

## RESUMO

*A partir de informações técnicas sobre materiais e equipamentos fotográficos disponíveis no mercado, associando-se a diversos estudos sobre os problemas do processo fotográfico, propõe-se o uso de câmeras pequenas (35mm) e ampliação controlada, para execução, a baixo custo, de serviços de planimetria em pequenas áreas.*

*Aplicações comparativas em áreas urbanas demonstraram, na prática, a exequibilidade da propositura.*

## SUMMARY

*Based on technical information on materials and equipment available on the market, and also, on various studies conducted on the problems of the photographic process, it is the purpose of this work to suggest the use of small cameras (35mm) and controlled enlargement in doing planimetric services on small areas at low cost.*

*Comparative applications have shown the feasibility of what has been proposed.*

## INTRODUÇÃO

Atualmente, os processos e técnicas têm sofrido modificações em dois sentidos. Enquanto até a pouco tempo atrás os objetivos principais eram a precisão e a satisfação tecnológica, nas últimas décadas foi-se tornando cada vez mais importante o problema de custo dos serviços e equipamentos e do tempo de execução, muitas vezes até com sacrifícios de outros requisitos técnicos.

No campo de Aerofotogrametria, o trabalho de pesquisa foi, na maioria das vezes, voltada à sofisticação dos equipamentos, tanto de voo como fotográficos levando, com isso, à restrição de seu uso, só sendo economicamente viável para grandes regiões e coberturas amplas, de grande altura.

Nos últimos anos, a alta qualidade tecnológica chegou aos equipamentos simples, permitindo o seu uso para trabalhos de precisão, a preços bem menores, em pequenas áreas e para serviços específicos.

Cidades de pequeno e médio portes têm necessitado constantemente de levantamentos planimétricos de áreas urbanas, seja para composição de cadastro ou para fiscalização de obras e tarifas.

Determinação de danos por enchentes, pragas e secas, bem como estimativa de produtividade de lavouras ou outras situações na zona rural, normalmente, não justificam os investimentos de grande monta exigidos pelos levantamentos aerofotogramétricos atuais.

A volta aos princípios de fotogrametria, associada aos materiais e equipamentos precisos disponíveis, permitem chegar a uma técnica bastante simples e altamente satisfatória, com poucos investimentos e baixo custo.

---

(\*) Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia - Departamento de Engenharia Civil, Campus II - Campina Grande - PB.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A fotogrametria é, em resumo, o emprego da fotografia em análises dimensionais (CARNOLD *et alii* 1972) e a aerofotogrametria é a fotogrametria através de fotos aéreas.

Atualmente, as análises dimensionais tem levado ao uso de técnicas cada vez mais sofisticadas para medidas tri-dimensionais por estereoscopia (VALYUS, 1976) e até os registros e análises cinematográficas (HYZER, 1962).

Entretanto, nem sempre é dada grande importância à utilização de equipamentos menos sofisticados. Porém, existem processos com percentagens de erro reduzidas, até para fotografias oblíquas (WILLIAMS, 1969).

Entre os processos que podem ser usados em monofotogrametria vamos encontrar as sinalizações quadradas que permitem determinar o ângulo de obliquidade da câmera, permitindo medições a partir da imagem distorcida (WILLIAMS, 1969) ou ainda as retificações durante o processo de impressão (Veja-se por exemplo a ref. (ARNOLD *et alii* 1972)).

Alguns problemas de aerofotogrametria abordados em grande parte de publicações técnicas estão hoje satisfatoriamente resolvidos nas câmeras comerciais. Entre eles, destaque-se os problemas da distância focal, o aplainamento de película e a calibração da câmera. WILLIAMS (1969) e CRONE (1963) descrevem, com grandes detalhes, os problemas acima e o emprego de câmeras pequenas (35 mm) para planimetria.

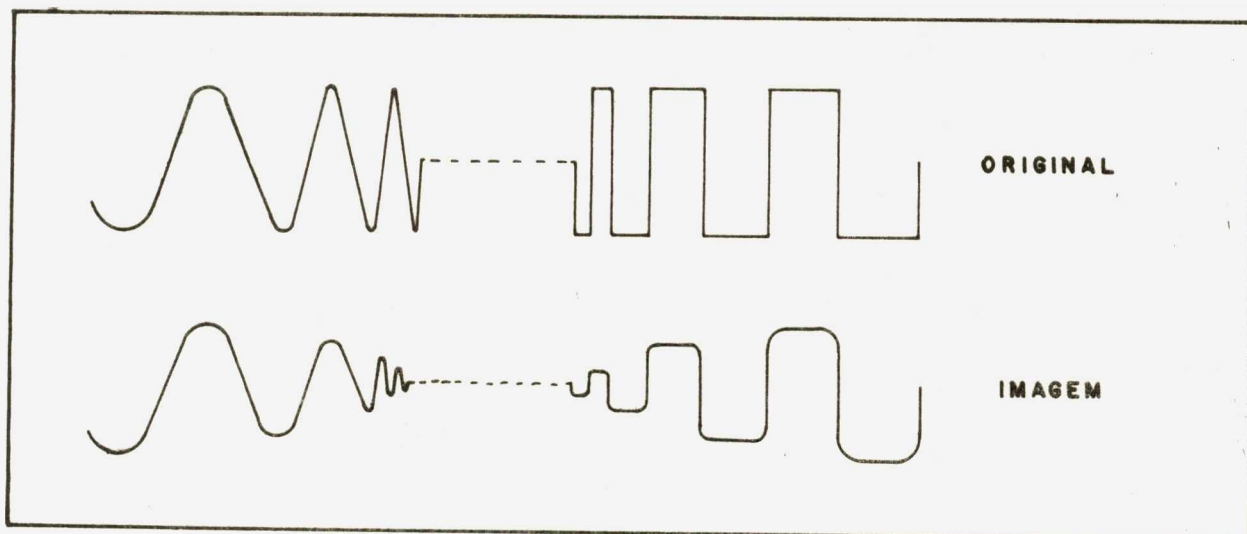
Com relação aos materiais disponíveis, é importante destacar a capacidade de resolução das películas atuais que permitem o armazenamento de grande quantidade de informações.

Assim, comparando-se a estrutura de uma película à memória de um computador, poderíamos associar a cada ponto ou grão da película a idéia de um "BIT". Segundo a Kodak (6) a película Plus-X permite um registro de até  $2,1 \times 10^5$  pontos/cm<sup>2</sup> ou o equivalente a 50 linhas/mm, o que representaria em um negativo de 24mm x 36mm um registro na ordem de  $2,16 \times 10^6$  "BITS".

Quanto aos problemas de ampliação, CURTIS (1968) estudou em profundidade problemas que afetam a precisão das medidas, especificamente quanto às objetivas não especialmente construídas.

Os problemas de perda de quantidade e informações em cópias e ampliações podem ser representados de forma simples, como na Figura 1, como uma função de transferência de modulação.

FIGURA 1



É de se esperar, portanto, que haja uma perda de detalhes finos, bem como diminuição no contraste de informações de amplitude intermediária, com o abandono da cópia por contato para passar ao uso de ampliações.

O problema de recobrimento torna-se simples a partir do conhecimento das amplitudes das lentes comerciais. Assim, por exemplo, as objetivas de 50mm para câmeras pequenas (35 mm) cobrem ângulos de aproximadamente  $27^{\circ} \times 40^{\circ}$ .

Para fotos aéreas, o problema de velocidade do obturador também já está resolvido, uma vez que a maioria das câmeras comerciais operam à velocidade de até 1/1000 seg.

Finalmente, os problemas de distorção não chegam a prejudicar, uma vez que os valores estabelecidos para as objetivas destinadas a trabalhos de ampliação são normalmente de ordem de 0,01% a 0,2% (1) para os ângulos de campo normais, até pouco mais de  $30^{\circ}$  a partir do ponto Nadir.

Com isso, verifica-se que, a partir de câmeras pequenas (35 mm) torna-se possível obter resultados plenamente satisfatórios para grande número de trabalhos em monofotogrametria, sobretudo com vôos de baixa altura (entre 300 e 1000 metros).

### EXPERIÊNCIAS E RESULTADOS

A partir das considerações anteriores, foram feitas experiências de levantamento planimétrico em 11 (onze) cidades pequenas no interior do Estado da Paraíba, a partir de um avião Paulistinha P-56-c e uma câmera PENTAX, SP - 1000 equipada com lente Takumar de 50mm, com películas PLUS-X-PAN (KODAK).

A Figura 2 apresenta uma fotografia obtida na cidade de FAGUNDES-PB ajustada para a escala 1:1000 em papel 18 x 24cm.

A Figura 3 apresenta a reconstituição de uma quadra a partir da fotografia.

FIGURA 2

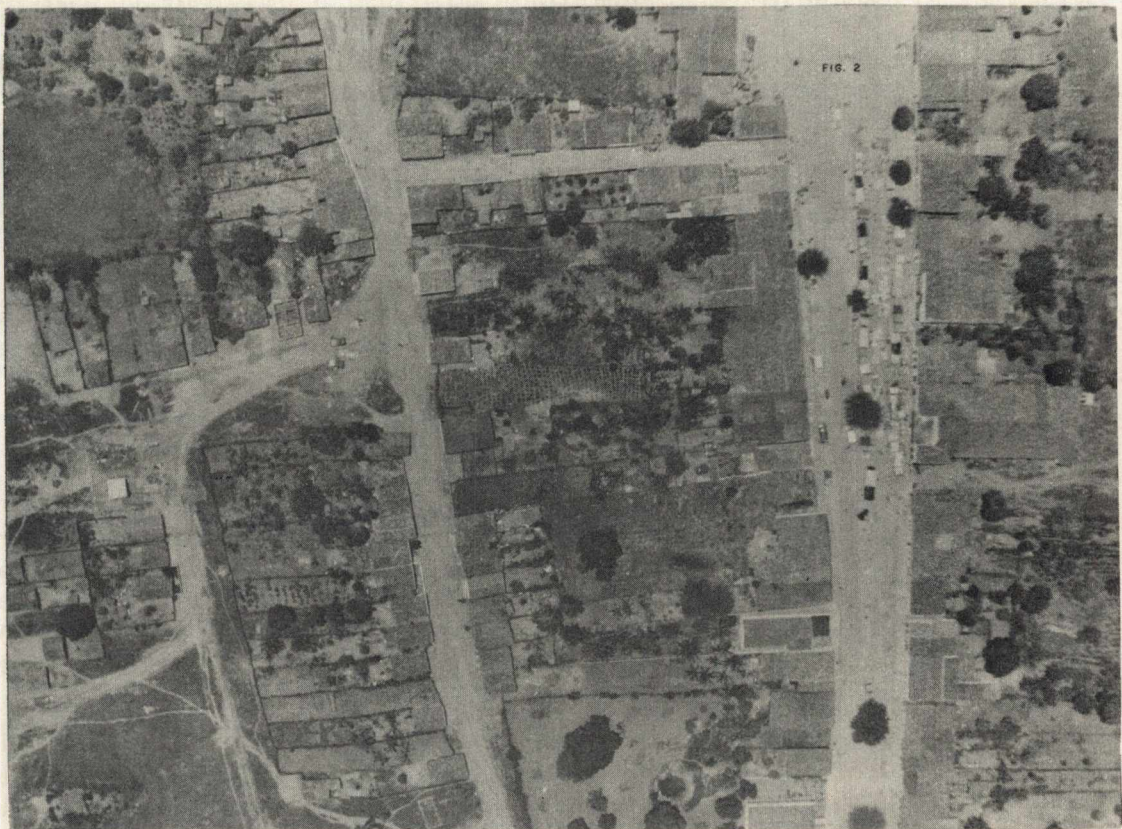
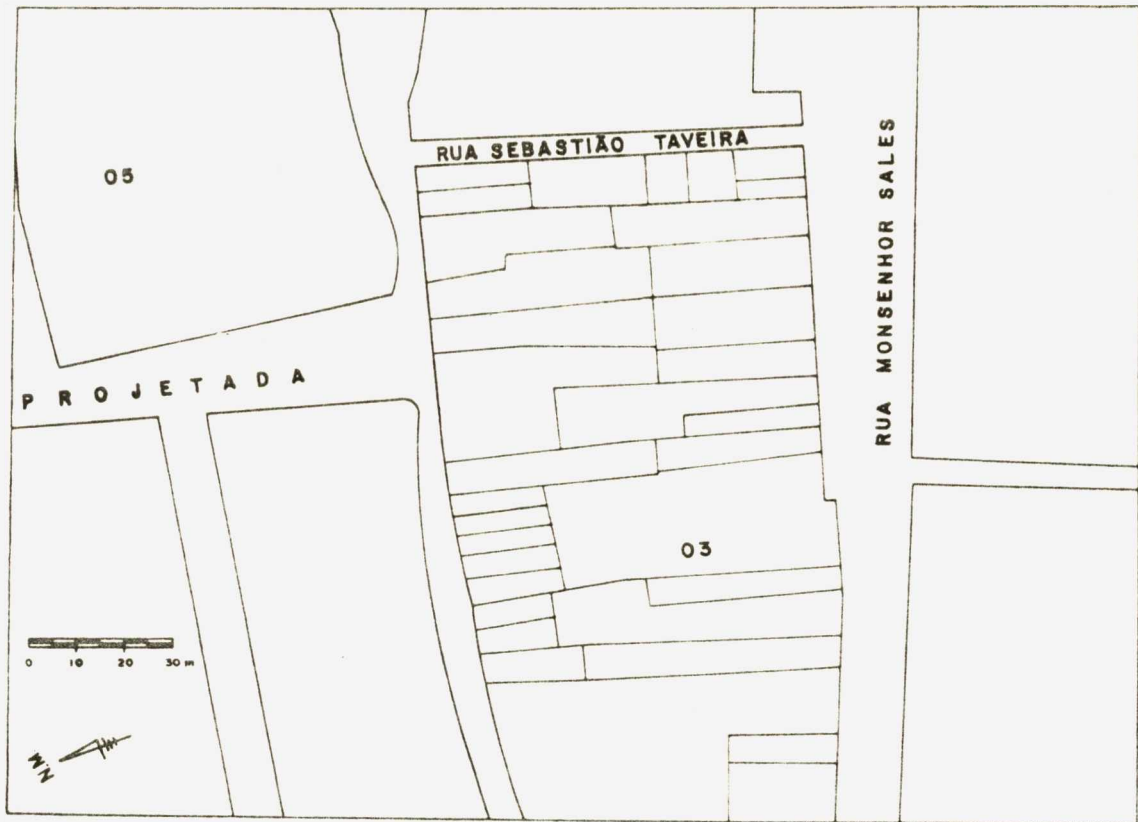


FIGURA 3



Os maiores problemas encontrados foram: a forma das áreas, a coleta de dados de confronto em campo e o trabalho de ajustagem em laboratório, inclusive a determinação do coeficiente de dilatação e contração do papel fotográfico.

Nas onze cidades onde foi testado o processo, chegou-se a plantas baixas em escalas de 1:1000 e 1:2000 com confiabilidade total para fins cadastrais e grande quantidade de informações para projetos, permitindo-se a um erro máximo de 1% para grandes extensões.

Quanto aos custos, chegaram a 50% do preço do trabalho feito em superfície e o tempo chegou a 1/10 do tempo gasto em 5 (cinco) cidades semelhantes na execução em superfície e simultaneamente como trabalho testemunha.

### CONCLUSÕES

A volta aos princípios da fotogrametria, com as informações, materiais e equipamentos comuns atuais, permite a execução de um grande número de trabalhos de forma rápida e a baixo custo, principalmente em áreas relativamente pequenas onde não se justifiquem os trabalhos com equipamentos de alta precisão, não só pelo custo mas, também, pela grande quantidade de informações, muitas vezes desnecessárias, que são recolhidas.

O uso de equipamento fotográfico e de vôo bastante simples, material e trabalhos de laboratórios de rotina, coloca à mão dos técnicos a possibilidade de execução, rápida e a baixo custo, de levantamentos planimétricos aceitáveis para diversos fins, por monofotogrametria aérea.

Finalmente, observa-se que, apesar dos grandes estudos em fotointerpretação, geralmente é deixada de lado a busca de maiores informações sobre a fotografia e o vôo, provocado com omissões e desinformações nos três níveis (vôo, fotografia e interpretação), a utilização desnecessária de equipamentos de alto custo para execução de serviços para os quais não é importante sua utilização.

#### LITERATURA CITADA

ARNOLD, C.R. ROLLS, P.J. STEWART, J.C.J. *Applied Photography*, Focal Press, London, 1972.

VALYUS, N.A., *Stereoscopy*, Focal Press, London, 1966.

HYZER, W.G., *Engineering and Scientific High-Speed Photography*, Macmilan, New York, 1962.

WILLIAMS, J.C.C., *Simple Photogrammetry*, Academic Press, London, 1969.

CRONE, D.R., *Elementary Photogrammetry*, Edward Arnold, London, 1963.

KODAK Data Sheet RF-10, Kodak Ltd, London

CURTIS, A.S.G. *Photography for the Scientist*, Ed. C.E. Engel, London, 1968.