERTOL, I.; AMARAL, A.J.; VIDAL VÁZQUEZ, E.; PAZ GONZÁLEZ, A.; BARBOSA, F.T. Relações da rugosidade superficial do solo com o volume de chuva e com a estabilidade de agregados em água. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, p.543-553, 2006.
- BERTOL, I.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Erosão hídrica em diferentespreparos do solo logo após as colheitas de milho e trigo, na presença e na ausência dos resíduos culturais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.21, p.409-418, 1997.
- BRASIL. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2006.

- CAMARGO, O. A. **Compactação do Solo e desenvolvimento de plantas**. Campinas: Fundação Cargill. 44p, 1983.
- CAMPOS, C. M. **Identificação e avaliação de variáveis críticas no processo de produção de cana-de-açúcar**. 2007. 89 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- CARVALHO FILHO, A.; *etal.* **Mobilização de um Latossolo Vermelho Acriférrico em função de sistemas de preparo do solo**. Jaboticabal, Engenharia Agrícola, v. 24, n. 3, p.17, 2008.
- CARVALHO FILHO, A. *et al.* **Métodos de preparo do solo: alterações na rugosidade do solo**. Engenharia agrícola, Jaboticabal, v. 27, n. 1, 2007 . Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010069162007000100017&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 28 de mar. 2015.
- CARVALHO FILHO, Alberto *et al.* Efeitos de sistemas de preparo do solo na cultura da soja (*Glycine Max* (L.) Merrill. **Eng. Agric.** [online]. 2006, vol.26, n.3, pp. 777 786. ISSN 0100-6916.2006.
- CARVALHO FILHO, A., CENTURION, J. F., SILVA, R. P., TEIXEIRA, D. S., REQUI, E., HOLLMANN, G. Rugosidade do solo sob diferentes sistemas de preparo. In: Congresso brasileiro de ciência do solo, 28, Londrina, 2001. Anais... Londrina, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2001. p. 248.
- CASTRO, L. G.; COGO, N.P.; VOLK, L. B.S. Alterações na rugosidade superficial do solo pelo preparo e pela chuva e sua relação com a erosão hídrica. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v.30 p.339-352, 2006.
- CASTRO, L.G.; COGO, N.P.; VOLK, L.B.S. Alterações na rugosidade superficial do solo pelo preparo e pela chuva e sua relação com a erosão hídrica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30,p.339-352, 2006.
- COAN, O. **Sistemas de preparo de solo**: Efeitos sobre a camada mobilizada e no comportamento das culturas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e do milho (*Zeamays* L.); conduzidas em rotação. 1995. 138 f. Tese (Livre docência em Máquinas Agrícolas)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP. Jaboticabal, SP, 1995.
- CUNHA, J.P.A.R.; VIEIRA, L.B. & MAGALHÃES, A.C. Resistência mecânica do solo à penetração sob diferentes densidades e teores de água. **Revista engenharia na Agricultura** v.10, n.1-4, p.7, 2002. Disponível

em:<<http://www.ufv.br/dea/reveng/arquivos/Vol10/v10n1-4p01-07.pdf>>. Acesso em: 28 de mar. 2015.

DANIEL, L. A.; MARETTI, H. J. Avaliação da camada de solo compactada e análise de crescimento de plantas. In: Ciclo de estudos sobre Mecanização Agrícola, 4., 1990, Jundiá. **Anais...** São Paulo: Fundação Cargill.

DARBOUX, F.; HUANG, C. D.; BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; SILVA, A. P.; ROQUE, C. G. e FERRAZ, M. V. Compactação do solo e intervalo hídrico ótimo na produtividade do arroz sequeiro. **Pesq. Agropec. Bras.**, 39:575-580, 2004.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A. Pesquisa de desenvolvimento em sistema plantio direto no Rio Grande do Sul. In: Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, 26, Rio de Janeiro, 1997. **Anais:** Rio de Janeiro, 1997. CDROM.

DE OLIVEIRA, Kleber Fernandes. Migração e desigualdade regional em Sergipe. **Revista Paranaense de Desenvolvimento-RPD**, n. 121, p. 167-188, 2012.

DE REZENDE JORDÃO, Lilian; FALEIROS, Rafael Resende; DE AQUINO NETO, Hélio Martins. Animais de trabalho e aspectos éticos envolvidos: Revisão Crítica. **Acta VeterinariaBrasilica**, v. 5, n. 1, p. 33-40, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em:<http://www.jc.iffarroupilha.edu.br/site/midias/arquivos/2012101910232134sistema_brasileiro_de_classificacao_dos_solos.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2015.

EMBRATER. Mecanização agrícola- tração animal; pulverizadores manuais, Brasília 1983. P.31-34.

FERNANDES, H. C.; MION, R. L; VIEIRA, L. B.; DIAS, G. P. Avaliação Operacional de um Equipamento Conjugado no Preparo Vertical com Relação à Desagregação do Solo. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v.21, n.2, p. 190-196, 2001.

FONTES, R. R.; SOUZA, A. F.; MESQUITA FILHO, M. V. **Sistemas de Produção- CE-NOURA**. EMBRAPA, 2008.

GARCIA, Ricardo Ferreira. **Tratores agrícolas**. 2014. Disponível em: <http://www.garcia.xpg.com.br/aula01_tratores.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2014.

GRISA, C.; SCHNEIDER, S. **Políticas públicas para la agricultura familiar en Brasil:** trayectoria, análisis y desafíos. Porto Alegre: Red PP-AL, 2013. 35 p. Reporte para RedPolíticas Públicas y Desarrollo Rural en América Latina.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS (IBGE). Censo

- Agropecuário 2006.< <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric>>.Acessado em: 29. mar. 2015.
- LEHRSCHE, G.A.; WHISLER, F.D.; RÖMKENS, M.J.M. Soil surface roughness as influenced by selected soil physical properties. **SoilandTillageResearch**, v.10, p.197-212, 1987.
- LEVIEN, R.; COGO, N. P. H. Erosão na cultura do milho em sucessão à aveia preta e pouso descoberto, em preparo convencional e plantio direto, com tração animal e tratorizada. . Revista Brasileira de Ciências do Solo, v.25, n.3, p.683-692, 2001.
- LINDEN, D.R.; VAN DOREN JUNIOR, D.M. Parameters for characterizing tillage-induced soil surface roughness. Soil Science Society of America Journal, v.50, p.1560-1565, 1986.
- LUND V., COLEMAN G., GUNNARSSON S., APPLEBYB, M.C. & KARKINENE K. 2006. Animal welfare science – working at the interface between the natural and social sciences. Applied Animal Behaviour Science. 97(1):37-49.
- MARTIGNON, LUCIANO. Lazer no assentamento rural oito de junho: Análise a partir da multifuncionalidade da agricultura. Pato Branco, 2013. Disponível em: http://repositorio.utfrpr.edu.br/jspui/bitstream/1/480/1/PB_PPGDR_M_Martignoli%2c%20Luciano_2013.pdf Acesso em 28 mar. 2015.
- MOLIN, J. P.; DIAS, C. T. S.; CARBONERA, L. Estudos com penetrometria: Novos equipamentos e amostragem correta. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, p.584-590. 2012. [http:// dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000500015](http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000500015).
- OLIVEIRA, J. U. C. de. Estatística: uma nova abordagem. Rio de Janeiro: Ciência, 2010.
- OUDMAN, L. A utilização de burros para transporte e lavoura, Fundação Agromisa, Wageningen, v. 2 p.65,2004.
- PICOLOTTO, E. L. A formação de um sindicalismo de agricultores familiares no Sul do Brasil. **Sociologias**, Porto Alegre, ano 16, n. 35, p. 204-236, jan./abr. 2014.
- PINTO, O. R. O. Manejo do sorgo granífero submetido a diferentes doses de nitrogênio e potássio aplicadas pelo método convencional e por fertirrigação. 2008. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.
- SAAD, A. **Seleção do equipamento agrícola**. São Paulo. Nobel. 4. ed.1983. p.126.
- SALVADOR, N.; BENEZ, S.H.; BICUDO, S.J. Preparo periódico do solo I: desempenho operacional e mobilização do solo. In: congresso brasileiro de engenharia agrícola, 22., 1993, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC/SBEA, 1993. v.3, p.1710-20.

- SCHLOSSER, J. F. et al. Efeito do trabalho de dois tipos de arados, a duas velocidades no diâmetro médio dos agregados. In: congresso brasileiro de engenharia agrícola, 21, 1992, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1992. p. 1548-59.
- SCHNEIDER, S.; CASSOL, A. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 31, n. 2, p. 227-263, maio/ago. 2014.
- SIGHIERI, L.; NISHINARI, A. **Controle automático de processos industriais-instrumentação**. Edgard Blucher LTDA. ed. 2, 1988.
- SILVA, A. B.; RESENDE, M.; SOUSA, A. R.; MARGOLIS, E. Mobilização do solo, erosão e produtividade de milho e feijão em um regossolo no agreste pernambucano. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.34, n.2 p.299-307, 1999.
- SILVA, JOANA CASTURINA DA. Os Instrumentos Do Trabalho Rural Como Testemunhos Da Modernização Agrícola E Do Desenvolvimento Socioeconômico Do Estado De São Paulo. U, 2011.
- SILVA, R. P.; CARVALHO FILHO, A.; COAN, O. Efeitos do arado de aivecas e de enxada rotativa na camada mobilizada do solo. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v.22, n.1, p.110-117, 2002.
- SILVEIRA, G.M. O preparo do solo: implementos corretos. Rio de Janeiro: Globo, 1988. 243p.
- SRIVASTAVA, A.K.; CARROL, E.G.; ROGER, P.R.; DENNIS, R.B. Soil tillage. Chapter 8. In **Engineering principles of agricultural machines**, 2. ed., 169-230. St. Joseph, Michigan: ASABE. 2006.
- TONINI, A. C. **A contribuição do seis sigma para a melhoria dos processos de software**. 2006. 252 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- VIANA, J. H. M.; FERNANDES FILHO, E. I.; SCHAEFER, C. E. G. R. Efeitos de ciclos de umedecimento e secagem na reorganização da estrutura microgranular de latossolos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo** [online]. 2004, vol.28, n.1, pp. 11-19. ISSN 0100-0683.
- WANDERLEY, M. de N. B. **O mundo rural como um espaço de vida**: reflexões sobre a propriedade da terra, agricultura familiar e ruralidade. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2009. 330 p. (Estudos rurais).
- World Society for the Protection of Animals - WSPA. 2006. Conceitos em bem-estar animal. Curso de Docência em Bem-Estar Animal, 11-13 maio 2010, Belo Horizonte, MG. 1 CD-ROM.

WUNSCHE, W. L, DENARDIN, J. E. **Conservação e manejo dos solos:** Plantio Rio Grandense. Considerações gerais. Passo Fundo: EMBRAPA/CNP trigo. 1980. p. 20.

YAMASHITA, L.M.R. **Técnico em agropecuária:**Mecanização agrícola. 2010. Disponível em <http://200.17.98.44/pronatec/wpcontent/uploads/2013/06/Mecanizacao_Agricola.pdf>. Acesso em 03 abr. 2015.

ZOLDAN JUNIOR, W. A.; BERTOL, I.; PEGORARO, R; FABIAN, E.L; ZAVASCHI, E; VIDAL VAZQUEZ, E. Rugosidade superficial do solo formada por escarificação e afetada pela erosividade da chuva. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.32 p. 353-362, 2008.