

UTILIZAÇÃO DE FOTOGRAFIAS AÉREAS EM ESTRADAS DE RODAGEM

ENG.º LEONEL FERMIN NAVAS ZAMORA

I — INTRODUÇÃO

O uso das fotografias aéreas em estudos de estradas de rodagem é de recente aplicação em nosso país; somente na década de 60 o DNER passou a exigir das firmas consultoras que executam estudos, o emprêgo desta valiosa ferramenta.

Atualmente as fotografias aéreas são utilizadas nos estudos rodoviários, principalmente sob dois aspectos:

1 — Nos estudos foto-interpretativos para escolha da diretriz.

2 — Nos estudos fotogramétricos para representação da área e cálculo de volumes.

Também se utilizam no cálculo hidroológico das obras d'arte especiais, para delimitação da bacia hidrográfica. Esta última aplicação não será focalizada neste trabalho.

II — UTILIZAÇÃO NOS ESTUDOS FOTO-INTERPRETATIVOS PARA A ESCOLHA DA DIRETRIZ

1) Generalidades

Neste caso a fotografia aérea é utilizada como elemento qualitativo. É interessante destacar que nos Estados Unidos e Europa, o uso sob este aspecto é muito limitado, devido à existência de cartas atualizadas em escala adequada; a foto-interpretação, por muito criteriosa que seja, não substitui as informações quantitativas fornecidas pela carta; tivemos oportunidade de constatar que, mesmo cartas em escala pequena (1:00.000) quando bastante ricas em representação, facilitam enormemente a escolha da diretriz.

Um aspecto que apresenta grande interesse, é a escolha da escala das fotografias aéreas.

Atualmente com o progresso do re-

cobrimento de AST-10 e da cobertura 1:70.000 da SUDENE e IBGE, nos parece indiscutível que o estudo preliminar para escolha da diretriz deve ser feito nessas escalas. Acrescenta-se ainda que as dimensões do país e o dinamismo do programa de construção de estradas de rodagem, exigem destes estudos, o máximo de qualidade com o mínimo de tempo o que somente pode ser obtido com fotografias em escala pequena.

2) Metodologia Utilizada

Através da nossa pouca experiência nestes estudos, temos elaborado uma metodologia que nos parece adequada às condições brasileiras e que pode ser assim sumariada:

2.1 — Organização e montagem das fotografias, de forma a garantir que todos os pontos obrigatórios fixados pelo contratante apareçam nas mesmas. A largura da faixa a estudar é função das condições locais, da escala da fotografia utilizada, da posição da estrada projetada em relação à linha de voo etc. Geralmente esta largura é fixada quando do estudo do foto-índice, antes da montagem propriamente dita. Como idéia geral para foto 1:70.000, recomendamos uma largura de 4 fotografias, isto é aproximadamente 50 Km.

2.2 — Identificação dos pontos obrigados. Além daqueles estabelecidos pelo contratante, devem considerar-se os pontos de natureza topográfica (gargantas de serras, estrangulamento de rios etc.).

A linha reta que liga estes pontos obrigados é chamada "diretriz ideal" e seria a que daria o menor comprimento da estrada.

Deve-se salientar que quase nunca é possível adotar essa diretriz devido

às características topográficas e geológicas do terreno atravessado; de toda forma, quanto mais próximo da diretriz ideal se conserve a diretriz final, menor será o comprimento da estrada. Vale salientar ainda que o critério de pontos obrigados deve ser sempre flexível; muitas vezes o abandono de um ponto tido como obrigatório apresenta grandes vantagens no projeto final.

2.3 — Estudo de Alternativas — Mediante exame estereoscópico são analisadas as linhas que, seguindo aproximadamente a diretriz ideal, apresentem melhores condições de traçado.

Nesta parte do estudo é exigido do foto-intérprete a maior flexibilidade mental, grande imaginação e senso da realidade. Um aspecto importante é a existência de estradas ou caminhos vizinhos, que quase sempre representam a solução que o bom senso tem dado ao problema da ligação. Estas estradas ou caminhos devem ser sempre consideradas como primeira alternativa a estudar, principalmente se os mesmos apresentam boas condições de tráfego, obras d'arte especiais construídas ou plataforma em bom estado. Esta primeira alternativa nunca deve ser abandonada sem uma inspeção "in loco" para verificação dos aspectos acima. Uma solução que se apresenta com muita frequência, é adoção do traçado da estrada existente, com introdução de retificações de porte variável.

O exame criterioso das fotografias quase sempre apresenta à imaginação do foto-intérprete diversas alternativas que merecem estudo. Nesta primeira fase do trabalho, deve-se deixar livre a criatividade sem se deter muito na crítica das alternativas. Desde que predomine o bom senso, tanto mais alternativas sejam estudadas, melhor resultará a diretriz final.

2.4 — Escolha da melhor diretriz — Para cada trecho do projeto são estudadas comparativamente as diversas alternativas propostas; além dos aspectos topográficos, devem ser considerados os aspectos geológicos (provável existência de agregados e material de base, áreas que devem ser evitadas, pântanos, cortes em material duro ou instável etc). Devem ser analisados também aspectos econômicos (potencialidade econômica da área servida, acesso às cidades importantes etc.).

Como pode ser visto, a escolha da diretriz é sempre uma decisão de equipe e não de um homem. Esta decisão exige o máximo de bom senso e espírito crítico constituindo-se na tarefa mais difícil e importante do estudo rodoviário. Frequentemente não é possível se chegar a uma decisão, sem estudos complementares em fotografias a escala maior.

2.5 — Recobrimento aerofotogramétrico ao longo da diretriz escolhida — Conforme acima explicado, frequentemente este recobrimento abrange para alguns trechos duas ou mais alternativas propostas entre as quais o estudo preliminar não permitiu a escolha da melhor.

Este recobrimento é efetuado na escala 1:20.000 a fim de permitir a restituição posterior em escala 1:5.000 com curvas de nível de 5,0 metros de equidistância. No estudo foto-interpretativo, este recobrimento permite executar a revisão detalhada da diretriz proposta. Pode-se dizer que, enquanto no estudo preliminar são estudadas as variantes de grande e médio porte, na revisão são escolhidas as variantes de pequeno e médio porte.

Algumas vezes não é possível, nesta revisão, definir qual é a melhor diretriz; nestes casos devem ser restituídas as alternativas entre as quais não foi possível selecionar a melhor.

Com esta revisão fica concluído o estudo foto-interpretativo.

III — UTILIZAÇÃO NOS ESTUDOS FOTOGRAMÉTRICOS PARA REPRESENTAÇÃO DA ÁREA E CÁLCULO DE VOLUMES

1) Generalidades

Uma vez selecionada a diretriz da estrada é necessário quantificar as informações, para fazer estimativas de custos que permitam definir a viabilidade econômica do projeto (Estudo Custo-Benefício).

Os estudos fotogramétricos são necessários em dois aspectos:

1 — Representação da área, para lançamento do projeto em planta e perfil;

2 — Levantamento de seções transversais para cálculo de volumes.

A representação da área é obtida por meio de restituição aerofotogramétrica a escala 1:5.000 curvas de nível de 5,0 m a partir das fotografias escala 1:20.000 utilizadas na revisão da foto-interpretação.

A largura da faixa a restituir varia com a topografia do terreno e características do projeto; em geral, quanto mais larga a faixa restituída, melhores condições terá o projetista para lançar o projeto; por outra parte, o custo da restituição não varia diretamente com a área a restituir porquanto as operações de apoio do campo, aerotriangulação e orientação dos modelos na restituição; são praticamente independentes da largura da faixa para as ordens de grandeza com que se trabalha nestes casos. Na prática a largura recomendada é de 500 a 1.000 metros.

2) Metodologia Utilizada

Em nossos trabalhos temos utilizado para os estudos fotogramétricos, a seguinte metodologia.

2.1 — Apoio terrestre ao longo da diretriz selecionada na foto-interpretação. É interessante destacar que, tendo sido realizado o voo escala 1:20.000 — ao longo da diretriz escolhida no estudo preliminar, a área a restituir se localiza frequentemente ao longo de poucas faixas de voo, de comprimento considerável; isto permite utilizar com grandes vantagens a aerotriangulação, para densificação do apoio de campo, com a conseqüente diminuição de custos.

2.2 — Restituição aerofotogramétrica. Conforme já explicado é restituída unicamente uma faixa de largura pré-estabelecida, ao longo da diretriz escolhida. Durante a restituição se observam e anotam os valores dos parâmetros de orientação.

Estas leituras permitirão, na determinação das seções transversais, reduzir enormemente a orientação relativa.

No original da restituição é lançado o projeto em planta preparando-se a seguir três cópias sendo a primeira para o desenho definitivo, a segunda para determinação das seções transversais e a terceira para os estudos geotécnicos.

2.3 — Determinação das seções transversais. Esta operação é executada no mesmo tipo de restituidor utilizado na restituição acoplado a registrador de coordenadas; atualmente é utilizada na etapa seguinte a listagem dos pontos; poderá também ser utilizada a fita perfurada ou cartão magnético do aparelho registrador. Em cada seção se determina um mínimo de cinco pontos, sendo um deles obri-

PRESENÇA DE RICARDO FRANCO NO V CONGRESSO DA SBC

A láurea com que a SBC vem premiando aqueles que mais se dedicam à ciência cartográfica também foi presença no V Congresso da SBC, sendo desta vez com ela agraciados o Cel. Sérvulo Lisboa Braga, homenageado "post mortem", o Gen. Carlos Braga Chagas e o Eng.º Gabriel Portela Fagundes que, ao receber o Prêmio Ricardo Franco, pronunciou as seguintes palavras:

Ao receber o Prêmio Ricardo Franco, não posso furtar-me ao desejo de dizer algumas palavras. Um filósofo, em uma expressão feliz, disse que "Recordar é Viver" e eu, neste momento, vou também recordar algo que, para os novos, será talvez novidade, mas para os antigos, e que são muitos aqui presentes, será uma lembrança do trabalho ciclópico dos desbravadores da Cartografia, daqueles que, utilizando recursos técnicos incipientes e arrostando mil e uma dificuldades, conseguiram implantar, em nosso País, a semente que deu origem a esta frondosa árvore plena de vigor e produzindo acolhedora sombra de exemplo de compreensão e congraçamento, para que em um futuro, agora presente, se possa dizer, corroborando o slogan "Só se ama o que se conhece", que estamos nos empenhando em conhecer o nosso País para amá-lo ainda mais.

Com dedicação, energia e amor ao nosso solo, foram lançados os fundamentos da Carta do Brasil. Refiro-me àqueles companheiros que, em um trabalho quase que anônimo, projetaram as grandes rédes geodésicas e de nivelamento de precisão, empregando métodos e instrumentos hoje quase obsoletos mas que, com tenacidade e férrea vontade de acertar, conseguiram superar as dificuldades da época.

Nas campanhas ou nos serviços de campo, estacionavam em barracas,

longe do conforto do lar e da família, locomovendo-se em montarias e transportando o material em carroções coloniais, mesmo porque, não havia outro meio de transporte a não ser o trem da Estrada de Ferro que os conduzia às proximidades da zona de trabalho.

Com o correr dos anos é que foram surgindo viaturas motorizadas e, com toda a inovação, houve um período grande de adaptação. Citarei um fato, dos muitos da história cartográfica, que foi vivido por um geodesta que nos legou magníficos trabalhos e que, de pronto, não se conformava com a substituição dos meios de transporte. Assim é que na Campanha de Bagé, em um ciclo de chuvas e estradas péssimas, teve sua viatura (automóvel), a primeira que era empregada em serviço de campo, atolada a poucos quilômetros da Cidade. Irritado com a demora, lembrou ao chegar à Cidade que um homem que passara na estrada conduzindo, a pé, 4 ou 5 perus, havia chegado antes dele ao destino e que talvez, já ao jantar, estivesse um desses perus sendo servido na mesa.

As dificuldades, nas primeiras décadas deste século, foram sempre superadas pela tenacidade daqueles companheiros que recordei, aqui, com saudade.

Nas determinações dos "Data" de nivelamento e da rede geodésica, nos trabalhos de astronomia e nas com-

pensações e cálculos de todo o complexo da construção de uma carta, nunca houve esmorecimento. E pensar que, para os cartógrafos de hoje, todos estes problemas continuam existindo, mas tão amenizados por um sem número de métodos novos e aparelhos de mais alta precisão, que deles o profissional nem se apercebe. As distâncias antes palmilhadas, em lances curtos, são hoje vencidas facilmente com o emprêgo dos medidores eletrônicos de distância.

Nos trabalhos geodésicos são agora empregados até satélites. A restituição dos mapas pode ser feita em aparelhos automáticos. O transporte do pessoal e do material se processa em aviões e helicópteros. Fazem-se fotografias aéreas e imagens por métodos revolucionários, empregando radares e outros sensores remotos, como os empregados hoje no já famoso Projeto Radam.

Muitas outras inovações poderiam ser citadas, porém, não é esse o meu objetivo, perfeitamente colimado neste V Congresso e nos seus anteriores.

Não cabe aqui citar nomes dos cartógrafos a que me referi no início, para não fazer a Injustiça de esquecer algum, e cuja enumeração seria cansativa para este auditório, tal a quantidade deles.

Assim, ao receber o prêmio a mim outorgado, elevo neste momento o pensamento, numa homenagem sincera aos verdadeiros Bandeirantes da Cartografia e trago a imagem destes abnegados precursores do mapeamento do país para incentivar os jovens cartógrafos aqui reunidos a quem estão sendo entregues as bandeiras do desbravamento de nossa terra para conduzi-la ao lugar que lhe está reservado entre as nações que lideram o mundo.

Muito obrigado, meus colegas de ontem e de hoje.