



## VIABILIDADE ECONÔMICA DOS SINAIS SF1, SF2, RTX E RTK NAS OPERAÇÕES AGRÍCOLAS COM GRADE ARADORA

Doalcey Rocha Chagas<sup>1</sup>, Daniel Santos Freire<sup>2</sup>, Odair Lacerda Lemos<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Pós-graduando em Geotecnologias: Soluções de Inteligência Geográfica da Escola de Engenharia de Agrimensura, Salvador, BA. doalcey@uesb.edu.br

<sup>2</sup> Discente do Curso de Agronomia/ UESB/ Vitória da Conquista, BA.

<sup>3</sup> Departamento de Engenharia Agrícola e Solos/UESB – Estrada do Bem Querere, Km 04, Caixa Postal 95, 45083-900, Vitória da Conquista, BA.

### RESUMO

Objetivou-se nesse estudo determinar a viabilidade econômica com base no custo teórico dos sinais SF1, SF2, RTX e RTK na operação de preparo de solo com grade aradora. Foi elaborada uma simulação teórica da utilização dos sinais de posicionamento. Para a análise econômica dos sistemas foram desenvolvidas equações de perda de área em função do erro dos sinais, consumo de combustível, quantidade de horas trabalhadas e capacidade teórica, que permitiram a comparação do uso dos sinais durante a operação em áreas de 10 ha, 50 ha, 100 ha e 200 ha. Devido à margem de precisão dos sinais de posicionamento, todos os sistemas apresentaram perdas, entretanto o sinal RTK apresentou menor perda de área, seguido por RTX, SF2 e SF1. No parâmetro de consumo de combustível, os sistemas RTK, RTX e os sinais de configuração básica consumiram 42, 59 e 357 litros, respectivamente. O sinal RTK é mais preciso, porém, o seu custo de aquisição inicial o torna inviável para operações de preparo de solo com grade aradora. Já os sinais RTX e SF2 são viáveis em áreas superiores a 200 hectares, já o SF1 é a melhor opção para áreas inferiores.

**Palavras-chave:** sistema de posicionamento, agricultura de precisão, custo teórico.

### ECONOMIC VIABILITY OF SF1 SF2 RTX AND RTK SIGNALS IN AGRICULTURAL OPERATIONS WITH DISC HARROW

### ABSTRACT

The objective of this study was to determine the economic viability based on the theoretical cost of the SF1, SF2, RTX and RTK in the soil preparation operation with disc harrow. A theoretical simulation of the use of positioning signals was elaborated. For the economic analysis of the systems were developed equations of loss of area in function of signals error, fuel consumption, number of hours worked and theoretical capacity, which allowed the comparison of the use of signals during operation in areas of 10 ha, 50 ha, 100 ha and 200 ha. Due to the precision margin of the positioning signals, all systems presented losses, however the RTK signal presented smaller area loss, followed by RTX, SF2 and SF1. In the fuel consumption, the RTX, RTK systems and basic configuration signals consumed 42, 59 and 357 litres, respectively. The RTK signal is more accurate, however, its initial acquisition cost makes it unfeasible for soil tillage operations with a disc harrow. The RTX and SF2 signals are viable in areas exceeding 200 hectares, and the SF1 is the best option for lower areas.

**Key words:** positioning system, precision agriculture, theoretical cost.

## **INTRODUÇÃO**

Desde o início do novo século as tecnologias integradas chamadas de Agricultura de Precisão (AP) têm sido difundidas com o objetivo de estabelecer o gerenciamento agrícola baseado na variação espacial de propriedades do solo e das plantas, visando a otimização do lucro, sustentabilidade e proteção do ambiente. No Brasil, as primeiras ações relacionadas a AP aconteceram a partir do ano de 1995, impulsionada pelo início do uso do sistema de localização GPS (Global Positioning System) na agricultura brasileira (MOLIN, 2017).

Nos últimos anos, têm sido disponibilizadas diversas tecnologias para navegação e posicionamento de máquinas agrícolas, graças ao surgimento do GNSS (Global Navigation Satellite Systems). Segundo Molin et al. (2015), o componente mais ativo e eficiente do GNSS é o GPS, cujo é constituído por uma constelação de satélites de alcance global.

Contudo, para utilização plena dos benefícios provenientes do uso de GNSS no campo, é fundamental que se tenha um método de posicionamento preciso, com correção em tempo real e que proporcione a devida acurácia. O posicionamento relativo por sinal RTK (Real Time Kinematic) via rádio, é o mais utilizado na agricultura, pois a sua magnitude erros é na ordem de 2,5 cm (BAIO; MORATELLI, 2011). Em contrapartida, o método de posicionamento por ponto preciso (PPP) chamado de RTX (Real Time eXtend) pela Trimble é recente na agricultura, e para utilização é necessário apenas um receptor GNSS na máquina, dispensando o uso de uma estação próxima do rover, este tipo de posicionamento pode proporcionar precisão entre 2 cm e 3,5 cm (MONICO, 2008).

Outras opções de corretores de sinais presentes no mercado é o SF1 e SF2, cujo são serviços de correção a partir de satélites geoestacionários e disponíveis apenas para receptores John Deere. Estes dois se diferenciam, pois o SF2 é uma correção não gratuita baseada em frequência dupla, fornecendo um nível mais alto de precisão sobre a SF1 (ALABAMA, 2009), sendo  $\pm 10$  cm e  $\pm 20$  cm respectivamente (JOHN DEERE, 2013).

Todas essas tecnologias de posicionamento preciso são eficientes, mas possuem custos de aquisição e manutenção diferentes, dessa forma, esse trabalho tem como objetivo determinar a viabilidade econômica com base no custo teórico dos sinais SF1, SF2, RTX e RTK na operação de tratores durante o preparo de solo com grade aradora.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Trata-se de um estudo bibliográfico de viabilidade econômica, no qual foi elaborada uma simulação teórica da utilização dos sinais SF1, SF2, RTX e RTK na agricultura de precisão aplicada às operações de preparo de solo com trator acoplado a uma grade aradora.

Para a avaliação dos custos foi definido o modelo de trator 6150J da John Deere que apresenta uma potência de 110 kW (150 cv) com torque de 608 Nm, esse tipo de trator costuma ser adquirido com um conjunto composto por um receptor GNSS StarFire 3000, tela de 9,7 polegadas e piloto automático eletro-hidráulico para uso dos sinais SF1 e SF2, e também está apto a receber o receptor e tela Trimble para os sinais RTX e RTK.

O implemento para o preparo do solo escolhida foi uma grade aradora de 22 discos com diâmetro de 28 polegadas e largura de trabalho de 3 metros.

Para avaliar as diferenças entre os sistemas foram definidas quatro áreas: 10 ha, 50 ha, 100 ha e 200 ha. Presumiu-se que todas as áreas teriam um terreno plano sem impedimentos para a operação. O volume de área foi determinado em função da margem de erro centimétrico dos equipamentos.

Para a análise econômica dos sistemas, foram realizadas consultas de precificações no mercado e foram desenvolvidas equações que permitiram comparar os sinais durante a operação em áreas de tamanhos diferentes.

A primeira delas foi a de área não gradeada elaborada de acordo com o erro dos sinais, que é representada por  $S = S_t * e$ , onde: S = Área total perdida;  $S_t$  = Área total avaliada;  $e$  = Erro do sistema;  $S_s$  = Área total da semeadora.

Para a análise do uso da grade aradora levou-se em consideração ainda o consumo de combustível, quantidade de horas trabalhadas e a capacidade teórica. Foram utilizadas as seguintes equações:  $CT = L * V$ , onde: CT = Capacidade teórica; L = largura do implemento; V = Velocidade da operação (m/min).  $H_t = A/CT$ , onde: HT = Quantidade de horas trabalhadas; A = Área total em m<sup>2</sup>; CT = Capacidade de campo teórica. FT:  $FT = HT * Ch$ , onde: FT = Quantidade de combustível consumida; HT = Quantidade de horas trabalhadas; Ch = Quantidade de combustível consumida/hora.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O sinal SF1 é integrado gratuitamente nos receptores StarFire 3000 da John Deere. Já o sinal SF2 também é disponibilizado no respectivo modelo de receptor, porém é um sinal não gratuito, sendo necessário adquiri-lo por R\$ 3.000,00 por máquina pelo período de três meses.

O sinal RTX é disponibilizado pela Trimble, e para sua utilização é necessário adquirir o equipamento que custa R\$ 15.300,00 por ano, além disso uma assinatura anual é cobrada no valor de US\$ 1.300,00 (R\$ 5.200,00). Já o sistema RTK além de ser mais preciso, sua utilização requer um conjunto chamado de base + antena receptora e transmissora e um tripé, que custa R\$ 84.000,00.

Em função da margem de precisão dos sinais de posicionamento, todos os sistemas apresentaram perdas para áreas grandes e/ou pequenas (Tabela 1). O sinal RTK com maior precisão (2,5 cm) apresentou menor perda de área, seguido por RTX, SF2 e SF1.

Pode-se perceber que as áreas não trabalhadas em função do erro apresentam diferenças significativas em relação ao tamanho e ao sinal usado, o que significa uma diferença de 85% em hectares para uma área de 10 hectares e até 91% de hectares em uma área de 200 hectares no sinal SF1 em relação ao RTK, e de 80% para 10 hectares e 80% para 200 hectares quando compara-se o SF1 com o RTX. Ao relacionar o sinal RTX com o RTK a diferença em uma área de 10 hectares é de apenas 5% e na de 200 hectares de 11%, logo são perdas mínimas.

**Tabela 1.** Perda de área (ha) em função do erro médio dos sistemas SF1, SF2, RTX e RTK em operação com grade aradora.

	SF1	SF2	RTX	RTK
10,0 ha	2,0	1,0	0,4	0,3
50,0 ha	10,0	5,0	1,8	1,3
100,0 ha	20,0	10,0	3,5	2,5
200,0 ha	40,0	20,0	7,0	5,0
Erro médio (m)	0,2	0,1	0,035	0,025

Economicamente um dos fatores que mais impactam em uma operação de preparo de solo é o consumo de combustível, sendo assim observa-se na Tabela 2 que as diferenças entre o sinal SF1 para os outros ficaram na ordem de: 50% para o SF2, 17% para o RTX e 12% para o RTK. Esses percentuais permanecem equivalentes para as outras três áreas avaliadas. Sendo assim, para o sistema RTK a quantidade consumida de combustível variou de 2,5 a 50 litros nas áreas avaliadas, no RTX ficou entre 3,5 a 70 litros, já o SF2 a variação ficou entre 10 e 200 litros, enquanto que na SF1 observou-se uma variação de 20 a 400 litros, dessa forma, o custo de combustível na maior área avaliada foi de R\$ 179,50 para o RTK, R\$ 251,30 para o RTX, R\$ 718,00 para o SF2 e R\$ 1.436,00 para o SF1.

**Tabela 2.** Comparação do consumo de combustível entre os sistemas SF1, SF2, RTX e RTK em operação com grade aradora.

	SF1		SF2		RTX		RTK	
	Litros	R\$	Litros	R\$	Litros	R\$	Litros	R\$
10,0	20	71,8	10	35,9	3,5	12,6	2,5	9,0
50,0	100	359	50	179,5	17,5	62,8	12,5	44,9
100,0	200	718	100	359	35	125,7	25	89,8
200,0	400	1.436	200	718	70	251,3	50	179,5

Quantitativamente a diferença monetária entre o sinal SF1 e os outros, embora significativa não justifica a aquisição de um conjunto RTK no curto prazo, no entanto ao comparar com o valor da assinatura do sinal RTX se tornaria viável, desde que fosse utilizado em áreas superiores a 200 hectares, já que promoveria economia de combustível e tempo na operação.

## **CONCLUSÕES**

O sinal RTK consegue garantir uma maior precisão nas operações agrícolas, no entanto, o seu elevado custo de aquisição inicial o torna inviável para operações de preparo de solo com grade aradora. Já os sinais RTX e SF2 são viáveis se forem utilizados em áreas superiores a 200 hectares em função dos equipamentos e assinaturas dos serviços, o SF1 mesmo com maior margem de erro e com maior gasto com combustível se torna a melhor opção para áreas inferiores por não precisar de equipamentos adicionais e nem assinatura de serviço.

## **REFERÊNCIAS**

ALABAMA PRECISION AGRICULTURE. GPS Correction Services for Alabama. Series timely information agriculture, natural resources e forestry, 2009. 4p.

BAIO, F. R. R.; MORATELLI, R. F. Avaliação da acurácia no direcionamento com piloto automático e contraste da capacidade de campo operacional no plantio mecanizado da cana-de-açúcar. Engenharia Agrícola, Jaboticabal-SP, v.31, n.2, p.367-375, 2011.

JOHN DEERE. Surface Water Pro, Manual do operador, 2011, Disponível em: <[http://stellarsupport.deere.com/pt\\_BR/Support/pdf/ompfp11801\\_swp\\_2630.pdf](http://stellarsupport.deere.com/pt_BR/Support/pdf/ompfp11801_swp_2630.pdf)>. Acesso em 24 de jul. de 2019.

MOLIN, J. P. Agricultura de precisão: números do mercado brasileiro. Agricultura de Precisão: boletim técnico 3, p. 7, 2017.

MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R.; COLAÇO, A. F. Agricultura de Precisão. 1. ed. São Paulo. Oficina de Textos. 2015, 238 p.

MONICO, J. F. G. Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações, 2ª ed. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 754p.