

A IMPORTÂNCIA DO LEVANTAMENTO ALTIMÉTRICO PARA OBRAS DE ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DE MEIOS FLUÍDOS.

INTRODUÇÃO

Há aproximados 30 anos, época que nem me imaginava trabalhando com cartografia, assisti a uma reportagem que me chamou muito a atenção. A reportagem tratava de uma usina hidrelétrica cujo reservatório inundaria completamente uma pequena cidade. Demolida a cidadezinha, construída a nova cidade, transferidos os moradores, tudo realizado conforme o cronograma, porém o nível da água jamais atingiu a tal cidadezinha.

A razão para esta pequena história é ilustrar o quanto à cartografia, especialmente a altimetria, é importante para obras de engenharia relacionadas aos meios fluídos. É sobre os tipos de obras, os métodos de levantamento e os cuidados com altimetria para projetos que vou tratar nos parágrafos a seguir.

FLUÍDOS

Por definição, os fluídos são substâncias que apresentam a tendência de fluir, de escoar, tendência que pode ser maior ou menor conforme a sua viscosidade. Apesar do termo fluído incluir líquidos e gases, neste artigo vou tratar dos fluídos líquidos apenas, aqueles que em ambiente aberto (rios, canais, galerias, etc.) tendem a se movimentar, escoar da cota mais alta para a cota mais baixa continuamente, ou em ambiente fechado (reservatórios, lagos, etc.) tendem a nivelar todo o seu volume a uma mesma cota.

OBRAS RELACIONADAS AOS MEIOS FLUÍDOS

A eficiência das obras relacionadas aos meios fluídos depende de um bom projeto e para tal que este seja apoiado em uma cartografia confiável, com conhecimento inequívoco da altimetria.

BARRAGENS

Ao se projetar uma barragem, seja para captação de água ou aproveitamento hidrelétrico, é necessário o conhecimento prévio da **ÁREA** e do **VOLUME** deste reservatório, estas informações determinarão a viabilidade econômica da obra, se o potencial hidrelétrico é viável considerando a quantidade e a qualidade das terras a se inundar e conseqüentemente, indenizar. Neste tipo de obra existe inclusive um risco maior, de que a cota de inundação proposta avance para uma bacia hidrográfica adjacente, neste caso inviabilizando completamente o projeto.

Para obras de barragem o conhecimento altimétrico é utilizado em várias etapas: no estudo de viabilidade econômica; no estudo de impacto ambiental; nas locações do projeto e no andamento dos processos indenizatórios, estes previamente à capacidade de armazenamento do reservatório ser atingida. Note-se que nesta última aplicação, a localização da cota de inundação resultará em valores indenizatórios, que devem ser o mais fieis possíveis. Detalhe: em áreas relativamente planas, um erro de um metro em altimetria pode implicar em vários metros de erro em planimetria, circunstancialmente, isso pode gerar prejuízos consideráveis, inclusive na credibilidade do órgão gestor da obra.

CONTROLES DE ENCHENTES

Em regiões historicamente sujeitas às enchentes, o estudo para controles destas necessita de altimetria detalhada para toda a sua bacia hidrográfica, tanto como os demais estudos hidrológicos desta bacia.

Os estudos são importantes tanto para obras de prevenção quanto para os planos emergenciais, de desocupação inclusive.

SANEAMENTO URBANO

Para as redes de drenagem (galerias de águas pluviais) e de escoamento (efluentes industriais, domésticos, emissários e etc.), prevê-se basicamente o deslocamento dos fluídos por ação da gravidade, a garantia disto implica em enorme redução de custos, o conhecimento detalhado e preciso da altimetria favorece consideravelmente a eficiência destes projetos.

CANAIS ARTIFICIAIS

Sejam para transposição de águas ou para prevenção de inundações, igualmente dependem da ação da gravidade. O conhecimento detalhado e preciso da altimetria favorece a eficiência dos projetos e a redução de gastos.

DUTOS

Os dutos são tubulações destinadas ao transporte de fluídos a longas distâncias, entre estes: petróleo e derivados, álcool, minérios misturados a fluídos e outros. Estas obras, fundamentais ao desenvolvimento do país, têm seus custos grandemente reduzidos quanto menor a necessidade de estações de bombeamento, assim o conhecimento altimétrico do percurso e adjacências é fundamental para as diversas fases deste projeto, até mesmo para planos emergenciais nos casos de rompimento do duto e vazamento do produto transportado.

ALTIMETRIA – MÉTODOS DE OBTENÇÃO

Os métodos para obtenção de altimetria variam consideravelmente em termos de precisão, tempo de execução e custo, o “pulo do gato” está em se adotar, não o método mais barato, nem o método mais preciso, tão pouco o mais rápido, mas sim o método mais adequado para o projeto em questão, pesando estes três fatores e antevendo as conseqüências desta escolha. Em obras, é público e notório que os gastos na fase de projeto implicam em substancial ganho em economia e eficiência nas fases de execução. Abaixo uma breve descrição dos principais métodos:

NIVELAMENTO GEOMÉTRICO E TRIGONOMÉTRICO:

- métodos predominantemente de campo, altíssima precisão (milimétrica a centimétrica), baixa produtividade, indicados para áreas menores e cuja precisão (centimétrica) é muito importante, geralmente usados nas locações já na fase de execução da obra;
- algumas aplicações: locações de cota de inundação em áreas de elevado valor dos terrenos / propriedades; locação de redes de drenagem; Apoio altimétrico básico e fotogramétrico;

PERFILAMENTO A LASER - LIDAR:

- método híbrido (campo e gabinete), elevada precisão (decimétrica a submétrica), alta produtividade, indicado para grandes áreas pelo elevado custo de mobilização e para projetos onde precisão e confiabilidade são importantes;
- algumas aplicações: estudo de bacias hidrográficas; determinação de curva de inundação; levantamento de áreas urbanas para saneamento; levantamento para controle de enchentes; estudos de viabilidade e funcionais para dutos, canais e emissários; sistemas de irrigamento;
- Outra característica bastante interessante do levantamento LIDAR, é a sua riqueza de informações, além das curvas de nível, este método fornece como produto uma nuvem de pontos bastante densa, que permite um detalhamento impar do relevo, que pode ser bastante útil para diversos estudos, como pode ser visto nas figuras ao final deste texto.

RESTITUIÇÃO AEROFOTOGRAMÉTRICA:

- método híbrido (campo e gabinete), elevada precisão (decimétrica / submétrica / métrica), produtividade boa, mas inferior ao lidar, indicado para grandes áreas que possuem (ou possuirão) voos fotogramétricos e onde a precisão e confiabilidade são importantes;
- algumas aplicações: estudo de bacias hidrográficas; determinação de curva de inundação; levantamento de áreas urbanas para saneamento; levantamento para controle de enchentes; estudos de viabilidade e funcionais para dutos, canais e emissários; sistemas de irrigamento;

CORRELAÇÃO DE IMAGENS:

- método híbrido (campo e gabinete), baixa precisão (de 1 a 20 metros aproximadamente), não representa o terreno e sim a superfície (altimetria sobre florestas, culturas, etc) produtividade elevadíssima, baixo custo (proporcionalmente), indicado para grandes áreas que possuem voos fotogramétricos para as quais a precisão NÃO é importante e sim o conhecimento macro do terreno;
- algumas aplicações: anteprojetos; estudos macros de bacias hidrográficas; escolha preliminar de traçados de canais e dutos;

OBSERVAÇÃO: os métodos e suas características foram tratados acima de maneira genérica, não obstante, cada qual pode variar em custos, precisão e tempo em função de escolhas preliminares, dentro de seus intervalos de executabilidade.

Para mais detalhes sobre os métodos recomendo a seguinte leitura :
http://www.esteio.com.br/downloads/pdf/obtencao_altimetria.pdf

CUIDADOS E CONTROLES

Escolhidos os métodos e as especificações dos levantamentos altimétricos para apoio ao projeto, recomendo que alguns cuidados sejam tomados a fim de se aumentar as garantias, para que o produto contratado atenda efetivamente às expectativas.

Todo trabalho de determinação de altimetria se inicia nas atividades de campo, no referenciamento altimétrico, está é a origem de todo um levantamento cujos trabalhos subseqüentes são de custo bastante elevado, qualquer erro nesta fase comprometerá todo o restante dos serviços. É a respeito das atividades de campo que abaixo eu proponho alguns cuidados.

REFERENCIAL ALTIMÉTRICO

É fundamental que todo serviço de levantamento seja referenciado à REDE ALTIMÉTRICA DO SISTEMA GEODÉSICO BRASILEIRO (SGB), existem pontos de REFERÊNCIA DE NÍVEL – RN em todas as regiões do Brasil. É recomendável ainda, que ao menos dois pontos desta rede sejam utilizados nos levantamentos de campo, confirmando-se um pelo outro a sua integridade, de monumento e de coordenadas, quantos mais pontos utilizados desta rede, mais rígido será o controle altimétrico do serviço.

<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/altimetrica.shtm>

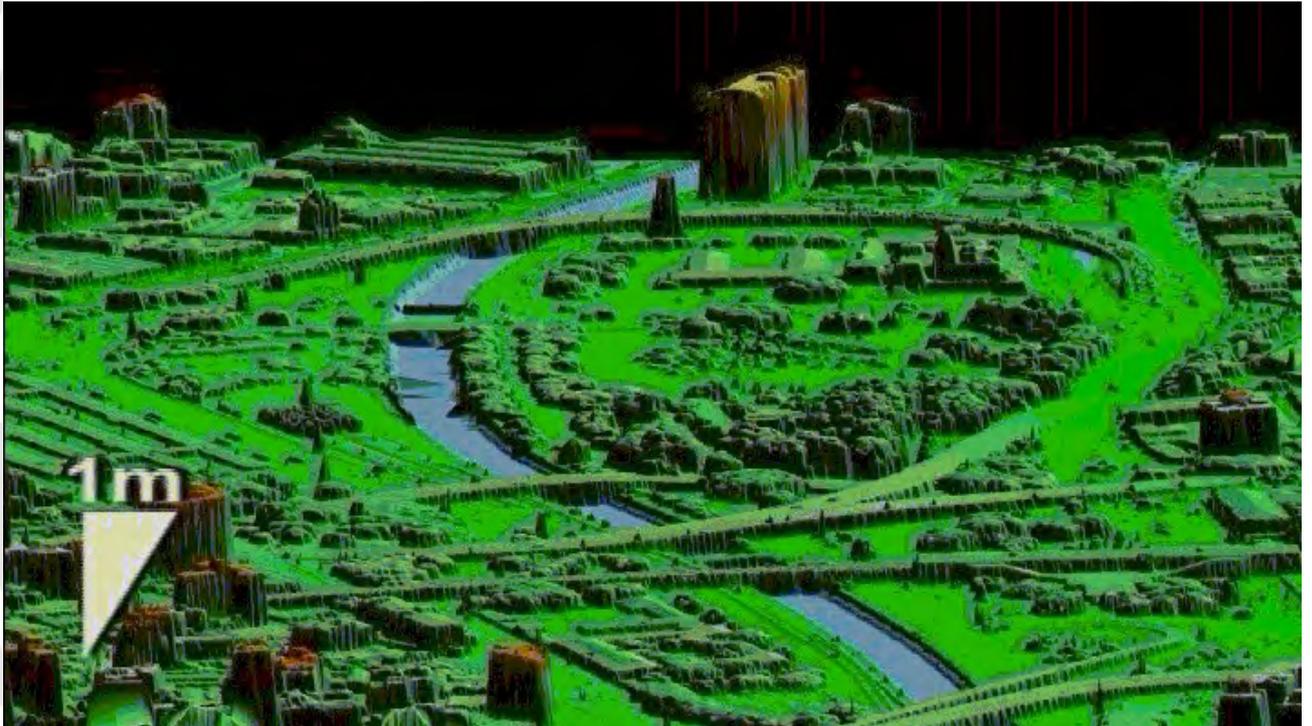
MAPA GEOIDAL

Em áreas de pequena extensão, as diferenças de cotas obtidas por levantamentos GPS e por Nivelamento Geométrico são pequenas, na ordem dos centímetros, à medida que as áreas se tornam mais extensas, a probabilidade destas diferenças aumentarem é bastante grande, devido às diferenças GEOIDE x ELIPSÓIDE. Portanto, quando o projeto envolve maiores extensões, é altamente recomendável que a questão do MAPA GEOIDAL seja levada em consideração. Há diversos métodos e soluções para esta questão.

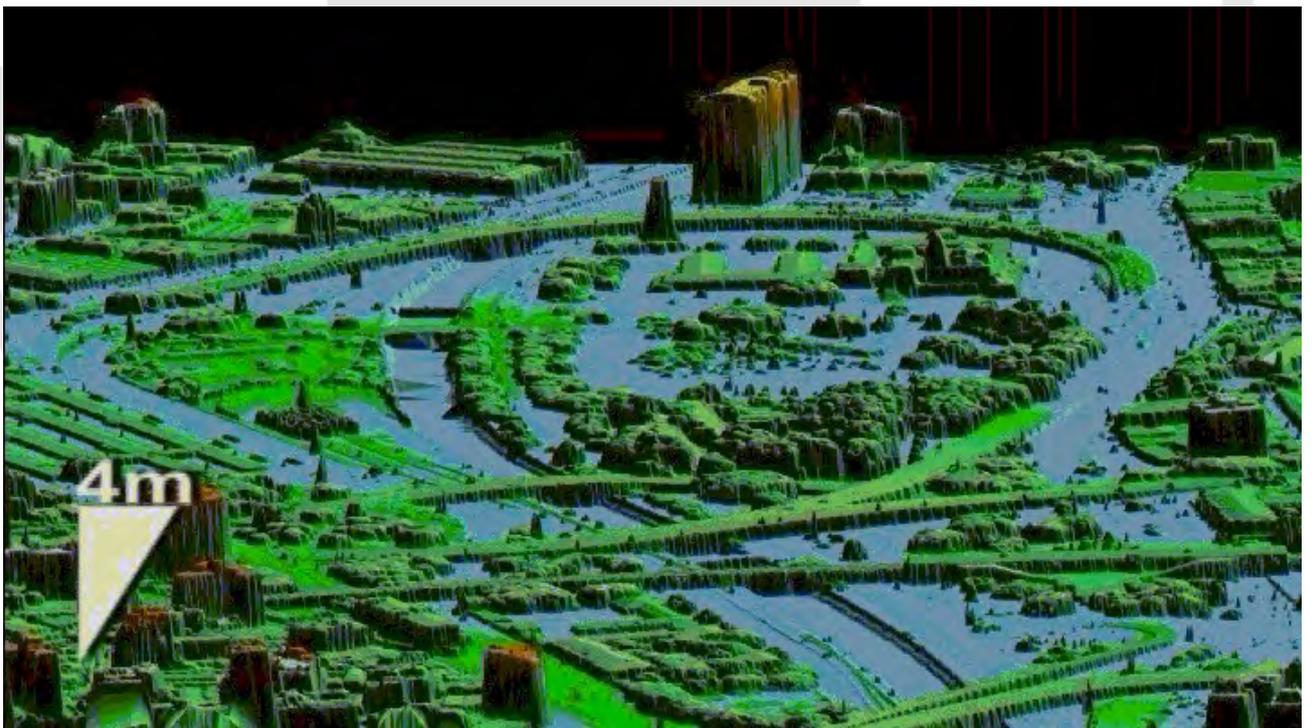
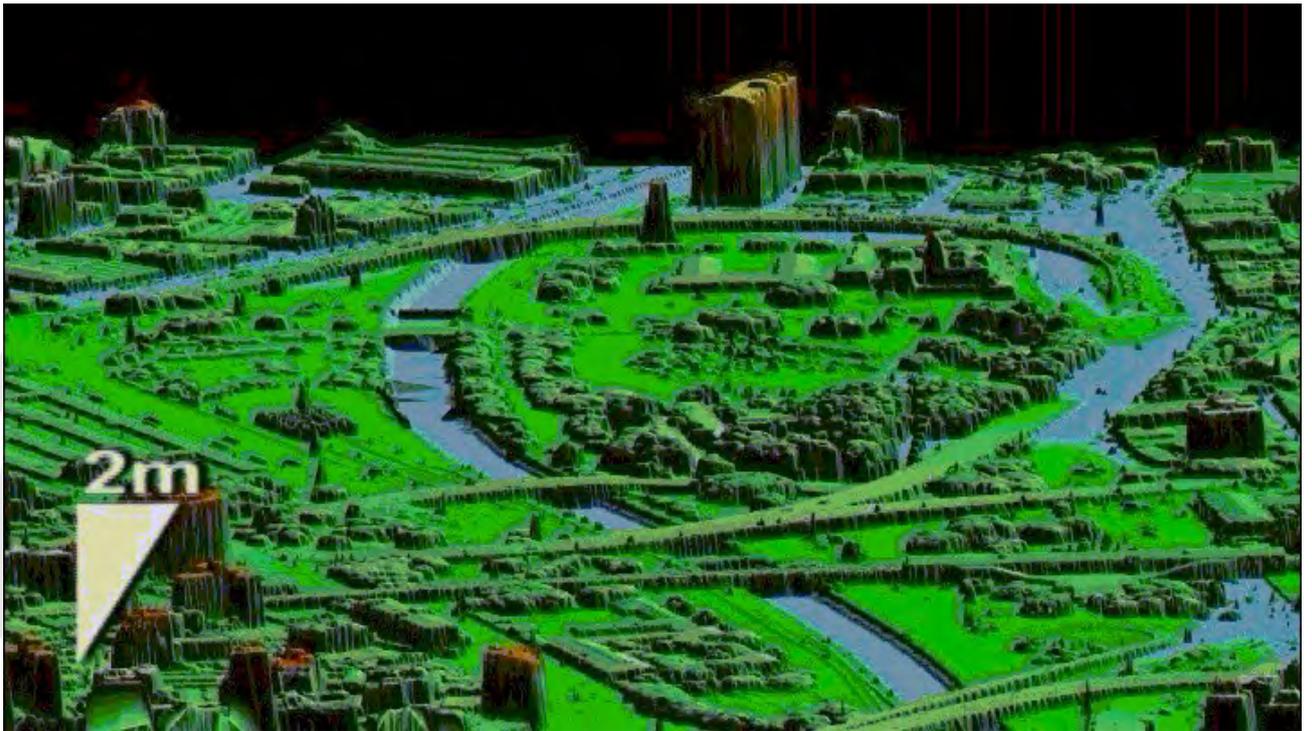
PONTOS DE VERIFICAÇÃO

Podemos classificar os métodos de levantamento altimétrico como DIRETOS ou INDIRETOS, sendo diretos os métodos de campo, Nivelamento Geométrico e Nivelamento Trigonométrico, e os indiretos, aqueles que envolvem campo e gabinete, LIDAR e Restituição Aerofotogramétrica. Um procedimento bastante recomendável é de se confirmar a qualidade da altimetria obtida por um método INDIRETO comparando-a com altitudes pontuais obtidas por método DIRETO, mais especificamente por Nivelamento Geométrico (maior confiabilidade), este procedimento se constitui num aferidor inquestionável.

EXEMPLO DE CONTROLE DE ENCHENTES POR LIDAR



ESTEIO



Hiram Skolimowski da Silva – Engenheiro Cartógrafo, responsável pelo Departamento de Fotogrametria da empresa ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos S.A.
hramsilva@esteio.com.br

ESTEIO