

CONTROLE DE QUALIDADE NO MONITORAMENTO DA COLHEITA MECANIZADA DE CANA-DE-AÇÚCAR

ROUVERSON PEREIRA DA SILVA¹, MARCELO TUFIALE CASSIA², THIAGO HENRIQUE DOURADO³, ARIEL MUNCIO COMPAGNON⁴, LUCAS VILLELA ROSA⁵

¹ Prof. Dr., Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, (16) 3209-2637, rouverson@fcav.unesp.br

² Doutorando em Agronomia (Produção Vegetal), Univ. Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, arielcompagnon@gmail.com

³ Graduando em Engenharia Agrônômica, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, thiagohdourado@hotmail.com

⁴ Doutorando em Agronomia (Ciência do Solo), Univ. Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, marcelocassia@gmail.com

⁵ Mestrando em Agronomia (Ciência do Solo), Univ. Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, lucasrosa@itaetemaquinas.com.br

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: Tecnologias de transmissão de dados e ferramentas de monitoramento de operações mecanizadas auxiliam na detecção de falhas no processo, nos planejamentos de metas e nas tomadas de decisões. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da operação de colheita mecanizada de cana-de-açúcar, por meio de dados coletados por telemetria, utilizando o controle estatístico de qualidade (CEQ). O trabalho foi realizado durante a colheita da safra 2013/14, monitorando a operação realizada por uma colhedora da John Deere modelo 3520, equipada com o computador de bordo Auteq CBA3200[®]. Foram extraídos relatórios diários das operações, durante o período das 00:00:00 hs do dia 15/05 até às 23:59:59 hs do dia 14/06/2013, que foram agrupados em categorias visando avaliar o desempenho operacional da máquina diariamente, e analisados por meio do controle estatístico. O processo de colheita mecanizada de cana-de-açúcar apresentou boa qualidade operacional, considerando-se as variáveis avaliadas. A operação de colheita manteve-se dentro da "zona de controle", sendo os maiores tempos perdidos para paradas com manutenção e paradas do operador.

PALAVRAS-CHAVE: controle estatístico de processo, telemetria, colhedora de cana-de-açúcar.

QUALITY CONTROL IN MONITORING OF SUGARCANE MECHANIZED HARVESTING

ABSTRACT: Data transmission technologies and mechanized operations monitoring tools help detecting failure in procedure, goals planning and in decision making. Thus, this work has aimed evaluating the quality of sugarcane mechanized harvesting operation, by means of data collected by telemetry using the quality statistic control (QSC). The study was made during the 2013/14 harvest, monitoring the operation done by a John Deere 3520 harvester, equipped with an Auteq CBA3200[®] trip computer. There have been extracted daily reports about the operations, since 00h00m00s of May 15th until 23h59m59s of June 14th of 2013. These reports were grouped in categories in order to evaluate the machine's daily operational performance, and analyzed by means of statistic control. The sugarcane mechanized harvest process has presented good operational quality, considering the evaluated variables. The harvest operation was kept inside the "control zone", with the largest losses of time happening in maintenance stops and operator stops.

KEYWORDS: statistical process control, telemetry, sugarcane harvesting.

INTRODUÇÃO: A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma das culturas de maior importância no Brasil, devido às extensas áreas cultivadas, sendo utilizada para produção de duas commodities de grande importância: o etanol e o açúcar.

Nas propriedades mecanizadas, o monitoramento dos conjuntos mecanizados merece grande atenção, de modo que a aquisição de dados sobre o desempenho operacional de cada máquina são fatores fundamentais no gerenciamento das operações agrícolas, visando racionalizar o emprego das máquinas

na execução das operações, bem como a relação entre o trabalho homem/máquina/produção (MILAN e CROSSLEY, 1998).

Sistemas de telemetria auxiliam na redução de índices referentes ao mau funcionamento das máquinas e, conseqüentemente, a perda de produção. Além da redução de custos e aumento de eficiência, as aplicações de telemetria também auxiliam no desenvolvimento do uso da tecnologia de informação, ajudando as empresas a atenderem as necessidades dos clientes, a oferecerem melhores serviços e a se comunicarem com os outros setores da indústria, empregando princípios de qualidade e otimização do processo.

Pesquisas realizadas por SILVA et al. (2008) e REIS (2009) já enumeraram indicadores de qualidade para as operações mecanizadas na cana-de-açúcar, concluindo que o monitoramento destes pode aumentar os níveis de qualidade da operação.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da operação de colheita mecanizada de cana-de-açúcar, por meio de dados coletados por telemetria, utilizando o controle estatístico de processo.

MATERIAL E MÉTODOS: Os dados do trabalho foram coletados no Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola – LAMMA, do Departamento de Engenharia Rural, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – FCAV/UNESP, durante a colheita da safra 2013/14 de cana-de-açúcar, obtidos do sistema de monitoramento de operações agrícolas Auteq®, desenvolvido e aplicado principalmente em máquinas e equipamentos agrícolas da marca John Deere. Foi monitorada a operação de colheita mecanizada de cana-de-açúcar realizada por uma colhedora John Deere 3520. O monitoramento da colhedora é realizado por um computador de bordo Auteq CBA3200®, que combina o conceito de “caixa preta”, onde monitora entradas analógicas e digitais de pontos da máquina; à uma interface com o operador/motorista, possibilitando o mesmo realizar apontamentos que possam viabilizar a extração de relatórios gerenciais de: Operações produtivas, Ocorrência de eventos, Velocidade e RPM, Motor ocioso, Paradas, Ordens de Serviços, entre outros.

A colhedora monitorada se encontrava operando em áreas produtivas de cana-de-açúcar pertencentes a uma usina sucroenergética da região de Catanduva, estado de São Paulo, próximas das coordenadas 21°16' S e 49°02' O. Para o desenvolvimento do trabalho foram extraídos relatórios diários de operação e eventos, durante o período das 00:00:00 hs do dia 15 de maio às 23:59:59 hs do dia 14 de junho de 2013. Os relatórios diários traziam as informações de duração de cada categoria de operação ou evento, sendo divididas nas seguintes categorias:

1. Operação de colheita
2. Deslocamento/Translado
3. Parada para manutenção
4. Parada pelo operador
5. Parada climática
6. Parada por outros motivos

As atividades realizadas pela colhedora diariamente foram convertidas em percentual do tempo total (24 hs), sendo desejável que a colhedora permaneça o maior tempo possível na atividade 1 (em operação) e assim, as demais são causas justifiquem os tempos “não-produtivos” da máquina, sendo estes passíveis de investigação principalmente com técnicas de controle estatístico.

Os resultados foram analisados estatisticamente com o auxílio do programa Minitab® 16, A análise da variabilidade do processo de colheita mecanizada foi realizada por meio do controle estatístico, utilizando como ferramenta as cartas de controle por variáveis (*controlcharts*).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Figura 1 são apresentadas as cartas de controles para as variáveis analisadas, em que a linha central representa a média da amostra e os limites, superior e inferior, foram calculados como sendo os valores de referência que formam uma “zona de controle”. Assim, observações que se encontrarem entre os limites se mostram influenciadas apenas por “causas comuns”, ou aleatórias, do próprio processo, possibilitando considerar a operação como estável ou “sob controle”. Caso uma ou algumas observações extrapolem os limites de controle, estas observações são influenciadas por “causas especiais” ou “não-comuns, fato que pode atribuir instabilidade ao processo tornando-o “fora de controle”, e sendo passíveis de investigação e melhorias.

Os resultados mostraram que nos períodos inicial e final monitorados, entre os dias 15 a 28/5 e 05 a 14/6, o tempo em que a colhedora permaneceu em operação (Figura 1a) foi bastante satisfatório, até mesmo acima da linha média (em torno de 60%). Para estes períodos as observações se distribuíram em torno de 80% do tempo, valores desejáveis para operações mecanizadas em geral, que aumentam a eficiência da operação e a capacidade operacional das máquinas (MILAN e FERNANDES, 2002).

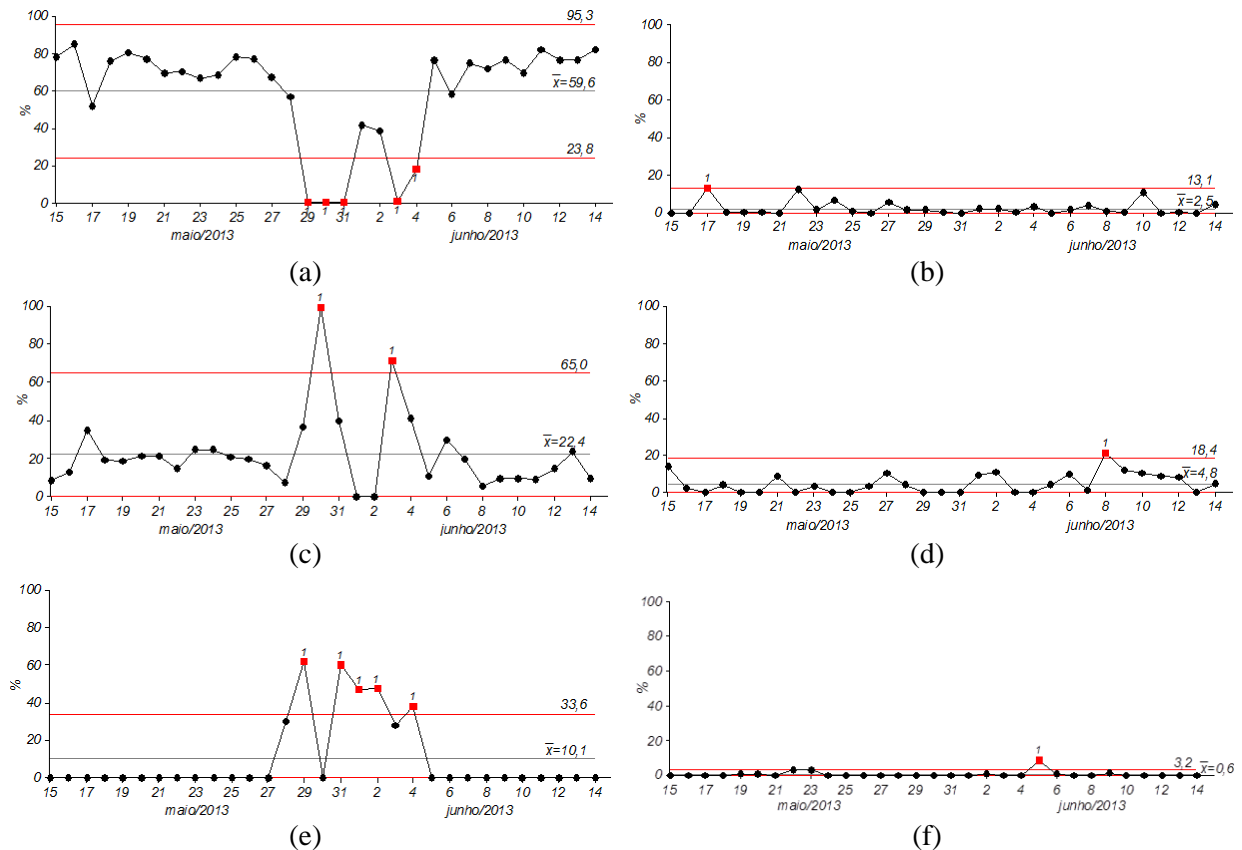


FIGURA 1. Cartas de controle para valores diários durante o período monitorado da colhedora: operação de colheita (a), deslocamento/translado (b), parada para manutenção (c), parada pelo operador (d), parada climática (e) e outros (f).

Porém, no período de 29/5 a 04/6, os índices de colheita caíram, chegando, em dois períodos, a saírem da “zona de controle” e atingindo em alguns dias até índices de 0% do tempo em operação. Estes baixos resultados prejudicam a capacidade da operação, e se mostram causados por causas especiais, ou seja, por causas “não-comuns” ao processo de colheita. Estas causas podem estar atribuídas à diversos fatores externos que podem estar atribuídos ao meio ambiente, máquina, mão-de-obra, material, medição, método, os chamados “6 Ms”.

Espera-se nas demais variáveis, por apontarem os motivos de paradas das colhedoras, discutir os motivos que atribuíram instabilidade ao processo de colheita mecanizada, buscando otimizar o período que a colhedora fique realizando a atividade de maior interesse, aumentando sua eficiência (NORONHA et al., 2011).

O período médio diário que a máquina realiza deslocamento/translado foi de 2,5%, sendo uma das variáveis menos relevantes no desempenho final da operação como um todo (Figura 1b). Para período monitorado, uma observação no dia 17/5 extrapolou a zona de controle, bem como outras duas se aproximaram do limite também, ocorrências atribuídas à mudanças de área de colheita segundo os relatórios de apontamentos, que indicaram para estes dias como “transporte no prancha” (da colhedora). As mudanças de área de colheita, por vezes demanda grande período de tempo devido às limitações de deslocamento das colhedoras, principalmente com rodado de esteiras, sendo passíveis de melhorias.

Para a carta de controle para as paradas para “Manutenção” (Figura 1c) é observado uma grande relevância nesta variável, e sua grande interferência no desempenho de operação de colheita como um

todo. Dentro do período avaliado, a máquina permaneceu em média 22,4% do tempo parada para manutenção, podendo ser considerados “comuns” observações de até 65,0% do tempo, dentro da zona de estabilidade. Para este tipo de operação, há demanda de boa parte do tempo produtivo diário das máquinas, porém a mesma busca prevenir maiores paradas por manutenção corretiva (MILAN, 2011). Para carta de controle para as paradas pelo operador (Figura 1d), observa-se que em média 4,8% do tempo é perdido em trocas de turno e paradas do operador, pelo mesmo ritmo de trabalho que justifica o tempo perdido em manutenção diária das máquinas. Pelos resultados obtidos, observou-se apenas uma ocorrência que extrapolou o limite superior de controle no dia 08/6, onde se perdeu um grande tempo apontado como “troca de operador”, que pode estar ligado à uma falta de operador e a demora em se conseguir um substituto para o mesmo dia, fato que fez com que a máquina permanecesse não-produtiva por um maior período de tempo neste dia.

Na carta de controle para paradas climáticas (Figura 1e) se observa que, por se tratar de um fenômeno da natureza e pela época avaliada, em grande parte do período não há ocorrências de paradas por este motivo, entretanto, durante o período de 28/5 a 04/6 vieram a ocorrer adversidades climáticas que fizeram com que a máquina permanecesse por um maior período neste estado.

Destaca-se que, este período coincide diretamente com o período mais problemático para a variável Operação de colheita (Figura 1a), o que mostra que as adversidades climáticas, apesar de se manterem em índices reduzidos ao longo do período de colheita, possuem maior relevância sobre os tempos produtivos da colhedora, sendo o principal causador de instabilidade no processo.

Vale ainda destacar que, ao se comparar esta variável com as paradas para manutenção (Figura 1c), a empresa aproveita as paradas climáticas para realizarem as manutenções mais intensivas nas máquinas, o que atribuiu instabilidade à variável Parada para manutenção, entretanto a mesma não influenciaria os tempos produtivos da colhedora.

Finalmente observa-se nas cartas de controle para a variável outros (Figura 1f), que representam os motivos e paradas por falta de caminhão de transporte ou problemas na unidade industrial, que entrava o processo de colheita no campo. Observa-se nos resultados que as paradas por este motivo representam menos de 1% do tempo disponível, entretanto há uma ocorrência no dia 05/6, atribuída nos apontamentos como um problema na usina, que atribuiu instabilidade à colheita devido à causas externas, que representam causas “não-comuns”.

CONCLUSÕES: O processo de colheita mecanizada de cana-de-açúcar apresentou boa qualidade operacional, considerando-se as variáveis avaliadas. A propriedade apresentou boas condições de logística, com menos de 1% do tempo disponível sendo gasto em paradas por falta de transporte. Os maiores tempos perdidos foram para paradas com manutenção e paradas do operador. De modo geral, a operação de colheita manteve-se dentro da “zona de controle”.

REFERÊNCIAS

- NORONHA, R.H.F.; SILVA, R.P.; TOLEDO, A.; TITOTO, B.; FURLANI, C.E.A. Sulcos avaliados. Revista Cultivar Máquinas. n.103, dez/jan 2011.
- MILAN, M.; CROSSLEY, C.P, Improving operational management on harvest transport and mechanization for sugar cane. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 1988. Orlando. Proceedings... Orlando: ASAE, 1998. v.7, p. 108-116.
- MILAN, M. Desempenho operacional e econômico de sistemas mecanizados agrícolas. 2011.26 p. Arquivos de aula (Mecânica e Máquinas Motoras) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011. Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Milan/ler5852/DesCustOp.pdf>. Acesso em 28/11/2013.
- MILAN, M.; FERNANDES, R.A.T. Qualidade das operações de preparo do solo por controle estatístico de processo. Scientia Agricola, Piracicaba, v.59, n.2, p.261-6, 2002.
- SILVA, R.P.; CORRÊA, C.F.; CORTEZ, J.W.; FURLANI, C.E.A. Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada de cana-de-açúcar. Engenharia Agrícola, v. 28, n. 2, p. 292-304, 2008.
- REIS, G.N. Perdas na colheita mecanizada de cana-de-açúcar crua em função do desgaste das facas do corte de base. 2009. 89 f. Tese (Doutorado), FCAV, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2009.