

BOLETIM DO MINISTERIO DA AGRICULTURA

ANO IX — N.º 1

JULHO DE 1926

## APLICAÇÃO DA FOTOGRAFIA AEREA À CONSTRUÇÃO DA CARTA PARCELAR AGRICOLA

pelo Professor do Instituto Superior de Agronomia

VICTOR HUGO DE LEMCS

Doutor em matematica pela Universidade de Lisboa  
Capitão de artilharia a pé, engenheiro fabril do Exército

Direcção Geral do Ensino e Fomento

Lisboa, 1926





THE UNIVERSITY OF CHICAGO  
LIBRARY



Aplicação da fotografia aerea  
à construção da carta parcelar agricola



INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA  
LISBOA - DE CASTELHO

AC  
MNCJ  
52  
LEM





Conferencia realizada em 7 de Julho de 1926,  
na Sociedade de Ciencias Agronomicas



O primeiro trabalho metódico a que obriga uma grande administração é, sem duvida, o estabelecimento do inventario das riquezas a administrar.

E' por isso que aos Estados, que são dentro das Nações os mais importantes organismos administrativos, tem compe-tido sempre, pela natureza fundamental da sua organização, o trabalho de descrever os territorios que são pertença da Nação.

O mais perfeito processo descritivo da superficie da terra é, ninguem o ignora, o cartografico, e bem se compreende o interesse que manifestam os governos dos diferentes países, quando novas invenções veem determinar simplificação dos trabalhos de execução ou conservação das suas cartas.

E' no quadro geral que resulta destas considerações que se deve basear a resolução tomada pelo Governo Português, que me trás, junto de tão illustre auditorio, a analisar o problema da construção da carta parcelar agricola por novos métodos topograficos.

Por proposta da Comissão da Carta Agricola, patrocinada pelos altos funcionarios do Ministerio da Agricultura e pelo Sr. Dr. Torres Garcia, que então era o titular dessa pasta, foi resolvido em Conselho de Ministros que fossem nomeados dois técnicos para estudar, no estrangeiro, os processos de levantamento topografico por fotografias obtidas em avião.

Para essa missão fui nomeado com o Ex.<sup>mo</sup> Sr. Coronel José Augusto Pereira Gonçalves Junior, professor do Instituto Superior Técnico e antigo director geral dos Serviços Físio-

graficos, condições de trabalho, quer presentes, quer passadas, que lhe davam especial competencia para fazer esse estudo.

Condições más de saude do meu companheiro de trabalho determinam, infelizmente, que eu tenha sido encarregado de iniciar publicamente a apresentação desses métodos, o que vou fazer bem convencido da necessidade de transmitir os resultados da nossa analyse aos que se ocupam da execução de levantamentos topograficos,

\* \* \*

Para mostrar quão grande é o interesse que esta transformação tem determinado nas diferentes nações, basta referir que, nos dois meses em que percorremos os centros de trabalho fotogrametrico, estivemos com missões da Espanha, da Tchecoslovaquia e da Roménia encarregadas, pelos respectivos governos, de proceder a estudos identicos aos que constituíam o objecto da nossa missão e que encontramos durante esse periodo de trabalho vestigios da passagem recente de missões da Inglaterra, dos Estados Unidos, do Japão, da Holanda, do Canadá, da Russia, da Polonia, da Belgica, da Suissa e da Servia que se ocuparam oficialmente dos mesmos estudos.

Os novos métodos estão já sendo usados em alguns países: não só emprêsas particulares em Haya, em Berlin, em Paris, em Dresde, em Madrid, em Dantzig, em Munich, em Roma e no Monaco estão recorrendo a eles, como até a França e a Italia os estão utilizando nos serviços officiais de cadastro.

Creio bem que, dentro de meses, se poderá incluir, honrosamente, na relação precedente o nome de Portugal.

\* \* \*

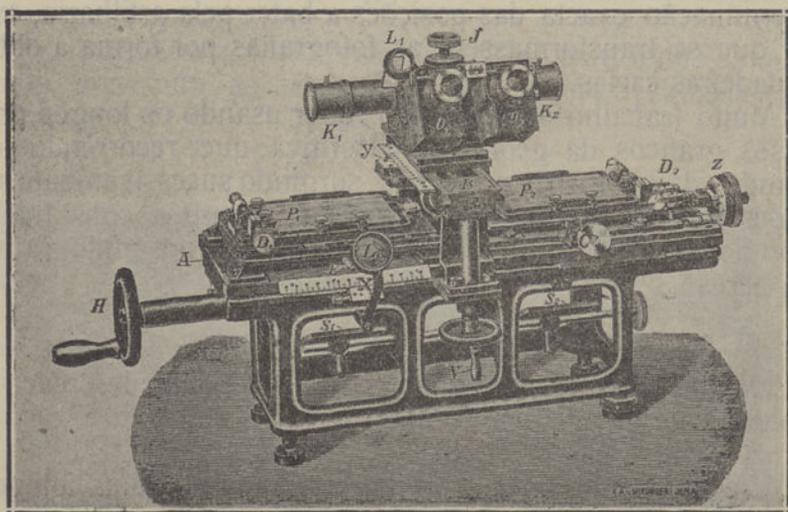
Fazendo um rapido esboço historico da fotogrametria, vae-se-nos oferecer ensejo para recordar a intervenção decisiva que teve a ultima guerra na resolução deste problema, o que não póde deixar de sêr registado por quem, abraçando a car-

reira das armas, tem a noção segura de que esses conflitos militares, representando o ultimo e inevitavel argumento das Nações, tem uma influencia fortissima na série de aproximações sucessivas que constitue o Progresso.

Já em 1860 o coronel Laussedat demonstrára que é possível redigir uma carta usando fotografias do terreno.

Os processos que então eram indicados, ainda que simples, tinham pequeno rendimento e não conseguiram vir substituir os métodos antigos.

A aplicação dos principios da visão estereoscopica, usados em 1880 pelo major canadiano Déville, permitiram ao enge-



Estereocomparador do Dr. Pulfrich

nheiro Dr. Pulfrich, da casa Zeiss, construir um aparelho, o estereocomparador, que permite deduzir de fotografias as coordenadas dos pontos do terreno.

O invento do Dr. Pulfrich aproveitado, em 1908, pelo tenente austriaco von Orel, permitiu a instalação do estereocomparador num aparelho que traça mecanicamente a carta do terreno quando com uma referencia se percorre a fotografia.

Este aparelho já experimentado antes da grande guerra é hoje uma das melhores produções da casa Zeiss.

Era este, praticamente, o estado do problema da fotogrametria em 1914.

O grande conflito militar, então aberto, veio resolver definitivamente o problema da navegação aerea; a instalação de maquinas fotograficas nos aviões, trouxe para os comandos informações que excederam todas as que se colhiam por visão directa.

As fotografias, obtidas heroicamente pelas equipas dos aviões, permitiram aos Estados Maiores notar metodicamente os movimentos do inimigo, e por isso mais e mais se foi alargando o seu uso.

Mais se quiz deduzir desses documentos fotograficos: a determinação exacta das posições a bater pela artilharia, exigiu que se transformassem as fotografias por forma a obter verdadeiras cartas.

Muito trabalho se fez então, quer usando os longos processos graficos da geometria descritiva, quer recorrendo aos métodos da geometria projectiva, surgindo sucessivamente soluções mecanicas que, aperfeiçoadas, vieram a constituir o capitulo da topografia que é designado hoje por "fotogrametria aerea".

\*  
\*  
\*

Os métodos de fotogrametria aerea podem descrever-se rapidamente da seguinte forma:

Um aeroplano, onde está instalada uma maquina fotografica, vóa sobre o terreno a representar.

Com curtos intervalos de tempo vão-se obtendo fotografias sucessivas.

Desde que sejam conhecidas as coordenadas topograficas de três pontos existentes em cada uma das fotografias, é possível, colocando as chapas em aparelhos proprios, deduzir com exatidão as cartas que representam o terreno.

Desta afirmação póde concluir-se, imediatamente, que os métodos fotogrametricos não dispensam o conhecimento exacto das posições de pontos da fotografia; devem ser, portanto, considerados como métodos de levantamento do detalhe, sendo de prevêr que serão tanto mais aconselháveis quanto maior fôr o detalhe a representar.

A determinação das coordenadas topograficas desses pontos obriga a usar os aparelhos e processos classicos em trabalhos que tem por fim a construção de um esqueleto topografico.

\* \* \*

A primeira pergunta formulada por aqueles a quem estes métodos são assim apresentados é naturalmente a seguinte:

Nas fotografias tiradas figuram nitidamente os detalhes do terreno a representar?

E' desnecessaria a resposta afirmativa para todos os que tenham analisado as fotografias que hoje se obteem em avião.





Os aparelhos de fotogrametria são de três tipos :

Os aparelhos de foto-restituição ou camaras de transformação ;

Os aparelhos estereo-foto-restituidôres ;

Os aparelhos de dupla projecção.

Pertence ao primeiro tipo o aparelho adotado para o levantamento parcelar agricola.

Referindo os principios do seu funcionamento habilitar-nos-hemos, simultaneamente, a tirar algumas conclusões.

A imagem de uma porção da superficie da terra, dada por uma maquina fotografica instalada num avião, pôde sêr considerada uma perspectiva correcta do terreno desde que a altura de vôo seja suficientemente grande e se empregue uma objectiva fotografica que, funcionando como uma lente delgada, satisfaça a determinadas condições.

Não entraremos na demonstração do que afirmamos porque o estudo do funcionamento dos sistemas óticos usados é a questão mais delicada do método e, só por si, exigiria largo tempo de analise.

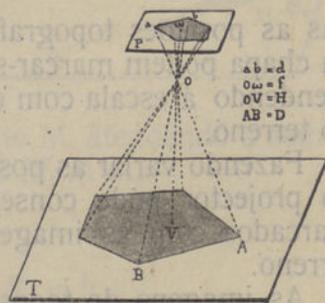
E', então, facil de estabelecer o processo de utilização das fotografias.

I— Suponhamos por agora que o terreno a representar é horizontal. Se a chapa fotografica se conservasse paralela ao terreno durante o vôo, obter-se-hia no cliché uma figura semelhante ao terreno, reduzida a uma escala praticamente igual a  $\frac{f}{H}$  sendo  $f$  a distancia focal da objectiva fotografica e  $H$  a sua cóta acima da superficie do terreno.

Para se obter uma carta que representasse o terreno numa escala maior bastaria fazer uma ampliação do cliché, sem deformar angulos nem alterar a relação das distancias.

II— O problema não se pôde resolver, porem, com tanta simplicidade.

Não é possivel manter o cliché paralelo ao horizonte ; todas



as tentativas feitas com este objectivo, quer imaginando suspensões especiais, quer recorrendo ao principio do giroscopio, tem falhado sucessivamente.

Mesmo que o terreno seja plano e horizontal, não é paralelo ao plano do cliché e a perspectiva fotografica não é semelhante á figura do terreno.

E' preciso por isso transforma-la por forma a restituir-lhe essa semelhança.

E' o que faz o foto-restituidôr Roussilhe e pela forma que passamos a indicar.

Coloque-se o cliché numa maquina de projecção em que a lente satisfaça á condição de transformar perspectivamente a imagem, e projecte-se esta sobre um alvo. E' possivel dar ao alvo uma posição tal que a imagem do cliché formada pela lente do projectôr seja uma figura guardando com o terreno a desejada razão de semelhança.

Tudo se reduz a determinar a posição que o alvo deve têr em relação ao cliché.

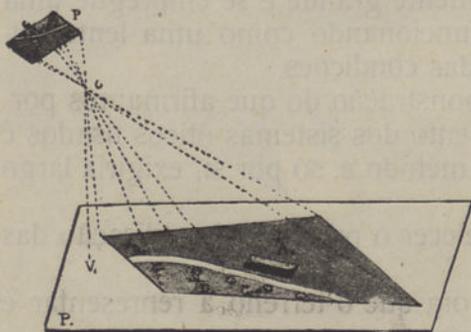
Para o fazer poder-se-ha proceder da seguinte forma:

Como são conhecidas as posições topograficas de quatro pontos que figuram na chapa podem marcar-se no alvo as posições desses pontos, atendendo á escala com que se deseja obter a representação do terreno.

Fazendo variar as posições relativas do alvo, cliché e lente do projector pôde conseguir-se a coincidência dos pontos marcados com as imagens dos pontos correspondentes do terreno.

As imagens de todos os outros pontos virão formar no alvo uma figura que é a carta topografica na escala desejada.

Imobilizando então o suporte do alvo, transformando a sala de trabalho numa camara escura e substituindo o alvo por um outro em que esteja colocada uma folha de papel fo-



tografico, pôde impressionar-se este de maneira a obter depois da revelação uma verdadeira carta.

III—Não nos esqueçamos, porem, de que supozemos que o terreno a representar é plano e horizontal.

Levantemos essa hipotese, mas suponhamos ainda que os quatro pontos fundamentais do cliché cujas coordenadas são conhecidas teem a mesma cota  $H_0$ .

Sejam T o plano horizontal com essa cota e  $V_1$  o pé da vertical do centro ótico C da objectiva fotografica.

Se usarmos o foto-restituidôr como indicamos anteriormente, isto é, se levarmos á coincidência os quatro pontos fundamentais marcados no alvo e as imagens dos pontos correspondentes do terreno, obtemos no alvo uma representação do terreno em que todos os pontos que não teem por cota  $H_0$ , aparecem deslocados das posições em que devem figurar na carta.

Assim, a imagem do ponto M em vez de aparecer na posição que corresponde a  $M_1$  aparece na posição que corresponde a  $M_0$ .

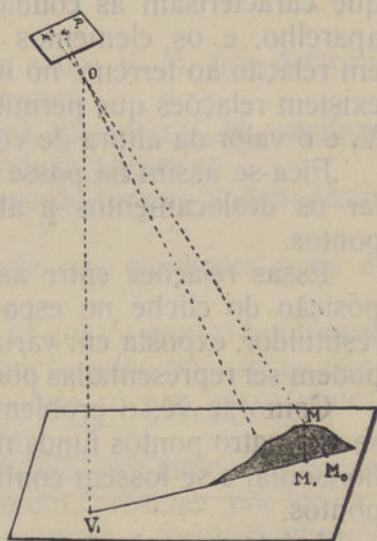
O ponto  $M_0$  está deslocado de  $M_1$  na direcção  $V M_1$  de um comprimento  $M_1 M_0$  que se pôde deduzir em função da altura de vôo H e da cota h do ponto M, atendendo á semelhança dos dois triangulos  $V_1 C M_0$  e  $M_1 M M_0$ .

Será então :

$$\frac{M_1 M_0}{D} = \frac{h}{H} \text{ donde : } M_1 M_0 = h \times \frac{D}{H}$$

sendo D a distancia  $V M_0$ .

O mesmo acontece a todos os pontos cuja cota não é a do plano T. Estão desviados segundo direcções passando por



$V_1$  e experimentam deslocamentos cuja grandeza se pode determinar analogamente.

Em conclusão: todos os pontos de cota diferente de  $H_0$  aparecem deslocados na fotografia obtida no restituidor. Se porem nessa fotografia se conhecer a posição do ponto  $V_1$ , se forem conhecidos ainda a altura de vôo  $H$  e a cota  $h$  de cada ponto, poder-se-hão deslocar as imagens de todos os pontos trazendo-os para as posições que correspondem ás suas projecções ortogonais.

Ora o aparelho de foto-restituição Roussilhe determina as distancias e inclinações do alvo, cliché e objectiva que responderam á foto-restituição efectuada. Entre estes elementos, que caracterizam as condições de restituição e são lidos no aparelho, e os elementos que definem a posição da chapa em relação ao terreno, no instante em que se fez a fotografia, existem relações que permitem determinar a posição do ponto  $V_1$  e o valôr da altura de vôo  $H$ .

Fica-se assim na posse de todos os elementos para calcular os deslocamentos a atribuir ás imagens dos diferentes pontos.

Essas relações entre as características da restituição e a posição do cliché no espaço, resultam da propria teoria do restituidor, exposta em varias publicações pelo sr. Roussilhe, e podem ser representadas por ábacos de uso extremamente facil.

Como se vê, o problema ficaria completamente resolvido se os quatro pontos fundamentais estivessem no mesmo plano horizontal e se fossem conhecidas as cotas de todos os outros pontos.

A determinação destas cotas, feita pelos métodos classicos, exigiria porem muito trabalho. E' porem facil sair desta dificuldade. Bastará ter mais do que uma fotografia de cada fracção do terreno para se poderem determinar por intersecção as projecções ortogonais dos diferentes pontos.

Coloque-se, para isso, uma das fotografias obtidas no foto-restituidor sobre uma lamina de vidro iluminada fortemente por baixo.

Sobre a fotografia estenda-se uma folha de papel transparente e marquem-se nesta as posições dos pontos a representar e as direcções que unem esses pontos com a posição do ponto  $V_1$ .

Póde então afirmar-se que, para obter a carta, o ponto  $M_0$ , por exemplo, deve ser deslocado sobre  $M_1 V_1$ .

Substituindo a fotografia por outra e colocando, sobre esta, a mesma folha de papel transparente pode marcar-se, da mesma forma a posição  $M_2$  em que aparece agora representado o mesmo ponto do terreno.

Como é conhecida a posição do ponto  $V_2$ , pé da vertical da nova estação fotografica, póde afirmar-se que a projecção ortogonal do ponto do terreno deve estar sobre  $V_2 M_2$ .

Devendo estar sobre  $V_1 M_1$  e sobre  $V_2 M_2$  fica determinado por intersecção destas duas rectas.

Uma terceira fotografia permitirá, traçando  $V_3 M_3$ , verificar e melhorar a conclusão tirada das duas primeiras.

As correcções devidas ao relevo do terreno podem assim fazer-se por um processo rapido.

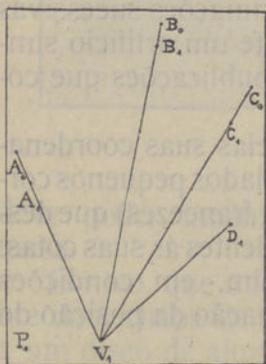
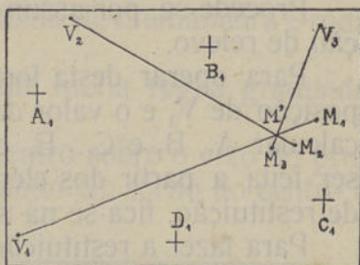
IV—Coloquemo-nos finalmente nas condições reais de trabalho.

Temos até agora suposto que os quatro pontos fundamentais de restituição estão no mesmo plano horizontal, o que só por acaso poderá suceder.

Não se dando esta circumstancia poder-se-ha, porém, proceder por forma a converter a questão a resolver na questão que acabámos de tratar.

Bastará tomar no alvo como pontos fundamentais de restituição não as suas projecções ortogonais  $A_1 B_1 C_1$  e  $D_1$ , determinadas pelas suas coordenadas topograficas, mas os pontos  $A_0 B_0 C_0$  e  $D_0$  que resultam da projecção cónica efectuada do centro óptico da objectiva.

Se tomarmos para plano horizontal de projecção o que passa pelo ponto fundamental  $D_1$  de menor cota, dever-se-hão afastar de  $V_1$  os pontos  $A_1 B_1$  e  $C_1$  dando-lhe deslocamentos



que dependem da altura de vôo  $H$  e das cotas desses pontos, isto é, tomam-se como pontos fundamentais de restituição quatro pontos fictícios com a mesma cota e que tenham a mesma imagem fotografica que os pontos fundamentais verdadeiros.

Procede-se, por assim dizer, á operação inversa da correcção de relevo.

Para operar desta forma é, porém, necessario conhecer a posição de  $V_1$  e o valor da cota de vôo  $H$ , visto que é preciso calcular  $A_1$ ,  $B_1$  e  $C_1$ . E, como a sua determinação só pode ser feita a partir dos elementos característicos das condições de restituição, fica-se na situação seguinte:

Para fazer a restituição é preciso conhecer o valor de  $H$  e a posição de  $V_1$ .

Estes elementos, por sua vez, só se determinam usando o restituidor.

Fica assim bem indicada a necessidade de recorrer ao método das aproximações sucessivas:

Efectuando, aproximadamente, a coincidência dos pontos fundamentais, calculam-se provisoriamente a posição de  $V_1$  e o valor de  $H$ . A partir destes elementos calculam-se os deslocamentos dos quatro pontos fundamentais de restituição. Usando novamente o aparelho restituidor, calculam-se com mais exactidão o valor de  $H$  e a posição de  $V_1$  e assim sucessivamente.

Para reduzir a duas o numero de aproximações sucessivas a efectuar, o sr. Roussilhe usa actualmente um artifício simples a que ainda não fazem referencia as publicações que conhecemos.

Sobre o alvo onde estão marcados, pelas suas coordenadas, os quatros pontos fundamentais, são colados pequenos correctores de altura (*pylones*, lhes chamam os francezes) que deslocam estes pontos para posições correspondentes ás suas cotas.

A primeira aproximação é feita assim, em condições muito mais favoráveis a uma boa determinação da posição do ponto  $V_1$  e da cota de vôo.

\* \* \*

Para os trabalhos indicados pode usar-se o foto-restituidor Roussilhe que se compõe essencialmente de um projector

fixo a uma mesa solida e nivelada e que efectua a projecção do cliché sobre um alvo.

As distancias entre o cliché, a objectiva da maquina e o alvo podem fazer-se variar por movimentos ao longo da mesa efectuados mecanicamente pelo sistema de cremalheira e roda dentada.

Estas distancias podem ser lidas numa regua graduada existente na mesa.

O cliché deve ficar com o seu centro sobre o eixo do projector, deve poder rodar no seu plano em torno do centro e

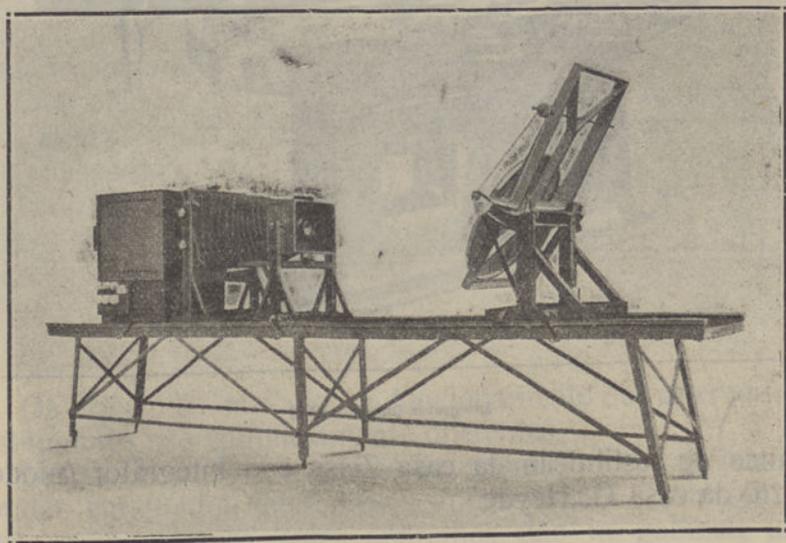


Foto-restituitor Roussilhe

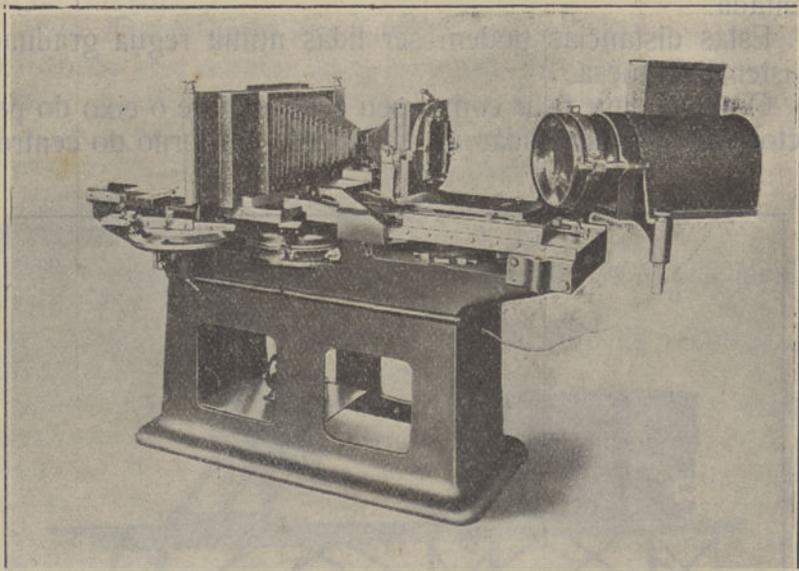
deve poder inclinar-se mais ou menos sobre o plano da mesa.

O alvo, que é formado por uma folha de papel colada sobre uma chapa de vidro, fixa-se, por um parafuso de pressão, a um disco de aluminio ligado por sua vez a um suporte, em relação ao qual pode ocupar posições diferentes, quer por translações em duas direcções ortogonais, quer por rotações em torno do seu centro.

A sua inclinação em relação ao plano da mesa pode tambem variar.

Esta inclinação, assim como a do cliché, pode deduzir-se de leituras feitas no instrumento.

A esta categoria de aparelhos pertence um aparelho auto-



Integrator (modelo 1926)

mático de restituição da casa Zeiss e o Integrator (modelo 1926) da casa G. Heyde.

\* \* \*

Seja-me permitido, neste momento, abrir um rapido parêntesis á exposição, para indicar outro grande horizonte de aplicação da fotografia aérea.

Trata-se da resolução de um dos mais importantes problemas da aeronautica.

Desculpar-me-hão os meus prezados camaradas aviadores.

A determinação precisa da trajetória de um avião no espaço é indispensavel para efectuar os estudos e a regulação perfeita dos aparelhos empregados, quer na navegação aérea, quer no ensaio dos engenhos militares de destruição.

A ligação geometrica mais pratica que se pode obter entre o avião e a terra é, sem duvida, a fotografia.

Como referi a V. Ex.<sup>as</sup> podem os foto-restituidores determinar a cota de vôo e a posição do pé da vertical do aparelho, no instante em que se fez a fotografia.

O erro a temer na posição do aparelho no espaço é aproximadamente 10<sup>m</sup>.

Conclue-se, então, que a sinalização do terreno sobre que se vôa, o conhecimento das coordenadas topograficas dos pontos sinalizados, o uso de uma maquina fotografica e o registo dos instantes em que se tomam as fotografias permitem deduzir, com um erro de 10 metros, as posições sucessivas que vai tendo o avião; isto é, permite definir mecanicamente a sua trajectoria.

O problema da determinação da trajectoria de navegação fica, assim, sendo uma parte do problema de foto-restituição que analisámos.

Um campo de vôo naquelas condições será, como vemos, proprio para todos os trabalhos de rectificação e estudo dos aparelhos usados na navegação aérea.

\* \* \*

Os principios basilares do funcionamento dos estereo-foto-restituidores são completamente diferentes.

Utilizando duas fotografias da mesma fracção de terreno, obtidas em pontos diferentes e aproveitando o principio da visão estereoscopica, estes aparelhos dão no gabinete uma imagem em relevo do terreno a representar.

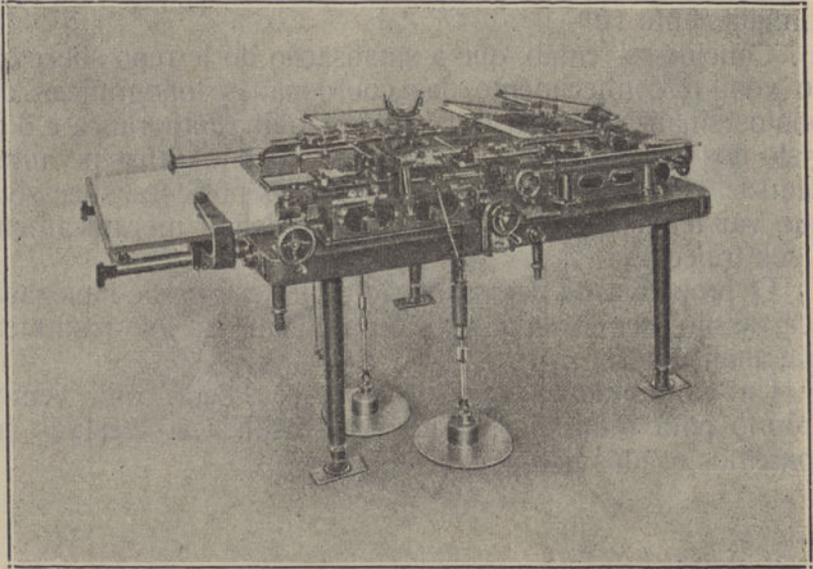
É assim creado estereoscopicamente um espaço, com as três dimensões classicas, onde se pode deslocar um index que é tambem o resultado da sobreposição de duas sensações visuais.

A referencia assim obtida pode deslocar-se aparentemente em três direcções ortogonais, sendo, por isso, possivel mantê-la constantemente apoiada sobre a superficie do terreno a representar.

Os movimentos aparentes que lhe são dados, comandados por manivelas e pedais, transmitem-se mecanicamente a um lapis que traça uma linha semelhante á projecção horisontal

da linha descrita pelo index no campo de visão estereoscópica.

Uma das direcções em que o index se póde deslocar é a da vertical do terreno figurado.



Estereo-autografo Orel-Zeiss

Se fôr immobilizada a manivela que determina estes deslocamentos e com os outros dois movimentos se obrigar o index a percorrer o terreno, o lapis traçará, evidentemente, uma curva de nível.

Para representar os outros detalhes do terreno, como estradas, limites de propriedades, linhas de agua, etc., será necessario imprimir ao index movimentos simultaneos nas três direcções.

Em conclusão :

Um observador olhando por um microscopio binocular vê uma imagem do terreno e percorre-a com uma referencia que desloca no campo de visão.

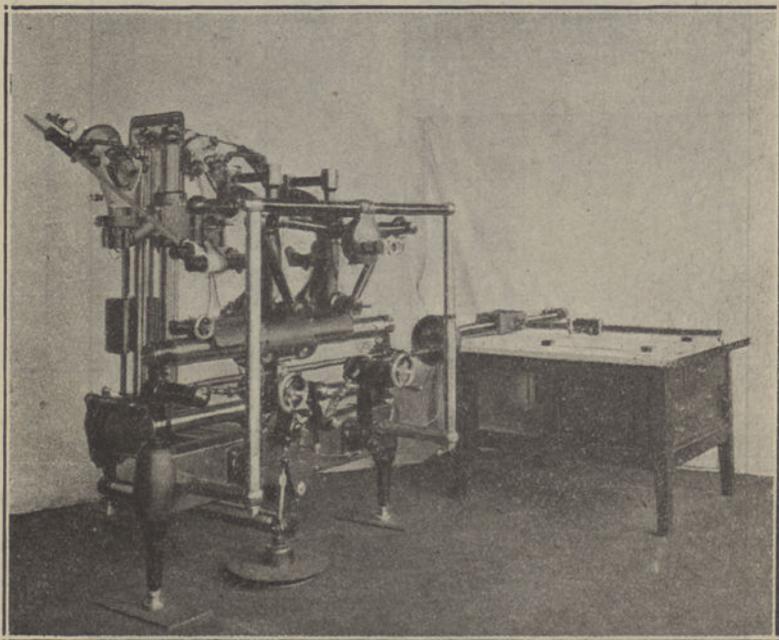
Simultaneamente está sendo desenhada a carta. Estes aparelhos representam, a nosso vêr, a solução mais perfeita do problema da fotogrametria, sendo muito recomendavel o seu

uso na execução de levantamentos altimetricos destinados ao estudo e projecto de obras de engenharia, como instalações hidro-electricas, estradas, caminhos de ferro, regularisação de torrentes, etc.

São deste tipo :

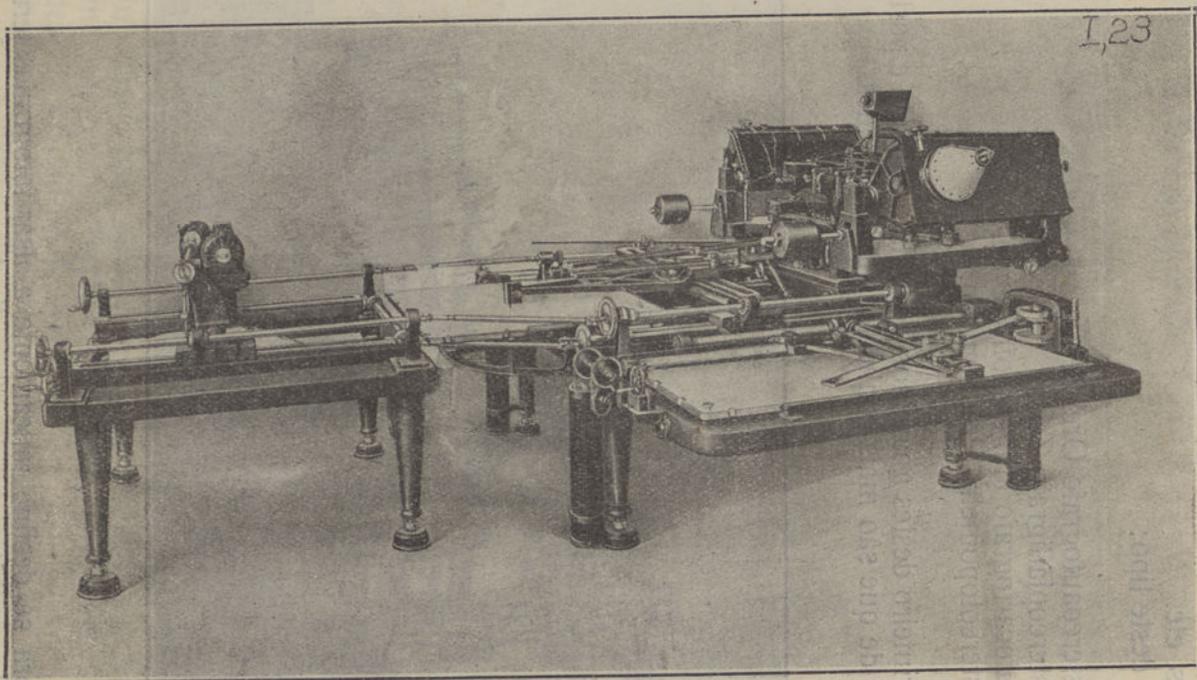
- O estereoautografo Orel-Zeiss.
- O estereoplanigrafo Zeiss.
- O autcartografo Hugershoff-Heyde.
- O estereotopometro Prédhumeau.

O primeiro destes aparelhos é o mais espalhado e portanto é aquele de que são mais conhecidas as qualidades.

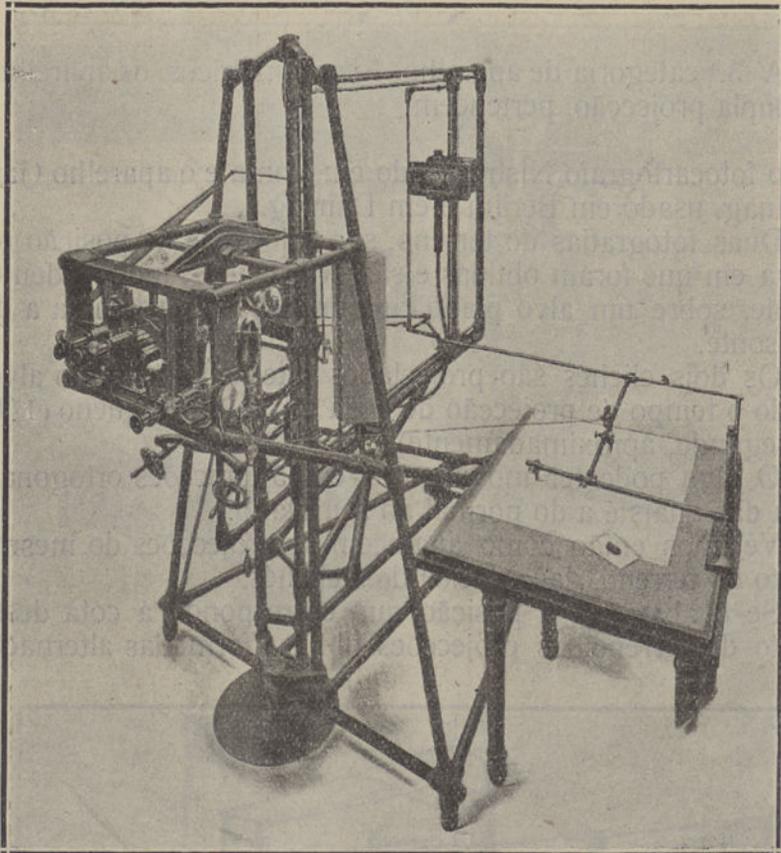


Estereoplanigrafo Zeiss

Embora se destine unicamente a usar fotografias terrestres, existem muitas empresas particulares que o exploram. E' conhecido o extremo rigor das cartas que fornece. Para



Autocartografo Hugershoff-Heyde



Estereotopometro Prédhumeau

o apreciar citaremos os resultados de uma notavel experiencia comparativa feita nos arredores de Viena.

A mesma fracção de terreno foi levantada na escala de  $1/1000$  com o taqueometro e com o estereo-autografo.

O trabalho taqueometrico foi executado com extremo cuidado, mesmo fóra dos usos, pois que se determinaram 350 pontos por hectare.

As cótas de todos os pontos levantados a taqueometro foram deduzidas da carta feita no estereo-autografo e todos os valores coincidiram menos os de 16 pontos; as diferenças existentes resultavam, como depois se verificou, de erros nos calculos taqueometricos.

\* \* \*

A' 3.<sup>a</sup> categoria de aparelhos fotogrametricos, os aparelhos de dupla projecção, pertencem:

o fotocartografo Nistri, usado em Roma e o aparelho Gasser-Inag, usado em Berlim e em Dantzig.

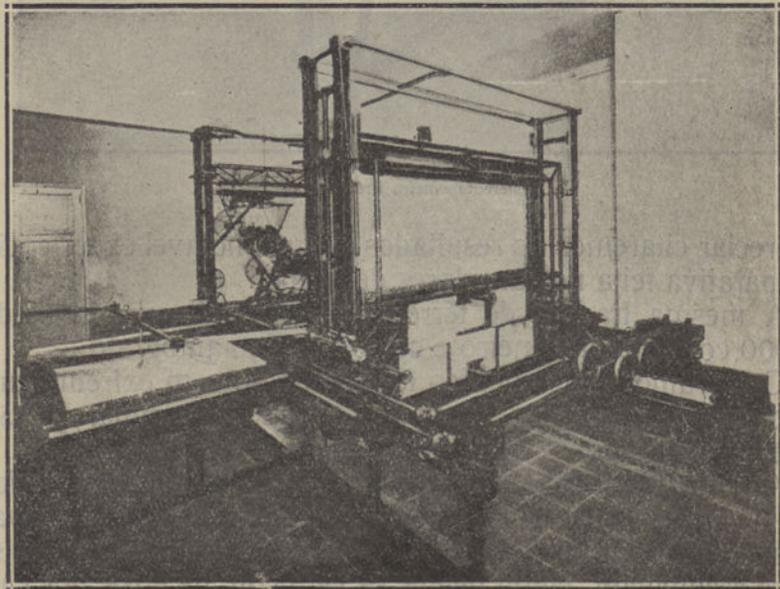
Duas fotografias do terreno, são colocadas na posição relativa em que foram obtidas e são projectadas, independentemente, sobre um alvo plano cuja orientação representa a do horizonte.

Os dois clichés são projectados alternadamente no alvo, sendo o tempo de projecção de cada um muito pequeno (1/40 de segundo, aproximadamente).

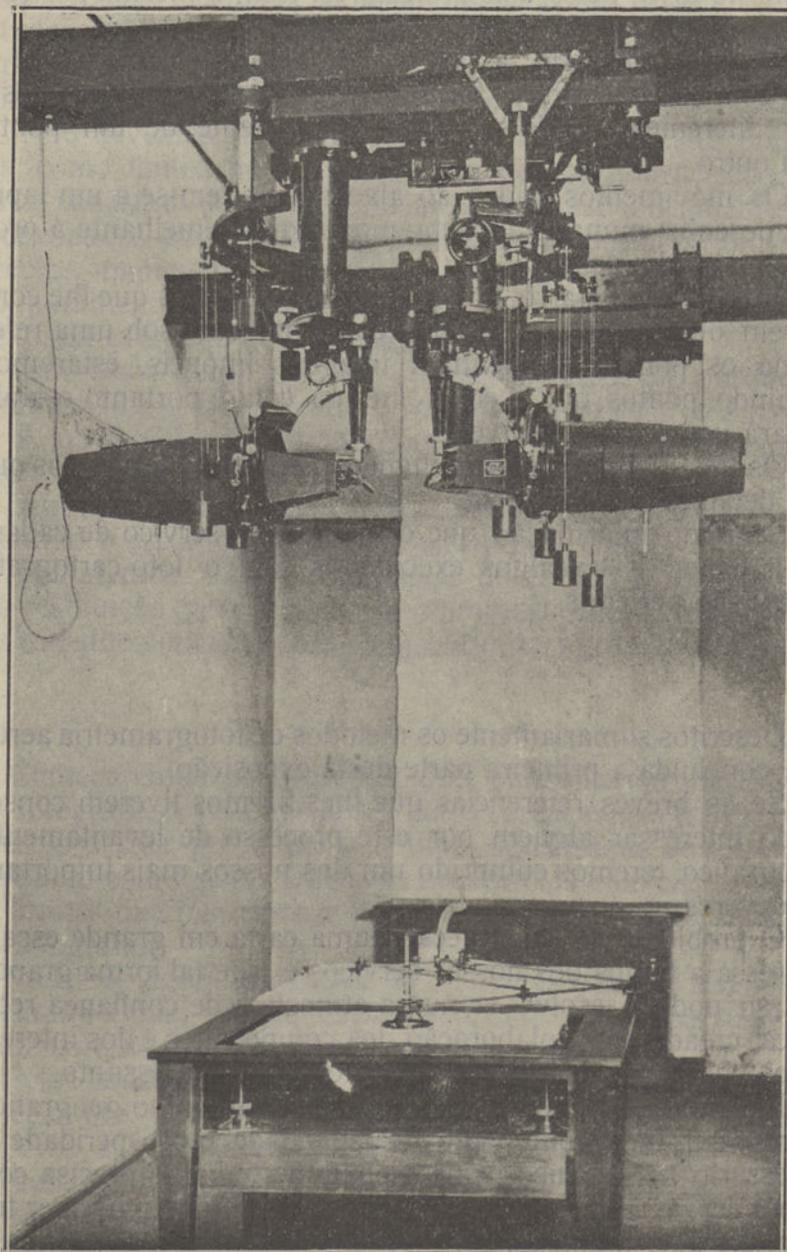
O alvo pode ter movimentos em 3 direcções ortogonais uma das quais é a do normal ao seu plano.

Vejamos então como aparecem as projecções do mesmo ponto do terreno, dadas pelos dois clichés.

Se o alvo tem a posição que corresponde á cóta desse ponto do terreno, as projecções obtidas formadas alternada-



Fotocartografo Nis ri



Aparelho Gasser-Inag

mente no alvo, pelos dois projectores, tem a mesma posição e a impressão visual obtida é a de imobilidade.

Se, pelo contrario, a posição do alvo não corresponde a essa cota as duas figuras formam-se alternadamente em posições diferentes, vendo-se saltar rapidamente de um ponto para outro.

Os movimentos dados ao alvo transmitem-se a um lapis que desenha numa prancheta uma figura semelhante á projecção da linha descrita.

Imprimindo ao alvo, unicamente, movimentos que lhe conservem o seu plano e trazendo continuamente sob uma referencia os pontos que tenham imagens imoveis, estaremos seguindo pontos que tem a mesma cota e portanto o lapis traçará uma curva de nivel,

Os três movimentos simultaneos permitirão figurar os outros detalhes a representar.

Segundo informação que colhemos, no serviço de cadastro italiano, os trabalhos executados com o foto-cartografo Nistri, são perfeitos.

\*  
\*  
\*

Descritos sumariamente os metodos de fotogrametria aerea está concluida a primeira parte desta exposição.

Se as breves referencias que lhes fizemos tiverem conseguido interessar alguém por este processo de levantamento topografico, teremos cumprido um dos nossos mais importantes deveres.

O problema da construcção duma carta em grande escala interessa a tantos dos nossos serviços e é de tal forma grande que só poderá resolver-se numa atmosfera de confiança reciproca, creada pela colaboração dos competentes e dos interessados chamados a dizer do seu criterio sobre o assunto.

Podendo esse importante e grandioso trabalho geografico representar um monumento de legalidade e prosperidade, é necessario não esquecer que o plano de trabalho precisa corresponder ás necessidades actuais quer de fomento, quer tributarias, quer militares.

A experiencia doutros deve por nós ser aproveitada, e, para o fazermos, não devemos esquecer que, em 1889, Mr.

Charles Boss calculava as despesas feitas em França, só em estudos topograficos para traçado de caminhos de ferro, no triplo da quantia que teria representado a construcção de uma carta completa do país em grande escala.

Não devemos, tambem, perder de vista que estes prejuizos, como tantos outros, resultaram de, na construcção da carta cadastral de França, se atender quasi unicamente ás necessidades particulares da Administração das contribuições directas, mantendo-se, portanto, uma separação entre a questão puramente fiscal e o problema, sem duvida mais complexo, da execução de uma carta a grande escala.

Sair deste ponto de vista é errar, a nosso vêr, porque é diminuir, muito largamente, o rendimento do esforço a fazer.

E' na solução deste importante problema que hoje se quer fazer intervir a navegação aerea e a fotografia.

Justificar essa intervenção é o que nos propomos fazer retomando o assunto que nos indicaram para tratar.

Tomaremos, ainda, como base de estudo o metodo de foto-restituição visto que é este o processo que vai ser usado nos trabalhos iniciados pelo Ministerio da Agricultura.

\* \* \*

Começaremos por observar que, para ficarem marcados nas fotografias os limites dos predios rurais, é necessario, por vezes, proceder previamente a uma signalisação do terreno, marcando com ligeiras tabuas de madeira, ou com cal, os pontos limites que não estejam assignalados por forma a figurar nas fotografias.

Podemos agora apresentar as diferentes fases de trabalho, procurando, num esforço de previsão, tirar conclusões sobre o rendimento do método em tempo e dinheiro.

Pelos processos ordinarios da topografia será necessario começar por efectuar uma triangulação topografica, correspondente á triangulação francesa de 4.<sup>a</sup> ordem. Os vertices destes triangulos servirão de base ao levantamento dos pontos escolhidos em cada cliché para proceder á restitução.

Todos os tecnicos reconhecem a necessidade de ligar essa triangulação topografica á rêde geodesica do país.

Foi assim que se começou trabalhando em França no ca-

dastró; abandonada por varias vezes a ligação á rede geodesica, a ela se tem voltado sempre e hoje, na reconstrução dos planos cadastrais das comunas, começa-se por refazer as triangulações geodesicas de 2.<sup>a</sup> e 3.<sup>a</sup> ordem, apoiando nesta a triangulação topografica.

Acontece na França e em outros países o que nos está sucedendo.

A triangulação geodesica foi feita entre nós, para a realização da grande obra que é a carta 1/100000. O rigôr obtido não é, porem, suficiente para a construção de cartas a escalas muito maiores e impõe-se, pelo menos, a sua revisão.

Experiencias feitas no levantamento parcelar agricola a 1/2.500 o vieram confirmar ultimamente.

Este trabalho compete á Administração Geral dos Serviços Geodesicos e estamos no conhecimento de que essa obra, de grande utilidade nacional, será levada a cabo se a esse organismo forem fornecidos os meios indispensaveis.

Na primeira fase dos levantamentos fotogrametricos poder-se-ha mesmo proceder a uma triangulação local, construída com todos os elementos necessarios para a integrar definitivamente na triangulação geodesica, logo que esta esteja parcialmente revista.

No calculo das despesas a efectuar com a aplicação dos novos metodos topograficos não contaremos, então, com as que correspondem á revisão da rêde geodesica.

Esse trabalho tem que se fazer qualquer que seja o método adoptado no levantamento.

A triangulação feita o ano passado, no concelho de Cuba, assim como os trabalhos já realizados este ano, levam-nos a concluir que poderá ser computada em 4\$00 por hectare a despesa com a triangulação topografica e a determinação das coordenadas dos pontos fundamentais da restituição.

Ocupemo-nos agora da sinalização do terreno.

Em França, depois de estudados muitos tipos de sinais, reconheceu-se que em fotografias efectuadas a 2.000<sup>m</sup> são perfeitamente visiveis os sinais formados por 4 rectangulos de 0<sup>m</sup>,80 × 0<sup>m</sup>,20, dispostos em cruz.

Em Italia usaram-se primitivamente sinais de papel e de pano e hoje quasi que se não faz a sinalização.

Sem mais elementos, por agora, para decidir sobre o pro-

cesso a usar, suporemos que se faz a sinalização como em França e aproveitaremos na nossa analyse os resultados do trabalho feito em Cersenil (Soissons):

7.500 hectares sinalizados importaram em 10.000 fr., o que equivale a 1\$33 por hectare.

Vejamus como devem sêr obtidos os clichés,

Suporemos que a fotografia é feita por fórmula a existirem 4 clichés de cada fracção do terreno;

O vôo deve então obedecer a um plano facil de fixar.

Como já vimos, se o terreno fôr horisontal e o mesmo acontecer á chapa fotografica, o cliché é uma figura semelhante á do terreno na escala  $\frac{f}{H}$ .

Se a altura de vôo  $H$  fôr  $1.500^m$  e a distancia focal da objectiva fotografica  $f$  fôr  $0^m,30$  a escala de reduçção do cliché será então:

$$\frac{0,30}{1.500} = \frac{1}{5.000}$$

Sendo o cliché de  $18^{\text{cm}}/24^{\text{cm}}$  a area da superficie do terreno representada será:

$$0,18 \times 5.000 \times 0,24 \times 5.000 = 900^m \times 1.200^m = 108 \text{ hect.}$$

A maquina fotografica está instalada no avião com o eixo otico desviado da vertical de 10 gráus aproximadamente, o que determina que a area figurada num cliché seja realmente superior a 108 hectares.

Os vôos devem ser efectuados segundo direcções paralelas distanciadas de modo a darem uma sobreposição dos clichés por metade; a distancia de duas direcções consecutivas de vôo deve portanto ser  $600^m$ .

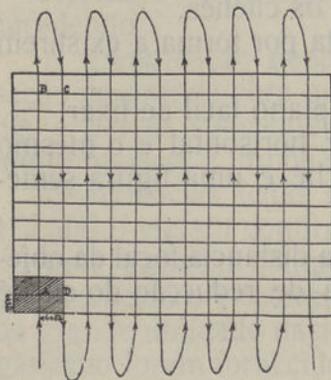
As estações fotograficas consecutivas devem determinar tambem uma sobreposição dos clichés por metade, devendo, portanto, a distancia de duas estações consecutivas ser  $450^m$ .

No pavimento da cabine do avião existe um orificio onde uma placa de vidro tem gravado um rectangulo cuja projecção cónica no terreno limita a area fotografada pela maquina.

Depois do reconhecimento inicia-se o trabalho que em

França é designado por uma missão e que consiste em obter 144 clichés.

Seguindo o rumo  $AB$  o fotografo tira um cliché quando reconhece que está sobre o terreno a representar. O segundo cliché deve ser obtido depois do avião se ter deslocado de  $450^m$ , isto é, passados aproximadamente 13 segundos se a velocidade de vôo fôr  $120\text{ km}$ .



Repete 12 vezes esta operação e toma depois o rumo  $CD$ , afastado  $600^m$  de  $AB$ .

Depois de ter efectuado vôos em 12 direcções paralelas, em cada uma das quais obtém 12 clichés, está concluída a missão, ficando cada fracção do terreno figurada em 4 clichés.

E' facil calcular a area obtida em cada missão. Cada cliché contém 108 hectares, mas como cada fracção de terreno figura 4 vezes nos clichés, pode dizer-se que cada cliché contém  $\frac{108}{4} = 27$  hectares uteis e, portanto, 144 clichés comprehenderão um total de 3.880 hectares.

Efectuando 2 missões por dia, uma unica equipe de vôo obterá diariamente a representação de mais de 7.000 hectares. Em 90 dias de trabalho têr-se-hia fotografado completamente um dos nossos maiores distritos: o de Lisboa.

Compreende-se, assim, quão grande é o rendimento em tempo desta operação.

Supondo que as 144 chapas fotograficas custam 500\$00, que o pagamento diario que corresponde ao uso do avião é tambem 500\$00 e que a tripulação efectua unicamente 72 fotografias por dia, custará 750\$00 a representação de 1940 hectares o que dará por hectare uma despeza de \$40.

Em conclusão, esta operação de grande rendimento em tempo é tambem extraordinariamente economica.

Ocupemo-nos finalmente dos trabalhos de foto-restituição e desenho da carta.

Os clichés, revelados e numerados, são enviados pela equipe de fotografia aerea aos laboratorios de restitução.

De cada cliché são tiradas duas provas em papel e uma ampliação.

Numa das provas marcam-se os limites dos outros clichés que contem parte do terreno figurado, verificando-se assim, imediatamente, que ao longo de toda a area ha quatro clichés.

A outra próva, com a indicação dos quatro pontos escolhidos para proceder á restituição, é enviada aos geometras para determinarem, pelos processos classicos da topografia, as coordenadas desses pontos.

A ampliação é destinada á marcação dos limites e operações complementares relativas ás propriedades: natureza das culturas, nomes dos proprietarios, etc.

Ao mesmo tempo que se realiza este trabalho, deve efectuar-se o levantamento dos detalhes que não se pódem deduzir da fotografia. E' a operação designada em França pelo nome de completage.

Utilizando o foto-restituídor e procedendo ás correções de relevo, pelos métodos já indicados, obtem-se a carta definitiva.

Para fazer a analise do rendimento destas operações partiremos do resultado de estudos feitos em França.

A cada aparelho restituídor devem corresponder :

- 2 topografos
- 1 fotografo
- 1 restituidôr e um ajudante
- 3 desenhadores

Esta equipe produz um trabalho anual de 45.000 hectares. Dispondo-se de três aparelhos, e empregando neste serviço menos de 30 funcionarios, poder-se-ha representar por ano uma superficie de 135.000 hectares.

Em cinco anos de trabalho estaria concluído o levantamento a 1/2000 do distrito de Lisboa.

Vejamos agora quais são os encargos monetarios correspondentes.

Aceitando que a nomeação do pessoal é feita nas condições já em uso na carta agricola, suporemos que o Estado empregará nestas operações os funcionarios militares e civis que possam sêr dispensados do serviço do Ministerio a cujos quadros pertencem.

Nesta hipótese será necessario contar unicamente com as ajudas de custo de seis geometras, em trabalho no campo, com as despesas em material e com os encargos resultantes das gratificações do trabalho de gabinete, o que poderá determinar mensalmente uma despesa de 30.000\$00.

A despesa por hectare ficaria assim reduzida aproximadamente a 2\$65.

Uma simples adição estabelece uma despesa total de 8\$20 por hectare.

O resultado obtido, devemos repetir, provem de um trabalho de previsão baseado em experiencias de outros o que torna discutivel a sua exatidão.

O preço a que se foi conduzido é porém de tal natureza que, mesmo que sejam duplicados todos os encargos, deve continuar-se reconhecendo que o método é muito economico.

Lembrando que as folhas cadastrais executadas em França pelos métodos antigos representaram um encargo correspondente a 100\$00 por hectare e que este preço é praticamente o que correspondeu ao do cadastro italiano, estamos certos de que no espirito de todos ficará justificado aquele criterio.

Nem podia deixar de assim sêr.

Entre os processos classicos e os métodos de fotogrametria aerea existe fundamentalmente a diferença seguinte:

Nos trabalhos ordinarios de topografia, são forçados a viver no terreno a representar quasi todos os funcionarios do serviço emquanto que, nos métodos fotogrametricos, o trabalho no campo é muito reduzido, podendo dizer-se que a maior parte dos funcionarios trabalham nos laboratorios, o que reduz as despesas devidas a deslocamentos, alimentação, etc., das brigadas.

Num documento official o director do serviço de estudos do cadastro francês, o sr. engenheiro Roussilhe, prevê um rendimento para o nosso trabalho superior ao que apresentamos.

As conferências que em Lisboa tivêmos com o engenheiro director da Compagnie Aérienne Française, mostraram-nos que, com os mesmos aparelhos e por processos identicos aos que estamos seguindo, foi construida rapidamente a carta parcelar da Martinica e que os mesmos métodos vão sêr usa-

dos no Canadá, pela mesma companhia, para a representação de alguns milhões de hectares.

\* \* \*

Os aparelhos adquiridos pela Comissão da Carta Agricola têm um carácter universal, isto é, podem sêr usados para trabalhos cartograficos em escalas muito diferentes.

A substituição da lente do projector põe-nos imediatamente em condições de restituir fotografias tiradas por outras maquinas fotograficas.

Os preços deduzidos no nosso anterior raciocinio correspondem á representação na escala 1/2000; da mesma forma se pôde concluir que para a representação a 1/5000, o preço por hectare fica reduzido a menos de 5\$00, descendo ainda com a adopção de menores escalas. E, note-se, neste preço estão incluidos os trabalhos de triangulação topografica e os desenhos das cartas.

Por outro lado, as condições excepcionais de luz que o nosso país apresenta, quasi todo o ano, para os trabalhos de fotografia aerea, incomparavelmente superiores aos de quasi todos os outros, fazem prevêr um grande rendimento.

\* \* \*

Desejando que não possa ficar em alguém a impressão de que não fazemos referencia ao rigôr das cartas assim obtidas, por sêr esse o ponto fraco do método, reproduzimos a conclusão tirada pelo sr. Roussilhe das experiencias feitas em Vignemont (Oise):

“Estamos convencidos de que actualmente não se usa nenhum processo de levantamento topografico, seguido de redacção grafica, capaz de fornecer resultados superiores sob o ponto de vista de precisão., (1).

A experiencia a que fazemos referencia foi feita em condições bem proprias para tirar conclusões.

Feita a triangulação indispensavel para o levantamento,

(1) Pag. 14 do «Rapport sur les experiences sur le territoire de Vignemont (Oise)».



houve um atrazo, proveniente das chapas fotograficas não oferecerem boas condições para a restituição, o que forçou a entregar os trabalhos a geometras que usaram os métodos ordinarios da topografia.

Mais tarde fizeram-se novas fotografias do terreno e construíram-se as cartas pelo método de foto-restituição.

Para comparar os resultados obtidos pelos processos classicos e pelos métodos fotogrametricos todos os pontos de detalhe foram levantados com rigor fóra do usual em topografia (usaram-se sempre os métodos de triangulação).

Os desvios médios (calculados em relação ás posições dos pontos deduzidos por triangulação), fôram :

No levantamento pelo método classico . . . . .	0 <sup>m</sup> ,86
” ” por foto-restituição . . . . .	0 <sup>m</sup> ,41

\* \* \*

A construção da carta do país, em grande escala, é, sem duvida, o mais importante passo que se pôde dar na direcção propria para resolver os seguintes problemas fundamentais:

Repartição dos tributos necessarios á vida do Estado;

Determinação do valôr exacto da riqueza agricola e estudo das obras a executar para o augmento desta;

Possivel resolução, por um processo prático, do importante problema do crédito agricola, pela concessão de titulos de propriedade reconhecidos pelo Estado;

Construção de cartas proprias para as operações militares;

Simplificação dos estudos necessarios a todas as administrações quer officiais, quer particulares, para o estabelecimento de obras de fomento.

A execução destes trabalhos deve ser planeada de forma a utilizar os organismos de serviço publico que, pelas suas actuais funções, estão preparados para exercer a sua actividade em questões de natureza tão diferente.

Só assim se poderá tornar pratica a realização de uma obra de tão grande vulto, ao contrario do que resultará do estabelecimento de novas repartições.

O que afirmamos representa a primeira questão que deveria ser atentamente estudada, antes de se fixar o plano geral de organização.

Formulando a nossa opinião sobre o assunto, sabemos que nos pômos em face de um problema de alta administração que nunca nos competiu resolver, embora fosse aquele que mais influencia poderia ter no exito da obra que era executada pela Comissão da Carta Agricola.

Não nos sendo possivel referir completamente as razões que nos conduzem a pensar desta forma, não queremos, contudo, deixar de apresentar algumas.

Analisemos unicamente as fases essenciais de trabalho indispensaveis á resolução do primeiro dos problemas que citámos, o problema tributario, e que são:

1) O estudo economico-agricola da região e estabelecimento consequente das tarifas essenciais á avaliação das parcelas (representando por hectare o valor de cada tipo de terra e de cultura);

2) o levantamento geometrico dos predios rusticos, e sua classificação, feita em harmonia com as diferentes categorias estabelecidas no caderno de tarifas;

3) a avaliação de cada parcela, feita por conjugação entre a sua área e a tarifa respectiva, e

4) o estabelecimento do imposto correspondente.

Segundo o nosso criterio, deveriam estes serviços ser executados da seguinte forma: o estudo economico-agricola de cada região deveria ser feito pelas secções de estudos economico-agricolas das estações agrarias, devendo daí sair o caderno de tarifas; o levantamento geometrico das parcelas e a determinação das suas areas, competiria ás repartições que se ocupam de levantamentos topograficos; a avaliação de cada parcela e a determinação do imposto correspondente competiria ás repartições de impostos do Ministerio das Finanças.

Um centro forte que conjugasse toda esta actividade e dispuzesse das verbas indispensaveis, resolveria completamente o problema enunciado.

Se, pelo contrario, se tomar uma orientação diversa, serão creadas mais repartições para executar serviços que esta-

vam já sendo executados por outras, do que resultará o enfraquecimento das que já existiam sem que, ao menos, se consiga que as novas atinjam a capacidade de produção das que vieram perturbar.

Sendo perfeitamente suportáveis pelo Estado os encargos que resultam destes trabalhos; facilitando notavelmente a sua execução os novos metodos de levantamento e permitindo circunstancias particulares da nossa vida administrativa aplicar funcionarios já remunerados pelo Estado, é-se levado a concluir que o momento é proprio para iniciar uma obra metódica que nos coloque, no assunto, em situação comparavel á dos mais adiantados países da Europa.

E, a nosso vêr, não será desculpavel que mais uma vez se adie a resolução deste problema, mesmo que se aguarde talvez que futuros métodos de levantamento permitam obtêr quasi automatica e gratuitamente o plano descritivo do país!...











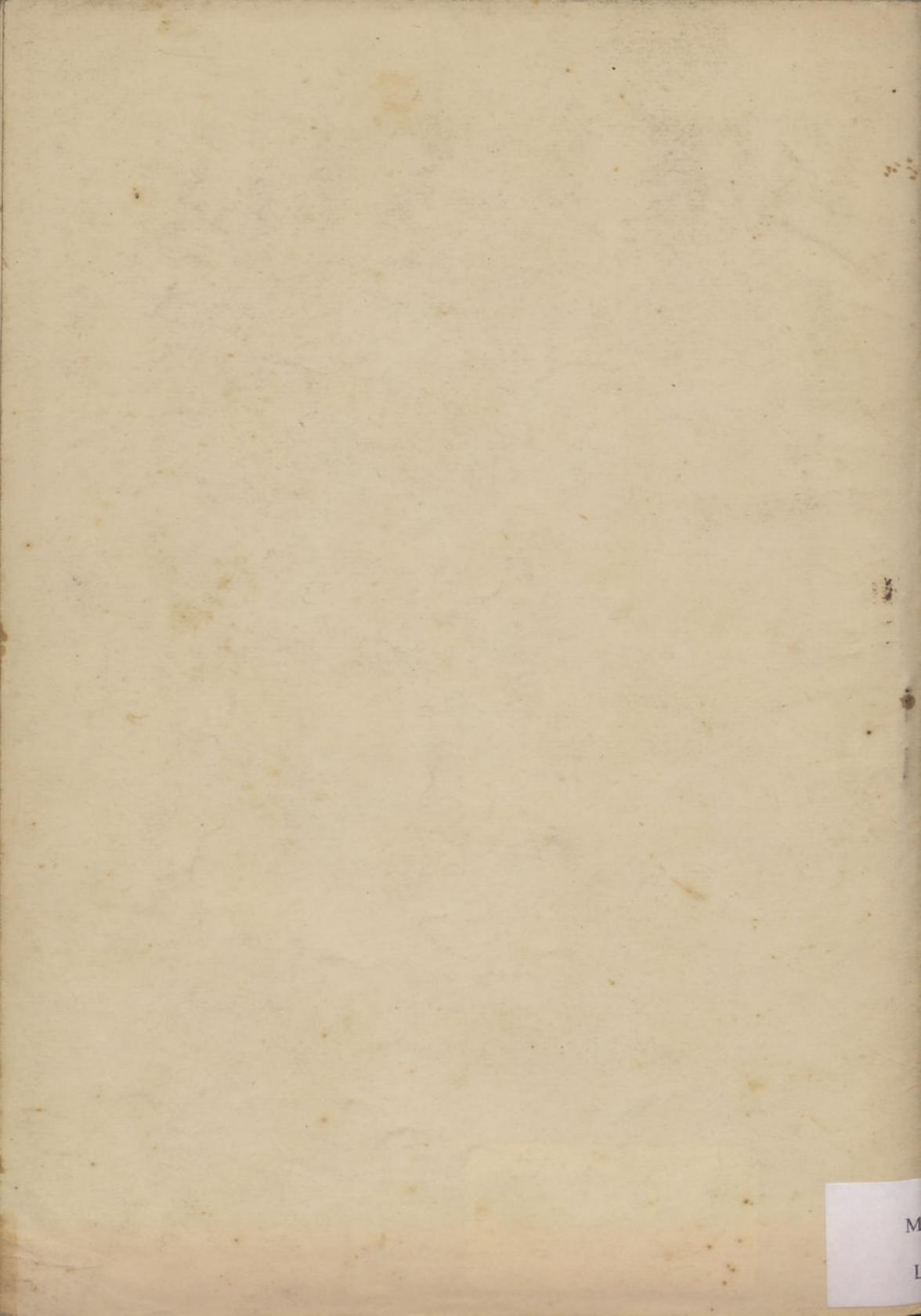


RÓ  
MU  
LO



CENTRO CIÊNCIA VIVA  
UNIVERSIDADE COIMBRA

\*1329682412\*



M  
L