

Avaliação da aplicação do software E-Dif em condições reais de aplicação de insumos agrícolas

Marcelo Luiz Chicati ¹
Marcos Rafael Nanni ¹
Mônica Sacioto Chicati ¹
Everson César ¹
Roney Berti de Oliveira ¹

¹ Universidade Estadual de Maringá - UEM
Avenida Colombo, 1790 – Jardim Universitário – Maringá – PR – CEP 87020-900
mlchicati@hotmail.com
marcos.nanni@gmail.com
monicasacioto@gmail.com
eversoncezar@yahoo.com.br
roneyberti@hotmail.com

Abstract. The current economic scenario favors the development of increasingly accessible technologies, contributing to the constant evolution of sectors such as information technology and electronics. This directly affects the Brazilian agricultural sector, where Precision Agriculture (AP) has been gaining adherents and establishing itself as an indispensable technological option for optimizing the use of inputs and reducing costs, in an ecologically sustainable way, and thus improving the economic viability of the activity as a whole. In this sense, the present work consists of an evaluation of a self-propelled sprayer equipped with extended differential correction (E-Dif) technology in a rural property in the municipality of Ourizona, Paraná. To verify the accuracy of the equipment, a static survey was carried out using coordinate transport with L1 and L1 / L2 receivers as a control of the demarcated area, and area application maps provided by the E-Dif software were obtained in applications for different periods of the day. The areas were compared using the Tukey test for homogeneous groups with 5% significance. It was possible to observe that there was a significant difference between the actual area of application (Witness) and the area of experimental application (Repetitions). This methodology was efficient to show that there are significant divergences between the control and the applications, but within the expected precision of the apparatus and for use in Precision Agriculture.

Palavras-chave: Precision Agriculture, differential correction, agriculture, sprayer.

1. Introdução

O cenário econômico atual favorece o desenvolvimento de tecnologias cada vez mais acessíveis, contribuindo para a constante evolução de setores como a informática e a eletrônica. Isso afeta diretamente o setor agrícola brasileiro, onde a Agricultura de Precisão (AP) vem ganhando adeptos e se firmando como uma opção tecnológica indispensável para otimização do uso de insumos e redução de custos, de forma ecologicamente sustentável, e assim, melhorando a viabilidade econômica da atividade como um todo (Balastreire, 1998).

É nesse contexto que surge a Correção Diferencial Estendida (E-Dif), uma alternativa tecnológica para correção em tempo real de máquinas agrícolas que utilizam apenas algoritmos internos para modelar os erros ambientais (Batte e Ehsani, 2006). A vantagem maior dessa tecnologia é facilidade e amplitude da aplicação, aliado ao menor custo do produto, comparado a outros modelos de correção em tempo real (Goel et al., 2003).

Da mesma forma, o desenvolvimento de maquinários para aplicação de defensivos adaptados a AP também se tornou uma realidade na agricultura, frequentemente associados a equipamentos de correção em tempo real. Desses maquinários se destacam os pulverizadores autopropelidos, em função de sua grande adaptação aos terrenos, segurança e desempenho (Chritofolletti, 1999).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a acurácia do pulverizador autopropelido “Gladiador” equipado com software E-Dif, desligamento automático de seções e piloto automático em condições de campo. Para isso, as falhas de aplicação do pulverizador foram mensuradas, de forma simples e indireta, em duas etapas consecutivas: a) Comparação das áreas obtidas pelos diferentes métodos de levantamento; b) quantificação de perdas de aplicação e perdas econômicas na propriedade estudada.

2. Metodologia de Trabalho

A propriedade estudada é denominada Fazenda São Luiz, localiza-se no município de Ourizona, Paraná, e possui área total de plantio de 762 hectares, cultivada em sistema de sucessão de soja e milho e uso extensivo de fungicidas, inseticidas e herbicidas via pulverização. Dentro dessa propriedade, o lote 195 foi escolhido para o levantamento (Figura 1). Possui relevo suave e suave-ondulado e não apresenta área de reserva legal. A escolha da área foi realizada em função da facilidade de acesso e disponibilidade do equipamento de pulverização. Essa área foi delimitada com estacas de madeira para a avaliação de desempenho do maquinário.



Figura 1. Imagem do lote 195 da Fazenda São Luiz

Após delimitada a área, as estacas foram georreferenciadas através de um transporte de coordenadas. O equipamento utilizado como base foi um receptor L1/L2 TechGeo modelo GTR-G², e o equipamento utilizado como rover foi um receptor L1 TechGeo modelo GTR-A BT (Molin e Carreira, 2006). Foi realizado o levantamento dos pontos pelo método estático com tempo de rastreamento de 20 minutos em cada estaca. As correções foram realizadas com software de pós-processamento GTR - Processor v2.87.

Para obter o mapa da área, as coordenadas geodésicas foram transformadas em coordenadas cartesianas utilizando o software TCGeo (IBGE, 2011). Esses valores foram utilizados como testemunhas para avaliação do desempenho do equipamento de pulverização. A área obtida foi considerada a área real de aplicação e utilizada como testemunha para comparação das outras aplicações.

O equipamento de pulverização avaliado foi um pulverizador autopropelido modelo “Gladiador” da marca Stara, com barras de 20 metros de largura. Este equipamento possui um receptor L1 e utiliza o equipamento Topper S3 (Stara, 2008) da Hemisphere que está habilitado

para utilizar o software de pseudo-correções E-Dif (Hemisphere, 2010). Também apresenta desligamento automático de seções (tecnologia T-Jet). Este pulverizador não possui tecnologia de aplicação em taxas variadas, sendo utilizado apenas para pulverizações homogêneas, sem necessidade da elaboração de mapas de aplicação.

O próprio software elabora o mapa de aplicação, como ilustrado na Figura 2, disponibilizando os valores de área total percorrida, área de sobreposição e área aplicada. Para fins de avaliação, foi utilizada apenas a área aplicada.

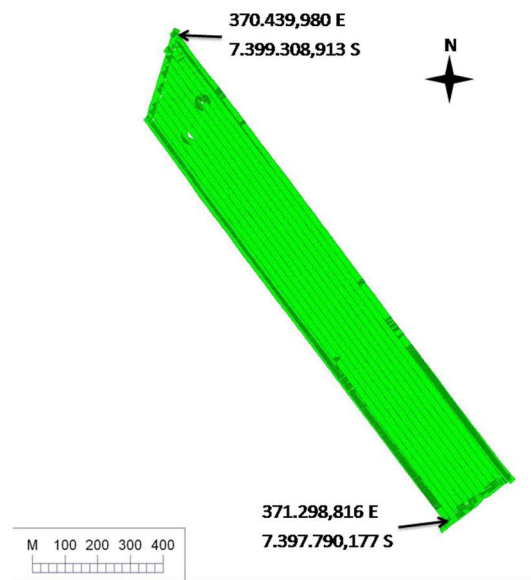


Figura 2. Croqui de aplicação com o pulverizador autopropelido

Foram realizadas três repetições em diferentes períodos do dia (07:00, 11:00, 17:00), sempre no sentido transversal do lote, com aplicação em linhas paralelas. A visualização dos mapas foi realizada com o software Field Notes (Hemisphere, 2011). A avaliação estatística comparativa foi realizada por meio de teste de Tukey, a 5% de significância, com auxílio do software Statistica 10 (Quest, 2011).

3. Resultados e Discussão

O mapa da região obtida com o levantamento estático apresentou área de 412.877,6277 m², de acordo com a Figura 3. As correções apresentaram erro inferior ao exigido pela Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais (INCRA, 2013) para os vértices da poligonal de apoio, com tolerância horizontal inferior a 0,2 m.

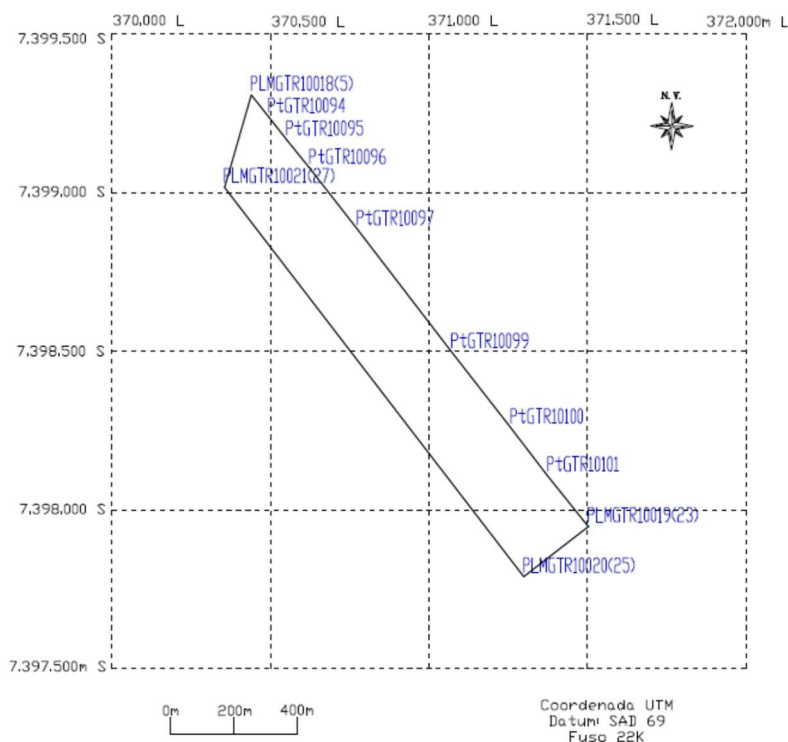


Figura 3. Mapa obtido por meio do levantamento estático dos pontos

As coordenadas UTM correspondentes aos pontos do mapa se encontram na Tabela 1.

Tabela 1. Marcos Georreferenciados em coordenadas UTM.

Estacas	Coordenadas UTM - Fuso 22 K		
	E (m)	N (m)	h (m)
PLMGTR10018(5)	370.439,980	7.399.308,913	308,817
PtGTR10094	370.495,553	7.399.239,226	315,984
PtGTR10095	370.552,539	7.399.167,862	321,837
PtGTR10096	370.624,614	7.399.077,867	328,628
PtGTR10097	370.774,991	7.398.885,192	338,329
PtGTR10099	371.072,574	7.398.497,930	355,865
PtGTR10100	371.258,726	7.398.259,619	363,811
PtGTR10101	371.374,526	7.398.108,524	367,801
PLMGTR10019(23)	371.503,133	7.397.948,858	362,426
PLMGTR10020(25)	371.298,816	7.397.790,177	355,975
PLMGTR10021(27)	370.355,897	7.399.017,574	307,490

Apesar das limitações apresentadas pelo software E-Dif no que diz respeito a disponibilização dos dados da aplicação, restrito ao mapa de área de aplicação, ainda foi possível realizar a comparação entre as aplicações, sem prejuízo dos resultados. Os mapas obtidos através da aplicação com o autopropelido foram semelhantes à Figura 2, mostrada anteriormente.

A comparação das áreas foi realizada utilizando o teste de Tukey para grupos homogêneos com 5% de significância, através do software Statistica 10 (Tabela 2). Foi possível observar que houve diferença significativa entre a área real de aplicação (Testemunha) e a área de aplicação experimental (Repetições).

Tabela 2. Valores de Área Real e Experimentais divididos por grupos de significância¹

Parcelas Amostrais	Valor da área (m ²)	Grupo 1	Grupo 2
Testemunha ²	412.877,63	X	
R1 (07 h) ³	399.170,00		X
R2 (11 h) ³	397.940,00		X
R2 (17 h) ³	399.830,00		X

¹ Teste de Tukey para grupos homogêneos à 5% de significância;

² Área real de aplicação;

³ Área de aplicação experimental.

A partir deste teste, podemos dizer que a diferença de área é significativa e decorrente das falhas de aplicação (FA), que são obtidas a partir da seguinte equação:

$$F_A = \frac{A_R - \bar{X}_E}{A_R} \times 100$$

Onde:

F_A = Falhas de Aplicação (%)

A_R = Área Real de Aplicação (m²)

\bar{X}_E = Média das Áreas experimentais (m²)

Utilizando o valor de falha de aplicação podemos obter a Variação Linear (VL) para a barra de 20 metros do pulverizador, através da equação:

$$V_L = C_B \times F_A$$

Onde:

V_L = Variação Linear (m)

C_B = Comprimento da Barra (m)

F_A = Falha de Aplicação (%)

Os valores encontrados estão na Tabela 3.

Tabela 3 – Falhas de Aplicação na Fazenda São Luiz.

A_R (m ²)	X_E (m ²)	F_A (%)	Variação Linear (m)
412.877,63	398.980,00	3,37	0,674

A Variação Linear encontrada para o pulverizador foi de 0,674 metros, inferior à precisão de 2 metros esperada para a maioria das aplicações agrícolas em agricultura de precisão (STABILE & BALASTREIRE, 2006). Também foi inferior à precisão de 1 a 2 metros esperada para esse um equipamento com correção E-Dif (STARA, 2008). No entanto, a precisão foi superior à 0,1 metros, necessária para evitar sobreposição de aplicação (STAFFORD, 1996).

4. Conclusões

Os resultados obtidos com o levantamento do pulverizador autopropelido, em condições de campo, foram compatíveis entre si, o que significa que a aplicação não sofreu alterações em função do período de aplicação do dia dentro da mesma área.

A diferença observada entre os valores do levantamento estático e a aplicação com pulverizador utilizando o software E-Dif foi significativa, porém, dentro do previsto para o

equipamento, o que comprova o seu bom desempenho. Para aplicações que busquem evitar a sobreposição de pulverização, se torna necessário um equipamento com maior precisão.

O maquinário avaliado, dentro das condições específicas do estudo, apresentou desempenho satisfatório e, portanto, cumpriu com as exigências para o uso em AP.

Referências Bibliográficas

BALASTREIRE, L.A. **Agricultura de precisão**. Piracicaba: Balastreire, L.A., 1998. p.1-8.

BATTE, M.T.; EHSANI, M.R. The economics of precision guidance with auto-boom control for farmer-owned agricultural sprayers. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 53, n. 1, 2006.

CHRISTOFOLETTI, J.C. **Considerações sobre tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. São Paulo: Boletim Técnico n. 5, 1999. 19p.

GOEL, P.K. et al. Potential of airborne hyper spectral remote sensing to detect nitrogen deficiency and weed infestation in corn. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.38, n.2, 2003.

HEMISPHERE GPS. GPS Technical Reference v1.02. 2010. Disponível em: <http://www.hemispheregps.com/gpstechinfo/>. Acesso em 21 dezembro de 2015.

HEMISPHERE GPS. **Field Notes Software**. 2011. Disponível em <http://www.outbackguidance.com/Support/Precision/Software/tabid/494/Default.aspx>. Acesso em 21 de dezembro de 2015.

IBGE. **Aplicativo de Transformação de Coordenadas TCGeo**. 2011. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/download/geociencias.shtm>. Acesso em 21 de dezembro de 2011.

INCRA. Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais. 3ª Edição. 2013. Disponível em: http://www.incra.gov.br/portal/images/arquivos/norma_tecnica_georreferenciamento.pdf. Acesso em 20 de dezembro de 2015.

MOLIN, J.P.; CARREIRA, P.T. Metodologia para ensaios cinemáticos de receptores de GNSS utilizando um GPS RTK como referência. **Revista Brasileira de Agroinformática**, v.8, n. 1, 2006.

STABILE, M.C.C. BALASTREIRE, L.A. Comparação de três receptores GPS para uso em agricultura de precisão. **Engenharia Agrícola**, v.26, n.1, 2006.

STARA. **Topper S3 – Manual de Instruções**. Revisão 1, Agosto de 2008.

QUEST SOFTWARE. **Statistica 10: Users guide**. 2011.