

Cartografia e Cadastro: Suporte ao Desenvolvimento de Cidades de Pequeno Porte – Estudo de Caso: Anhumas/SP

Camila Bassetto¹
Silas Valente²
Suélin Helena de Andrade³
José Milton Arana⁴
Otávio Yassuo Itame⁴

¹ Instituto de Cartografia Aeronáutica, Rio de Janeiro
camilabassetto@hotmail.com

² III Comando Aéreo Regional, Rio de Janeiro
silasvalente@yahoo.com.br

³ Engenheira Cartógrafa, Presidente Prudente
suelin_andrade@yahoo.com.br

⁴ Universidade Estadual Paulista, Depto. de Cartografia, Presidente Prudente
{arana, itame} @fct.unesp.br

Resumo: A cada dia a administração pública vislumbra o avanço tecnológico, e utiliza-se dele como ferramenta para solucionar seus típicos problemas de gerenciamento e planejamento urbano e ambiental, saneamento básico entre outros. Para as cidades pequenas, o investimento em tecnologia pode ser o fator determinante para o seu crescimento ordenado e consciente; muitas delas sequer possuem uma carta ou croqui com a localização aproximada de suas ruas, realidade esta que está mudando: Prefeituras de pequeno porte têm se conscientizado da necessidade da implantação do cadastro, e o que contribui para isso é seu caráter multifinalitário que traz uma grande variedade de aplicações. Com os custos de apenas um levantamento para implantação de um Cadastro Técnico Multifinalitário é possível satisfazer as necessidades de diversos setores públicos, o que o torna um investimento útil e acessível às Prefeituras. Utilizando as facilidades trazidas pelos tempos modernos, este trabalho mostra os resultados do levantamento geodésico e da implantação de um cadastro em uma área teste, realizados na cidade de Anhumas, no interior paulista, bem como descreve os benefícios que a aplicação de um sistema integrado de dados traria efetivamente à cidade.

Palavras chaves: levantamento geodésico, cadastro.

Abstract: Each day the public administration glimpses the technological advance, and uses it as a tool to solve its typical problems of urban and ambient management and planning, basic sanitation and others. For the small cities, the investment in technology can be a determinative factor for its commanded and conscientious growth; many of them at least possess a map with the approach localization of its streets, but this reality is moving: City halls of small cities are perceiving the necessity of the cadastre implantation, and what contributes for this is its multiple purpose character, that brings a great variety of applications. With the costs of only one survey for Multiple Purpose Cadastre implantation it is possible to satisfy the necessities of diverse public sectors, and it becomes a useful and accessible investment to the City halls. Using the easinesses brought for the modern times, this work shows the results of the geodetic surveying and the implantation of one Multiple Purpose Cadastre in a test area, done in the city of Anhumas, in São Paulo countryside, as well as describes the benefits that the application of an integrated system of data would bring effectively to the city.

Keywords: geodetic surveying, cadastre.

1 INTRODUÇÃO

A cidade de Anhumas situada no Oeste Paulista, região de Presidente Prudente, possui aproximadamente 3500 habitantes e está em processo de expansão urbana. A motivação para a escolha de Anhumas como área de estudo, foi o atendimento das necessidades da Sabesp de Presidente Prudente, que é a responsável pelo fornecimento de água e coleta de esgoto nas cidades da Região.

2 PLANEJAMENTO

Em reuniões realizadas junto à Sabesp e à Prefeitura de Anhumas foram reunidos documentos e informações necessários e disponíveis, bem como foram definidos os objetivos e a forma como seria realizado o levantamento.

O único documento cartográfico existente era uma Planta Cadastral de Água do Município de Anhumas, na escala 1:2000, do ano de 1999, que se encontrava bastante desatualizada, tendo em vista o crescimento acentuado da cidade nos últimos anos. Com base nesta Planta fez-se um pré-planejamento para reconhecimento e estratégia de levantamento da área. Após a visita de reconhecimento algumas decisões foram tomadas: a) seria realizado o transporte de coordenadas da estação UEPP-RBMC para uma base em Anhumas para melhorar a qualidade do processamento, utilizando levantamento estático, com receptor de dupla frequência, PDOP igual a 6 e máscara de elevação de 15°, permanecendo no ponto por aproximadamente 1 hora; b) Os pontos levantados seriam os cruzamentos dos eixos de ruas e cantos de quadras (figura 1); c) as larguras das calçadas seriam obtidas através de medições com trena; e d) optou-se pelo modo de levantamento semicinemático para a coleta dos pontos, o que atenderia as precisões esperadas, definidas de forma a atender à SABESP (σ_E e σ_N até 50 cm e σ_h até 10 cm), com tempo de coleta em cada ponto igual a um minuto, máscara de elevação de 10° e PDOP igual a 6, para evitar a perda do sinal durante o levantamento.

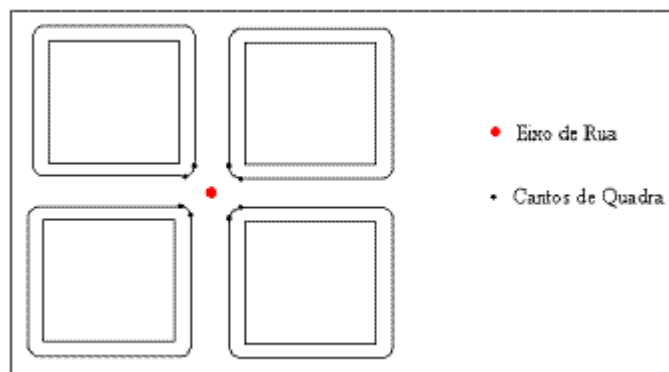


Figura 1 : Representação das quadras, eixos de ruas e cantos de quadras

3 COLETA DE DADOS GPS¹ (GLOBAL POSITIONING SYSTEM)

Conforme definido no planejamento, foi realizado o transporte de coordenadas da base UEPP-RBMC localizada na FCT Unesp de Presidente Prudente - SP que fica a aproximadamente 20 km (em linha reta) da cidade de Anhumas – SP, para a base implantada em Anhumas, localizada sobre a caixa d'água da Sabesp naquela cidade, utilizando-se um receptor dupla frequência Astech Z-XII. Posteriormente, esta base foi ocupada com o receptor de simples frequência 4600 da Trimble enquanto se realizava o levantamento semicinemático usando o receptor Reliance, da Astech.

1 Neste trabalho, entenda-se por GPS o sistema de posicionamento global NAVSTAR.

Os dados do receptor Z-XII foram processados tendo como base a estação UEPP-RBMC, considerando as coordenadas desta estação como fixas e a combinação *ion free* das portadoras L1 e L2.

O modo utilizado para o processamento dos demais pontos foi o decimétrico e o filtro 2 sigmas não foi utilizado já que verificou-se que o mesmo não alteraria significativamente os resultados obtidos.

O processamento, executado nos *softwares* da *Reliance* versão 4.0 e *GPSurvey* 2.35, foi realizado logo após cada dia de levantamento, de forma que se pudesse ter uma noção geral da qualidade do trabalho de campo, para que os pontos que não tivessem atingido a precisão desejada fossem excluídos e reocupados. Ao final do levantamento todos os pontos com precisão planimétrica pior que 50 cm foram descartados, restando 476 pontos utilizados, sendo que destes, 30% têm precisão planimétrica melhor que 5 cm e 47% melhor que 10 cm, resultado adequado à finalidade do levantamento.

4 Propagação de Erros

Levando em consideração a precisão das coordenadas da estação UEPP-RBMC, fornecidas pelo IBGE, pode ser feita uma propagação de erros para a base locada em Anhumas, a fim de se identificar a influência destes erros nos pontos coletados na cidade.

Primeiramente tem-se que propagar o erro da estação UEPP para a base transportada na cidade de Anhumas e posteriormente para os pontos coletados que são os pontos usados na construção da base cartográfica.

O resultado do processamento da linha de base UEPP – Anhumas no *GPSurvey*, foi o seguinte:

$$\begin{array}{ll} \Delta N \text{ (m)} = -19466,217 & \sigma_{\Delta N} = 0,0012 \text{ m} \\ \Delta E \text{ (m)} = 2646,125 & \sigma_{\Delta E} = 0,000936 \text{ m} \\ \Delta h \text{ (m)} = 75,449 & \sigma_{\Delta h} = 0,002149 \text{ m} \end{array}$$

A precisão da estação UEPP-RBMC, disponibilizada pelo IBGE, em SAD 69 é:

$$\begin{array}{l} \sigma_{NP} = 0,0364702 \text{ m} \\ \sigma_{EP} = 0,014674 \text{ m} \\ \sigma_{hP} = 0,0227 \text{ m} \end{array}$$

As precisões das coordenadas da base em Anhumas são obtidas utilizando-se a lei de propagação de covariâncias¹ (equação 01) a partir do modelo matemático dado pelas equações 02, 03 e 04.

$$\begin{array}{ll} \Sigma x = D \Sigma y DT & (01) \\ hA = hP + \Delta h & (02) \\ NA = NP + \Delta N & (03) \\ EA = EP + \Delta E & (04) \end{array}$$

Portanto, as coordenadas do ponto base, localizado na SABESP em Anhumas, no sistema de referência SAD 69, são:

$$\begin{array}{l} N = 7534438,137 \pm 0,0147038 \text{ m} \\ E = 460613,281 \pm 0,0364899 \text{ m} \\ h = 511,917 \pm 0,02281495 \text{ m} \end{array}$$

Um procedimento similar pode ser realizado da base em Anhumas para cada um dos pontos levantados, já que a precisão obtida no processamento dos pontos pode ser considerada como sendo a precisão de cada uma das linhas de base, pois no processamento dos pontos as coordenadas da base de Anhumas foram consideradas como fixas; porém verificou-se que este procedimento não acarretaria em grandes modificações nas precisões dos pontos, como pode ser visto abaixo, no teste para um dos pontos.

O ponto escolhido para o teste foi o 'e03' cujas precisões são:

¹ Ao leitor que se interessar pelo assunto, sugere-se consultar Gemael, 1994.

$$\begin{aligned}\sigma_E &= 0,11 \text{ m} = \sigma_{\Delta E} \\ \sigma_N &= 0,20 \text{ m} = \sigma_{\Delta N} \\ \sigma_h &= 0,10 \text{ m} = \sigma_{\Delta h}\end{aligned}$$

A propagação foi realizada da base de Anhumas para o ponto utilizando equações semelhantes às 02, 03 e 04 e o resultado da propagação para a base de Anhumas, obtido acima.

A precisão do ponto teste, após a propagação é a seguinte:

$$\begin{aligned}\sigma_{E'} &= 0,1109 \text{ m} \\ \sigma_{N'} &= 0,2033 \text{ m} \\ \sigma_{h'} &= 0,1025 \text{ m}\end{aligned}$$

Percebe-se que a correção é mínima e que não interferiria no resultado deste trabalho, por isso optou-se por não realizar este procedimento para os demais pontos.

5 Determinação da Altitude Ortométrica

A altitude ortométrica foi obtida de forma a atender as necessidades da Sabesp, principalmente para fins de coleta de esgoto. A altitude geométrica não satisfaz o problema já que não possui um significado físico.

De acordo com a equação 05, conhecidos a altitude ortométrica e a altura geométrica de um ponto, pode-se calcular a altura do geóide naquele ponto. A determinação de um geóide local pode, então, ser feita partindo-se de um determinado número de RN conhecidas, onde são executados rastreamentos GPS, resultando na ondulação do geóide para cada RN (ARANA, 2000).

$$N \dot{\zeta} h - H \quad (05)$$

O geóide, diferente da superfície física, é uma superfície regular, com variações suaves, e por isso pode-se afirmar que para uma área pequena a ondulação geoidal sofrerá pequena ou nenhuma variação. Por este motivo, no caso de Anhumas, por ser uma cidade de pequeno porte, com menos de um quilômetro quadrado de área urbana, optou-se pelo uso de apenas uma RN, a mais próxima existente na região, situada a aproximadamente 10 quilômetros de Anhumas, no distrito de Espigão, município de Regente Feijó.

A RN escolhida (3242L) é a mais próxima da cidade de Anhumas, porém, como a RN esta localizada em um local muito arborizado optou-se por fazer o rastreamento GPS em um ponto próximo (15m), que neste trabalho será denominado por excêntrico, onde os sinais GPS teriam menos obstruções. O ponto foi ocupado com o receptor GPS Z-XII por 40 minutos, com taxa de coleta de 15 segundos e máscara de elevação de 15°, e o resultado do processamento forneceu a altitude geométrica deste ponto. Já para obter a altitude ortométrica, foi necessário determinar, com o auxílio de um Nível, a diferença de altura entre a RN e o ponto excêntrico:

O IBGE fornece a altitude ortométrica da RN, em SAD 69:

$$\text{RN 3242 L} \rightarrow \text{H} = 467,2634 \text{ m}$$

A partir das leituras feitas com Nível verificou-se que há uma diferença de nível de 39,3 cm entre o ponto excêntrico e a RN. Somando-se essa diferença à altitude da RN, tem-se a altitude ortométrica do excêntrico: 467,6564 m.

Com estes resultados é possível determinar a ondulação geoidal no ponto excêntrico, porém antes foi necessário realizar a transformação¹ das coordenadas GPS, que são dadas em WGS 84, para SAD 69. Feita a transformação, a partir das coordenadas do ponto excêntrico, foi obtida a altura geoidal para este ponto usando o interpolador MapGeo 98². O resultado obtido foi: -0,20 m.

1 O programa utilizado para esta transformação foi o Tcd.exe, de autoria do Prof. Dr. Maurício Galo, criado para fins acadêmicos.

2 O MapGeo 98 é um programa de interpolação de ondulações geoidais para o território brasileiro desenvolvido pela EPUSP em conjunto com o IBGE. Apresenta precisão da ordem de 1,5 m absoluta, e 1 cm/Km relativa.

Com a altitude geométrica, fornecida pelo GPS, e a altitude ortométrica, obtida por nivelamento, podemos também calcular a ondulação geoidal para este ponto:

$$H \hat{=} h - N \rightarrow N = 467,0461 - 467,6564 = -0,6103 \text{ m.}$$

A diferença entre as duas ondulações obtidas nos dá a correção que deve ser feita ao modelo geoidal utilizado: -0,4103 m. Este valor é, portanto, somado aos valores de ondulação geoidal obtidos com o MapGeo 98. Como os pontos levantados foram processados em UTM/SAD 69, foi necessária uma transformação de coordenadas UTM para geodésicas para que se pudesse utilizar o MapGeo 98. O resultado foi a mesma ondulação para todos os pontos coletados (-0,20 m). Resultando numa ondulação geoidal igual a - 0,6103 m na cidade de Anhumas.

Foram determinadas as altitudes ortométricas de 86 pontos que possuíam precisão altimétrica melhor ou igual a 10 cm, em sua maior parte eixos de ruas, resultado esperado, já que os eixos de rua eram os pontos mais livres de obstáculos que pudessem influenciar no resultado do rastreo. Como foi dito anteriormente, não houve variação de ondulação geoidal na região, sendo assim, a mesma correção foi utilizada para todos os pontos.

As altitudes ortométricas foram obtidas subtraindo-se algebricamente das altitudes geométricas o valor da ondulação geoidal corrigido, obtido anteriormente (-0,6103 m).

6 Carta Altimétrica

Tendo em vista que a variação da ondulação geoidal é muito pequena, a carta de ondulação geoidal seria representada por um plano.

Para a geração da carta altimétrica foram utilizados os 86 pontos com precisão altimétrica melhor ou igual a 10 cm, com suas respectivas coordenadas, no *software Surfer 6.0* usando *Krigeagem* como método de interpolação da superfície, com equidistância vertical igual a dois metros (figura 02).

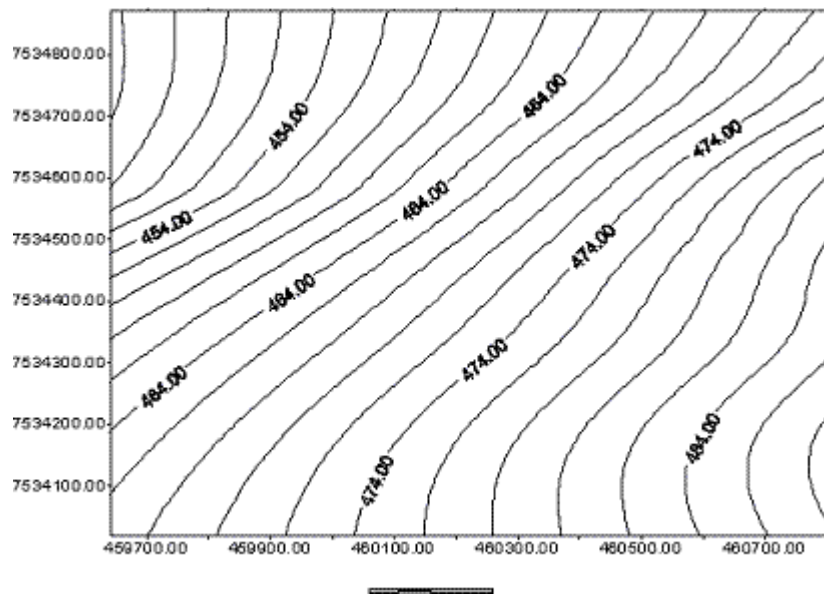


Figura 2 : Carta Altimétrica com curvas de nível com equidistância de 2 metros.

7 Propagação de Erros da Altitude Ortométrica

Depois de obtidas as altitudes ortométricas dos pontos em Anhumas, foi necessário realizar uma propagação de erros para conhecer suas respectivas precisões.

Como a distância entre a RN e o ponto excêntrico é pequena e a distância utilizada para a propagação de erros do *datum* vertical (Imbituba-SC) para a RN é aproximada, a propagação foi realizada diretamente ao ponto excêntrico, desconsiderando o erro proveniente do nivelamento feito entre este e a RN.

A distância aproximada entre o *datum* vertical (Imbituba-SC) e o ponto excêntrico é 950 km. Utilizando a equação 06¹, substituindo a precisão da RN pela do ponto excêntrico, a precisão da altitude ortométrica no ponto excêntrico será:

$$\sigma_{Hex} = 1,8 \cdot 10^{-3} \cdot 950^{2/3} = 0,1739 \text{ m}$$

Para o cálculo da precisão da altura geoidal no ponto excêntrico é necessário conhecer também a precisão da altitude geométrica deste ponto, obtida aplicando-se a lei de propagação de covariância ao modelo matemático linear dado pela equação 02.

A precisão da altitude geométrica do ponto excêntrico depende da precisão da altitude geométrica na estação UEPP-RBMC, disponível na Internet ($\sigma_{hP} = 0,0227 \text{ m}$), e da precisão da linha de base, obtida no processamento ($\sigma_{\Delta h} = 0,006848 \text{ m}$). Então, após a propagação, a precisão da altitude geométrica no ponto excêntrico é: $\sigma_{hex} = 0,0237 \text{ m}$.

Conhecidas as precisões das altitudes geométrica e ortométrica do ponto excêntrico, é possível calcular a precisão da ondulação geoidal neste ponto, aplicando-se a lei de propagação de covariância ao modelo matemático linear dado pela equação 05: $\sigma_{Nex} = 0,1755 \text{ m}$

Como a ondulação geoidal considerada correta na RN é a obtida pela diferença entre as altitudes geométrica e ortométrica, o erro da ondulação geoidal obtida pelo MapGEO é considerada nula; verifica-se, então, que a precisão da Correção ao Modelo Geoidal MapGeo 98 é igual a precisão da ondulação geoidal no ponto excêntrico: $\sigma_C = \sigma_N = 0,1755 \text{ m}$

Com estes resultados é possível calcular precisão da ondulação geoidal em Anhumas, que é obtida pela aplicação do modelo MapGeo 98 somado à correção calculada na RN. O modelo matemático para a propagação é:

$$NP = N_{mod} + C \quad (06)$$

As precisões das ondulações geoidais nos pontos em Anhumas variam de acordo com suas distâncias à RN, já que a precisão da ondulação geoidal nos pontos em Anhumas fornecida pelo modelo MapGeo 98 é de 1 cm/Km.

Para mostrar a influência desta propagação foi escolhido um ponto para exemplo. O ponto 'e03' fica a aproximadamente 10 km do ponto excêntrico, resultando em um erro, proveniente do modelo geoidal, de 10 cm.

Aplicando-se a lei de propagação de covariância ao modelo matemático linear dado pela equação 06, tem-se a precisão da ondulação geoidal no ponto 'e03': $\sigma_{NP} = 0,2019 \text{ m}$.

Finalmente, a precisão da altitude ortométrica do ponto 'e03' em Anhumas é calculada aplicando-se a lei de propagação de covariância ao modelo matemático linear dado pela variação da equação 05 ($H_P = h_P - N_P$), resultando: $\sigma_{HP} = 0,2264 \text{ m}$.

O resultado é a precisão absoluta da altitude ortométrica do ponto e para o presente trabalho o fator de maior importância é a precisão relativa dos pontos. Lembrando que a região em estudo é uma área relativamente pequena, com menos de 1 km², e que a ondulação geoidal é constante, a precisão relativa da altitude geométrica, obtida por GPS, atende as necessidades deste trabalho, ou seja, à SABESP. Em casos em que as áreas de estudo sejam regiões de maior extensão territorial, onde exista grande variação da ondulação geoidal, é indispensável a obtenção da altitude ortométrica e de sua precisão através da propagação de erros.

1 Expressão sugerida por Vaniceck & Krakiwski (1986) como uma forma alternativa de se obter a precisão de um ponto considerando apenas a distância entre ele e o datum. Os autores sugerem consulta à referência para maiores detalhes.

8 ELABORAÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA DIGITAL

Para elaborar a base cartográfica os pontos processados no *Reliance Processor* foram exportados para o *AutoCAD*, onde foram ligados com as ferramentas de edição para a construção das quadras e calçadas e outras feições coletadas com o receptor GPS.

8.1 Edição

A edição da informação coletada em campo foi feita previamente no *AutoCAD* (figura 03): foram ligados os pontos coletados para a definição dos limites das calçadas; as quadras foram definidas de acordo com as medidas das larguras das calçadas, feitas em campo utilizando uma trena; foram inseridos pontos para localizar alguns imóveis, como prefeitura, SABESP, escolas, creches, etc; ruas, quarteirões, praças, pastos e outras feições foram separadas em diferentes *layers* para facilitar a edição posterior, realizada no *ArcInfo*.

Também no *AutoCAD* foram inseridos pontos nas duas quadras que compunham a área teste, para representar os lotes que faziam parte do banco de dados. Optou-se por este método de representação, pela maior rapidez na fase de edição/atualização e porque não haveria perdas no que diz respeito às informações contidas no banco de dados.

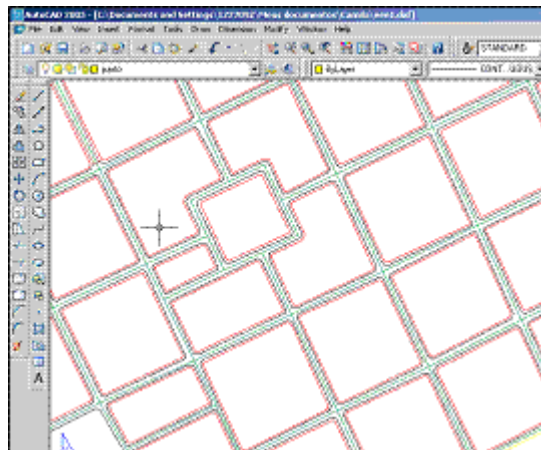


Figura 3 : Edição no *AutoCAD*.

Os *layers* foram então importados no *ARC/INFO* e transformados em *coverages*.

No *ARC/INFO* foi criada a topologia em cada uma das *coverages* e os lotes (pontos) foram identificados com códigos que correspondiam aos criados no banco de dados. As *coverages* foram abertas no *ArcView*, onde é possível visualizar as tabelas de atributos de cada tema.

8.2 Parâmetros da Base Cartográfica

Para a confecção da base cartográfica de Anhumas alguns parâmetros foram previamente definidos:

- O sistema de projeção adotado foi o UTM e o de referência o *Datum SAD 69*;
- O coeficiente de deformação linear foi calculado utilizando o programa *GEOUTM*¹ para o ponto base em Anhumas. O resultado obtido foi: $K = 0,99961921$;
- A escala utilizada para a plotagem da planta plano-altimétrica foi de 1:2000;
- Para o cálculo da declinação magnética (δ) foram utilizadas as coordenadas da estação base implantada na cidade de Anhumas (φ , λ). O cálculo foi realizado por um programa da Universidade Federal de Santa Catarina que é distribuído gratuitamente pelo CNPq - Observatório Nacional Departamento de Geofísica. A

1 O programa *GEOUTM* é de autoria do Prof. Dr. Maurício Galo, criado para fins acadêmicos.

declinação magnética obtida foi: $\delta = -17^{\circ} 11' 01''$, com variação anual de $-7' 43''$;

- A convergência meridiana (γ) foi calculada pelas equações 07 e 08, utilizando-se as coordenadas da estação base implantada na cidade de Anhumas (φ , λ) e a longitude do Meridiano Central (λ_0). A convergência meridiana obtida foi: $\gamma = 0^{\circ} 08' 42.89''$, sendo positiva a oeste do MC; e

$$\gamma = \Delta\lambda \operatorname{sen}(\varphi) \quad (07)$$

$$\Delta\lambda = (\lambda - \lambda_0) \quad (08)$$

- Meridiano central definido pelo sistema UTM com o valor de 51° , para Anhumas.

Definidos os parâmetros para impressão, a planta plano-altimétrica foi criada no *AutoCAD*.

9 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES CADASTRAIS PARA ELABORAÇÃO DO SIG

O levantamento cadastral foi realizado em uma área teste composta por duas quadras situadas em região próxima ao centro da cidade, como pode ser visto na figura 04.



Figura 4 : Localização da área teste em Anhumas.

Foi criado um BIC, Boletim de Informações Cadastrais, contendo questões de nível social e econômico da população e a situação física dos lotes e construções.

Para a elaboração do BIC foi feita uma consulta junto à Prefeitura e ao questionário usado por ela para cobrança de impostos. O BIC existente foi então modificado e incrementado de forma a continuar atendendo à cobrança de impostos e ainda trazer informações relevantes para a Prefeitura no que diz respeito ao planejamento urbano, a implantação de escolas, creches, postos de saúde, etc.

O BIC foi aplicado em 38 imóveis, que também foram medidos para inserção destas informações no banco de dados.

9.1 Elaboração do Banco de Dados

Foi criado um banco de dados no *software Access*, que é de simples manipulação e atenderia às necessidades deste trabalho, em estruturas de tabela e formulários onde foram inseridas as informações coletadas em campo. Edificação; Escolaridade; Logradouro; Medidas; Patologias; Proprietário; Socioeconômico; Unidade (lote).

9.2 Estrutura das Tabelas do Banco de Dados

Quando são criados os campos das tabelas, algumas regras de validação devem ser impostas de forma a evitar a ocorrência de erros grosseiros durante a digitação dos dados. Nos campos área construída e área do lote, da tabela medidas, por exemplo, só é permitido digitar números e só são válidas duas casas decimais. Da mesma forma cada campo é criado seguindo critérios para a entrada de dados.

O preenchimento dos dados pode ser feito diretamente na tabela, porém para facilitar o preenchimento dos dados é possível criar formulários que possuem os mesmos campos que as tabelas em um ambiente mais amigável.

9.3 Junção da Base Cartográfica ao Banco de Dados - SIG

No *ArcView* foi feita a junção das tabelas do banco de dados à tabela de atributos dos pontos que representam os lotes, através do campo código comum a todas as tabelas.

Depois de feita a junção, é possível visualizar os atributos associados a cada lote, bastando clicar com o mouse sobre os pontos (feições).

Uma outra forma de utilização visualização de atributos é através do sistema de consultas, com o uso de questões lógicas para se fazer pesquisas no banco de dados na base cartográfica digital. Na figura 05 é mostrado um exemplo de consulta espacial no banco de dados juntamente com a base digital, onde os resultados da pesquisa são os pontos azuis circulados.

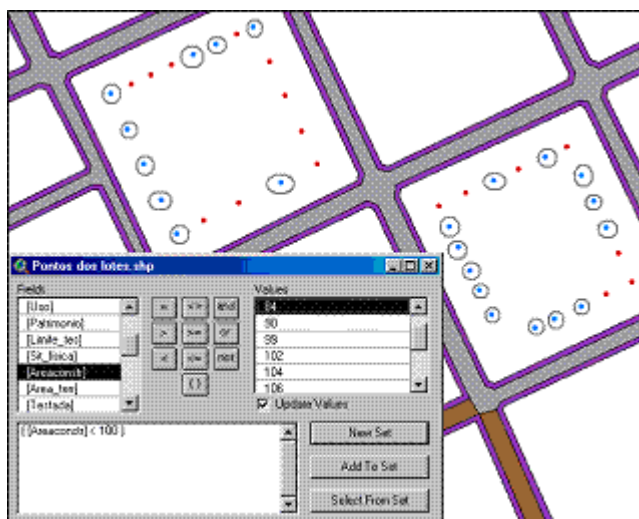


Figura 5 : Pesquisa - Lotes com área construída menor que 100 m².

Dessa forma, um sistema simples como este, que integra dados a uma base gráfica, atende às necessidades de uma prefeitura a respeito da gestão e planejamento urbano, cálculo de impostos entre outras aplicações que se advém da administração municipal.

10 RESULTADOS

Apesar do levantamento dos pontos em Anhumas, com GPS, ter sido realizado em 10 dias, apenas foram utilizados os dados de sete dias devido a problemas com a estação UEPP-RBMC que não coletou dados no dia 04/11/03 e com o receptor *Reliance*, pertencente a SABESP, que quebrou antes de serem transferidos os dados dos dias 29 e 30/04/04.

Na fase de processamento, muitos pontos foram descartados, por não atingirem a precisão desejada (50 cm em E, N e 10 cm em h). Tais pontos foram recuperados e em alguns deles aumentou-se o tempo de permanência com o receptor GPS, de forma a atingir a precisão, porém em alguns foi necessária a

ocupação de pontos próximos, com menor obstrução, que foram definidos na fase de edição através de prolongamentos e intersecções.

Para gerar as curvas de nível foi necessário calcular as altitudes ortométricas dos pontos, o que foi feito sem maiores problemas. A carta de ondulação geoidal não foi gerada, pois seria representada por um plano, já que não houve variação na ondulação do geóide na cidade de Anhumas (ondulação geoidal foi igual a -61,03 cm para todos os pontos).

A edição dos pontos foi feita no AutoCAD, onde foram gerados as delimitações das calçadas e os eixos dos logradouros (ligando os pontos GPS) e a determinação das quadras (inserindo-se as larguras das calçadas que foram medidas em campo com trena).

Para a elaboração do *layout* final alguns parâmetros foram definidos:

Projeção cartográfica: UTM, fuso 22, meridiano central = -51°.

Escala de 1:2000.

Declinação magnética: -17° 11' 01", com variação anual de -7' 43".

Convergência meridiana: 08' 42.89".

O levantamento cadastral foi feito em uma área teste, composta por duas quadras, utilizando um Boletim de Informações Cadastrais (BIC) adaptado a partir do existente na Prefeitura. O BIC contém, além de informações a respeito do imóvel, informações de nível social e econômico, que foram armazenadas em um banco de dados no Access. Ao todo foram cadastrados 38 imóveis, sendo apenas um comercial e os demais residenciais.

Na base cartográfica digital foram inseridos pontos que representariam os lotes da área teste. Cada ponto foi identificado com um código que possuía um homólogo no banco de dados. A partir deste código foi feita a associação do banco de dados com a informação espacial no *ArcView*. O resultado foi um SIG capaz de realizar pesquisas, gerando informações para auxiliar na tomada de decisões com o intuito de melhorar a qualidade de vida da população.

11 CONCLUSÃO

Com os avanços tecnológicos dos últimos anos, hoje é perfeitamente possível executar levantamento utilizando receptores GPS, alcançar precisão superior às proporcionadas por levantamentos convencionais utilizando estação total, teodolito e nível, muito embora a regulamentação para levantamentos cadastrais ainda mantenha seus preceitos. O uso dos equipamentos convencionais tem diminuído e cada vez mais eles atuam apenas como coadjuvantes do GPS para levantamentos em áreas de difícil acesso, por exemplo, ou para auxiliar no nivelamento.

Em relação a determinação de altitudes por GPS, estudos recentes mostram que estas não apresentam o mesmo nível de precisão das coordenadas planas, que é considerado bom em torno de 10 a 50 cm, sendo precisos, entretanto, o resultado do desnível entre as estações, pois a reocupação de estações resultam em diferenças de nível iguais ou muito próximas.

As facilidades trazidas pela implantação de sistemas cadastrais integrados para cidades de pequeno porte são inúmeras, tendo como principal argumento seu crescimento ordenado e gerenciado, de forma a evitar futuras metrópolis com todos os problemas encontrados nas existentes nos dias de hoje.

12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARANA, J. M.:** *O Uso do GPS na Elaboração de Carta Geoidal*. Tese de Doutorado, UFPR. Curitiba, 2000.
- GEMAEL, C.:** *Introdução ao Ajustamento de Observações: Aplicações Geodésicas*, Curitiba: ed. UFPR, 1994. 319 p.
- VANICEK, P.; KRAKIWSKY, E. J.:** *Geodesy: the Concepts*. University of New Brunswick, Canadá, 2ª edição, 1986.