

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE AGRONOMIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM MANEJO DA FERTILIDADE DO SOLO

CAIO BEDRA BIN

**COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO DE DIFERENTES RECEPTORES GPS E
APLICATIVOS NO MAPEAMENTO DE ÁREA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

DOIS VIZINHOS

2016

CAIO BEDRA BIN

**COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO DE DIFERENTES RECEPTORES GPS E
APLICATIVOS NO MAPEAMENTO DE ÁREA**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Manejo da Fertilidade do Solo da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Manejo da Fertilidade do Solo, com Ênfase em Manejo Ecológico do Solo ou Agricultura de Precisão Aplicada ao Manejo da Fertilidade do Solo.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Fabiani das Dores Abati Miranda.

DOIS VIZINHOS

2016



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos
Coordenação de Agronomia
Curso de Especialização em Manejo da Fertilidade do Solo



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia nº 16

COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO DE DIFERENTES RECEPTORES GPS E
APLICATIVOS NO MAPEAMENTO DE ÁREA.

por

Caio Bedra Bin

Monografia apresentada às dezesseis horas e trinta minutos do dia vinte de dezembro de dois mil e dezesseis, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Manejo da Fertilidade do Solo, com Ênfase em Agricultura de Precisão Aplicada ao Manejo da Fertilidade do Solo, Curso de Especialização em Manejo da Fertilidade do Solo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Paulo Fernando Adami

Prof. Esp. Maurício Martello

Prof^a. Dr^a. Fabiani das D. Abati Miranda.
Orientadora

Prof. Dr Carlos Alberto Casali
Coordenador do Curso

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Especialização em Manejo da Fertilidade do Solo.

Dedico este trabalho a minha
esposa, meu filho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha esposa, que acima de qualquer circunstância sempre esteve ao meu lado, me apoiando, incentivando, aconselhando, e acima de tudo, me fortalecendo e me ensinando que todos os nossos objetivos são alcançados a partir do momento em que nos colocamos a disposição da sua realização, com fé e determinação.

RESUMO

BIN, Caio Bedra. **Comparação do desempenho de diferentes receptores GPS e aplicativos no mapeamento de área.** 2016. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso em Especialização em Manejo da Fertilidade do solo - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2015.

A Agricultura de Precisão consiste na integração de informações físicas e tecnológicas no manejo, que possibilitam um reconhecimento mais detalhado do território de plantio, permitindo melhorias em todo o processo de produção. O uso de GPS possibilita esta avaliação física e tecnológica da área, porém seu custo elevado limita a aquisição do produtor. Uma das alternativas que o produtor tem encontrado tem sido os aplicativos de celulares destinados ao mapeamento de áreas. Diante disso, buscou-se realizar o levantamento de uma área com receptores GPS geodésicos, topográficos e de navegação e aplicativos específicos para comparar o desempenho dos mesmos, estimativa de área. Existem diferentes receptores GNSS, e geralmente são classificados em Geodésicos, Topográficos e de Navegação. A diferença entre eles está, além do custo de aquisição, no nível de precisão alcançada em seus aparelhos. A área de estudo foi definida por critérios como fácil localização, acessibilidade, possuir cobertura de internet móvel e pela necessidade de um mapeamento exato. Os levantamentos topográficos foram realizados utilizando receptores GPS topográfico, Geodésico, de navegação, e um Smartphone. Quando comparados os dados de coleta com receptores Topográfico e Geodésico, observa-se que existe coerência nos valores. Os receptores de navegação também se mostraram precisos quando comparado aos aplicativos. Para os aplicativos de smartphone, observou-se elevada alteração na área total e no perímetro. Os aplicativos obtiveram os piores resultados, gerando mapas com distorções e variações no tamanho de área quando comparados entre eles e com receptor Geodésico.

Palavras-chave: Agricultura de Precisão. GPS. Levantamento de área. Aplicativo.

ABSTRACT

BIN, Caio Bedra. **Comparison of the performance of different GPS receivers and applications in the area mapping.** 2016. 29 f. Study of completion in Specialization in Management of soil fertility - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2015.

Precision Agriculture consists of the integration of physical and technological information in the management, which allows a more detailed recognition of the territory of planting, allowing improvements throughout the production process. The use of GPS allows this physical and technological evaluation of the area, but its high cost limits the acquisition by the producer. One of the alternatives that the producer has found has been the mobile applications for mapping areas. A survey was made of an area with geodetic, topographic and navigation GPS receivers and specific applications to compare their performance, area estimation. There are different GNSS receivers, and are generally classified in Geodesics, Topography and Navigation. The difference between them is, beyond the cost of acquisition, in the level of accuracy achieved in their handsets. The study area was defined by criteria such as easy location, accessibility, mobile internet coverage and the need for accurate mapping. Topographic surveys were performed using GPS receivers topographic, geodetic, navigation, and a Smartphone. When comparing the collection data with Topographic and Geodesic receivers, it is observed that there is coherence in the values. The navigation receivers were also accurate when compared to applications. For the smartphone applications, there was a high change in the total area and the perimeter. The applications obtained the worse results, generating maps with distortions and variations in the size of area when compared between them and with receiver Geodesic.

Keywords: Precision agriculture. GPS. A survey of the area. Application.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVO GERAL	11
1.1.1 Objetivos Específicos.....	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 AGRICULTURA DE PRECISÃO.....	13
2.2 SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL (GPS).....	14
2.3 RECEPTORES	16
2.4 SMARTPHONES.....	16
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	18
3.2 MAPEAMENTO DA ÁREA.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
5 CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS.....	26
APÊNDICE.....	29

1 INTRODUÇÃO

A agricultura atual realizada nos países produtores de cereais é pressionada pela competição do mercado mundial, que busca matéria prima vegetal acessível, ou que ofereça o melhor custo benefício para o consumidor final.

O sudoeste do Paraná tem na sua maioria do território produtores de pequenas á médias propriedades rurais (de até quatro módulos rurais), e que necessitam de mais capacitação técnica para que viabilize seu trabalho no campo e promova melhoria na qualidade de vida.

Diante deste contexto, observou-se a necessidade de aumentar a produção por área para esses produtores rurais. Uma das ferramentas que podem ser utilizadas é a agricultura de precisão.

A Agricultura de Precisão trata de uma integração de informações físicas e tecnológicas no manejo, que possibilitam um reconhecimento mais detalhado de todo território de plantio, permitindo melhorias em todo o processo de produção. Uma das atividades que contribuem para o reconhecimento da área de plantio são os levantamentos topográficos, que aplicados ao meio agrícola são realizados com a finalidade de obtenção de plantas planimétricas e planialtimétricas em escala, de uma determinada área (AZAMBUJA, 2007).

Para a elaboração das plantas é necessário a utilização de alguns métodos e equipamentos. Os aparelhos utilizados em levantamentos topográficos variam de acordo com seu nível tecnológico de aplicabilidade, e geralmente os mais utilizados são a estação total, teodolitos e o Sistema de Navegação Global por Satélites (GNSS), que através de uma constelação de satélites artificiais permite obter a localização, tempo e velocidade de um receptor GNSS (TULER, 2014).

O GPS proporcionou à Agricultura de Precisão a aplicação dos conceitos de manejo localizado. Antes da utilização do GPS na agricultura de precisão, a posição relativa dentro de uma cultura no campo era determinada por estimativas, utilizando-se um método simples, no qual a posição era tomada em relação a um ponto previamente fixado, medindo-se as distâncias utilizando-se radar, ultrassom, entre outros métodos (COELHO, 2005). Os GPS são importantes para a Agricultura de Precisão, pois são necessários para determinar a variabilidade espacial das

características do meio para que as parcelas não sejam consideradas unidades uniformes, mas sejam divididas em subunidades homogêneas, com características diferentes, bem como na definição da área (SANTOS, 2011).

O uso de GPS na agricultura possibilita uma abordagem localizada de problemas dentro da propriedade rural, porém o alto custo de aquisição e uso dessas ferramentas tem segurado um avanço da Agricultura de Precisão no Brasil (BALASTREIRE, 2001).

Uma das alternativas que o produtor encontra para o alto custo dos receptores GPS tem sido os aplicativos de celulares destinados ao mapeamento de áreas. Com o decorrer dos anos, e da rápida evolução tecnológica, os *smartphones* se tornaram item indispensável a qualquer pessoa, do engenheiro ao produtor. Por ser um item “multi-tarefas”, ele pode ser usado para inúmeras circunstâncias, sendo cada vez mais útil e necessário no dia a dia de trabalho.

Com a evolução dos *smartphones*, o desenvolvimento e aprimoramento dos aplicativos, os aparelhos têm demonstrado ilimitadas opções de trabalho na área da Topografia. Para uso adequado, deve-se estar ciente com a precisão de cada equipamento, de acordo com o erro fornecido (GONÇALVES, 2016).

A medição exata desta área possibilitará ao produtor uma avaliação precisa de insumos utilizados por área, bem como uma avaliação precisa de sua produtividade e retorno financeiro.

Diante disso, o intuito desse trabalho é realizar o levantamento de uma área com receptores GPS geodésicos, topográficos e de navegação e aplicativos específicos e comparar o desempenho dos mesmos na medição, estimativa de área.

1.1 OBJETIVO GERAL

Comparar o desempenho de diferentes receptores GPS e aplicativos no levantamento topográfico de área.

1.1.1 Objetivos Específicos

- Obtenção do tamanho real da área.
- Avaliar a precisão e a variação dos receptores de GPS e dos aplicativos.
- Avaliar o uso dos receptores e aplicativos para uso à campo.

REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 AGRICULTURA DE PRECISÃO

Giotto (2011) definiu a Agricultura de Precisão como sendo uma tecnologia informacional nova que permite o manejo agrícola integrado as variações espaciais e temporais das variabilidades do solo.

Segundo MAPA (2008), Agricultura de Precisão é um sistema de gerenciamento agrícola baseado na variação espacial e temporal da unidade produtiva e visa o aumento de retorno econômico, à sustentabilidade e à minimização do efeito ao ambiente. Utilizar estratégias para resolver os problemas da não uniformidade das lavouras e se possível tirar proveito dessas não uniformidades. São práticas que podem ser desenvolvidas em diferentes níveis de complexidade e com diferentes objetivos (MOLIN, 2013).

Esse sistema envolve a aplicação diferenciada com as medidas dos fatores de produção, tendo em conta a variação espacial e temporal do potencial produtivo do meio e das necessidades específicas das culturas, de forma a aumentar a sua eficiência de utilização resultando em melhor rendimento econômico e reduzir o impacto ambiental da atividade agrícola (COELHO, 2009).

Gentil e Ferreira (1999), destacaram como grandes benefícios da Agricultura de Precisão a redução do risco da atividade agrícola, redução dos custos da produção, tomada de decisão rápida e precisa, controle de toda situação através da informação, maior produtividade, economia de tempo para o produtor, e a melhoria do meio ambiente através da diminuição do uso de defensivo.

Para tanto, há a necessidade da utilização de ferramentas adequadas na Agricultura de Precisão, o que por conseguinte acarreta em menores perdas na agricultura. Tais ferramentas possibilitam obter dados da análise da propriedade subdividida em pequenas áreas, relativos a irrigação, propriedades físicas do solo, necessidade de defensivos, etc. Quanto mais subdividida for, maior o detalhamento e controle destas variáveis (LAMPARELLI, 2016).

Além disso, os dados coletados na Agricultura de Precisão proporcionam coordenadas geográficas, as quais possibilitam conhecimento do local de coleta,

isto é, todos os dados devem ser georreferenciados, bem como a área deve ser mapeada o que permite o estudo da variabilidade espacial dos fatores que interferem na produtividade. Vale salientar que essas coordenadas normalmente são determinadas por meio de posicionamento com receptores GPS e a identificação destes dados requer uso de programas específicos, conhecidos como Sistemas de Informação Geográfica (SIG), compostos pela visualização das informações, organização, armazenagem e processamento dos dados (Trevisan e Molin, 2014).

2.2 SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL (GPS)

O Sistema de Posicionamento Global (GPS) é um sistema de radionavegação desenvolvido com o intuito de ser o principal sistema de navegação das forças armadas americanas. Devido a sua alta acurácia proporcionada pelo sistema, e da grande tecnologia envolvida em seus receptores (MONICO, 2000).

O sistema GPS foi projetado para se obter o posicionamento instantâneo bem como a velocidade de um ponto na superfície da terra ou próximo a ela. Representa atualmente uma ferramenta para Cartografia e ciência afins, tendo o uso do GPS crescido significativamente nas atividades agrícolas (FIORIO, 2013).

Balastreire (2001), afirmou que para que se possa usar um GPS para fins de Agricultura de Precisão, é necessário que esse tenha acurácia de no mínimo 2 m, sendo suficiente para a grande parte das aplicações. Apenas em algumas aplicações agrícolas, poderia necessitar acurácia maior.

Baio et al. (1998) citaram as maiores fontes de erros para o posicionamento no uso do sistema GPS, que seriam a disposição geométrica dos satélites, o efeito do caminhamento, o erro do relógio do receptor GPS, a interferência da atmosfera, dentre outros. Afirmam também que a acurácia do sistema depende de fatores como: configuração do sistema GPS no momento do posicionamento; frequência do sinal GPS utilizado para o posicionamento (L1, L2 ou C/A); configuração do receptor GPS, como taxa de aquisição, máscara de

elevação; interferência do caminhar no sinal GPS, e o método utilizado para a correção diferencial (satélite, rádio, pós-processado).

O posicionamento usando receptores GPS pode ser classificado como absoluto ou relativo. O método absoluto é quando o objeto tem suas coordenadas diretamente ligadas ao geocentro, já no método relativo, a determinação de suas coordenadas ocorre em relação a um referencial materializado por um ou mais vértices de coordenadas conhecidas (BERNARDI et al., 2002).

Segundo INCRA (2013), o posicionamento relativo pode ser subdividido em: estático, estático rápido, semicinemático (*stop and go*) e cinemático:

- Posicionamento relativo estático - tanto os receptores dos vértices de referência quanto os receptores dos vértices de interesse devem permanecer estacionados (estáticos) durante todo o levantamento. Neste método, a sessão de rastreamento se estende por um longo período;
- Posicionamento relativo estático rápido - é similar ao relativo estático, porém, a diferença básica é a duração da sessão de rastreamento, que neste caso, em geral é inferior a 20 minutos;
- Posicionamento semicinemático (*stop and go*) - é uma transição entre o estático rápido e o cinemático. O receptor que ocupa o vértice de interesse permanece estático, porém num tempo de ocupação bastante curto, necessitando coletar dados no deslocamento entre um vértice de interesse e outro. Quanto maior a duração da sessão de levantamento com a coleta de dados íntegros, sem perdas de ciclos, melhor a precisão na determinação de coordenadas;
- Posicionamento relativo cinemático - enquanto um ou mais receptores estão estacionados nos vértices de referência, os receptores que coletam dados dos vértices de interesse permanecem em movimento. A cada instante de observação, que coincide com o intervalo de gravação, é determinado um conjunto de coordenadas.

2.3 RECEPTORES

Existem diferentes receptores GPS, e geralmente são classificados em Geodésicos, Topográficos e de Navegação. A diferença entre eles está, além do custo de aquisição, no nível de precisão alcançada em seus aparelhos.

Os receptores de navegação usam o posicionamento por ponto (absoluto) simples em tempo real para fornecer a sua posição de modo instantâneo. Não são capazes, contudo, de armazenar as observáveis de pseudodistância e/ou fase da onda portadora (popularmente chamados de “dados brutos”) transmitidas pelos satélites GPS, o que impossibilita seu uso outras atividades de posicionamento que exijam maior precisão e acurácia (MATSUOKA, et. al. 2008). Sua precisão varia de 10 à 30 metros (OLIVEIRA, 2011).

No caso da categoria de maior uso, a de navegação, embora possua menor precisão de posicionamento, tem inúmeras vantagens como o baixo valor de aquisição e diversas aplicações, com inúmeros modelos, integrados a outros aparelhos ou não (ASSUNÇÃO, 2009).

Os receptores topográficos, como o nome sugere, possuem posicionamento topográfico. Eles permitem um pós-processamento e posicionamento relativo. Sua precisão está na ordem de um centímetro (OLIVEIRA, 2011).

Nos receptores geodésicos, também permitem um pós-processamento e posicionamento relativo. Porém seu nível de acurácia é muito maior, difere-se em milímetros (OLIVEIRA, 2011).

2.4 SMARTPHONES

Nos últimos anos os smartphones se tornaram um utensílio diário indispensável para a obtenção de diversas informações, além de ser considerado um instrumento de trabalho para diversas finalidades e áreas (SILVA et al., 2014). A utilização desta tecnologia está relacionada à obtenção de informações concretas de suas características e precisão alcançada pelo aparelho, o que

possibilitou adquirir confiança nos métodos e na utilização destes aplicativos com alto grau de confiabilidade (PINTO; CENTENO, 2012).

Atualmente não há muita divulgação entre o meio científico e os sistemas produtivos agrícolas, havendo poucas publicações na área de avanço tecnológico de mapeamento com smartphone (PAULA, 2013).

O mercado de aplicativos de medição de área está em constante evolução, lançando aplicativos com diversas características e interfaces, evidenciando o seu uso em mapeamento, e destacando para seus benefícios em comparação com outros aparelhos de GNSS, além de ser portátil, pequeno, leve, e com um preço relativamente acessível para a população (PINTO; CENTENO, 2012).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Dois Vizinhos está inserido no 3º Planalto Paranaense, apresenta fragmentos de mata nativa e está inserido em um ecótono da floresta ombrófila mista e estacional semi-decidual. Conforme a classificação de Koeppen, o clima regional é Cfa, significando um clima pluvial temperado (mesotérmico), sempre úmido, com verões e invernos acentuados e freqüentes geadas (IAPAR, 2000).

A área de estudo foi definida por critérios como fácil localização, acessibilidade, possuir cobertura de internet móvel e pela necessidade de um mapeamento exato, visto que há anos é utilizada como fonte produtora de grãos e cereais.

A área em estudo está localizada na parte rural do município, na comunidade São Braz. Encontra-se sob as coordenadas 25 42' 34'' S e 53 06' 35'' W, com altitude variando entre 578 e 587. Na figura 1 é possível identificar a localização e caracterização da área de estudo.



Figura 1: Localização e delimitação da área de estudo.

Fonte: Adaptado de Google Maps (2016).

3.2 MAPEAMENTO DA ÁREA

Os levantamentos topográficos foram realizados utilizando receptores GPS: topográfico, Geodésico, de navegação, e um Smartphone.

Para a medição da área com o GPS de navegação foi usado dois aparelhos da marca Garmin, um modelo Etrex 20 e outro modelo Etrex Legend Cx. Adotou-se o método de posicionamento absoluto, técnica cinemática, onde se contornou a área passando-se por toda a margem até se chegar novamente no ponto inicial. Depois de todo o terreno ser contornado, gravou-se o trajeto no aparelho. Esse método possibilita adquirir o croqui e os dados de área e perímetro do terreno medido.

Para medição da área com o smartphone, foi utilizado um aparelho da marca Samsung, modelo GT-18552B com rede de dados 3G. Foi realizada a compra da licença do aplicativo 01. Para o aplicativo 02 foi realizado o download gratuito. Ativou-se então a rede móvel de dados do aparelho, pois os aplicativos necessitam conexão com a internet. Em seguida, iniciaram-se os aplicativos que imediatamente realizaram a conferência da precisão, aproximadamente 16 metros, que indicaram a posição na área, usando imagens atualizadas de satélite, onde seguiu-se o caminhamento no perímetro da área.

Já nas medições efetuadas com os receptores topográfico e geodésico foi aplicado o método de posicionamento relativo. Para tanto, foi utilizado um receptor GPS geodésico da marca TechGeo® modelo GTR-G², que foi instalado como base no marco geodésico da UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos.

Posteriormente, para a determinação das coordenadas de cada ponto do limite da área, utilizou-se um receptor GPS topográfico, também da marca TechGeo® modelo GTR-A bt. Para melhor precisão dos dados foi adotado o posicionamento relativo estático rápido, onde o receptor permaneceu sobre o ponto durante um período de 3 a 5 minutos.

Em seguida, realizou-se a metodologia de posicionamento relativo cinemático, onde a antena do receptor do GPS topográfico e o GPS geodésico

percorreram todo seu perímetro, permanecendo em movimento por todo o levantamento.

Após a coleta dos dados, os mesmos foram descarregados com a utilização dos programas NovAtelCDU® e Util®, e posteriormente, processados no programa GTR Processor.

Durante a realização destes testes, com os equipamentos de GPS, necessitou de três voluntários para realizar o caminhamento com os equipamentos no contorno da área, procurando andar em fila na mesma velocidade onde todos os métodos submetidos as mesmas variações de trajeto e terreno.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Quando comparados os dados de coleta com receptores Topográfico e Geodésico, observa-se que existe coerência nos valores, o que pode ser visto nas Tabelas 1 e 2 e Figura2, tendo como base de referência para comparar os valores obtidos pelos outros métodos.

Os receptores de navegação também se mostraram precisos quando comparado aos aplicativos. Quando comparados aos aparelhos geodésico e topográfico, observou-se pequena diferença, podendo assim afirmar que tais aparelhos nos garantiram uma precisão aceitável para níveis de campo, estimativas de áreas.

Para os aplicativos de smartphone, observou-se elevada alteração na área total e no perímetro quando comparados entre si e com o GPS Geodésico, ver Tabelas 1 e 2 e Figura 2. O APP 1 obteve resultados insatisfatórios, onde a área variou 3,76%, gerando uma diferença de 402 metros quadrados, sendo maior quando comparado com o aparelho geodésico. Já com o APP2 os resultados obtidos mostraram uma discrepância maior, onde os valores de área foram de 584 metros quadrados inferior a área obtida pelo GPS Geodésico.

Tabela 1: Dados referentes à área e perímetro medido com cada receptor GPS.

Receptor	Área (m ²)	Perímetro (m)
Geodésico	106762,7357	1678,203
Topográfico	106524,0662	1677,358
Navegação 1	105786,9451	1665,605
Navegação 2	105987,7466	1664,741
App 1	110786,331	1654,912
App 2	100920,583	1854,835

Fonte: Bin (2016).

TABELA 2: Diferença e variação de área entre os receptores.

Receptor	Área (m ²)	Área (há)	Diferença (m ²)	Varição (%)
Geodésico	106762,7357	10,67	_____	_____
Topográfico	106524,0662	10,65	23	0,21%
Navegação 1	105786,9451	10,57	97	0,90%
Navegação 2	105987,7466	10,59	77	0,72%
App 1	110786,331	11,07	402	3,76%
App 2	100920,583	10,09	(-)584	5,47%

Fonte: Bin (2016).

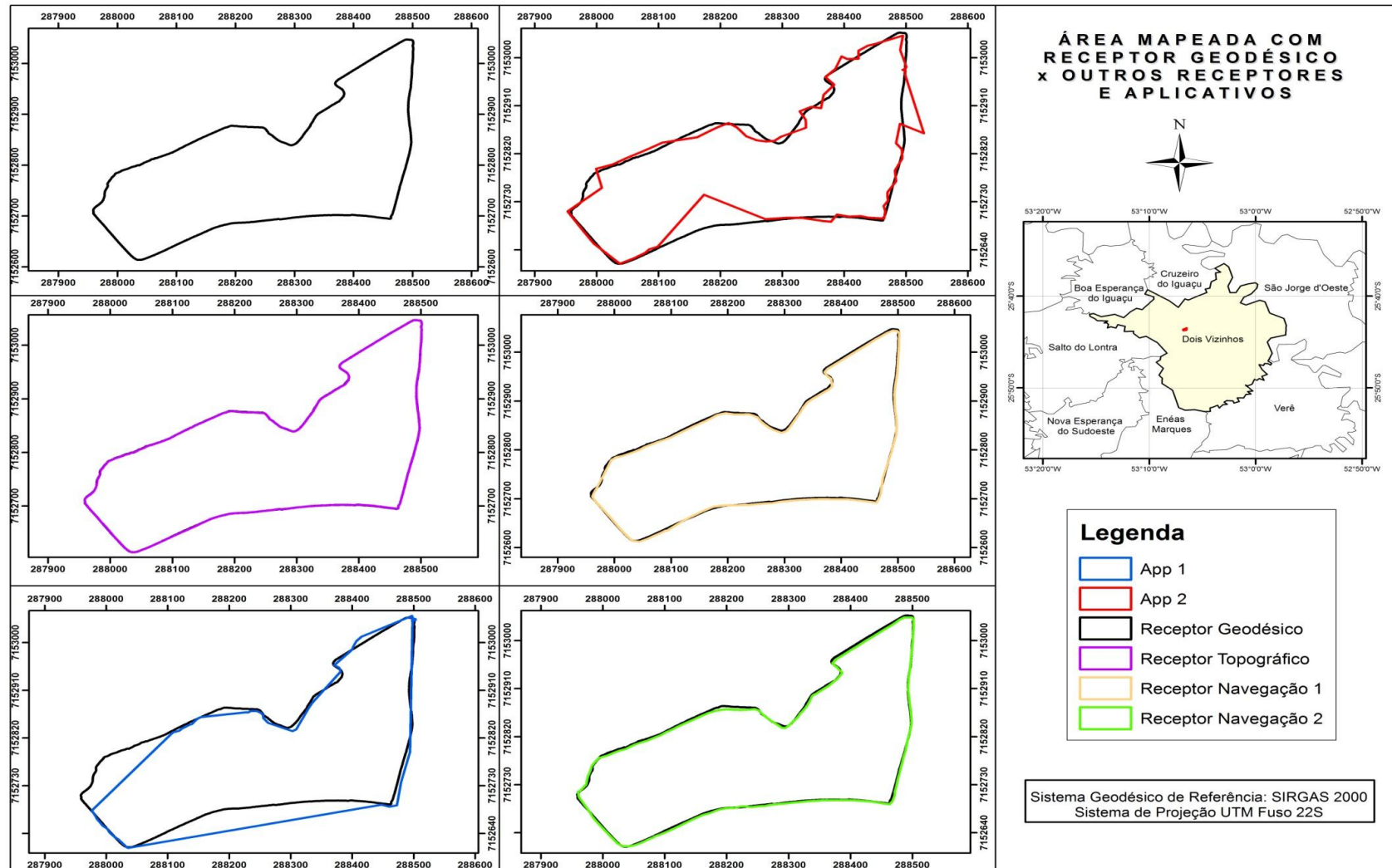


Figura 2: Croqui – Área mapeada com receptor geodésico x outros receptores e aplicativos.
Fonte: Bin (2016).

Como exemplo real de tais resultados, utilizou-se custos reais de produção de soja, uma vez que a área em análise é usada para produção de grãos. Os dados usados foram fornecidos pelo Banco do Brasil, uma vez que para a produção da cultura é realizado um plano técnico e encaminhado a agência financeira para prosseguir com o devido custeio.

O custo atual de um hectare de soja é de aproximadamente R\$1.800,00. Comparando a variação existente entre GPS Geodésico e o aplicativo 01, teremos sobra de recursos e insumos no valor de R\$67,68 por hectare.

Quando usamos os resultados do Aplicativo 02 observa-se que há falta de insumos e recursos na ordem de R\$98,46 por hectare, multiplicando esse valor por 10,67 hectares usado como referência precisa da área, temos um desembolso do produtor de R\$1.050,56.

5 CONCLUSÃO

O receptor topográfico foi o mais preciso para coleta de dados, quando comparado ao levantamento com o receptor geodésico, isto é, sua área e forma foram muito próximas da testemunha.

Já os receptores de Navegação obtiveram resultados similares aos aparelhos: topográfico e geodésico, ressaltando que a área em estudo possuía topografia, tamanho e forma favoráveis. Portanto, os aparelhos de navegação podem ser utilizados para medições e estimativas, onde a precisão requerida seja em metros, uma vez que são práticos e de baixo custo.

Os aplicativos obtiveram os piores resultados, gerando mapas com distorções e variações no tamanho de área quando comparados entre eles e com receptor Geodésico.

Analisando os dados coletados, concluímos que a precisão dos aplicativos é insatisfatória para coleta de informações e estimativas, podendo gerar perdas para o produtor rural.

REFERÊNCIAS

ASSUNÇÃO, W. GPS – Sistema de Posicionamento Global. 2009. Disponível em: <<http://www.gpsinfo.com.br/viewtopic.php?f=63&t=579>>. Acesso em 11 Dez. 2016.

AZAMBUJA, J. L. F.; MATSUOKA, M. T. Topografia e GPS - Conquistas e desafios. II Seminário Anual de Pesquisas em Geodésia, Anais. Porto Alegre-RS, 2007.

BAIO, F.H.R.; ÂNGULO FILHO, R.; VETTORAZZI, C.A.; RAFFO, J.G.G.; ELIAS, A.I. Estudo da exatidão de um GPS operando em duas taxas de aquisição de dados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., Poços de Caldas, 1998. *Anais...* Lavras: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. p.347-9.

BALASTREIRE, L.A. Avaliação do desempenho de um sistema de georreferenciamento portátil de baixo custo para Agricultura de Precisão. In: AVANÇOS NA AGRICULTURA DE PRECISÃO NO BRASIL NO PERÍODO DE 1999-2001, 2001, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: L.A. Balastreire, 2001.

BERNARDI, J. V. E.; LANDIM, P. B. **Aplicação do Sistema de Posicionamento Global (GPS) na coleta de dados**. UNESP - Rio Claro, Departamento de Geologia Aplicada – IGCE, Laboratório de Geomatématica. Rio Claro, 2002, 31 p.

CAETANO, J. G. Uso de ferramentas de geoprocessamento na análise da resistência mecânica do solo à penetração. **Trabalho de Conclusão de Curso** – UTFPR, Dois Vizinhos – Pr, p.8, 2015.

COELHO, J. P. C.; SILVA, J. R. M.; Inovação e tecnologia na formação agrícola. Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2009.

FIORIO, P. R. Apontamentos de aula: Sistema Global de Posicionamento (GPS). Piracicaba - SP Setembro de 2013

GENTIL, L.V.; FERREIRA, S.M. Agricultura de precisão: Prepare-se para o futuro, mas com os pés no chão. Revista A Granja, Porto Alegre, n 610, 1999.

GIOTTO, Enio. Tecnologias da GeoInformação Aplicadas à Agricultura de Precisão. 2011. Disponível em: <<http://pt.calameo.com/read/00110280691d94bcbf636>>. Acesso em 02 de Dez. 2016.

GOÇALVES, Di. A. R.; BORGES, R. M. A. Utilização de aplicativos móveis no ensino da Topografia. Evidência, Araxá, v. 12, n. 12, p. 147-158, 2016.

IAPAR. Instituto Agrônomo do Paraná (Londrina). João Henrique Caviglone et al. Cartas Climáticas do Paraná: Classificação climática. 2000. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>>. Acesso em: 22 abril 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – INCRA. **Manual técnico de posicionamento: georreferenciamento de imóveis rurais**. Diretoria de Ordenamento da Estrutura Fundiária e Coordenação Geral de Cartografia. 1ª ed. Brasília: 2013, 34 p.

LAMPARELLI, R. B. C. Agricultura de Precisão. Ageitec – Agência Embrapa de Informação Tecnológica Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_72_711200516719.html>. Acesso em 10 dez. 2016.

MATSUOKA, M. T. et al. Análise da aplicação de receptor GPS de navegação no posicionamento relativo estático de linha-base curta. Gaea - Journal of Geoscience, vol. 4, n. 2, jul/dez 2008, p. 88-93.

MOLIN, J. P. **Agricultura de precisão**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília : Mapa/ACS, 2013. 36 p.

MONICO, J. F. G. Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: descrição, fundamentos e aplicações. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

MONICO, J.F.G. Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações. São Paulo, 2007. Editora UNESP, 476 p.

OLIVEIRA, J. C: Conceitos Básicos sobre Posicionamento por Satélites Artificiais. XIV Curso de uso escolar de sensoriamento remoto no estudo do sensoriamento remoto no estudo do meio ambiente. INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2011. Disponível em:

<http://www.dsr.inpe.br/vcsr/files/Apresentacao_GPS.pdf>. Acesso em 11 Dez. 2016.

PINTO, F. S.; CENTENO, J. A. A. A. realidade aumentada em smartphones na exploração de informações estatísticas e cartográficas. Bol. Ciênc. Geod, v.18, n. 2, p. 282-301, 2012.

PAULA, L. J. L. Desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis para coleta de dados georreferenciamentos através de reconhecimento de voz. 2013. 82 f. Dissertação (Mestrado no Curso de Engenharia de Sistemas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2013.

SILVA, D. A. A. et al. Sistema John Deere - SURFACE WATER PROe CR - CAMPEIRO 7 para obtenção de dados altimétricos no manejo do arroz irrigado. In: Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão, 1. 2014, São Paulo. Anais. São Paulo: ConBAP, 2014, p. 4.

TREVISAN, R. G.; MOLIN, J. P. Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para Agricultura de Precisão. Boletim Técnico 01. ESALQ-São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.agriculturadeprecisao.org.br/upimg/publicacoes/agricultura-de-precisao---boletim-tecnico--02-12-2014.PDF>>. Acesso em 10 dez. 2016.

TULER, M.; SARAIVA, S. Fundamento de topografia. Belo Horizonte-MG: Bookman, 2014.

VEIGA. L. A. K.; ZANETTI. M. A. Z.; FAGGION. L. F.; Fundamentos De Topografia. Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, Curitiba, 2012, p. 288.

APÊNDICE

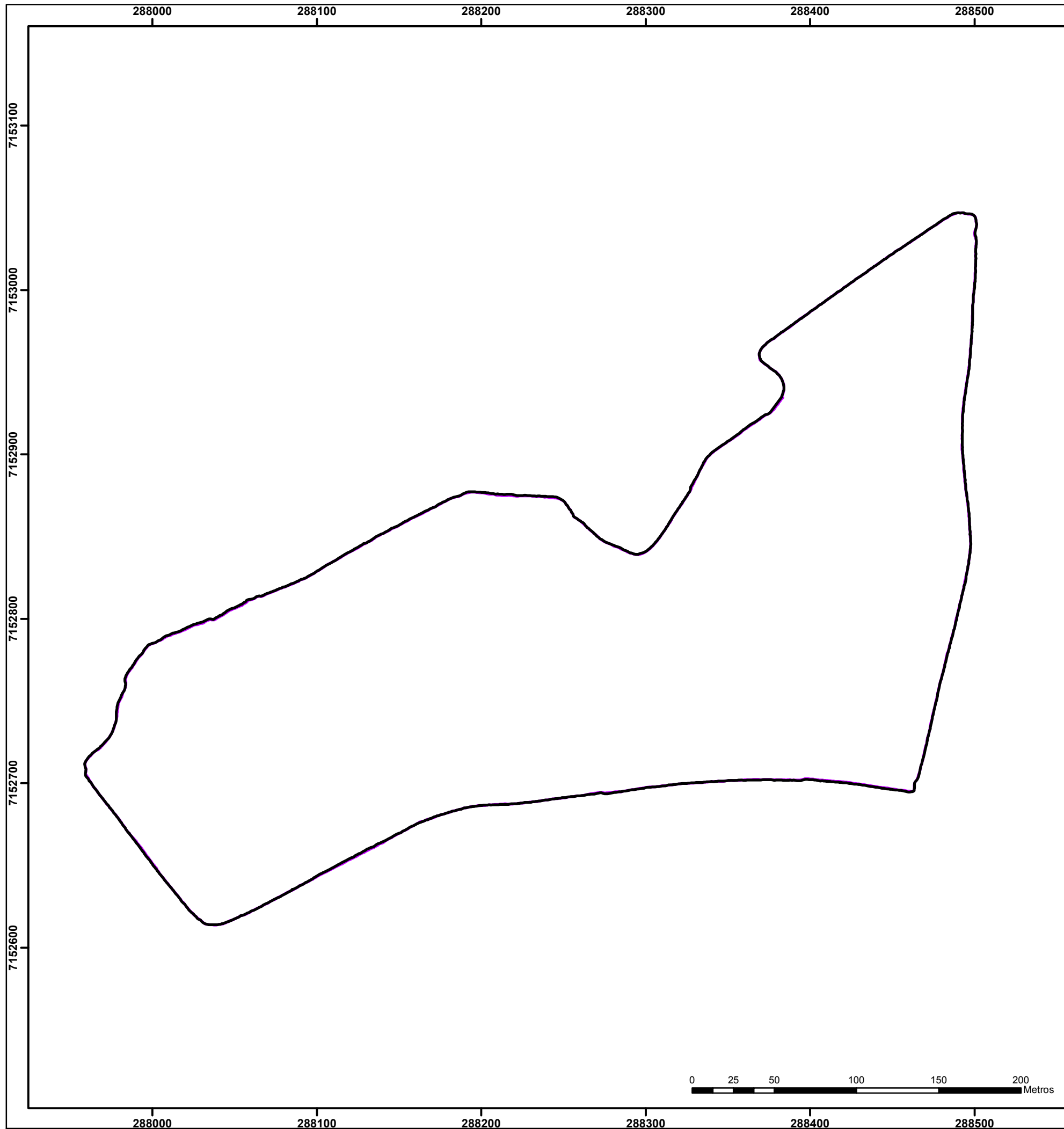
APÊNDICE A – Mapa área mapeada com receptor geodésico x topográfico.

APÊNDICE B – Mapa área mapeada com receptor geodésico x navegação 1.

APÊNDICE C – Mapa área mapeada com receptor geodésico x navegação 2.

APÊNDICE D – Mapa área mapeada com receptor geodésico x aplicativo 1.

APÊNDICE E – Mapa área mapeada com receptor geodésico x aplicativo 2.



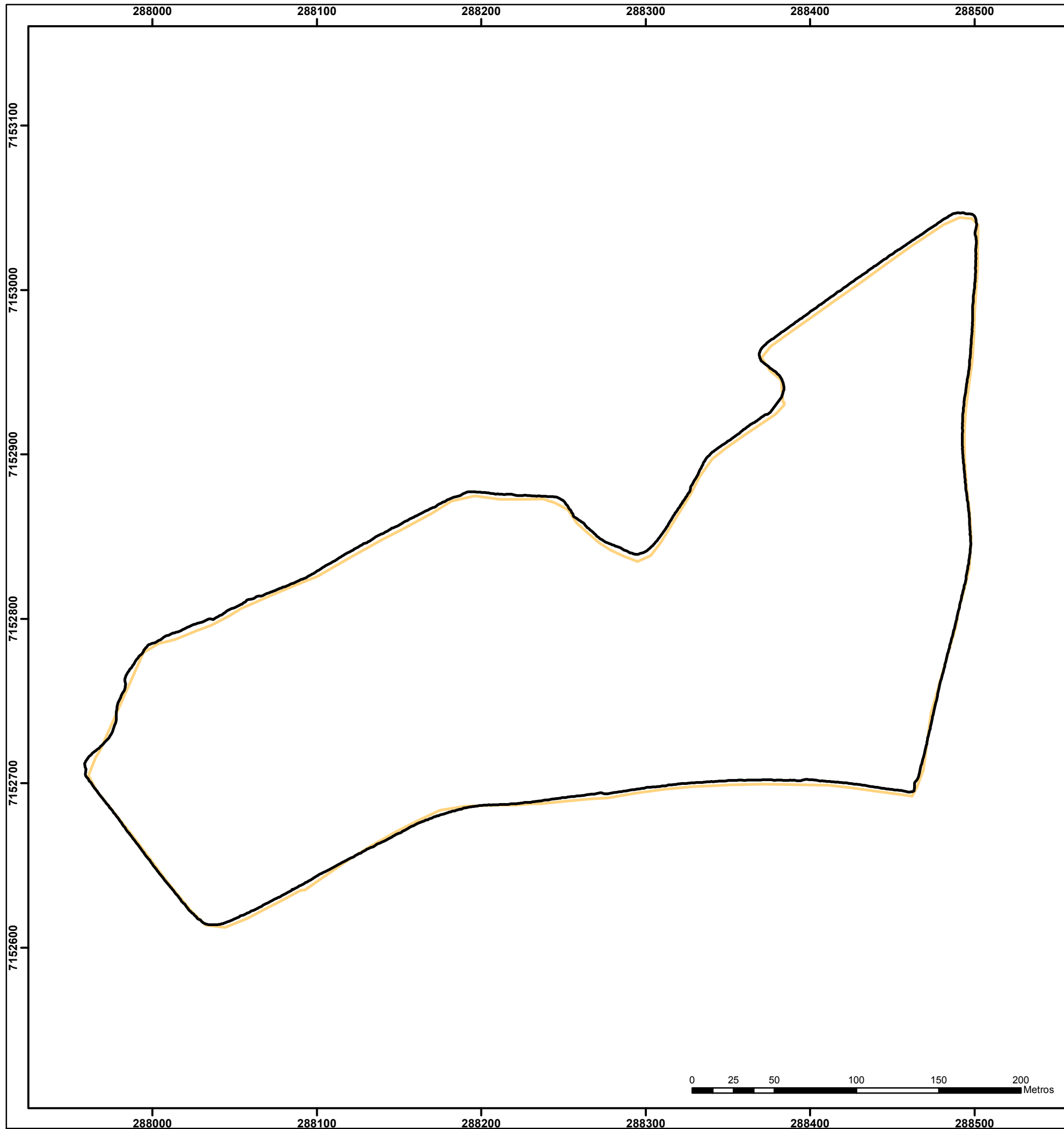
ÁREA MAPEADA COM RECEPTOR GEODÉSICO X TOPOGRÁFICO



Legenda

- Receptor Geodésico
- Receptor Topográfico

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ Especialização em Manejo da Fertilidade do Solo			
LOCALIZAÇÃO	Comunidade São Braz	MUNICÍPIO	Dois Vizinhos
		ESTADO	PR
ASSUNTO	Comparação do desempenho de diferentes receptores GPS e aplicativos no mapeamento de área.	DATUM	SIRGAS 2000
		DATA	Dez/2016
RESPONSÁVEIS TÉCNICOS	Caio Bedra Bin	SISTEMA DE PROJEÇÃO	UTM - Fuso 22 S
		ESCALA	1:2.468
PROFESSOR RESPONSÁVEL:	Fabiani das Dores Abati Miranda	FONTES DE DADOS	Levantamento de Campo com receptores GPS geodésico e Topográfico



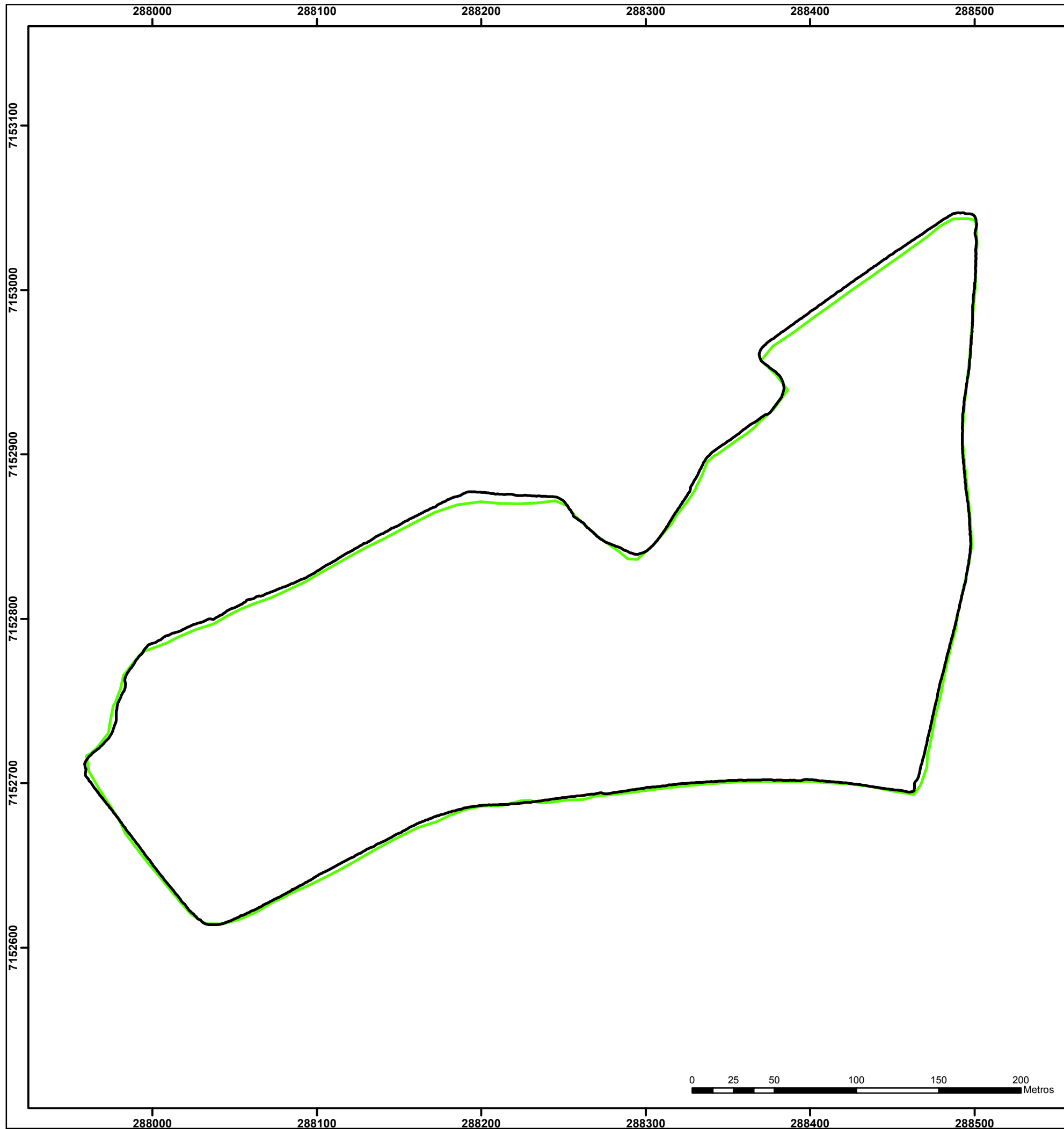
ÁREA MAPEADA COM RECEPTOR GEODÉSICO X NAVEGAÇÃO 1



Legenda

- Receptor Geodésico
- Receptor Navegação 1

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ Especialização em Manejo da Fertilidade do Solo			
LOCALIZAÇÃO	Comunidade São Braz	MUNICÍPIO	Dois Vizinhos
		ESTADO	PR
ASSUNTO	Comparação do desempenho de diferentes receptores GPS e aplicativos no mapeamento de área.	DATUM	SIRGAS 2000
		DATA	Dez/2016
RESPONSÁVEIS TÉCNICOS	Caio Bedra Bin	SISTEMA DE PROJEÇÃO	UTM - Fuso 22 S
		ESCALA	1:2.468
PROFESSOR RESPONSÁVEL:	Fabiani das Dores Abati Miranda	FONTES DE DADOS	Levantamento de Campo com receptores GPS geodésico e Navegação 1.



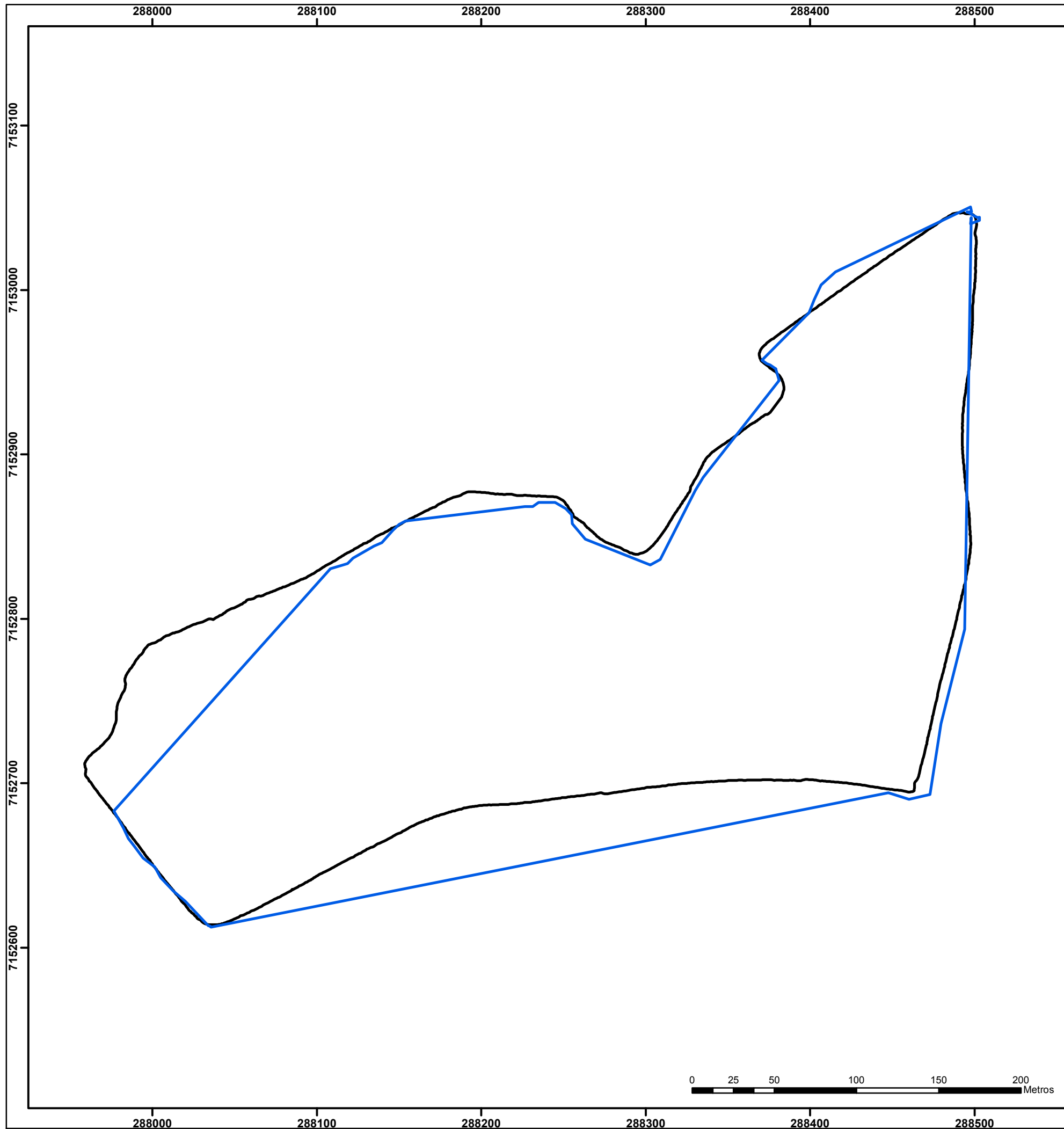
ÁREA MAPEADA COM RECEPTOR GEODÉSICO X NAVEGAÇÃO 2



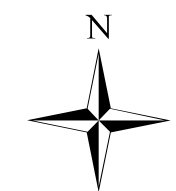
Legenda

- Receptor Geodésico
- Receptor Navegação 2

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ Especialização em Manejo da Fertilidade do Solo			
LOCALIZAÇÃO	Comunidade São Braz	MUNICÍPIO	Dois Vizinhos
		ESTADO	PR
ASSUNTO	Comparação do desempenho de diferentes receptores GPS e aplicativos no mapeamento de área.	DATUM	SIRGAS 2000
		DATA	Dez/2016
RESPONSÁVEIS TÉCNICOS	Caio Bedra Bin	SISTEMA DE PROJEÇÃO	UTM - Fuso 22 S
		ESCALA	1:2.468
PROFESSOR RESPONSÁVEL:	Fabiani das Dores Abati Miranda	FONTE DE DADOS	Levantamento de Campo com receptores GPS geodésico e Navegação 2



ÁREA MAPEADA COM RECEPTOR GEODÉSICO X APLICATIVO 1

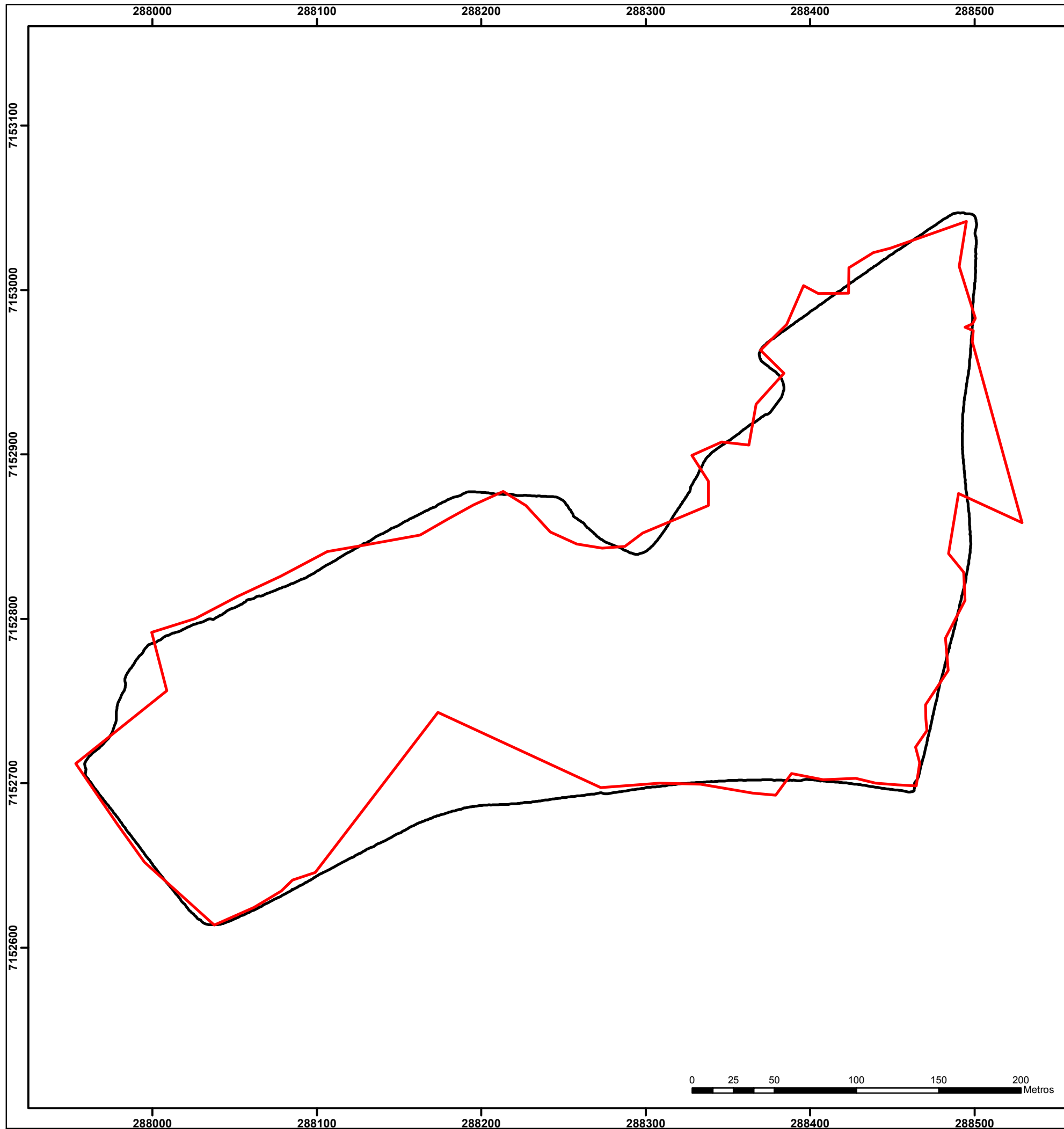


Legenda

App 1

Receptor Geodésico

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ Especialização em Manejo da Fertilidade do Solo			
LOCALIZAÇÃO	Comunidade São Braz	MUNICÍPIO	Dois Vizinhos
		ESTADO	PR
ASSUNTO	Comparação do desempenho de diferentes receptores GPS e aplicativos no mapeamento de área.	DATUM	SIRGAS 2000
		DATA	Dez/2016
RESPONSÁVEIS TÉCNICOS	Caio Bedra Bin	SISTEMA DE PROJEÇÃO	UTM - Fuso 22 S
		ESCALA	1:2.468
PROFESSOR RESPONSÁVEL:	Fabiani das Dores Abati Miranda	FONTES DE DADOS	Levantamento de Campo com receptores GPS geodésico e Aplicativo 1.



ÁREA MAPEADA COM RECEPTOR GEODÉSICO X APLICATIVO 2



Legenda

- App 2
- Receptor Geodésico

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ Especialização em Manejo da Fertilidade do Solo			
LOCALIZAÇÃO	Comunidade São Braz	MUNICÍPIO	Dois Vizinhos
		ESTADO	PR
ASSUNTO	Comparação do desempenho de diferentes receptores GPS e aplicativos no mapeamento de área.	DATUM	SIRGAS 2000
		DATA	Dez/2016
RESPONSÁVEIS TÉCNICOS	Caio Bedra Bin	SISTEMA DE PROJEÇÃO	UTM - Fuso 22 S
		ESCALA	1:2.468
PROFESSOR RESPONSÁVEL:	Fabiani das Dores Abati Miranda	FONTE DE DADOS	Levantamento de Campo com receptores GPS geodésico e Aplicativo 2