

RELEVAMIENTO DEL USO ACTUAL DE LA TIERRA EN PROPIEDADES RURALES, UTILIZANDO FOTOGRAFÍAS AÉREAS DE PEQUEÑO FORMATO

DIEGO ALFONSO ERBA

COTRICRUZ - Cooperativa Triticola de Produtores Cruzaltenses
Pinheiro Machado 1437 - Fone 055-322.5100 - Fax 055-322.1610
98010-750 CRUZ ALTA-RS-Brasil

FERNANDO HAETINGER BERNAL

PLANAM - Planejamento Físico-Ambiental
Rua Major Ouriques 1818 - Fone 051-722.4646
Cachoeira do Sul - RS - Brasil

Resumen. La evolución tecnológica de los equipamientos de sensoramiento remoto presenta actualmente una velocidad asombrosa. Los sensores instalados a bordo de satélites generan imágenes orbitales cada vez mas apropiadas para relevamientos a escala grande, pero todavia lejos de alcanzar el nivel de detalle de los sistemas fotográficos. Los procesos de obtención y restitución de aerofotogramas estan aliados a la electrónica y a la mecánica de precisión y consecuentemente a elevados costos de producción de cartas. Estos condicionantes inviabilizan la utilización del material para áreas reducidas. El presente trabajo relata las experiencias de tres años de investigación, durante los cuales fueron estudiados equipamientos y metodologías para relevamientos con fotografías de pequeño formato. Los resultados pueden considerarse como muy satisfactorios, concluyendo que este tipo de aerofotografías constituye una herramienta eficiente para el relevamiento de propiedades rurales de pequeño y medio porte.

Abstract. The technological evolution of the remote sensing equipment has had a very fast development. The sensors aboard of the satellites produce orbital images that are getting more appropriate to cover on large scale, but the level of the details of the photographic system is still out reach. The process of acquisition and restitution of the aerial-photographs are associated to the eletronic and mechanic precision and therefore, to the high cost of the production of the charts. The present work shows the experiences of three years of investigations. During this period were studied equipments and methodologies for land cover with small format aerial-photographs. The result reached consider how much satisfactory, concluding that this kind of aerial-photographs constitute in a efficient tool for covers of small and medium rural properties.

INTRODUCCIÓN

Existen diversas metodologías aplicables para relevamientos a escala grande, pudiendo ser clasificadas en Topográficas e Fotogramétricas. Los métodos topográficos copreenden relevamientos planimétricos y altimétricos a campo que, aún con equipamientos modernos, resultan en operaciones demoradas y costosas.

En los relevamientos aerofotogramétricos son utilizados fotogramas que proporcionan informaciones cuantitativas y cualitativas, las cuales permiten clasificar el uso actual de la tierra y mapear esa temática. La aplicación de este método requiere control de campo y grandes inversiones en equipamientos, por lo cual continuan siendo operaciones onerosas. Dentro de este contexto, y con el objetivo de estudiar alternativas metodologicas para disminuir costos e incrementar la rapidez de los relevamientos a escala grande, evaluaronse la capacidad métrica y las respuestas visuales de las forografías de pequeño formato y sus

aplicaciones potenciales en relevamientos de propiedades rurales.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Segun FORESTI (1990), la tecnología disponible de sensoramiento remoto, com los nuevos sensores instalados a bordo de satélites de segunda generación definidos como mapeadores, no debe ser desconocida por los estudiosos y planificadores del medio ambiente urbano y rural, como instrumento auxiliar de trabajo. Al respecto, LOCH (1984), afirma que los sistemas forográficos han permitido obtener imágenes de las superficie terrestre con resoluciones raramente igualadas por otros tipos de sensores. Considerando que las forografías son tomadas en la región visible del espectro (o en su proximidad), su contenido es de mas fácil interpretación, pues presenta una apariencia natural con relación a la forma, tamanho y color de los objetos forografiados.

Segun MARCHETTI & GARCIA (1986), existen en general dos tipos de aerofotografías : las verticales, que son tomadas con el eje óptico de la cámara coincidiendo con la vertical o con una inclinación máxima de 3° : y las fotografías oblicuas, intencionalmente tomadas con el eje óptico inclinado con respecto a la vertical. las cuales son utilizadas con fines de reconocimiento.

Con relación a los tipos de películas utilizadas para tomar aerofotografías, ROSA (1984) afirma que las mas usadas son las pancromaticas blanco y negro, pancromaticas color y las infrarrojas.

Refiriendose especificamente a las aerofotografías de pequeño formato. DISPERATI (1991) comenta que desde 1950 inúmeros estudios estan siendo realizados a nivel mundial (especialmente en EE.UU., Canadá y Australia) con el objetivo de obtener aerofotografías a través de cámaras de 35 e 70 mm de distancia focal. Para este autor, gran parte del suceso de esta técnica se debe al bajo costo de adquisición de las fotografías, debido al uso de equipamientos mas simples en comparación con los fotogramas, limitandose su uso, no obstante, para pequeñas áreas.

RELEVAMIENTOS AEROFOTOGRAFICOS

Con el objetivo de efectuar las experiencias de y análisis de respuesta visual y capacidad métrica, fueron realizados numerosos vuelos aerofotograficos en áreas urbanas y rurales. Los primeros fueron con un avión PIPER PA XI, operando con dos cámaras fotográficas Reflex (CHINON y OLIMPUS) de 50 mm de distancia focal y película de 35 mm, siendo estas: blanco y negro y color de 32 ASA y 100 ASA respectivamente.

Vuelos posteriores efectuaronse con un helicóptero, tomando las fotografías con una cámara de características similares a las ya descritas. En ambos casos, el único accesorio utilizado fue el altímetro de la aeronave.

Para el relevamiento del área en estudio correspondiente al trabajo aqui relatado, fue utilizado un avión CESSNA Cardinal y una cámara ROLLEIFLEX de 80 mm de distancia focal y formato cuadrado de 60 mm.; siendo los accesorios, el altímetro del avión para controlar la altura de vuelo (Hv) planeada, um reloj digital para medir los intervalos entre las obturaciones, un nivel esférico de burbuja que permitió controlar la verticalidad del eje de la cámara y la carta topográfica en escala 1:50.000 sobre la cual fueron trazados los límites de la propiedad y las líneas de vuelo, sirviendo, por lo tanto, como apoyo para la navegación.

ÁREA DE ESTUDIO

La propiedad relevada se ubica en el Municipio de Cruz Alta del Estado de Rio Grande do Sul, en el lugar denominado Boa Vista do Cadeado, no Km 16 da Rodovia RS-342, siendo las coordenadas del centroide do polígono que la limita las seguintes : 28° 35'de latitud sul e 53° 44'de longitud oeste.

METODOS

Los primeros relevamientos fueron efectuados con el objetivo de evaluar las respuestas visuales de las fotografías de pequeño formato a través de un análisis cualitativo de colores y tonos de grises, asi como verificar la verticalidad de las mismas.

Vuelos posteriores fueron realizados con el objetivo de cuantificar la precisión métrica alcanzada en las mediciones sobre documentos cartográficos confeccionados a partir de las fotografías de pequeño formato, para lo cual estas medidas fueron comparadas con las correspondientes tomadas a campo.

Para el relevamiento del área en estudio, fue desarrollado un plan de vuelo que definió los parametros característicos. Este plan fue desarrollado con base en la escala prefijada de 1:8.000 para las copias fotográficas positivas. Siendo que los negativos son de 6 cm x 6 cm y las copias de 24 cm x 24 cm, fue necesario definir la altura de vuelo con relación a la escala de los negativos, aplicando la fórmula siguiente :

$$H_v = \frac{f}{\text{Esc NEG}}$$

donde :

Hv = altura de vuelo,

f = distancia focal da cámara fotografica,

EscNEG = escala do negativo.

Siendo f = 80 mm, Hv resultó igual a 2400 m.

En estas condiciones, cada fotografia cubre sobre el terreno 1344 m x 1344 m, siendo la distancia entre las líneas de vuelo de 941 m para garantizar el 30 % de recubrimiento lateral y 537 m entre cada tomada para conseguir la superposición longitudinal de 60 %. (DISPERATTI, 1991).

La distribución de las fajas de vuelo definidas por el plan de vuelo está representadas en la Figura 1. El recubrimiento longitudinal fue controlado mediante la medición de los intervalos entre cada tomada con

relación a la velocidad del avión, utilizando un reloj digital. Para controlar la distancia entre las fajas fue necesario tomar referencias visuales, las cuales fueron elegidas sobre las cartas topográficas y reconocidas a campo antes del vuelo.

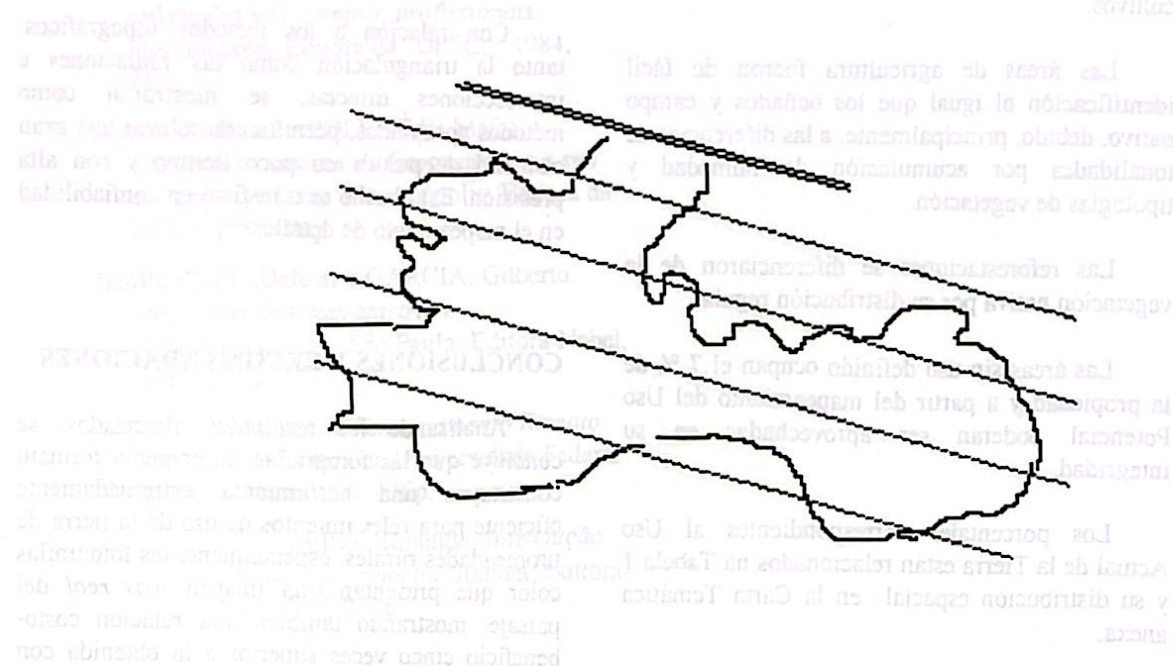


Figura 1 - Distribución de las fajas de vuelo

BASE CARTOGRÁFICA

La carta base fue confeccionada a partir de un relevamiento topográfico planimétrico, efectuado con el objetivo de obtener las coordenadas de puntos necesarios para el ajuste de las fotointerpretaciones.

El relevamiento de estos puntos fue realizado mediante una triangulación topográfica, midiéndose todos los ángulos y una base de cada triángulo.

Los vértices de los triángulos fueron distribuidos uniformemente a lo largo de la propiedad. Esta red constituye la materialización del sistema de coordenadas locales, al cual fueron referidos todos los detalles relevados.

Para el relevamiento de los puntos de ajuste mas distantes o inaccesibles, fueron aplicadas intersecciones directas a partir de las bases de los triángulos. Los puntos próximos se relevaron por radiaciones, siendo medidos la distancia y el ángulo correspondiente con relación a la base del triángulo.

INTERPRETACIÓN DE LAS FOTOGRAFÍAS

Las fotografías color presentan los rasgos tal como son en la realidad, lo cual facilita la interpretación de los diferentes temas.

En este caso, la fotointerpretación se efectuó sobre las copias ampliadas para 24 cm x 24 cm, utilizándose estereoscópios de espejos. De esta manera, fueron identificados caminos, cercas, culturas, potreros, reforestaciones, vegetación nativa, costucciones rurales, drenajes, açudes, cercas, campo nativo.

Con el borrador de la interpretación, efectuaronse los trabajos de campo con el objetivo de identificar pequeños detalles y rasgos que mostraban dudas, siendo la propiedad recorrida en su integridad.

USO ACTUAL DE LA TIERRA

La carta de Uso Actual de la Tierra fue confeccionada en escala 1:10.000 siendo compiladas las diferentes tematicas en un único documento. Para la representación fueron utilizadas las variables visuales color, padrón y tamaño.

Los alambrados, red eléctrica, afloramientos rocosos y otros microdetalles fueron relevados a campo siendo que, en algunos casos, su existencia pudo ser deducida por la presencia de diferentes cultivos.

Las áreas de agricultura fueron de fácil identificación al igual que los bañados y campo nativo, debido, principalmente, a las diferencias de tonalidades por acumulación de humedad y tipologías de vegetación.

Las reforestaciones se diferenciaron de la vegetación nativa por su distribución regular.

Las áreas sin uso definido ocupan el 7 % de la propiedad y a partir del mapeamiento del Uso Potencial poderan ser aprovechadas en su integridad.

Los porcentajes correspondientes al Uso Actual de la Tierra están relacionados na Tabela 1 y su distribución espacial en la Carta Temática anexa.

RESULTADOS

Las experiencias realizadas con cámaras Reflex de 35 mm mostraron que las películas blanco y negro de 32 ASA permitieron ampliaciones de diez veces sin perdidas significativas de calidad. A pesar de estas ventajas, la falta de color prejudicó notablemente la interpretación quedando, por lo tanto, excluidas de los estudios posteriores.

Para analizar las eficiencia del relevamiento aerofotográfico del área rural, se analizaron los diferentes parametros correspondientes al plano de vuelo desarrollado, así como las respuestas visuales obtenidas en la fotografías ampliadas.

Las mediciones de la escala média en las fotografías mostró que la definición de la relación: distancia focal/altura de vuelo resultó próxima de la planificada, obteniendose una escala media de 1:7550. Esto representa un error menor que 6%.

El recubrimiento longitudinal de 60% fue bien sucedido, lo cual quedo evidenciado mediante mediciones sobre las copias apliadas; entanto que para el recubrimiento lateral fueron encontradas grandes dificultades para controlar el alienamiento en la hora del vuelo debido principalmente a la poca visibilidad ofrecida por el avión. A pesar de las dificultades apuntadas, el área fue

completamente cubierta, no obstante fueron utilizadas mas fotografías que las que habian sido planificadas. El recubrimiento lateral varió de 30 % a 50% en diferentes fajas.

Con relación a los métodos topográficos, tanto la triangulación como las radiaciones e intersecciones directas, se mostraron como métodos apropiados, permitiendo relevar una gran cantidad de puntos en poco tiempo y con alta precisión. Este hecho se transfirió en confiabilidad en el mapeamento de detalles.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Analizando los resultados alcanzados, se concluye que las fotografías de pequeño formato constituyen una herramienta extremadamente eficiente para relevamientos de uso de la tierra de propiedades rurales, especialmente las fotografías color que presentan una imagen *mas real* del paisaje, mostrando también una relación costo-beneficio cinco veces superior a la obtenida con relevamientos aerofotogramétricos.

Con relación a la sensibilidad, es recomendable utilizar películas de 100 ASA debido a su capacidad de ampliación sin perdidas significativas.

Para el ajuste de las fotointerpretaciones para la carta base, se concluye que es necesario contar, por lo menos, con tres puntos de coordenadas terrestres conocidas por cada fotografía, a fin de obter mayor precisión al transferir los rasgos correspondientes a las diferentes temáticas.

Con relación a nuevos estudios a ser realizados, se recomienda efecruar experiencias com GPS, tanto para el relevamiento de coordenadas de puntos de ajuste, cuanto para el control de la dirección de las fajas de vuelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

DISPERATI, Attilio A. *Obtenção e uso de fotografias de pequeno formato*. Curitiba, FUPEF- UFPA, 1991, 290p.

ERBA, Diego A. y AGUIRRE, Argentino J. *Capacidade métrica das aerofotografias convencionais*. Santa Maria, XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, Vol 4, p.2145-2157, 1992.

ESPARTEL, Lúlis. *Curso de topografia*. Porto Alegre, Editora Globo, 1978. 655p.

LOCH, Carlos. *A interpretação de imagens aéreas :noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais*. Florianópolis, Editora da UFSC, 1984, 81p.

LOCH, Carlos e LAPOLLI, Édis Mafra. *Elementos básicos de fotogrametria e sua utilização prática*. Florianópolis, Editora da UFSC, 1985, 86p.

MARCHETTI, Delmar e GARCIA, Gilberto. *Princípios de fotogrametria e fotointerpretação*. São Paulo, Editora Nobel, 1988. 253p.

ROSA. *Introdução ao Sensoriamento Remoto*. Uberlândia, Editora da Universidade Federal de Uberlândia, 1990. 136p.

VIEIRA DE ALMEIDA, Ronaldo. *Introdução ao estudo da Fotogrametria*. Itaguaí, Editora da UFRJ, 1977. 237p.

1. PLANEJAMENTO E O MEIO AMBIENTE

Todas as ações e as medidas interligadas com a proteção ambiental devem ser minuciosamente planejadas, levando em consideração todos os elementos a serem protegidos e avaliando as pressões que deverão ser exercidas por diversos planos legais de desenvolvimento.

A respeito do tema vale a pena citar Corella e Macedo (1977): Toda estruturação e ordenação do território, adotada sob qualquer tipo de critério, comporta uma intervenção no meio ambiente do território que se organiza. Com

identificação ambiental, supõe a fixação de usos do território para fins urbanos como para fins rurais, e supõe também o estabelecimento de limitações aos usos autorizados e a produção dos usos incompatíveis com o ordenamento territorial ora se planejado. Assim, a identificação ambiental, quando realizada, implica nos elementos estruturais necessários para o aproveitamento do solo em determinadas áreas, há de ter em conta a incidência que vai produzir no território. O planejamento deve apresentar sob a perspectiva ambiental a investigação se a ordenação planejada contém alguma medida de proteção ou, pelo contrário, foi produzida sem a análise dos impactos ambientais que os planejamentos e o desenvolvimento do território vão produzir.

