

## GRUPO DE ESTUDO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO - GLT

### SENSORIAMENTO REMOTO ORBITAL ESTÉREO PARA A GEOLOCALIZAÇÃO DE ATIVOS DE TRANSMISSÃO

**ALEXANDRE CORRÊA DA SILVA(1); MARIANO FEDERICO PASCUAL(1); FLAVIO MARQUETI(1); GIVANILDO JOSE SILVA(2)  
HEX(1) TOPOCART(2)**

#### RESUMO

O presente Informe Técnico objetiva apresentar uma nova metodologia, baseada em Sensoriamento Remoto Orbital, para o atendimento a Resolução Normativa 861/2019 da ANEEL, no que tange a atualização dos dados geográficos dos ativos de transmissão com precisões compatíveis com o BDIT. Os dados são: (a) geolocalização do piquete central das torres de transmissão; (b) geolocalização do vão entre os piquetes centrais das torres e; (c) geolocalização do polígono da subestação. São apresentados aqui, além da própria metodologia, os resultados de sua aplicação em campo e a avaliação através de controle de qualidade utilizando pontos amostrais e produtos com precisão melhor.

#### PALAVRAS-CHAVE

Restituição Fotogramétrica; Sensoriamento Remoto; Subestação; Linha de Transmissão; RN 861/2019.

#### 1.0 INTRODUÇÃO

A Resolução Normativa – RN (4) exigiu dos agentes de Transmissão de energia elétrica uma atualização de diversos dados, entre eles, a obtenção dos dados geoespaciais, dispostos na Tabela 1, conforme (9), dos seus respectivos ativos, tanto no aspecto planimétrico quando no altimétrico, com precisões compatíveis com a Base de Dados das Instalações de Transmissão de Energia Elétrica – BDIT. Tal fato trouxe um desafio tecnológico para o Setor Elétrico, o qual se configura na obtenção de um grande volume de dados espaciais, distribuídos em uma extensa faixa territorial em nosso país com dimensões continentais, com qualidade, precisão e em um curto espaço de tempo.

Tabela 1 – Feições vetoriais exigidas pela RN.

Nome	Subdivisão	Sigla	Feição	Descrição
Subestação	Subestação	SUB	Polígono	Representa a localização e a área de ocupação da subestação.
Linha de Transmissão	Torre	TLT	Ponto	Representa a localização das torres.
	Vão	VL	Segmentos de reta	Representa a localização e a extensão dos vãos da LT.

Dentre outras soluções possíveis, o Sensoriamento Remoto Orbital foi selecionado como o melhor instrumento para a realização de tal tarefa, isto por ser capaz de imagear grandes áreas em curto espaço de tempo com a precisão exigida contando com a estabilidade das plataformas orbitais para obtenção deste tipo de dado. O presente informe técnico objetiva apresentar uma metodologia desenvolvida para a solução do problema mencionado no parágrafo anterior, utilizando restituição fotogramétrica a partir de dados obtidos de sensoriamento remoto orbital e geoprocessamento. Conforme detalhado a seguir, no presente trabalho, tal solução será capaz de fornecer os dados geográficos exigidos pela RN com a precisão planimétrica de 1 metro ou melhor e precisão altimétrica de 3 metros ou melhor, mesmo sob condições adversas de imageamento.

Este trabalho está dividido em 5 seções. A primeira com uma breve introdução contextual do problema proposto e da proposta de a ser apresentada na seção seguinte. A segunda traz a metodologia proposta, pontuando as suas principais características e diferenciais. A terceira trata sobre os resultados obtidos, bem como as formas de validação realizadas para garantir as precisões requeridas. A quarta apresenta as conclusões, discussões e observações

pertinentes a deste projeto. A quinta enumera as referências bibliográficas. A sexta contém um resumo dos dados biográficos do autor e dos coautores.

## 2.0 METODOLOGIA

A metodologia ora proposta consistiu na utilização de imagens provenientes de Sensoriamento Remoto Orbital em modo estéreo, ou seja, duas aquisições de imagens do mesmo local com angulações diferentes na mesma passagem de órbita. Para a garantia das precisões exigidas o presente trabalho também contou com na obtenção de pontos de controle em campo. As imagens foram disponibilizadas no formato primário, sem quaisquer correções geométricas, e sem fusão das bandas. Os arquivos de imagens passam por um ciclo de processos, dentre os quais, de orientação relativa, orientação absoluta, fototriangulação e restituição fotogramétrica. Nessa última etapa, tendo a obtenção dos produtos derivados de ponto, linha e polígono, representando as informações geográficas requeridas pela Resolução Normativa.

De acordo com (2), a fototriangulação tem uma importância fundamental dentro dos processos fotogramétricos de criação de mapas topográficos a partir de imagens, sendo o responsável pela determinação das coordenadas de terreno dos pontos fotogramétricos selecionados sobre as imagens. Nesta abordagem metodológica, foi considerada a fototriangulação por feixes perspectivos, uma vez que as imagens foram adquiridas com sobreposições laterais e longitudinais, onde as imagens coletadas são tratadas como um único bloco e é realizado um ajustamento único para o conjunto de imagens. Este método permite a densificação dos pontos coletados em campo, permitindo que o trabalho tenha um melhor aproveitamento dos recursos financeiros sem comprometer a qualidade dos produtos resultantes.

Esta parte, mencionada no parágrafo anterior, específica do ajustamento de blocos, caracteriza a qualidade inovadora da presente metodologia em sua aplicação para a restituição dos elementos do sistema elétrico, dotando o sistema da capacidade do imageamento prévio especulativo ao início do projeto, o que, além de incidir em uma redução de custo, com a utilização de cenas de acervo, também agiliza a obtenção das informações em comparação com o aerolevantamento tradicional, que costuma ter uma demora de mobilização inicial.

### 2.1 Áreas de interesse

A definição das áreas de interesse foi a etapa primária da metodologia, uma vez que deveriam possuir características específicas, de modo a assegurar a eficácia da metodologia para diferentes cenários e circunstâncias. Seguindo essas condicionantes, foram propostas inicialmente duas áreas de interesse, a primeira possui cerca de 59 km<sup>2</sup> e localizada no estado do Mato Grosso – MT, Brasil, e a segunda possui cerca de 40 km<sup>2</sup> localizada no entorno da Subestação Brasília Sul, de FURNAS, na Região Administrativa de Samambaia no Distrito Federal – DF, Brasil. Para a escolha da área do MT foram considerados fatores adversos para o projeto como presença de vegetação próximas as linhas de transmissão, terreno acidentado, Para a área do DF a escolha se deu pela importância desta subestação em específico ao sistema elétrico do DF, pela diversidade de tensões operadas na subestação, de 345kV, 230kV, 138kV e 13,8kV, e pelos elementos geográficos presentes no entorno. A Figura 2 a seguir apresenta as áreas de interesse, (a) área do MT e (b) área do DF.



Figura 2 - Áreas de interesse do Projeto.

## 2.4 Imagens utilizadas

Em um segundo momento, após a escolha das áreas de interesse, é necessária a seleção das imagens para o trabalho. Sendo as imagens o produto base da geração dos vetores, sua seleção adequada é de extrema importância, sendo a análise de fatores como: resolução geométrica; resolução radiométrica; precisão planimétrica; precisão altimétrica; entre outros, fundamentais para o sucesso do projeto. Segundo (1) os satélites Pléiades 1A e 1B entregam produtos ortorretificados de altíssima resolução, com 50 cm de elemento de resolução no terreno, 16 bit de resolução radiométrica, como padrão, e ainda afirma que as precisões que podem ser alcançadas, com o auxílio de pontos de controle em campo, são dadas por (1), que são de 0,35 m de erro máximo na planimetria, conforme o Erro Circular com 90% de confiança – CE90 e entre 0,8 m e 1,2 m de erro máximo na altimetria, conforme o Erro Linear com 90% de confiança – LE90, variando o limite entre o primeiro e o último de acordo com a variação da inclinação do relevo local.

Seus produtos foram avaliados pelo Federation of American Scientists que classificaram como pertencente a classe 6 do National Image Interpretability Rating Scales – NIIRS. Essas classes categorizam os produtos de imagens de acordo com o nível de interpretação dos objetos detectáveis, de acordo com (7) a capacidade de detecção e interpretação dessa categoria é:

- Distinguir entre modelos de pequenos/médios helicópteros (e.g., HELIX A; HELIX B; HELIX C; HIND D; HIND E; HAZE A; HAZE B; HAZE C).
- Identificar o formato de antenas em radares EW/GCI/ACQ como parabólicas, parabólicas com cantos cortados ou retangulares.
- Identificar o pneu reserva de um caminhão de tamanho médio.
- Distinguir entre as estruturas de mísseis SA-6, SA- I 1, e SA- 17.
- Identificar tampas de lançadores individuais de SA-N-6 lançados verticalmente de embarcações da classe SLAVA.
- Identificar automóveis.

Essas características justificam a escolha dos produtos Pléiades para a utilização na metodologia, ora proposta, de atendimento ao objetivo de extrair as feições das torres e das subestações respeitando os requisitos mínimos exigidos de precisão planimétrica e altimétrica.

A escolha dos pares estereoscópicos para o projeto piloto teve como critério a diversidade de situações que podem ser encontradas em um mapeamento em larga escala, sendo escolhidas imagens com nuvens e brumas/névoa. Tal escolha visa mostrar a capacidade do projeto de manter as precisões exigidas pela resolução mesmo diante de cenários adversos conforme exposto no item anterior. A Tabela 2 a seguir, mostra as principais características dos pares de imagens utilizados, e a Figura 3 exemplifica as condições das imagens utilizadas.

Tabela 2 – Principais características dos pares estéreos.

Nome	Data	Nuvens	Incid.	AOI
DS_PHR1B_202102081407550_FR1_PX_W056S16_0111_02334	08/02/2021	0,7%	14,8°	MT
DS_PHR1B_202102081408476_FR1_PX_W056S16_0111_02334	08/02/2021	0,7%	19,0°	MT
DS_PHR1A_202008301404146_FR1_PX_W056S16_0307_01048	30/08/2020	1,2%	16,4°	MT
DS_PHR1A_202008301405023_FR1_PX_W056S16_0307_01032	30/08/2020	1,9%	12,6°	MT
DS_PHR1A_202008301404063_FR1_PX_W056S16_0506_01200	30/08/2020	0,0%	21,3°	MT
DS_PHR1A_202008301404536_FR1_PX_W056S16_0506_01276	30/08/2020	0,0%	7,1°	MT
DS_PHR1B_202103081352504_FR1_PX_W056S16_0308_01502	08/03/2021	51,9%	28,2°	MT
DS_PHR1B_202103081353144_FR1_PX_W056S16_0308_01561	08/03/2021	54,4%	27,3°	MT
DS_PHR1A_202005031330030_FR1_PX_W049S16_1203_02786	03/05/2020	0,0%	13,1°	DF
DS_PHR1A_202005031329299_FR1_PX_W049S16_1203_02826	03/05/2020	0,0%	14,1°	DF

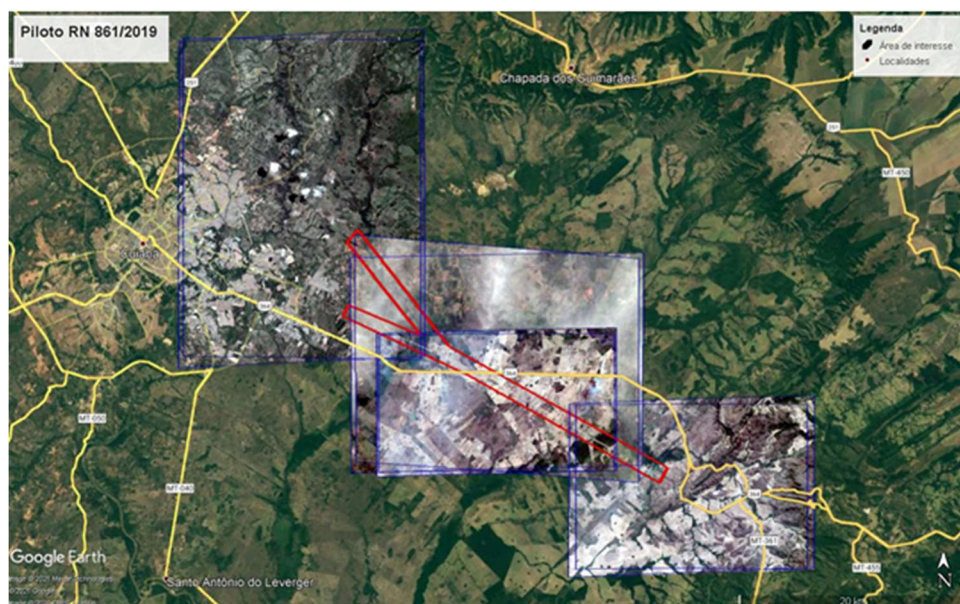


Figura 3 - Pares estereoscópicos Pléíades sobre a área de interesse do MT.

## 2.2 Obtenção das feições vetoriais

Após o processamento das imagens, descrito na primeira parte da metodologia, elas se encontram em um ambiente de restituição fotogramétrica, prontas para o restituidor fazer a extração das feições vetoriais. Para tal é necessário um conhecimento grande do objeto a que se propõe a restituir. Sendo assim, a equipe técnica experiente em restituição de feições relacionadas a transmissão de energia de voos fotogramétricos propôs a extração das feições de dois modos distintos, conforme descrito a seguir.

Para as subestações foi restituído o muro ou cerca, dependendo da situação de cada subestação e das anotações da reambulação de campo em cada uma delas. Para as torres de transmissão, conforme (6) estas costumam ter como constituição básica estruturas metálicas, e podem classificadas no geral como autoportantes ou estaiadas,

para cada um desses dois tipos seguiu-se um processo distinto. A Figura 4, concebida pelo mesmo autor, ilustra em (a) torre autoportante e (b) torre estaiada.

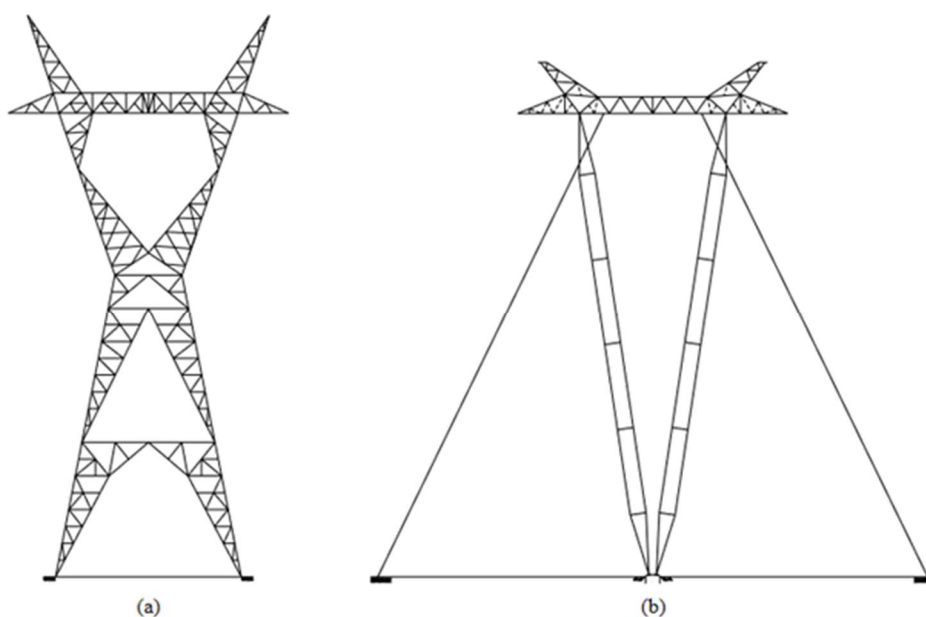


Figura 4 – Tipos comuns de torres de transmissão.



Para a obtenção da planimetria do ponto central das torres autoportantes são restituídas as quatro bases de concreto de sustentação da torre, traçando uma linha entre o centro delas em formato de cruz, onde as linhas se intersectam é marcado o ponto do piquete central. Para o valor altimétrico é utilizada a projeção do ponto obtido sobre o Modelo Digital do Terreno – MDT obtido. Para as torres estaiadas o processo é similar com a diferença que há apenas uma estrutura de concreto para a sustentação. Nesse caso para a planimetria é obtido o ponto central dessa única estrutura.

É importante observar que para o caso específico dessas medições de altimetria do piquete central das torres é utilizado um MDT local ao redor da própria torre, para que sejam minimizadas interferências do relevo ou da presença de vegetação fora da faixa de servidão da linha de transmissão.

### 3.0 RESULTADOS

A Figura 5, a seguir, mostra os resultados obtidos, na área de interesse do MT à esquerda e do DF à direita, diretamente na plataforma online Skynet da HEX Tecnologias Geoespaciais.

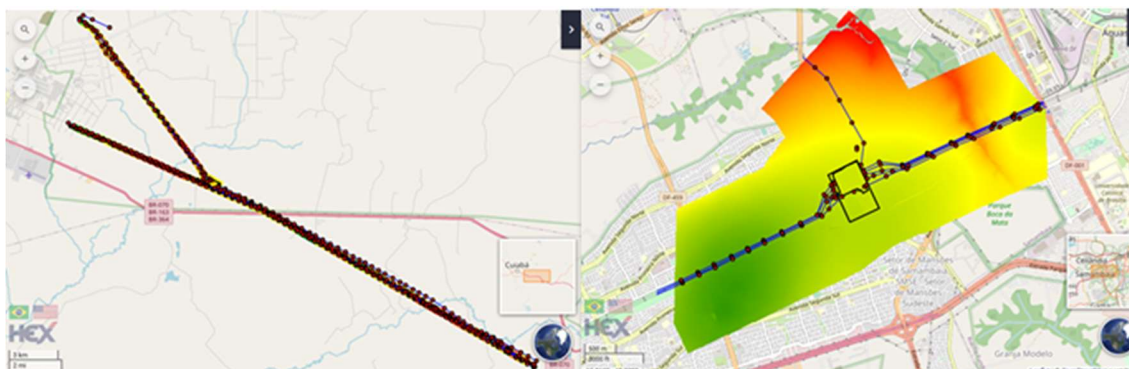


Figura 5 – Resultados obtidos pela metodologia.

O Skynet, da HEX Tecnologias Geoespaciais, é uma plataforma de processamento digital de imagens em larga escala que permite a automatização de processos de sensoriamento remoto. Essa plataforma utiliza inteligência artificial e metodologias de análise de dados juntamente com um poderoso processador digital de imagens, capaz de extrair informações de valor das imagens. A sua utilização no presente trabalho teve fundamental importância no fusionamento dos resultados com outras fontes de dados, permitindo uma análise dos mesmos através de um navegador na internet de uma forma ágil e intuitiva. A Figura 6 mostra em detalhe a região da subestação dos resultados para a área do Mato Grosso exibida na plataforma.



Figura 6 – Resultados obtidos pela metodologia.

#### 3.1 Validação dos resultados

Os resultados obtidos pela metodologia proposta foram comparados com: (a) modelos digitais do terreno – MDT já disponíveis, obtidos através de aerolevantamento com Light Detection and Ranging – LIDAR, com 0,25 metro de elemento de resolução no terreno; (b) pontos de controle de qualidade com coordenadas conhecidas; (c) malhas de arquivos vetoriais digitais existentes na escala 1:1.000 da região com precisão melhor do que a exigida para os produtos derivados. A Figura 7 a seguir mostra o comparativo geral entre os MDT LIDAR de referência, com tamanho de pixel de 0,50 m, e o MDT obtido pela metodologia, com tamanho de pixel de 1,0 m.

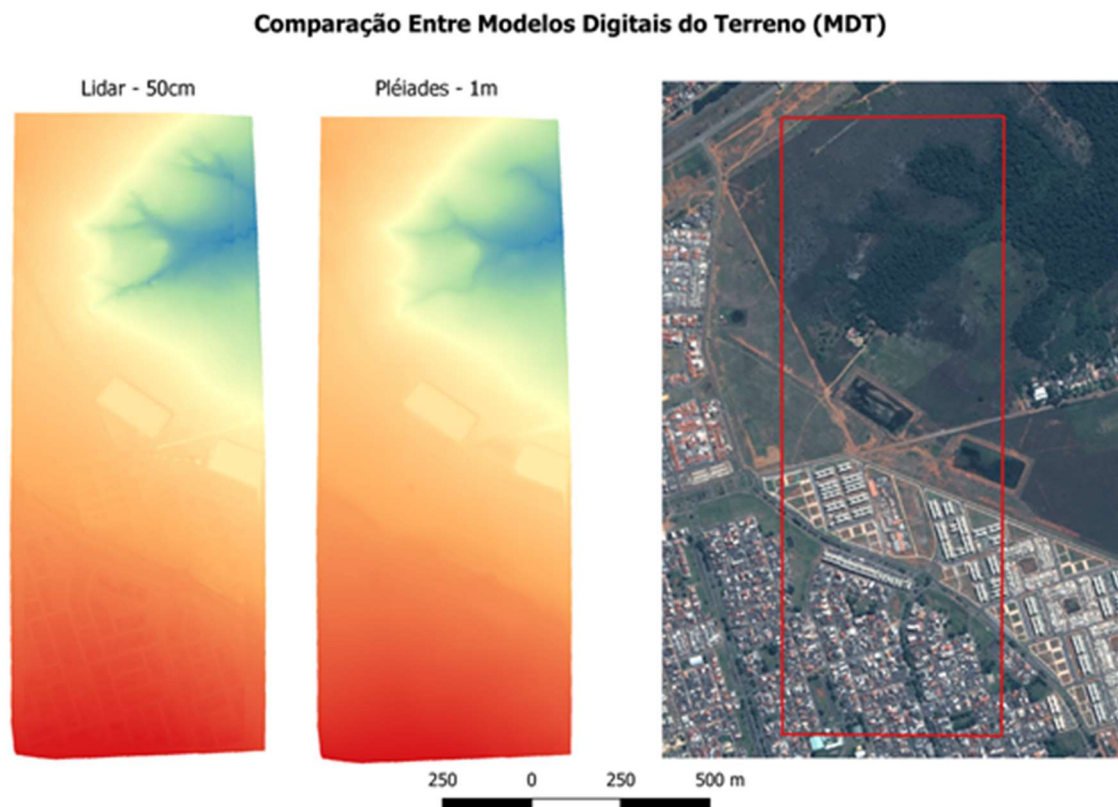


Figura 7 – Comparativo entre o MDT Pléiades e o MDT Lidar.

### 3.2 Controle de qualidade por pontos amostrais

Regulamentado no Decreto (3), o Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Brasileira, através de procedimentos e padrões a serem obedecidos na elaboração e apresentação de documentos cartográficos no território brasileiro. A norma especifica que as cartas obedecerão ao PEC, segundo os critérios indicados:

- Numa carta, os pontos testados e bem definidos no terreno, 90% não deverão apresentar erro superior ao PEC Planimétrico e Altimétrico, estabelecido para cada escala e classe testada;
- O Erro Médio Quadrático – RMS da amostra de discrepâncias deve ser menor ou igual à tolerância Erro Padrão – EP estabelecida para escala e a classe testada.

O Padrão de Exatidão Cartográfica dos Produtos Cartográficos Digitais – PEC-PCD foi instituído pela normatização da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE, em específico em (5). Para o PEC-PCD o nível de exatidão posicional do atributo “geometria” de um objeto geoespacial depende diretamente da exatidão posicional esperada para um produto cartográfico. Assim, o processo de aquisição deve gerar uma geometria com exatidão posicional igual, ou superior, à do produto cartográfico final. A exatidão na aquisição é igual a do produto cartográfico digital final, pois, após a aquisição vetorial de um elemento qualquer, sua geometria não é mais alterada nos processos posteriores.

Para que um produto digital possa ser aceito como produto de Referência do Sistema Cartográfico Nacional – SCN, e consequentemente para a INDE, a exemplo do previsto para o PEC, produtos impressos em papel, noventa por cento (90%) ou  $1,6449 \cdot EP$  dos erros dos pontos coletados no produto cartográfico, quando comparados com as suas coordenadas levantadas em campo por método de alta precisão, devem apresentar os valores iguais ou inferiores aos previstos ao PEC-PCD, devendo ainda apresentar os valores de EP também iguais ou inferiores aos previstos nas tabelas do presente tópico. A escala abrangida e mais aproximada para os erros propostos para esse projeto é

1:5.000. Os produtos digitais podem ser classificados em 4 (quatro) classes (“A”, “B”, “C” e “D”), tendo como norteador o Decreto (3).

Seguindo as orientações do PEC-PCD de forma a estabelecer um parâmetro de avaliação do trabalho realizado, foram levantados em campo 29 pontos de controle de qualidade, que não foram utilizados para o processamento das imagens, através de rastreamento com Global Positioning System – GPS. A distribuição dos pontos de controle, assim como sua relação com as pegadas das imagens podem ser visualizados na Figura 8.

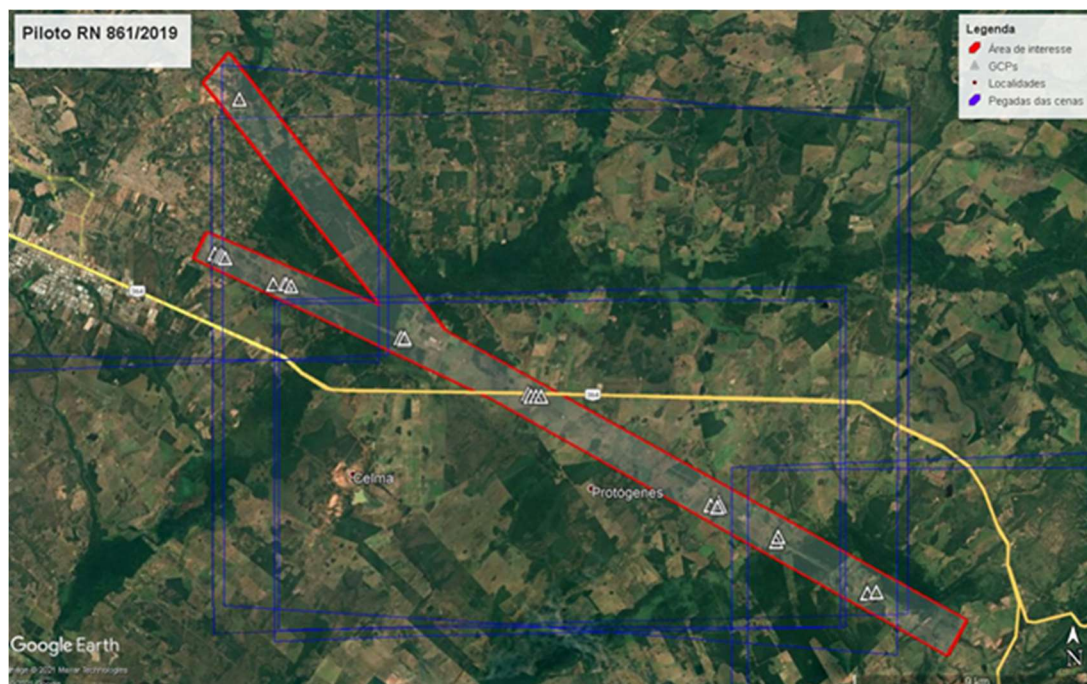


Figura 8 – Distribuição dos pontos de controle de qualidade sobre a área de interesse do MT.

Os resultados obtidos da comparação dos pontos obtidos em campo com os seus correspondentes no ambiente de restituição foram os seguintes: (a)  $\Delta$  planimétrico: média: 1,23; máximo 2,75; mínimo: 0,08; Desvio padrão: 0,85; (b)  $\Delta$  altimétrico: média: -0,07; máximo 0,49; mínimo: -0,61; Desvio padrão: 0,28. Conforme (3), para a determinação da classe PEC, o Desvio Padrão e o Erro Padrão devem ser considerados sinônimos. Aplicando esses resultados na tabela proposta pela PEC-PCD temos o enquadramento dos produtos na classe B, na escala 1:5.000, para a planimetria e na classe A, na escala 1:5.000, para a altimetria, conforme pode ser observado na Tabela 3, ressaltado em amarelo com os respectivos dados da PEC-PCD.

Tabela 3 – PEC-PCD dos produtos obtidos.

	ESCALA	CLASSE	PEC	EP	%
PEC PCD Planimétrico	1 : 5 000	A	1,40	0,85	59%
		B	2,50	1,50	93%
		C	4,00	2,50	100%
		D	5,00	3,00	100%
	ESCALA	CLASSE	PEC	EP	%
PEC PCD Altimétrico	1 : 5 000	A	0,54	0,34	93%
		B	1,00	0,66	100%
		C	1,20	0,80	100%
		D	1,50	1,00	100%

#### 4.0 CONCLUSÕES

A conclusão do estudo foi que o sensoriamento remoto orbital, utilizando imagens STEREO Pléiades – AIRBUS, atende perfeitamente aos requisitos com precisão planimétrica de 1 metro ou melhor e altimétrica de 3 metros ou melhor, exigidos pela Resolução Normativa, conforme pôde ser observado na seção dos resultados.



Os arquivos vetoriais gerados também obedeceram às regras de validação topológicas e de conectividade dados por (8), com relação aos pontos, linhas e polígonos.

Tal solução traz ainda vantagens em relação a outras tecnologias, tais como:

- menor custo operacional pois não há a necessidade de deslocamento de pessoal e equipamentos para levantamento in loco,
- a possibilidade de se obter imagens especulativas de forma antecipada à contratação gerando assim um acervo prévio e útil,
- a garantia de cumprimento de prazo, sempre que observadas as realidades meteorológicas locais, uma vez que a capacidade de obtenção de imagens das plataformas orbitais propostas é rápida,
- a possível aquisição e processamento em frentes simultâneas,
- a possibilidade de disponibilizar o modelo digital do terreno com resolução de 5 metros, precisão planimétrica de 1 metro e altimétrica de 3 metros como um subproduto de custo marginal extremamente reduzido,
- a capacidade da Imagem permitir a realização de monitoramento contínuo e sistemático ou assistemático de outros fatores que ocorrem no entorno da Linha de Transmissão, como exemplo: uso e ocupação indevida do solo; dados de queimadas no entorno; monitoramento de possíveis invasões; erosões de solo; entre outros.

## 5.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) AIRBUS – DEFENCE AND SPACE Intelligence, Pléiades Imagery User Guide. 2019.
- (2) COELHO, L. e BRITO J. N., Fotogrametria Digital, EdUERJ, Rio de Janeiro, 2007.
- (3) BRASIL, Decreto Nº 89.817, De 20 De Junho De 1984. Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1984.
- (4) BRASIL, Resolução Normativa Nº 861, De 26 De Novembro De 2019. Dispõe sobre a definição da Base de Dados das Instalações de Transmissão de energia elétrica e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2019.
- (5) DSG - Diretoria de Serviço Geográfico. Especificação técnica para a aquisição de dados geoespaciais vetoriais (ET- ADGV). Ministério da Defesa, Exército Brasileiro, Departamento de Ciência e Tecnologia. Brasília – DF, 2ª edição, 2011.
- (6) GARCIA, O. D. C. Influência da qualidade da compactação dos reaterros na capacidade de carga de fundações submetidas a esforços de tração. 2005. 113 p. Tese (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.
- (7) Maver, L. A., Erdman, C. D., Riehl, K. Imagery Interpretability Rating Scales. Disponível em <<https://irp.fas.org/imint/niirs.htm>>. Acesso em: 14 de set. 2021.
- (8) ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico, VALIDADOR GEOGRÁFICO BDT MANUAL DO COMPONENTE DE VALIDAÇÃO DO ONS, 2020. Brasil.
- (9) ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico, Submódulo 2.2 Verificação da conformidade das instalações de transmissão aos requisitos mínimos, 2019. Brasil.



## DADOS BIOGRÁFICOS



Graduado em Engenharia Cartográfica pela UERJ; Pós-Graduado em Gestão e Governança de TI pelo SENAC; Mestrando em Ciências e Sistemas de Informação Geográfica pela Universidade Nova de Lisboa em Portugal. Foi agraciado em 2013 com o III Prêmio Oscar Niemeyer de Trabalhos Tecnológicos e Científicos. Em 2018 foi vencedor do INNOVATION CHALLENGE AWARD 2018 AIRBUS CPC. Desde 2018 faz parte do comitê técnico da International Conference on Advanced Geographic Information Systems, Applications, and Services, organizado anualmente pela IARIA. Trabalha como Gerente de Produtos SAR na HEX, onde foi o responsável técnico por diversos projetos, com destaque para interferometria por SAR.

## (2) MARIANO FEDERICO PASCUAL

Mariano Federico Pascual é Graduado em Processamento de Dados pela União Educacional de Brasília (2000), Especialista em Banco de Dados pela União Educacional de Brasília (2001), Especialista em Geoprocessamento pela Universidade de Brasília (2011) e Mestre em Geoprocessamento e Análise Ambiental pela Universidade de Brasília (2013). Em 2011 foi agraciado com a Premiação em apresentação modalidade oral no V Geonordeste - III Seminário de Geotecnologias, Embrapa, UEFS/PPGM, RESGEO. É Chief Technology Officer – CTO da HEX.

## (3) FLAVIO MARQUETI

Flavio Marqueti é Graduado em Engenharia Elétrica pela Escola de Engenharia Mauá (1993), Pós-graduado em Administração pela FAAP (1998) com MBA Executivo pela Fundação Dom Cabral (2002) e Pós MBA pela Northwestern University, Kellogg Graduate School of Management / (2010), graduado em Governança Corporativa pelo IBGC (2019), especialista na Implantação de iniciativas Digitais em organizações pela Columbia Business School (2019). É CEO da e\_Venergy Energias Renováveis, sócio da Energybras, sócio da HSD Recursos Humanos e Diretor associado da HEX.

## (4) GIVANILDO JOSE SILVA

Graduado em Engenharia de Agrimensura pela Universidade Federal de Viçosa (2000). Atua desde 2001 na empresa TOPOCART onde ocupa o cargo de Diretor Técnico. Já coordenou levantamentos aerofotogramétricos/lidar de grandes projetos para implantação de linhas de transmissão no país com extensão aproximada 20.000 km, empreendimentos hidroelétricos como: Belo Monte, Jirau, Santo Antônio, Tucuruí e recentemente o mapeamento do Uruguay para produção de base de dados geoespaciais.