

COMPARAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS LASER E GNSS-RTK NA DEMARCAÇÃO DE TAIPAS NO ARROZ IRRIGADO

Alexandre Cherobini Dalmolin¹; Marcos Valle Bueno²; Alexssandra Dayanne Soares de Campos²;
Jaqueline Trombetta da Silva³; Pâmela de Andrades Timm⁴; Ítalo da Silveira Corvello⁵; Lessandro Coll
Faria⁶; José Maria Barbat Parfitt⁷

Palavras-chave: Agricultura de precisão, curvas de nível, terras baixas.

INTRODUÇÃO

O sistema de irrigação por inundação contínua é tradicionalmente utilizado na irrigação do arroz em terras baixas no Rio Grande do Sul, sendo, para a retenção da lâmina de água sobre a superfície do solo, utilizadas taipas em nível. O manejo da água é realizado por gravidade dos quadros mais altos para a parte mais baixa da lavoura, através das taipas, as quais possuem diferença de cotas variando entre 3 a 15 cm, dependendo da declividade do terreno (SOSBAI, 2014).

A forma comumente empregada na demarcação das taipas, também denominada de nivelção de lavoura, é a que utiliza nível laser, o qual o emissor fica instalado em uma base fixa e a régua receptora num trator. Dessa forma esse trator, dotado de um riscador no terreno, se locomove procurando demarcar a curva de nível (BISOGNIN ET AL. 2013). Esse sistema de demarcação de taipas, apesar da experiência dos operadores, apresenta erro devido a que se deve corrigir permanentemente o traçado em pleno movimento do trator o qual implica num “delay” na correção do traçado. Em outra operação um trator com entaipadeira constrói a taipa na qual também ocorre erro devido ao raio de giro do conjunto trator-entaipadeira. Raio de giro é o raio do menor círculo que é capaz de construir esse conjunto trator-entaipadeira.

Atualmente, produtores estão adquirindo equipamentos de geotecnologias que utiliza receptores GNSS (*Global Navigation Satellite System*), com sistema de correção RTK (*Real Time Kinematic*). Essa tecnologia introduz a agricultura de precisão na lavoura arrozeira em várias atividades, entre elas: sistematização; drenagem; demarcação de taipas; adubação a taxa variada; semeadura, aplicação de defensivos; mapas de produtividades, entre outras. Para a demarcação de taipas por meio do sistema RTK, o processo se inicia com o levantamento planialtimétrico da área, determinando-se a altura de uma malha de pontos no campo, comumente entre 200 a 400 pontos por hectare. Por meio de software específico, obtém-se o modelo digital de elevação (MDE) do terreno, e, de posse do MDE, são geradas as curvas de níveis do terreno com a equidistância vertical desejada. Então, considerando o raio de giro do conjunto trator-entaipadeira, as curvas de níveis são suavizadas e demarcadas no campo pelo trator com piloto automático. Este processo também inclui erro em dois momentos: na geração do MDE pelo processo de interpolação e na suavização das curvas de níveis.

Os produtores rurais que estão usando o sistema GNSS-RTK, bem como os que desejam utilizar essa nova tecnologia no sistema produtivo, demandam informações, ainda

¹ Engenheiro Agrícola, Universidade Federal de Pelotas, endereço, e-mail.

² Mestrando, Universidade Federal de Pelotas.

³ Doutoranda, Universidade Federal de Pelotas.

⁴ Graduanda, Universidade Federal de Pelotas.

⁵ Técnico Agrícola, Granja Bretnhas.

⁶ Professor, Universidade Federal de Pelotas/Centro de Desenvolvimento Tecnológico.

⁷ Pesquisador, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

inexistente, sobre as vantagens e desvantagens na utilização desta técnica. Assim, o objetivo deste estudo foi comparar a precisão entre os sistemas Laser e GNSS-RTK aplicados na demarcação de taipas utilizadas na irrigação da cultura do arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Granja Bretanhas S/A, localizada no município de Jaguarão, Rio Grande do Sul (RS). A área experimental possui, aproximadamente, 27 ha e o relevo é típico das lavouras de arroz da região litorânea do RS, sendo as coordenadas $053^{\circ}12'7.200''$ e $S32^{\circ}31'31.440''$.

Para atingir o objetivo proposto foi estudada a precisão na demarcação de taipas dos sistemas Laser e GNSS-RTK em 12 taipas. A área experimental foi subdividida, em função da declividade, em três zonas: i) plana (0,16%), ii) declividade intermediária (0,36%), e iii) suavemente ondulada (1,3%), em cada zona foram estudadas quatro taipas. A equidistância vertical entre taipas foi de 3, 6 e 9 cm para cada zona, respectivamente.

Os equipamentos utilizados na demarcação das taipas no sistema Laser foram o emissor laser Spectra Precision Laser modelo GL710, o receptor Laserplane modelo D2-12/24 e o monitor para regulagem da altura do receptor. Foram demarcadas, por meio de um riscador acoplado ao trator, as quatro curvas de níveis no terreno, em cada zona da lavoura experimental. Concomitantemente, foi registrada a altura da taipa, a cada 3 m no sentido longitudinal do terreno, com o sistema GNSS-RTK. Nesta operação se admite que o traçado da curva de nível seja a própria taipa, ou seja, já estaria incluído o raio de giro do trator. Desta forma se obtém as diferenças de altura entre a taipa projeto do sistema laser e a taipa real.

No sistema GNSS-RTK foi utilizado um trator equipado com conjunto monitor, antena receptora do tipo GNSS e base RTK. No levantamento planialtimétrico da área, considerou-se uma malha de 10m X 3m, ou seja, o trator percorria linhas espaçadas de 10 m, e registrava a altura a cada 3 m, perfazendo então 333 pontos por hectare. Após o levantamento planialtimétrico, os dados foram inseridos no software Farm Works®, gerando-se o MDE da área e o projeto das curvas de níveis. Para a suavização das curvas de níveis foi utilizado raio de giro de 7 m, obtendo-se o projeto das taipas. Esse projeto foi inserido no monitor do trator o qual, por meio do piloto automático, copia o projeto no terreno. Igualmente ao processo do sistema Laser, no sistema GNSS-RTK foi realizado a levantamento do traçado da taipa a cada 3 m no sentido longitudinal, obtendo-se assim as diferenças na altura entre o projeto e a taipa real.

Neste trabalho foi assumido que os erros ocorridos na obtenção das alturas das taipas demarcadas pelo sistema Laser foram equivalentes as taipas demarcadas por meio do sistema GNSS-RTK. Segundo Baio e Moratelli (2011) o posicionamento por sinal RTK via rádio, garante erros muito pequenos principalmente pelo fato de requerer o uso de uma estação de referência (base), com coordenadas conhecidas, próximo da máquina equipada com o rover (antena/receptor), o que aumenta consideravelmente o nível de precisão no posicionamento.

A comparação entre os dois sistemas (Laser vs. GNSS-RTK) foi verificada pelo seguintes parâmetros: diferença de altura entre taipas; amplitude entre o ponto mais alto e o mais baixo numa mesma taipa; e desvio padrão do conjunto de pontos de cada taipa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da diferença de altura entre taipas; amplitude entre o ponto mais alto e o mais baixo em uma mesma taipa e o desvio padrão no conjunto de pontos obtidos pelos sistemas Laser e GNSS-RTK estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros das taipas obtidos nos sistemas Laser e GNSS-RTK. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2017.

Zona Plana (declividade 0,16%)										
	Laser					GNSS/RTK				
	T 1	T 2	T 3	T 4	Média	T 1	T 2	T 3	T 4	Média
Altura Média (m)	11.425	11.425	11.353	11.350		11.425	11.391	11.366	11.285	
Dif. altura (cm)		0.0	7.2	0.3	2.5		3.5	2.5	2.1	2.7
Amplitude (cm)	12.0	12.9	18.0	11.4	13.6	11.4	9.7	10.0	6.0	9.3
D. padrão (cm)	2.4	2.4	3.0	2.3	2.5	2.1	1.8	2.1	1.5	1.9
Zona intermediária (declividade 0,36%)										
	Laser					GNSS-RTK				
	T 1	T 2	T 3	T 4	Média	T 1	T 2	T 3	T 4	Média
Altura Média (m)	10.939	10.850	10.789	10.737		10.939	10.887	10.828	10.771	
Dif. altura (cm)		8.8	6.2	5.2	6.7		5.2	5.9	5.7	5,6
Amplitude (cm)	12.8	13.0	11.8	10.6	12.1	8.5	11.4	13.0	12.3	11,3
D. padrão (cm)	2.4	2.2	2.0	2.0	2.2	1.6	1.9	2.0	2.1	1.9
Zona ondulada (declividade 1,3%)										
	Laser					GNSS-RTK				
	T 1	T 2	T 3	T 4	Média	T 1	T 2	T 3	T 4	Média
Altura Média (m)	10.538	10.456	10.357	10.255		10.538	10.460	10.370	10.273	
Dif. altura (cm)		8.2	9.9	10.2	9.4		7.7	9.0	9.7	8,8
Amplitude (cm)	17.1	23.3	22.6	22.2	21.3	16.6	13.2	12.0	14.6	14,1
D. padrão (cm)	3.4	4.0	4.0	4.4	4.0	2.7	2.4	2.2	3.0	2,6

Pode-se observar na Tabela 1 que, em termos médios, as diferenças das alturas entre taipa no sistema Laser são de 2,5, 6,7 e 9,4 cm e no sistema GNSS-RTK 2,7, 5,6 e 8,8 cm para, respectivamente, 0,16%, 0,36% e 1,3% de declividade, entretanto, estas diferenças deveriam ser de 3, 6 e 9 cm, respectivamente.

Nessa diferença estão incluídos o erro na execução e o processo de suavização das taipas. Entretanto, em termos relativos, o sistema Laser apresentou erro maior, embora o valor absoluto do erro seja pequeno. O fato mais relevante observado foi que, no sistema Laser, na área denominada plana (declividade 0,16%) observou-se que duas taipas (T1 e T2) que deveriam ter 3 cm de equidistância vertical apresentaram a mesma altura. Isto pode ser explicado devido ao fato que, em área mais plana, uma pequena diferença vertical pode representar uma grande distância na horizontal e o trator em movimento pode percorrer grande distância fora da altura desejada. Este fato não acarreta em problema de irrigação no quadro formado entre as duas taipas, entretanto, no quadro entre as taipas T2 e T3, a diferença foi de 7,2 cm o qual pode ocasionar um quadro maior do que o indicado, provocando dificuldade adicional no manejo água de irrigação.

A Amplitude nos mostra valores extremamente altos, pois em alguns casos superam a altura da taipa que é entorno de 18 cm o qual também pode ser devido a suavização ou a irregularidades eventuais do terreno. Em termos relativos o sistema laser apresenta também valores mais altos principalmente na zona denominada de ondulada. Aonde a diferença entre os sistemas chega a mais de 7 cm. Na zona plana as diferença também são relativamente altas sendo que na zona intermediária se aproximam.

O desvio padrão mostra que essa variação é maior para ambos os métodos na zona ondulada (declividade igual a 1,3%). Observou-se que o sistema Laser tem o menor desvio na zona intermédia (declividade igual a 0,36%), já para sistema GNSS-RTK o valor da zona plana e intermediária são iguais, não havendo influência da declividade neste caso. Ressalta-se ainda que o sistema GNSS-RTK apresenta melhor desempenho, considerando que em todas as zonas (plana, intermediária e ondulada) teve menor desvio padrão que o sistema tipo Laser.

De modo geral o sistema GNSS-RTK apresenta melhor desempenho de uma forma

geral. Na zona de declividade intermediária os dois métodos apresentam desempenho próximos, ainda assim, o sistema GNSS-RTK foi superior ao sistema Laser. Nas zonas plana e onduladas o sistema Laser apresenta desempenho inferior, isto se explica pelo motivo de dificuldade de encontrar a altura certa na zona plana e na zona com maior declividade pequeno desvio pode significar grande diferença de altura.

A equidistância vertical entre taipas é definida em função da declividade do. Quanto menor for a diferença vertical entre taipas mais uniforme será a lâmina de irrigação aplicada. Em termos práticos os produtores e técnicos sabem que nessa diferença de altura estão inseridos os erros cometidos durante o processo de demarcação das taipas, que, como observado neste estudo, podem superar as diferenças verticais; por exemplo, em uma demarcação com 3 cm de diferença vertical pode ocorrer um desvio padrão da mesma magnitude, como observado na Tabela 1.

Por fim, cabe ressaltar que ao se dispor de uma metodologia com maior precisão, como é o caso do sistema GNSS-RTK mantendo-se a equidistância vertical do sistema Laser, é possível obter uma irrigação mais eficiente, ou, pode-se aumentar a equidistância vertical entre taipas conservando a mesma qualidade de irrigação do sistema Laser, o que teria impacto positivo no custo financeiro da lavoura de arroz, ou ainda, diminuir a altura das taipas, principalmente nas zonas planas, com efeito positivo na produtividade da lavoura e no retorno econômico do produtor. Os dados obtidos neste estudo suportam a hipótese de que ao se utilizar o sistema GNSS-RTK em substituição ao sistema Laser, pode-se reduzir em aproximadamente um 20% das taipas. Isto ocorre em função, principalmente, da redução da variação dos dados em relação à média (desvio padrão amostral). Destaca-se ainda que outros estudos estão sendo realizados para se chegar a um valor mais preciso desta informação.

CONCLUSÃO

As taipas demarcadas pelo sistema GNSS-RTK apresentam maior precisão que as demarcadas pelo sistema Laser. O sistema GNSS-RTK apresenta melhor desempenho que o sistema Laser principalmente nas zonas mais planas, bem como, e mais onduladas da lavoura. O sistema de demarcação de taipas GNSS-RTK permite diminuir aproximadamente 20% do total de taipas ou diminuir a altura das taipas.

AGRADECIMENTOS

À Granja Bretanhas S/A, na pessoa de seu gerente Rubimar Leitzke, pela área experimental, infraestrutura e pessoal que tornou possível a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

BISOGNIN, B. P.; BATISTELLA, B. F.; LOPES, T. G.; AURELIO, M. A.; DIAS, V. O.. No nível. *Revista Cultivar Maquina* n.184 Outubro 2013. p.06-08, 2013.

FARM WORKS, versão 2016.02.00.57, Information Management Solutions. TRIMBLE, 2016.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO – SOSBAI. Arroz irrigado: **Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil**. XXX Reunião técnica da cultura do arroz irrigado, 06 a 08 de agosto de 2014, Bento Gonçalves, RS, Brasil. 192 p. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Santa Maria, 2014. Disponível em: <http://www.sosbai.com.br/docs/Boletim_RT_2014.pdf>.