

AEROPHOTOGRAMMETRIC SERVICES OF "CRUZEIRO DO SUL"*

Edson Cabral, Chief, Department of Aerial Photogrammetry

THE first commercial aviation enterprise appeared in Brazil as early as 1927. A serious struggle began in order to initiate the one system capable of solving the communication problem of the country. It was at this time that the company which bears the name "Servicos Aereos Cruzeiro do Sul Ltda." was founded. It is now the largest airline network of Latin America. This undertaking represents eighteen years of hardships as well as of satisfactory results, but the Company's history, although very interesting, can not be told in a paper of this length, and which deals with different subject matter.

The Company first began to plan for aerial photogrammetric services on a commercial basis in 1935. Since it was a pioneer in the air transportation field, the Company also aimed to pioneer in this other technical field which was of so great an interest to Brazil.

The way this undertaking was put into practice was an original one. At the beginning, the idea was to utilize some of the available airplanes which are a necessary reserve to any air transportation company. There always were at hand some of these planes; hence the idea of utilizing them in aerial photographic services in order to reduce maintenance expenses to a certain extent.

Once the services were initiated, trials were carried out in the same year with a Zeiss-RMK-21 camera, in planes previously adapted for this purpose.

By 1936 some smaller tasks involving aerial photography only, were achieved. The Ministry of the Navy, having not yet set up aerial photographic services at this time, was obliged to sign a contract with the Company for coastal flights. Those photographs represented the achievements of said year.

Photogrammetry in those days was practically unknown in Brazil, though the Government utilized it in specialized organizations for military purposes. Thus, the first object of the company was to set up intelligent advertising on the photogrammetric method of surveying, especially before engineers and organizations, whose activity was based on surveys. Likewise, it was necessary to overcome the natural resistance shown by the professionals of conventional cartographic methods, who feared competition.

From 1937 to 1939 a more favourable epoch for the launching of a better founded organization arose. Investors of larger amounts of capital had no longer to take major risks, as was the case in former undertakings of that kind, since there already existed a market for the output.

Until then the apparatus used was composed of only one camera, one Multiplex, one Stereograph and auxiliary machinery. At the beginning of 1939 acquisition of additional equipment was decided upon. Six more Zeiss Multiplex and two Stereoplanigraphs were bought. It was at this time that the city of Porto Alegre, the third in importance in Brazil, issued a bid for a topographic survey of its area in order to be able to set up an advance plan for development. "Cruzeiro do Sul" won the bid and thus its new apparatus was soon put in service.

A detailed description of the work done is worthwhile, since it was the first of major importance achieved in Brazil. The city of Porto Alegre comprises a densely built-up area of approximately 15 sq. km. For this part of the work the

* This is a translation from the original article in Portuguese which appears on the opposite pages.

O SERVIÇO DE AEROFOTOGRAMETRIA DA "CRUZEIRO DO SUL"

Edson Cabral, Chefe Departamento de Aerofotogrametria

EM 1927 surgiram no Brasil as primeiras companhias comerciais de transportes aéreos. Iniciou-se árdua luta pela implantação do único sistema de transportes capaz de resolver o problema das comunicações no País. Data daí a fundação da Companhia que hoje tem o nome de "Serviços Aéreos Cruzeiro do Sul Ltda." e que constituiu agora a maior rede aeroviária da América Latina. Dezoito anos de campanhas rudes, mas também de vitórias compensadoras, cuja história, muito interessante, não cabe, no entanto, nestas páginas, porque nosso assunto é outro.

Foi em 1935 que na Companhia se pensou, pela primeira vez, em instituir o serviço de aerofotogrametria com caráter comercial. Pioneira que era no domínio do transporte aéreo, desejou a Companhia fazer-se também pioneira nesse outro domínio técnico de tão alto interesse para o Brasil.

Muito original foi a maneira por que se organizou sua Seção de Aerofotogrametria. De começo pensou-se em utilizar alguns aviões disponíveis, desses que constituem a reserva necessária de toda Companhia de transportes aéreos. Havia sempre aviões em tais condições, daí a idéia de aproveitá-los no serviço de aerofoto para, de certa forma, compensar as despesas de manutenção.

Fundado o serviço no ano referido, deu-se começo às experiências indispensáveis, com uma câmara Zeiss RKM-21, e lançando-se mão de aviões previamente adaptados.

Em 1936 foram levados a termo alguns pequenos trabalhos só de fotografia aérea. Não possuindo, a esse tempo, o Ministério da Marinha, o serviço de vôo fotográfico, foi-lhe mister contratar com a Companhia a execução de vôos fotográficos sobre o litoral. Cerca de 500 fotografias apenas totalizam as realizações daquele ano.

À essa época a fotogrametria era praticamente desconhecida no Brasil, embora a utilizasse o governo em organizações especializadas para fins de militares.

Por este motivo, o primeiro cuidado da Companhia foi promover uma propaganda inteligente do método fotogramétrico, de maneira especial junto aos engenheiros e Organizações cuja atividade dependia de levantamentos. Era também necessário que se vencesse a natural resistência que os profissionais da topografia clássica ofereciam, temerosos de uma concorrência ameaçadora.

De 1937 a 1939 criou-se ambiente favorável ao lançamento de uma Organização mais bem aparelhada. A inversão de maior capital já não se apresentava tão cheia de riscos, como antes, num empreendimento dessa ordem, pois já existia praticamente mercado para o mesmo.

Até então a aparelhagem do serviço constava de apenas uma câmara, um Multiplex, um estereógrafo e a maquinária auxiliar. Em princípios de 39 ficou assentado o alargamento de tais recursos. Foram adquiridos mais 6 Multiplex Zeiss e dois estereoplanígrafos. Foi nesse momento que a cidade de Porto Alegre, a terceira em importância no Brasil, abriu concorrência para o levantamento topográfico de seu vasto perímetro, afim de poder traçar seu plano prévio de urbanização. A "Cruzeiro do Sul" venceu a concorrência, e deste modo a aparelhagem nova não tardou muito em ser utilizada.

Merece descrição pormenorizada o trabalho aludido, porque foi o primeiro, em grande escala, realizado no Brasil.

scale of 1:1,000 was chosen for the maps, with a contour interval of 1 meter. The so-called suburban zone comprises an area of 45 sq. km., and maps of this zone were to be drawn at the scale of 1:2,000 with 2 meter contours. The rural zone, finally, which extends over an area of 500 sq. km. was to be surveyed at a scale of 1:10,000, with 10 meter contours.

Specifications of the contract prescribed the following tolerance for errors, to be determined by direct measuring of the terrain:

Scale	Planimetry	Altimetry
1: 1,000	0.5 meter	half of interval between contours
1: 2,000	1.6 meter	" " " " "
1:10,000	5.0 meter	" " " " "

In view of these specifications it was decided to construct maps with Stereoplanigraphs at the scale of 1:1,000 and 1:2,000, with photographs taken with a Zeiss camera of 21 cm. focal length at an altitude of flight of 800 and 1,000 meters, respectively. Maps at a scale of 1:10,000 were to be constructed at a scale of 1:5,000, and subsequently reduced by photographic process to the required scale.

It is to be noted that the survey also included establishment of ground control, i.e., triangulation, traverses and levels. This was begun in October 1939, and by May 1940 photogrammetric compilation was started.

Average monthly production on the Stereoplanigraphs was 2.72 sq. km. at scales of 1:1,000 and 1:2,000, while the monthly average on the Multiplex was 35 sq. km.* These rates of progress, doubtless, were not spectacular, however, the great difficulties encountered in selecting and training personnel, and especially co-ordination of terrestrial control with compilation must be taken into consideration. In August, 1942, a little more than two years later, the survey was finished, and only a few sheets remained to be drawn.

Results, as to accuracy, were most satisfactory. Hundreds of checks made by official engineers revealed an average error, both in planimetry and altimetry, of not exceeding 50% of permitted tolerances, and for this reason the survey is considered to be the most perfect one of its kind ever achieved in Brazil.

With so incontrovertible a demonstration of the efficiency obtainable with photogrammetry, enthusiasm spread even to persons who formerly had shown doubt as to the practicability of the method. This fact opened vast possibilities to the Department of Aerial Photogrammetry. However, difficulties were not slow in appearing. Every day influences of the war interfered more sensibly with activities of private enterprises, and restrictions imposed upon them by military authorities became more stringent. Licences granted by the Ministry of Aeronautics for photographic flights were withdrawn, and Cruzeiro do Sul's Aerophotogrammetric Department was confined to inaction for almost two years.

This period of time was the most critical one for the survival of the Department and, had it not been for the tenacity of executive heads of Cruzeiro do Sul, Aerial photogrammetry in Brazil would have been stunted in its progress for many years more.

At this time the organization had already absorbed an investment of millions of cruzeiros in dead capital, and simultaneously about 50 technicians continued receiving full salaries though nearly in total inactivity. There was no

* Editor's Note: It is possible that the multiplex compilation was for the 1:5,000 scale rural area maps, accounting in part for the disparity between production figures.

A cidade de Porto Alegre, compreende uma área densamente edificada de cerca de quinze quilômetros quadrados. Para essa parte escolheu-se a escala de 1:1.000 para as plantas e o intervalo de um metro entre as curvas de nível. A chamada zona suburbana abrange uma área de 45 Km², e para a mesma as plantas seriam feitas nas escalas de 1:1.000 e 1:2.000, com curvas de nível espaçadas de 2 metros. Finalmente, a zona rural, que se estende por uma área de 500 Km², devia ser levantada na escala de 1:10.000, sendo as curvas de nível espaçadas de 10 metros.

As especificações do contrato estabeleciam as seguintes tolerâncias de erros, que deveriam ser determinados por medidas diretas no terreno:

Escala	Planimetria	Altimetria
1:1.000	0,50 Dr-metro	Metade do intervalo das curvas
1:2.000	1 metro	Metade do intervalo das curvas
1:10.000	5 metros	Metade do intervalo das curvas

Dadas essas especificações resolveu-se restituir as plantas nas escalas de 1:1.000 e 1:2.000 nos estereoplanígrafos, utilizando-se fotografias tomadas com uma camera Zeiss de foco 21 cm, nas alturas de vôo de 800 e 1.000 metros respectivamente. As plantas na escala de 1:10.000 seriam restituídas na escala de 1:5.000, fazendo-se posteriormente a redução fotográfica para a escala definitiva.

Cumprir notar que o levantamento compreendia também a determinação do controle terrestre, isto é, a triangulação, as poligonais e os nivelamentos.

Esse primeiro serviço foi iniciado em Outubro de 1939 e já em Maio de 1940 se dava começo à Restituição.

A média de produção mensal dos estereoplanígrafos era de 2,72 Km² na escala de 1:2.000, enquanto nos Multiplex a mesma média era de 35 Km². Sem dúvida não se apresentavam brilhantes esses resultados. Deve-se, contudo, levar em conta as grandes dificuldades encontradas na seleção e preparo do pessoal e principalmente na coordenação do controle terrestre com a Restituição.

Em Agosto de 1942, portanto pouco mais de dois anos após, o levantamento se achava terminado, faltando apenas desenhar as últimas folhas do mapa concluído.

O resultado, quanto à precisão, foi o mais animador. Em centenas de verificações feitas no campo pelos Engenheiros da Prefeitura, o erro médio, tanto em planimetria como em altimetria, não ultrapassou de 50% da Tolerância permitida, o que tornou esse levantamento conhecido como o mais perfeito já realizado no Brasil nesse gênero.

Com tal insofismável demonstração da eficiência da fotogrametria, o entusiasmo contagiou até a pessoas que anteriormente duvidavam da seriedade do processo. O fato abriu horizontes largos à Secção Aerofotogramétrica. Mas não tardaram as decepções. A guerra influiu cada vez mais sobre as atividades das Companhias particulares, e aumentava as restrições impostas às mesmas pelas autoridades militares. Foram suspensas as licenças que o Ministério da Aeronáutica concedia para realização de vôos fotográficos, ficando a "Cruzeiro do Sul" com a sua Secção Aerofotogramétrica paralizada durante quasi 2 anos.

Essa foi a fase crítica da vida da Secção, e não fora a tenacidade dos dirigentes da "Cruzeiro do Sul," a fotogrametria no Brasil teria o seu avanço retardado por muitos anos mais.

intention of dismissing even one of them, in view of difficulties arising in training them for a new trade, and weighing the fact that training of a new staff for future days would result in even more expense.

It is not quite easy to find someone willing to sacrifice capital year after year, only a resolute desire to protect a promising undertaking from collapsing will permit it. Cruzeiros do Sul, however did this. Its Photogrammetric Department was maintained by great sacrifices. In order to keep the technical staff busy, research and studies were undertaken, the most profitable results were in the field of aero-triangulation.

At the beginning of 1943 difficulties were overcome by obtaining the necessary licences for photographic flights. However, huge difficulties still continued to exist since contracts were withdrawn due to the fact that, because of reasons already referred to, they were not completed according to the terms stated.

During 1943 only small services were carried out, all of them far below the productive capacity of the Department.

Conditions began to change by 1944. Work began to take its normal course. During that year the company signed a contract with the National Department of Ports, Rivers and Canals of the Federal Government, for aerial photogrammetric surveys of the valley of Sao Francisco river in its middle course, for a length of 1,400 kilometers. Work was begun in November of 1944 and it is now in a well advanced stage.

This survey is perhaps the largest one of its kind ever undertaken in Brazil. The project prescribes preparation of 900 sheets 80×50 cm. at a scale of 1:5,000 with 5 meter contours, beside mosaics of the whole region. All of the required operations are to be conducted by Cruzeiro do Sul, including ground control, which, by the way, presents the greatest difficulty.

It will be worthwhile giving some indications in this respect. Ground planimetric control consists of a network of quadrilaterals of about 12×8 km. At intervals of 100 km., new bases are established. These bases are measured with an invar tape and new azimuth determinations made. This network was initially linked to an astronomic point, and within it auxiliary points for plotting are determined by triangulation and traverse. Terrestrial altimetric control is obtained by two precision level-lines, one on each bank of the river, which are used for determination of altitudes of points selected on the photographs for plotting.

In order to speed up services the company procured a fleet of fast motor-boats and lighters, all of them possessing cabins for the comfortable lodging of engineers and surveyors. A staff of personnel chosen, for example, for leveling, lands in the morning on one bank of the river and continues its task while simultaneously the lighter moves onward to a point 3 or 4 kilometers ahead where the staff will stop work for lunch (all of the vessels have special kitchens). During the afternoon the same maneuvers are repeated and at the end of the daily task the staff will find its lodgings ready nearby for the night, thus avoiding long hikes to reach tents, with the consequent fatigue and slowing of work the next day. In addition, the vessels are equipped with wire screens for protection against mosquitoes, in order to preserve personnel from being infected with malaria which exists endemically in those regions. Other services being carried out there frequently must be interrupted for months for the same reason.

The photographic flights are undertaken only in September, when the river is not only at its lowest level, but atmospheric conditions are also most favourable. The contract is estimated to require about four years, and up to now nothing has appeared to indicate that this time will be exceeded.

Besides the aerial photogrammetric survey of the Sao Francisco Valley the company holds a backlog of other contracts for smaller surveys, all of them

A essa hora já representava a Organização um capital de milhões de cruzeiros, que ficava empatado inutilmente, ao mesmo tempo que cerca de cinquenta técnicos eram mantidos em quase que completa inatividade, embora percebendo salário integral. Não houve ânimo para dispensar-se um só deles dadas as dificuldades de entrenar para nova profissão, e em vista de que o treinamento futuro de nova pessoal resultaria em gastas ainda maiores.

Não é fácil encontrar-se quem sacrifique capital durante anos seguidos simplesmente pelo desejo resoluto de não deixar perecer um empreendimento progressista. Tal foi, no entanto, o caso da "Cruzeiro do Sul." A Secção de Fotogrametria foi sustentada com sacrifício vultoso. Para ocupar o tempo do Corpo Técnico, procedeu-se a vários estudos e experiências, engre os quais o de maior proveito foram os relativos à triangulação aérea.

Em princípios de 1943 só foram levados a termo pequenos serviços que ficavam muito aquém da capacidade de produção da Secção.

Nesse ano começou-se a vencer a crise com a obtenção das licenças indispensáveis ao vôo fotográfico. Grandes dificuldades ainda permaneciam, porém, pois os contratos haviam sido cancelados, de vez que, pelos motivos referidos, não tinham sido executados nos devidos prazos.

Em 1944 a situação mudou. Começaram os trabalhos a tomar ritmo normal. Nesse ano contratou a Companhia, com o Governo Federal, através do Departamento Nacional de Portos, Rios e Canais, o levantamento aerofotogramétrico do Vale do Rio São Francisco, em seu curso médio, numa extensão de mil e quatrocentos quilômetros. Os serviços se iniciaram em Novembro do ano aludido, e presentemente se encontram em notável estado de adiantamento.

Este levantamento é, talvez, o maior, na espécie, até hoje realizado no Brasil. O projeto prevê o fornecimento de 900 folhas de 80 cm x 50 cm, na escala de 1:5.000, com curvas de nível de 5 em 5 metros, além de mosaicos de toda a região. Todas as operações serão levadas a efeito pela "Cruzeiro do Sul," inclusive as de controle terrestre, que, aliás, constituiu a dificuldade maior. A respeito deste assunto vale a pena dar algumas indicações. O controle terrestre planimétrico é constituído por uma rede de quadriláteros de 12 x 8 Kms. aproximadamente, seccionada de 100 em 100 Kms. por uma base geodésica medida com fito invar e cujo azimute é determinado. Essa rede foi de início amarrada a um ponto astronômico, e dentro da mesma se determinam pontos auxiliares para a restituição por meio de triângulos ou poligonais. O controle terrestre altimétrico é dado por dois nivelamentos de precisão, um em cada margem do rio, e por meio dos quais se determinam as altitudes dos pontos escolhidos nas fotografias para a Restituição.

Para a rápida execução desses serviços, a Companhia preparou uma flotilha de lanchas rápidas e barcas, todas dotadas de cabines capazes de acomodar confortavelmente os engenheiros e topógrafos. Uma turma de nivelamento, por exemplo, desembarca na margem do rio pela manhã e segue nivelando, ao mesmo tempo que a barca desloca para um ponto 3 ou 4 quilômetros acima, onde a turma descansará para o almoço (as embarcações possuem cozinhas especiais). Na parte de tarde faz-se a mesma manobra, e ao terminar o serviço a turma se encontra muito próxima de seu alojamento para pernoitar, evitando as grandes caminhadas para o acampamento, as quais fatigam o pessoal e desfavorecem o trabalho. Além do mais, as embarcações são providas de telas contra mosquitos, evitando-se por essa forma que os homens contráiam a malária, endêmica na região. Outros serviços que ali funcionam são frequentemente interrompidos durante meses, por esse motivo.

Quanto ao vôo fotográfico, só se realiza no mês de Setembro, quando não

already being carried out, and which comprise studies for the erection of weirs, research for petroleum fields, city development and irrigation, the most outstanding of them being the work that is being done in Guanabara Bay for building of the future University City of Rio de Janeiro.

The actual Department of Aerophotogrammetry belonging to "Servicos Aereos Cruzeiro do Sul Ltda." is nowadays a very successful undertaking in Brazil and must be credited for having given a great impetus to the knowledge and expansion of photogrammetry in the country. Thus, sacrifices made at the launching of the enterprise were not in any way useless and the pride of those who shared in it is only too understandable.

RESOLVING POWER

At a local meeting of the American Society of Photogrammetry held in the Agricultural Building, Washington, D. C. on April 18, 1946, representatives from the U. S. Naval Photographic Interpretation Center presented a program entitled "The Development of Photographic Interpretation and its Applications to Problems in War and Peace."

Introductory remarks by Lt. Col. Charles H. Cox, USMCR, Officer in Charge of PIC, and by Cmdr. V. Van Keuren USNR, Assistant Officer in Charge, concerning past, present and future naval PI activities, were followed by a movie entitled "Photographic Interpretation Techniques."

Mr. Arthur C. Lundahl discussed the inter-relationships between geology, photographic interpretation and military tactics, and Mr. Robert N. Colwell* presented a series of lantern slides demonstrating the ways in which ground conditions can be estimated from identification of vegetation types on aerial photographs.

* Mr. Colwell's paper may be found on page 151 of this issue.

só se encontra o rio em seu nível mais baixo, mas também se oferecem mais favoráveis condições atmosféricas.

A execução total do serviço está prevista para 4 anos, e até agora nada indica que tenha de ultrapassar esse prazo.

Além do levantamento do Vale do São Francisco, detem a Companhia atualmente oito contratos para levantamentos menores, todos em andamento, e que se destinam a estudos de construção de barragens, pesquisas de petróleo, urbanismo e irrigação, destacando-se entre os mesmos o relativo às ilhas da Guanabara para erguimento da futura Cidade Universitária do R. de Janeiro.

O atual Departamento de Aerofotogrametria dos "Serviços Aéreos Cruzeiro do Sul Ltda" é, hoje, uma organização vitoriosa no Brasil, e a ela se deve grande impulso na propaganda e expansão da fotogrametria. Não foram, portanto, inúteis os sacrifícios feitos com o empreendimento, e é natural o orgulho daqueles que para esse resultado concorreram.

MANUAL OF PHOTOGRAMMETRY

Contains 841 pages of most complete and up-to-date technical information yet published on photogrammetry. Authors of individual chapters number over forty leading experts in this field.

Of the Society's present stock, sufficient books will be reserved for the estimated number of new members for the next two years. The balance of the stock is available for sale to members, in any quantity, and others at the prices listed below.

TO AVOID DISAPPOINTMENT—PLACE YOUR ORDER NOW.

To Members—\$5.00

To Others—\$8.50

Postage Prepaid Anywhere

Address orders to: The Secretary,
American Society of Photogrammetry,
P.O. Box 18, Benjamin Franklin Station, Washington, D.C.