

QUALIDADE DO SINAL RTX EM FUNÇÃO DO ERRO NO PARALELISMO DA SEMEADURA DE AMENDOIM

ADÃO FELIPE DOS SANTOS¹; CRISTIANO ZERBATO²; DAVID LUCIANO ROSALEN³;
ROUVERSON PEREIRA DA SILVA⁴; CARLA SEGATTO STRINI PAIXÃO⁵

¹Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronomia (Produção Vegetal), UNESP/Jaboticabal-SP, adaofeliped@gmail.com

²Engenheiro Agrônomo, Prof. Dr. UNESP/Jaboticabal-SP, cristianozerbato@fcav.unesp.br

³Engenheiro Agrônomo, Prof. Dr. UNESP/Jaboticabal-SP, davidrosalen@terra.com.br

⁴Engenheiro Agrícola, Prof. Dr. UNESP/Jaboticabal-SP, rouverson@fcav.unesp.br

⁵Engenheira Agrônoma, Doutoranda em Agronomia (Produção Vegetal), UNESP/Jaboticabal-SP, ca_paixao@live.com

Apresentado no
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

RESUMO: O direcionamento automático compõe uma das ferramentas do conjunto de técnicas utilizadas na agricultura de precisão e é utilizado em larga escala para diversas culturas. Na cultura do amendoim pode-se dizer que é uma tecnologia recente para os produtores. Desse modo, existe a necessidade de avaliar os potenciais ganhos que essa tecnologia pode trazer ao produtor de amendoim. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade do sinal RTX com base no erro de paralelismo na semeadura, com e sem o uso do Piloto Automático. Para tanto, utilizou-se os resultados obtidos no levantamento de campo, para gerar cartas de controle individual com intuito de verificar a qualidade e repetibilidade do sinal entre as passadas do conjunto trator semeadora. O levantamento de campo foi realizado com aparelho R6, que possui posicionamento cinemático em tempo real. Os erros de paralelismo entre as passadas foram calculados, depois de serem coletados 50 pontos espaçados de 100 m entre si, totalizando 200 pontos amostrais, levando-se em consideração a largura útil de trabalho da semeadora (3,60 m). Com a estabilidade do sinal GNSS é possível manter o paralelismo uniforme entre as passadas do trator, o que ainda possibilita maior otimização da área, devido ao menor erro encontrado entre as passadas. Houve precisão e acurácia na utilização do sinal RTX para a semeadura de amendoim.

PALAVRAS-CHAVE: GNSS, piloto automático, agricultura de precisão, RTX

QUALITY OF RTX SIGNAL AS FUNCTION OF PARALLELISM ERROR ON PEANUT SEEDING

ABSTRACT: The autopilot tool consists of the assembly techniques used in precision farming and is used for large-scale cultures. In peanut crop can be said that is a new technology for producers. Thus, there is a need to evaluate the potential gains that this technology can bring to peanut producer. The objective of this study was to evaluate the quality of RTX signal based on parallelism in sowing, with and without the use of Autopilot. Therefore, we used the results of the field survey, to generate individual control charts in order to verify the quality and repeatability of the signal between the past tractor set seeder. The field survey was conducted with R6 apparatus, which has kinematic positioning in real time. The parallelism errors between the past were calculated after being collected 50 points spaced 100 m apart, totaling 200 sampling points over the past three mechanized set, taking into account the useful working width of the seeder (3 60 m). With the stability of the GNSS signal it is possible to maintain a uniform parallel between the past of the tractor, which also enables greater optimization of the area, due to lower error found among the past. There was precision and accuracy in the use of RTX signal to sowing peanut.

KEYWORDS: GNSS, Autopilot, Precision Agriculture, RTX

INTRODUÇÃO: O alinhamento da semeadura com a colheita feita por direcionamento automático, pode trazer inúmeros benefícios aos produtores, principalmente aos de amendoim, pois, quando se tem um trajeto pré-definido para o arrancador, é possível que se obtenha menores perdas na operação de colheita (Ortiz et al., 2013). Contudo, ainda é pouco estudado o uso do piloto automático na cultura do amendoim, principalmente quando se trata da qualidade do sinal que é fornecido, do seu erro, e bem como o tipo de sinal (RTX ou RTK). O posicionamento por ponto preciso, cinemático e em tempo real, o RTX, é fornecido via satélite, sem a necessidade de instalação de uma base repetidora, enquanto que o sinal RTK, necessita de uma base repetidora de sinal para garantir maior acurácia da repetibilidade do sinal. Com intuito de avaliar a acurácia do paralelismo dos trajetos realizados em operações mecanizadas, Molin et al. (2011) desenvolveram uma metodologia de cálculo dos erros de paralelismo e Baio (2012) demonstrou que com a utilização de direção automática de atuador hidráulico com sinais de correção diferencial via rádio de alta acurácia na colhedora de cana em operação durante o dia e à noite, foi possível aumentar a qualidade dos percursos em relação ao direcionamento manual. Em contrapartida Carballido et al. (2014) avaliando eficiência em percursos retilíneos e curvos, verificou-se que os erros não foram superiores a 0,04m com o uso de correção diferencial via rádio (RTK) e quando utilizou-se a correção via satélite (RTX), os erros não ultrapassaram a 0,10m. Nesse sentido, faz-se necessárias pesquisas para avaliar a eficiência no direcionamento automático via satélite, como o RTX, principalmente na cultura do amendoim. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o erro de paralelismo entre as passadas do conjunto trator-semeadora na cultura do amendoim.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido na fazenda Santa Cândida, município de Luzitânia SP, localizada nas coordenadas geográficas 21°06'39" S e 48°14'09" O, com altitude de 540 metros. A cultivar utilizada foi a Granoleico, semeada em 0,90 m entre linhas.

Os tratamentos utilizados foram utilizando Piloto Automático na semeadura (RTX), e ausência do Piloto Automático na semeadura (Manual). No tratamento em que se utilizou o Piloto Automático o método de posicionamento foi por ponto preciso, cinemático e em tempo real, o RTX (*Real Time eXtended*), equipado com antena modelo AG25 e monitor/processador modelo CFX750. E no tratamento sem a utilização do Piloto Automático foi utilizado somente o marcador de linhas da semeadora. A semeadura foi realizada mediante projeto no software *Farm Works*®. Para elaboração do projeto levou-se em consideração a largura de trabalho da semeadora, bem como o espaçamento da cultura, assim as linhas para orientação do Piloto Automático foram espaçadas em 3,60 m (pois cada passada possui 4 fileiras de semeadura de 0,90 m de espaçamento). O trator utilizado foi MF 7390 Dyna-6 (190 cv) operando na marcha 2ª A com 2000 rpm no motor e velocidade de deslocamento de 6,3 km h⁻¹ e tracionando a semeadora-adubadora pneumática da marca PHT4 Suprema, operando na regulagem de 21 sementes por metro.

O paralelismo entre linhas foi obtido em 21 pontos ao longo de 4 linhas, espaçados de 100 m entre si, totalizando 84 pontos amostrais, com auxílio do equipamento R6 da Trimble que possui posicionamento relativo cinemático em tempo real, RTK (*Real Time Kinematic*) em três passadas do trator, durante a semeadura. O paralelismo foi obtido considerando-se a largura útil da semeadora (3,60 m). Os dados foram posteriormente extraídos para o *software* e, em seguida, foram plotadas linhas perpendiculares para verificar a distância entre as passadas do conjunto mecanizado. Os valores foram exportados para uma planilha onde calculou-se a diferença entre o valor esperado entre as passadas (0,9 m) e o valor encontrado no campo, sendo essa considerada como erro de paralelismo na semeadura.

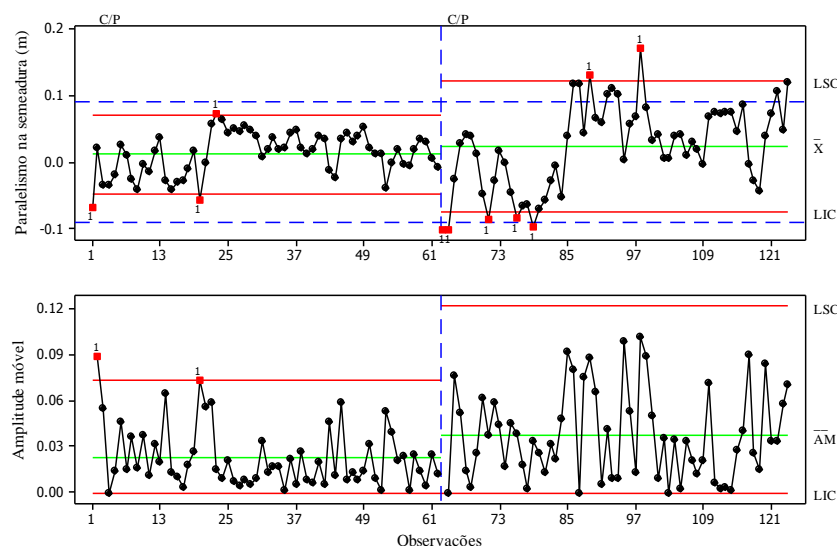
Com esses valores foram confeccionadas as cartas de controle individual e amplitude, foi escolhido esse tipo de carta e análise, com intuito de verificar a qualidade no decorrer do processo de semeadura, principalmente pela facilidade de visualização da distribuição dos erros ao longo da operação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Considerando-se que o espaçamento recomendado para a semeadura da cultura do amendoim é de 0,90 m e que a largura útil da semeadora utilizada foi de 3,60 m, pode-se constatar (Figura 1) que a utilização do Piloto Automático na semeadura reduziu os erros de paralelismo entre as passadas do conjunto trator-semeadora quando comparado com a semeadura Sem Piloto. Quando da utilização do Piloto Automático o erro médio de paralelismo reduziu de 2,46 cm para 1,31 cm.

Ainda é possível notar que nos dois processos ocorreu interferência dos fatores 6 M's, com pontos acima e abaixo dos limites de controle (Figura 1). Contudo, para o processo Com Piloto, mesmo existindo pontos fora de controle, nota-se que o erro médio e a sua variação ao longo da operação de semeadura, ficaram dentro da faixa estipulada. Em contrapartida a área semeadura sem o auxílio do Piloto Automático, somente com a experiência do operador, encontra-se em 19.67% do tempo com erros superiores a 0.90 m, evidenciando que a variabilidade do processo possui interferência da ação de causas especiais, tais como falha no direcionamento da máquina, causada pelo operador (mão-de-obra) em conjunto com a má regulação dos divisores de linhas (máquina). Logo, pode-se inferir que quanto maior é o erro de paralelismo, maior será o número de espaçamentos entre linhas incorretos, bem como a diminuição da área semeada quando operado Sem Piloto.

O erro médio encontrado no presente trabalho quando se utilizou o Piloto Automático com tecnologia RTX foi de 1.31 cm, sendo menor que o encontrado por Zerbato (2015) (0.61 cm) quando a semeadura de amendoim foi realizada via Piloto Automático, com sinal RTK. A diferença encontrada entre os erros está relacionada principalmente pelo fato de que o sinal RTX não utiliza uma base repetidora próximo da máquina, sendo a correção recebida via satélite, o que possivelmente pode afetar na estabilidade e repetibilidade do sinal, quando comparado com o sinal RTK (Via rádio). E SALVI et al. (2014) avaliando o paralelismo da direção automática em trajetos curvos realizados por uma colhedora com atuador hidráulico e sinal de correção diferencial via rádio (RTK) e trator-transbordo direcionados automaticamente por atuador elétrico na coluna de direção e sinal de correção diferencial via satélite (RTX) verificaram que, os tratores-transbordos com direção de atuador elétrico na coluna de direção e sinal RTX, apresentaram erros inferiores a 0,1 m e esses foram diferentes significativamente em relação ao direcionamento manual. Todavia, vale ressaltar que a utilização do sinal RTX permite uma maior área de cobertura sem que se tenha um alto investimento inicial em equipamentos (base e receptores) para garantir repetibilidade do sinal.

Quando se avalia a qualidade da operação sob a óptica do controle estatístico, o paralelismo encontra-se com alta precisão e acurácia na semeadura com o uso do Piloto Automático, enquanto que com a não utilização obteve-se apenas acurácia. Essa afirmação decorre da maior variabilidade observada tanto na carta de valores individuais quanto na de amplitude móvel para a semeadura sem piloto, que apresentou também 10% dos pontos fora dos limites de controle.



C/P: Com Piloto; S/P: Sem Piloto; Limite superior de controle; LIC: Limite inferior de controle; LESC: Limite específico superior de controle; LEIC: Limite específico inferior de controle; X: média. AM: média da amplitude móvel.

Figura 1. Cartas de controle individual e amplitude móvel para paralelismo entre passadas do conjunto trator-semeadora.

CONCLUSÕES: O uso do Piloto Automático com sinal via satélite (RTX) proporcionou menores erros de paralelismo na semeadura quando comparado ao direcionamento guiado somente pelo divisor

de linhas da semeadora e a experiência do operador, cerca de 2.59 cm e 6.07 cm de erro com Piloto e Manual, respectivamente. Desse modo a área a ser semeada aumentará consideravelmente devido principalmente a precisão e acurácia quando se utilizou o piloto automático na semeadura de amendoim.

REFERÊNCIAS:

BAIO, F. H. R. Evaluation of an auto-guidance system operating on a sugar cane. *Precision Agriculture*, v.13, p.141-147, 2012

CARBALLIDO, J.; PEREZ-RUIZ, M., EMMI, L., AGUERA, J. Comparison of positional accuracy between RTK and RTX GNSS based on the autonomous agricultural vehicles under field conditions. *Applied Engineering in Agriculture*, v.30, n.3, p. 361-366, 2014.

MOLIN, J. P.; POVH, F. P.; DE PAULA, V. R.; SALVI, J. V. Método de avaliação de equipamentos para direcionamento de veículos agrícolas e efeito de sinais de GNSS. *Engenharia Agrícola*, v.31, n.1, p.121-129, 2011.

ORTIZ, B. V.; BALKCOM, K. B.; DUZY, L.; VAN SANTEN, E.; HARTZOG, D. L. Evaluation of agronomic and economic benefits of using RTK-GPS-based auto-steer guidance systems for peanut digging operations. *Precision Agriculture*, v.14, p. 357-375, 2013.

SALVI, J. V.; MOLIN, J. P.; CASARIN JÚNIOR, R. D.; SANTOS G. N.; SPEKKEN, M. Avaliação dos erros de paralelismo de um conjunto colhedora e trator-transbordo de cana de açúcar, In: Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão- ConBAP, 2014, São Pedro – SP.

ZERBATO, C. **Qualidade da semeadura e do arranquio mecanizado do amendoim** Tese doutorado (Ciências do Solo) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal-SP, 2015.