
A CONTRIBUIÇÃO DOS AEROLEVANTAMENTOS NOS PLANEJAMENTOS E PROJETOS DOS GRANDES SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO E DE ADUÇÃO DE ÁGUAS

Engº Paulo Eurico M. Tavares*
Engº José de R. Simas Filho**

1. Preliminares

Da mesma forma como já tem ocorrido em outros tipos de projetos que se desenvolvem em grandes espaços geográficos, os levantamentos aerofotogramáticos, quando se destinam a macro esquemas hidráulicos, necessitam ser otimizados de forma a propiciar maiores subsídios a todas as fases do projeto, desde os estudos preliminares de traçado visando a seleção das melhores alternativas, passando pelos anteprojetos, pelo projeto básico, estendendo-se pela etapa de implantação das obras, permanecendo para as etapas seguintes de operação e manutenção ou até mesmo, para obras de modernização que posteriormente venham a ser exigidas.

Nesse tipo de atividade os aerolevantamentos perdem a característica tradicional em que são meramente instrumentos geradores de cartas, e passam a constituir uma das partes de um conjunto multidisciplinar de estudos.

É portanto indispensável que a condução dos aerolevantamentos quando destinados a esses projetos, seja exercida por elementos que, ao mesmo tempo que conhecedores da técnica fotogramétrica, possuam afinidades com as particularidades do projeto.

Recentemente, podem ser destacados dois estudos que, por sua relevância, detalhamento e dimensões, passam a ser inovadores porque integraram ao corpo de suas atividades produtos cartográficos de invejável eficácia. São eles: o Projeto de Irrigação e Drenagem da Cana-de-Açúcar na Região do Norte Fluminense e os Estudos de Transposição de Água do Rio São Francisco para a Região Semi-Árida do Nordeste promovidos respectivamente pelo Instituto do Açúcar e do Álcool e pelo Departamento Nacional de Obras de Sanea-

mento. Ambos constituirão obras que serão implantadas durante um prazo superior a uma década.

Os trabalhos cartográficos estão sendo conduzidos para cobrir todas as etapas, o que permite inferir que os aerolevantamentos realizados ou em execução, estão gerando subprodutos para atender de forma integrada e integralmente as atividades de Estudos Básicos e de Engenharia, bem como para constituírem bases para os diversos temas necessários ao pleno conhecimento do meio físico.

2. Procedimentos Iniciais

Os serviços terrestres são executados sob dois enfoques:

– O primeiro, visando o apoio básico e suplementar à aerotriangulação e restituição.

– O segundo, destinando-se a compor uma estrutura de suporte geodésico ao detalhamento dos projetos e ao acompanhamento das obras. Isso significa dizer que um determinado vértice de poligonal básica ou secundária deve ser planejado de modo a cobrir simultaneamente os dois objetivos acima mencionados. Por outro lado, a distribuição da rede de marcos planimétricos é implantada de forma muito mais densa e criteriosa do que o seria, caso o aerolevantamento se destinasse exclusivamente à geração de cartas.

Os principais serviços que necessitam de cartografia básica são os seguintes:

2.1 Estudos Preliminares

Os estudos preliminares de traçados, de locais de captação e derivação (barragens e elevatórias), de sistemas adutores principais devem ser objeto de uma concepção inicial.

Esses trabalhos têm início utilizando-se a cartografia sistemática existente, nas escalas 1: 50.000 ou 1: 100.000. São

* Coordenador Geral do Projir-Projeto de Irrigação e Drenagem da Cana-de-Açúcar no Norte Fluminense.

** Assessor do Diretor Geral e Presidente da CESAN – Comissão de Estudos Referentes à Transposição de Águas do Rio São Francisco para a Região Semi-Árida do Nordeste.

realizados também ensaios estereoscópicos sobre fotogramas elaborados para aerolevantamentos anteriores.

Sobre essas cartas são verificadas a nível preliminar todas as possibilidades, com a finalidade de delimitar-se as áreas de interesse e montar-se o plano de vôo, destinado à elaboração de folhas na escala 1:25.000 com eqüidistância altimétrica de 5 metros.

Na utilização das folhas do mapeamento sistemático existente, em geral não é possível chegar-se à eleição da melhor alternativa, uma vez que, em se tratando de adução de água, o problema altimétrico é bastante crítico, não sendo portanto viável adotar-se a eqüidistância preconizada para aquelas cartas, para definição de gradientes hidráulicos e decisões de traçados alternativos. Aliás, as obrigatoriedades dessas definições é que resultaram na eqüidistância de 5 metros anteriormente mencionada para as novas folhas 1:25.000, embora nos casos gerais, essa escala adote eqüidistância de dez metros.

Por esse motivo já se pode deduzir que os critérios altimétricos para elaboração de cartas 1:25.000 destinadas a esse tipo de trabalho, são mais rígidos do que aqueles convencionalmente usados.

Nos casos dos trabalhos citados como exemplo, isto é, no Norte Fluminense e no Semi-árido Nordestino, os recobrimentos fotográficos, tendo em vista as dimensões a serem cartografadas, de áreas bastante diferentes, foram executados na escala 1:15.000 para o primeiro dos trabalhos e, 1:70.000 para o último.

Essa disparidade de escalas é decorrente do fato de que, no serviço do Norte Fluminense, o perímetro de estudos, de área de 2.600 Km² já estava definido, o que não ocorria com o trabalho do Semi-árido, uma vez que neste, as superfícies de influência do grande sistema adutor ainda necessitavam ser delimitadas em primeira aproximação e os grandes perímetros de irrigação eram bastante afastados; a superfície total mapeada gira em torno de 45.000 Km².

Os serviços de apoio destinados às aerotriangulações e restituições, têm início por um adensamento da rede geodésica, destinados à determinação do apoio suplementar. Além entretanto dessa fase convencional, tem início o planejamento da implantação de vértices de poligonais principais, destinado a um posterior adensamento, sobre o qual falaremos mais à frente.

2.2 Estudos de Alternativas

Pesquisas de alternativas dos grandes sistemas adutores, das barragens de captação e derivação e dos locais destinados às estações elevatórias. São a etapa seguinte.

Sobre a cartografia gerada na escala 1:25.000 com curvas de nível de 5 em 5 metros, são executados os ensaios de alternativas de traçado, os quais, levando-se em conta a qualidade altimétrica da carta gerada, esses ensaios são subsidiados por uma gama de informações bastante rica, tanto no nível da precisão planialtimétrica, quanto nos dados relativos aos interferentes, tais como, estradas, áreas ocupadas, linhas de transmissão, relevo, etc.

Após um estudo comparativo cobrindo todas as alternativas, é eleita a mais favorável, levando-se em conta os enfoques técnico e econômico.

A alternativa vencedora é composta pelas obras de captação, estações elevatórias, canais adutores, túneis, sifões e reservatórios de travessia, reversão, de derivação ou regularização.

Nessa etapa são definidos os seguintes elementos:

- Área do reservatório de captação inicial.
- Corredores dos principais sistemas adutores.
- Áreas dos reservatórios intermediários.
- Corredores dos sistemas adutores de derivação.

Definidos esses elementos, são elaborados os planos de recobrimento na escala 1:20.000, visando a confecção de cartas em 1:10.000 com curvas de nível de 2 metros.

O recobrimento resulta em blocos de fotografias nas áreas de reservatórios, interligados por faixas singelas, ou eventualmente duplas, nos sistemas adutores.

Nessa ocasião, os técnicos que coordenam os trabalhos devem promover um total relacionamento entre os trabalhos dos executores do Aerolevantamento e as equipes encarregadas da execução do anteprojeto, devido aos seguintes aspectos:

(A) O trabalho de campo executado pela Empresa de Aerolevantamentos, deverá incluir uma poligonal geodésica que acompanhará a direção geral do traçado ensaiado pela equipe de engenharia.

(B) Deverá também, lançar uma linha de nivelamento geométrico básico, acompanhando lateralmente a trajetória do mesmo traçado.

(C) A Empresa de Aerolevantamentos, estará executando esses serviços, simultaneamente com as tarefas de determinação do apoio suplementar à nova restituição mais detalhada, isto é, estará preparando os pontos de apoio à elaboração das estereominutas e montando a estrutura destinada à implantação futura do anteprojeto geométrico.

(D) Por seu turno, a Consultoria estará implantando as poligonais secundárias, essas de lados curtos, dando apoio à diretriz, articulando essas poligonais com os vértices básicos.

(E) Estará também amarrando planimetricamente os eixos barráveis e os furos de sondagem, bem como levando para os pontos de referência desses serviços, a altimetria de precisão, a partir de linhas básicas de nivelamento geométrico.

2.3 Estudos Básicos de Apoio dos Anteprojetos

Ainda sobre as cartas iniciais do mapeamento sistemático, bem como sobre as novas folhas 1:25.000 e tendo-se as primeiras informações dos levantamentos de solos, são delimitados os grandes perímetros a serem irrigados, no sentido de elaborar-se o planejamento de vôo na escala 1:15.000 para geração de cartas em 1:10.000 e 1:5.000, as primeiras com curvas de nível de 2 metros e as últimas com eqüidistância de 1 metro.

Sabe-se que a escala de vôo 1:15.000, se o apoio for tratado por prescrições convencionais, não será compatível com a eqüidistância de 1 metro. Entretanto, como as escalas maiores encarecem demasiadamente os produtos finais podem ser atingidos aqueles objetivos, desde que sejam tomadas algumas precauções especiais. Agindo-se dessa forma os resultados têm se mostrado bastante satisfatórios. Essas precauções são as seguintes:

- Só é admissível aerotriangulação planimétrica.
- O apoio altimétrico deve ser na configuração “par a par”, determinado por nivelamento geométrico, a partir de uma malha bastante densa de linhas de nivelamento de precisão interligadas.
- A restituição deve ser executada somente em aparelhos de 1^a ordem.
- As massas de água têm suas altitudes tomadas diretamente no campo, anotando-se hora e dia de medição. Essas altitudes auxiliam no controle do nivelamento do modelo, bem como prestam-se mais tarde para algumas interpretações freatimétricas iniciais.
- As referências de nível, quando possível, são anotadas nos fotogramas para também servirem de controle ao nivelamento dos estereomodelos.

Nesses perímetros de irrigação, a Empresa de Aerolevantamentos implanta uma malha de pontos planimétricos na densidade aproximada de 1 marco de concreto para cada 3 Km². Essa malha é poligonada e toda nivelada geometricamente.

Destina-se a apoiar os trabalhos de campo subsequentes que irão de desenvolver na região, inclusive a construção futura das obras.

Esses trabalhos em linhas gerais são:

- Aferição de réguas limnimétricas.
- Instalação, amarração e nivelamento da rede piezométrica necessária.

- Medição de seções topobatimétricas.
- Medição de penetrações de cunhas salinas, como no caso do norte fluminense.
- Amarração e nivelamento de marcos e furos de sondagem das estações de bombeamento, barragens, grandes cortes e locais de obras especiais.
- Amarração e nivelamento de furos de sondagem em geral.
- Amarração e nivelamento de locais de aquedutos, sifões invertidos, emboques de túneis, etc.
- Locação, nivelamento e seccionamento de toda a malha de canais principais e secundários.
- Levantamentos especiais (jazidas, áreas amostrais, etc.).

Vimos que as cartas geradas do vôo 1:15.000 são em duas escalas, ou seja, em 1:10.000 e 1:5.000. A primeira destina-se a compor as bases para os traçados e “lay outs” de esquemas hidráulicos; destinam-se ainda para base aos mapeamentos temáticos necessários, de pedologia, cadastro, geologia, etc.

As cartas na escala 1:5.000 destinam-se ao anteprojeto geométrico das redes de canais principais, secundários e “lay outs” dos esquemas de distribuição para projetos parcelares. São escalas, e partir das quais é possível gerar analiticamente, usando-se processamento eletrônico, todo o anteprojeto geométrico, o que permite implantá-lo no terreno por coordenadas, a partir da estrutura geodésico-topográfica lançada no terreno, a qual estará obviamente, no mesmo sistema do mencionado anteprojeto.

Vistos os serviços de Engenharia que necessitam de cartografia básica, vejamos agora os mapas temáticos que devem ser elaborados a partir dessa mesma cartografia.

Em geral são quatro as atividades que utilizarão as bases elaboradas por aerolevantamentos, que resultarão em mapas especiais imediatos:

- Geologia e hidrogeologia
- Cadastro de propriedades rurais.
- Pedologia e classificação de terras para irrigação.
- Drenagem.

É óbvio que todas as especialidades utilizarão as cartas, entretanto, estamos ressaltando aqui os temas fundamentais; por isso, em ambos os trabalhos que estão sendo citados como exemplo, foi adotada uma nova modalidade de impressão das bases para o lançamento dos temas, ou seja, as folhas foram impressas com atenuação de 60% das imagens, isto é, embora contendo todos os detalhes cartografados, o lançamento do tema adquire um realce que permite seu destaque ao mesmo tempo em que esta modalidade evita a confusão dos detalhes que seriam provocados pela nitidez e excesso de detalhes de fundo.

Os mapas temáticos, referentes às disciplinas acima, são os seguintes:

- Mapeamento cadastral de propriedades rurais.

- Mapeamento geológico.
- Mapa de localização de rede piezométrica implantada.
- Mapa de flutuação absoluta do lençol freático.
- Mapa de solos.
- Mapa de aptidão de terras para irrigação.
- Mapa de profundidade relativa do lençol freático.
- Mapa de registro do lençol freático.
- Mapa de salinidade do lençol freático.
- Mapa da camada barreira.
- Mapa de salinidade da camada superficial.
- Mapa de condutividade hidráulica.
- Mapa de subáreas de drenagem.

3. Conclusões

Levando-se em conta que os estudos destinados à captação e adução de águas para irrigação e os decorrentes esquemas de drenagem exigem a fiel representação do relevo e a perfeita caracterização do meio físico, uso do solo e ainda, considerando-se o grau de precisão que é necessário emprestar aos levantamentos, sobretudo no lado altimétrico, tendo em vista todo um esquema hidráulico que será resultante desses estudos, é possível entender-se a importância dos trabalhos de aerolevantamento e sua integração com as investigações de

campo e os serviços de anteprojeto e projeto básico de engenharia.

Tais levantamentos e serviços cartográficos são ainda uma ferramenta essencial à construção das obras e futuras operações dos sistemas de irrigação e drenagem. Tais mapas são ainda uma ferramenta de grande valia para os trabalhos de regularização fundiária, planejamento físico e projetos de engenharia de estradas, linhas elétricas, etc.

Enfoque básico é o de racionalizar os trabalhos de tal forma a executá-los como mapas e cartas “para o projeto” e não apenas como uma cartografia básica.

É conveniente, todavia, ressaltar que tais mapas são planejados de forma a enquadrarem-se na articulação dos mapeamentos sistemáticos.

O procedimento deste esquema de trabalho minimiza custos e prazos, todavia, exige um acompanhamento e coordenação constante e interdisciplinar com a particularidade de não perder a qualidade e precisão nos levantamentos. Antes pelo contrário, amplia a sua confiabilidade e adequação aos propósitos específicos sem entretanto deixar de atender aos gerais.