

# **A IMPORTÂNCIA DA FOTOGRAMETRIA E DA RESTITUIÇÃO NA GESTÃO DE PROJETOS DO DER/MG**

Élcio Carvalho dos Santos – pós-graduando em MBA Gestão Estratégica de Projetos pela

UNA – [docememo0@yahoo.com.br](mailto:docememo0@yahoo.com.br)

Leandro Pinheiro Cintra – orientador e professor pela UNA - [lpcintra@gmail.com](mailto:lpcintra@gmail.com)

## **RESUMO:**

A Restituição Digital por ser executada em ambiente digital e utilizar sistema geodésico sobre o qual será aplicada uma projeção cartográfica, utiliza-se programas CAD, sistemas SIRGAS, capazes de permitir uma visualização e interpretação necessária a viabilidade de projetos como hidrologia, vegetação ou transportes, etc., permitindo visualização somente no nível a ser trabalhado com eficiência, precisão e economia.

Palavras-chave: Fotogrametria – restituição – DER/MG.

## **ABSTRACT:**

The digital restitution can be executed in digital environmental and uses geodesic system which will be applied on a cartographic projection, is used CAD programs, SIRG systems, capable of allowing a visualization and interpretation essential to viability of projects as hydrology, vegetation or transportation etc., allowing visualization only in the level to work with efficiency, precision and economy.

Key-words: Photogrammetry, Restitution, DER/MG

## **1- INTRODUÇÃO**

É chamada de Restituição a produção de originais de mapas ou cartas topográficas (planialtimétricas) a partir de fotografias aéreas obtidas com câmeras métricas. Esse processo transforma a projeção cônica de cada fotografia em uma única projeção ortogonal sobre um plano onde são traçados os detalhes planialtimétricos de interesse para o mapa. Essa transformação para projeção plana é feita na área de superposição de duas fotografias seqüências, o chamado stereomodelo ou modelo. A restituição é executada nos stereomodelos, um de cada vez, até que se tenha restituído por completo a área de interesse. A escala da restituição é limitada pela escala de vôo, normalmente amplia-se 4 vezes, assim para um vôo de 1:8000 a restituição é feita normalmente em 1:2000 .

Meu objetivo geral é apresentar a importância da fotogrametria e da restituição na gestão de projetos para os projetos a serem desenvolvidos no DER/MG.

## **2- JUSTIFICATIVA**

Os benefícios para o DER/MG através do suporte técnico do Núcleo de Aerofotogrametria abrangem todos os Projetos de um modo geral, tais como: Estudos de viabilidade em drenagem, cálculo e dimensionamento de bueiros ou pontes, estudos de alternativas de traçados, curvas de nível, alteração de greide de estradas, estudos topográficos, dentre outros, objetivando dinamizar e aperfeiçoar o sistema e o tornar mais econômico (redução de custos), acarretando menos visitas ao campo, se limitando as visitas apenas para trechos não conhecidos, fatores estes que contribuem para o cumprimento das metas dentro dos prazos estipulados.

Em projetos de contorno de cidades, o Serviço de fotogrametria, pela sua discricão, facilita para que não haja especulação imobiliária nas regiões próximas a esses perímetros urbanos.

Enquadram-se perfeitamente no PMDI, pela obtenção de Política de Qualidade, e dentro do PLANO ESTRATÉGICO, Políticas de desenvolvimento social e econômico.

### **3- OBJETIVO GERAL**

A Fotogrametria para o DER/MG é de grande relevância, devido à facilidade, comodidade, precisão e economia para os estudos relativos a todos os projetos por ele elaborados em todos os segmentos, além da precisão, pela economia, pois através da fotogrametria, é possível elaborar projetos, inclusive dependendo do local, evita-se a necessidade de visitas a campo.

A restituição objetiva a interpretação das diversas feições manifestadas no terreno, extraíndo-as geograficamente referenciadas (coordenadas no espaço-objeto), de modo a compor a base cartográfica de dada região, em uma dada escala.

Poderão ser abrangidos no DER/MG todos os projetos de Engenharia de um modo geral como Estudos de viabilidade em drenagem, cálculo e dimensionamento de bueiros e/ou pontes, estudos de alternativas de alternativas de traçados, curvas de nível, alteração de greide de estradas, estudos topográficos, dentre outros, através da Aerofotogrametria e Restituição.

Em projetos de contorno de cidades, o Serviço de Aerofotogrametria pela sua discricção, inibe de certa forma a especulação imobiliária nas regiões próximas aos perímetros urbanos, oriundos da desapropriação, quando necessária.

A base cartográfica é o conjunto de objetos geograficamente referenciados a um determinado sistema de coordenadas. Estes objetos serão omitidos ou representados de diversas formas, de acordo coma escala empregada. No Brasil, segue-se como modelo para representação de feições a TBCD (Tabela de Base Cartográfica Digital), elaborada pela DSG (Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro).

### **4- METODOLOGIA**

A primeira etapa consistiu com visitas a empresa Georama e ao IGA (Instituto de Geografia e Ciências Aplicadas), sobretudo para visualizar e coletar dados referentes ao tema escolhido.

Na segunda etapa, foi realizada uma revisão bibliográfica de trabalhos publicados mediante artigos, dissertações que identificavam as origens da Fotogrametria e da restituição

na gestão de Projetos especificamente voltados para o DER/MG. Na terceira etapa foi construído todo marco teórico, produção e gestão de projetos, a partir do uso de repositores digitais, como também o uso das ferramentas autodesk e auto-cad, com informação da base de dados da Georama e IGA.

A última etapa consistiu na aplicação de um questionário nessas empresas com a finalidade de correlacionar as informações com o intuito de enriquecer o trabalho no qual serviu de base para confrontar e ajustar os dados do gabinete.

## **5- DISCUSSÃO E RESULTADOS:**

### **5.1- A Fotogrametria:**

A Fotogrametria, que surgiu nos meados do século XIX, mais precisamente em 1858 na França com o Cel. Aimeé Laussedat, que denominou de “Metro fotografia”, tem tido inúmeros avanços desde então.

Muitos autores consideram outros tipos de sensores como os CCDs, radares, MSS e outros como pertencentes ao grande campo de fotogrametria, como se pode ler na página 1 do “Manual of Photogrammetry”, 4ª edição de 1980 da mundialmente conceituada American Society for Photogrammetry and Remote Sensing:

*Fotogrametria é a arte, ciência e o meio ambiente através de processos de gravação, medição e interpretação de imagens fotográficas e padrões da energia eletromagnética radiante e outros fenômenos (ASPRS, 1980).*

Os avanços desta tecnologia têm sido enormes, alcançando imensa utilidade prática nos mapeamentos e planejamentos da terra os mais diversos. Hoje, desponta com imenso potencial, revolucionando-a ainda mais sua versão mais recente denominada de Fotogrametria Digital.

Em agosto de 2001, num curso para técnicos e engenheiros do IBGE, no Rio de Janeiro, o Dr. em Fotogrametria, professor Irineu da Silva do Deptº de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos, USP, inicia sua série de explicações, sobre esta nova fase da fotogrametria, traduzindo da revista Geomatics Info Magazine de 1995 uma entrevista que o conceituadíssimo Dr. Friedrich Ackerman, concedia a este informativo técnico:

*O maior avanço já ocorrido na fotogrametria é o aparecimento da fotogrametria digital... O avanço que ora se iniciou é tão fantástico e de potencial tão ilimitado que eu não estou preocupado com os futuros desenvolvimentos... O resultado irá ultrapassar qualquer expectativa que nós podíamos ter sonhado, simplesmente devido ao poder da tecnologia digital (Dr.Friedrich Ackerman, 1995).*

A capacitação fotogramétrica pode se dar de duas formas :

#### **- capacitação convencional**

A capacitação convencional utiliza aparelhos restituidores semi-analíticos e analíticos e como base para a definição do modelo, o próprio diapositivo. Estes aparelhos restituidores são acoplados a microcomputadores, para a transferência do arquivo na forma digital;

#### **- capacitação digital**

Esta utiliza fotos digitais (escanização dos dispositivos), além de serem efetuadas em estações de trabalho e não em aparelhos óticos mecânicos;

### **5.1.1- Cobertura Aerofotogramétrica:**

A elaboração do plano de vôo representa a primeira etapa técnica no processo de levantamento aerofotogramétrico e sua qualidade pode comprometer todo o restante do desenvolvimento do projeto. O objetivo final do levantamento deve ser considerado na elaboração do plano de vôo. O propósito do levantamento definirá a escala do produto final e anteriormente, a escala nominal das fotografias. A partir de fotografias com escala nominal 1:8000, por exemplo, são elaboradas cartas com escala 1:2000.

Depois de definida a Escala nominal das fotografias deve-se definir o limite da área a ser recoberta e os eixos das faixas de vôo preferencialmente no sentido Norte-Sul ou Leste-Oeste.

### **5.1.2- Licença para aerolevantamento:**

Para a realização da cobertura aerofotogramétrica é necessária uma autorização do Ministério da Defesa, onde devem ser informados a localização e limite da área a ser levantada. Somente depois da autorização o vôo poderá ser realizado.

Para que o plano de vôo permita um bom desenvolvimento e garanta a qualidade do projeto, ele deve ser elaborado, considerando-se alguns requisitos técnicos:

### **5.1.3- Superposição Longitudinal:**

A cobertura fotográfica é feita em faixas paralelas de fotografias e, dentro dessas faixas, as fotografias são registradas de forma que uma mesma área seja fotografada, no mínimo duas vezes, de perspectivas distintas, buscando com isto se obter a visão estereoscópica de toda área de interesse a ser mapeada. Para isto bastaria, na teoria, um recobrimento de 50%, entre uma foto e outra, mas na prática, este valor varia tanto para mais quanto para menos, impossibilitando quando o valor for menor que 50%, os trabalhos de restituição fotogramétrica. Por este motivo a superposição longitudinal, ou seja, o recobrimento de uma área com fotografias de uma faixa de vôo é calculada geralmente em 60%, dando uma margem de 5% para problemas durante o vôo. Para a elaboração de ortofotos este valor pode subir para 80%.

### **5.1.4- Superposição Lateral:**

Entre as faixas paralelas de vôo deve haver um recobrimento de 30% com uma margem de 3% a 5% para mais ou para menos, que é a chamada superposição lateral. Esta superposição é requisitada para proporcionar a ligação entre faixas e evitar lacunas de recobrimento do terreno, as quais, conseqüentemente, não permitiriam unir as faixas com pontos comuns durante os processos seguintes do mapeamento.

Uma Superposição Longitudinal de 60% e uma Superposição Lateral de 30% garantem que qualquer ponto do bloco de aerofotos tenha pelo menos duas perspectivas diferentes, ou seja, garante que qualquer ponto seja identificado em pelo menos duas fotografias distintas.

### **5.1.5- Condições atmosféricas:**

A execução do vôo não depende de fatores técnicos e econômicos. Depende também da condição atmosférica que predomina sobre os outros fatores. Isto porque a cobertura de nuvens impede que as fotografias aéreas possam ser utilizadas para a restituição, ou ortofoto.

Para amenizar os problemas atmosféricos na execução do vôo, devem-se estudar as condições climáticas do local de forma a evitar as épocas de vento e chuvas. Além disto, deve-se tomar cuidado com o horário da tomada das fotografias. Procura-se efetuar o vôo próximo o horário do meio-dia, para que incidência dos raios solares tenha o mínimo de inclinação em relação à superfície terrestre, evitando o aparecimento de sombras muito grandes que acabam prejudicando a visualização de certos objetos. O intervalo das dez até às quinze horas é ideal para tomada de fotografias.

## **5.2- Processamento Fotográfico:**

### **5.2.1- Revelação & cópia:**

Nesta etapa, o filme é transformado em um negativo e pode-se a partir dele obterem-se cópias positivas.

A transferência da imagem contida no negativo para o positivo é feita através de um processo de exposição do papel, a uma quantidade de luz que atravessa o negativo.

Após a revelação e a copiagem é feita a análise do vôo onde são verificados os seguintes critérios:

- Presença de deriva (ângulo entre o eixo da faixa de vôo e eixo da foto);
- Falhas no recobrimento;
- Nitidez da imagem.

### **5.2.2- Tipos de fotografias:**

- **Pancromática (P & B):** Usada para mapeamento e fotointerpretação, os objetos são diferenciados por tons de cinza;

- **Infravermelho (P & B)** : É sensível a maiores comprimentos de onda, penetra mais facilmente através de nuvem e neblina;
- **Infravermelho (colorido ou falsa cor)**: Utilizada na detecção de doenças em áreas de floresta e cultura, análise dos solos e poluição das águas;
- **Colorida (RGB)**: Indicado para a interpretação pela capacidade de diferenciação de cores e tonalidades.

### **5.2.3- Conversão de dados:**

Compreende a atividade de conversão de dados de uma informação gráfica analógica (registrada em papel), para informação digital.

A qualidade do material original é de suma importância para uma digitalização de boa qualidade.

### **5.2.4- Tipos de vetorização:**

#### **- vetorização realizada em mesa digitalizadora:**

Usada somente quando o material original não é passível de rasterização (método mais demorado de todos);

#### **- vetorização manual (READS UP):**

Imagem já em meio digital, necessita diretamente do operador para fazer todos os traçados;

#### **- vetorização semi-automática e automática:**

É feita em tela, com a imagem já em meio digital, necessita do auxílio do operador, porém de forma menos dependente.

### **5.3- Fotoíndice:**

O fotoíndice é uma ferramenta útil para quem manuseia fotografias aéreas. Ele permite que a fotografia que contenha a área de interesse seja identificada rapidamente entre as faixas



de vôo. Fotoíndices mostram a imagem de toda área de levantamento executado, plotados em escala pequena, juntamente com identificação das faixas e fotos em seus devidos lugares e algumas toponímias principais.

### **5.3.1- Mosaico:**

A mosaicagem pressupõe um percentual mínimo de superposição entre as imagens vizinhas para permitir uma montagem adequada do mosaico.

O mosaico é feito através do recorte e montagem das fotografias de forma a dar a impressão de que todo o conjunto é resultante de uma única tomada de fotografia.

### **5.3.1.2- Tipos de mosaico:**

#### **Mosaico sem-controle:**

Neste tipo de mosaico as fotografias são unidas sem nenhum controle geométrico.

#### **Mosaico semi-controlado e controlado:**

Nestes dois tipos de mosaicos, a montagem é feita apoiada em pontos de controles terrestres.

### **5.4- Determinação de pontos de controle:**

Os pontos de controle devem ser bem definidos e, de preferência distribuídos uniformemente ao longo da imagem. Os de má qualidade podem produzir erros maiores que aqueles que se pretende corrigir.

Cruzamentos de estradas e de ruas, confluências de rios, cantos de culturas, etc., são os pontos mais comumente escolhidos. Suas coordenadas podem ser obtidas por um dos seguintes processos:

- Levantamento Topográfico amarrado à rede geodésica fundamental (maior precisão, maior custo);
- Receptores de sinais de satélites do sistema GPS;
- Cartas Topográficas do mapeamento sistemático (menor precisão, menor custo).

### **5.5- Ortofotocarta:**

Ortofoto é a foto corrigida de todas as deformações presentes na fotografia aérea, decorrentes da projeção cônica da fotografia que dá a foto um aspecto distorcido, como se a imagem tivesse sido arrastada do centro para as bordas, além das variações altimétricas do relevo.

A ortofoto equivale geometricamente ao mapa de traço, ou seja, todos os pontos se apresentam na mesma escala podendo ser efetuadas medidas e vetorização com total precisão.

#### **5.5.1- Como a ortofotocarta é feita:**

A primeira etapa consiste na realização da cobertura aerofotogramétrica obtendo imagens seqüenciais sobrepostas com uma margem de 60% a 80% do recobrimento longitudinal. Para tornar a foto original numa ortofoto, é necessário que antes se façam correções, a partir de parâmetros que são obtidos através do apoio terrestre e em seguida pela aerotriangulação.

As imagens são posteriormente digitalizadas por um scanner específico para tal finalidade.

Depois de realizada a digitalização, as imagens passam para o processo de estereoscopia, que consiste na reprodução tridimensional através da sobreposição da fotografia.

E a partir daí, são restituídas as curvas de nível e interpoladas as coordenadas (X, Y, Z), gerando uma malha regular e um modelo digital do terreno.

Depois deste processo a imagem topográfica pode ser considerada uma carta, ou uma ortofotocarta digital, desde que sejam inseridos os dados cartográficos (malhas de coordenadas, toponímias, etc.).

### **5.6- Fotogrametria:**

A palavra fotogrametria é derivada de três palavras gregas – photos, gramma e metron – significando luz, desenhar e medir, respectivamente.

A sociedade Americana de Fotogrametria definiu fotogrametria como a ciência e arte de se obter medidas dignas por meio de fotografias, WHITMORE ( 1952 ) apud LUGNANI (1976).

Uma definição mais atual e abrangente pode ser encontrada em WOLF (1974) apud LUGNANI (1976), para o qual fotogrametria é “a arte, ciência e tecnologia de obter informação segura, a cerca de objetos físicos e do meio através de processo de registro,

medição e interpretação das imagens fotográficas e padrões de energia eletromagnética registrados. Acrescentam-se ainda, a esta definição, a análise de energia acústica irradiada e os fenômenos eletromagnéticos”

Na primeira definição de fotogrametria, trabalha-se com imagem compreendida na região do espectro eletromagnético na região fotográfica, cujo comprimento de onda varia entre  $0,3 \mu\text{m}$  a  $1,2 \mu\text{m}$ . A definição de fotogrametria adotada por WLF (1974) inclui imagens em outros comprimentos de onda do espectro magnético, isso é imagem de satélite. Surgindo assim, o termo Sensoriamento Remoto que é a ciência maior que engloba a fotogrametria e a fotointerpretação. OLIVAS (1974).

Segundo OLIVAS (1974) a fotogrametria pode se classificar quanto a localização da câmara em:

- Fotogrametria terrestre – Câmara localizada no solo com eixo ótico do sistema de lentes próximo à horizontal;
- Fotogrametria a curta distância – Câmara localizada próximo ao objeto a ser fotografado;
- Fotogrametria aérea - Câmara localizada em avião com o eixo ótico da câmara próximo à vertical;
- Fotogrametria espacial, extraterrestre ou satélite – Câmara fixa colocada em um veículo espacial em órbita da à Terra.

As aplicações da fotogrametria também variam com a classificação mencionada, podendo ser utilizada nas áreas de: arquitetura, engenharia de transporte, engenharia civil, cartografia, agronomia, medicina, engenharia experimental, entre outras.

A tendência da integração do Sensoriamento Remoto com a Fotogrametria se acentuou em 1999 com o lançamento do satélite IKONOS II e a comercialização de suas imagens digitais. Estas imagens de satélite vieram revolucionar o mercado de imagens orbitais, por sua alta resolução. A concepção de que um pixel é composto pela refletância de vários objetos, foi minimizada pelo princípio de que um objeto é composto de vários pixels.

Desta forma, as imagens de satélite vêm se assemelhando cada vez mais com as fotografias aéreas, o que traz novas perspectivas de aplicação de sensoriamento remoto na cartografia sistemática em grandes escalas, até então não contempladas pelas técnicas de sensoriamento remoto orbital e ao mesmo tempo em que modelos matemáticos para as correções geométricas das aerofotos vêm sendo testados nas imagens orbitais de alta resolução, com os mesmos objetivos. Esta idéia vem se concretizando com a implementação de modelos matemáticos para a correção destas imagens nos programas de fotogrametria (vide o programa Digital Vídeo Plotter).

Desta forma, os objetos de estudo de fotogrametria, atualmente, são as fotografias aéreas e as imagens orbitais de alta resolução.

As fotografias aéreas se caracterizam pela geração instantânea de imagem em um filme fotogramétrico com emulsão de alta velocidade através da passagem da luz no obturador de uma câmara aérea.

Segundo JENSEN (1996) a resolução espacial é a menor medida de separação linear ou angular entre dois objetos que pode ser capturada por um sensor. Nas fotografias aéreas analógicas esta resolução é medida pelo número de linhas por milímetros na imagem. O menor elemento a ser sensibilizado em uma imagem analógica é o grão de brometo de prata do filme e corresponde a  $1\mu\text{m}$ .

A relação pixel versus resolução espacial da fotografia aérea se apresenta quando esta é varrida por um scanner gerando assim a imagem digital. A resolução óptica empregada na digitalização matricial termina o tamanho do pixel. Esta resolução óptica é referida ao número de pontos por polegadas (d.p.i.). A dimensão do pixel no plano da fotografia é medida em micrômetros. Já no referencial terrestre, a resolução espacial é representada em metros. A resolução espacial no referencial terrestre vai depender da escala média da foto e do número de pontos por polegada empregado nesta varredura.

As fotografias aéreas destinadas ao mapeamento apresentam algumas informações que vão permitir restituir a geometria projetiva da fotografia no instante de sua tomada. Estas informações são: marcas fiduciais, distância focal da câmara, coordenadas instrumentais das marcas fiduciais, constantes de deformação das lentes.

As imagens orbitais de alta resolução espacial vieram revolucionar o mercado do sensoriamento remoto, por sua alta resolução. A concepção de que um pixel é composto pela refletância de vários objetos, foi minimizada pelo princípio de que um objeto é composto de vários pixels. Desta forma, as imagens de satélite vêm se assemelhando cada vez mais com as fotografias aéreas, o que traz novas perspectivas de aplicação do sensoriamento remoto na cartografia sistemática em grandes escalas, até então contempladas pelas técnicas de sensoriamento remoto orbital.

A primeira imagem orbital de alta resolução lançada no mercado foi a do satélite IKONOS II.

Este foi o primeiro satélite civil a entrar em operação, com resolução superior a 1m. Ele foi construído para fornecer imagens da Terra no modo pancromático e multiespectral com resolução geométrica de 1m e 4m respectivamente, e com o arranjo linear de sensores que

podem ser inclinados a 26° fora do nadir e possui um sistema equipado com antenas GPS com três rastreadores estelares digitais para estabelecer a posição e altitudes precisas da câmara.

Como outros satélites artificiais que transportam os sistemas imageadores de Sensoriamento Remoto, o IKONOS II percorre uma órbita polar e solssíncrona com uma inclinação de 98,1° em relação ao norte. Isto quer dizer que o satélite passa pelo mesmo ponto da superfície do terreno na mesma hora local, ou seja, cruza o equador no mesmo horário, às 10,30h (hora local). A velocidade do satélite sobre a Terra é de 6,79km/s e a altitude da plataforma é de 681 km, elementos que juntamente à órbita polar, determinam o tempo de 98,3 minutos para se completar uma volta em torno da Terra (período orbital), percorrendo a órbita no sentido Norte-Sul.

Esta altitude foi escolhida de maneira a atender a um padrão único de visita diária.

Observações sobre um mesmo ponto da superfície podem ocorrer, na região do equador, com um grau de inclinação, em 140 dias, ou cada dez graus de obliquidade a cada 11 dias. A capacidade do satélite IKONOS de efetuar visadas transversais à sua órbita, num ângulo de 45°, aumenta a frequência da re-visita, chegando a serem 2,9 dias no modo pancromático e 1,5 dias no modo multiespectral, para observações sobre o equador. Entretanto, as visadas transversais aumentam o tamanho do pixel no terreno. (GERLACH, 2000).

As imagens IKONOS são capturadas e processadas por um sistema de câmara constituído de um telescópio com distância focal igual a 10m e um arranjo linear de sensores que operam na faixa de comprimento de onda de 0,4 a 0,9  $\mu\text{m}$  e processadores eletrônicos.

Uma vez que as imagens tenham passado através do telescópio, elas entram na unidade de plano focal onde uma série de arranjos lineares pancromático e multiespectral capturam os dois tipos de imagens quase que simultaneamente, com diferença de 0,5 segundo entre as capturas. Estes arranjos lineares de sensores CCD (charge coupled device) convertem a radiação eletromagnética em cargas elétricas, que são representadas por valores digitais. Uma unidade de processamento digital compacta e formata a imagem digital para sua transmissão às estações, em Terra (KODAK, 2001).

A geometria da imagem IKONOS, segundo LI et al. (2000) é similar a de outros scanners push-broom. Um arranjo linear de detectores é montado ortogonalmente à direção de vôo, dentro do plano focal da lente. Neste modo de capturar imagens, perfis unidimensionais são eletronicamente exemplificados, de tal maneira que um arranjo linear completo é lido durante o tempo de integração. A coleta de dados para a formação de pares estereoscópicos é programada nas posições do seu arranjo linear de 26° para frente, para o nadir e de mais 26°

pós-nadir. Com imagens convergentes da mesma área, é possível gerar pares estereoscópicos com ângulo de convergência de 26° e 52°. Como o intervalo de coleta entre as tomadas é mínimo, há pouca variação das condições atmosféricas par aérea imageada, o que, segundo PARKER<sup>1</sup> citado por LI et al. (2000) assegura uma alta qualidade na coleção de imagens. A coleção de imagens estereoscópicas cobre uma faixa de 11km de largura.

O efeito combinado das distintas componentes do sistema de sensor define a sua habilidade de registrar, discriminar e informar detalhes, ou seja, sua resolução. As resoluções de um sensor podem ser agrupadas em: espacial, espectral, radiométrica e temporal.

A resolução espacial é igual a 0,82m e 3,26m no modo Pancromático e Multiespectral respectivamente com IFOV é de 1,2 $\mu$ r (micro-radiano) e 4,8  $\mu$ r. No sistema IKONOS, o tamanho do detector é de 1,2 $\mu$ m no pancromático e 48micronm no multiespectral e 13816 detectores definem o campo de visada (FOV) de 11 km no nadir e 13 km no off nadir (26°).

O satélite IKONOS II opera na faixa espectral de 0,45 a 0,0  $\mu$ m no modo pancromático e no espectral esta faixa é subdividida em 4 canais que são de 0,45 a 0,52  $\mu$ m para o azul, de 0,52 a 0,60  $\mu$ m para o verde, de 0,63 a 0,69  $\mu$ m para o vermelho e de 0,76 a 0,09  $\mu$ m para infravermelho próximo.

Diferente de todas as outras imagens, a imagem IKONOS possui resolução radiométrica de 11 bits e uma resolução temporal de 140 dias podendo, no entanto, o satélite ser programado para tomas laterais com uma resolução temporal de 1,5 dia para a multiespectral e 2,9 dias para a pancromática.

Os produtos IKONOS, comercialmente disponíveis, podem variar quanto ao padrão de correção oferecido pelo fornecedor da imagem. Estes produtos têm emprego diferenciado devido às suas várias precisões.

## **6- A IMPORTÂNCIA DA FOTOGRAMETRIA E DA RESTITUIÇÃO NA GESTÃO DE PROJETOS:**

As fotografias aéreas e imagens de satélites representam juntas uma importante ferramenta para a realização de estudos de análise e caracterização ambiental, uso e ocupação do solo e planejamento urbano, uma vez que estas são tecnologias indispensáveis para a construção de mapas, cartas temáticas e sistemas de informação geográfica.

---

<sup>1</sup> PARKER, J., The advantages of in-track stereo acquisition from high-resolution earth resources satellites. In: Proceedings of ACSM/ASPRS Annual convention & Exposition, Seattle, WA, Vol.3 1997.p.276-282.

As fotografias aéreas são, até então, o meio mais utilizado e acessível para a realização de trabalhos cartográficos, pois disponibilizam imagens de boa resolução a custos relativamente acessíveis.

Com relação às imagens de satélite, estas tiveram um intenso desenvolvimento, principalmente no final da década de 90, com o surgimento das imagens de alta resolução, ampliando assim as possibilidades para o seu uso.

A cartografia moderna teve o seu desenvolvimento em meados do século XX, objetivando principalmente realizar os estudos de topografia militar, entretanto, atualmente a cartografia está aliada a novas tecnologias de sensoriamento remoto, tornando-se uma ferramenta fundamental para o conhecimento do espaço geográfico, que é constantemente modificado pela ação antrópica.

A Fotogrametria consiste nas atividades de captação de dados gráficos utilizando como sensor uma câmara métrica terrestre.

As finalidades deste tipo de levantamento são a investigação para obtenção de relações precisas entre objetos e componentes do objeto imageado para serviços especializados de medição e controle de deformações, restauração de patrimônio arquitetônico ou de engenharia civil.

Segundo a empresa de consultoria “AEROCONSULT”, destacam-se os seguintes trabalhos utilizando-se a fotogrametria:

- Projetos de engenharia, rodoviários, ferroviários e aeroportuários;
- Projetos especiais de engenharia: implantação básica, restauração de rodovias, obras de arte;
- Estudos de viabilidade técnica e econômica de empreendimentos;
- Acompanhamento, supervisão e fiscalização de todas as fases de construção de obras de engenharia rodoviária;
- Sondagens, rotativas e a percussão;
- Ensaios de solos e de concreto;
- Estudos ambientais e multidisciplinares para a seleção de área apta à implantação de cidades e obras de engenharia, etc.

## **7- CONCLUSÃO:**

Ao se chegar ao fim do texto principal deste Artigo, espera-se que o leitor tenha podido compreender melhor o processo de aquisição de informação espacial por meio de técnicas fotogramétricas, com ênfase especial no estado-da-arte da tecnologia – a fotogrametria digital.

Como consideração final, é inegável ressaltar que a fotogrametria tem sido empregada substancialmente na restituição de cartas, plantas e produtos afins há cerca de cem anos.

As reviravoltas proporcionadas pela era digital proporcionaram rapidez e praticidade aos processos clássicos, sem abdicar da precisão preconizada por eles. Assim, não é demasiado sonhar com outros cem anos de utilização de tecnologias fotogramétricas.

Hoje em dia, emprega-se fotogrametria desde a imagem ortorretificada de satélite sub-métrico até sistemas de reconhecimento de caracteres, passando por aplicações ainda mais inusitadas, como a modelagem numérica de falhas e deformações em estruturas.

Uma conclusão fundamental pode então ser tirada de tudo o que se viu: o conhecimento, ao menos básico, dos métodos fotogramétricos é essencial para todo profissional que queira trabalhar com dados espacialmente referenciados. Ao ser concebido, esse texto visou tratar do tema como um enfoque totalmente novo, minimizando o contato com tecnologias em desuso – o que poderia levar a experiências traumáticas e tentando explicar os métodos modernos com o máximo de profundidade,

Sem abdicar da simplicidade e clareza que devem permear uma obra deste escopo.

Espera-se que estes objetivos tenham sido atingidos.



## **BIBLIOGRAFIA:**

BRASIL. Ministério do Exército. **Fotogrametria Digital**. Rio de Janeiro. IME. Outra mídia, 2002

BRASIL. Ministério do Exército. **Manual Técnico Serviço Geográfico – T 34–703**. Reambulação. Brasília: Centro Gráfico Senado Federal, 1975.

BRASIL. Presidência da República. **DECRETO Nº 5.334**, de 6 de janeiro de 2005.

Disponível em:

<[ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pmrg/legislacao/NDecreto\\_5334\\_06jan2005.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pmrg/legislacao/NDecreto_5334_06jan2005.pdf)>. Acessado em 10 de março de 2006.

Aeroconsult Aerolevantamentos e Consultoria LTDA. Disponível em [www.aeroconsult-sc.com.br/empresa.html](http://www.aeroconsult-sc.com.br/empresa.html).

