



ANÁLISE DA VARIABILIDADE DO POSICIONAMENTO PLANIMÉTRICO DE UM RECEPTOR GNSS DE NAVEGAÇÃO E O APLICATIVO UTM GEO MAP NO VERÃO AMAZÔNICO

ANALYSIS OF THE PLANIMETRIC POSITIONING VARIABILITY OF A GNSS NAVIGATION RECEIVER AND THE UTM GEO MAP APPLICATIVE IN THE AMAZONIAN SUMMER

¹ Ítala Duam Souza Narusawa

Instituto Federal do Pará – Campus Castanhal/ ¹ dudanarusawa@gmail.com

² Nelson Ken Narusawa Nakakoji

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA Belém/ ² narusawanelsonken@gmail.com

³ Cícero Paulo Ferreira

Instituto Federal do Pará – Campus Castanhal/ ³ cicero.ferreira@ifpa.edu.br

⁴ Tatiana Pará Monteiro de Freitas

Instituto Federal do Pará – Campus Castanhal/ ⁴ Tatianamdefreitas@gmail.com

Área Temática VII: Tecnologias Sociais, Tecnologia Educacionais e Assistivas e Tecnologia da Informação.

Modalidade: Artigo Científico

Resumo

GNSS de navegação e aplicativos como UTM Geo Map instalado em um smartphone, são aparelhos que possibilitam a obtenção de coordenadas geográficas. Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho analisar a variabilidade do Posicionamento planimétrico de um receptor GNSS de navegação e o aplicativo UTM Geo Map, operando sob diferentes condições de cobertura vegetal e Tempo de Espera, na época de menor precipitação pluviométrica do nordeste paraense. Foram utilizados o GNSS GARMIN 64S e o aplicativo UTM Geo Map instalado em um smartphone (moto E5plus) em 4 agroecossistemas: A0) pastagem/Tratamento controle, A1) Açaizal (*Euterpe oleracea*), A2) Dendêzal (*Elaeis guineenses*), e A3) Cupuaçuzal (*Theobroma grandiflorum*); e 3 tempos de espera: T0 = 1 min; T1 = 5 min; e T2 = 10 min. Dadas as suposições de normalidade e homocedasticidade, foi realizada a análise de variância com significância de 5% para o teste F. Quando uma diferença foi encontrada, aplicou-se o teste Tukey a 5 % de significância. O GNSS Garmin 64s e o aplicativo UTM Geo Map instalado em smartphone se equiparam nos agroecossistemas Açaí, Dendê e Cupuaçu. O aparelho GNSS Garmin 64s possui menor Variação do Posicionamento em área descampadas (Pastagem) em comparação ao aplicativo UTM Geo Map. O tempo de Espera não influencia na diminuição da Variação do Posicionamento.

Palavras-Chave: Acurácia, Cobertura Vegetal, GPS, Precisão, Smartphone



XV SICOOPES & VI FECITIS

SEMINÁRIO INTERNACIONAL
DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL
COOPERATIVISMO E ECONOMIA SOLIDÁRIA

VI FECITIS

FEIRA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO SOCIAL

Abstract

GNSS navigation and applications as UTM Geo Map installed in a smartphone, are devices that make possible to obtain geographic coordinates. In this context, the objective of this work was to analyze the planimetric positioning variability of a GNSS navigation receiver and the application UTM Geo Map, operating under different conditions of Vegetal Cover and Waiting Time, in the period of lesser rainfall in the northeast of Pará. The GNSS GARMIN 64S and the UTM Geo Map application installed in a smartphone (moto E5plus) were used in 4 agro-ecosystems: A0) Pasture/Treatment control, A1) Açaizal (*Euterpe oleracea*), A2) Dendêzal (*Elaeis guineenses*), and A3) Cupuaçuzal (*Theobroma grandiflorum*); and 3 waiting times: T0 = 1 min; T1 = 5 min; and T2 = 10 min. Given the assumptions of normality and homoscedasticity, analysis of variance was performed with 5% significance for the F-test. When a difference was found, the Tukey test was applied at 5% significance. The Garmin 64s GNSS and the UTM Geo Map app installed on a smartphone matched each other in the Açaí, Dendê and Cupuaçu agroecosystems. The Garmin 64s GNSS has lesser Positioning Variation in unpaved areas (pasture) than the UTM Geo Map application. The waiting time does not influence the decrease of Positioning Variation.

Key words: Accuracy, Vegetal Cover, GPS, Precision, Smartphone

1. Introdução

Uma das formas de encontrar a localização de um ponto qualquer na superfície terrestre é obter sua referência em relação à linha do equador e ao meridiano de Greenwich, e é expressa em dois valores (latitude e longitude) e pode ser adquirido pelo Sistema Global de Navegação por Satélite - GNSS (em inglês *Global Navigation Satellite System*). No mundo contemporâneo, tem-se as presentes medições de satélites, que são utilizados para o posicionamento geodésico, sendo uma revolução na navegação e suas tecnologias, determinando a localização do usuário em qualquer ponto do mundo, 24 horas por dia, em quaisquer condições de tempo (RAMOS, 2019).

O sistema mais conhecido para captação de informação precisa da localização é o Sistema de Posicionamento Global - GPS (em inglês *Global Positioning System*), é um sistema dos Estados Unidos e está configurado com 24 satélites, distribuídos em 6 planos orbitais distintos, com inclinação de 55° em relação ao equador e um período de 12 horas (ROSA, 2005). Atualmente, tem-se o sistema russo GLONASS, o sistema da União europeia (Galileo) e o chinês BDS (*BeiDou System*), todos atuando na melhoria do sinal do Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS) e possibilita a aplicação em muitos segmentos, como por exemplo, a utilização de GNSS de Navegação no posicionamento de marcos referenciais, onde, se mostrou eficiente, reduzindo o tempo, custo e pessoal necessário para a aquisição de dados hidrológicos (COUTO, 2018).



No entanto, estudos de desempenho de diferentes receptores GNSS de navegação no mapeamento de fragmentos florestais, demonstraram que as diferentes coberturas arbóreas podem resultar numa precisão variável da localização geográfica, o que pode, em algumas vezes, interferir na tomada de decisão dentro da produção agrícola e florestal. A existência de vários tipos de coberturas e dosséis podem interferir na precisão das coordenadas aferidas, pois, são obstáculos físicos que bloqueiam ou interferem na linearidade de propagação da onda eletromagnética e que podem tornar discrepantes as medições com a realidade do local (ROSALEN, 2010), necessitando de mais estudos sobre o assunto.

Outro ponto que causa possível variação no posicionamento planimétrico é o tempo de espera, estudos relacionados diferentes tempos de esperas, demonstraram que o tempo de espera mais prolongado no local antes de aferir o posicionamento influencia na melhor resposta do receptor GNSS de navegação (ÂNGULO FILHO, 2001), no entanto, com o aumento da cobertura do sinal de satélite, mais estudos são requeridos sobre assunto.

Dentro da Agronomia, a técnica de Agricultura de Precisão tem como objetivo aumentar o rendimento dos produtores através da redução dos custos de produção e aumento da produtividade e qualidade das culturas, com uso de tecnologias, mecanização, computação e inovação na agricultura (KIRSCHNER, 2013), e uma das possibilidades de uso para esse tipo de agricultura e/ou uma agricultura com mais uso de geoprocessamento é a utilização do smartphone, dispositivos móveis com funcionalidades avançadas que podem ser estendidas por meio de programas executados em seu sistema operacional, e possuem Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS), sendo a medição de coordenadas extremamente utilizadas.

Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho analisar a variabilidade do posicionamento planimétrico de um receptor GNSS de navegação e o aplicativo UTM Geo Map instalado em um smartphone, operando sob diferentes condições de cobertura vegetal e tempo de espera, na época de menor precipitação pluviométrica do nordeste paraense.

2. Referencial Teórico

2.1 Receptor GNSS ativado nas coberturas GPS + GLONASS

Os Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS) iniciaram na década de 1970, tendo em vista a determinação instantânea de posição, velocidade e tempo de um usuário, quaisquer que fossem as condições atmosféricas e sua localização geográfica (SEEBER, 2003).



O GPS e o GLONASS foram criados de modo simultâneo e autônomo, sendo sistemas pioneiros, seguidos pelos sistemas Galileo e BDS (SETTI JÚNIOR, 2020). O Quadro 1 apresenta as principais características do GPS e o GLONASS, prontamente explicados a seguir.

Quadro 1– Principais características do GPS e GLONASS.

Parâmetro	GPS	GLONASS
Desenvolvido por	EUA	Rússia (União Soviética)
Constelação nominal	24	24+3
Planos orbitais	6	3
Inclinação (°)	55	64,8
Altitude (km)	20200	19100
Período orbital	11h58min	11h15min
Repetibilidade (dias siderais)	1	8
Frequências (MHz)	L1: 1575,42 L2: 1227,60 L5: 1176,45	L1: 1597-1617 L2: 1240-1260 L3: 1202,025
Identificação dos satélites	CDMA	FDMA/CDMA
Efemérides	Elementos keplerianos	Posição, velocidade, tempo
Modelo ionosférico	Klobuchar	-
Sistema de referência	WGS84 (World Geodetic System 1984)	PZ-90 (Parametry Zemli 1990)
Sistema de tempo	GPST (GPS Time)	UTC(SU) (Universal Time Coordinated of Russia)

Fonte: Adaptado de Langley, Teunissen e Montenbruck (2017).

O GPS foi produzido e monitorado pelos Estados Unidos da América, reconhecido funcional no ano de 1995, e desde então esteve por vários planos de atualização tanto no seu segmento terrestre quanto nos blocos de satélites (SETTI JÚNIOR, 2020).

Os princípios do GPS se baseiam na determinação da distância entre um ponto (o receptor) e outros pontos de referência (os satélites). Considerando a distância que separa o receptor dos pontos de referência pode-se determinar sua posição relativa aos mesmos (DE SANTANA et al, 2019). Entende-se que para uma melhor coleta de dados é fundamental existir



a interatividade entre o receptor de sinal GPS com pelo menos três satélites, sendo que os dados obtidos terão uma melhor precisão e acurácia (MIRANDA, 2005; ROSA, 2005).

O GLONASS é atualmente operado pela Rússia, é um sistema global desenvolvido pela antiga União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), e de modo semelhante ao GPS, foi produzido com propósitos militares e difundido para uso civil (SEEBER, 2003). A partir de 2002, o governo russo estabeleceu um plano de reestabelecimento da cobertura global e modernização do sistema, que conta hoje com 28 satélites em órbita, dos quais 24 estão ativos (dezembro 2020) (IAC, 2020).

2.2 Aplicativo UTM Geo map

O UTM Geo Map é um aplicativo para Android, podendo ser baixado na Play Store, que auxilia em trabalhos relativos a mapas, coordenadas, localização, endereço e análise espacial, podendo servir às necessidades de mapeamento, além de ser fácil de usar para usuários comuns (Y2 TECH, 2021).

Quando instalado no smartphone, atua como um GPS portátil para obter coordenadas de latitudes e longitude, UTM, MGRS, elevação e outras informações. Pode ser usado de forma *off-line* (sem acesso à internet). Os dados de coordenadas podem ser armazenados em diversas formas dentro de seus bancos de dados, com notas / etiquetas, fotos ou exportados para os formatos CSV, KML e GPX (Y2 TECH, 2021).

O UTM Geo Map é disponibilizado em 14 idiomas diferentes, sendo o português, uma delas, possui ferramentas de geoprocessamento como União, Intersecção, Diferença, Diferença Simétrica para vetores, além de fazer interpolação TIN para modelo digital de elevação, entre outras funções (Y2 TECH, 2021).

2.3 Verão Amazônico

A maior parte do estado do Pará, devido a sua posição geográfica, experimenta pequenas variações ao longo do ano quanto à maioria das variáveis climáticas (LOPES, 2013). No entanto, na região amazônica, diferentemente do que ocorre em grande parte do Brasil, as únicas estações que são bem determinadas regionalmente são o Inverno Amazônico, onde o índice pluviométrico aumenta e ocorre muitas chuvas; e a outra estação considerada seca, com poucas chuvas a qual pode ser chamado de Verão Amazônico.

De acordo com Silva (2022), o “Inverno Amazônico” é a estação chuvosa, que acontece entre os meses de dezembro e maio, caracterizado pelo aumento da nebulosidade, das chuvas e



redução da insolação e das temperaturas. Já o “Verão Amazônico” é a estação seca, que ocorre entre os meses de junho e novembro, marcado pelo aumento da insolação, das temperaturas e redução da nebulosidade e das chuvas (SILVA, 2022).

Sendo assim, o Verão Amazônico é o período mais quente do ano, além da redução das chuvas, segundo mencionado acima, os valores da temperatura média nesse período na Amazônia são entre 24° e 26°C (WILLIAMS & SÁTORI, 2004).

2.4 Interferência das Condições Atmosféricas na Exatidão da Medida de Posição do GNSS

O GNSS, como já se explicou, é capaz de calcular a posição de um receptor na superfície do Planeta Terra ou próxima a este. Entretanto, como todo sistema de medição, o GNSS está sujeito a erros, é um desses erros pode ser a dinâmica da refração atmosférica (SARAIVA et al, 2022). Resultados de estudos como de Saraiva et al (2022), onde o trabalho apresentou a relação da exatidão de um GNSS com as condições atmosféricas em especial eventos de chuva, indicaram que os usuários comuns de aplicativos de localização em dia de chuva, compreenderam que é preciso ter cuidado na utilização destes aplicativos, pois, a ocorrência de grandes erros é algo comum durante eventos chuvosos.

Sendo assim, o motivo do estudo ser realizado em período de Verão Amazônico, é que se entende que o GNSS tem alguns pontos de sombra, como túneis, mata extremamente densa, e de interesse ao estudo, tem sua qualidade afetada quando o tempo está ruim, como em tempestades e chuvas torrenciais.

3. Metodologia

3.1 Área de Estudo

O experimento ocorreu nos Agroecossistemas do IFPA (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará) – Campus Castanhal, no município de Castanhal, Pará (1°17'53,51" S, 47°55'1.83" W), localizado na mesorregião metropolitana de Belém (Figura 01).



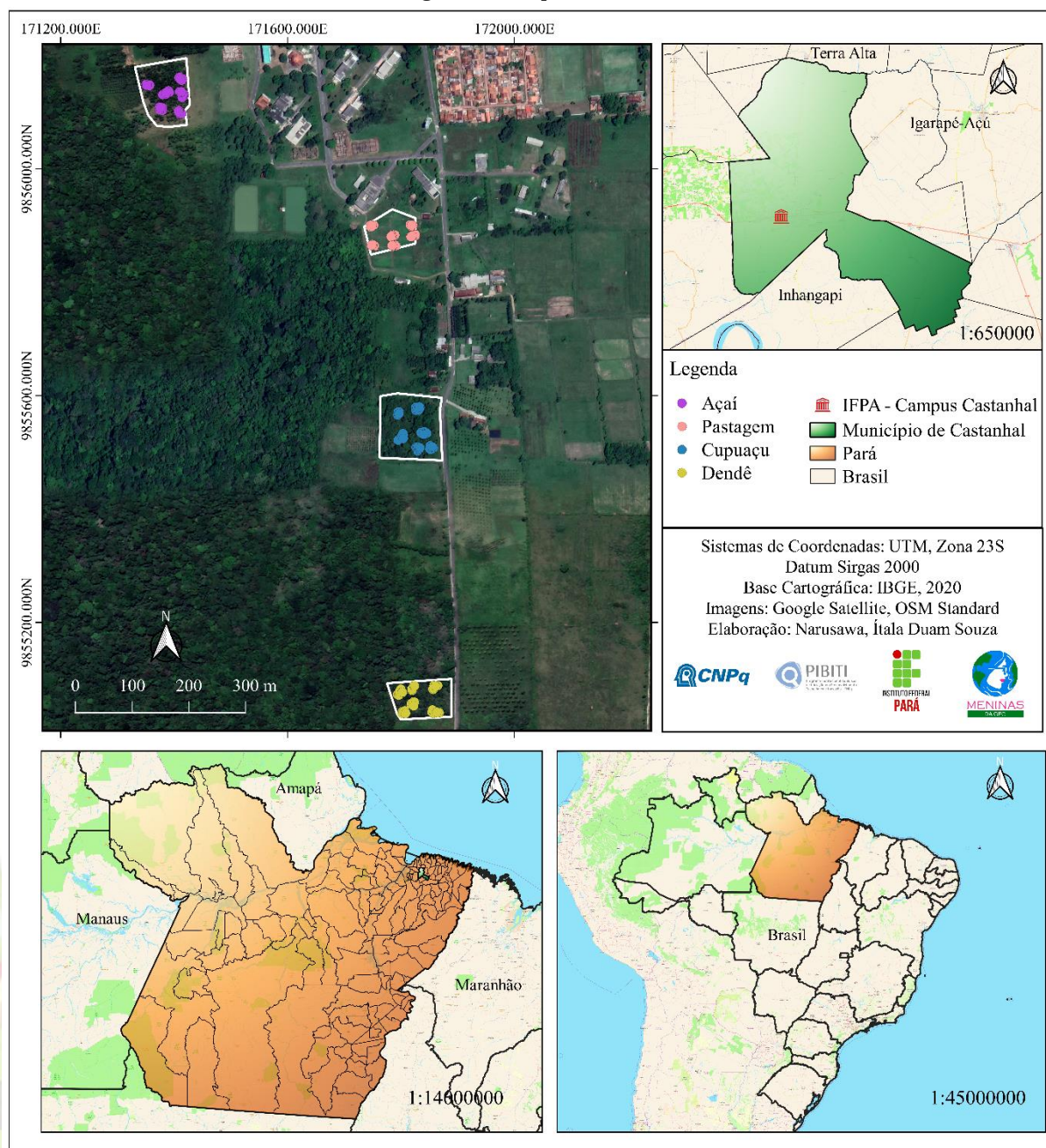
XV SICOOPES & VI FECITIS

SEMINÁRIO INTERNACIONAL
DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL
COOPERATIVISMO E ECONOMIA SOLIDÁRIA

FEIRA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO SOCIAL

FEIRA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO SOCIAL

Figura 01: Mapa da Área de Estudo.



Fonte: Autores (2022).

Para a avaliação do desempenho do GNSS de navegação e do aplicativo UTM Geo Map sob diferentes condições de cobertura vegetal, selecionou-se quatro diferentes agroecossistemas: A0) Pastagem/Tratamento controle – sem cobertura vegetal; A1) Açaizal (*Euterpe oleracea*) adulto (plantado em 1999); A2) Dendêzal (*Elaeis guineenses*) adulto (plantado em 2005); e A3) Cupuaçuzal (*Theobroma grandiflorum*) adulto (plantado em 2003)



XV SICOOPES

SEMINÁRIO INTERNACIONAL
DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL
COOPERATIVISMO E ECONOMIA SOLIDÁRIA



VI FECITIS

FEIRA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO SOCIAL

(Figura 02). Em cada agroecossistemas foram fixados 6 marcos ao acaso, fixou-se piquetes de madeira 0,4 m no solo e estacas de 1,2 m próximos aos piquetes para facilitar a sua visualização (Figura 03).

Figura 02: Agroecossistemas A0) Pastagem; A1) Açaizal (*Euterpe oleracea*); A2) Dendêzal (*Elaeis guineenses*; A3) Cupuaçuza (*Theobroma grandiflorum*).



Fonte: Autores (2020).



Figura 03: A) Piquetes de madeira e estacas; B) Piquetes no solo e estacas próximos aos piquetes para facilitar a sua visualização nos Agroecossistemas.



Fonte: Autores (2020).

3.2 Condições Climáticas do Experimento

Os dados meteorológicos foram extraídos do catálogo da estação automática de Castanhal, em situação operante, situado a $1^{\circ}18'3.00''$ S, $47^{\circ}56'53.00''$ W, a uma altura de 47,13 m acima do nível do mar (INMET, 2020). Os pontos foram aferidos entre os dias 23 de outubro à 01 de novembro de 2020. O clima da cidade de Castanhal segundo a classificação de Köppen e Geiger é Af (tropical equatorial) com uma pluviosidade média anual de 2432 mm (CLIMATE, 2020). Os dias escolhidos para o levantamento dos pontos foram ensolarados e relativamente parecidos, como demonstra a Tabela 01, visando amenizar ao máximo interferências como céu nublado e precipitações pluviométricas.



Tabela 01: Dados do clima de Castanhal durante o experimento (23/10/2020 à 01/11/2020.)

Data	Agro- ecossistema	Tempo	Temperatura Média (°C)	Precipitação Total (mm)	Vento (m/s)	Umidade Relativa (%)
23/10/20	Cupuaçu	Ensolarado	29,02	0,0	0,6 m/s	62,83
25/10/20	Dendê	Ensolarado	26,20	0,0	0 m/s	85,2
30/10/20	Açaí	Ensolarado	32,48	0,0	0,7m/s	49,75
31/10/20	Açaí	Ensolarado	23,20	0,0	0 m/s	92
31/10/20	Pastagem	Ensolarado	27,00	0,0	0,2m/s	76
01/11/20	Pastagem	Ensolarado	23,42	0,0	0 m/s	91,5

Fonte: INMET (2020).

3.3 Equipamentos Utilizados e Tempo de Espera

Com a finalidade de se obter valores de coordenadas planimétricas, foram utilizados dois tipos de aparelhos, o receptor GNSS de navegação GARMIN 64S, com cobertura GPS / GLONASS de alta sensibilidade, com antena quadhelix para aumentar a recepção do sinal, sendo sua precisão de posicionamento de aproximadamente 3,65 m (GARMIN, 2022), e o aplicativo UTM Geo map instalado no smartphone Motorola E5plus com cobertura de sinal de internet ativada através de operadora de telefonia (Figura 04). A técnica de coleta de dados foi o modo autônomo descrito por Timbó (2000), na qual o portador se move em uma região utilizando apenas um receptor padrão que o informa sobre a sua posição com a precisão definida de acordo com as possibilidades de seu aparelho. Como critério de Tempo de Espera, para analisar à influência da Variação do Posicionamento (VP), utilizou-se 3 tempos distintos: T0 = 1 min; T1 = 5 min; e T2 = 10 min.



XV SICOOPES & VI FECITIS

SEMINÁRIO INTERNACIONAL
DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL
COOPERATIVISMO E ECONOMIA SOLIDÁRIA

FEIRA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO SOCIAL

Figura 04: A) GARMIN 64S; B) Aplicativo UTM Geo Map no smartphone Motorola E5plus.



Fonte: Autores (2020).

3.4 Determinação da Variação do Posicionamento (VP)

Os dados foram extraídos do GNSS de navegação GARMIN 64S e do aplicativo UTM Geo map em coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator). Para a determinação da Variação do Posicionamento (VP) utilizou-se a soma do desvio padrão das coordenadas X e Y. Para se Calcular o desvio padrão de cada eixo (X e Y), coletou-se 3 leituras de repetições dos equipamentos com os mesmos padrões (mesmo marco, mesmo tempo de espera e mesmo aparelho ou aplicativo). A função matemática que calcula a Variação do Posicionamento (VP) é:

$$VP = \sqrt{\frac{\sum_{Leitura\ 1(x)}^{Leitura\ 3(x)} \sqrt{(x_1 - x_{média})^2}}{n-1}} + \sqrt{\frac{\sum_{Leitura\ 1(y)}^{Leitura\ 3(y)} \sqrt{(y_1 - y_{média})^2}}{n-1}} \quad (1)$$

Onde:

VP - Variação do Posicionamento;

(x) – Coordenada X;

(y) – Coordenada Y;

$x_{(média)}$ – Média da coordenada X das 3 leituras;

$y_{(média)}$ – Média da coordenada Y das 3 leituras;

n – Número de leituras = 3.



3.5 Delineamento Estatístico

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizados (DIC), sendo, os 6 marcos estabelecidos em cada agroecossistema os pontos do experimento, totalizando 24 pontos amostrais. Em cada ponto amostral, foi analisado a Variação do Posicionamento (VP) para cada Tempo de Espera estabelecido, e para cada equipamento distinto, formando assim, o esquema fatorial (2 (receptor GNSS e aplicativo UTM Geo map) x 4 (Agroecossistemas) x 3 (Período de permanência)) x 6 (marcos em cada agroecossistema).

3.6 Análise Estatístico

Os dados da Variação do Posicionamento (VP) foram submetidos à pressupostos da análise de variância (ANOVA), sendo, verificação de outliers, através de boxplot, teste de normalidade Shapiro Wilk dos resíduos da análise de variância e teste de homocedasticidade Bartlett, dos resíduos da ANOVA, todos à 5 % de significância. Pela presença de outliers, os dados foram transformados em Log natural, havendo também a necessidade de exclusão de 3 outliers. Dadas as suposições, foi realizada a análise de variância com significância de 5% para o teste F. Quando uma diferença foi encontrada, aplicou-se o teste Tukey, a 5 % de significância.

3.7 Programas Utilizados

Para a extração dos dados do GNSS de navegação foi utilizado o programa GPS TrackMaker Free. Para a tabulação dos dados e cálculo da Variação do Posicionamento (VP), utilizou-se o programa Microsoft Excel 2016. Para os testes estatísticos foi utilizado a linguagem de programação R versão 4.0.3, aplicando a interface R Studio e o pacote ExpDes.pt.

4. Resultados e Discussões

4.1 Variação do Posicionamento (VP) entre Aparelhos, Agroecossistemas e Tempo de Espera

Observa-se na tabela (Tabela 02), os resultados da Análise de Variância. Depreende-se diferença significativa, pelo teste F, para o fator Aparelhos vs Vegetação, com aproximadamente 99,7 % de confiança. Nesses casos recomenda-se o seu desdobramento, ou seja, comparar os Aparelhos para cada Agroecossistemas e a Agroecossistemas para cada um dos Aparelhos.



XV SICOOPES & VI FECITIS

SEMINÁRIO INTERNACIONAL
DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL
COOPERATIVISMO E ECONOMIA SOLIDÁRIA

VI FECITIS

FEIRA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO SOCIAL

Tabela 02. Tabela da ANOVA, dados (VP) transformados (ln(x)).

Quadro da Análise de Variância					
Fatores	GL.	Soma Dos Quadrados	Quadrado Médio	Estatística F	P - Valor
Aparelhos	1	0,60499	0,60499	3,2796	0,0726 ^{ns}
Agroecossistemas	3	1,31853	0,43951	2,3825	0,0728 ^{ns}
Tempo de Espera	2	0,39082	0,19541	1,0593	0,3499 ^{ns}
Aparelhos vs Agroecossistemas	3	2,71649	0,9055	4,9086	0,003**
Aparelhos vs Tempo de Espera	2	0,21467	0,10733	0,5818	0,5604 ^{ns}
Vegetação vs Tempo de Espera	6	0,92677	0,15446	0,8373	0,5434 ^{ns}
Aparelho vs Agroecossistemas vs Tempo de Espera	6	0,82630	0,13772	0,7465	0,6133 ^{ns}
Resíduo	120	22,13653	0,18447		
Total	143	29,13509			
CV = 32,17 %					

**Significativo $P \leq 1\%$ de probabilidade pelo teste F; ^{ns} Não-significativo pelo teste F a 5%; Médias transformadas (ln(x)).

Fonte: Autores (2021).

4.2 Comparação dos Aparelhos dentro de cada nível dos Agroecossistemas

A Tabela 03, mostra o desdobramento da Análise de Variância dos Aparelhos utilizados (GPS Garmin e UTM Geo Map) dentro de cada Agroecossistemas (Açaí, Cupuaçu, Dendê e Pastagem), percebe-se que houve diferencia significativa a 99,998 % de confiança na vegetação Pastagem.

Tabela 03. Desdobrando Aparelhos dentro de cada nível de Vegetação; Dados (EP) transformados (ln(x)).

Quadro da Análise de Variância					
Fatores	GL.	Soma Dos Quadrados	Quadrado Médio	Estatística F	P - Valor
Aparelhos: Açaí	1	0,00412	0,00412	0,0223	0,8814 ^{ns}
Aparelhos: Cupuaçu	1	0,23274	0,23274	1,2617	0,2636 ^{ns}
Aparelhos: Dendê	1	0,28659	0,28659	1,5536	0,215 ^{ns}
Aparelhos: Pastagem	1	2,79803	2,79803	15,1678	0,00002**
Resíduos	120	22,13653	0,18447		

**Significativo $P \leq 1\%$ de probabilidade pelo teste F; ^{ns} Não-significativo pelo teste F a 5%; Médias transformadas (ln(x)).

Fonte: Autores (2021).



Na comparação de médias, através do teste Tukey (Tabela 04), pode-se inferir que o aparelho GPS Garmin possui menos variação de posicionamento na pastagem, sendo estatisticamente diferente do UTM Geo Map. Segundo a Garmin (2021) o sistema de funcionamento do aparelho se faz por meio das constelações de satélites GPS e GLONASS, apesar do número de satélites ser maior que décadas anteriores, e sua acurácia e precisão tenham melhorados, os obstáculos, como os dosséis de árvores, prédios entre outros, ainda causam influencias e variância nas medições.

Tabela 04. Comparação dos Aparelhos dentro de cada agroecossistema; As comparações de médias foram realizadas sobre os dados transformados ($\ln(x)$).

	Açaí	Cupuaçu	Dendê	Pastagem
UTM Geo Map	1,394391 (4,03251) a	1,489459 (4,43469) a	1,262426 (3,53398)a	1,452692 (4,27460) a
GPS Garmin	1,415790 (4,11974) a	1,328649 (3,77593) a	1,440873 (4,22438) a	0,895115 (2,44761) b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na VERTICAL, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; () Valor da Média não transformada em metros.

Fonte: Autores (2021).

Também percebe-se que as médias da Variação do Posicionamento feitas pelo GNSS e o aplicativo nos agroecossistemas Açaí, Cupuaçu e Dendê, não diferiram estatisticamente, constatando uma equivalência no potencial de uso do UTM Geo Map em empreendimentos agrícolas onde há presença de dossel. Outra vantagem do smartphone é a possibilidade de ser fundidas com outros dados de sensores (por exemplo, câmeras) ou combinadas com informações externas (por exemplo, mapas digitais) aumentando as aplicações do smartphone em comparação ao GNSS de navegação.

4.3 Comparação dos Agroecossistemas dentro de cada nível dos Aparelhos

Na Tabela 05, mostra o desdobramento da Análise de Variância dos Agroecossistemas (Açaí, Cupuaçu, Dendê e Pastagem), dentro de cada Aparelho utilizado (GPS Garmin e UTM Geo Map). Percebe-se que houve diferencia significativa a 99,995 % de confiança no fator Agroecossistemas: Aparelho GPS Garmin.



Tabela 05. Desdobrando Agroecossistemas dentro de cada Nível dos Aparelhos; Dados (EP) transformados (ln(x)).

Quadro da Análise de Variância

Fatores	GL.	Soma Dos Quadrados	Quadrado Médio	Estatística F	P - Valor
Agroecossistemas: Aparelho GPS Garmin	3	3,49974	1,16658	6,3239	0,00005**
Agroecossistemas: Aparelho UTM Geo Map	3	0,53527	0,17842	0,9672	0,4107 ^{ns}
Resíduo	120	22,13653	0,18447		

**Significativo $P \leq 1\%$ de probabilidade pelo teste F; ^{ns} Não-significativo pelo teste F a 5%; Médias transformadas (ln(x)).

Fonte: Autores (2021).

Na comparação de médias, através do teste Tukey (Tabela 06), pode-se constatar que o aparelho GPS Garmin possui menos variação do posicionamento na pastagem, sendo estatisticamente diferente em comparação aos outros agroecossistemas, ratificando que em áreas sem a presença de dosséis o aparelho varia menos em suas aferições. No entanto, o aplicativo UTM Map Geo se mostrou bastante linear nas suas medições e não houve variação dos agroecossistemas. Isso possivelmente se deva pelo sistema utilizado nos smartphones, que mesclam tantas informações do GNSS do aparelho, quanto informações provenientes da internet (DE SANTANA et al., 2019), proporcionando uma variação homogênea sobre a densidade dos agroecossistemas estudados, no entanto, até onde essa homogeneidade se processa em relação a densidade da cobertura Vegetal, ainda são temáticas de estudos futuros.

Tabela 06. Comparação dos Agroecossistemas dentro de cada Aparelho; As comparações de médias foram realizadas sobre os dados transformados (ln(x)).

	UTM Geo Map	GPS Garmin
Dendê	1,262426 (3,53398) a	1,44087 (4,22436) a
Açaí	1,394391 (4,03251) a	1,41579 (4,11973) a
Cupuaçu	1,489459 (4,43469) a	1,32864 (3,77590) a
Pastagem	1,452692 (4,27460) a	0,89511 (2,44760) b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na VERTICAL, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; () Valor da Média não transformada em metros.

Fonte: Autores (2021).



4.4 Tempo de Espera

De acordo com o teste F, a 5 % de significância, as medias da Variação do Posicionamento em relação ao Tempo de Espera se mostraram estatisticamente iguais (Tabela 07). Pelo suporte Garmin (2021) receptores GPS + GLONASS podem adquirir sinal de satélite até 20% mais rapidamente do que dispositivos que contam somente com receptores GPS. Também a utilização de internet, pelos aparelhos smartphones são possíveis fatos da atualidade que permitam a utilização mais rápida na medição de coordenadas de georreferenciamento.

Tabela 07. Médias do Tempo de Espera; Médias transformadas ($\ln(x)$).

Tempo de Espera	Médias
1 minuto	1,381366 (3,98033) a
5 minuto	1,361235 (3,90100) a
10 minuto	1,262172 (3,53308) a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na VERTICAL, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade; () Valor da Média não transformada em metros.

Fonte: Autores (2021).

5. Conclusão

Os aparelhos GNSS Garmin 64s e o aplicativo UTM Geo Map instalado em smartphone se equiparam em termos de desempenho nos agroecossistemas que apresentam dossel (Açaí, Dendê e Cupuaçu).

Lugares descampados, como no caso da pastagem, o aparelho GPS Garmin 64s possui menor Variação do Posicionamento.

O tempo de espera não influencia na diminuição da Variação do Posicionamento das medições de georreferenciação, tanto no aparelho GNSS Garmin 64s quanto no aplicativo UTM Geo Map.

6. Considerações Finais

Apesar do GNSS Garmin 64s possuir menor Variação do Posicionamento em locais desprovidos de dossel, seu uso é restrito para o georreferenciamento e seu custo é elevado, tornando inacessível para grande maioria da população Rural.



O aplicativo UTM Geo Map instalado em smartphone pode ser uma alternativa viável para a substituição do GNSS de navegação, em geral, grande parcela da população já possuem smartphones, sendo um aparelho multiuso.

A introdução do UTM Geo Map instalado em smartphone nas atividades rurais, pode proporcionar a inclusão tecnológica de milhares de produtores rurais, contribuindo para equidade tecnológica no meio rural.

Através de programas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) como o Qgis, dados levantados e georrefenciados, podem ser aplicados na racionalização de recursos naturais e de insumos agrícolas, levantamento das aptidões agrícolas dos solos, análise, classificação, mitigação ou combate de pragas e doenças, entre outros, assim, elevando a produtividade, baixando custos, e melhorando a vida do produtor rural.

7. Agradecimentos

A Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (PROPPG) que através Edital do PIBICTI-PROPPG-IFPA-CNPq, estimulou os pesquisadores do IFPA, em particular a mim e a equipe, a realizar esse projeto de pesquisa tecnológica e inovação. Ao CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa de estudos e auxílio financeiro que possibilitou a dedicação integral ao programa PIBITI e a operacionalização desse estudo.

8. Referências Bibliográficas

ANGULO FILHO, R. **Avaliação da exatidão de posicionamento planimétrico de um receptor GPS operando sob diferentes condições de cobertura vegetal**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2001.

CLIMATE. Clima: **Castanhal**, 2020. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/para/castanhal-26632/>. Acesso em 20 de junho de 2020.

COUTO, N. B. A utilização do GPS na aquisição de dados hidrológicos. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 6, n. 1, 2018.

DE SANTANA, J. K. R. et al. PRECISÃO DE GPS EM SMARTPHONES: UMA FERRAMENTA PARA PESQUISAS ACADÊMICAS E TRABALHOS DE CAMPO. **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, v. 9, n. 2, p. 255-267, 2019.



GARMIN. **Global Navigation System (GNSS)**: Centro de Assistência, 2021. Disponível em: <https://support.garmin.com/pt-BR/?faq=GvYAvElyJN1XErPJevmbJ7>. Acesso em 15 de janeiro de 2021.

GARMIN. **GPSMAP 64s**: Especificações, 2022. Disponível em: <https://buy.garmin.com/pt-BR/BR/p/140022#overview>. Acesso em 10 de Julho de 2022.

INFORMATION AND ANALYSIS CENTER FOR POSITIONING, NAVIGATION AND TIMING (IAC). **GLONASS Constellation Status**. Disponível em < <https://www.glonass-iac.ru/en/GLONASS/>>. Acesso em: Julho de 2022.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Castanhal, 2020**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos> Acesso em 03 de novembro de 2020.

KIRSCHNER, S. F. Um sistema de auxílio à coleta de dados na área de agricultura de precisão baseado em aplicações móveis. **Trabalho de conclusão de curso**, 2013.

LOPES, M. N. G.; DE SOUZA, E. B.; FERREIRA, D. B. da S. Climatologia regional da precipitação no estado do Pará. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 12, n. 1, 2013.

MIRANDA, J. I. **Fundamentos e Sistemas de Informações Geográficas**. Embrapa, Brasília/DF, 2005.

RAMOS, P. R. B. R. **Noções de GPS**. 1ª ed., Belém: SINEPEM (Coleção I), 2019.

ROSA, R. Geotecnologias na Geografia Aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, Universidade Federal de Uberlândia, v.16, p.81-90, 2005.

ROSALEN, D. L.; GONÇALVES, K. C.; TAKAHASHI, K. M. Mapeamento de fragmentos florestais através de diferentes receptores GPS. **Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, v. 3, 2010.

SARAIVA, M. D. et al. Correlação Entre a Exatidão da Medida de Posição do GPS e as Condições Atmosféricas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, n. AHEAD, 2022.

SEEBER, G. **Satellite Geodesy**. 2 o ed. New York: Walter de Gruyter, 2003.

SETTI JÚNIOR, P.T. et al. **Posicionamento multi-GNSS**. Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto. Rev. Bras. Cartografia, vol. 72, n. Especial 50 anos, 2020.

TIMBÓ, M. A. **Levantamentos através do Sistema GPS**. Notas de aula do Departamento de Cartografia da UFMG. Belo Horizonte, 2000.

WILLIAMS, E. R. & SÁTORI G. **Lightning, Thermodynamic and hydrological comparison of the two tropical continental chimneys**, J. Atmos. Solar-Terr. Phys., 66, 1213-1231, 2004.



XV SICOOPES

SEMINÁRIO INTERNACIONAL
DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL
COOPERATIVISMO E ECONOMIA SOLIDÁRIA



VI FECITIS

FEIRA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO SOCIAL

Y2 TECH. UTM GEO MAP. Aplicativo Android. Módulos, 2017. Disponível em: <https://www.utmgeomap.com> . Acesso em 10 de Julho de 2022.

SILVA, Z. L. “Verão e inverno amazônico”: perspectiva meteorológica e a percepção dos moradores do município de Manaus/AM. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, 2022.

