

Controle de qualidade posicional de imagem quickbird ortorretificada no spring de acordo com o pec-pcd

Túllio Áullus Jó Pereira¹
Marcelo Antonio Nero²

¹ Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação –
DECART/CTG/UFPE
Caixa Postal 7800 - 50711-970 - Recife - PE, Brasil
aulluspereira@gmail.com

² Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG
Instituto Geociências - IGC
Caixa Postal 515 - 31270-901 - Belo Horizonte - MG, Brasil
marcelo.nero@gmail.com

Abstract. Is necessary to know the product's quality that is being generated or acquired by the professionals in the geosciences. Depending on the goal to be reached is possible to make use of an image from QuickBird sensor, which is a sensor from high spatial resolution, 61 cm, to make desired products. This paper presents a methodology for an image orthorectification from QuickBird sensor. This methodology was applied with the SPRING Free software, which is developed by INPE–Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, also using the Rational Polynomial Coefficients file, which contains the information for corrections of the image. The result of this procedure is evaluated in accordance with the Technical Specification for Geospatial Data Acquisition vector - ET-ADGV (CONCAR, 2011) and the PEC-PCD statistical index, and thus determining a class of quality. The evaluation was performed by comparing the coordinates of the identical points on the image and the points collected in field. And these field points were collected in a surveying where was used the RTK method. Then, a comparison between the coordinates was made and errors were obtained and thus determining the PEC-PCD. The result of the classification result of the orthorectification was a product quality related class B, on a scale of 1: 5,000.

Palavras-chave: remote sensing, high resolution satellite imagery, ET-ADGV, free software, sensoriamento remoto, imagens de alta resolução, ET-ADGV, software livre.

1. Introdução

O desenvolvimento das engenharias acarreta o avanço das geotecnologias, que veem sendo utilizadas com maior frequência nessa área através das bases cartográficas. Contudo, não se sabe qual a qualidade dessas bases na maioria dos casos, o que pode causar grande prejuízo futuro ao se utilizar o produto cartográfico como base em aplicações das geociências sem a devida acurácia. Relacionado ao estado da arte da qualidade de produtos cartográficos derivados de imagens do sensor Quickbird existem alguns estudos, tais como, Celestino (2007a), Ouverney et al. (2007), Celestino et al. (2007b) Celestino e Rocha (2008) e Ferreira et al. (2009).

O trabalho aqui apresentado é o resultado da pesquisa realizada para a análise quantitativa dos dados das imagens do satélite Quickbird, onde foi utilizada a imagem proveniente do sensor pancromático por possuir melhor resolução espacial, 61 cm, em relação ao sensor multiespectral, 240 cm. Sendo essa avaliação executada de acordo com os critérios da Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais – ET-ADGV de Agosto de 2011, (CONCAR, 2011).

De acordo com Novo (2008), existem algumas fontes de distorções geométricas em imagens de sensoriamento remoto. São elas: o movimento de rotação da Terra durante o processo de aquisição da imagem, a velocidade de varredura do sensor, o amplo campo de visada dos sensores, variações na posição da plataforma em que se encontra o sensor, efeitos

panorâmicos relacionados à geometria da imagem e a curvatura da Terra, sendo esta última corrigida através do processo de ortorretificação.

De acordo com Hatori et al.(2000) *apud* Pedro e Antunes (2007), a ortoimagem é obtida a partir da ortorretificação, que consiste na correção da imagem devido a diversas distorções, especialmente as causadas pela posição do satélite, pela superfície física da Terra (relevo e curvatura) e pela projeção cartográfica.

O programa escolhido para executar a ortorretificação foi o SPRING por ser um software livre e desenvolvido pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. O SPRING é um SIG (Sistema de Informações Geográficas) no estado-da-arte com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais. Esse software é de domínio público e pode ser obtido diretamente do site dos desenvolvedores.

A análise foi executada tomando como pontos de controle aqueles cujas coordenadas foram obtidas em Nero (2005) através do método de posicionamento cinemático RTK (Real Time Kinematic) e semi-cinemático (Stop and Go) no campus da Universidade de São Paulo – USP. Assim, as coordenadas dos pontos de controle mencionados anteriormente foram as utilizadas para a avaliação posicional da imagem Quickbird obtida para a referida área de estudo. Tais pontos de controle de campo possuem acurácia centimétrica, melhor que 10 cm, suficiente para a presente pesquisa e apontado em Nero (2005) e Cintra e Nero (2005).

Para a realização dessa avaliação utilizaram-se índices estatísticos, tais como a média e o desvio padrão, sendo definida ao final a acurácia planimétrica do produto final obtido, bem como a classificação de acordo com o PEC-PCD (CONCAR, 2008). O produto final correspondeu à ortoimagem do Campus Universitário Armando Sales de Oliveira, localizado no Município de São Paulo, Estado de São Paulo. Esse local foi escolhido por causa do pequeno percentual de área recoberta por nuvens, além de da existência de dados de campo obtidos da pesquisa de doutorado de Nero (2005).

A seguir, são apresentadas todas as etapas de desenvolvimento dessa pesquisa, sendo descrita a metodologia, os resultados obtidos e discussão, além das conclusões.

2. Metodologia de Trabalho

Inicialmente, foi gerado a ortoimagem no spring, tendo como entrada a imagem do sensor, o arquivo RPC (*Rational Polynomial Coefficients*) e o Modelo Numérico do Terreno – MNT. Com a ortoimagem, pontos coletados pelo método RTK e uma base do Campus Universitário Armando Sales de Oliveira, executada pela foram executadas as fotoidentificações dos pontos homólogos da base e da imagem. Após a identificação dos pontos foram calculadas as discrepâncias entre suas coordenadas e posteriormente os índices estatísticos necessários para a execução da avaliação. Por fim é executada a avaliação e determinada uma classe de acordo com o PEC-PCD.

As etapas para elaboração do trabalho são ilustradas na Figura 1.

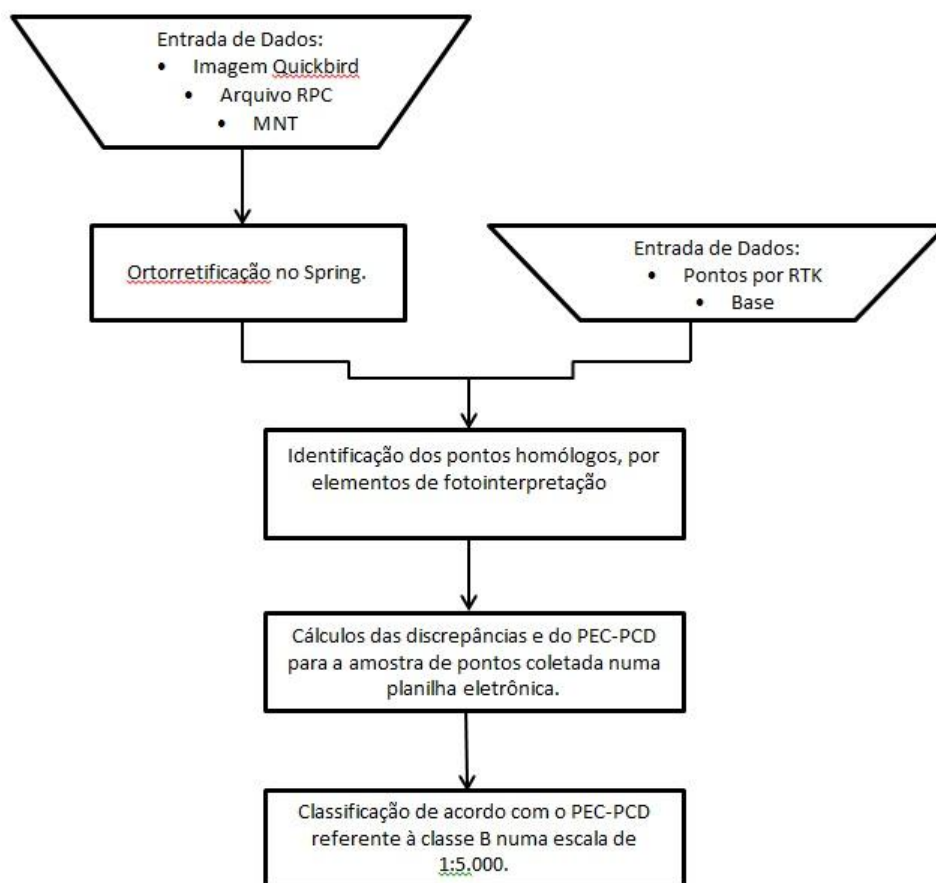


Figura 1 – Etapas do desenvolvimento do trabalho.

A etapa de ortorretificação foi desenvolvida no SPRING 5.2.5, tendo a funcionalidade de ortorretificação adicionada ao software a partir da versão 5.2. Inicialmente, foi importada a imagem a ser ortorretificada no SPRING, processo esse que necessitou definir o sistema geodésico. A informação de qual sistema utilizar, o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas – SIRGAS 2000, foi obtida nos arquivos anexos à imagem. Quanto à projeção utilizada foi de coordenadas geográficas, como pode ser visto na figura 2. Este procedimento foi necessário para a etapa do georreferenciamento da imagem, estipulando as coordenadas de dois vértices do retângulo envolvente, a saber:

- 23°32'58,16" e - 46°42'49,8" (canto superior direito)
- 23°34'25,4" e - 46°44'47,43" (canto inferior esquerdo)

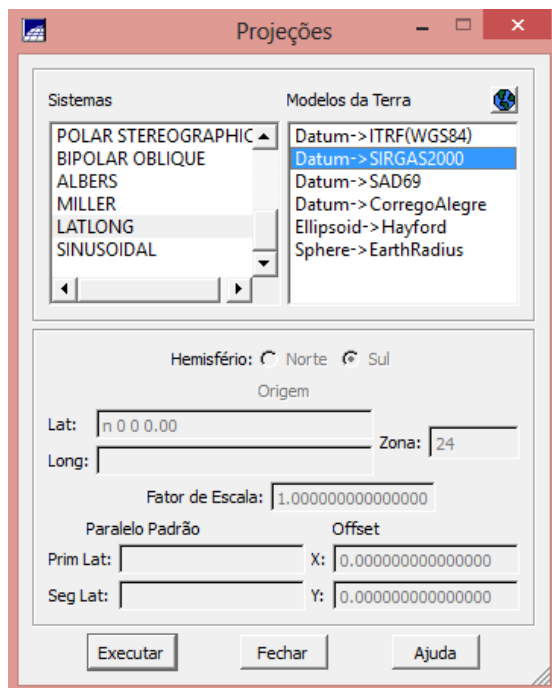


Figura 2 - Definição do sistema geodésico para importação da imagem.

O MNT (modelo numérico do terreno) obtido, necessário para a ortorretificação, é de boa qualidade, pois foi classificado como sendo de classe B na escala de 1:1.000, (FERREIRA, 20113). No ambiente do SPRING, o processo semelhante ao de importação da imagem foi realizado para importar o MNT para o projeto de trabalho. Finalmente, para finalizar o processo de entrada dos dados restava apenas a leitura do arquivo RPC requisitado pelo SPRING para executar a ortorretificação.

Esse arquivo RPC contém os coeficientes das funções racionais utilizadas pelo SPRING para executar a ortorretificação. Segundo Hu et al (2004) apud Rodrigues et al (2013), o modelo de funções racionais constrói uma correlação entre coordenadas tridimensionais do espaço objeto (x,y,z) e coordenadas bidimensionais do espaço imagem (linha, coluna), ou vice-versa, assim como o modelo físico do sensor. Esse modelo de funções racionais representa uma forma alternativa de ortorretificação quando não há a possibilidade de se trabalhar com o modelo baseado nas equações de colinearidade.

Os resultados visuais da ortorretificação apresentaram algumas edificações, nos extremos da imagem, com deslocamento lateral, não estando perfeitamente ortorretificadas, como era de se esperar devido a não continuidade do MNT. Assim, nas figuras 3 e 4 a seguir, são apresentadas edificações localizadas no extremo e no centro do MNT, respectivamente.



Figura 3 – Edificações localizadas no extremo da ortoimagem.



Figura 4 – Edificações localizadas no centro da ortoimagem.

A próxima etapa no desenvolvimento do trabalho consistiu em coletar os pontos homólogos aos pontos de controle na imagem ortorretificada, sendo os pontos homólogos mais aconselhados àqueles de fácil e o mais correta possível identificação, tais como: cantos de canteiros de estacionamento, extremidades de campos e quinas de tampas de bueiros. Para a realização dessa tarefa foi utilizado um SIG (Sistema de Informação Geográfica), além de um arquivo de coordenadas provenientes do trabalho de Nero (2005). Além disso, foi utilizado o mapeamento sistemático digital da Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira em formato vetorial para facilitar a identificação dos pontos homólogos. Essa base foi produzida pela Empresa Base Aerofotogrametria e Projetos S/A em 2001.

Na figura 5, é possível ver uma tela de trabalho no SIG. Na janela à esquerda (com fundo branco) é apresentada uma parte da base cartográfica do local de estudo com pontos gerados com as coordenadas obtidas pelos métodos de posicionamento GNSS (*Global Navigation Satellite System*), os quais incluíram a coleta pelo método semi-cinemático e estático, sendo estes obtidos com acuraria melhor que 10 cm. Essa janela foi utilizada para ajudar na identificação dos pontos de controle. Já na janela à direita (com tons de cinza), é apresentado o local correspondente à janela da esquerda, só que utilizando a ortoimagem para identificar os pontos homólogos. Os triângulos amarelos são os pontos obtidos pelo método mais acurado enquanto os verdes foram identificados e utilizados na análise do produto final, ou seja, são os pontos homólogos. Após identificar cada ponto homólogo extrairam-se as suas coordenadas para serem utilizadas na etapa dos cálculos de índices estatísticos.

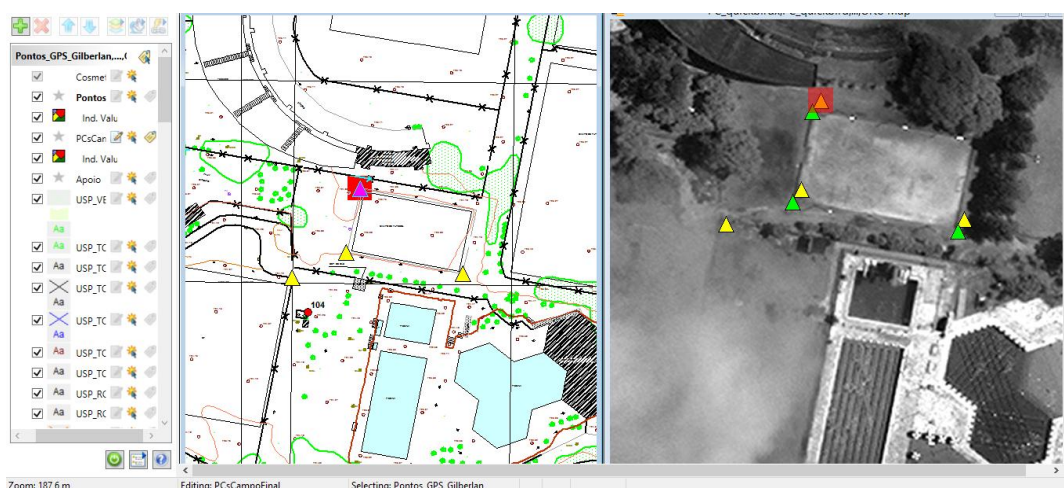


Figura 5 - Tela do software MapInfo Beta Teste, onde foram coletados os pontos homólogos.

Do trabalho de Nero (2005) foi disponibilizado o total de 255 pontos de controle. No entanto, foram considerados como pontos identificáveis e confiáveis para a aplicação desse trabalho o total de 84 pontos homólogos. Esse número final resultou da diferença temporal entre a imagem, datada de 2012, e a base cartográfica de 2001, além da presença de nuvens numa região da imagem e a desconsideração de pontos nos extremos da mesma. Uma ideia da proporção de pontos coletados pode ser visto na figura 6, onde os triângulos amarelos são os pontos de controle coletados em 2005 e os triângulos verdes são pontos que foram identificados.

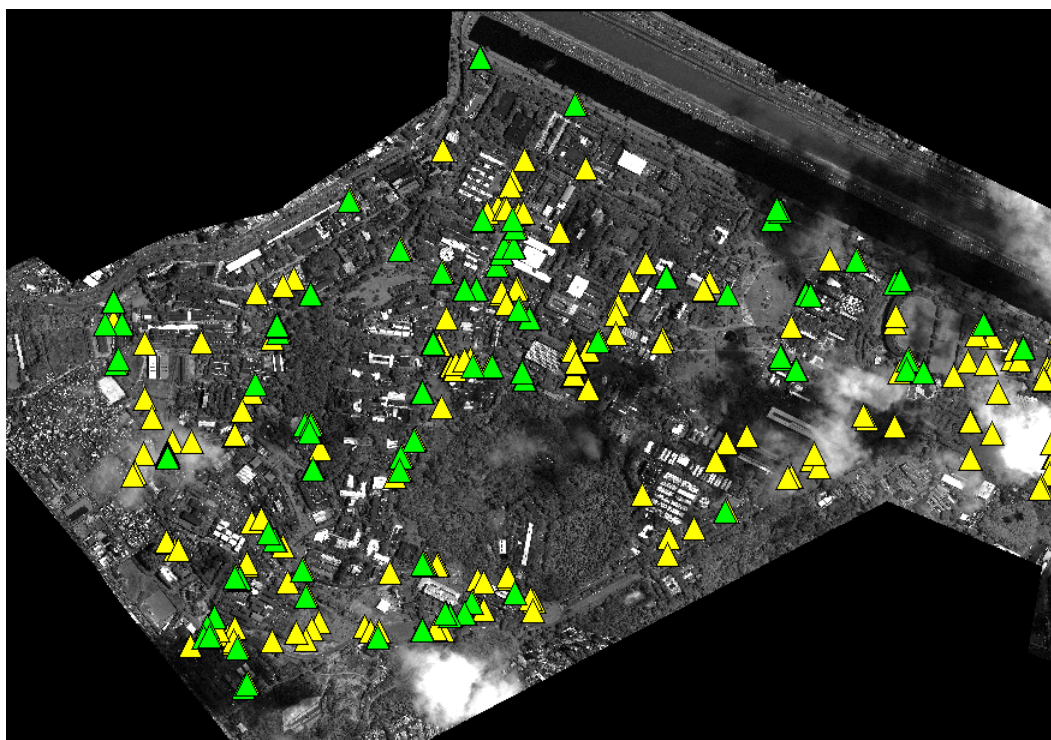


Figura 6 - Ortoimagem onde foram coletados os pontos homólogos.

Utilizando os pontos homólogos coletados iniciou-se a análise quantitativa planimétrica, que se deu por meio dos cálculos necessários para obter o PEC-PCD planimétrico através da equação 1. Assim, para obter o PEC-PCD para cada uma das coordenadas planimétricas consultou-se a tabela da ET-ADGV, determinando-se a classe do produto gerado a partir da imagem do sensor Quickbird.

$$PEC = 1,6449 * \sigma \quad (1)$$

Onde o PEC é igual ao produto do desvio padrão pela constante 1,6449, este indicador apresenta um nível de confiança de 90%, referente a distribuição gaussiana.

3. Resultados e Discussão

Após a execução dos cálculos necessários numa planilha eletrônica, obteve-se o seguinte resultado quantitativo:

Tabela 1 - Resumo da tabela onde executou-se os cálculos dos índices estatísticos.

ID	UTM - SAD69- FUSO 23S				ΔE (m)	ΔN (m)	(E-Média_E)^2	(N-Média_N)^2
	E (m)	N (m)	E_GPS (m)	N_GPS (m)				
1	323269,090	7394459,540	323270,660	7394462,490	1,570	2,950	0,319	0,588

2	324318,260	7393658,780	324319,840	7393663,050	1,580	4,270	0,308	0,306
3	324225,170	7393443,900	324227,700	7393447,300	2,530	3,400	0,156	0,100
5	324227,760	7393449,360	324230,690	7393452,510	2,930	3,150	0,632	0,321
6	324274,330	7393405,840	324276,240	7393409,930	1,910	4,090	0,051	0,139
...
250	322562,150	7392309,580	322564,070	7392312,970	1,920	3,390	0,046	0,107
251	322550,740	7392299,690	322552,110	7392303,930	1,370	4,240	0,586	0,274
255	322098,760	7393534,020	322102,100	7393537,110	3,340	3,090	1,451	0,393
Médias:					2,135	3,717		
Desvio Padrão:					1,303	1,395		

Utilizando a equação 1 e os desvios padrões encontrados pode-se calcular os PEC-PCDs, apresentados a seguir:

$$PEC-PCD_x = 1,6449 * 1,303 = 2,143$$

$$PEC-PCD_y = 1,6449 * 1,395 = 2,295$$

Logo, consultando-se as tabelas que constam na norma constata-se que a melhor classificação que o produto gerado poderia obter é a de Classe B numa escala de 1:5.000. Verificando assim, a qualidade posicional pontual, possibilitando classificar o produto gerado de acordo com a nova Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais – ET-ADGV, (CONCAR, 2011).

4. Conclusões

Semelhante ao trabalho desenvolvido em Celestino e Rocha (2008), o aqui apresentado possibilitou a determinação de uma classe de qualidade do produto gerado, mas não de acordo com o decreto n°. 89.817/84 e sim de acordo com a Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais – ET-ADGV (CONCAR, 2011). Contudo os resultados obtidos foram diferentes, devido aos relevos das áreas de estudo serem acidentados ou não e a utilização de normas e critérios diferentes. Determinando assim o relevo como um fator a ser considerado na tomada de decisão para o uso de imagens Quickbird.

O trabalho apresentado fez uso de uma metodologia básica e prática, para concluir a classificação do produto gerado. Sendo esse produto obtido através de softwares livres, proporcionando assim meios menos onerosos para a tarefa.

Recomenda-se como perspectiva futura analisar os resultados aqui obtidos, que foram gerados utilizando softwares livres e monorrestituição, com produtos que possam ser gerados através de pares de imagens orbitais com visão estereoscópica e softwares comerciais, e assim possibilitar a avaliação plani-altimétrica. Softwares comerciais, tais como o INPHO possibilita essa análise.

Agradecimentos

Agradecemos à empresa DigitalGlobe por ter fornecido a imagem necessária para o desenvolvimento deste trabalho.

Referências Bibliográficas

CELESTINO, V. S. **Padrão De Exatidão De Mapeamento Para Imagens Do Sensor Quickbird**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRS. Porto Alegre, 2007a.

CELESTINO, V. S.; SALDANHA, D. L.; ROCHA, R. S. **Avaliação da qualidade de produtos gerados a partir de imagem Quickbird através do PEC – Brasileiro**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. (SBSR), 2007, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 2007b.

p. 507-514. CD-ROM, On-line. ISBN 978-85-17-00031-7. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.20.45>>. Acesso em: 16 out. 2014.

CELESTINO, V. S; ROCHA, R. S. **Avaliação De Imagens Do Sensor Quickbird De Acordo Com O Decreto nº. 89.817/84 – Padrão De Exatidão Cartográfico.** II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação – II SIMGEO. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Recife, 2008.

CINTRA, J. P. ; NERO, M. A. **Metodologia para o controle de qualidade de mapeamentos sistemáticos em meio digital.** In: XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 2005, Macaé (RJ). Anais do XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia, 2005. v. XXII. p. 1-14.

CONCAR; EXÉRCITO BRASILEIRO – CONCAR-EB. **Especificação Técnica Para A Aquisição De Dados Geoespaciais Vetoriais. Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais.** 2.ed. Brasil. 10/06/2011.

FERREIRA, G. F. **Simulação aplicada ao controle de qualidade em Cartografia na altimetria com foco em MDT.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Recife, 2013.

FERREIRA, N. C.; NAZARENO, N. R. X.; MACEDO, F. C. **Avaliação da Exatidão Cartográfica da Ortoimagem Quickbird e da Ortofoto Digital do Município de Goiânia.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14. (SBSR), 2009, Natal. Anais... São José dos Campos: INPE, 2009. p. 1771-1778. DVD, On-line. ISBN 978-85-17-00044-7. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.12.01.18>>. Acesso em: 16 out. 2014.

NERO, M. A. **Propostas Para O Controle De Qualidade De Bases Cartográficas Com Ênfase Na Componente Posicional.** Tese (Doutorado). Escola Politécnica da USP. São Paulo, 2005. 186p.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações.** 3. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2008. v. 01. 363p .

OUVERNEY, M. L. M.; ANTUNES, M. A. H.; BARBOSA, L. G.; SEDANO, R. A. **Avaliação da ortorretificação de imagens do sensor Quickbird II usando modelo de orientação via RPCS.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. (SBSR), 2007, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 2007. p. 611-619. CD-ROM, On-line. ISBN 978-85-17-00031-7. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.16.01.55.59>>. Acesso em: 16 out. 2014.

PEDRO, P. C.; ANTUNES, A. F. B. **Comparação dos modelos APM (Affine Projection Model) e RPC (Rotational Coefficients Model) para ortorretificação de imagem Quickbird.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. (SBSR), 2007, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 2007. p. 629-636. CD-ROM, On-line. ISBN 978-85-17-00031-7. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.08.16.23>>. Acesso em: 16 out. 2014.

ROGRIGUES, T. L; SPERANZA, Y. H; MENDES, C. A. T; ANTUNES, M. A. H. **Desenvolvimento Da Rotina De Ortorretificação Utilizando O Modelo De Funções Racionais Para O Software SPRING.** Revista Brasileira de Cartografia, 2013, Nº 65/5, p.689-880.