

DETERMINAÇÃO DA ESCALA MÁXIMA DE USO DE IMAGEM IKONOS-GEO PARA APLICAÇÃO EM ÁREAS URBANAS : ESTUDO DE CASO – ARAÇOIABA DA SERRA-SP

Determination of the maximum scale of use of an ikonos-geo image for application in urban areas: case study – Araçoiaba da Serra-SP

Mauro Issamu Ishikawa

mauro@prudente.unesp.br

Erivaldo Antonio da Silva

erivaldo@prudente.unesp.br

Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências e Tecnologia – Departamento de Cartografia

Artigo recebido em 18/02/2005 e aceito para publicação em 11/04/2005

RESUMO: *O Sensoriamento Remoto orbital vem passando por uma grande evolução tecnológica desde o final de 1999, quando foi lançado o satélite IKONOS. Este satélite possui sensores capazes de gerar imagens com 1 metro de resolução espacial no modo pancromático e 4 metros no modo multiespectral. Este trabalho teve como objetivo fazer um estudo do potencial de uso das imagens geradas pelo satélite IKONOS, produto Geo, no que diz respeito a escala máxima de utilização em aplicações cartográficas. O procedimento para verificar a exatidão cartográfica baseou-se na análise estatística das discrepâncias entre as coordenadas de pontos no terreno, obtidas através do GPS, e as coordenadas dos pontos homólogos extraídas da imagem IKONOS, através da análise da existência de tendências e da precisão. Como resultado final, chegou-se a conclusão que a imagem IKONOS/Geo utilizada é adequada a escala 1:50000 e menores.*

Palavras-chave: ikonos, imagens de alta resolução, sensoriamento remoto, escala máxima.

ABSTRACT: *The orbital Remote Sensing is getting through a immense technological evolution since the end of 1999, when the satellite IKONOS was launched. This satellite has sensors capable of generating images with 1 meter resolution in the panchromatic mode and 4 meter resolution in the multispectral mode. This dissertation aimed at studying the potential use of such imagery obtained by IKONOS satellite, Geo Product, specially with respect to the maximum scale of employment for cartographic applications. The approach for the checking the cartographic accuracy was based upon the statistical analysis of discrepancies between the coordinates on the ground, obtained by the use of GPS, and the coordinates of homologue points extracted from the IKONOS imagery, through the analysis of existence of trend and also by the analysis of precision. As a final result, the IKONOS/Geo imagery is adequate for mapping at 1:50.000 and smaller scales.*

Keywords: ikonos, high resolution imagery, remote sensing, maximum scale.

1 – INTRODUÇÃO

O sensor que o satélite IKONOS carrega a bordo pode gerar imagens pancromáticas com resolução espacial de 1 m e multispectrais de 4 m, com uma visada *off-nadir* de até 60° em qualquer azimute, que o torna capaz de oferecer um período de revisita reduzido (dois a três dias) e a capacidade de gerar pares estereoscópicos (TOUTIN e CHENG, 2000).

As imagens são fornecidas em arquivos digitais, com diferentes especificações, de acordo com as necessidades dos usuários. A curta periodicidade da revisita a um mesmo ponto na superfície terrestre pelo satélite, em comparação aos demais, garante a obtenção das imagens em condições climáticas adversas, aumentando a possibilidade de coincidência com dias claros. A amplitude da cena, de 11 x 11 km, otimiza a coleta estabelecendo uma relação muito mais favorável para os custos das cartas a partir das imagens. Um problema, é que diferentemente de outros satélites comerciais, a empresa Space Imaging não fornece as informações orbitais detalhadas (efemérides) do satélite IKONOS, impossibilitando avaliar a qualidade geométrica da imagem.

As imagens IKONOS são produzidas segundo diferentes níveis de processamento, *Geo*, *Geo Orto*, *Reference*, *Map*, *Pro*, *Precision* e o *Precision Plus*, todos com 1 metro de resolução espacial pancromática ou 4 metros multispectral, porém submetidos a tratamentos diversos para atender finalidades distintas, e que correspondem também, a diferentes custos de aquisição.

Os preços dos produtos IKONOS, no Brasil, do tipo *Precision* ainda é muito alto em comparação ao produto *Geo*, cerca de quatro vezes mais (TABELA DE PREÇOS DAS IMAGENS IKONOS, 2003). O produto *Geo* é o mais simples dos produtos *Carterra*, é um produto tratado geometricamente com base nas efemérides do satélite, corrigido para um datum e uma projeção cartográfica predefinida. As correções aplicadas à imagem removem as dis-

torções introduzidas no momento da aquisição, reamostrando-a para um tamanho de pixel uniforme (1 m ou 4 m) e um determinado sistema de projeção cartográfica, sem correção das distorções do relevo (PROGRAMA IKONOS, 2003).

Portanto, ao se adquirir um produto tipo *Geo*, qual seria a escala máxima recomendável de ser utilizada? Segundo Toutin e Cheng (2000), este produto atenderá aos requisitos geométricos de um mapeamento na escala máxima de 1:100000. Desta forma, conhecer a qualidade geométrica (por exemplo, através do Padrão de Exatidão Cartográfica) é de fundamental importância para determinar se a informação extraída do produto é confiável e pode ser utilizado pelo usuário.

Assim, visando determinar a qualidade do produto *Geo* e conseqüentemente a escala máxima de uso, utilizou-se do sistema NAVSTAR/GPS (NAVigation Satellite with Time and Ranging/Global Positioning System) como ferramenta na aquisição das informações posicionais dos pontos de controle no terreno. A concepção desse sistema permite que um usuário em qualquer lugar da superfície terrestre tenha a sua disposição, no mínimo, quatro satélites para serem rastreados. Além da precisão oferecida, permite maior rapidez na coleta e processamento dos dados e na análise dos resultados (MONICO, 2000).

Determinar a qualidade do produto inclui verificar a precisão das medidas horizontais e verticais dos pontos ou feições, no conjunto de dados. A qualidade pode ser avaliada através da comparação de um conjunto de dados, formados pelas coordenadas dos pontos no terreno e as coordenadas dos pontos homólogos extraídas da imagem.

A avaliação quantitativa da qualidade do produto pode ser realizada através de testes estatísticos para a análise de tendência (erros sistemáticos) e análise de precisão, classificando-o, quanto a escala máxima de uso, de acordo com a normas brasileiras do Decreto Lei nº 89.817 de 20 de Junho de 1984 — Instruções Reguladoras das Normas Técnicas

da Cartografia Nacional.

O objetivo principal deste trabalho é estudar a viabilidade de uso da imagem IKONOS, produto *Geo*, visando a definição da escala máxima de utilização destas imagens como bases planimétricas para aplicações cartográficas em áreas urbanas.

2 – ÁREA DE ESTUDO

Situa-se no município de Araçoiaba da Serra, SP, região de Sorocaba, distante 115 quilômetros da cidade de São Paulo, com uma altitude média de 625 metros e uma população aproximada, segundo estimativa do IBGE, de 35000 habitantes, sendo as principais atividades econômicas a agricultura e a apicultura. A Figura 1 ilustra a localização do município no Estado de São Paulo.

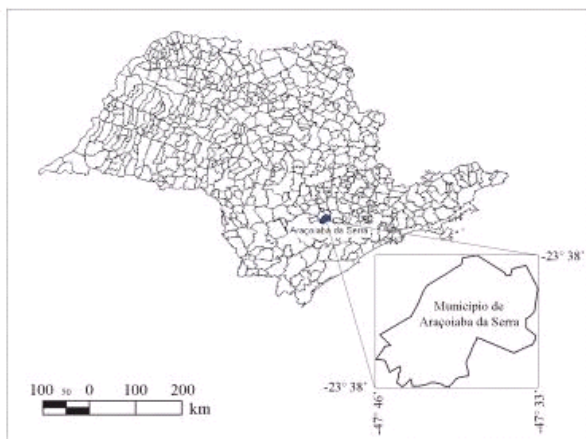


Figura 1 – Localização do município de Araçoiaba da Serra.

A imagem IKONOS disponibilizada para estudo é do tipo *Geo*, pancromática com 1,0 m de resolução espacial e foi obtida em 24 de março de 2000, abrangendo uma área de aproximadamente 64 km².

Considerando que o objetivo do trabalho é o uso de imagem de alta resolução como base planimétrica para aplicações em áreas urbanas, foi definida como área de estudo aquela contendo o perímetro urbano e os arredores da cidade de Araçoiaba da Serra. Portanto, a sub-imagem contendo

a área efetivamente de trabalho, possui aproximadamente 36 km². Salienta-se que esta área, na cidade de Araçoiaba da Serra e arredores, em termos de relevo, é relativamente plana, possuindo uma variação em torno de 80 metros.

3 – COLETA DE DADOS GPS

A imagem IKONOS, tipo *Geo*, não recebe qualquer tratamento adicional além da correção geométrica, tornando o uso deste tipo de imagem restrita a aplicações que exigem maior precisão.

Desta maneira, uma forma de verificar a escala adequada, para utilizar esta imagem, é fazer uso de pontos de controle no terreno.

Assim, o sistema GPS seria a ferramenta indicada para a obtenção destes pontos, pois além da facilidade de aquisição, possibilita a redução de tempo entre a coleta, o processamento, e análise destas informações. Associada ao sensoriamento orbital, representa a possibilidade de um melhor aproveitamento das imagens, inclusive quanto ao aspecto de obtenção da informação posicional diretamente na imagem.

Segundo Merchant (1982), a exatidão de um mapa, é verificada a partir da comparação das coordenadas do terreno com as do mapa. Os pontos de controle a serem utilizados, devem ser determinados por procedimentos nos quais os erros na determinação das suas coordenadas não sejam superiores a 1/3 do erro padrão esperado para a classe da carta. Já que 1σ equivale a uma probabilidade de 68,26%, enquanto que 3σ equivale a uma probabilidade de 99,7%.

Desse modo, calculou-se a tolerância mínima para determinação dos pontos. tomou-se como parâmetro uma carta de classe A, ou seja, com um erro padrão planimétrico de 0,3 mm na escala da carta. Vale ressaltar que neste trabalho foram considerados apenas os erros em relação a planimetria. Como no Brasil, o produto mais avançado baseado na imagem IKONOS é o *Precision* e que segundo Filho (2000)

pode ser utilizado numa escala máxima de 1:5000, concluiu-se que os pontos deveriam ser determinados com precisão superior a 0,5 m.

Logo, o posicionamento relativo atende a tolerância exigida em relação ao erro padrão requerido no levantamento do ponto base e dos pontos de controle utilizando o sistema GPS. O método empregado foi o estático, visto que as distâncias entre o ponto base e os pontos de controle eram maiores que 10 km.

Desta forma, um ponto base e trinta e seis pontos de controle foram selecionados em campo, sendo constituídos de cantos de quadras, cruzamento de ruas, bifurcações de estradas, cantos de piscina, etc., conforme pode ser visto na Figura 2.

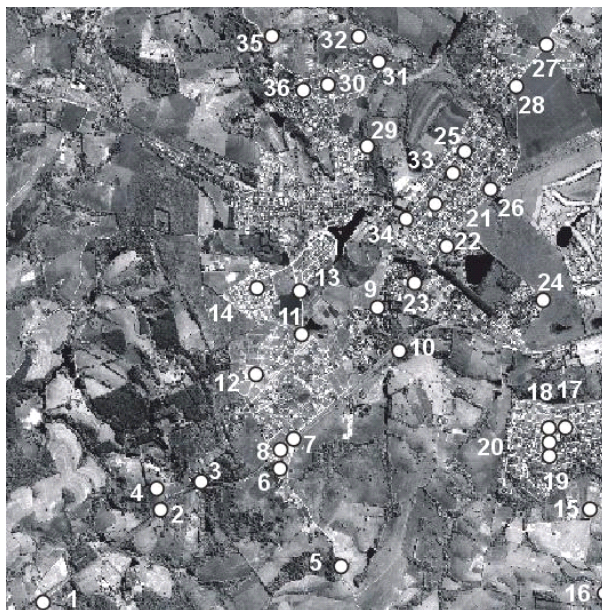


Figura 2 – Distribuição dos pontos de controle.

No levantamento desses pontos foram utilizados os seguintes receptores GPS: no ponto base (ARAÇOIABA), implantado próximo a cidade de Araçoiaba da Serra, um receptor ZXII da Ashtech de dupla frequência e na determinação dos pontos de controle dois receptores 4600 LS da Trimble de uma frequência. O receptor Trimble 4000 SSI, com dupla frequência, que ocupou a estação UEPP, localizada em Presidente Prudente e pertencente a RBMC foi utilizado com a finalidade de determinar

as coordenadas do ponto base.

4 – PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS GPS

Os dados coletados foram transferidos para um computador, utilizando-se dos softwares GPSurvey 2.35a e Reliance Processor 4.0 e em seguida processados.

4.1 – Processamento do ponto base

O processamento dos dados foi efetuado no software GPSurvey 2.35a. De modo a aumentar a confiabilidade do resultado das coordenadas do ponto ARAÇOIABA, este ponto foi processado juntamente com as estações PRUDENTE, VIÇOSA e CURITIBA, todas pertencentes a RBMC.

Foram processadas as linhas de base PRUDENTE → ARAÇOIABA, VIÇOSA → ARAÇOIABA e CURITIBA → ARAÇOIABA. Em seguida, as componentes ΔX , ΔY e ΔZ , resultantes dos processamentos das bases, foram ajustadas, de modo a obter uma solução única para a posição do ponto, bem como estimar a precisão da solução adotada. Para o ajustamento desta rede foi utilizado o programa TRIMNET Plus.

O resultado do processamento foi aceito no teste χ^2 (Qui-quadrado) do programa TRIMNET Plus. O TRIMNET ajusta a rede para um nível de significância de 95%, sendo considerado aceito se o fator de referência (variância a posteriori) estiver próximo a 1. No ajustamento do ponto base ARAÇOIABA o fator de referência foi igual a 1,05. Desta forma, este ponto pode ser utilizado como base para a determinação dos pontos de controle.

4.2 – Processamento dos pontos de controle

Determinada as coordenadas do ponto ARAÇOIABA, a próxima etapa consistiu em determinar as coordenadas dos pontos de controle que serviram de referência para o estudo da utilização da imagem IKONOS.

Neste processamento, foi utilizado o software GPSurvey 2.35a. Fixou-se o ponto ARAÇOIABA, introduzindo suas coordenadas como origem e definiram-se as linhas de base para os 36 pontos de controle a serem determinados.

Durante o processamento dos dados foi convencionado para o teste *Ratio* um valor maior ou igual a 1,5. O *Ratio* é uma avaliação estatística e representa a razão entre segunda e a primeira melhor solução inteira da ambigüidade, deste modo, quanto maior o valor dessa razão, mais confiável será a solução. O teste *Ratio* segue a distribuição F, já que trata da razão entre duas variâncias.

Dos 36 pontos de controle rastreados, 35 pontos tiveram solução FIX (*fixed*), ou seja, passaram pelo teste *Ratio* e apenas um (ponto 29) teve solução FLT (*float*).

Analisando os resultados obtidos, verificou-se que os valores médios dos desvios padrão σ_E e σ_N , foram de 7,2mm e 3,7mm, respectivamente, atendendo plenamente a precisão de 0,50 m no terreno.

Monico (2000) considera que o método de posicionamento relativo estático permite obter precisão da ordem de 0,1 a 1,0 ppm, ou melhor, para linhas de base maiores do que 10 km. Neste trabalho, as linhas de base tiveram um comprimento médio de 15,7 km, e o desvio padrão médio, obtido do processamento destas linhas, foi de 2,9 mm, ou seja, de 0,185 ppm. Portanto, dentro do intervalo preconizado por Monico (2000).

5 – GEOREFERENCIAMENTO E EXTRAÇÃO DOS PONTOS NA IMAGEM IKONOS

Das transformações planas, as mais adequadas para o caso são a transformação afim e a transformação isogonal. Considerando que a transformação isogonal possui quatro parâmetros e a medida em que se diminui a quantidade de parâmetros, pode-se deixar de modelar efeitos que

introduzem pequenas distorções geométricas, e considerando-se que a imagem é formada por um conjunto de elementos de área (pixels) que foram definidos por filtragens e amostragens em duas direções ortogonais e que passaram por um processo de reamostragem quando da aplicação da correção geométrica, é de se esperar que a utilização de dois fatores de escala, um ao longo das varreduras e outro na direção do traço da órbita, possa melhorar o registro entre as coordenadas da imagem e as coordenadas GPS. Desta forma, adotou-se o uso do modelo de transformação afim com seis parâmetros.

O resultado do georreferenciamento da imagem IKONOS/Geo indicou um desvio padrão final de $\sigma = 0,5156m$. Considerando que o erro médio de pontaria no momento da identificação do ponto está em torno de meio pixel (0,5 metro) e que a imagem IKONOS em estudo é um produto tipo *Geo*, ou seja, sem correções das distorções do relevo; o desvio padrão conseguido no georreferenciamento da imagem, de $\sigma = 0,5156m$, está dentro do esperado e atende aos objetivos do trabalho.

Após a etapa de georreferenciamento, utilizou-se o software IRAS/C para abrir a imagem, sendo que a ferramenta *zoom* foi usada para a identificação do ponto e a extração das coordenadas dos pontos homólogos na imagem deu-se de modo manual utilizando o *mouse*.

Os pontos 6, 8, 25, 29, 31 e 32 não puderam ter suas coordenadas extraídas, visto que se encontravam em locais de difícil identificação na imagem IKONOS/Geo, mais especificamente, cantos de quadras ou entroncamento de estrada não bem definidos na imagem ou com presença de sombra sobre o ponto.

6 – DISCREPÂNCIAS ENTRE AS COORDENADAS GPS E AS EXTRAÍDAS DA IMAGEM IKONOS

A próxima fase consistiu em determinar as discrepâncias entre as coordenadas dos pontos de controle levantadas no terreno com GPS e, as coor-

denadas dos pontos correspondentes na imagem IKONOS.

Na Figura 3 podem ser observados os vetores resultantes das discrepâncias planimétricas em E e N e que foram geradas a partir do software Gnuplot 3.7.

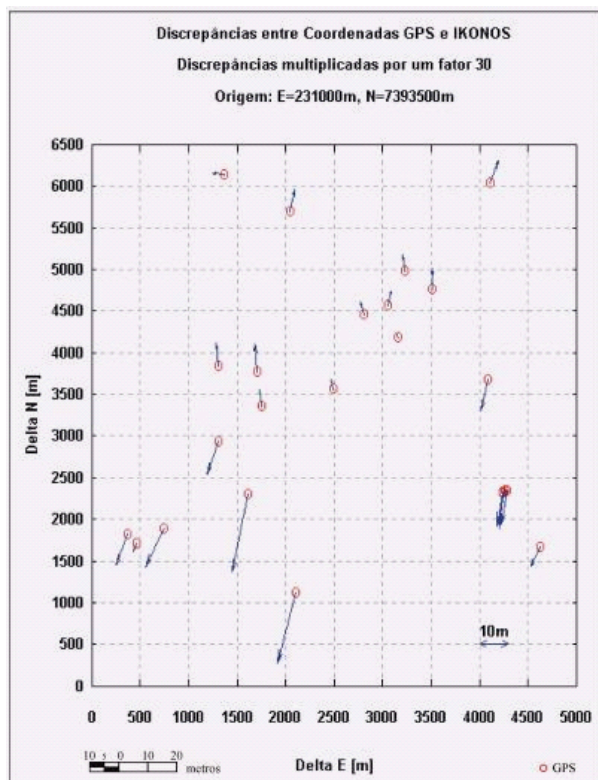


Figura 3 – Vetores das discrepâncias planimétricas.

Durante a gravação de uma cena, o satélite pode sofrer alterações dinâmicas de altitude e velocidade, bem como arraste durante a varredura e variação do tempo útil da varredura. Isto ocasiona a conseqüente variação do comprimento (pixel), e pode ter como conseqüência à variação da posição do ponto. Tal fato poderia explicar, de certo modo, os valores das discrepâncias observadas na direção N, que são maiores do que os verificados na direção E.

Uma outra hipótese, para as discrepâncias observadas na direção N, principalmente os vetores resultantes situados no canto inferior esquerdo, poderia estar relacionados com um possível problema

no momento da determinação do ponto 01, ponto este que foi utilizado no georreferenciamento.

7 – ANÁLISE DA QUALIDADE POSICIONAL DA IMAGEM IKONOS/GEO

A partir da determinação dos pontos de controle coletados via GPS, do georreferenciamento, da extração dos pontos na imagem IKONOS/Geo e do cálculo das discrepâncias, a próxima fase consistiu em efetuar uma análise estatística dos resultados.

Segundo Merchant (1982), a verificação da exatidão cartográfica de uma carta, no caso a imagem IKONOS/Geo, é baseada na análise estatística de tendência (erros sistemáticos) e precisão.

7.1 – Análise de tendência

A análise de exatidão da imagem é baseada na análise estatística das discrepâncias entre as coordenadas observadas no terreno com GPS e as suas homólogas extraídas da imagem IKONOS/Geo.

Para a análise da exatidão, utilizou-se a estimativa intervalar dada pela distribuição t de Student, pois esta é particularmente válida para amostras menores que trinta, consideradas pequenas.

Neste trabalho o tamanho da amostra é de 24 pontos e foi adotado, seguindo as normas do Decreto nº 89.817/84, o intervalo de confiança de 90% de certeza para a média populacional a partir da média amostral e do desvio padrão amostral.

Para esta análise deve-se determinar a estatística amostral t e verificar se o valor de t_x amostral está no intervalo de aceitação ou rejeição da hipótese nula. Lembrando que na determinação do valor de t_x amostral considera-se no denominador o desvio padrão populacional (σ_x) estabelecido para a escala em análise e o erro padrão para a imagem tipo classe A. Considerou-se como classe A em virtude de ser, segundo o Decreto Lei, a mais exata, e considerando que o objeto de estudo deste trabalho é uma

imagem de satélite, o qual não é classificada segundo classes.

Diversas análises foram efetuadas para diferentes escalas, porém a escala que foi aceita na análise estatística foi a de 1:50.000.

A Tabela 1 mostra a análise de tendência efetuada nas discrepâncias calculadas entre as coordenadas dos pontos obtidos com o GPS e na imagem IKONOS/Geo.

Tabela 1 – Resultados para a análise de tendência

n	24 pontos
$\overline{X_E}$	- 1,893 m
$\overline{X_N}$	- 4,317 m
S_E	2,337 m
S_N	12,224 m
EP _{1:50000}	15 m
σ_X	10,607
$t_{23; 0,05}$	1,714
t_E	- 0,874
t_N	- 1,994
Análise	$ t_E < t_{Amostral}$
	$ t_N > t_{Amostral}$
Componente	E Sem tendência
	N Apresenta tendência

Como pode ser verificada na Tabela 1, a comparação do valor de t amostral com o valor teórico indica a existência de uma tendência na direção N. Já a ausência de tendência na direção E, indica que as discrepâncias entre as coordenadas GPS e as obtidas na imagem IKONOS/Geo, não são significativas, aceitando-se assim a hipótese nula com um nível de confiança de 90%.

Considerando-se que há influências sistemáticas na coordenada N, pode-se tomar o valor médio do intervalo de influência, com sinal contrário

($\overline{X_N} = 4,0$ m) e introduzi-lo em todas as coordenadas N da imagem, diminuindo-se as discrepâncias.

7.2 – Análise da precisão

A análise da precisão é feita comparando-se o desvio padrão das discrepâncias com o erro padrão (EP) esperado para a classe que se deseja testar. Para esta análise utilizou-se da estimativa dada pela distribuição Qui-quadrado (σ^2), num intervalo de confiança de 90%.

A Tabela 2 apresenta a análise de precisão para a escala 1:50000 efetuada nas discrepâncias calculadas entre as coordenadas GPS e o IKONOS/Geo.

Tabela 2 – Resultados para a análise da precisão

$\chi^2_{23;10\%}$	32,004
S_E	2,337 m
S_N	12,224 m
$\sigma_{(1:50000)}$	10,607 m
χ^2_E (Classe A)	1,117
χ^2_N (Classe A)	30,549
Análise	χ^2 (Classe A) < $\chi^2_{23;10\%}$
Escala a ser utilizada	1 : 50000

A comparação do Qui-quadrado amostral com o valor teórico indica que a imagem, produto Geo, que abrange o município de Araçoiaba da Serra, atende aos requisitos de precisão nas duas direções E e N. Desta forma, esta imagem IKONOS atenderá aos requisitos geométricos de um mapeamento na escala máxima de 1:50000, para um nível de confiança de 90%.

Portanto, o uso desta imagem IKONOS é recomendado para projetos ambientais, de agricultura, de monitoramento ou atualização cadastral, porém de pouca utilidade para projetos que exigem maior grau de precisão, como num projeto de mapeamento urbano.

8 – CONCLUSÃO

Este trabalho investigou a viabilidade de uso das imagens IKONOS, produto Geo, visando a definição da escala máxima de utilização em aplicações urbanas.

As investigações foram realizadas numa área (urbana) e seus arredores no município de Araçoiaba da Serra-SP. Na obtenção dos pontos de controle foi utilizado o sistema GPS, sendo utilizado o método de posicionamento relativo estático, visto que este atende as prescrições necessárias ao levantamento dos mesmos. A precisão média alcançada para as linhas de base que determinaram os pontos de controle foi de 0,185 ppm. A partir deste resultado foi possível concluir que o GPS pode ser utilizado com grande ganho de tempo e com precisão compatível na determinação dos pontos de controle.

Na análise estatística de tendências, ao nível de confiança de 90%, verificou-se uma influência sistemática na coordenada N, tal influência pode ser atribuída a erros internos e/ou externos provenientes do próprio sistema de imageamento do satélite IKONOS. Já a ausência de tendência na direção E indicou que não existem discrepâncias entre as coordenadas obtidas do sistema GPS e as extraídas da imagem IKONOS, portanto foi aceita a hipótese nula com um nível de confiança de 90%.

Na análise estatística da precisão verificou-se que a desigualdade $\chi^2_x \leq \chi^2_{(n-1, \alpha)}$ é satisfeita tanto para as coordenadas E como N, o que classificou a imagem como pertencente a Classe A para uma escala de 1:50.000.

Observa-se, na análise do Decreto nº 89.817/84, que este não se refere às escalas que deverão ser contempladas pela avaliação. Porém, estabelece o Padrão de Exatidão Cartográfica e o Erro Padrão que permitem classificar as cartas como A, B ou C, deixando implícito que, para todas as escalas este padrão poderá ser usado. A distinção se dá apenas nos valores encontrados conforme a escala em que se deseja trabalhar.

A Space Imaging Web, 2003, orienta a seus usuários que a imagem IKONOS, produto do tipo *Geo*, atende aos requisitos geométricos de um mapeamento na escala máxima de 1:100.000. A escala alcançada, de 1:50.000, pode ser creditada a dois fatores: a área de estudo, que engloba o perímetro urbano e arredores da cidade de Araçoiaba da Serra é relativamente plana e a imagem disponibilizada foi obtida através de visada *nadir*.

Quanto ao uso do produto especificamente num mapeamento urbano, na escala 1:50.000 ou menores, a imagem IKONOS/*Geo* poderia ser utilizada, por exemplo, como ferramenta de apoio na identificação de novas edificações, pois a resolução espacial de 1,0 metro da imagem permite esta visualização ou de novos loteamentos, principalmente os clandestinos, observando inclusive a densidade de ocupação dos mesmos ou para a verificação da tendência de expansão da ocupação urbana ou ainda, identificação de arruamentos que não possuem camada asfáltica, etc. Porém, a detecção destas alterações no meio urbano, com o uso destas imagens, não substitui a ida ao campo para atualização definitiva da base cadastral. Tais imagens podem acelerar o processo de obtenção destas informações, permitindo que a atualização seja efetuada em menor tempo e com menor custo e, principalmente, auxiliando na definição, por parte do poder público, das áreas a serem prioritariamente visitadas.

No que tange às aplicações deste tipo de produto em áreas rurais, espera-se grandes inovações num curto espaço de tempo. Sabe-se que o conhecimento atualizado da distribuição e da área ocupada pela agricultura, edificações existentes, vegetação natural, situação da rede viária, bem como informações sobre proporções de suas mudanças tornam-se cada vez mais necessárias aos legisladores e planejadores. Desse modo, existe a necessidade de atualização constante dos registros de uso do solo, para que suas tendências possam ser analisadas. Neste contexto, este tipo de imagem constitui-se numa ferramenta de grande utilidade, pois permite num curto espaço de tempo a obtenção de uma grande quantidade de informações a respeito de

registros de uso da terra.

8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MERCHANT, D.C. Spatial accuracy standards for large scale line maps. In: American Congress on Surveying and Mapping, v.1, 1982. **Proceedings...** Denver, CO: ACSM-ASP, 1982, p.222-231.

MONICO, J.F.G. **Posicionamento pelo NAVS-TAR-GPS: Descrição, fundamentos e aplicação.** São Paulo: Editora UNESP, 2000.

PROGRAMA IKONOS. Disponível em: <http://www.intersat.com.br>. Acesso em: 23 maio 2003.

TABELA DE PREÇOS DAS IMAGENS IKONOS. Disponível em: http://www.engesat.com.br/preços/preços_ikonos.htm. Acesso em: 21 maio 2003.

SPACE IMAGING WEBSITE. Produtos Carterra. Disponível em: <http://www.spaceimaging.com/>. Acesso em: 23 maio 2003.

TOUTIN, T.; CHENG, P. Demystification of IKONOS. Earth Observation Magazine, jul. 2000. Disponível em: <http://www.eomonline.com/Common/Archives/July00/toutin.htm>. Acesso em: 25 jul. 2003.