

# Métodos Para Obtenção De Altimetria - Características, Vantagens e Aplicação

Por Hiram Skolimowski da Silva

## Introdução

Ainda quando nos bancos da Universidade Federal do Paraná, um experiente professor nos disse, “o verdadeiro papel do engenheiro não é fazer o serviço mais preciso sempre, mas sim indicar ao contratante qual serviço é o mais adequado à sua necessidade específica, e daí sim, executá-lo da melhor forma”. Sábias palavras de um mestre estimado.

Direcionando este parecer genérico ao tema específico ALTIMETRIA, podemos constatar o quanto ele é verdadeiro. Existe hoje uma boa quantidade de metodologias que podem ser aplicadas para a obtenção de altimetria, todas com precisões e custos bastante distintos. Portanto, o desafio ao contratante moderno repousa na habilidade que este deve ter para distinguir qual a precisão altimétrica atende às suas necessidades e qual o método, sendo menos oneroso, ainda atende a esta precisão desejada, baseado nos quantitativos e nas características da(s) área(s) que pretende representar.

## Os Métodos Disponíveis

Apenas para estabelecermos uma ordem lógica, vamos brevemente apresentar os principais métodos, partindo dos mais precisos aos menos precisos, limitando-nos às informações essenciais à sua compreensão. A seguir, os métodos para obtenção de altimetria:

## Nivelamento Geométrico

Método essencialmente de campo, requer o trabalho de topógrafos, calculistas e cadistas. Os equipamentos necessários são: níveis óticos ou eletrônicos e estações de trabalho padrão.

A precisão deste método é bastante elevada, de aproximadamente 5mm a 50mm em 1km, conforme especificações do levantamento, para precisão maior o custo se torna igualmente maior.



Como desvantagem, temos o rendimento que é muito baixo, tornando-o inviável para áreas muito extensas.

Procedimentos: em campo se estabelece uma malha regular de pontos na área de interesse, que não deve ser muito grande; a partir de uma referência altimétrica faz-se o transporte de cota (nível – miras), até que todos os pontos tenham suas

diferenças de cotas determinadas; em gabinete calculam-se as cotas de todos os pontos e lança-se em planta.

Seus produtos são: pontos cotados, perfis altimétricos e curvas de nível, derivadas de interpolação.

### Nivelamento Trigonométrico

Método essencialmente de campo, requer o trabalho de topógrafos, calculista e cadistas. Os equipamentos necessários são: teodolitos ou estações totais, estações de trabalho padrão, etc.



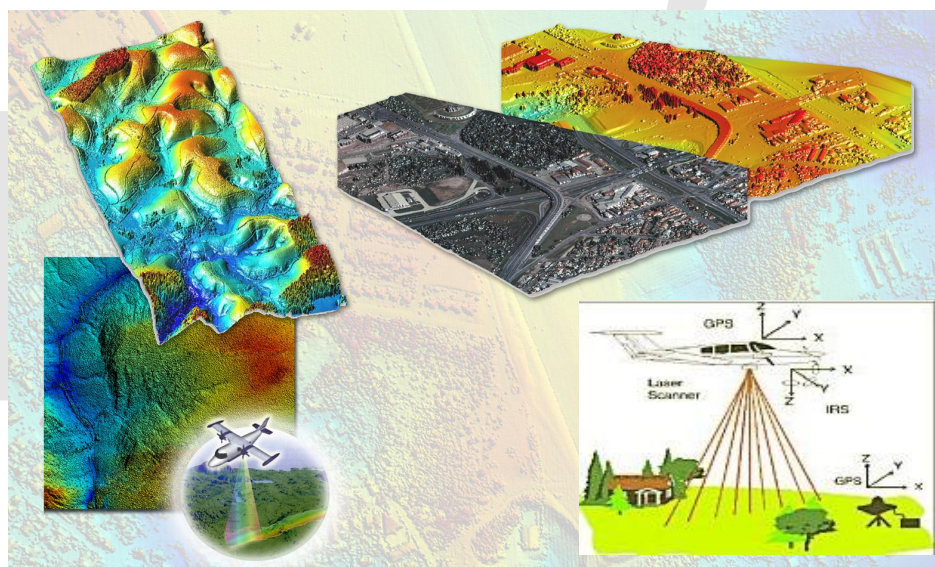
A precisão deste método é elevada, porém inferior ao nivelamento geométrico, acima de 10 mm em 1km.

Este método apresenta rendimento melhor que o nivelamento geométrico, porém ainda muito baixo, também inviável para áreas maiores.

Procedimentos: em campo se estabelece malha de pontos na área de interesse, que não deve ser muito grande; a partir de uma referência altimétrica faz-se o transporte de cota e coordenadas (estação - prisma), até que todos os pontos tenham suas diferenças de cotas determinadas; em gabinete calcula-se as coordenadas plani-altimétricas de todos os pontos, que são lançadas em planta.

Seus produtos são: pontos cotados, perfis altimétricos e curvas de nível, derivadas de interpolação.

### Perfilamento a Laser – LIDAR



É o método mais moderno, bastante trabalho de campo (vôo) e de escritório, requer equipe de vôo (piloto e navegador), equipes de solo para apoio GPS; em gabinete técnicos capacitados para processamento e controle de qualidade. Os equipamentos necessários são: aeronave, perfilador laser, receptores GPS para BASE, estações de trabalho de alto desempenho e software específico.

A precisão deste método é muito boa, de aproximadamente 15cm a 50cm (em área limpa), conforme especificações do levantamento, quanto maior for sua precisão, maior será o custo operacional.

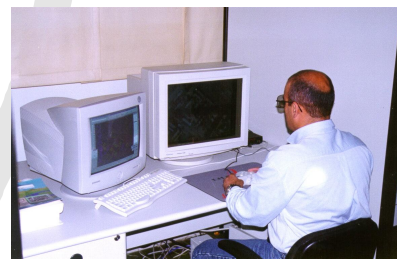
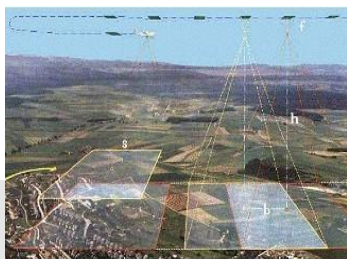
Este método apresenta rendimento bastante elevado, tem a vantagem de ser menos suscetível às condições climáticas quando comparado aos levantamentos aerofotogramétricos, não é adequado para áreas pequenas, devido ao custo de mobilização.

O perfilamento laser independe de vôo fotogramétrico, contudo pode ser associado a este, composição de produtos.

Procedimentos: em gabinete planejamento de vôo, onde se determinam as linhas de vôo, altura de vôo, frequência do perfilamento, precisão, bases para GPS, etc; em campo realiza-se o vôo, que requer licença do Ministério da Defesa, simultaneamente ao vôo LIDAR ocorre o rastreamento GPS em bases pré-estabelecidas (controle posicional); em gabinete realiza-se o processamento do GPS, o processamento do sistema inercial e o processamento do perfilamento – onde se separam altimetria da superfície (MDS) e altimetria do solo (MDT) e por fim edição e controle de qualidade.

Seus produtos são: “nuvens” de pontos MDT e MDS, curvas de nível, perfis altimétricos, mapa hipsométrico, mapa de intensidade e mapa de composição.

## Restituição Estéreo-Fotogramétrica



Método tradicional baseado em vôo fotogramétrico, bastante trabalho de campo e escritório, requer equipe de vôo (piloto e navegador), equipes de topógrafos para apoio terrestre – GPS; em gabinete fotogrametristas para aerotriangulação (georeferenciamento do vôo) e captação fotogramétrica (restituição altimétrica). Os equipamentos necessários são: aeronave, câmara fotogramétrica, receptores GPS para apoio terrestre; em gabinete estações fotogramétricas de alto desempenho e software específico;

A precisão deste método é muito boa, de 25cm a 5m, conforme especificações do serviço, quanto maior a precisão requerida, menor altura de vôo e por sua vez, maior custo operacional.

Este método apresenta bom rendimento, porém inferior ao LIDAR, a execução do vôo é bastante suscetível às condições climáticas, inadequado para áreas pequenas, devido ao custo operacional.

Procedimentos: em gabinete planejamento, onde se determinam as linhas de vôo, escala e altura de vôo, distribuição dos pontos de apoio terrestre - GPS, etc; em campo realiza-se o vôo, que requer licença do Ministério da Defesa, além do levantamento e processamento dos pontos GPS; em gabinete processamento do vôo, laboratório para câmara fotogramétrica convencional e estações de trabalho para câmara fotogramétrica digital, processamento da aerotriangulação (geo-referenciamento das imagens) e a restituição fotogramétrica da altimetria, que é realizada por fotogrametristas em estações de trabalho de alto desempenho, além da edição e controle de qualidade.

Seus produtos são: pontos cotados, curvas de nível e perfis altimétricos.

### **Correlação de Imagens**

Método baseado em vôo fotogramétrico, bastante trabalho de campo, requer equipe de vôo (piloto e navegador) e equipes de solo para apoio terrestre – GPS; em gabinete fotogrametristas somente para a aerotriangulação (geo-referenciamento do vôo), a geração automática da altimetria, realizada por software específico, não necessita de fotogrametrista. Os equipamentos necessários são: aeronave, câmara fotogramétrica, receptores GPS para apoio terrestre; em gabinete estações fotogramétricas de alto desempenho e software específico.

A precisão deste método é bem inferior a todos os métodos anteriores, de 1m a 20m ou mais, conforme a escala do vôo, geralmente é usado como opção para levantamentos de curvas de 5x5m, 10x10m e superiores, ressalva para o fato que todas as curvas são relacionadas à superfície e não ao solo, em florestas as curvas ficam sobre as árvores. A confiabilidade altimétrica é muito inferior aos métodos anteriores.

Este método apresenta rendimento muito bom, apesar de a etapa de vôo ser bastante suscetível às condições climáticas, porém em gabinete o processo é automático e muito rápido.

Procedimentos: idênticos à restituição estéreo-fotogramétrica, exceto na fase de extração da altimetria, que é realizada de forma automática por software de correlação de imagens em estação de trabalho de alto desempenho.

Seus produtos são: pontos cotados, perfis altimétricos, curvas de nível, mapa hipsométrico.

## **Métodos Para Obtenção De Altimetria – Vantagens e Aplicações.**

Nesta sessão, baseados no exposto e em experiência adquirida ao longo de alguns anos de atuação na área, tentaremos fornecer alguns subsídios ao possível contratante, através de pareceres a respeito da aplicabilidade de cada um dos métodos. Deixamos claro neste ponto que o nosso intuito é apenas compartilhar um pouco de experiência, fica evidente que por mais bem sucedidos que sejamos na nossa interpretação e explanação do assunto, não conseguiremos considerar todas as circunstâncias e agravantes de uma situação real, tais quais: dimensão da área; formato da área; relevo; clima; cobertura vegetal; acessibilidade; pré-existência de vôo; necessidade de vôo para outras finalidades e até mesmo a disponibilidade financeira do contratante, todas inferências determinantes para a tomada de decisão.

### **Nivelamento Geométrico**

Vantagens - sua grande vantagem é a precisão milimétrica.

Aplicações - por seu tempo de execução ser muito elevado é aplicável apenas para áreas pequenas onde a precisão é fator fundamental, tais como: área para implantação de um complexo industrial (construção civil), projeto viário urbano, saneamento urbano localizado, implementação de melhorias urbanas localizadas.

Na existência de um vôo fotogramétrico baixo na área de interesse, pode ser substituído pela restituição estéreo-fotogramétrica com vantagem, pelo prazo e pelo custo, à medida que se aumenta a área, neste caso a razão custo benefício tem que ser matematicamente analisada.

### **Nivelamento Trigonométrico**

Parecer similar ao Nivelamento geométrico, com algum ganho de tempo e alguma perda de precisão.

### **Perfilamento A Laser / LIDAR**

Vantagens - são muitas as vantagens deste método, a saber: alto rendimento; alta precisão; alta densidade de informação altimétrica (nuvem de pontos); boa penetrabilidade em áreas com vegetação; disponibilidade de altimetria tanto na superfície quanto no solo.

Em específico sobre a restituição fotogramétrica, tem a vantagem de não necessitar apoio terrestre, tão pouco aerotriangulação, apenas base GPS durante o vôo.

Aplicação: este método é recomendável para a grande maioria dos casos, único requisito é que a área de interesse seja suficientemente grande para compensar o custo de mobilização. É aplicável para levantamentos de geologia prospectiva; levantamentos para estudos e implantação de dutos; projetos de estradas; planejamento urbano; estudos de bacias hidrográficas e muitas outras aplicações.

## Restituição Estéreo-fotogramétrica

Vantagens – em específico sobre o LIDAR podemos citar as seguintes vantagens: fácil adequação da precisão altimétrica em função da escala de vôo, ou seja, aumentando-se a altura de vôo pode-se reduzir a precisão, mas igualmente a quantidade de faixas necessárias e conseqüentemente o custo do levantamento, dentro de limites facilmente calculáveis, vôos mais altos podem cobrir áreas que demandariam muitas faixas de vôo LIDAR; na existência prévia de um vôo fotogramétrico em escala adequada, elimina-se a necessidade da etapa de vôo, que é bastante onerosa; na necessidade de um vôo fotogramétrico para outras finalidades, ortofotos ou restituição planimétrica, utiliza-se este eliminando a necessidade de outro vôo.

Aplicação – basicamente não há restrições para a sua aplicação, apenas deve-se analisar as circunstâncias da área de interesse e analisar se as vantagens deste método se aplicam e o tornam viável, ou seja, vantajoso sobre os demais.

## Correlação de Imagens

Vantagens – sua grande vantagem é o baixo custo da atividade de gabinete.

Aplicação – qualquer caso em que a precisão e a confiabilidade da informação altimétrica não seja muito considerada, exemplo: anteprojetos e estudos preliminares.