

QUALIDADE DA BASE CARTOGRÁFICA PARA O CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO

Francisco Henrique de Oliveira - Doutorando
Carlos Loch - Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina

Curso de Doutorado em Eng. de Produção

Campus Universitário - Caixa Postal 476

Cep 88040900 - Florianópolis - SC

Fax (048) 2319770 / Fone (048) 3317049

E-mail: ecv3fho@ecv.ufsc.br

RESUMO

Neste trabalho analisa-se, primeiramente, a qualidade planimétrica de uma base cartográfica, confeccionada por uma empresa de aerolevantamentos, que foi gerada na escala 1:5.000, com pontos de apoio tirados das cartas topográficas do IBGE, na escala 1:50.000. Esta base cartográfica foi utilizada como dado de entrada em um software de processamento digital de imagens (ERDAS v. 7.5), visando a melhoria na qualidade geométrica, através dos recursos de georreferenciamento e ajustamento do software. Estes processos foram explorados, utilizando-se pontos de apoio levantados na área de estudo - Município de Cocal do Sul, com o equipamento GPS-geodésico (Global Positioning System). Para o desenvolvimento dessa pesquisa, houve a necessidade de confeccionar, paralelamente, um produto cartográfico confiável da área de estudo, seguindo as normas cartográficas para que este pudesse ser utilizado como fator de comparação com as outras duas bases cartográficas (base inicial e base reamostrada no software). O trabalho também faz um questionamento a metodologia que foi utilizada para geração do produto cartográfico de baixa qualidade e sua respectiva aplicação ao Cadastro Técnico Multifinalitário, confrontando-a com a metodologia empregada na confecção da nova base cartográfica utilizando o processo aerofotogramétrico correto. Por fim, foram classificados os dois produtos em função da base cartográfica confiável e, estudada a viabilidade da sua aplicação metodológica na melhoria geométrica de bases cartográficas ao CTMR, através do uso do software de processamento digital de imagens, ERDAS.

ABSTRACT

In this work firstly is analysed the quality of cartographic base planimetric, that was making by aersurveying and produced it in 1: 5000 scale, with ground points getting by topographic maps of IBGE, in scale 1:50000. This cartographic base was used like an input on digital images processing software (ERDAS v. 7.5), aiming the best geometric quality, through georeferencing and ajustment made by the software. These processes was explored, using ground points surveying on study area - Cocal do Sul - town, with the equipment - GPS - Global Positioning System. By the developing of this research, there was a necessity to make another cartographic product much more trust on this area, following the cartographic rules for to use in compare with two others cartographics bases (initial base and resample base by software). This work too make a question about the methodology that was used to produce cartographic product without anyone inquiring to respect it geometric quality and it application on Multipurpose Technical Cadastre, confront it with the methodology that was used to make a new cartographic base through airphotogrametric process using ground point getting by GPS. At their geometric confiability and, studied their methodologic application for improve others cartographic bases to CTMR, through using software digital image processing, ERDAS.

1. INTRODUÇÃO

Tendo como princípio alcançar uma solução que diminua custos na produção cartográfica e otimize tarefas, este trabalho foi concebido, primeiro para avaliar a qualidade geométrica de um produto cartográfico lançado por uma empresa de aerolevantamento, e em segundo, para sugerir a utilização de um software de processamento digital de imagens em plataforma PC (*personal computer*), como ferramenta alternativa na sua melhoria.

Aliado a este processo, lançou-se mão das últimas tecnologias para a geração de pontos de controle terrestre, qual seja o GPS (*Global Positioning System*) Geodésico, bem como softwares de aerotriangulação reconhecidos no mercado nacional e internacional. O procedimento utilizado para a melhoria da qualidade geométrica do produto cartográfico ficou atrelado aos recursos de funções de georeferenciamento e ajustamento de imagens, através de rotinas específicas do software Erdas 7.5.

Paralelamente ao trabalho desenvolvido com o software de processamento digital de imagens, foi gerado um produto cartográfico confiável, em que toda a legislação cartográfica foi obedecida para que este pudesse ser um fator de comparação e de análise do desempenho do software.

Para garantir a precisão cartográfica pelos dois métodos, exigiu-se que o ajustamento da aerotriangulação e o georeferenciamento, tanto no software Erdas como no processo convencional, estivesse na precisão cartográfica da carta 1:5000 que foi a saída proposta.

Considerando a íntima correlação entre Cadastro e Cartografia, o trabalho teve como maior intuito resgatar a importância necessária à confecção de uma base cartográfica, observando que depois de gerada esta base, ela deve atender aos padrões de exatidão cartográfica, uma vez que é a pedra fundamental de qualquer operação a ser realizada no planejamento físico-territorial, servindo como ferramenta à aplicação do Cadastro Técnico em determinado Município.

Assim, o Cadastro Técnico Multifinalitário, deve ser entendido como um sistema de registro da propriedade imobiliária, feito de forma geométrica sobre uma base cartográfica confiável e descritiva, constituindo-se desta forma, o veículo mais ágil e completo para a parametrização dos modelos explorados de planejamento, sempre respaldados quanto a estruturação e funcionalidade. É imprescindível que as informações sejam posicionadas espacialmente sobre a

superfície terrestre global da área de interesse (Blachut, 1974).

2. JUSTIFICATIVA

Segundo Galo e Camargo (1994), o controle da qualidade de um produto cartográfico é uma fase extremamente importante, no entanto poucas vezes realizado no Brasil. Uma parcela de culpa pode ser atribuída ao próprio produtor do mapa, outra aos usuários e contratantes destes produtos e a última ao processo de fiscalização.

Considerando o exposto anteriormente, a metodologia apresentada neste projeto visa atender às necessidades específicas de diversos usuários da cartografia para o planejamento físico territorial, embasado em princípios do Cadastro Técnico Multifinalitário Rural (CTMR), dentre os quais Prefeituras Municipais, instituições de pesquisa, contratantes de mapeamento, órgãos responsáveis pela elaboração de produtos cartográficos.

Analisando os produtos cartográficos que o Brasil dispõe, percebe-se com extrema facilidade que a quantidade de informações cartográficas em escalas diferentes em todo o território nacional é insuficiente para se planejar o espaço físico, diagnosticar o meio ambiente e implantar um Cadastro Técnico Multifinalitário Rural.

Enfim, a necessidade, de dispor-se de dados cartográficos que possuam uma qualidade cartográfica compatível com sua escala, para que haja confiabilidade na extração das informações que compõem uma base cartográfica, motivaram o desenvolvimento deste trabalho.

3. METODOLOGIA

O processo metodológico para o desenvolvimento deste trabalho está estruturado na comparação entre dois métodos para obtenção de uma base cartográfica geometricamente confiável. No primeiro processo, a base cartográfica é desenvolvida pelo método fotogramétrico convencional; já no segundo, uma base cartográfica gerada em grande escala, com pontos de apoio definidos em pequena escala, é trabalhada no módulo de correção geométrica do software ERDAS.

Portanto, a descrição da metodologia empregada é dividida em quatro etapas: a primeira refere-se a determinação dos pontos de apoio levantados a campo, que são utilizados em ambos os métodos, na segunda etapa, descreve-se o processo fotogramétrico convencional de forma sucinta, pois foge ao escopo deste trabalho, na terceira etapa sugere-se uma

metodologia para melhoramento das informações cartográficas utilizando aplicativos de outros softwares que permitam a correção geométrica (neste caso o software utilizado foi o ERDAS v. 7.5), e por fim, na quarta etapa são analisados os produtos cartográficos por meio de testes estatísticos. Esta sucessão de etapas é melhor compreendida na figura 1, apresentada no final deste trabalho.

3.1. Descrição das etapas

3.1.1 - Etapa 1 (E₁) = planejamento, aquisição e processamento dos dados levantados com GPS.

No planejamento deste levantamento foram definidos doze pontos de apoio terrestre, sendo estes geometricamente bem distribuídos no interior da microbacia do Rio Cocal do Sul. Os pontos estavam localizados em lugares de fácil acesso, sendo que todos eles encontravam-se nos entroncamentos da rede viária, possibilitando, posteriormente, uma boa identificação nos diapositivos.

Para realizar a conversão dos dados foi utilizado o software Geodésia, que foi doado pelo Centro de Cartografia Automatizada do Exército (CCAUEX - Brasília) ao Grupo de Trabalho em Cadastro Técnico da Universidade Federal de Santa Catarina (GTCadastro).

Utilizando-se deste software, foi possível realizar a transformação das coordenadas geodésicas em UTM, uma vez que para a realização da triangulação; os dados de entrada, obrigatoriamente, precisavam estar padronizados no formato UTM. Veja tabela 1.

TABELA 1 - TRANSFORMAÇÃO ENTRE SISTEMAS				
Ptos	UTM no Sistema WGS - 84		UTM no Sistema SAD - 69	
	Coordenada E	Coordenada N	Coordenada E	Coordenada N
100	663090.0323	6834219.9607	663139.2629	6834264.0946
101	664023.5512	6835892.1392	664072.7859	6835936.2756
102	662560.3581	6835334.0381	662609.5884	6835378.1781
103	661349.0413	6836598.4232	661398.2752	6836642.5607
104	661323.3988	6837943.5797	661372.6333	6837987.7104
105	662379.5978	6838907.2006	662428.8294	6838951.3309
106	660097.2312	6838808.6231	660146.4636	6838852.7618
107	659843.5045	6837979.1960	659892.7367	6838023.3209
108	658161.1157	6837553.2563	658210.3473	6837597.3860
109	656352.8528	6834735.5037	656402.0841	6834779.6300
110	657837.2130	6835125.2078	657886.4432	6832169.3416
111	657839.8717	6834475.3834	657889.1046	6834519.5148
112	659350.1769	6833511.3945	659399.4088	6833555.5283

3.1.2 - Etapa 2 (E₂) = processo aerofotogramétrico convencional para geração do produto cartográfico confiável, que será utilizado como parâmetro de comparação com as outras bases cartográficas.

Para execução desta etapa foram seguidos os passos conforme os itens abaixo relacionados.

- a) **Definição e transporte das fotocoordenadas nos diapositivos** - esta identificação (regiões planas) permitiu, posteriormente, ao operador do restituidor uma rápida e fácil leitura desses pontos, além de permitir a realização hábil e ágil do transporte dessas coordenadas entre diapositivos e faixas. O número de pontos fotogramétricos definidos foi de nove por modelo. Dessa forma, manteve-se um rigor geométrico e, conseqüentemente, uma melhoria na qualidade no produto cartográfico final, que serviu como fator de comparação entre as duas outras bases cartográficas.
- b) **Identificação e leitura dos pontos de apoio** - seguindo um cuidadoso processo de identificação descrito no item anterior, foram utilizados 12 pontos de apoio para a área de trabalho. Sua identificação na escala de vôo foi de difícil visualização, pois não havia nas fotos riqueza de detalhes bem definidos (escala 1:18.000).
- c) **Pugagem das fotocoordenadas** - este trabalho foi realizado com o Wild PUG5 da Wild Leitz, que permitiu perfurar os diapositivos definindo pontos com acuracidade, possuindo diâmetro entre 19µm a 112µm conforme escolhido pelo operador.
- d) **Leitura das fotocoordenadas no aparelho** - o aparelho utilizado para esta etapa foi um restituidor analítico BC3 da Wild Leitz. Seu software trabalha sobre plataforma UNIX e os dados são todos guardados em meio magnético. Todas as coordenadas apresentaram erros de leitura na casa micrométrica.
- e) **Aerotriangulação analítica e ajustamento das faixas e bloco** - utilizou-se nesta etapa o software AEROTRI - gentilmente cedido pela empresa Geokosmos de Curitiba. Este software é composto por um pacote de programas que realiza o ajuste por mínimos quadrados de blocos de aerotriangulação, através do método BUNDLE, em ambiente windows.
- f) **Restituição analítica** - as feições restituídas foram as mínimas necessárias, consideradas pelo autor como componentes de uma base cartográfica planimétrica para a área de pesquisa, ou seja, o grid UTM, com as coordenadas geodésicas de canto, a rede viária, a rede hidrográfica e duas linhas de alta tensão.
- g) **Edição do produto final** - nesta etapa foi possível a utilização de recursos do software CAD (Microstation v. 5.0). Os layers que formaram o produto final foram: malha viária, grid UTM, rede

de drenagem, linhas de alta tensão, informações da legenda, contorno da microbacia.

3.1.3 - Etapa 3 (E₃) = metodologia sugerida para melhoramento da qualidade geométrica do produto cartográfico, utilizando um software de processamento digital de imagens.

A base cartográfica que serviu como *input* no software GIS - ERDAS v.7.5, foi gerada na escala 1:5.000, com pontos de apoio tirados das cartas topográficas do IBGE, na escala 1:50.000, o que acarretou em um produto final com um erro intrínseco da menor escala.

Os processos seguintes para efetivar a reamostragem e a conseqüente correção geométrica foram:

a) **Montagem do arquivo com os pontos de controle (GCP) - Ground Control Points** - o comando GCP foi o primeiro passo para realizar o processo de registro ou retificação da imagem. A qualidade da correlação das coordenadas, dependeu da acuracidade do operador em identificá-las e do recurso do software ERDAS, que através de um processo iterativo de correlação das coordenadas, permitiu ao operador refinar a identificação dos pontos de controle e seu homólogo, sendo estipulado o limiar de 1 metro.

b) **Escolha do grau do polinômio e análise do erro médio quadrático:**

A equação polinomial que foi utilizada converteu as coordenadas de origem em coordenadas retificadas.

No relatório fornecido pelo software pode ser observado que o próprio sistema ERDAS fez uma pré-seleção, mediante a definição da tolerância (RMS - *Root Mean Square*) admitida para atender a qualidade das coordenadas dos pontos de controle, em relação as mesmas lidas na imagem pelo display do vídeo. Para os casos em que as coordenadas excederam o limiar pré-definido (1m) em discrepância, automaticamente, o software eliminou-as e reestruturou os dados, para realizar a retificação, através de um processo de refinamento, que consistiu na releitura dessas coordenadas.

c) **Retificação da imagem:** este processo foi utilizado porque a imagem já se encontrava georeferenciada, portanto já havia um sistema de coordenadas definido. Dessa forma, a retificação ou registro foi realizado criando-se um arquivo de saída, sendo que durante o processo de retificação o *grid* definido como sistema de referência não coincidiu com o *grid* dos pixels da matriz de entrada, então por meio de uma transformação geométrica e posterior sobreposição entre as duas imagens foi realizado o processo de reamostragem.

3.1.4 - Etapa 4 (E₄) = análises estatísticas aplicadas nos produtos cartográficos, para dimensionar suas qualidades e suas respectivas aplicações ao Cadastro Técnico Multifinalitário.

As análises estatísticas empregadas entre o produto cartográfico confiável (base cartográfica gerada através do processo aerofotogramétrico convencional) e o produto cartográfico reamostrado no software ERDAS v. 7.5, bem como o produto cartográfico convencional e a imagem original (imagem gerada na escala 1:5000 com pontos de apoio tirados da escala 1:50.000), foram: teste de tendência, teste de precisão e análise do erro máximo.

Todos estes testes estatísticos foram aplicados nas bases cartográficas fundamentados nas recomendações de Merchant (1982), o qual sugere um número mínimo de 20 pontos para se chegar a um resultado satisfatório. Entretanto, para maior segurança nos resultados optou-se por 30 pontos de controle bem distribuídos por toda a área.

Depois de aplicados todos os testes estatísticos e estando de acordo com a legislação cartográfica (PEC), foi definida a acuracidade de cada produto e sua respectiva classificação, para que estes pudessem ser empregados ao Cadastro Técnico Multifinalitário Rural.

4. ANÁLISES

- Os dados rastreados com GPS tornaram-se fundamentais na realização deste trabalho, pois através deles foi possível:
 - a) gerar um novo produto de melhor qualidade, utilizando o processo aerofotogramétrico convencional, considerando a precisão necessária à escala de restituição;
 - b) classificar a base cartográfica (segundo a legislação do PEC - Padrão de Exatidão Cartográfica), que foi confeccionada a partir de pontos de apoio extraídos de mapas em escala menor, neste caso as cartas do IBGE na escala 1:50.000;
 - c) gerar uma nova base cartográfica com melhor qualidade geométrica através da utilização do software de processamento digital de imagens, ERDAS v. 7.5.
- O resultado adquirido com o ajustamento dos pontos de controle através do Método Bundle é apresentado na tabela 2, utilizando-se o software de aerotriangulação AEROTRI. No processo de coincidência entre as coordenadas lidas nos

diapositivos e coordenadas adquiridas a campo (pontos homólogos), considerou-se uma tolerância de aproximadamente 1 metro.

TABELA 2 - RESÍDUO DOS PONTOS DE CONTROLE NA AEROTRIANGULAÇÃO

Ponto	VX (m)	VY (m)	VZ (m)	VH (m)
HV10109				- 0.009
HV10111				- 0.050
HV10108	0.021	0.049	0.027	
HV10112	0.004	- 0.056	0.024	
HV10103				0.011
HV10106				0.023
HV10102				0.040
HV10104				0.010
HV10105	0.057	- 0.011	- 0.062	
HV10101				- 0.033
HV12481	- 0.082	0.018	0.019	

- Através de um processo iterativo foi realizado a correlação entre os pontos de apoio levantados a campo e seus homólogos na imagem reamostrada, este processo constou de seis iterações através dos recursos do software ERDAS no módulo de correção geométrica, seguindo essa metodologia até que as coordenadas atendessem a qualidade definida à priori (1 metro) e que satisfizessem a escala requerida.
- Depois de realizado o georeferenciamento, foram analisados os resultados apresentados, considerando fatores que pudessem melhorar ou prejudicar a qualidade do produto cartográfico. Essa análise só foi possível mediante a

confrontação de dados, nesse caso: coordenadas tomadas entre o produto restituído na Empresa de Aerolevanteamento e a imagem reamostrada no ERDAS, bem como a confrontação de coordenadas entre o produto gerado na empresa, citado anteriormente, e o produto cartográfico antes de ser georeferenciado.

Cada produto cartográfico, ou seja, a imagem reamostrada e a imagem não reamostrada, foi avaliada e classificada em relação à precisão cartográfica de três formas diferentes, partindo-se de diferentes pontos de controle, conforme segue:

- a) primeiro foram pegos pontos de controle com distribuição aleatória dentro da microbacia do Rio Cocal, para se desenvolver os testes estatísticos. Esses pontos constaram de cruzamento entre rios, rio e estrada, estrada e estrada, linha de alta tensão e estrada ou ainda linha de alta tensão e rio;
- b) na segunda identificação foram considerados, como pontos de controle para se realizar a análise do produto cartográfico, somente as coordenadas dos pontos de apoio levantados a campo com GPS;
- c) na terceira análise realizada para se avaliar a qualidade dos produtos cartográficos, foram considerados os pontos de apoio levantados a campo somado às melhores coordenadas extraídas dos pontos definidos aleatoriamente. Uma análise global pode ser verificada na tabela 3.

TABELA 3 - TABELA RESUMIDA DAS ANÁLISES QUE FORAM REALIZADAS NAS IMAGENS REAMOSTRADA E NÃO REAMOSTRADA.

		Ptos. de checagem escolhidos aleatoriamente		Ptos. de checagem coincidentes com ptos. de apoio		Ptos. de checagem coincidentes com ptos. de apoio somados a alguns ptos. aleatórios	
		Imagem Reamostra	Imagem não Reamostrada	Imagem Reamostra	Imagem não Reamostrada	Imagem Reamostra	Imagem não Reamostrada
Tendenciosidade	E	tendenciosa	tendenciosa	livre de efeitos sistemáticos	tendenciosa	livre de efeitos sistemáticos	tendenciosa
	N	livre de efeitos sistemáticos	livre de efeitos sistemáticos	livre de efeitos sistemáticos	livre de efeitos sistemáticos	livre de efeitos sistemáticos	livre de efeitos sistemáticos
Teste de precisão	escala	1:110.000	1:112.000	1:5.700	1:12.000	1:5.000	1:11.000
	classe	C	C	C	C	C	C
Estimativa de erro (m)	E	27.7003202	105.753359	2.4798884	81.8846527	2.23555802	81.46961097
	N	13.6876624	15.9318151	2.3227302	4.38409062	2.03592164	2.867888751
Estimativa de Erro Total (m)		27.368911	106.946696	3.39778189	82.0019305	3.02368923	81.5200729

- Analisando o resultado da qualidade geométrica da imagem reamostrada, pode-se afirmar que mediante esta precisão, carta classe C na escala 1:5.000, atende perfeitamente as necessidades do Cadastro Técnico Multifinalitário Rural. Entretanto esta precisão não é atendida para o Cadastro Técnico Multifinalitário Urbano, pois este usa escala maiores do que 1: 5.000.

Analisando a imagem gerada na empresa de aerolevantamentos na escala 1:5.000 com pontos de apoio tirados das cartas do IBGE na escala 1:50.000, pode-se afirmar que sua aplicação não é recomendada ao Cadastro, pois a escala sugerida ao Cadastro Rural é de aproximadamente 1:10.000, dessa forma como a precisão deve estar diretamente relacionada a escala da carta, esse produto não satisfaz às exigências de qualidade geométrica para os mapas que compõem o Cadastro Técnico Multifinalitário Rural.

Aplicando-se o mesmo raciocínio anterior para a área urbana, percebe-se com facilidade que a base cartográfica original (base com pontos de apoio tirados das cartas do IBGE, na escala 1:50.000) não é aplicável ao CTMU (Cadastro Técnico Multifinalitário Urbano), pois sua escala não satisfaz em termos de qualidade geométrica, uma vez que a escala recomendada para o CTMU é 1:2.000.

5. CONCLUSÕES

Após a reamostragem da base cartográfica.

- primeiro foi analisado dois produtos cartográficos: a) reamostrado utilizando parâmetros de correção em um software e; b) gerado utilizando pontos de apoio em escala não adequada - esses dois produtos foram comparados a um terceiro produto que segue todas as recomendações cartográficas, portanto este último produto foi considerado como elemento de comparação;
- cada um dos produtos cartográficos acima citados (reamostrado e não reamostrado) foram analisados estatisticamente, considerando pontos de checagem em três situações distintas:
 - ⇒ escolhidos aleatoriamente;
 - ⇒ coincidentes com os pontos de apoio levantados a campo com GPS;
 - ⇒ coincidentes com os pontos de apoio levantados a campo via GPS somado aos melhores pontos que foram definidos geometricamente de forma aleatória.

Dessa forma, pode-se provar que dependendo da metodologia utilizada na avaliação de um produto cartográfico, pode-se chegar a bons resultados ou não. O fator determinante na escolha dos pontos da serem analisados e conseqüentemente influenciando na qualidade do resultado, fica delegado a subjetividade da pessoa que o faz.

Essa afirmativa fica clara e comprovada após a análise dos resultados obtidos na tabela 4 em função da tabela 3, em que os resultados apresentados após a aplicação do teste de precisão são determinados para um mesmo produto com uma grande variação na determinação da escala, conforme segue abaixo:

TABELA 4 - AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DOS PTOS. DE CONTROLE EM FUNÇÃO DO TESTE DE PRECISÃO

	Teste de Precisão	
	Reamostrada	Não reamostrada
Ptos. De checagem aleatórios	1:110.000	1:112.000
Ptos. De checagem coincidindo com os pontos de apoio	1:5.700	1:12.000
Ptos. de checagem coincidindo com os pontos de apoio somados aos pontos de checagem aleatórios	1:5.000	1:11.000

Essa mesma discrepante variação foi determinada no cálculo da estimativa do erro total (ver tabela 5) para cada um dos produtos cartográficos, que foram analisados nas três formas diferenciadas, comprovando mais uma vez que a qualidade dos resultados é determinada pelo fator subjetividade (a escolha dos pontos a serem analisados) atribuído pela pessoa que efetiva os cálculos.

TABELA 5 - AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DOS PTOS. DE CONTROLE EM FUNÇÃO DA ESTIMATIVA DO ERRO TOTAL

	Estimativa do Erro Total (m)	
	Reamostrada	Não reamostrada
Ptos. de checagem aleatórios	27.368911	106.946696
Ptos. de checagem coincidindo com os pontos de apoio	3.39778189	82.0019305
Ptos. de checagem coincidindo com os pontos de apoio somados aos pontos de checagem aleatórios	3.02368923	81.5200729

Com relação às bases cartográficas que foram manipuladas e analisadas, chegou-se as seguintes conclusões:

- a) base reamostrada com pontos de controle escolhidos aleatoriamente: atendeu a escala 1:110.000, não sendo recomendada sua utilização ao cadastro técnico, apresentando-se com erro médio total de 27.368911m;
- b) base não reamostrada com pontos de controle escolhidos aleatoriamente: como os pontos de

- apoio para geração deste documento são provenientes das cartas do IBGE em menor escala, fica clara a sua qualidade inferior;
- c) imagem reamostrada utilizando-se pontos de checagem coincidentes com pontos de apoio: o resultado deste trabalho mostrou-se muito melhor em relação aos pontos tomados aleatoriamente, com uma estimativa de erro médio total de 3.39778189m;
 - d) imagem não reamostrada com pontos de checagem coincidentes com os pontos de apoio: a melhora foi significativa, pois de uma classificação de 1:112.000 obteve-se uma classificação de 1:12.000, com uma estimativa de erro total de 82.0019305m, em função da tendenciosidade apresentada na coordenada E;
 - e) imagem reamostrada com pontos de checagem coincidentes com pontos de apoio somados a alguns pontos aleatórios: este produto cartográfico foi o que apresentou melhor qualidade geométrica, pois atendeu a escala 1:5.000 e as especificações do CTM, com erro médio total de 3.02368923m.
 - f) imagem reamostrada com pontos de checagem coincidentes com os pontos de apoio somados a alguns pontos aleatórios: este produto após as análises enquadrou-se na escala 1:11.000, entretanto, com um erro total de 81.5200729m, em virtude da grande tendenciosidade apresentada.
 - g) por fim, considerando a pior forma de análise, ou seja aquela em que foram tomados pontos aleatórios quaisquer - a base cartográfica após ter sido reamostrada, utilizando o software ERDAS e os pontos de apoio levantados à campo, apresentou um resultado satisfatório o qual se enquadra nas especificações das normas técnicas da Cartografia Nacional.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKERMAN, F. **Perspectiva do GPS cinemático para aerotriangulação**, in Revista Brasileira de Cartografia, SBC, nº 46/out. , 54-80, Tradução Placidino Fagundes, 1995.

ACKERMANN, F. **Instruction Manual** - For use of program PATM 43, for block adjustment with independent models, Stuttgart, Germany, jan-1983.

BÄHR, H.P. **Elementos básicos do cadastro territorial**, 1º Curso Intensivo de Fotogrametria e Fotointerpretação Aplicadas à Regularização Fundiária e 1º Curso Intensivo de Cadastro Técnico de Imóveis Rurais, Curitiba, 1982, 48p.

BLACHUT, T.J. **Cadastre as a basis of general land inventory of the country**, in: Cadastre: Functions, characteristics, techniques and the planning of a land record system. Canadá, National Council, 1974, 01-21p.

GALO, M., CAMARGO, P.O. **Utilização do GPS no controle da qualidade de cartas**, in: 1º CBCTM, Florianópolis, ago/1994, anais, 41-48 p.

GALO, M.; CAMARGO P.O. **Utilização de GPS no controle de qualidade de cartas**, in 1º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Praia dos Ingleses, Florianópolis, 1995, Tomo II, 39-45p.

JORDAN, L.E. **Erdas Software overview: complete GIS and image processing**, in Encontro de Usuários (UGM), Atlanta, USA, 1995, 6p.

MERCHANT, D.C. **Spatial Accuracy Standards for Large Scale Line Maps**, Technical Paper of the America Congress on Surveying and Mapping, vol. 1, p.222-231, 1982.



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Av. Dr. João Guilhermino, 429 - 11º Andar - Tel.: (012) 341-1399 - Fax: (012) 341-2829
Edifício Saint James - CEP 12.210-131 - São José dos Campos - Estado de São Paulo
Sócio Mantenedor - 1/0263

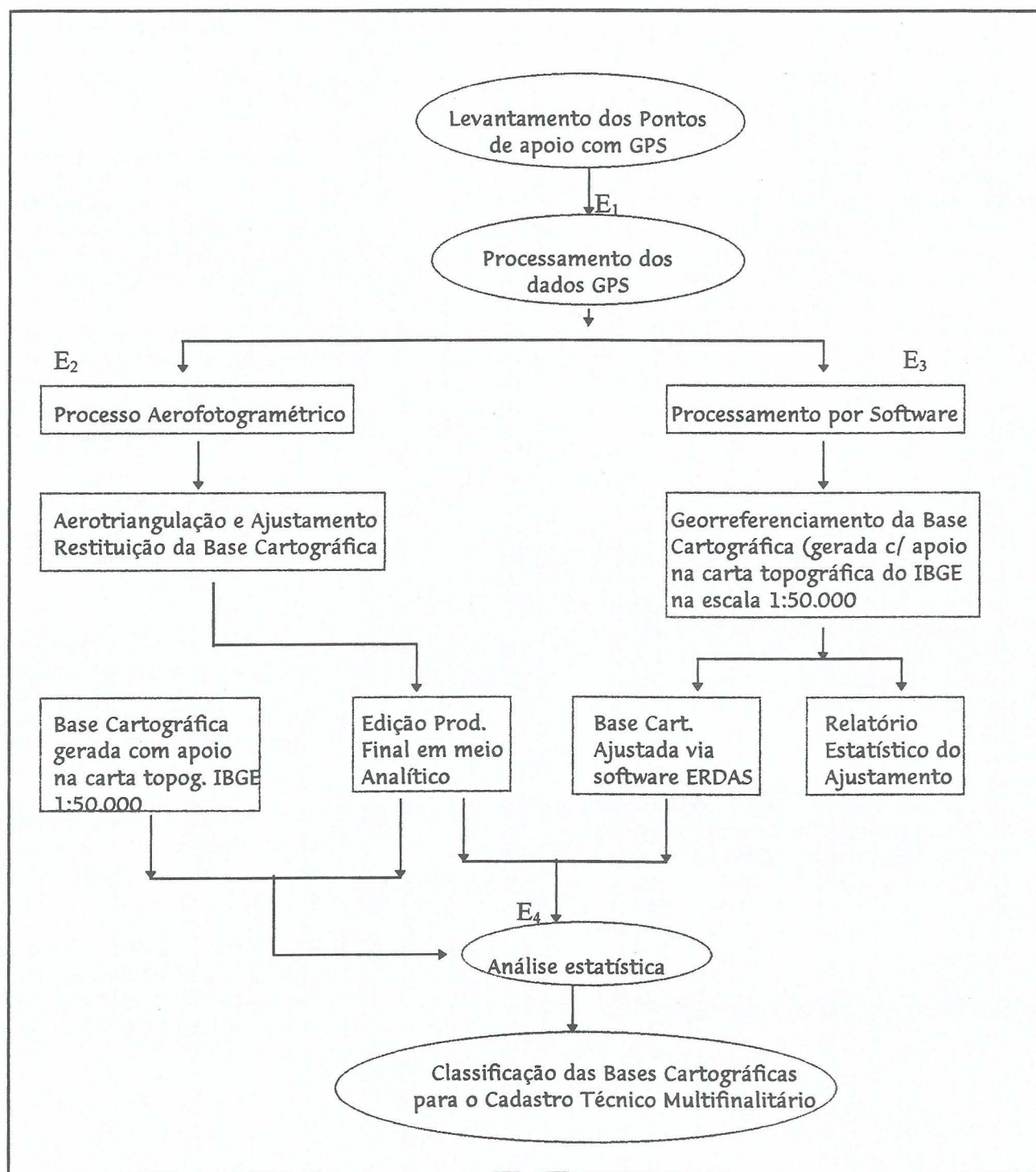


Figura 1 - Descrição da metodologia empregada