



ANÁLISE DO CONTROLE DE QUALIDADE DE UM TERRACEADOR TRABALHANDO EM UM ARGISSOLO VERMELHO AMARELO

R. P. Melo*, D. Albiero, A. C. Praciano, E. S. Cavalcante,
F. R. B. Fernandes

UFC - Univ Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil

Article history: Received 19 May 2016; Received in revised form 24 June 2016; Accepted 28 June 2016;
Available online 30 July 2016.

RESUMO

O terraceador é um implemento agrícola utilizado para construir camalhão no solo, tendo a função de controlar o escoamento superficial das águas da chuva e permitir a maior retenção de água no solo, neste sentido é necessário que o ângulo de ataque do terraceador seja adequado ao solo que esta sendo trabalhado, para que o mesmo possa obter maior eficiência na formação dos camalhões. O objetivo do trabalho foi avaliar o controle de qualidade de um terraceador trabalhando em diferentes ângulos de ataque por meio das ferramentas do Controle Estatístico do Processo (CEP). O ensaio foi realizado em um Argissolo Vermelho-amarelo e os ângulos de ataque do terraceador que foram avaliados foram de 90°, 100° e 110°. Para realizar o ensaio foi demarcada uma área de 50 m. A coleta dos dados foi realizada por meio da medição da base maior, base menor e altura da curva de nível. O controle estatístico do processo foi utilizado para avaliar o controle de qualidade do terraceador trabalhando em diferentes ângulos de ataque. O software Minitab-Versão® 16 foi utilizado para analisar os dados. O ângulo de 90° apresentou melhor desempenho, porém é necessário que o processo seja verificado, pois ocorreu uma grande variabilidade das amostras dentro dos limites especificados.

Palavras-chave: Controle estatístico do processo, Ferramentas de qualidade; Ângulos de ataque.

ANALYSIS OF QUALITY CONTROL FOR A DISC RIDGER EMPLOYED FOR A YELLOW-RED CLAY SOIL

ABSTRACT

The ridger is an agricultural implement employed for forming ridges on the soil, which aims to control the flow of rainwater and allowing a better water retention in the soil, therefore the cutting angle of the ridger must be adjusted according to the soil where it is being worked, for the highest efficiency on ridges shaping. The purpose of this work was to evaluate the quality control of a ridger operating in different cutting angles through the Statistical Process Control techniques. The study was performed in a Yellow-Red Clay Soil and the cutting angles of the ridger were 90 °, 100 ° and 110 °. A 50 m distance was demarcated for the assay. For data collection, we measured the larger base, smaller base and the height of slope. The quality control for the rigder was evaluated by the statistical process control with the different cutting angles. The software Minitab – Version 16 was employed for the data analysis. The angle of 90° had the best performance, however, it is needed to verify the process due to a high variability of samplings within the specified limits.

* rafinha2708@gmail.com

Keywords: Statistical Process Control, Quality tools, Cutting angles.

INTRODUÇÃO

O uso inadequado do solo intensifica os processos erosivos, pois altera as condições naturais da cobertura vegetal e das propriedades dos solos que se tornam compactados, impedindo a infiltração de água e, conseqüentemente, aumentando o escoamento da água e das partículas de solo (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990).

O terraceamento é uma prática conservacionista constituída por terraços, esta estrutura é utilizada para realizar o controle das perdas de solo. Essa técnica reduz o volume e a velocidade do escoamento superficial, o que reduz as perdas de solo por erosão (BERTOL *et al.*, 2000).

Para que o sistema de terraceamento funcione adequadamente é necessário um correto dimensionamento do espaçamento entre terraços, secção transversal, forma do ângulo e tamanho da área de captação de água pelo canal do terraço (PRUSKI *et al.*, 1994).

Neste sentido, Silva & Voltarelli (2015) afirmam que na agricultura é muito complexo determinar todos os fatores que influenciam os processos agrícolas, para o sucesso destas operações é necessário manutenção e controle da qualidade, a gestão desta última, aumentará a produtividade e a categoria dos processos agrícolas, além da redução dos custos, dessa maneira, o uso do CEP nas operações agrícolas pode ser um recurso importante para a solução de problemas, pois essa ferramenta estatística pode ser utilizada como alternativa para realizar o monitoramento de determinados processos e análises dos resultados para posterior tomada de decisão sobre as operações agrícolas mecanizadas.

O CEP é uma técnica capaz de analisar o desempenho de um processo. Utilizando limites superiores e inferiores aceitáveis, esse recurso detecta comportamentos tendenciosos das variáveis do processo avaliado. A

utilização desta ferramenta permite reduzir a variabilidade das variáveis controladas, permitindo utilizar condições operacionais que aproximem as variáveis de interesse dos seus limites de controle (ALENCAR *et al.*, 2007).

Para Montgomery (2004), o CEP é empregado para avaliar dados que apresentam normalidade e para verificar a viabilidade de atender as especificações e exigências da qualidade, também permite determinar os pontos problemáticos do processo. Nos gráficos de controle o valor médio da característica de qualidade do processo é representado por uma linha central (LC), o limite superior de controle (LSC) e inferior de controle (LIC) é utilizado para observar se o processo apresenta-se estável, ou seja, se todos os pontos amostrais encontram-se dentro do limite de controle.

Neste enfoque, Konrath (2002) afirma que as médias obtidas das amostras são representadas em ordem cronológica por gráficos e são comparadas com os limites de controle obtidos da amostra, entretanto, se alguma média ultrapassar o limite de controle o processo é considerado fora do limite de controle estatístico.

Magalhães & Cymrot (2010) afirmam que o CEP estabelece os limites de controle superior e inferior em torno da média do processo e esses limites são normalmente dispostos por 3 desvio acima e 3 desvio abaixo do valor de referência, o processo é considerado sob controle quando há cerca de 0,27% de probabilidade de um ponto sair fora desses limites, já para que o processo seja considerado ideal é necessário que a média tenha o valor igual ao de referência, valor esse que é estabelecido através das especificidades do processo.

O objetivo desse estudo foi avaliar o controle de qualidade de um terraceador da marca Baldan, modelo TACR de 2 discos, trabalhando em três diferentes ângulos de

ataque por meio das ferramentas estatística

de Controle Estatístico do Processo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental do Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici. A Tabela 1 mostra as propriedades físicas do solo da área de estudo. O solo da área experimental foi

classificado segundo a metodologia da Embrapa (2006) como um Argissolo Vermelho-amarelo, à classe textural foi classificada como franco arenoso, com aproximadamente 10,60% de argila, 82,90% de areia e 6,40% de silte.

TABELA 1. Propriedades físicas do solo

Solo	Dp (g/cm ³)	Ds (g/m ³)	U (%)	LL	LP	C	Argila (%)	Areia (%)	Silte (%)
Franco-Arenoso	2,71	1,65	35,00	13,5	P	C	10,60	82,90	6,40

Dp; Densidade de Partículas; Ds: Densidade do solo; U: Umidade; LL: Limite de liquidez; LP: Limite de plasticidade; C: Coesão.

Para tracionar o terraceador foi utilizado um trator Valtra A, modelo 950, 4x2 TDA (Tração Dianteira Auxiliar), de 88.26 kW (120 cv) trabalhando na velocidade teórica de 4 km.h⁻¹. Para construir os camalhões foi utilizado um terraceador da marca Baldan, modelo TACR, 2 discos. O equipamento foi regulado para produzir camalhões em ângulos de 90°, 100° e 110°, que foram avaliados em 3 parcelas, cada uma de 50 metros. As medições realizadas foram: base maior, base menor e altura da curva

de nível. Para cada ângulo trabalhado foram coletadas 50 amostras, que foram avaliadas através do controle de qualidade.

Os coeficientes de simetria e kurtosi foram utilizados para aferir se os dados apresentavam distribuição normal. O controle estatístico do processo avaliou o controle de qualidade do equipamento trabalhando em diferentes ângulos de ataque. O software Minitab[®] (Versão 16) foi empregado para realizar as análises da base maior, menor e altura da curva de nível.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os dados da estatística descritiva básica dos ângulos avaliados, referentes às medidas de altura, base maior, base menor e área do terraço, ou seja, área do trapézio.

Segundo Oliveira (2010), os dados que apresentam simetria e kurtosi dentro

do intervalo de 3 e -3 apresentam normalidade, seguindo as recomendações deste autor os dados desse estudo apresentam uma distribuição normal como mostra os dados na Tabela 2.

TABELA 2. Estatística descritiva básica dos diferentes ângulos de ataque do terraceador nos ângulos de 90°, 100° e 110° e da área do camalhão

	M	D. P	CV %	Max.	Min.	Sim.	Kur.
Área (m ²) 90°	0,41	0,05	11,64	0,51	0,31	0,06	-0,68
Área (m ²) 100°	0,32	0,04	13,60	0,40	0,22	-0,29	-0,61
Área (m ²) 110°	0,27	0,04	15,06	0,35	0,15	-0,24	0,31
Altura (m)90°	0,37	0,05	12,78	0,49	0,28	0,04	-0,46
Altura (m)100°	0,35	0,04	12,18	0,43	0,25	-0,57	-0,41
Altura (m)110°	0,31	0,05	14,53	0,41	0,18	-0,28	0,75
Base maior (m)90°	1,49	0,03	1,68	1,54	1,42	-0,68	1,16
Base maior (m)100°	1,34	0,03	2,16	1,40	1,26	-0,29	-0,05
Base maior (m)110°	1,26	0,05	4,31	1,39	1,13	0,04	-0,08
Base menor (m)90°	0,71	0,14	19,88	0,95	0,46	-0,17	-1,20
Base menor (m)100°	0,48	0,09	19,36	0,64	0,28	-0,63	-0,38
Base menor (m)110°	0,45	0,08	16,94	0,64	0,28	0,46	0,36

M: Média; D.P: Desvio Padrão; CV%: Coeficiente de Variância; Max.: Máximo; Mín.: Mínimo; Sim.: Simetria; Kur.: kurtosi.

Como os dados apresentaram distribuição normal foi possível utilizar o controle estatístico do processo para avaliar o controle de qualidade do terraceador trabalhando em diferentes ângulos de ataque.

A Figura 1 apresenta os gráficos de controle da base maior, base menor e altura dos terraços construídos em um Argissolo Vermelho-amarelo com os ângulos 90°,

100° e 110°. É possível afirmar que o ângulo de 90° foi o que apresentou melhor resultado para solos com essa característica, pois obteve média no gráfico de controle de 1,49 para a base maior, 0,71 de base menor e 0,36 para a altura da curva de nível do camalhão obtendo área maior, quanto maior for à área do camalhão maior será a retenção de água.

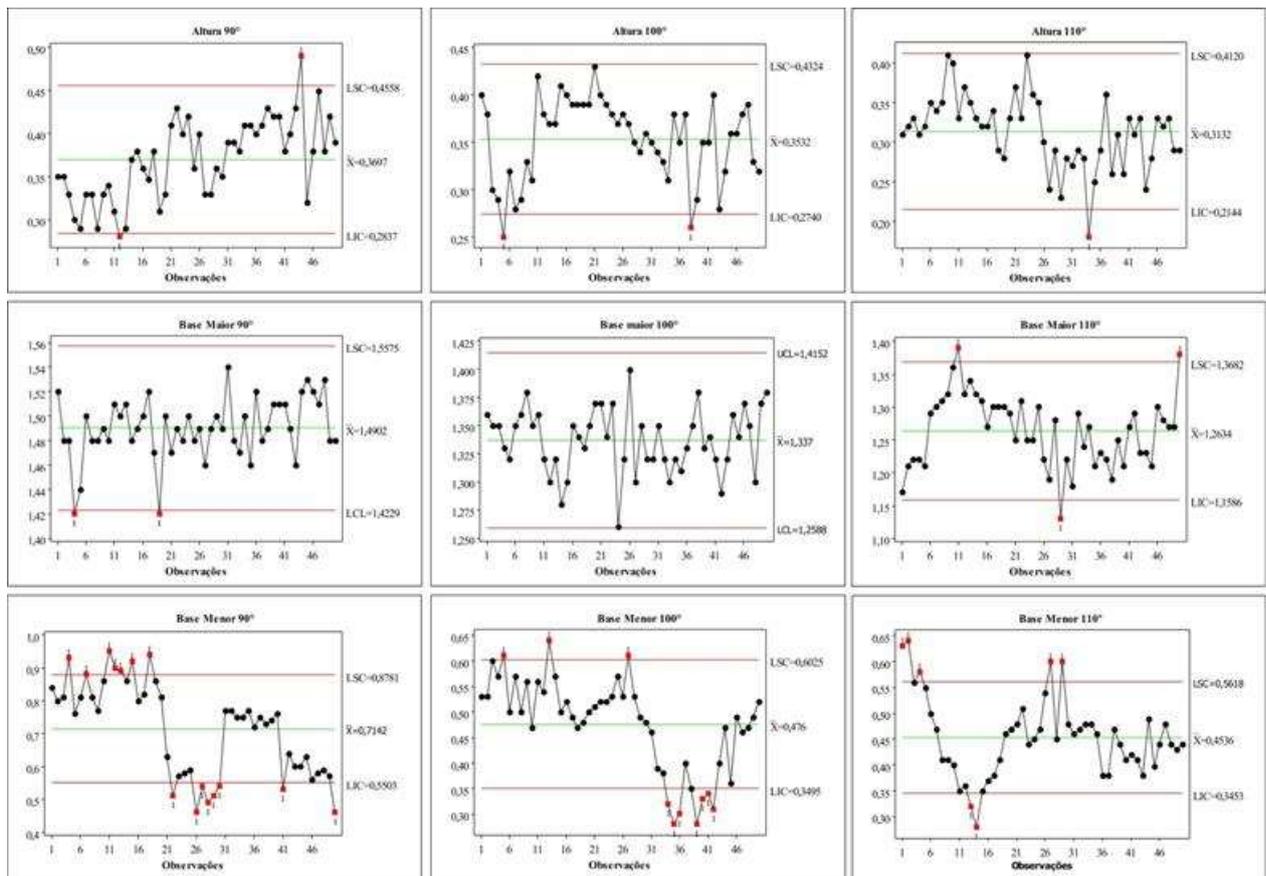


FIGURA 1. Gráfico de controle da base maior, menor e altura de um terraceador trabalhando nos ângulos de 90°, 100° e 110°. LSC- Líte superior especificado; LIC-Limite inferior especificado; X- Média.

Bulcão *et al.*,(2014) avaliaram um terraceador em solos do Ceará e constataram que quanto maior for área trapezoidal do camalhão melhor serão as condições de desenvolvimento das plantas, pois o camalhão possibilitará o aumento na retenção da água no solo, garantindo níveis maiores de umidade por mais tempo.

Contudo, embora o melhor resultado seja o ângulo de 90° é importante destacar que no gráfico de controle da base menor o processo encontra-se instável por haver mais de 5 % de amostras fora do limite superior e inferior especificado, conforme as recomendações de Barros (2008) se 5% das amostras estiverem fora do limite especificado o processo é considerado estável por se tratar de operações agrícolas, onde existem vários fatores que ocasionam índices de falhas ao contrário de processos industriais onde esta metodologia é bastante empregada, por se obter o total controle de todas as etapas do processo.

Albiero (2010) corrobora com Barros (2008) quando afirmar que para o meio agrícola é necessário adaptar as ferramentas CEP, pois no campo ocorre muita variabilidade devido à matéria prima, condições meteorológicas, condição do solo, sistemas mecanizados, índices de qualidade de operações agrícolas, qualificação de operadores entre outras características.

O ângulo de 90° apresentou melhor resultado, já que o mesmo gerou um camalhão maior permitindo maior retenção de água, porém é necessário que o processo seja verificado, pois ocorreu grande variabilidade das amostras dentro dos limites especificados, por isso é necessário investigar que fatores influenciaram para este comportamento do terraceador principalmente da base menor no ângulo de 90°, pois por meio da verificação dos fatores que influenciaram esse resultado será possível adequar o

terraceador para que este alcance melhor resultado na formação de um camalhão adequado as necessidades de cada condições edafoclimáticas.

Diante do exposto, fica evidente a importância do controle estatístico do processo para avaliar o controle de qualidade de processos repetitivos, já que o mesmo apresenta-se como uma ferramenta eficaz para realizar a avaliação dos processos agrícolas, pois os gráficos de controle apontam os pontos críticos do

CONCLUSÕES

O ângulo de ataque recomendado para um Argissolo Vermelho-amarelo é 90°, pois o mesmo apresentou desempenho satisfatório em todos os parâmetros avaliados, desta forma a prática do terraceamento com ângulo de 90° irá diminuir a velocidade de escoamento e reterá maior quantidade de água, isso é de suma importância para os solos cearenses, pois os mesmos são bastante arenosos, jovens, rasos e apresentam baixo teor de umidade. Dessa forma o uso do camalhão permitirá a maior infiltração de água, garantindo maior nível de umidade do solo,

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado à primeira autora desse trabalho. E aos

REFERÊNCIAS

ALBIERO, D. **Desenvolvimento e avaliação de máquina multifuncional conservacionista para a agricultura familiar**. Tese (Dourado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, p. 244. 2010.

ALENCAR, J. R. B.; LOPES, C. E.; SOUZA JR. M. B. Controle Estatístico de Processo Multivariado: aplicação ao monitoramento da produção de comprimidos de captopril. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 88, n.4, p. 200-205, 2007.

processo, desta forma torna-se possível realizar as adequações necessárias ao implemento para se obter maior desempenho deste equipamento no solo a ser trabalhado. O uso de terraços é uma técnica conservacionista importante à região semiárida do Brasil, por possuir solos jovens e rasos, essa técnica reduz a velocidade da água das chuvas, reduzindo a perda de solo por carreamento de sedimentos, que também causam assoreamentos de rios e açudes.

isso assegura que as plantas tenham um maior índice de aproveitamento e desenvolvimento. Em locais de altas taxas de evapotranspiração, como no Ceará, essas características são muito importantes para a agricultura.

O gráfico de controle apresentou-se com uma ferramenta eficaz para avaliar a qualidade da operação de formação do camalhão, pois o mesmo mostrou-se uma ferramenta importante, já que é possível determinar os pontos problemáticos do processo.

recursos financeiros concedidos pela Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP).

BARROS, F. F. **A melhoria contínua no processo de plantio da cana-de-açúcar**. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo, Piracicaba. p.79. 2008.

BERTOL, I.; COGO, N. P.; CASSOL, E. A. Distância entre terraços usando o comprimento Crítico de rampa em dois preparos conservacionistas de solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 24, p. 417-425, 2000.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo Editora: Ícone, p. 355, 1990.

BULCÃO, J. P.; MELO, R. P, NASCIMENTO, H.C.F. do.; FREITAS, C.R. de.; ALBIERO, D. Avaliação de um terraceador em um solo do semiárido Cearense. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 8, n.4, p. 299-303, 2014.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro. 2006.

KONRATH, A. C. **Decomposição da estatística do gráfico de controle multivariado t^2 de hotelling por meio de um algoritmo computacional**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, p. 90 dez. 2002.

MAGALHÃES, R. R.; CYMROT, R. Técnicas de monitoramento e controle estatístico de processos através de cartas de controle da soma cumulativa e de cartas

de controle de média móvel exponencialmente ponderada. In: VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba **Anais**. Paraíba, p. 463-466, 2010.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 4° Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

OLIVEIRA, J. U. C. de. **Estatística: Uma nova abordagem**. Rio de Janeiro. Editora Ciência, 2010.

PRUSKI, F.F.; FERREIRA, P.A.; RAMOS, M.M.; CECON, P.R. Parâmetros para o dimensionamento e manejo de sistemas de conservação de solos com terraços posicionados em nível, em treze municípios paranaenses. **Engenharia na Agricultura**, v.3, n.35, p.1-13, 1994.

SILVA, R. P. da.; VOLTARELLI, M. A.; CASSIA, M. T. Controle de qualidade em operações agrícolas mecanizadas. SILVA, R. P. da.; VOLTARELLI, M. A. **Controle de qualidade em operações agrícolas**. 1° ed. Jaboticabal: SBEA, 2015, 244. p.