

AVALIAÇÃO DE RECEPTORES GPS EM CONDIÇÕES CINEMÁTICAS

A contribuição do projeto Temático GNSS-SP com a Agricultura de Precisão

Fernando Garcia Espolador

Graduando em Eng. Agrônômica – ESALQ/USP

Orientador: Prof. Dr. José Paulo Molin

Receptores GNSS e Agricultura de Precisão (AP)

Agricultura de Precisão (AP): Gestão da variabilidade ESPACIAL e temporal, a nível de campo, para melhorar o retorno econômico e reduzir os impactos ambientais (BLACKMORE et al., 2003).

GNSS é tido como a ferramenta mais empregada na AP (ANSELMINI, 2012).

Receptores GNSS e Agricultura de Precisão (AP)

Os fabricantes de receptores de GNSS disponibilizam relatórios do desempenho de seus receptores no modo estático em condições de alta visibilidade (MACHADO & MOLIN, 2011).

Mas em movimento há diferença entre receptores ou sistemas de constelação?



Objetivo

Estudar a acurácia e estabilidade de posicionamento de receptores de sinal GNSS sob condições cinemáticas e sob diferentes sistemas de constelações.

Materiais e métodos utilizados

Materiais:

- ✓ Trilho: aproximadamente 20 m de diâmetro, com um pivô central para alimentar o carrinho com corrente contínua trifásica.
 - ✓ Carrinho: armação metálica que possui um motor que é alimentado por um cabo que sai do pivô central, por rodas de tração, arraste e fixação; além de uma prancha de madeira.
 - ✓ Receptores GNSS: presos a prancha em locais previamente demarcados que possuem rotas conhecidas por meio de placas de ferro-ímã, braçadeiras de nylon ou parafusados.
- 



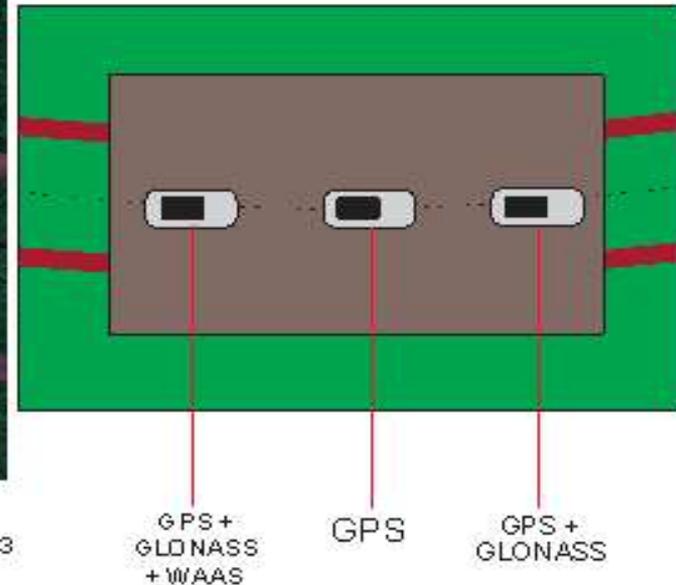
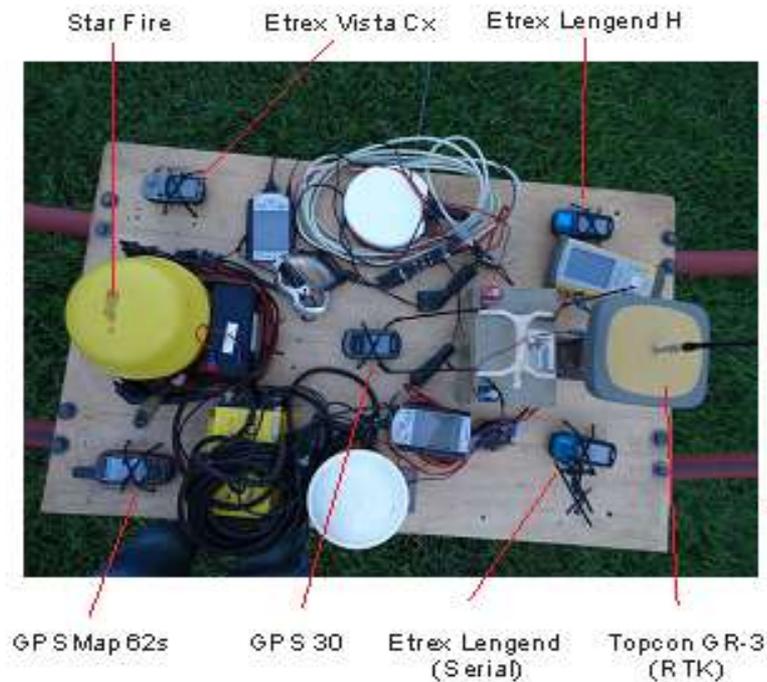




Testes realizados

Teste 1 – com vários modelos de receptores;

Teste 2 – com um mesmo modelo e o uso de constelações diferentes.



Avaliações

Velocidade: 1,5 m.s⁻¹

Tempo de coleta: 1 hora

Intervalo entre repetições (mínimo): 1 hora

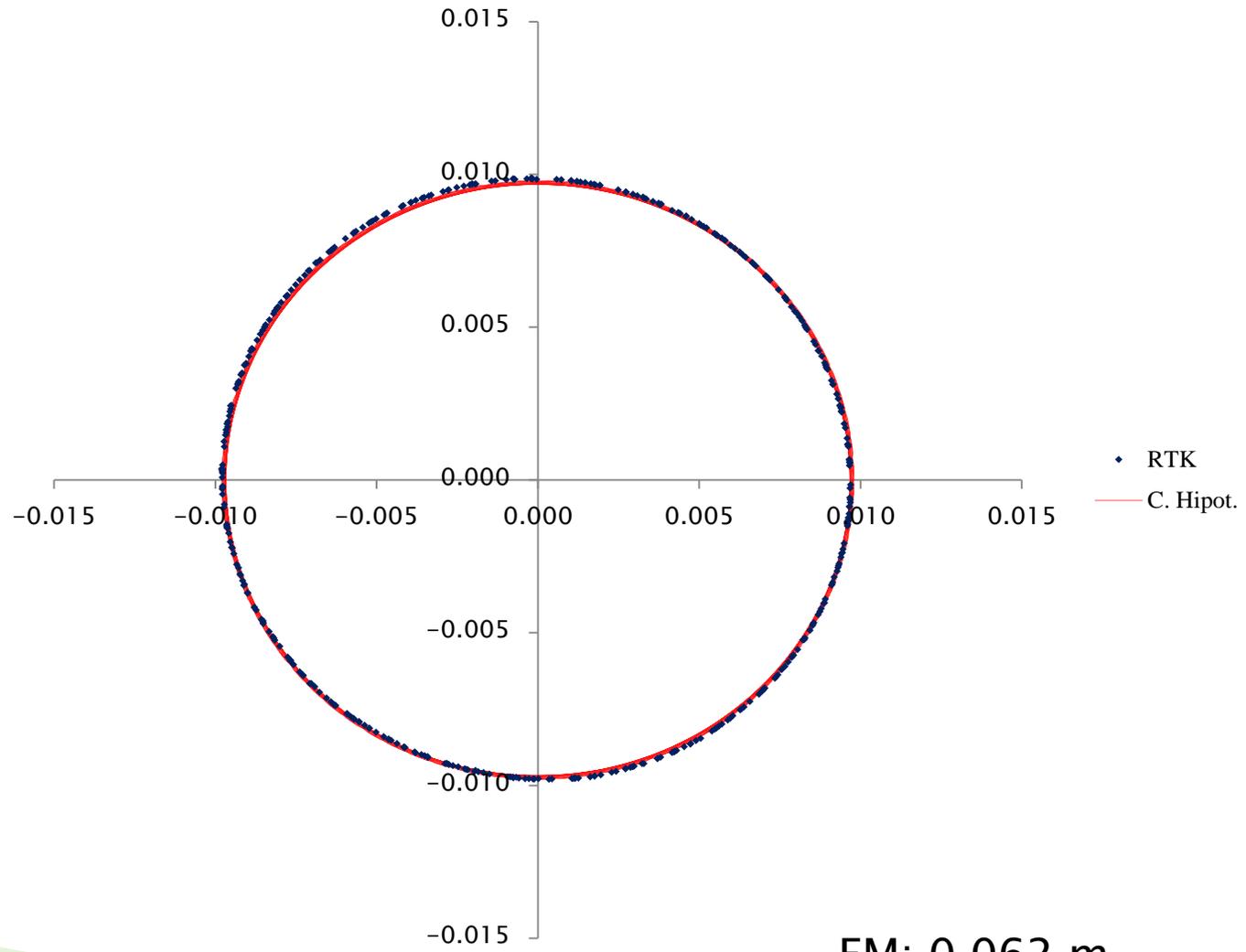
Frequência de coleta: 10 Hz

Número de repetições: 4 Repetições

O parâmetro utilizado para as avaliações foi o Erro Médio:

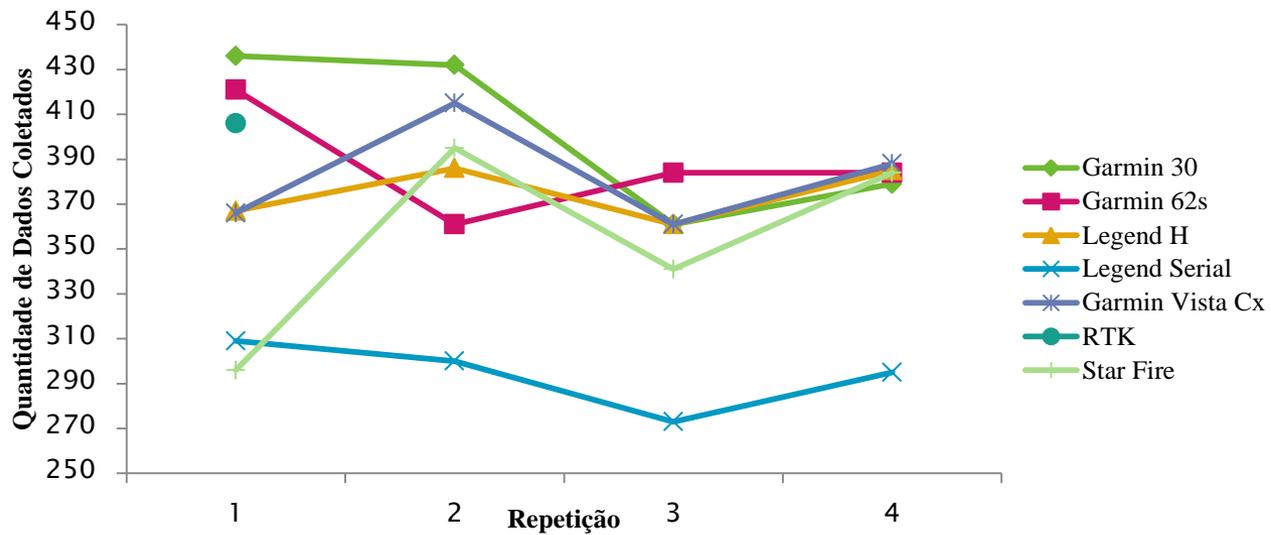
$$Erro = \left| \frac{\sum_{i=1}^N \sqrt{(X_{\text{mensurado}} - X_{\text{centro}})^2 + (Y_{\text{mensurado}} - Y_{\text{centro}})^2}}{N} - R \right|$$

Percurso do RTK



EM: 0,062 m

Experimento 1



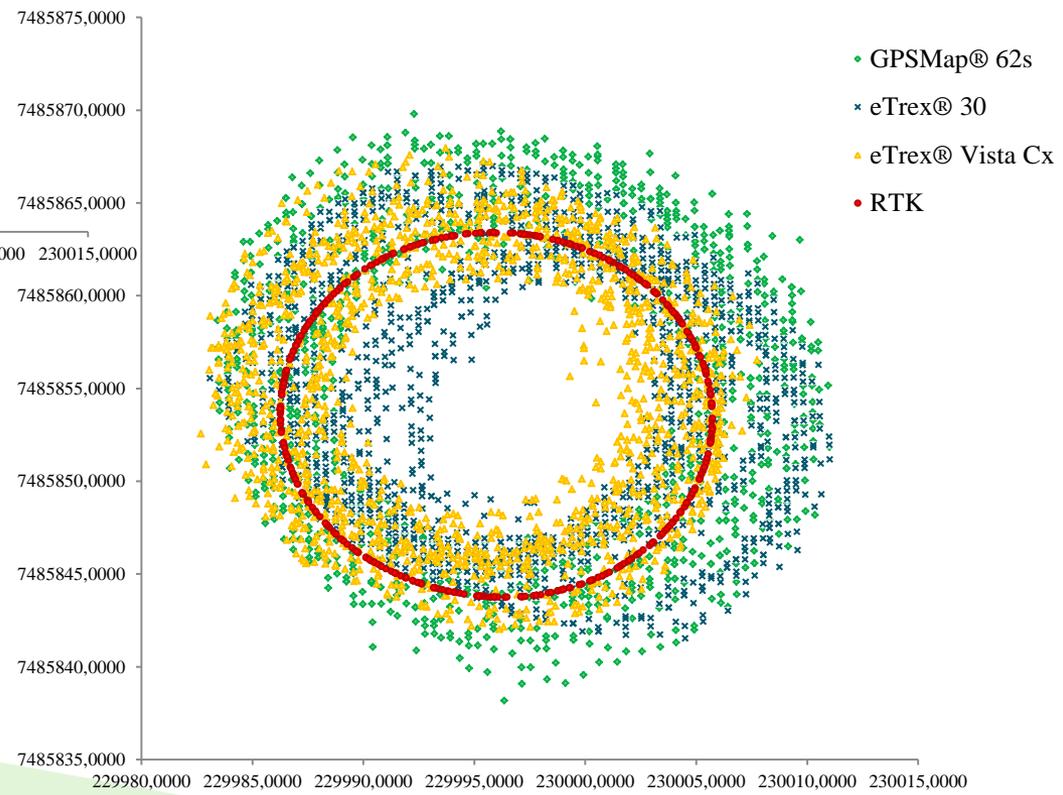
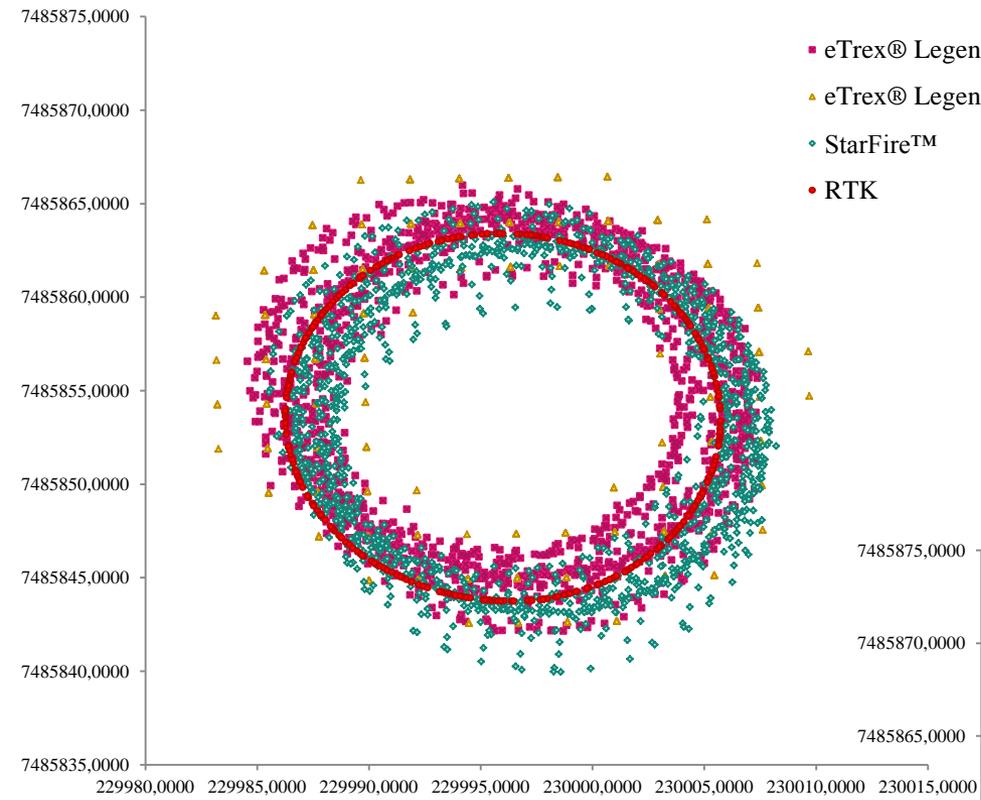


Tabela 1. Erro Médio, desvio padrão e número médio de aquisições obtidos no ensaio com diversos receptores GPS durante o Experimento 1.

Modelo de receptor	Erro Médio* (m)	Desvio Padrão (m)	Aquisições
eTrex® 30	2,055 A	1,135	402
GPSMap®62s	1,983 AB	1,309	387
eTrex® Legend H	1,059 B	0,634	375
eTrex® Legend(Serial)	1,357 AB	0,790	295
eTrex® Vista Cx	1,581 AB	1,023	382
StarFire™	1,051 B	0,624	354

*Valores de Erro Médio com mesma letra não diferem estatisticamente com significância de 5%, segundo o teste de Tukey.

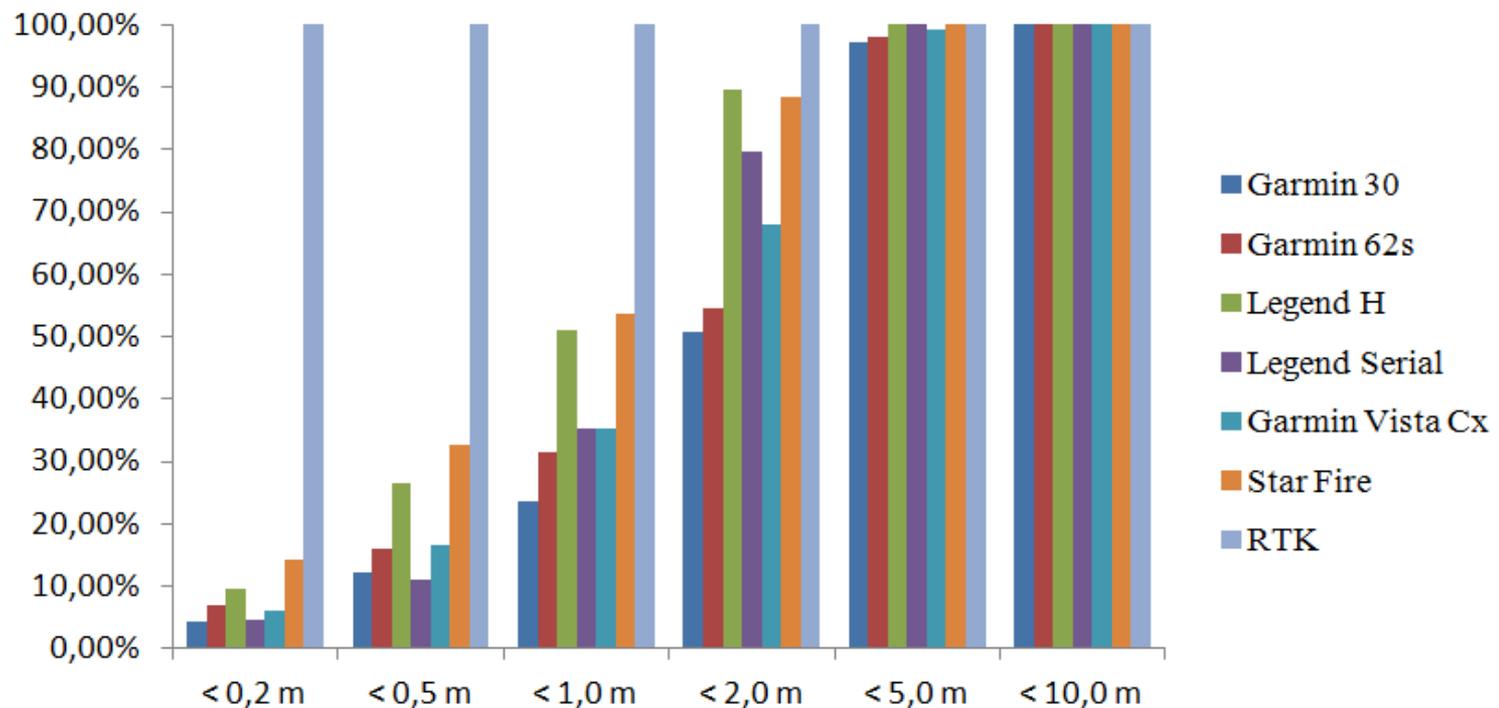


Figura 6. Comparação entre a distância do ponto adquirido em relação ao ponto de referência de para os receptores durante as repetições do ensaio 1, frequência acumulada.

Experimento 1.

- ▶ O RTK foi capaz de perceber as deformações nos percursos;
- ▶ Os receptores tiveram diferenças nos seus relógios internos, principalmente eTrex[®] Legend (Serial), refletindo em menor número de coletas.
- ▶ Observou-se que os melhores receptores foram o StarFire[™] e o eTrex[®] Legend H, porém só diferiram estatisticamente do eTrex[®] 30

Experimento 2

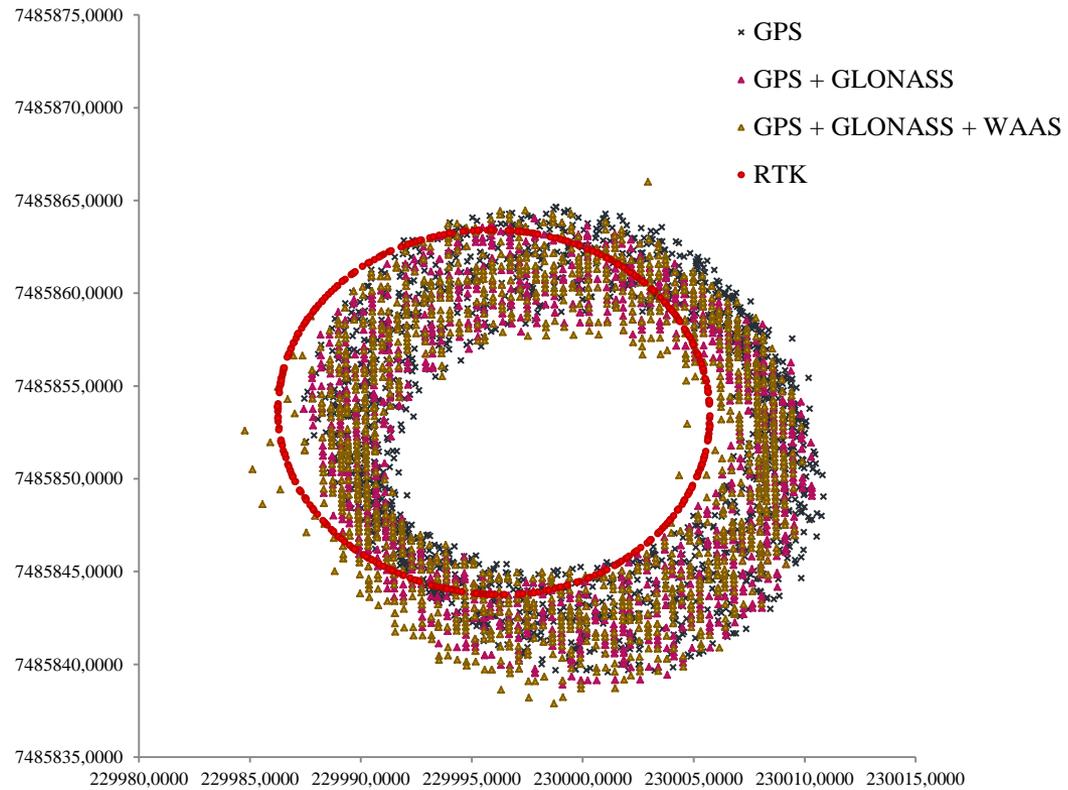


Tabela 2. Erro Médio, desvio padrão e número médio de aquisições obtidos no ensaio com receptor eTrex® 30 com diferentes constelações de satélites utilizadas.

	Erro Médio* (m)	Desvio Padrão (m)	Aquisições
GPS	2,449 A	1,297	401,00
GPS + GLONAS	2,380 A	1,285	403,00
GPS + GLONASS+ WAAS	2,287 A	1,245	404,25

*Valores de Erro Médio com mesma letra não diferem estatisticamente com significância de 5%, segundo o teste de Tukey.

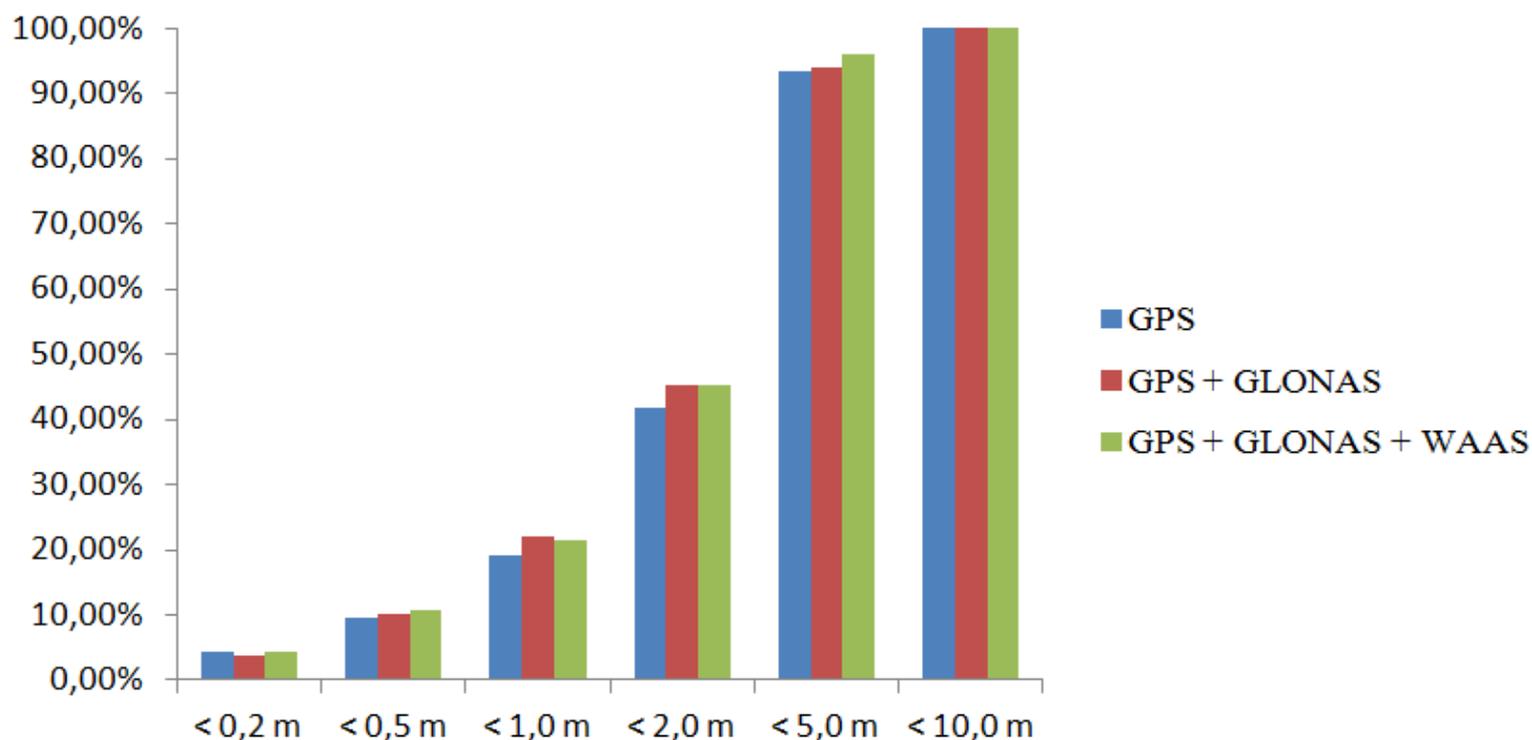


Figura 8. Comparação entre a distância do ponto adquirido em relação ao ponto de referência de para os receptores durante as repetições do ensaio 2, frequência acumulada

Experimento 2

- ▶ Todos os dados apresentaram um deslocamento a sudeste em relação ao círculo obtido com o RTK;
- ▶ Estatisticamente os tratamentos não diferiram entre si, mesmo o conjunto GPS + GLONAS + WAAS apresentou-se com um erro ligeiramente menor que os demais;

Observações gerais

- ▶ Os Erros Médios subestimam o erro real visto que calculam o erro ortogonalmente à circunferência. Isso deve-se a duas impossibilidades:
 - (a) saber exatamente onde o receptor se encontrava radialmente no trilho no momento da coleta
 - (b) o não sincronismo dos relógios internos (o que permitiria todos os modelos coletar o dado num mesmo momento).
- 

Conclusão

- ▶ Observou-se diferenças de qualidade de posicionamento entre os receptores;
 - RTK;
 - StarFire™ e eTrex® Legend H;
 - Os demais.
- ▶ Em relação à escolha das constelações, o sistema (GPS + GLONASS + WAAS) não mostrou-se significativamente melhor que as demais combinações com uma defasagem consistente dos dados em relação a posição real.

Agradecimento

- ▶ FAPESP
 - ▶ CNPq
 - ▶ ESALQ-USP
 - ▶ gMAP
- 

Referências

- ▶ ANSELMINI, A. A.; Adoção da Agricultura de Precisão no Rio Grande do Sul, Dissertação (Mestrado) UFRGS, Porto Alegre, 2012.
- ▶
- ▶ CAMARGO, D.; MOLIN, J.P. Projeto e construção de uma estrutura para testes cinemáticos com receptores de GNSS, In: 19º Simpósio Internacional de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo – SIICUSP. Piracicaba, 2011.
- ▶
- ▶ CAPPELLI, N.L.; UMEZU, C.K.; SILVEIRA, A.C. Desempenho comparativo dos aparelhos GPS eTrex, Illplus e AGgps132 quanto a acurácia e precisão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2004, Piracicaba. Piracicaba: ESALQ/USP, 2004. CD 1.
- ▶
- ▶ MACHADO, T. M.; MOLIN, J. P. Ensaio estático e cinemático de receptores de GPS. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.15, n.9, p.981-988, 2011.
- ▶
- ▶ SEGANTINE, P. C. L. GPS: Sistema de Posicionamento Global; EESC/USP, São Carlos, 2005.

Muito Obrigado!

Fernando Garcia Espolador

Graduando em Eng. Agrônômica – ESALQ/USP

Orientador: Prof. Dr. José Paulo Molin

