

Aplicação do sistema laser scanner aerotransportado para identificação de linhas de transmissão e atualização de plantas de perfil topográfico

Zargo Quaresma da Cruz ¹
Juliane Christine da Silveira ¹

¹ Hansa Geofísica e Aerolevanteamento
Gerência de Cartografia
Praia do Flamengo, 66 - 1614 – Flamengo – Rio de Janeiro - RJ, Brasil
zargo@hansaluftbild.com.br, julianesilveira@hansaluftbild.com.br

Abstract. This paper describes a specific methodology about aerial survey with LIDAR (*Light Detection and Ranging*) technology for corridor mapping and cartography base map production for support powerline building and preventive maintenance. Nowadays, Brazil is under an accelerated development process and demands more energy infrastructure as quick as possible. FURNAS, the Brazilian biggest energy company, recommends a typical powerline section for study and provides the probably needs from it. Besides, a true comparison with actual classic topographic map from FURNAS was done to check quality and real useable level of laser mapping. Therefore additional products with high accuracy can be produced using the same aerial survey like DTM (Digital Terrain Model), Orthophotos, Countour Lines and Hypsometric Images.

Palavras-chave: remote sensing, laser, lidar, sensoriamento remoto.

1. Introdução

O trabalho de construção e manutenção de linhas de transmissão de energia elétrica envolve uma grande demanda da área de topografia e cartografia. Na fase de estudo e planejamento, a precisão e qualidade das plantas que servirão de base para a implantação das torres de sustentação é fator de suma importância para o sucesso do empreendimento, este por sua vez envolve cifras elevadas e qualquer descuido é sinônimo de prejuízo e conseqüentemente descontentamento dos acionistas.

Além disso, após a entrada em operação, as linhas de transmissão exigem manutenção preventiva principalmente quanto a possibilidade de contato indesejado com qualquer obstáculo, normalmente provenientes do desenvolvimento da vegetação local, que podem vir a causar a interrupção parcial ou total do trecho atingido.

Grande parte do custo na elaboração da planta base está associado ao fator tempo. Com o ritmo acelerado do atual desenvolvimento do país, novos empreendimentos surgem a todo instante aumentando a demanda por energia e exigindo cada vez mais respostas rápidas dos provedores de energia.

Com o intuito de prover tanto a qualidade e precisão necessárias para o processo de implantação, quanto subsídios para a manutenção preventiva das linhas de transmissão é introduzido o sistema de aerolevanteamento com varredura laser embarcado em helicóptero (HANSA 5600), possibilitando ainda a significativa redução do tempo de levantamento oriundo dos estudos topográficos e aerofotogramétricos clássicos.

2. Metodologia de Trabalho

Para testar e comprovar o atendimento do método proposto foi solicitado a FURNAS a escolha de um trecho de suas atuais linhas de transmissão para que fosse feito um estudo técnico-científico sem custos diretos ou qualquer compromisso comercial futuro.

Após análise de viabilidade técnica-financeira, foi recomendado o trecho da linha ANGRA-GRAJAU situado no estado do Rio de Janeiro. Devido à característica das faixas de transmissão ser uma linha poligonal, o aerolevanteamento realizado por avião, mesmo que de pequeno porte, encontra grande dificuldade para a realização de manobras capazes de manter o padrão cartográfico, obrigando o piloto a realizar diversas curvas e subdividir o

levantamento em faixas curtas, tornando a etapa aérea demorada e consecutivamente aumentando o custo operacional. Além disso, a velocidade do avião e o relevo acidentado podem dificultar bastante o sucesso da operação. Para contornar essa problemática foi utilizado no presente trabalho um helicóptero (figura 01) para a realização do voo, os seguintes equipamentos foram instalados na parte externa da aeronave:

- Laser Scanner Riegl LiteMapper
- IMU (inertial measurement unit)
- Câmera Digital Hasselblad
- Armazenador de dados Riegl 500Gb
- GPS Novatel com correção DGPS em tempo real



Figura 01: Equipamento completo montado no “ski” do helicóptero modelo Bell

O levantamento aéreo foi realizado em apenas um dia, sobrevoando cerca de 20km² da área desejada mantendo uma altitude média de 600m, suficientes para obter uma boa quantidade de pontos no terreno e principalmente nos cabos de transmissão, devido a pequena espessura. O sistema foi então configurado para fornecer acurácia aproximada de 15cm.

Terminada a etapa do voo os dados brutos são devidamente pré-processados e georreferenciados através da integração dos dados da IMU e do GPS. Após a preparação dos dados, iniciou-se o processamento da nuvem de pontos geradas pelo sensor laser através da filtragem dos pontos pela técnica da declividade, inerente ao software TerraScan (TerraSolid), em seguida é realizada a etapa mais importante, a análise e classificação manual dos pontos. O processo de classificação envolve a correta identificação espacial dos pontos e posterior separação de cada ponto dentro de uma das seguintes classes definidas para o projeto:

- 2 – Ground (pontos pertencentes ao terreno real, solo)
- 3 – Vegetation (árvores, arbustos e vegetação típica)
- 6 – Building (construções)
- 7 – Unclassified (pontos próximos ao terreno, ruídos)
- 15 – Wiring (cabos da linha de transmissão e seus componentes)
- 16 – Tower (torres de sustentação)
- 99 – Erros (pontos oriundos de falha do sistema)

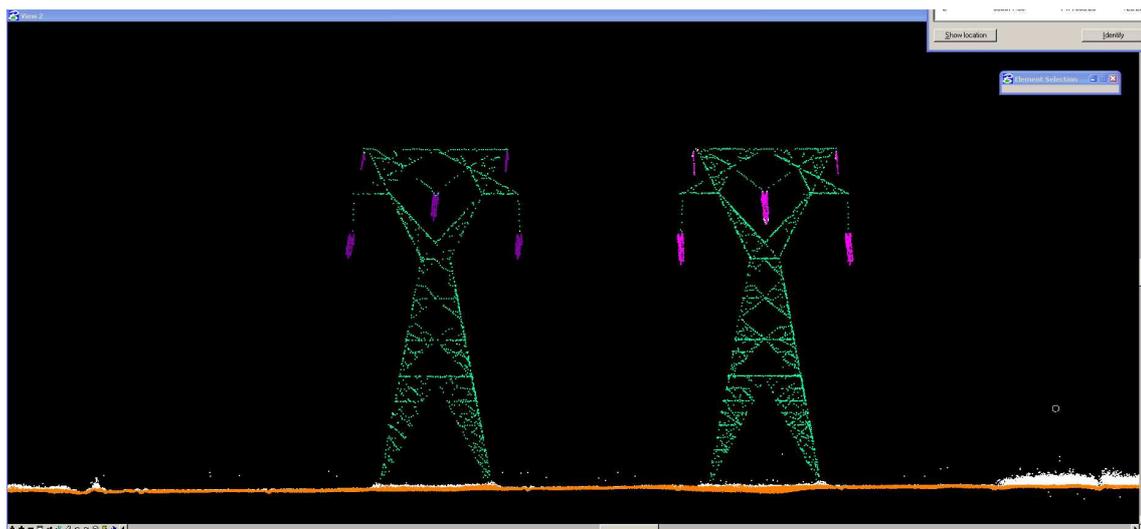


Figura 02: Nuvem de pontos laser classificados conforme o esquema do projeto

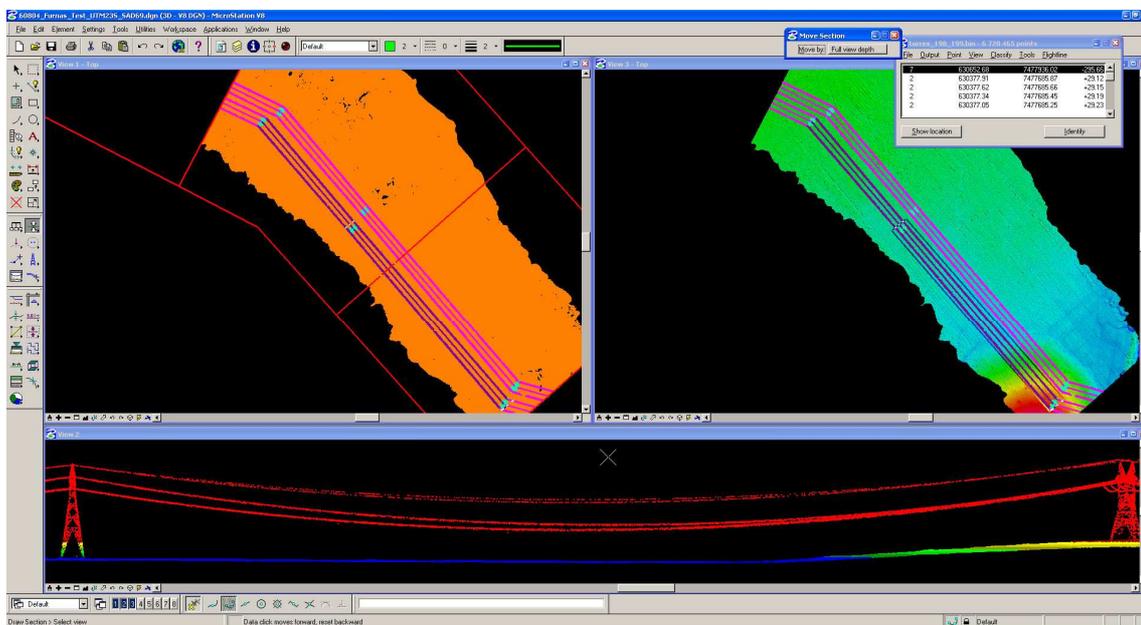


Figura 03: Linhas de transmissão filtradas e mostradas com perfil hipsométrico

Terminado o processo de classificação é então iniciado o processo de restituição cartográfica (figura 04) contando com o apoio das fotos aéreas de alta resolução (figura 05) tomadas no mesmo instante da varredura.

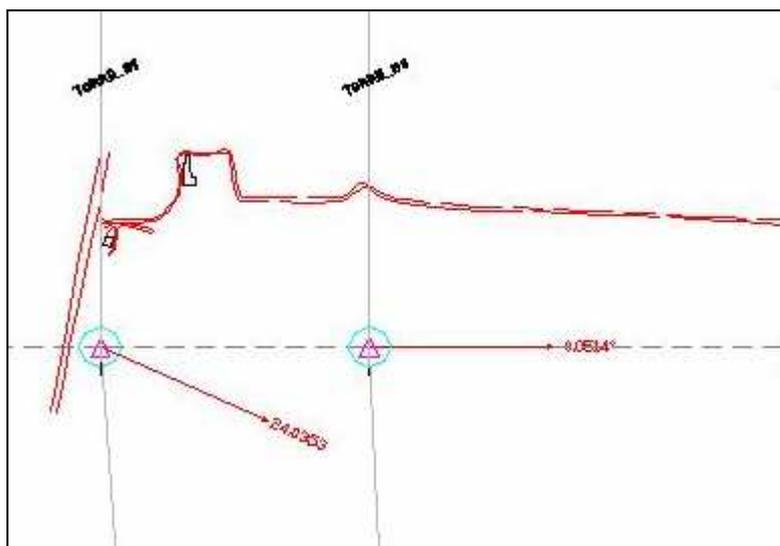


Figura 04: Restituição cartográfica conforme padrão Furnas



Figura 05: Trecho de foto aérea utilizada para apoiar a restituição

A fase mais complexa do estudo é a montagem do perfil do terreno de acordo com as especificações de FURNAS, que exigia escalas diferenciadas para o eixo horizontal (1:5000) e eixo vertical (1:500), pois o software não dispões de ferramenta capaz de aceitar essa customização. Após a extração do perfil pelo TerraScan, foi necessário então realizar a devida adaptação num software convencional de CAD, também foi inserido uma grade milimetrada.

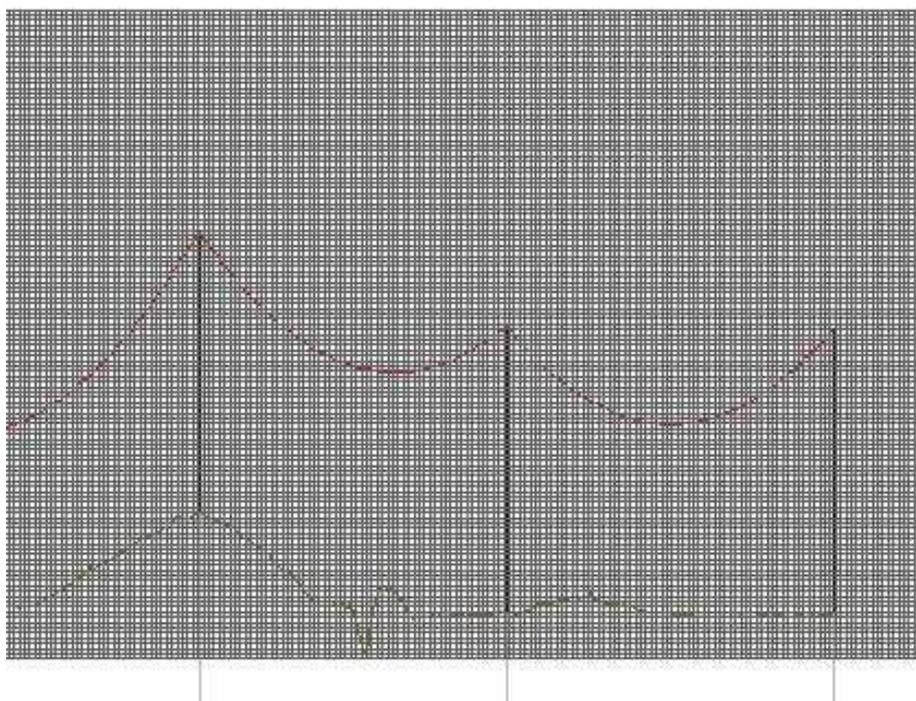


Figura 06: Perfil do terreno incluindo as linhas e torres com escala adaptada

O tempo gasto da realização do voo até a etapa final do processamento foi de apenas 60 dias, podendo ser reduzido facilmente até a metade com a inclusão de mais um profissional experiente atuando na classificação. Para efeito comparativo, o tempo estimado para a realização do mesmo trabalho, somente da parte topográfica, pelo método clássico é de aproximadamente 8 meses.

3. Resultados e Discussão

O controle de qualidade foi realizado inicialmente através do método clássico com coleta de pontos de controle em campo com rastreamento GPS utilizando o equipamento TRIMBLE 4000SSE (L1/L2) e posterior comparação com o produto final. Porém, o grande “teste” de viabilidade técnica do projeto foi o confronto direto, exigido por FURNAS, com uma planta existente em sua base de dados atual. Para este processo foi impresso uma planta do produto final em papel vegetal (alta transparência) possibilitando a sobreposição dos mapas e verificação direta dos desenhos.

Na reunião proposta para validação do produto final, o corpo técnico de FURNAS pode constatar visualmente e metricamente, não somente a acurácia dos resultados produzidos, mas também o aumento significativo do detalhamento do perfil do terreno, algo impensável nos levantamentos topográficos clássicos (até mesmo o geométrico). Além disso, a utilização de imagens de intensidade do laser (figura 07) pode fornecer características de difícil (ou impossível) identificação por topografia, não obstante, a perfeita integração do sistema na tomada das fotos aéreas permite ainda a produção de ortofotos (figura 05) capazes de elucidar dúvidas e apoiar decisões complexas.



Figura 07: Imagem originada somente pelos valores de intensidade dos pulsos laser.

4. Conclusões

É possível afirmar que o método proposto atende perfeitamente ao propósito de substituir o levantamento topográfico clássico para elaboração de plantas do sistema de energia elétrica assim como fornecer um subsídio mais completo para a etapa de manutenção preventiva. Possibilitando ainda, através do mesmo levantamento, a geração de produtos diversos como MDT, Ortofotos, MDS (Modelo Digital de Superfície), Curvas de Nível, Mapa Hipsométrico e Imagem de Intensidade.

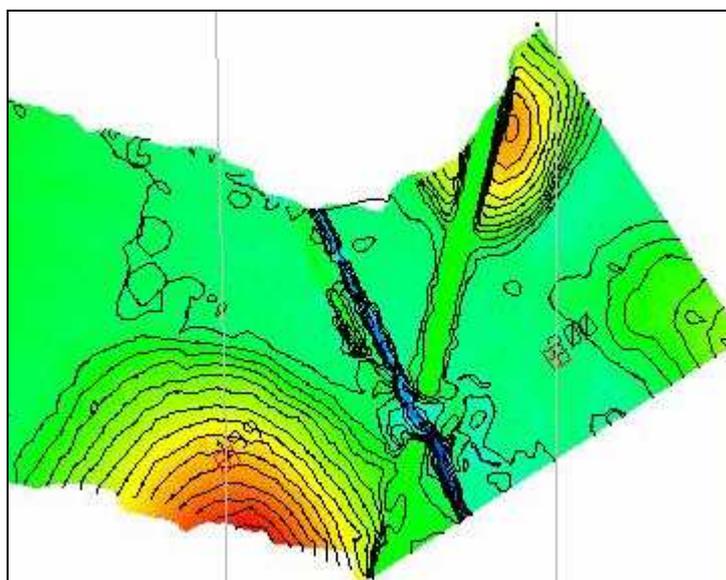


Figura 08: Exemplo de curvas de nível sobrepostas no mapa hipsométrico do projeto

É importante destacar que algumas funções específicas do setor de linhas de transmissão podem ser facilmente recuperadas a partir dos dados levantados, como por exemplo, a medida de segurança da altura das catenárias.

5. Agradecimentos

À empresa Hansa Geofísica e Aerolevantamentos pela disponibilização dos equipamentos, profissionais e dados envolvidos no projeto, assim como a sua empresa parceira, sediada na Alemanha, Hansa Luftbild GmbH pela cooperação na implantação do sistema. À FURNAS pelo apoio técnico na identificação e validação do produto final e também à LTS Consultoria pela apresentação da idéia e organização do projeto.

6. Referências

Cruz, Z.Q.. Relatório Técnico e Resultados do Controle de Qualidade. Rio de Janeiro: Hansa Geofísica e Aerolevantamentos, 2009, 7p..

DALMOLIN, Q.; SANTOS, D. R. Sistema Laserscanner: conceitos e princípios de funcionamento. Curitiba: Editora do Curso de Pós Graduação em Ciências Geodésicas – UFPR, 2004.

Ituen, I. Et al. A CASE STUDY: WORKFLOW ANALYSIS OF POWERLINE SYSTEMS FOR RISK MANAGEMENT pag. 331 a 336. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B3b. Beijing 2008

TERRASOLID LTD.. Ylistönmäentie 31. Fin 40500 Jyväskylä. Finland. Url: <http://www.terrasolid.fi>