

## **QUALIDADE DE SINAL RTX E RTK EM PLANTIO MECANIZADO DE CANA DE AÇÚCAR**

**RAFAEL HENRIQUE DE FREITAS NORONHA<sup>1</sup>, ANDRÉ FERREIRA DAMASCENO<sup>2</sup>, CRISTIANO ZERBATO<sup>4</sup>, ANTONIO TASSIO SANTANA ORMOND<sup>3</sup>, CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI<sup>4</sup>.**

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Doutorando Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Estadual Paulista - FCAV-UNESP, Fone: (16)3209-7283, e-mail:rafael.noronha.agro@gmail.com

<sup>2</sup> Eng. Mecânico, Doutorando Agronomia (Ciência do Solo), Universidade Estadual Paulista - FCAV-UNESP, Fone: (16)3209-7283, e-mail:andrefdamasceno@gmail.com

<sup>3</sup> Eng. Agrícola, Doutorando Agronomia (Ciência do Solo), Universidade Estadual Paulista - FCAV-UNESP, (16)99792-3622, e-mail: tassiormond@gmail.com

<sup>4</sup> Professor Doutor, Universidade Estadual Paulista - Universidade Estadual Paulista - FCAV-UNESP, Fone: (16)3209-7283, furlani@fcav.unesp.br

Apresentado no  
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017  
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** A cintilação ionosférica, caracterizada por alterações rápidas na amplitude e na fase do sinal eletromagnético ao passar por irregularidades na densidade de elétrons na ionosfera. O monitoramento por meio do controle estatístico de processo pode aumentar os níveis de qualidade da operação de plantio. Desse modo o objetivo do trabalho foi avaliar a disponibilidade de diferentes sinais de correção diferencial do sinal RTX e RTK para correção do piloto automático no plantio mecanizado de cana de açúcar. O trabalho foi desenvolvido em área de produção de cana-de-açúcar no município de Pitangueiras – SP, onde foram abertos dez sulcos, utilizando-se o método de posicionamento RTK e RTX, e a área possui o relevo suave, de forma que os sulcos abertos sejam aproximadamente retilíneos. O espaçamento entre linhas foi de 1,5 metros com profundidade de 40 centímetros, a velocidade média do trator foi de 5 quilômetros por hora. Os resultados apresentados pelas cartas de controle apresentaram maior estabilidade no comportamento da qualidade de sinal RTK e RTX dentro dos limites especificados mantendo a qualidade na operação de plantio mecanizado aprimorado o controle estatístico de processo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cintilação, Erro, Controle Estatístico de Processo

### **QUALITY OF RTX AND RTK SIGNAL IN MECHANIZED PLANTING OF SUGAR CANE**

**ABSTRACT:** The ionospheric scintillation, characterized by rapid changes in amplitude and phase of the electromagnetic signal when going through irregularities in the density of electrons in the ionosphere. Monitoring through statistical process control can increase the quality levels of the planting operation. Thus, the objective of this work was to evaluate the quality of different RTX and RTK signal correction signals for autopilot correction in mechanized sugar cane plantation. The work was carried out in sugarcane production area in the municipality of Pitangueiras - SP, Where ten grooves were opened, using the RTK and RTX positioning method, and the area has smooth relief, so that the open grooves are approximately rectilinear. The spacing between lines was 1.5 meters with depth of 40 centimeters, the average speed of the tractor was 5 kilometers per hour. The results presented by the control charts show greater stability in the behavior of the RTX signal availability within the specified limits, maintaining the quality in the mechanized planting operation, and improved the statistical process control.

**KEYWORDS:** Scintillation, Error, Statistical Process Control

## INTRODUÇÃO:

O RTK destaca-se por sua alta precisão e repetibilidade, além de apresenta uma degradação de precisão do sinal na ordem de  $1 \text{ mm km}^{-1}$  entre a base e o *rover*, o que limita a sua operação a um raio de aproximadamente 20 km, no entanto, é comum a perda de sinal em distâncias menores com a presença de obstáculos ou regiões de terreno inclinado. Neste sentido, grandes propriedades ou com áreas distantes entre si precisam levar repetidoras de sinal com as frentes de trabalho além de mover ou instalar várias bases, gerando dificuldades logísticas e aumento de custo (TREVISAN et al., 2014).

Novos sinais de correção diferencial via satélite encontram-se disponíveis no mercado, podendo ser uma alternativa aos sinais de correção RTK em algumas operações agrícolas. No entanto, os fabricantes de receptores GNSS utilizados em AP, geralmente disponibilizam informações do desempenho de seus receptores em ensaios estáticos, que nem sempre representam um bom indicativo do desempenho cinemático (STOMBAUGH et al., 2002; MACHADO E MOLIN, 2011).

A eficiência do direcionamento automático é totalmente dependente dos sinais de correção diferencial via satélite, sendo que estão melhorando gradativamente a sua precisão e exatidão, substituindo o sinal RTK em algumas operações mecanizadas agrícolas. Atualmente, tendo em vista a globalização, a necessidade de informações de qualidade para o mercado global, faz com que a busca de novas tecnologias seja fundamental para este processo. Sempre com o intuito de melhorar a cobertura e posicionamento preciso, em todo o mundo é constante o lançamento de novas tecnologias (MOLIN, 2011; MONICO, 2008).

A cintilação ionosférica, caracterizada por alterações rápidas na amplitude e na fase do sinal eletromagnético ao passar por irregularidades na densidade de elétrons na ionosfera. A ocorrência e intensidade das cintilações variam, de acordo com vários fatores, como localização geográfica, sazonalidade, hora local e atividade solar (DAL POZ, 2010).

TREVISAN et al.(2014) afirmam que o RTX apresentou resultados inferiores de correção diferencial via satélite em condição cinemática, corroborando com MIN et al. (2008), que ao avaliarem diferentes receptores em condições estáticas e cinemáticas em pomares de laranja, quando avaliados a precisão dos sinais RTK e RTX de correção diferencial tanto em ensaios estáticos quanto cinemáticos.

Desse modo, objetivou-se avaliar a qualidade do sinal RTX e RTK para correção do piloto automático no plantio mecanizado de cana de açúcar de diferentes sinais de correção diferencial por meio do paralelismo apresentado por ambas tecnologias.

## MATERIAL E MÉTODOS:

O experimento foi realizado em uma área experimental de uma Usina de cana de açúcar, no município de Pitangueiras – SP, seguindo os parâmetros de qualidade trabalho estabelecido pela equipe de Planejamento Agrícola.

Foi constatada uma alta indisponibilidade operacional devido ao comprometimento da qualidade do sinal de correção principalmente, em horários específicos, diminuindo a carga horário de trabalho efetivo na frente de plantio mecanizado da usina.

As avaliações foram realizadas durante dois dias, no mesmo turno, com os mesmos operadores, na mesma área de plantio mecanizado de cana de açúcar sendo realizadas com as antenas fixadas em marcos de referência.

. TABELA 1. Sinais de correção diferencial avaliados e descrição dos equipamentos.

Sinal de correção	Correção diferencial	Precisão
RTK	Rádio	0,025
RTX	Satélite	0,038

Foram coletados os tempos (horário inicial e final do turno, assim como as horas perdidas, ou seja, o tempo de ausência de sinal tanto do RTK quanto do RTX. Desse modo, foram calculados a eficiência operacional para a correção do direcionamento automático.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Os resultados das avaliações foram apresentados na Figura 1, evidenciando a diferença entre os sinais comparados na operação de plantio durante um dia de alta cintilação, onde foram retirados os pontos de ausência ou excessivos erros de correção (RTK), onde a correção do sinal RTX no piloto automático apresentou uma menor variabilidade em relação ao RTK. Os resultados podem contribuir para aumento de horas trabalhadas da operação de plantio mecanizado.

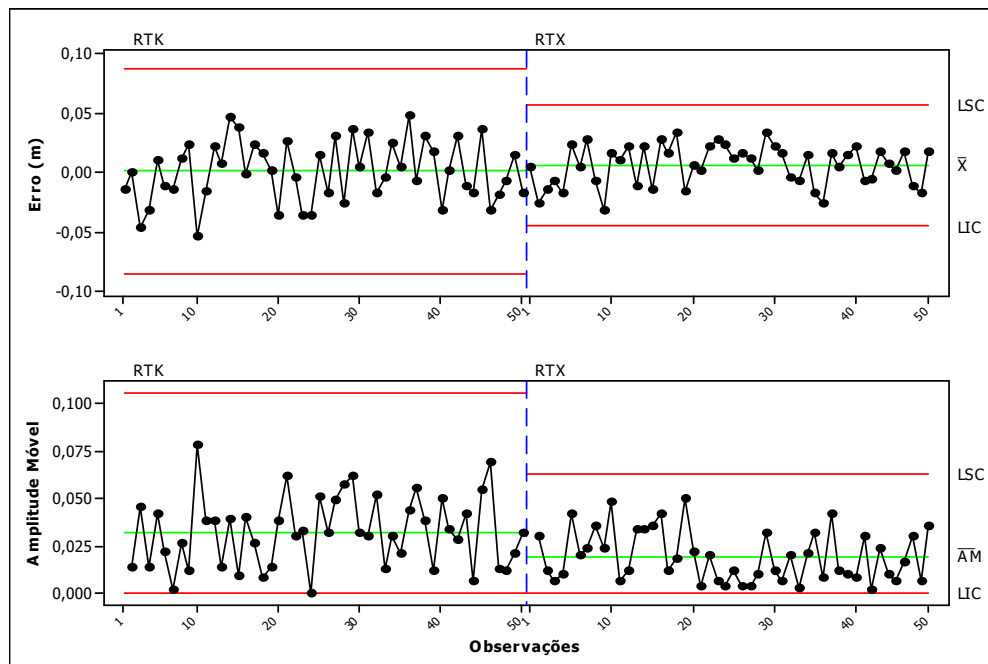


Figura 1. Erro (m) paralelismo em comparação dos sinais RTK e RTX para a correção do piloto automático.

A cintilação é um fenômeno sazonal porém apresenta alto poder de degradação do sinal de correção RTK. Prova disso, é a variabilidade dos gráficos (Figura 1) contrastada com os resultados de Baio & Moratelli (2011) que garantiram erros de 2,5 cm em uma distância inferior a 4 km. Quando muito distante faz-se necessário instalar várias bases ou repetidores de sinal, aumentando os custos (Perez-Ruiz & Upadhyaya, 2012).

## CONCLUSÕES:

A correção de sinal RTX apresentou um comportamento mais estável e maior capacidade de resistência ao fenômeno da cintilação em relação ao RTK para correção do piloto automático, proporcionando maior disponibilidade horas para a realização da operação de plantio mecanizado.

## REFERÊNCIAS

- BAIO, F. R. R.; MORATELLI, R. F. Auto guidance accuracy evaluation and contrast of the operational field capacity on the mechanized plantation system of sugar cane. **Engenharia Agrícola**, v.31, p367-375, 2011.
- MACHADO, T. M.; MOLIN, J. P. Ensaios estáticos e cinemáticos de receptores de GPS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.9, p.981-988, 2011.
- MIN, M.; EHSANI, R.; SALYANI, M. Dynamic accuracy of GPS receivers in citrus orchards. **Applied Engineering in Agriculture**, v.24, p.861-868. 2008.

MOLIN, J.P. Agricultura de Precisão. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. *Agricultura de precisão* – Boletim Técnico. – Brasília: Mapa/ACS, 2011. p. 5 – 27.

MONICO, J. F. G. *Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações*. 2. ed. São Paulo: Unesp, 2008. 476p.

PEREZ-RUIZ, M.; UPADHYAYA, S. K. GNSS in precision agricultural operations. In: Elbahhar, F. B.; Rivenq, A. New approach of indoor and outdoor localization systems, InTech, v.10, p.1-24. 2012.

SILVA, R.P. de. *Processos agrícolas e mecanização da cana-de-açúcar*. Jaboticabal: SBEA, 2015.

STOLF, R., LEE, T.S.G. Sistema comercial de plantio de plântulas de cultura de tecidos ou de gemas isoladas: plantio de estaca. *Álcool & Açúcar*, São Paulo, v.10, n.53, p.20-5, mar./jun.1990.

STOMBAUGH, T.; SHEARER, S.; FULTON, J. Standards for comparison of GPS receiver performance. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF PRECISION AGRICULTURE, Minneapolis. *Proceedings ...* Madison: ASA/CSSA/SSSA, p.1.049-1.059, 2002.

TREVISAN, R. G.; EITELWEIN, M. T.; VILANOVA JR., N. S.; SALVI, J. V.; PASSALAQUA, B. P.; MOLIN, J. P. Avaliação Da Precisão Dos Sinais RTK E RTX Em Ensaio Estático E Cinemático. *Anais...* Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão- ConBAP, 2014.