

PRODUÇÃO DE MAPAS DE USO DO SOLO ATRAVÉS DA CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA SUPERVISIONADA DE FOTOGRAFIAS AÉREAS OBTIDAS EM CÂMERA DE PEQUENO FORMATO, DIGITALIZADAS EM SCANNER.

SCHUMACHER, D.H. (1); LOCH, C. (2)

- (1) Eng. Agrimensor/Mestre em Cadastro Técnico Multifinalitário - Engenharia Civil - UFSC.
Rua: 2400, nº 300, Apto 504 - Balneário Camboriú-SC.
(2) GT-Cadastro - Depto de Engenharia Civil-CTC/UFSC.
Fone: (048) 231-9598- Fax: (048) 231-9770.

ABSTRACT

We tried to show the Aerial Photograph obtained with Small Format Camera to manipulate on Scanner and of Geoprocessing software SITIM, obtain Land Use Map.

The methodology to disclose apt a classification of land use, to establish in one alternative method of production of spacial informations, to able being useful in mean areas, obtain maps in mean scale, greather else inside list scale, to comparate of the orbital imagery.

Keywords: Scanning, Small Format Aerial Photograph, Automatic Supervisioned Classification, Land Use Mapping.

RESUMO

Procuramos colocar como as Fotografias Aéreas obtidas em Câmeras de Pequeno Formato foram manipuladas no Scanner e no Software de Geoprocessamento SITIM, visando obter-se Mapas de Uso do Solo.

A metodologia mostrou-se apta a classificação do uso do solo, constituindo-se em um método alternativo de produção de informações espaciais, podendo ser utilizado em áreas médias, para obter-se mapas em escalas médias, maiores em relação á escala, comparadas àquelas obtidas nas imagens orbitais.

Palavras chave: Scanerizações, Fotografias Aéreas de Pequeno Formato, Classificação Automática Supervisionada, Mapeamento do Uso do Solo.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

TOMASELLI e TOZZI(1991) mencionam que os processos cartográficos e fotogramétricos vem sofrendo mudanças nas últimas décadas, indo de encontro ou transportando-se para o mundo digital.

AMORIM(1989) coloca que além do mapeamento convencional outras tarefas têm sido executadas empregando-se câmeras de pequeno formato, como por exemplo na fotointerpretação aplicadas à diversas ciências.

AMORIM e LOCH(1993) mencionam o fato relevante da utilização das fotografias aéreas com câmeras de pequeno formato, uma vez que a existências de sistemas computacionais, conjunto de hardware e software, próprios para a utilização destas fotografias para mapeamento.

Para mostrar que existe métodos sendo pensados para se obter coordenadas de uma foto conhecendo-se valores de outra, HAAG(1992) descreve a possibilidade de se determinar pontos de um objeto em uma fotografia e fazer o cruzamento do objeto em outra fotografia, tomadas de diferentes perspectivas. Para executar este cruzamento o algoritmo requer que sejam medidos nove pontos que corresponderão pontos nas duas imagens. Este relacionamento dependerá somente das coordenadas fotográficas das imagens e não requer o conhecimento das coordenadas dos pontos do objeto no espaço ou da orientação interior ou exterior das duas câmeras.

Outro estudo desta natureza é encontrado em WARNER et al (1993) onde os autores estudam a criação do modelo digital do terreno, através de um stereo-par obtido em câmeras de 35mm, tendo-se pontos de controle, mapa topográfico, e um stereo-par em fotografias convencionais para a verificação.

WARNER e CARSON(1992) em um estudo de formulação de mapeamento utilizando uma só fotografia, técnica também chamada de mapeamento monoscópico, comentam que a precisão da localização de pontos da foto com os medidos em campo pode ter variações aceitáveis, e que no estudo por eles feitos estes valores variaram de 1,5 à 2,5 metros. Os mesmos autores colocam que a variação da escala entre outros fatores influenciam esta precisão, e que o conhecimento da precisão dos pontos medidos sobre o mapa depende da escala do mapa, ou seja quanto maior a escala maior a precisão.

Segundo SCHULER(1993) et al, em um trabalho que objetivava verificar a ocupação irregular, utilizando-se fotografias aéreas de 35mm numa área que possuía base cartográfica aerofotogramétrica em escala grande, comenta que a atualização feita com o auxílio de fotografias aéreas tem a vantagem da rapidez, aliada ao registro visual e permanente do que vem ocorrendo nas áreas de interesse do interessado. Além disto o autor comenta também o fato do seu baixo custo, facilidade e periodicidade de obtenção e qualidade de detalhe que se pode conseguir utilizando este tipo de material.

WARNER, CARSON e BJORKELO(1993) colocam que a técnica de monoplotes digitais são sugeridas e indicadas para revisão de mapas, e que para a geração de mapas topográficos pode-se ver isto de duas formas: a) quando a área de interesse irá gerar um mapa de escala pequena, digamos 10 quilômetros quadrados na escala 1/50000; b) quando a necessidade de obter-se o mapa em escalas maiores, indo um agrimensor executar o levantamento de pontos("survey field") após a obtenção das fotografias. Estes pontos irão constituir-se no controle para um sistema de coordenadas locais para a orientação absoluta. Os mesmos autores colocam que obviamente existem limitações de se utilizar levantamentos aéreos com fotografias aéreas de pequeno formato, porém as mesmas podem ser usadas para muitas finalidades/objetivos.

SCHULER e DISPERATI(1993) mencionam que fotografias de 35 mm coloridas, além do menor custo do material e da facilidade de obtenção, aliada a possibilidade de uma maior frequência nessa obtenção, completam as vantagens deste material como suplementar para enriquecer as informações contidas nos mapeamentos florestais, especialmente quando se deseja identificar as espécies componentes da cobertura florestal da área mapeada.

ANDRADE e MACHADO(1994) em um projeto de pesquisa da UFPR na Antártica a área de ciências geodésicas tiveram a missão de estabelecer no continente gelado uma estação de mares terrestres, e ainda mapearam com base em Fotografias de Pequeno Formato que tomaram a bordo de um helicóptero da Marinha e de levantamentos geodésicos de campo, a área da Estação Brasileira Comandante Ferraz.

Segundo DISPERATI(1988) et al, uma das contribuições da utilização da técnica de 35mm para fotos aéreas é a possibilidade de se obter fotos coloridas em escala grande, pois com a possibilidade de ampliação do negativo, que comumente se aumenta de 3 a 5 vezes a escala original do negativo.

WARNER e ANDERSEN(1992) apontam que as principais consequências desta ampliação ou alargamento são uma perda da imagem e uma maior deformação da mesma imagem. Os mesmos autores colocam que isto ocorre porque as câmeras de pequeno formato não são apropriadas com marcas fiduciais, que a orientação interior é frequentemente baseada sobre molduras(frames) com cortes/afastamento de possíveis medições futuras. Os mesmo autores colocam que para obter-se fotos de confiança requerem imageamento com a calibração através de uma placa de "Resseau", que consiste em uma película transparente com um sistema de coordenadas ou marcas fiduciais que geralmente se apresenta na forma do sinal de adição.

AMORIM(1993) apresentou resultados da viabilidade da utilização de fotografias aéreas de pequeno formato para a atualização da base geométrica para o Cadastro Técnico Urbano de cidades que já possuam base cartográfica a priori, e coloca ainda como fator relevante da utilização destas fotografias, é a existência de sistemas computacionais, conjunto hardware e software, próprios para a utilização destas fotografias para mapeamento.

Segundo ERBA(1994) as fotografias aéreas de pequeno formato apresentam e caracterizam como está a terra na realidade, uma vez que se pode obter fotos em várias escalas e facilitada pelo cor, a qual facilita a interpretação dos diferentes temas.

A digitalização possui dois caminhos que podem ser seguidos, sendo: a digitalização manual via mesa digitalizadora ou a digitalização mecânica através de scanners. No primeiro caso a tarefa é demorada, gerará um arquivo vector com menor tamanho e no segundo caso é rápida, gerando um arquivo raster de tamanho maior.

Segundo GRAÇA(1990) a digitalização tradicional através de mesas digitalizadoras é um método demorado e o mesmo estima que se necessite cerca de 60 à 100 horas para a digitalização de uma carta, o que representa um custo elevado e um prazo excessivo que desencoraja a maioria dos usuários, e que para a solução destes problemas tem-se a tecnologia de digitalização envolvendo-se "scanners", onde um desenho A-1 leva cerca de 5 minutos para ser digitalizado.

ERBA(1993) coloca que o scanner é um dispositivo amplamente utilizado na atualidade pelos cientistas, como ferramenta de conversão das informações analógicas em digitais, e que na conversão dos aerofotogramas para uma matriz de pixels, que é a transformação das informações analógicas, os scanners convencionais não satisfazem rigorosamente os requerimentos de precisão fotogramétrica.

SILVA(1994) apresenta as desvantagens da Fotogrametria Digital, porém coloca que a maior dificuldade é a capacidade requerida para o armazenamento e manipulação das imagens numéricas. O mesmo autor apresenta cálculos onde uma Fotografia Aérea Convencional, ou seja 23,0 x 23,0 cm numerizada, ou simplesmente scannerizada com resolução de 25µm passaria a ter 81 MB em um computador de 8 bits e 242 MB em um computador de 24 bits, mostrando assim que sempre que se scanneriza fotografias aéreas com a finalidade de obter-se mapeamentos, seja em estações de trabalho para restituição digital ou em software de classificação digital de imagens, necessitando de "winchester" de muita capacidade por se trabalhar com vários arquivos com considerável tamanho de memória.

Quanto a conversão de Raster/Vector/Raster, GRAÇA(1990) coloca que desenhos em formato "raster" são totalmente compatíveis com desenhos "vector". Para a vetorização automática o mesmo autor coloca que o método apresenta algumas limitações, sendo a principal delas devido à dificuldade de distinguir os diversos tipos de elementos gráficos tais como textos, círculos, arcos, símbolos, convenções, etc.

SILVA(1991) coloca que a vetorização de contornos é uma técnica de tratamento de imagens originalmente utilizada com o objetivo de criar uma visão artificial, e que os fotogrametristas que abordam esse problema confrontam-se com um problema sério, pois a maioria das técnicas de tratamento de imagens foram desenvolvidas por pesquisadores da área de inteligência artificial, onde as imagens são suficientemente contrastadas e compostas por objetos bem definidos e apresentando pouco ruído, o que infelizmente não é o caso das

fotografias aéreas onde o grau de complexidade é muito maior, necessitando portanto a fotogrametria de técnicas particulares adaptadas às suas necessidades.

Na estrutura "vector" a origem dos seus dados são considerados como pontos, linha ou áreas, onde as coordenadas destes dados são obtidas através da grade de referência, aplicados sobre o Mapa, sendo que esses dados podem ser digitados no arquivo ou introduzidos através de outros softwares (MADRUGA,1992).

Segundo LOCH(1994) a exigência de uma precisão cartográfica cresceu com a evolução da cartografia e atualmente está mais em evidência do que nunca, principalmente nos países onde os Sistemas de Informações Geográficas vêm sendo utilizados há pelo menos uma década, no gerenciamento e planejamento das mais diversas atividades humanas.

AMORIM(1993) argumenta que os testes de precisão para classificação das cartas não levam em conta o sistema de projeção, mas apenas o erro padrão e o erro gráfico, o que sugere a inexistência de restrições ao uso da Projeção UTM para cartas em escalas 1/5000 e maiores.

Segundo AMORIM(1993) as coordenadas dos pontos determinados fotogrametricamente devem obedecer as condições de precisão pré-estabelecidas pela legislação de Cartografia e Aerolevramento. O mesmo ainda menciona quando da utilização de câmeras de pequeno formato para fins cartográficos, são de grande interesse os aspectos geométricos, tornando-se inviável o processamento analógico pelo fato de se estar trabalhando com grandes distorções, devendo procurar minimizar as distorções que não podem ser corrigidas no processamento analógico, aumentando significativamente a precisão e atendendo ao padrão de exatidão cartográfica.

Dentro do dispositivo, AMORIM(1993) coloca que toda informação geométrica contida em um documento cartográfico deve possuir um determinado nível de confiabilidade, traduzida em termos de uma exatidão numérica esperada.

LIMA(1991) coloca que Padrão de Exatidão Cartográfica é um indicador estatístico de dispersão, relativo à 90% de probabilidade que define a exatidão de trabalhos cartográficos, significando que 90% dos pontos bem definidos numa carta, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao Padrão de Exatidão Cartográfico estabelecido.

Segundo LOPES e LOCH(1992) a Cartografia Digital vem suplantando rapidamente as metodologias convencionais, devido à sua flexibilidade, possibilidades de atualização, bem como, pelo fato de favorecer dados cartográficos num formato cada vez mais solicitado por gerentes de recursos e planejadores, que têm acesso a sistemas de informações geográficas.

Outro fato que merece citação, é que recentemente os métodos de retificação/correção geométrica de imagens digitais têm ganhado maior significância devido o fato de que mapas digitais são combinados juntamente com imagens em SIG's ou sistemas de Informações Geográficas, e que os "overlays" requerem uma correta localização dos atributos(NOVAK,1992).

2.MATERIAL BÁSICO UTILIZADO

a) Fotografias Aéreas obtidas com Câmera de Pequeno Formato de 35mm, ampliadas para uma Escala de 1/20000, datadas de 1991, obtidas pela empresa AGRITEC-Agrimensura e Aerofotogrametria, da cidade de Curitiba-PR;

b) Restituição Aerofotogramétrica Analógica e Digital na escala de 1/5000, tendo como Datum Vertical: Imbituba-SC e o Horizontal Chuá-MG(SAD-69), representada no Sistema U.T.M., executado pela empresa AGRITEC-Agrimensura e Aerofotogrametria;

c) Scanner do tipo "DesktopScanning" monocromático/colorido, utilizado para o reconhecimento óptico das imagens fotográficas;

d) Mesa Digitalizadora marca Digigraf, tamanho A1, com precisão de 0,025mm;

- e) Plotter jato de tinta colorido, com resolução de 600 dpi (monocromático) e 300 dpi (colorido), com resolução de traços variando de 0,08mm a 1,27 mm;
- f) Microcomputadores: 486 DX2, 66 MHz, 8 MB Ram, disco rígido de 320 MB;
- g) Esteroscópio de Espelhos, utilizado para a fotointerpretação;
- h) Lupa DFV - D.F. Vasconcelos S.A.;
- i) Software HP DskScan II, utilizado para as scannerizações;
- j) SITIM/SGI que foi utilizado para transformação do formato dos arquivos, executar a classificação da imagem, a correção geométrica, a elaboração da carta e as plotagens dos Mapas, bem como a leitura das coordenadas para a checagem do PEC alcançados;
- k) MaxiCad for Windows utilizado para obtenção e leitura das coordenadas usadas para a verificação da qualidade geométrica da carta gerada pela fotografia de pequeno formato.

3. METODOLOGIA

Foi estabelecido como área de estudo o município de Pomerode-SC, sendo escolhido a folha número 02 do mapeamento realizado por restituição aerofotogramétrica na escala final de 1/5.000, por se tratar de uma área em que coincidia com as fotografias aéreas de pequeno formato, localização das linhas de vôo, e principalmente para que a mesma servisse de mapa para a confrontação e calibração geométrica da metodologia que se pretende avaliar e testar.

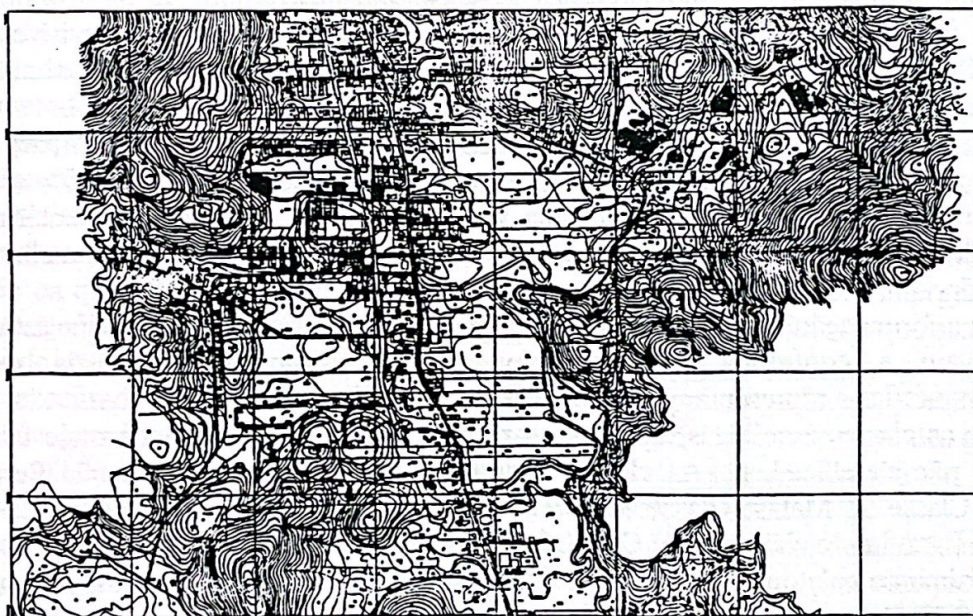


Figura 01 - Folha 02 da Restituição Aerofotogramétrica.
Fonte: AGRITEC- Agrimensura e Aerofotogramtria

As fotografias aéreas de pequeno formato foram obtidas com uma câmera de 35 mm de filme e que nestes negativos conforme DISPERATI(1991) têm dimensões de 24 mm X 36 mm, e originou fotografias no tamanho de 15,20 cm X 21,70 cm o que leva afirmar que a ampliação foi cerca de 6,0 vezes, sendo que esse valor ultrapassou do intervalo comumente utilizado para a execução das ampliações e que quanto maior a ampliação maior será a deformação da imagem (DISPERATTI 1988, WARNER e ANDERSEN 1992).

Executou-se a scannerização das fotografias aéreas de pequeno formato de 1991, números 02 e 03 por diversas vezes. Na primeira etapa a foto número 02 foi scaneada em 256 cores e 16 milhões de cores, à 300 dpi e a número 03 foi scannerizada em 256 cores à 300 dpi

e 400 dpi's, resultando assim 4 scannerizações. Resalta-se aqui que foram executadas Scannerizações em outras faixas de dpi's, como a 400, 600, 800, 900, 1.000 e 1.200; visando obter uma "curva" ou verificação do comportamento para varias faixas de Scannerizações.

Foi levado os arquivos para a aplicação dos mesmos no Software de Processamento Digital de Imagens, possibilitando assim que a restauração dos mesmo se dessem através do comando "restaurar" do sistema operacional MS-DOS. No Software SITIM Versão 2.4 passou-se a executar a transformação dos formatos do arquivos, inicialmente gravados em formato "TIFF" para "ASCII Bruto", isto através de uma rotina do respectivo Software.

A fotografia trabalhado no computador teve como característica: foi scannerizada à 300 dpi's, à 16 milhões de cores e modo de scannerização: "padronizar", originando-se um arquivo de 13,10 MB.

A produção de mapas de uso do solo apartir do uso do softwre SITIM, versão 2.4, que possibilitou a correção geométrica, e apartir daí submeteu-se também a uma verificação deste mapa digital com a restituição aerofotogramétrica digital obtida com as fotografias aéreas convencionais. Nesta atividade visou checar o uso do solo mapeado com a fotografia aérea de pequeno formato obtida através da classificação automática supervisionada do software com a restituição aerofotogramétrica, mostrando assim a eficácia desta metodologia tanto em tematização quanto em qualidade geométrica.

Para a realização da classificação supervisionada partiu-se para uma filtragem espacial da cena e a colocação de uma máscara, visando obter melhor discernimento da imagem pois se por um lado trabalha-se com um produto de sensoriamento remoto de baixa altitude, que facilita a fotointerpretação, por outro lado trabalha-se no espectro do visível, o que impossibilita obter-se informações fora da faixa do visível, o que representa o canal 3 nas imagens do Landsat.

Como método de classificação procurou-se acercar-se de informações e dos conhecimentos de outros profissionais com experiência anterior em classificação automática supervisionada, onde escolheu-se a "Máxima Verossimilhança" devido ao comentário de que se enquadraria ao tipo de imagem que se propunha a trabalhar, assim melhorando a classificação.

Para a formulação do mapa temático escolheu-se cinco classes, uma vez que estas classes possibilitavam a confrontação deste mapa temático com os temas da restituição aerofotogramétrica e representam o Uso do Solo da área de estudo.

Com as classes escolhidas, optou-se por quatro classes básicas e uma onde ficariam os elementos não-classificados. As classes ficaram assim distribuídas: Classe 1: Pastagens e Culturas; Classe 2: Matas; Classe 3: Área Urbana, Asfalto e Calçamento; Classe 4: Solo Exposto e Estradas de chão batido; Classe 5: Não-Classificado.

Inicialmente coletou-se um número de 8, 11, 12, 12, amostras para respectivamente as classes 1, 2, 3, 4, que após ao estudo de representatividade eliminou-se as amostras que não tinham representatividade com o limiar de 7,8, que representa > que 95% de acerto na classificação.

Para a realização da correção geométrica fez-se necessário seguir, em síntese, o roteiro abaixo escrito: a) escolha de pontos de controle de uma carta ou determinados em campo, que serão tantos quanto maior for a precisão desejada; b) identificação e marcação destes pontos na imagem; c) cálculo do polinômio de transformação.

Para esta atividade são três os principais métodos utilizados: a) Vizinho mais próximo: não há interpolação e é o único método que poderá ser utilizado para imagens classificadas e representa o método mais rápido e não gera novos valores para os pixels; b) Convolução Cúbica: este método gera novos valores para os pixels e também os interpola; c) Interpolação Bilinear: é o método de menor velocidade entre os três, produzindo os melhores resultados.

Como forma de se estabelecer a correção geométrica pode-se ainda escolher uma correção de imagem para imagem; da imagem para coordenadas de uma carta ou as determinadas em campo.

Para a execução da correção geométrica foi tomado como base de calibração a restituição aerofotogramétrica convencional, que digitalizou-se na área que continha a cena que pretendia-se avaliar. Para tanto iniciou-se pela orientação e georeferenciamento da folha sobre a mesa digitalizadora, onde foram escolhidos quatro pontos para isto e que o sistema necessita no mínimo de três pontos.

O software apresenta como sendo o valor de 0,5mm o erro máximo admissível para a calibração da mesa e mostra o erro cometido tanto na coordenada "N" como em "E", pois o mesmo solicita o sistema de projeção, se a coordenada é plana ou geográfica e o meridiano central do fuso.

Na correção geométrica utilizou-se o número de pontos mencionado por GALO(1994), porém nem todos os pontos selecionados foram utilizados em virtude de que alguns não foram possíveis de serem devidamente locados em ambos os mapas, já que não tinham uma fidedigna posição da colocação destes pontos da restituição para a imagem temática.

Naturalmente que isto ocorreu porque o discernimento onde se localizaria o ponto da restituição na imagem temática não era perfeito, e não se quis introduzir erros no sistema para a correção geométrica além daqueles que já estavam contidos no processo.

No que se refere a utilizar-se o número de vinte pontos para a execução da verificação da qualidade geométrica de cartas, isto não é norma e nem parâmetro para a metodologia aqui testada, pois quanto maior o número de pontos utilizados maior será a confiabilidade no acerto e na qualidade da carta a ser gerada.

A metodologia não pode utilizar ou padronizar um número ideal para a execução da correção geométrica sem considerar as diversas escalas possíveis de serem utilizadas com as fotografias aéreas de pequeno formato, que variam de grandes à pequenas, o que já não ocorrem nas imagens orbitais.

Assim sendo optou-se por utilizar um número de pontos próximo ao utilizado para a verificação da qualidade geométrica de cartas, onde escolheu-se pontos foto-interpretáveis na imagem fotográfica que estava em um monitor para pontos sobre a restituição que estava sobre a mesa, onde obter-se-ia as coordenadas.

Foi executado uma correção de "mapa X imagem", pois o software possibilita uma correção "imagem X imagem", atividade esta que visa introduzir as coordenadas dos pontos do mapa, possibilitando a correção geométrica da fotografia scannerizada. Neste atividade utilizou-se dezenove pontos dos vinte e cinco inicialmente selecionados.

Estes pontos foram selecionados a priori, bem distribuídos na foto, de fácil identificação e amarração tanto na restituição como principalmente nas fotos. Outra preocupação foi o de ter-se pontos distantes um do outro em uma proporção, além de uma distribuição que possibilita-se a verificação quanto o afastamento do centro geométrico da fotografia (estrutura cônica) e amarração a foto seguinte.

Após a atividade de "registro" ou correção geométrica, executou-se cálculo da precisão do registro, que é o erro interno para os pontos utilizados no mapeamento que são os pontos de correção geométrica da imagem. Para os dezenove pontos utilizados para correção geométrica e formulação de mapeamento os resíduos tiveram como valores abaixo de 5 metros nas duas coordenadas em 12 pontos.

O software possibilita a obtenção da listagem dos pontos de controle, ou seja as coordenadas utilizadas para a correção geométrica da cena. Acrescenta-se ainda que para a localização dos pontos na imagem não utilizou-se o recurso "zoom", somente a utilização da lupa sobre o monitor, na foto e restituição, por considerar que a escala da imagem no computador representava pouca variação em relação ao tamanho da fotografia scannerizada.

Para a geração do mapeamento corrigido o software executa uma interpolação entre os pontos, para as três bandas ou seja Vermelha (R), verde(G), azul (B). A interpolação utilizada foi a "vizinha mais próxima", sendo que o software possui ainda a "bicúbico" e a "bilinear", e a execução desta interpolação foi executado através de uma equação simples de primeiro grau, sendo que o software possui também a disponibilidade de se executar através de uma equação do segundo grau.

Para a comparação e avaliação da verificação do P.E.C. (Padrão Exatidão Cartográfica) originário deste mapa procurou-se primeiramente verificar visualmente o deslocamento entre os diversos elementos dos dois mapas, ou seja entre a restituição aerofotogramétrica e o mapa gerado pelo software de geoprocessamento através da fotografia aérea de pequeno formato, sobre uma mesa de vidro fazendo-se a sobreposição dos mesmos e também a comparação das coordenadas de certos pontos destas cartas como também dos temas. Isto se deu com ambos os mapas na mesma escala. A posterior, a verificação da qualidade geométrica deu-se aplicando uma metodologia adequada, que possibilita verificar a precisão do mapa produzido, na qual mediu-se em 34 pontos os valores dos pares das coordenadas tanto no mapa gerado apartir da fotografia aérea de pequeno formato como na restituição aerofotogramétrica, que tomou-se como realidade geométrica. Como ambos os mapas estavam em formato digital, o que possibilitou a leitura dos pares de coordenadas diretamente no computador, aplicou-se a metodologia que visava apresentar a média da diferença entre as coordenadas, o desvio-padrão das discrepâncias das coordenadas, as tendências e o erro máximo cometido no respectivo mapa.

Aplicou-se testes de precisão para as cartas nas escalas 1/10000 e 1/15000 para as classes A, B e C da legislação cartográfica brasileira, assim como determinou-se os erros máximos do produto obtido.

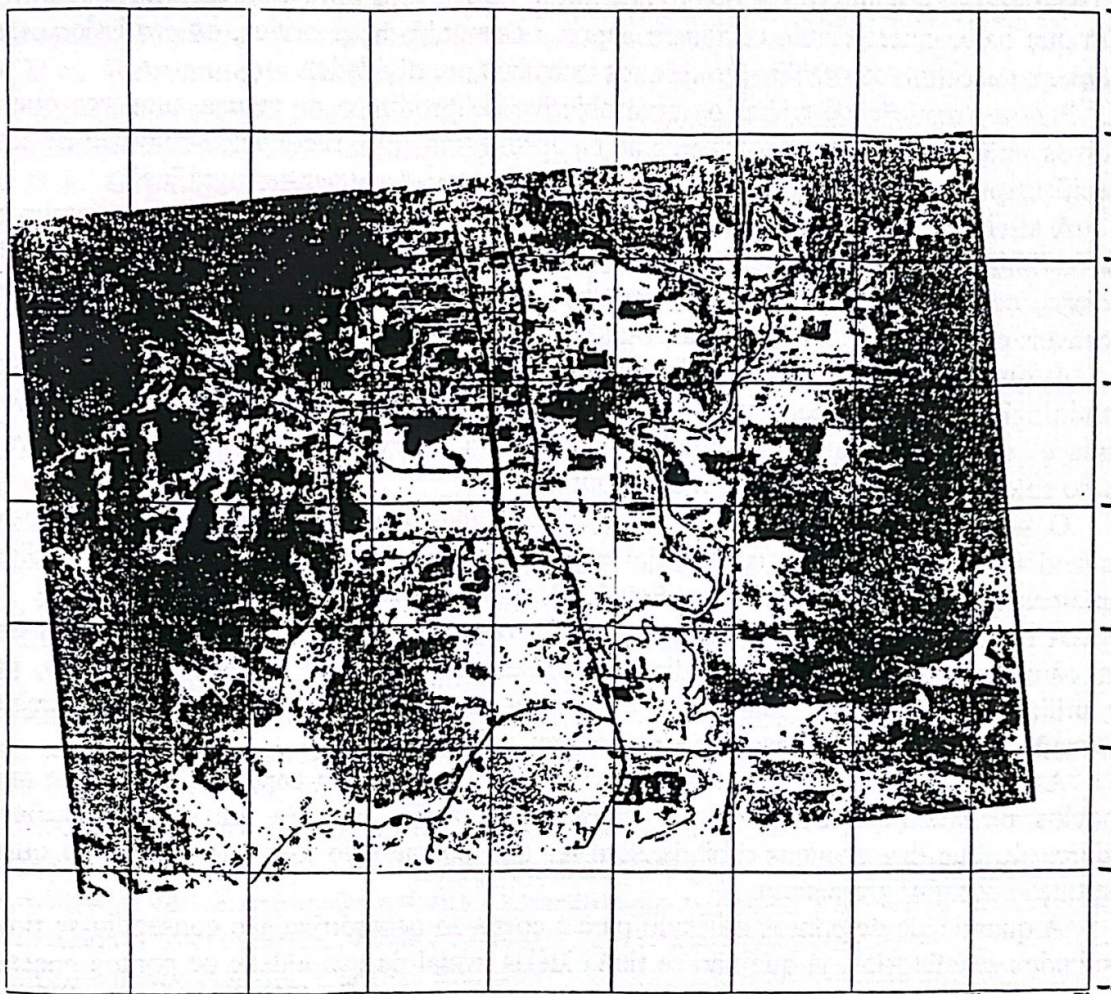
Para verificar a precisão da leitura das coordenadas do mapa com a fotografia aérea de pequeno formato, executou-se leituras em 12 pontos conhecidos, ou seja sobre a grade U.T.M., isto numa escala gráfica no monitor do computador variando de 1/10000 até 1/13000.



Figura 02 - Fotografia Aérea de Pequeno Formato utilizada para a Produção Cartográfica.

MAPA DO USO DO SOLO (1991)
Município de POMERODEL SC

CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA SUPERVISIONADA



UFSC - Pós-Graduação em Engenharia Civil
Mestrado em Cadastro Técnico Multifinalitário

Orientador: Prof. DR. Carlos Loch
Mestrando: Eng. Agrim. Delamar Heleno Schumacher

LEGENDA

- MATACENS/CULTURAS
- MATAS
- ÁREA URBANA/ASFALTO E PARALELEPÍPEDO
- SOLO EXPOSTO, ESTRADAS DE CHÃO BATIDO
- NÃO CLASSIFICADA

Data: Junho de 1995

ESCALA GRÁFICA:

0 500 1000 METROS

Figura 03 - Mapa do Uso do Solo - Classificação Automática Supervisionada.
Fonte: SCHUMACHER (1995)

4. RESULTADOS, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A aplicação de tecnologias e ferramentas de ponta como os Sistemas de Tratamento de Imagens e as Fotografias Aéreas de Pequeno Formato, dão suporte para o processo de conhecimento, armazenamento e obtenção de informações sobre as terras.

Embora as scanerizações foram executadas em um equipamento de menor indicação, as mesmas foram suficiente para a produção cartográfica e mostraram-se dentro do sistema utilizado com apresentação e resolução compatíveis com o que se estava almejando.

A scanerização de 300 dpi's, à 16 milhões de cores no modo "padronizar" demonstrou uma resolução espacial considerável para fotografias aéreas na escala de 1/20000, provando assim que os scanners de mesa podem suprir a comunidade científica, os profissionais e aos órgãos que necessitam a realização de seus trabalhos ou atividades.

Para a execução de trabalhos com objetivo de produção de mapas, uma vez que estes arquivos serão utilizados em softwares de Geoprocessamento, recomenda-se o uso de scanner específicos para esta atividade, também conhecidos como "scanner cartográfico".

A atividade de produção cartográfica em softwares de Geoprocessamento, assim como nos reprodutores digitais requerem arquivos onde pode-se obter melhores resultados e precisão, por isto recomenda-se que se faça scanerizações das fotografias em dpi's mais favoráveis para a confecção de mapas, ou seja scanerizações acima dos 300 dpi's.

A obtenção de Mapas do Uso do Solo a partir de Fotografias Aéreas através da metodologia é uma evolução no sentido de se adotar novas ferramentas e técnicas de fácil acesso e baixo custo, que visam implantar planos de desenvolvimento territorial, controle do uso do solo e degradação ambiental entre outros.

O sensoriamento remoto através das fotografias aéreas obtida a partir de câmera de pequeno formato é uma alternativa de mapeamento temático, com resultados e aplicações amplamente testados e utilizados nos Estados Unidos, Canadá, Europa e Brasil.

A metodologia de obter mapas utilizando como base estas Fotografias Aéreas obtidas com câmera de Pequeno Formato digitalizadas em Softwares de Geoprocessamento, podem ser utilizados para várias finalidades como por exemplo: estudos de Impacto ambiental, queimadas, transportes, serviços de emergências, etc.

As câmeras de pequeno formato passam a ser um recurso capaz de produzir e analisar modelos planimétricos de terrenos, análises ambientais, etc, em escalas intermediárias e maiores do que das imagens orbitais, sem ter que passar pelo longo tempo e alto custo da restituição aerofotogramétrica.

A quantidade de pontos utilizado para a correção geométrica não conseguiu-se produzir resultados satisfatórios, já que não se tinha idéia inicial da quantidade de pontos necessários para esta atividade, do espaçamento entre eles. A metodologia utilizada para a verificação do P.E.C., produziu resultados que mostraram que o mapa produzidos não se encaixa em nenhuma classe da classificação da legislação cartográfica, mostrando assim que a quantidade de pontos utilizada não é suficiente para a produção de mapas na escala 1/10000 e 1/15000, assim como não se tinha experiência anterior em atividades deste gênero.

A metodologia e as fotografias aéreas obtidas com câmeras de pequeno formato servem para executar a atualização do uso do solo, podendo por exemplo promover o mapeamento anual desta característica, observando como acontece a utilização das terras e os seus recursos, além de servirem para uma fiscalização ambiental em todo o município.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, A. **Utilização de Câmaras de Pequeno Formato no Cadastro Técnico Urbano.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis, SC, 1993.
- AMORIM, A. **Fotogrametria Analítica Aplicada às Câmeras de Pequeno Formato.** In: XIV Congresso Brasileiro de Cartografia, Gramado, RS, 1989.
- AMORIM, A. ; LOCH C. **Utilização de Câmeras de Pequeno Formato na Atualização de Mapeamentos.** In: XVI Congresso Brasileiro de Cartografia, Rio de Janeiro, 1993.
- ANDRADE, J. B.; MACHADO, S. A. **Marcos Históricos no Mapeamento Florestal do Paraná usando Técnicas de Sensoriamento Remoto.** In: Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas aplicados à Engenharia Florestal. Curitiba, PR, 1994.

- DISPERATI, J. T.L.; OLIVEIRA, J. C. B. **Estimativa de população por fotografias aéreas: Caso de estudo dos bairros Água Verde e Boa Vista em Curitiba-PR.** In V Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, RN, 1988.
- ERBA, D.A. **Relevamiento del uso actual de la tierra em propiedades rurales, utilizando fotografías aéreas de pequeño formato.** In: I Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis, SC, 1994.
- ERBA, D.A. **Capacidade métrica e resposta visual de fotografias digitalizadas com "scanner".** Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola, Santa Maria, RS, 1993.
- GRAÇA, L. M. A. **O uso de "scanners" para a digitalização de cartas topográficas para a implantação de um sistema de geoinformações urbanas.** In: I Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento. São Paulo, SP, 1990.
- HAAG, N.N. **Image matching Using Corresponding Point Measurements.** Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Dezembro 1992.
- LIMA, D. G. **Erros previsíveis ou Temíveis nas operações Topográficas.** São Paulo, SP, 1991.
- LOCH, R. E. N. **Algumas considerações sobre a Base Cartográfica.** In: I Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis, SC, 1994.
- LOPES, L.H.A.; LOCH, C. **Composição do Cadastro Técnico Multifinalitário-Mapas Temáticos.** In: I Simpósio LatinoAmericano de Agrimensura, Foz do Iguaçu, PR, 1992.
- MADRUGA, P. R. A. **Sistema Integrado de Mapeamento para Manejo de Bacias Hidrográficas.** Tese de Doutorado em Ciências Florestais, Curitiba, PR, 1992.
- NOVAK K. **Rectification of Digital Imagery.** Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Março, 1992.
- PAREDES, E.A. **Sistema de informação Geográfica.** Ed. Érica, São Paulo, 1994.
- SCHULER, C.A.B.; SCHULER, M.B.; MARQUES, A.P.D.; LINS, F.C. **Degradação Ambiental versus expansão urbana - Constatação temporal por Fotografias Aéreas Verticais (Pancromáticas, P&B e 35 mm).** In: VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba, PR, 1993.
- SCHULER, C.A.B.; DISPERATI, A.A. **Sobre o Uso de Fotografias Aéreas Convencionais (preto & branco e falsa-cor) e 35 mm (coloridas) verticais no Mapeamento Florestal de uma Área Teste na Região Metropolitana de Curitiba.** In: VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba, PR, 1993.
- SILVA, I. da **Perspectivas da Fotogrametria Digital.** In: GIS Brasil 94 - Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento, Curitiba, PR, 1994.
- SILVA, I. da **Técnicas de Tratamento de Imagens para Vetorização de Fotos Aéreas.** In: XV Congresso Brasileiro de Cartografia, São Paulo, SP, 1991.
- TOMMASELLI, A.M.G.; TOZZI, C.L. **Fotogrametria, cartografia e visão computacional.** In XV Congresso Brasileiro de Cartografia. São Paulo-SP, Brasil, 1991.
- WARNER, W.S.; ANDERSEN, O. **Consequences of Enlarging Small-Format Imagery with a color copier.** Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Março 1992.
- WARNER, W.S.; CARSON, W.W.; BJORKELO, B. **Relative Accuracy of monoscopic 35mm Oblique Photography.** Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Janeiro 1993.
- WARNER, W.S.; CARSON, W.W. **Mapping Monoscopically: an Innovative System for Vertical and Oblique Aerial Photographs.** ITC Journal 1992-3.