

QUALIDADE DO PREPARO DO SOLO UTILIZANDO GRADE PESADA

**BRUNO ROCCA DE OLIVEIRA¹; WELLINGTON GONZAGA DO VALE²;
ROUVERSON PEREIRA DA SILVA³; ADÃO FELIPE DOS SANTOS⁴; MATHEUS
ANAAN DE PAULA BORBA⁵**

¹Graduando em Agronomia, Faculdade Doutor Francisco Maeda – “FAFRAM”, brunorocca1@hotmail.com

²Prof. Dr. da UFMT/Sinop – MT. valewg@gmail.com

³Prof. Adjunto 3 da UNESP/Jaboticabal – SP. rouverson@fcav.unesp.br

⁴Doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal) da UNESP/Jaboticabal – SP
adaofeliped@gmail.com

⁵Mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia (Ciência do Solo) da UNESP/Jaboticabal – SP
matheusborba@gmail.com

Apresentado no

XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017

30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: O preparo convencional do solo ainda é um procedimento comum na agricultura brasileira e, neste contexto, o uso de grades pesadas é utilizado por diversos produtores. Assim, o conhecimento da variabilidade dos parâmetros de desempenho desta operação pode ser útil para que se possa obter melhor qualidade do processo. Desta forma, objetivou-se neste trabalho avaliar a qualidade operacional do preparo do solo realizado por meio de uma grade pesadas utilizando-se ferramentas do controle estatístico de processo. O trabalho foi desenvolvido no município de Sinop – MT, em solo de textura argilosa e apresentando teor de água no solo igual a 25,74%. A avaliação da qualidade operacional foi obtida tomando-se 33 pontos amostrais em intervalos de 1,5 minutos, utilizando-se como indicadores de qualidade da operação a rotação do motor, o consumo horário, específico e operacional, força e potência na barra de tração e consumo energético por unidade de área trabalhada. Os indicadores de qualidade relacionados ao consumo de combustível, exceto o consumo específico, apresentaram padrão de agrupamento dos dados, enquanto que os indicadores relacionados à força de tração apresentaram agrupamento e tendência. Com base nos indicadores avaliados, o processo foi considerado instável, resultando em uma operação de baixa qualidade.

PALAVRAS-CHAVE: desempenho operacional, controle estatístico de processo, demanda energética.

QUALITY IN THE MECHANIZED HARVESTING CORN SOWN AT DIFFERENT SPEEDS

ABSTRACT: Conventional soil preparation is still a common procedure in Brazilian agriculture and, in this context, the use of heavy gratings is used by several producers. Like this, knowledge of the variability of the performance parameters of this operation can be useful in order to obtain better process quality. In this way, the objective of this work was to evaluate the operational quality of soil preparation performed using a heavy grid using Statistical Process Control tools. The work was developed in the municipality of Sinop - Mato Grosso, in soil of clayey texture and presenting humidity like to 25,74%. The operational

quality evaluation was obtained by taking 33 sample points in intervals of 1.5 minutes, using as indicators of quality of the operation, the motor rotation, hourly, specific and operational consumption, force and power in the drawbar and energy consumption per unit area worked. Quality indicators related to fuel consumption, except for specific consumption, presented a data clustering pattern, while the indicators related to the traction force presented clustering and trend. Based on the indicators evaluated, the process was considered unstable, resulting in a poor quality operation.

KEYWORDS: Control charts, crop losses, sowing.

INTRODUÇÃO: O processo de produção agrícola, determina a necessidade de que o solo esteja em condições físicas, químicas e biológicas apropriadas para que se possa ocorrer o pleno desenvolvimento da cultura utilizada (GUPTA & LARSON, 1982). Apesar da alta aceitação e implantação do sistema plantio direto, o sistema plantio convencional ainda é muito utilizado na agricultura atual, assim como a operação de gradagem pesada que quase sempre é empregada no método.

Sabe-se também que esta operação exige alta demanda energética, e segundo Montanha et al. (2011) o consumo de combustível dos tratores agrícolas representam os maiores custos nas operações. Esse consumo pode ser minimizado quando se opera em menores velocidades e profundidade de trabalho, como encontrado por Souza et al. (2015). Entretanto, Lopes et al. (2003) concluiu que o consumo específico de combustível reduziu a partir do momento em que se aumentou a velocidade de deslocamento, contrapondo o que foi avaliado pelo autor anterior.

De acordo com Gabriel Filho et al. (2004), o desempenho operacional de um trator agrícola em áreas que apresentam maior quantidade de matéria seca na superfície do solo, implica em um aumento dos índices de patinação e, assim, contribui para a redução da eficiência de tração. Salvador et al. (2008) afirmam que o menor índice de patinação dos rodados motrizes proporciona uma menor compactação do solo, menores danos nos pneus e dos mecanismos de transmissão, assim como também reduz os gastos adicionais de combustíveis. Segundo Mialhe (1991), quando se passa da condição de pista de concreto para terreno agrícola, é justamente na interface rodado-solo onde as perdas de potência se tornam mais críticas.

Tendo em vista a alta variabilidade de resultados encontrados na literatura, torna-se necessário o aprofundamento de estudos a respeito do assunto. Portanto, objetivou-se no presente trabalho avaliar a qualidade da operação de preparo de solo com gradagem pesada.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido em área da UFMT, Câmpus de Sinop-MT nos meses de agosto e setembro de 2010, com o levantamento dos dados sendo feito em cinco dias consecutivos, de modo a minimizar a influência das variações climáticas. Durante o período, não houve precipitações sobre a área, não alterando, de forma acentuada, as condições de teor de água do solo. Os resultados da análise granulométrica do solo apresentaram 48% argila, 23% areia e 29% silte, sendo o solo classificado como de textura argilosa. A área encontrava-se coberta por resteva de *Crotalaria juncea* e vegetação espontânea e foi roçada antes da operação de aração. Antes de começar o trabalho de aração, foi realizada uma amostragem do solo para o levantamento do teor de água no solo e sua densidade. O teor de água no solo foi determinado pelo método gravimétrico, conforme EMBRAPA (1997), sendo as amostras coletadas na camada de 0-10 cm de profundidade, realizando-se seis repetições na área experimental. O solo foi coletado com o uso de um amostrador de solos tipo UHLAND, posteriormente, acondicionado em sacos plásticos vedado com fitas adesivas para transporte ao laboratório, sendo então pesados em balança digital de precisão de 0,01 g e levados à estufa elétrica, com temperatura de aproximadamente 105 °C por 24 horas, sendo que após este processo foram submetidos à nova pesagem

apresentando teor de água igual a 25,74%. Utilizou-se o método do anel volumétrico para determinar a densidade do solo, realizado em amostras retiradas na camada de 0-10 cm de profundidade, conforme descrito em (EMBRAPA, 1997) apresentando densidade média de $1,16 \text{ g cm}^{-3}$. No cálculo dos valores médios do teor de água e de densidade, bem como de suas variações ao longo da área experimental, obteve-se coeficientes de variação de 9,3% e 2,9%, respectivamente, caracterizando uma baixa variação nos valores de teor de água e densidade, indicando a uniformidade destes parâmetros durante o experimento.

O clima da região é classificado, segundo Köppen (1948), como Aw, do tipo quente úmido, com temperatura média anual em torno de 24°C , sendo a amplitude térmica anual muito pequena. A temperatura média do mês mais frio é em torno de 21°C , e o mais quente de 27°C . A região caracteriza-se por apresentar precipitação média anual de 1.050 mm, concentrando-se nos meses de outubro a janeiro.

No trabalho de campo, utilizou-se um trator John Deere modelo 5705 4x2 TDA, de potência de 63 kW (85 cv) a 2400 rpm no motor e uma grade pesada de arrasto da marca Baldan, modelo CRI, constituída com 14 discos recortados de 28", e largura de trabalho de 1.750 mm, com controle remoto, com massa de 1521 kg.

Durante o experimento a tração dianteira auxiliar (TDA) foi acionada com o trator operando em condições normais, sem o bloqueio do diferencial. No trabalho utilizou-se a marcha 3ª B a 2100 rpm no motor.

No trator foram acoplados a grade pesada e os instrumentos para registro e aquisição de dados do medidor de consumo de combustível, do sensor de frequência da TDP e entre a barra de tração e o cabeçalho da grade pesada foi acoplada a célula de carga. O sistema de aquisição automático de dados foi composto por sensores para determinação do fluxo de combustível, frequência da TDP, força de tração, e um coletor de dados, além de um sistema de posicionamento global (GPS). Para a determinação do fluxo de combustível, utilizou-se o sensor modelo Oval M-III LSF45L0-M2, com capacidade de leitura de 10 mL pulso^{-1} . O sensor foi instalado na linha de alimentação de combustível depois do primeiro filtro de combustível. No retorno dos bicos e bomba injetora, entre o medidor e a bomba de sucção, foi conectado um T, de forma a representar o sistema em um circuito fechado. Instalou-se antes e depois do sensor, uma mangueira de 2 m, para garantir que o fluxo do combustível pelo medidor fosse laminar e não turbulento. Para a determinação da frequência de funcionamento da TDP, utilizou-se o sensor do tipo indutivo modelo Dickey-John. O sensor foi utilizado próximo à TDP do trator, enquanto que, no eixo da TDP, instalou-se uma peça metálica permitindo ao sensor detectar sua presença gerando um sinal de saída correspondente à frequência de rotação deste eixo. Para a determinação da força de tração, utilizou-se uma célula de carga marca SCHIMIZU, modelo T400, com sensibilidade de 2,8972 mV/V e escala nominal de 10 t. Para a coleta dos dados obtidos pelos sensores de fluxo de combustível, indutivo e célula de carga, utilizou-se um sistema de aquisição de dados, modelo Campbell Scientific CR1000. O coletor de dados possui capacidade para armazenamento de até 4.000.000 de dados.

O delineamento estatístico utilizado foi baseado na óptica do controle de qualidade ao longo do espaço. Os indicadores de qualidade avaliados foram: frequência do motor, consumo horário, operacional e específico de combustível, consumo energético por área trabalhada, força e potência na barra de tração. As ferramentas do controle estatístico de processo utilizadas foram as cartas de controle de valores individuais e os gráficos sequenciais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Por meio da análise dos gráficos sequenciais (Tabela 1) é possível constatar que todos os indicadores de qualidade avaliados, exceto o consumo específico, apresentaram padrão de não aleatoriedade dos dados. A força e a potência na barra de tração, assim como o consumo

energético por área trabalhada apresentaram padrões de agrupamento e de tendência. O padrão de tendência foi observado pelo decréscimo dos valores desses indicadores ao longo das observações realizadas, ou seja, o consumo energético e a força e a potência na barra de tração diminuíram com o passar do tempo, provavelmente em função de características do solo. Já o padrão de agrupamento foi detectado para estes indicadores pela ocorrência de valores consecutivos acima ou abaixo da mediana.

Os indicadores de qualidade consumo horário e operacional de combustível apresentaram padrão de agrupamento dos dados, que foram observados nas primeiras 13 observações, que apresentaram valores de consumo acima da mediana dos dados, notadamente nas observações que apresentaram maior demanda energética.

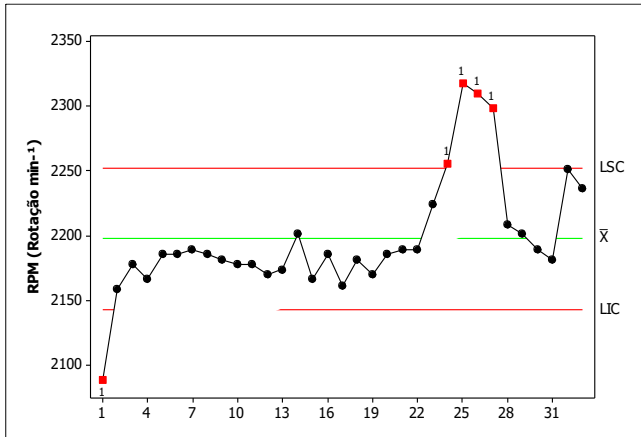
A existência de padrões indica que, possivelmente, o processo esteja sujeito à ação de causas especiais, o que pode ser comprovado por meio das cartas de controle (Figuras 1 e 2).

Tabela 1. Resultado da análise de ocorrência de padrões por meio de gráficos sequenciais para os indicadores de qualidade avaliados.

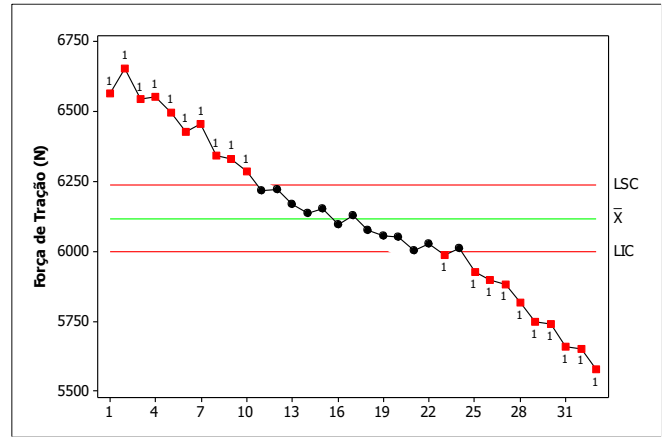
Indicador de Qualidade	A	M	T	O
Frequência do motor	0,000*	1,000 ^{ns}	0,060 ^{ns}	0,940 ^{ns}
Consumo horário	0,026*	0,974 ^{ns}	0,060 ^{ns}	0,940 ^{ns}
Consumo operacional	0,026*	0,974 ^{ns}	0,060 ^{ns}	0,940 ^{ns}
Consumo específico	0,813 ^{ns}	0,187 ^{ns}	0,922 ^{ns}	0,078 ^{ns}
Consumo energético	0,000*	1,000 ^{ns}	0,008*	0,992 ^{ns}
Força de tração	0,000*	1,000 ^{ns}	0,008*	0,992 ^{ns}
Potência na barra de tração	0,000*	1,000 ^{ns}	0,008*	0,992 ^{ns}

A - Agrupamento; M- Mistura; T - Tendência; O - Oscilação. ns - não significativo a $p > 0,05$; *Significativo a $p < 0,05$.

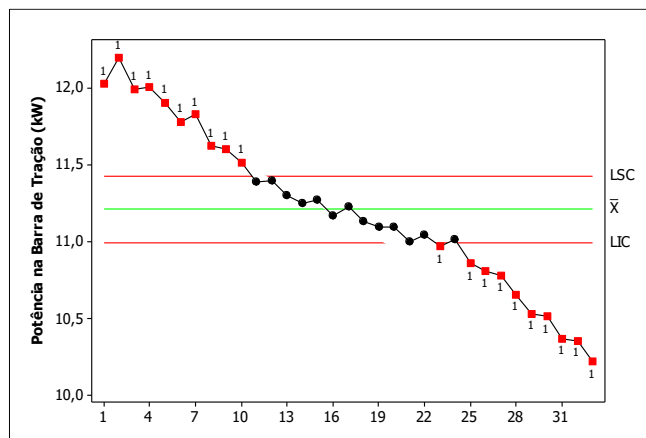
A análise das cartas de controle demonstrou que o processo de gradagem pesada encontrava-se fora de controle, com a ocorrência de causas especiais, até mesmo para o consumo específico, que não apresentou ocorrência de padrões na análise dos gráficos sequenciais.



(a)

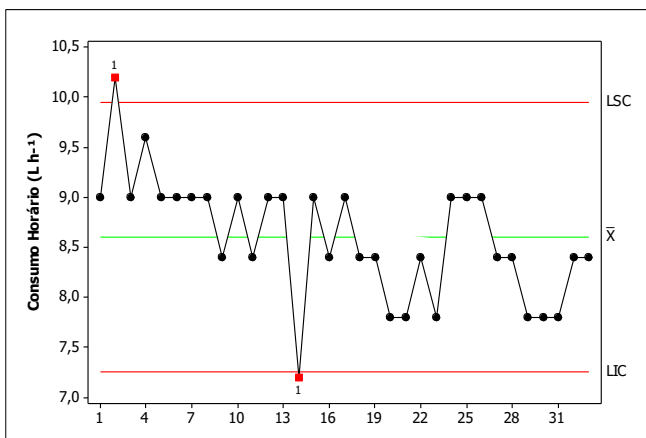


(b)

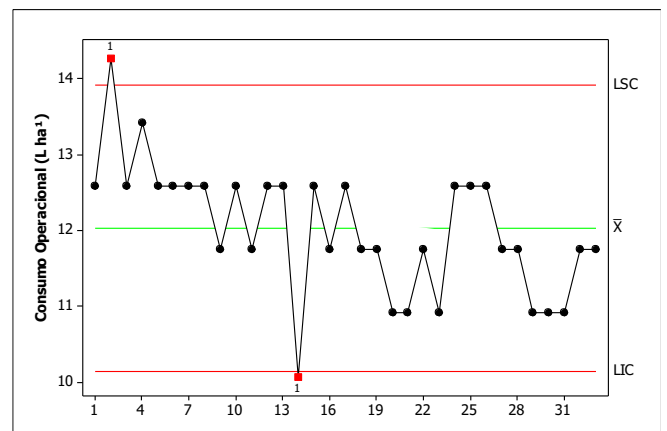


(c)

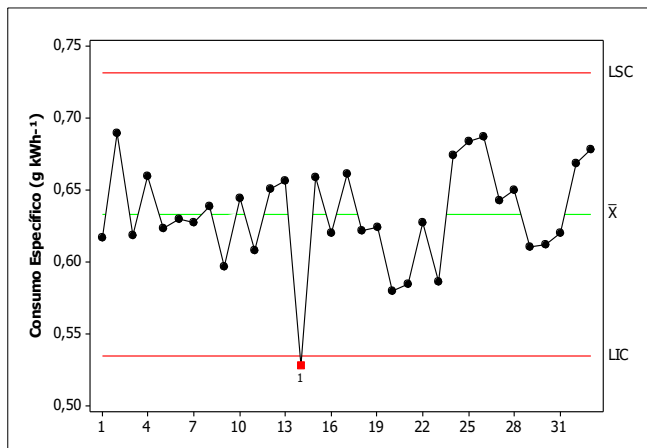
FIGURA 1. Cartas de controle para frequência do motor (a), força de tração (b) e potência na barra de tração (c). LSC: limite superior de controle. LIC: Limite inferior de controle. \bar{X} : média aritmética.



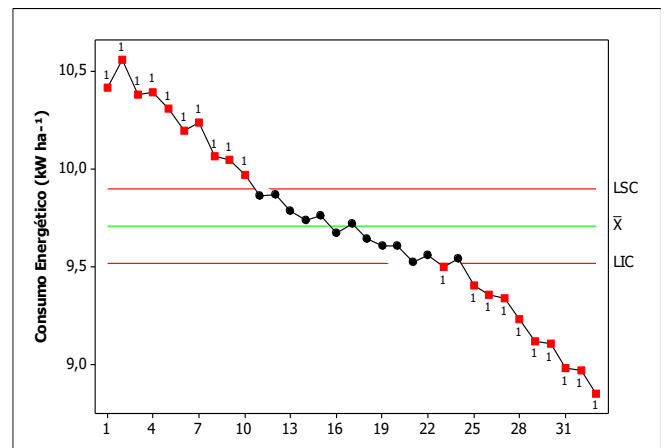
(a)



(b)



(c)



(d)

FIGURA 2. Cartas de controle para consumo horário (a), consumo operacional (b), consumo específico (c), e consumo energético (d). LSC: limite superior de controle. LIC: Limite inferior de controle. \bar{X} : média aritmética.

CONCLUSÕES: Os indicadores de qualidade relacionados ao consumo de combustível, exceto o consumo específico, apresentaram padrão de agrupamento dos dados, enquanto que os indicadores relacionados à força de tração apresentaram agrupamento e tendência. Com base nos indicadores avaliados o processo foi considerado instável, resultando em uma operação de baixa qualidade.

REFERÊNCIAS:

- GABRIEL FILHO, A.; SILVA, S. L.; MODOLO, A. J.; SILVEIRA, J. C. Desempenho de um trator operando em solo com diferentes tipos de cobertura vegetal. **Engenharia Agrícola**, v.24, n.3, p.781-789, 2004.
- GUPTA, S.C., LARSON, W.E. Modeling soil mechanical behavior during tillage. In: **American Society Of Agronomy**. Predicting tillage effects on soil physical properties and processes. Madison: Soil Science Society of America, 1982. p.151-178.
- LOPES, A.; LANÇAS K. P.; FURLANI, C. E. A.; NAGAOKA, A. K.; CASTRO NETO, P.; GROTTA, D. C. C. Consumo de combustível de um trator em função do tipo de pneu, da lastragem e da velocidade de trabalho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.2, p.382-386, 2003.
- MIALHE, L.G. Gerência de sistema tratorizado vs operação otimizada de tratores. **Piracicaba: ESALQ/USP**, 30 p. 1991.
- MONTANHA, G.K.; GUERRA, S.P.S.; SANCHEZ, P.A.; CAMPOS, F.H.; LANÇAS, K.P. Consumo de combustível de um trator agrícola no preparo do solo para a cultura do algodão irrigado em função da pressão de inflação nos pneus. **Revista Energia na Agricultura**, v.26, n.1, 2011.
- SALVADOR, N.; MION, R.L.; BENEZ, S.H. Consumo de combustível em diferentes sistemas de preparo periódico realizados antes e depois da operação de subsolagem. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras. v.33. n.3. 2009.
- SOUZA, L. H.; RABELO, C. G.; CABACINHA, C. D.; PINTO, M. J. S.; MATOS, L. Consumo de combustível em trator agrícola em função da velocidade e profundidade de trabalho nas operações de aração e gradagem. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 23, p. 65, 2015.