



## Atualização de Bases cadastrais, em Áreas de Ocupações irregulares, a partir de Imagens de alta Resolução espacial

Michele Beppler, *UFPR Curitiba*

Alzir Felipe Bufara Antunes, *UFPR Curitiba*

### Conteúdo [ [esconder](#) ]

1. Introdução
2. Metodologia
  - 2.1 Análise do Cadastro vigente no município de estudo
  - 2.2 Atualização da Base cadastral pela Metodologia proposta
    - 2.2.1 Vetorização da Imagem
  - 2.3 Levantamento por GPS: Método diferencial de Posicionamento RTK
  - 2.4 Análise Estatística dos Dados e Viabilidade de ambos os Processos
    - 2.4.1 Verificação da Normalidade das Amostras
    - 2.4.2 Teste t Student para Dados pareados
3. Resultados e Discussão
  - 3.1 Resultados da Metodologia RTK
  - 3.2 Avaliação da Normalidade das Amostras
  - 3.3 Avaliação da Vetorização
  - 3.4 Planta cadastral resultante
4. Conclusões e Recomendações
5. Referências bibliográficas

### ► Resumo

## 1. Introdução

A urbanização pode ocasionar um crescimento desordenado e conseqüentemente inúmeros problemas ao município e à população se não for regida por modelos de gestão eficazes. Segundo CANEPARO(1999) estes problemas podem ser de âmbito ambiental, social e econômico.

Segundo MAURO(2007), desenvolvimento sustentado é definido como o desenvolvimento que satisfaça as necessidades do presente sem comprometer aquilo que as futuras gerações precisam para satisfazer suas próprias necessidades. E para que se obtenha um modelo sustentável, é necessário que o município possua informações atualizadas sobre o seu espaço geográfico, que são fornecidas pelo cadastro técnico.

Segundo GROSTEIN (2001), com o avanço da urbanização desordenada e de forma acelerada surge o conceito de “cidade informal”, associando o fenômeno da expansão urbana ilegal ao da exclusão social. Este conceito se define como a parcela da população que não possui registro de suas propriedades, geralmente áreas periféricas de pouco valor imobiliário. Neste contexto, enfoca-se a atualização cadastral como base para que os municípios possam obter subsídios à gestão municipal eficiente.

Devido à expansão urbana acelerada faz-se necessário a utilização de técnicas eficazes e de baixo custo para a atualização do cadastro técnico municipal. Considera-se como técnica eficaz aquela que atende melhor as necessidades do município, levando em consideração as características da região bem como o fator econômico, ambiental e social. Recentemente, com o surgimento de imagens de satélite de melhor resolução espacial (inferiores a um metro) muitas metodologias para aplicações urbanas vêm sendo desenvolvidas. A expectativa é que haja uma contínua melhora na resolução espacial de imagens de satélite, o que, a curto prazo, poderia ser uma opção às técnicas convencionais, como por exemplo, a restituição aerofotogramétrica.

A metodologia proposta neste trabalho pretende discutir e analisar técnicas de atualização cadastral em áreas não mapeadas anteriormente (ocupações irregulares) baseadas em imagens de satélites de alta resolução espacial, no caso *QuickBird*. Neste contexto, esta pesquisa apresenta como problemática a viabilização de uma base cadastral atualizada para subsidiar o desenvolvimento sustentável de pequenos municípios.

Com isto, o principal objetivo deste trabalho torna-se a atualização de bases cadastrais em áreas de ocupações irregulares não consolidadas por meio de imagens *QuickBird*. Para atingir este objetivo serão necessárias a execução de sub-objetivos como:

Propor uma metodologia para atualização de áreas de ocupações irregulares em bases cadastrais de pequenos municípios por meio de imagens de alta resolução espacial (*QuickBird*);

Avaliar a viabilidade da metodologia proposta comparando-a com um método de atualização cadastral convencional, baseado em GPS-RTK;

Discutir, a partir da metodologia proposta, um novo paradigma para o cadastro técnico municipal que considere as limitações sociais do cadastro em relação à precisão cartográfica.

## 2. Metodologia

De acordo com COUTINHO et al (1999), existe um amplo conhecimento acumulado à cerca dos métodos de atualização das bases cartográficas existentes. Estes métodos se baseiam fundamentalmente em levantamentos topográficos, geodésicos, fotografias aéreas, imagens orbitais obtidas

por satélites, imagens aéreas obtidos por scanner ativos (tipo radar). Através de qualquer um desses processos, ou segmentos, se obtêm um conjunto de dados úteis e adequados, desde que criteriosamente analisada a sua finalidade.

Segundo SCHIEWE (1995) apud SILVA (1998) a escolha do método adequado de atualização cadastral varia de acordo com as situações, objetivos e necessidades de cada município. Para cada aplicação deve ser definida a resolução geométrica ou espacial a ser atendida.

A desatualização do mapeamento e as alterações rápidas que ocorrem no meio urbano e rural, faz com que haja a necessidade de se verificar periodicamente as condições em que se encontram os terrenos. As mudanças ocorrem principalmente em áreas periféricas. A necessidade de se fazer uso das técnicas rápidas e de confiabilidade, faz com que o sensoriamento remoto seja utilizado para diversas aplicações cadastrais, pois, segundo LOCH (1989), em áreas urbana e rural, técnicas de sensoriamento remoto permitem que realize-se uma melhor política de uso da terra, viabilizam projetos de infra-estrutura e serviços públicos, além de implantar planos efetivos de desenvolvimento regional.

É sabido que a desvantagem das imagens de satélite de alta resolução com relação a outros métodos, como o fotogramétrico ou geodésico, está relacionada à resolução espacial, mas as imagens de satélite apresentam pelo menos duas vantagens sobre as fotografias aéreas. A primeira delas está relacionada ao custo, que é baixo (tabela 01) comparado ao das fotografias aéreas e, a segunda, com relação à velocidade de aquisição de cada imagem, quando comparado aos métodos GPS. A tabela 01 apresenta um comparativo econômico entre os equipamentos para atualização cadastral abordados neste trabalho.

**Tabela 1** : Custos de equipamentos utilizados na atualização cadastral

*Fonte: Manfra, Senografia e Aerosat respectivamente*

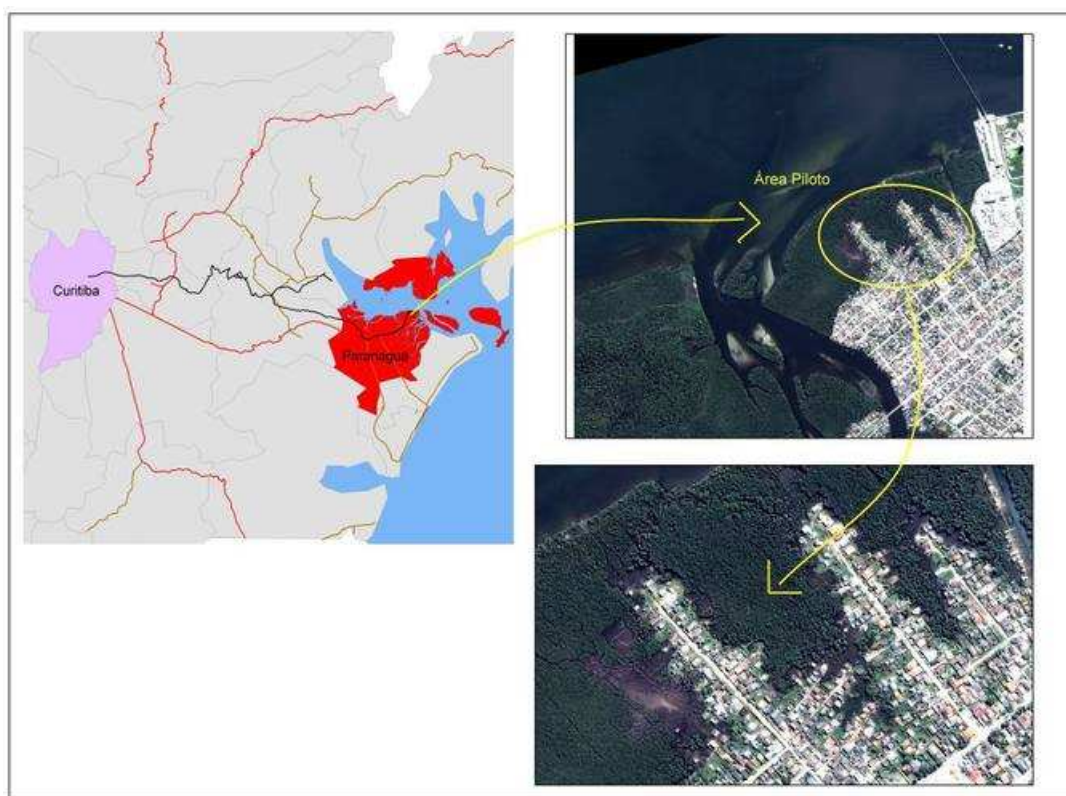
Equipamento	GPS GX 1220	Imagem QuickBird	Vôo Aerofotogramétrico
<b>Custos</b>	locação/mês R\$ 8.000,00	R\$85,00 Km <sup>2</sup>	R\$1.000,00 Km <sup>2</sup>
	venda R\$ 120.000,00		

As imagens de alta resolução devem atender às expectativas do mapeamento em escala grande, pois as feições de maior interesse do cadastro urbano são: casas, prédios, ruas e limites de lotes. Portanto faz-se necessário que a resolução espacial da imagem seja compatível com as dimensões das feições a serem representadas. Ressalta-se que apenas a identificação das feições na imagem não é o suficiente para a confecção e atualização de um cadastro técnico, faz-se necessária a medição das feições. No entanto, mesmo imagens com resolução espacial de 1m ou melhor, não servem para medição das áreas das edificações, pois a área tributável não contempla os beirais dos telhados das mesmas (SILVA, 1998). Nestes casos, o mapa cadastral necessita sempre da complementação através de levantamentos terrestres, independentemente do método ser fotogramétrico ou por imagens de satélite, para a determinação a área tributável.

Neste Contexto, apresenta-se a seguir, as etapas da metodologia aplicada para a realização de atualização de bases cadastrais em regiões de ocupação irregular a partir de imagens *QuickBird*.

## 2.1 Análise do Cadastro vigente no município de estudo

A área de estudo considerada para a presente proposta situa-se ao norte do município de Paranaguá, e está localizada entre os bairros Vila Guarani e Beira Rio, em uma região de manguezais próxima ao centro urbano do município, sofrendo, portanto uma pressão de ocupação. Apresenta ainda como importante característica a ausência de declividade acentuada. A Figura 01 ilustra a área de estudos referida.



**Figura 1** : Área de estudo

As etapas de análise da consistência dos dados da base e a verificação do nível de atualização, ocorreram através de estudos preliminares em Paranaguá. Estes estudos preliminares consistiram em análises de campo realizadas *in loco*. Verificaram-se inúmeros problemas relacionados ao cadastro técnico, tais como: O cadastro existente está desatualizado; Inexatidão da última data de atualização; Qualificação de recursos humanos; O BIC utilizado apresenta dados redundantes; Deficiência de comunicação entre o setor de cadastro e o de planejamento urbano.

Estima-se que, em Paranaguá aproximadamente 40% das habitações se apresentam em situação irregular.

## 2.2 Atualização da Base cadastral pela Metodologia proposta

Esta metodologia propõe que a atualização da base cadastral seja feita a partir de imagens QuickBird. Pretende-se mostrar que as informações geradas a partir deste processo de atualização terão importância para o planejamento e desenvolvimento municipal, principalmente nas áreas de ocupações recentes.

A partir da imagem multiespectral híbrida e ortorretificada é realizada a fotointerpretação da mesma, cujo objetivo é identificar os elementos que poderão ser extraídos da imagem. Nesta análise procurou-se verificar as condições de identificação das bordas das feições de maneira a facilitar a vetorização. Nota-se visualmente que ruas, edificações isoladas na parcela e muros, são mais fáceis de serem identificadas devido ao fato de apresentarem bordas mais salientes. Contrariamente, edificações muito próximas ou encostadas em muros prejudicam a vetorização.

Ademais destas análises, a base cadastral do município é sobreposta à imagem para que se possa detectar o nível de desatualização da base cadastral. De posse das informações geradas, inicia-se o processo de busca de possíveis áreas de ocupação irregular. Diversos fatores, como as características deste tipo de ocupação, podem contribuir para a detecção das áreas de ocupações irregulares. Dentre elas pode-se citar algumas:

- a) Sistema viário irregular e definido de forma ineficaz, com ausência de padrão;
- b) Loteamento sem padrão definido;
- c) Lotes com tamanhos variados e sem formato padrão;
- d) Forma de ocupação desordenada;
- e) A identificação de áreas de risco ou protegidas por leis ambientais através da associação de elementos.

Ao fim da etapa de fotointerpretação, têm-se as prováveis áreas de ocupações irregulares, identificadas pelo processo de fotointerpretação, que foram analisadas para a escolha da região de estudos ideal.

### 2.2.1 Vetorização da Imagem

Concluída a etapa da fotointerpretação, inicia-se a vetorização das áreas de ocupações irregulares, onde as edificações, as divisas de posse (parcela) e o sistema viário são vetorizados sobre a imagem *QuickBird*, com precisão posicional compatível com o objeto de estudo. Para este processo utiliza-se o software ArcGIS 9.2.

A área escolhida para as investigações apresentam regiões com características diferentes. Determinadas áreas, denominadas de quadras, apresentam uma ocupação consolidada, proporcionando um sistema viário padronizado e lotes simétricos de forma a obter uma melhor organização das quadras. Por outro lado a área piloto apresenta também regiões, denominadas de aglomerados urbanos, com completa ausência de urbanização. Nestes aglomerados o sistema viário é composto por vielas e raramente existe uma divisão entre os lotes.

## 2.3 Levantamento por GPS: Método diferencial de Posicionamento RTK

Bastante difundida mundialmente, a sigla RTK vem sendo cada vez mais utilizada no Brasil. O posicionamento por esta técnica vem sendo aos poucos incorporado nas atividades que envolvem levantamentos cadastrais, hidrográficos, mineração, monitoramento de veículos, controle preciso de maquinário, entre outras aplicações. Por este motivo esta técnica foi adotada como padrão no desenvolvimento deste trabalho.

O princípio básico de funcionamento da técnica RTK é simples, alia a tecnologia de navegação por satélites a um rádio-modem ou a um telefone GSM para obter correções instantâneas e transmiti-las. Consiste no posicionamento em tempo real de uma estação móvel a partir das correções diferenciais geradas em uma estação base. A acurácia alcançada é centimétrica, segundo LEICA(2007). A estação base retransmite à unidade móvel a fase da portadora que ela mediu, e as unidades móveis comparam suas próprias medidas da fase com a recebida da estação de referência. Isto permite que as estações móveis calculem suas posições relativas com precisão centimétrica, ao mesmo tempo em que suas posições absolutas são relacionadas com as coordenadas da estação base. Esta técnica exige a disponibilidade de pelo menos uma estação de referência, com as coordenadas conhecidas e dotada de um receptor GPS e um rádio modem transmissor.

À medida que aumenta a distância entre as duas estações, móvel e base, os dados são degradados. Este fato ocorre porque para uma distância menor que 10Km entre as estações móvel e a base, a constelação de satélites rastreada é a mesma e os erros provenientes do relógio dos satélites, das efemérides bem como da refração atmosférica são correlacionados.

Os vértices das edificações e dos lotes restituídos na imagem foram rastreados com o GPS. Estes dois conjuntos de pontos, obtidos pelo levantamento GPS e pela imagem QuickBird, foram comparados e analisados, gerando uma conclusão sobre a qualidade da atualização da base cadastral por imagem de alta resolução espacial, ou seja, sobre o conjunto de pontos da imagem em relação ao conjunto de pontos GPS. Para tanto, os erros inerentes aos pontos rastreados pelo GPS foram desconsiderados, para que assim, fossem utilizados como referência para as análises.

Cabe ainda ressaltar, que para ambos os métodos propostos neste trabalho, há a necessidade de um levantamento de campo complementar. Este levantamento requer a medição do beiral de cada edificação visto que, o valor de área do beiral medido deve ser descontado da área da projeção da edificação. Essa medição pode ser feita com diferentes equipamentos, tais como trenas eletrônicas, estações totais, entre outros.

## 2.4 Análise Estatística dos Dados e Viabilidade de ambos os Processos

Um produto cartográfico contém diversas fontes de erro. Para a definição da qualidade desses produtos faz-se necessário o conhecimento e a quantificação (quando possível) dos erros mais significativos.

O parâmetro utilizado para a definição da qualidade da planta cadastral produzida foi o Decreto 89.817 de 20 de Junho de 1984. O artigo 8º deste Decreto estabelece que "90% dos pontos bem definidos numa carta, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) estabelecido".

Para a análise da exatidão da base cadastral atualizada procedeu-se a comparação de alguns pontos (aproximadamente 10%) obtidos pelo método proposto com relação aos pontos levantados por GPS-RTK. Com este procedimento descrito é possível avaliar as características qualitativas do método proposto e, conseqüentemente, demonstrar até que ponto as imagens de satélite podem ser utilizadas para aplicações no cadastro técnico municipal ou na gestão municipal.

#### 2.4.1 Verificação da Normalidade das Amostras

Diversos testes estatísticos estabelecem como condição a normalidade do conjunto amostral. Para tanto, utilizou-se o teste estatístico de Filliben, pois este se adequa bem a pequenas amostras. Visto que, devido a exequibilidade do projeto, as amostras coletadas em levantamento de campo não foram muito numerosas, mas o suficiente para a geração de resultados. Segundo LEAL (1998) o teste de Filliben detecta a existência ou não de erros sistemáticos e tem como objetivo comparar as coordenadas planimétricas (Norte e Este), a fim de verificar a normalidade das amostras para que, a partir de outros testes estatísticos, se determine a qualidade da planta cadastral atualizada, produzida dentro de um determinado grau de confiabilidade.

O teste de Filliben baseia-se na comparação de um coeficiente de correlação calculado com o coeficiente de correlação tabelado e deve seguir as seguintes etapas de cálculo:

- Determinação das discrepâncias existentes entre as coordenadas obtidas pelos métodos a serem comparados (DE e DN);
- Determinar a partir das discrepâncias em Norte e Este o erro planimétrico resultante e ordená-los de forma crescente;
- Calcular a probabilidade acumulada do erro planimétrico através da equação 01:

$$P(j) = (j - 0,5) / n \quad (1)$$

- Determinar, a partir da tabela de distribuição normal *t de student* e com base nas probabilidades acumuladas, os valores de Z;
- Calcular o coeficiente de correlação (r) pela equação 02:

$$r = \text{correlação}(X_i, Z_i) = \frac{\left[ n * \sum_{i=1}^n (X * Z) - \left( \sum_{i=1}^n X \right) * \left( \sum_{i=1}^n Z \right) \right]}{\sqrt{\left[ n * \left( \sum_{i=1}^n X^2 \right) - \left( \sum_{i=1}^n X \right)^2 \right] * \left[ n * \left( \sum_{i=1}^n Z^2 \right) - \left( \sum_{i=1}^n Z \right)^2 \right]}} \quad (2)$$

- Comparar o coeficiente de correlação calculado com o tabelado por Filliben, utilizando-se o nível de confiabilidade de 90%;
- Construir o gráfico Q. Q. *PLOT*, plotando em sua abcissa os valores de Z e em sua ordenada os valores do erro planimétrico.

Segundo LEAL (1998) a normalidade das amostras se verifica quando o valor do coeficiente de correlação calculado é menor que o tabelado ( $r < r_{\text{tab}}$ ). Ainda, a normalidade pode ser verificada através da análise do gráfico gerado. Se os pontos plotados se distribuírem aproximadamente ao longo de uma reta, diz-se que a distribuição é normal. Caso a distribuição não seja normal deve-se então, utilizar métodos não paramétricos para a análise da acurácia e precisão das plantas.

#### 2.4.2 Teste t Student para Dados pareados

Este teste é específico para dados pareados, que são caracterizados por estarem relacionados dois a dois segundo algum critério que introduz uma influência marcante entre os diversos pares, que se supõem influir igualmente entre os valores de cada par (COSTA NETO, 1977). Ainda apresenta como condição a normalidade do conjunto amostral.

Em termos gerais, este método testa hipóteses referentes ao valor das diferenças entre duas médias populacionais, ou seja, testa a igualdade ou não das médias das amostras, conforme a equação 03.

$$\begin{aligned} H_0: \mu_d &= 0 \\ H_1: \mu_d &\neq 0 \end{aligned} \quad (3)$$

O teste inicia-se com o cálculo da média das diferenças através da equação 04:

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{n} \quad (4)$$

onde:

$\sum d$  à somatório das diferenças entre as coordenadas N e E;  
n à número de amostras.

A próxima etapa é referente ao cálculo da variância (equação 05) e do desvio padrão (equação 06) das diferenças, da seguinte forma:

$$S^2 = \frac{\sum (d_i - \bar{d})^2}{n - 1} \quad (5)$$

$$S = \sqrt{S^2} \quad (6)$$

Finalmente calcula-se o valor de  $t$  (equação 07), que será comparado com o  $t$  tabelado.

$$t = \frac{\bar{d}}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad (7)$$

Para que se possa testar as hipóteses referidas é necessário a utilização de um outro valor de  $t$ , obtido através da tabela de distribuição normal  $t$  de *student*, com um intervalo de confiança de 90% e de 12 graus de liberdade. A partir da comparação dos dois valores de  $t$  a hipótese de que a média das diferenças é nula é aceita ou rejeitada. O aceite de hipótese significa que os métodos testados são qualitativamente equivalentes, de forma análoga, a outra hipótese conduz ao resultado inverso.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Resultados da Metodologia RTK

Do levantamento RTK obteve-se como resultado da precisão do levantamento os seguintes valores de RMS, do maior desvio padrão (Maior DP) e também do menor (Menor DP), representados na tabela 02.

**Tabela 2 :** Erro médio quadrático e desvio padrão dos pontos RTK

	ESTE (m)	NORTE (m)
<b>RMS</b>	0,3237	0,3076
<b>Maior DP</b>	0,4812	0,4966
<b>Menor DP</b>	0,0000	0,0000

Da tabela 02, a partir do RMS das coordenadas E e N, obtidas pelo levantamento GPS-RTK, obtêm-se o RMS total de 0,45m. Este resultado possibilita classificar o método utilizado segundo os padrões do PEC como classe A, em escala 1:2.000, pois para tanto o erro padrão na escala da carta é de 0,3mm. Neste contexto, o erro padrão admitido para uma carta A na escala 1:2.000 deve ser inferior a 0,60m. Com este resultado o método padrão torna-se passível de ser utilizado como referência para a comparação com o método proposto. Além disto, este resultado comprova a viabilidade do método para a utilização em trabalhos de atualização cadastral.

#### 3.2 Avaliação da Normalidade das Amostras

Com vista à realização do teste  $t$  *student*, efetua-se o teste de Filliben para a verificação da condição de normalidade do conjunto amostral. Para tanto, foram coletadas as coordenadas de pontos aleatórios a partir do levantado GPS-RTK e seus respectivos homólogos vetorizados na imagem.

A partir destes pontos obtêm-se as discrepâncias em N e E além do erro planimétrico existente entre os dados oriundos da vetorização da imagem e do levantamento GPS, conforme ilustra a tabela 03.

**Tabela 3 :** Discrepâncias obtidas entre os métodos de atualização utilizados

E GPS	N GPS	E img	N img	Erro E (m)	Erro N (m)	Erro Plan (m)
747.134,007	7.175.876,591	747.133,969	7.175.876,962	0,038	-0,371	0,373
747.123,959	7.175.887,008	747.123,894	7.175.887,030	0,065	-0,023	0,069
747.118,168	7.175.897,196	747.118,173	7.175.897,073	-0,006	0,123	0,123
747.128,986	7.175.905,857	747.129,114	7.175.905,994	-0,128	-0,137	0,187
747.146,587	7.175.884,252	747.146,588	7.175.884,257	-0,001	-0,005	0,005
747.107,805	7.175.901,217	747.108,053	7.175.901,006	-0,248	0,211	0,325
747.088,233	7.175.873,345	747.088,034	7.175.873,056	0,199	0,289	0,351
747.073,423	7.175.892,603	747.072,876	7.175.893,013	0,547	-0,409	0,683
747.082,793	7.175.884,955	747.083,013	7.175.884,995	-0,220	-0,040	0,224
747.075,692	7.175.893,620	747.075,576	7.175.894,123	0,115	0,115	-0,398
746.901,284	7.175.815,547	746.901,244	7.175.815,326	0,040	0,221	0,224
746.888,202	7.175.849,638	746.888,015	7.175.850,118	0,188	0,188	-0,385
746.880,020	7.175.873,018	746.880,206	7.175.873,370	-0,185	-0,352	0,398

					Média	0,307
					DP	0,187

A partir da tabela 03 se chega ao valor do erro total em Este de aproximadamente 15 centímetros e o erro total em Norte de aproximadamente 20 centímetros. Perfazendo um erro linear total resultante de 30 centímetros. Ressalta-se que estes erros são os obtidos na vetorização da imagem em relação ao levantamento GPS.

Após a sequência de cálculos, descrita no item 2.4.1, obten-se o coeficiente de correlação de Filliben: = 0,769. Sendo conhecido o coeficiente de correlação tabelado: = 0,934, observa-se que a condição do método de Filliben do coeficiente calculado ser menor que o coeficiente de correlação tabelado se confirma.

Outro meio de se avaliar a normalidade ou não de um conjunto amostral é a partir da análise do gráfico representado na figura 02. Analisando-se os pontos em vermelho, pertencentes ao gráfico, observa-se a confirmação da distribuição normal, pelo fato da distribuição dos pontos se aproximar a uma reta. A linha em azul, contida no gráfico, representa a reta que melhor se ajusta ao conjunto de pontos utilizados. Desta forma, é possível verificar com maior precisão que a distribuição dos pontos realmente se aproxima muito de uma reta, não deixando dúvidas sobre a normalidade do conjunto amostral.

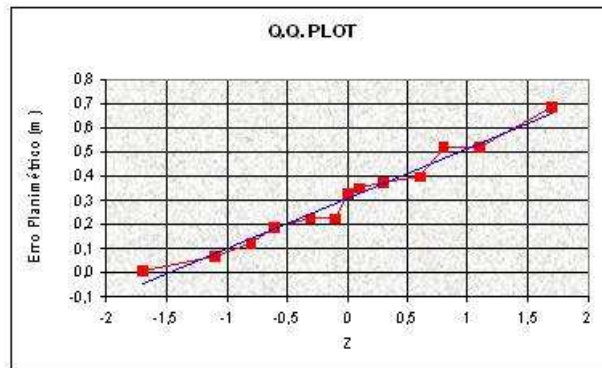


Figura 2 : Gráfico Q. Q. PLOT

### 3.3 Avaliação da Vetorização

Após a verificação da condição da normalidade da distribuição, foram realizados o teste *T-Student* para dados pareados.

O primeiro passo deste método é estabelecer as hipóteses a serem testadas. Neste caso a hipótese é de que existe ou não igualdade entre a média das diferenças das coordenadas obtidas.

Estabelecida as hipóteses efetua-se o cálculo do valor da média das diferenças entre as coordenadas, através da equação 04. A tabela 03 apresenta o valor das diferenças entre cada ponto e o valor da média das diferenças  $\bar{d}$ .

Na próxima etapa são calculados a variância ( $S^2$ ) e o desvio padrão ( $S$ ) das diferenças, resultando em:

$$S^2_{ESTE} = 0,045m^2, S^2_{NORTE} = 0,069m^2 \text{ e em:}$$

$$S_{ESTE} = 0,213m, S_{NORTE} = 0,262m$$

Finalmente calcula-se o valor de  $t$ , a partir da equação 07, o qual será comparado com o valor de  $t$  tabelado para a validação de uma das hipóteses testadas.

$$t_{ESTE} = 0,626 \text{ e } t_{NORTE} = -1,353$$

O valor tabelado de  $t$  é obtido através da tabela de distribuição normal *t de student*, com um intervalo de confiança de 90% e de 12 graus de liberdade. Obtêm-se então o valor de  $t_{12;90\%} = \pm 1,356$ .

A figura 03 ilustra os limites da função entre as hipóteses testadas, definidos através do valor tabelado de  $t$ . A partir da análise desta figura observa-se que os valores de  $t$  calculados encontram-se dentro do limite tabelado, pois:

$$\text{Este : } -1,356 \leq 0,626 \leq 1,356$$

$$\text{Norte : } -1,356 \leq -1,353 \leq 1,356$$

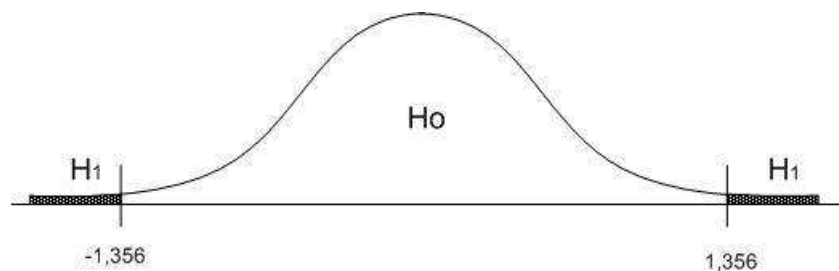


Figura 3 : Gráfico dos Limites da Função testada

Neste contexto, conclui-se que não há evidências para que a hipótese de que as diferenças seriam nulas, seja rejeitada. Considerando então, o aceite da hipótese de que a média das diferenças é nula, o teste induz à conclusão de que os métodos aplicados são equivalentes.

### 3.4 Planta cadastral resultante

Após a conclusão de viabilidade da metodologia proposta, descrito no item 3.3 procedeu-se a produção das plantas cadastrais finais, conforme exemplo ilustrado na figura 04. Conforme citado no item 2.2.1, a planta cadastral a seguir (figura 04) representa a região denominada de aglomerado urbano. Nesta planta encontra-se a vetorização das edificações e das possíveis divisas de lotes da região. As dificuldades encontradas na vetorização desta região, em especial, ficam explícitas na análise visual da planta. Nota-se a impossibilidade, por exemplo, de se determinar o elemento quadra, unidade essencial para a urbanização. Além da dificuldade de se determinar os limites dos lotes e até mesmo das edificações. Estas dificuldades são decorrentes das características das áreas de ocupações irregulares.



Figura 4 : Mapa cadastral da Região com Urbanização recente

## 4. Conclusões e Recomendações

Primeiramente faz-se mister para o município avaliar até que ponto é necessária uma base cadastral com precisão compatível com as normas do PEC. Deve-se levar em consideração as reais necessidades socioeconômicas do município e as limitações de investimento em cadastro para se determinar qual o melhor método de atualização de base cadastral.

Dentro deste contexto, para os métodos abordados neste trabalho, análises quantitativas e qualitativas foram realizadas. Ambos os métodos apresentam suas vantagens e desvantagens, conforme ilustra a tabela 05.

Tabela 5 : Vantagens e desvantagens dos métodos utilizados

	QUICKBIRD
<b>Vantagens</b>	Fácil Aquisição;
	Multiespectral;
	Baixo Custo em comparação com a aerofotogrametria;
	Comparada ao método GPS, requer menos tempo.
<b>Desvantagens</b>	Resolução Espacial Inferior a Fotografia aérea;
	Dificuldade na Interpretação de Algumas Feições. Ex: Edificações muito próximas;
	Em terrenos acidentados apresenta acurácia posicional incompatível com padrões cartográficos para escalas cadastrais.
	GPS-RTK
<b>Vantagens</b>	Levantamento em tempo real;
	Maior precisão teórica (10mm + 1ppm, Cinemático);

	Menor tempo de levantamento quando comparado a outros levantamentos GPS.
<b>Desvantagens</b>	Perda de sinal em áreas urbanizadas muito densas;
	Necessidade de base curta para não perder o sinal do rádio;

Para a avaliação quantitativa, as vantagens e desvantagens de cada método (tabela 05) devem ser levadas em consideração. Estas levam a conclusão de que o método de atualização cadastral a partir de imagem *QuickBird* pode melhor atender as necessidades do município com base nas características sócio-econômicas. Estas características são baseadas principalmente na falta de recursos humanos e financeiros para o investimento no cadastro e seu desenvolvimento.

Ainda em se tratando das análises quantitativas, estima-se que o tempo gasto para o levantamento RTK, de acordo com o levantamento efetuado, seja 50% maior do que o tempo gasto para a restituição da imagem *QuickBird*.

Baseado no resultado obtido no teste de hipótese, pode-se afirmar que não existe evidência para o não aceite da hipótese de que as médias das diferenças dos métodos aplicados sejam iguais. Em suma, este teste demonstra que os dois métodos utilizados são equivalentes quantitativamente. Este resultado justifica-se principalmente pelas características da região. Os aspectos mais predominantes são a topografia plana e a ausência de vegetação de grande porte, ademais o resultado apresentado pelo método RTK apresenta, eventualmente, em meios urbanos, problemas de perda do sinal GPS e do rádio. Todavia, em áreas com características distintas, este resultado poderia não se repetir.

Contudo, o método RTK atende às especificações do PEC para uma carta classe A em escala 1:2.000 e os mapas cadastrais gerados a partir da vetorização da imagem não podem ser superiores a 1:5.000, pois a imagem utilizada classifica-se, segundo o PEC, como Classe A para uma escala 1:5.000. Porém, por se tratar de áreas de ocupações irregulares e onde os limites de propriedade não se definem com nitidez, a classificação da carta cadastral passa a ter uma importância relativa.

## 5. Referências bibliográficas

- ANDRADE, J.B.:** *Fotogrametria*, SBEE, 258 p., Curitiba 1999
- CANEPARO, S.C.:** *Manguezais de Paranaguá: Uma análise da dinâmica espacial da ocupação antrópica – 1952-1996*. Curitiba, 1999. 305p. Tese (Doutorado em Meio ambiente e desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná
- COSTA NETO, P.L.O.:** *Estatística*. São Paulo, 1977, Editora E. Blucher
- COUTINHO, C.I.; SEIFFERT, W.; LOCH, C.:** *Cadastro, a Base para o Controle da Degradação do Espaço rural*, Geodésia online – Revista da Comissão Brasileira de Geodésia, 4/1999
- GROSTEIN, M.D.:** *Metrópole e expansão urbana: A persistência de processos “insustentáveis”*. São Paulo, Jan./Mar. 2001, vol.15, no.1, p.13-19. ISSN 0102-8839
- LEAL, E.M.:** *Análise da qualidade posicional em bases cartográficas geradas em CAD*. Curitiba, 1998. Editora da UFPR
- LEICA** – Disponível em [www.leica-geosystems.com](http://www.leica-geosystems.com), Acesso em 21/05/2007
- LOCH, C.:** *Monitoramento Global Integrado de Propriedades Rurais*, Editora da UFSC, Florianópolis 1990
- MAURO, C.A.:** *O conceito de desenvolvimento sustentável*, Disponível em [www.meupais.com/coluna.asp?id=189](http://www.meupais.com/coluna.asp?id=189), Acesso em 25/06/2007
- PRADO, A.; KRUEGER, C.:** *Análise da acurácia nos posicionamentos diferenciais aplicando as técnicas DGPS e RTK*, Revista brasileira de Cartografia, N° 55, 2001
- SILVA, D.C.; DALMOLIN, Q.:** *Avaliação da resolução de imagens orbitais para cadastro*, In: COBRAC - Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, 1998, UFSC Florianópolis, Anais, Florianópolis 1998
- SCHIEWE, J.:** *Cartographical Potential of MOMS-02/D2 Image Data*, In: Photogrammetric Week '95, Ed. Fritsch/Hobbie, Wichmann, p.99-105, Heidelberg 1995

