

Avaliação dos dados GeoCover a partir de dados de campo coletados com receptores GPS

João Batista Tavares Júnior¹
Daniel Rodrigues Santos¹
Ericson Hideki Hayakawa²
Bruno Rodrigues do Prado²
Vagner Azarias Martins²
Mauro Antônio Homem Antunes³

¹ Universidade Federal do Paraná – UFPR
Setor de Ciências da Terra, Caixa Postal 19.001, 81.531-990 Curitiba, Paraná, Brasil
joaotavaresjunior@yahoo.com.br
santos@ufpr.br

² Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12245-970 - São José dos Campos - SP, Brasil
{ericson, prado, vagner}@dsr.inpe.br

³ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ
Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia, 23890-000 - Seropédica - RJ, Brasil
mantunes@ufrj.br

Abstract. Work with different types of cartographic data need procedures to represent the same part of surface. Georeferencing it is a basic procedure that can get the secure cartographic quality. Found free and with cartographic quality, GeoCover data are a free alternative way to images georeferencing. This way, the aim of this work is compare the geometric quality between GeoCover Landsat-5/TM images and geographical coordinates acquired in fieldwork with GPS receptors. The study is placed in Rio de Janeiro (Brazil) state, and contemplates the Barra Mansa, Porto Real and Quatis municipally. These works utilize a twenty points controls acquired with four GPS receptors (Promark2). The receptors were placed at triangular form, and for fourth five minutes crawling at a recording rate of 5 seconds. Always at minimum two receptors form a baseline. The results showed that the GeoCover data are in the accuracy limits defined by NASA *Stennis Space Center*. 36,334m are the median vector, and 18,144m are the standard deviation found to this study. Concluded that the Landsat-5/TM GeoCover images can be applied to georeferencing others images with the same spatial resolution.

Palavras-chave. cartographic quality, GeoCover data, Landsat-5/TM images, georeferencing, qualidade cartográfica, dados GeoCover, imagens Landsat-5/TM, georeferenciamento

1. Introdução

Trabalhos que envolvam a utilização de diferentes bases de dados cartográficos requerem procedimentos para que os dados possam ser integrados entre si e, assim, representem uma mesma porção da superfície terrestre. Estes procedimentos referem-se a definições de critérios que garantam a exatidão cartográfica compatível com o objetivo do trabalho (Celestino et al., 2005). Os principais critérios são: i) escolha do Datum (sistema geodésico de referência e elipsóide de referência); ii) escolha do sistema de projeção; e iii) manutenção do padrão de qualidade no tratamento dos dados.

No caso do Datum, a escolha deve ser realizada fundamentada nas normas cartográficas vigentes no país. Até o ano de 2014, os Datums Córrego Alegre, SAD69 e/ou SIRGAS 2000 poderão ser utilizados, salvo os casos em que os produtos cartográficos possuam implicações legais (Bonatto, 2008). Conforme oficializado em fevereiro de 2005 (resolução 01/2005 do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000) será o novo referencial geodésico para o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). Dessa forma, após o ano de 2014 todos os produtos

cartográficos nacionais deverão ser referenciados ao SIRGAS 2000, que passará a ser o Datum oficial no Brasil.

No caso dos sistemas de projeção, deve-se optar pelo sistema mais adequado aos objetivos do trabalho. Comumente os aplicativos SIGs já possuem sistemas de projeção implementados. Por exemplo, o aplicativo SPRING (Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas) (Câmara et al., 1996) possui quatorze alternativas de projeções. Desses, o sistema UTM (*Universal Transverso de Mercator*) e o sistema Policônico são os mais empregados. Há também a possibilidade de implementar outros sistemas de projeção.

Quanto ao tratamento dos dados para a obtenção de informações da superfície, estes devem atender ao padrão de qualidade cartográfica regido pelas normas brasileiras do Decreto Lei nº 89.817, de 20 de Junho de 1984 – Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Com isso, o usuário da tecnologia de geoinformação deve manter alguns parâmetros de qualidade, sendo a qualidade geométrica das coordenadas dos pontos a serem utilizados no georreferenciamento um dos critérios a ser mantido (Celestiano et al., 2005).

Geralmente as coordenadas dos pontos utilizados no georreferenciamento são obtidas com o emprego de receptores *GPS* (*Global Position System*) ou extraídas de fontes já existentes. No caso da coleta de coordenada com GPS, trata-se de um processo oneroso e que exige cuidados no planejamento e execução do levantamento. A escolha da técnica de levantamento e do equipamento a ser empregado determina a qualidade dos pontos de referência coletados. Quanto à utilização de fontes já existentes, o usuário deve-se atentar a qualidade cartográfica do produto utilizado, e na resolução espacial da imagem a ser referenciada. Conforme expõe Crepanil e Medeiros (2005), a aquisição de pontos de controle que possuam coordenadas de qualidade é o processo mais dispendioso em um projeto de sistema de geoinformação.

Concomitante a disseminação de produtos de sensoriamento remoto e de aplicativos SIGs, os dados GeoCover surgem como um fonte alternativa e gratuita a realização do georreferenciamento, bem como de sua utilização para procedimentos de processamento digital de imagens, dentre outros objetivos. Projetado no sistema UTM e referenciado ao Datum WGS84 (*World Geodetic System 1984*), o GeoCover é um mosaico de imagens Landsat que foram ortorretificadas e processadas com um alto padrão de qualidade (*GeoCover Technical Guide*) e, comumente são adotados para a execução do georreferenciamento. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho consiste na avaliação da discrepância entre as coordenadas de pontos adquiridas em campo com receptores GPS com os seus homólogos na imagem GeoCover.

2. Materiais e métodos

A área do estudo localiza-se no estado do Rio de Janeiro e apresenta as seguintes coordenadas geográficas: Lat1: 22° 35' 18,67"S Log1: 44° 21' 22,30"W para a extremidade inferior esquerda e, Lat2: 22° 20' 19,48"S Log2: 44° 07' 13,27"W para a extremidade superior direita. Perfaz os municípios de Barra Mansa, Porto Real e Quatis, localizados na extremidade inferior direita da cena (Figura 1).

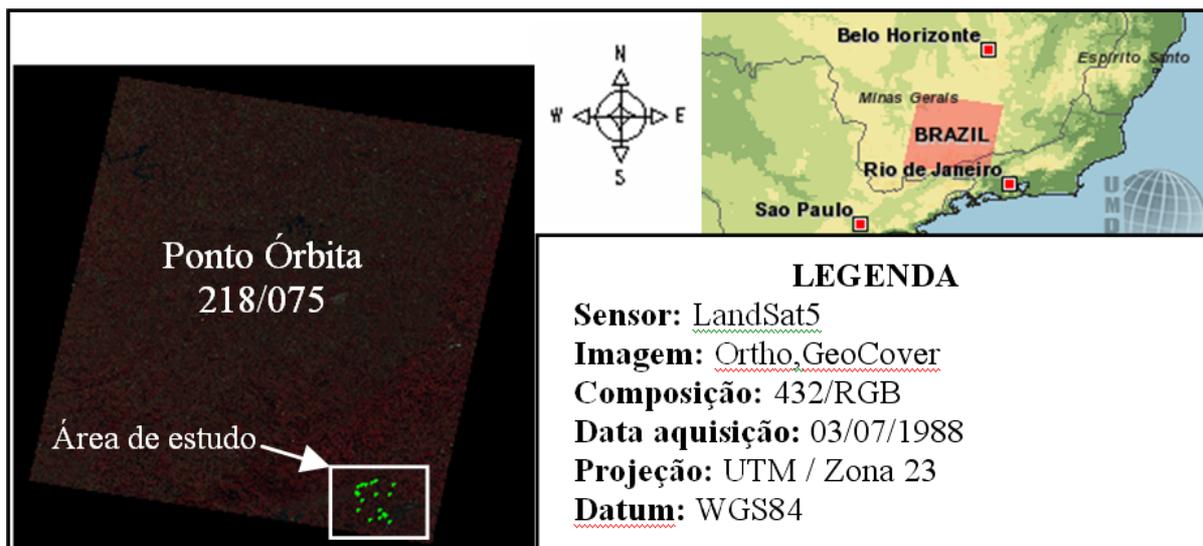


Figura 1. Imagem GeoCover utilizada para realizar a avaliação.

A escolha desta área deve-se a disposição de 20 pontos de controle adquiridos nos dias 19, 20, 21 e 22 de maio de 2005, e que foram previamente empregados na averiguação da qualidade dos dados de cenas ASTER para a geração de produtos cartográficos (cartas planimétricas e altimétricas). Os procedimentos metodológicos para a aquisição dos pontos de controle resumem-se em:

- a) Georreferenciamento da cena ASTER a partir de pontos extraídos das cartas topográficas de Resende – Folha SF-23-Z-A-II-3, Nossa Senhora do Amparo - Folha SF-23-Z-A-II-4, Volta Redonda - Folha SF-23-Z-A-V-2 e Bananal – Folha SF-23-Z-A-V-1. Este procedimento visou a identificação de feições (pontos) candidatas a pontos de apoio no georreferenciamento. Selecionou-se 22 pontos com base no critério de distribuição na cena e facilidade de acesso (Figura 2).
- b) Definição dos pontos de controle pertencentes ao SGB como base de apoio. Definiu-se o Porto Real (Lat.: 22° 26' 57,15620"S Log.: 44° 19' 04,78981"W e H: 427,290 m) e o DER (Lat.: 22° 33' 18,62367"S Log.: 44° 09' 16,71690"W e H: 386,134m).
- c) Levantamento dos pontos de controle utilizando-se de 4 (quatro) receptores GPS da marca Promark2, pertencentes à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Posicionados de forma a formar uma malha triangular, os quatro receptores rastream durante um tempo de 45 minutos a uma taxa de gravação de 5 segundos. Findo o tempo de observação, dois receptores GPS eram deslocados para dois novos pontos, e dois permaneciam nos mesmos pontos de forma a manter uma linha de base conhecida.

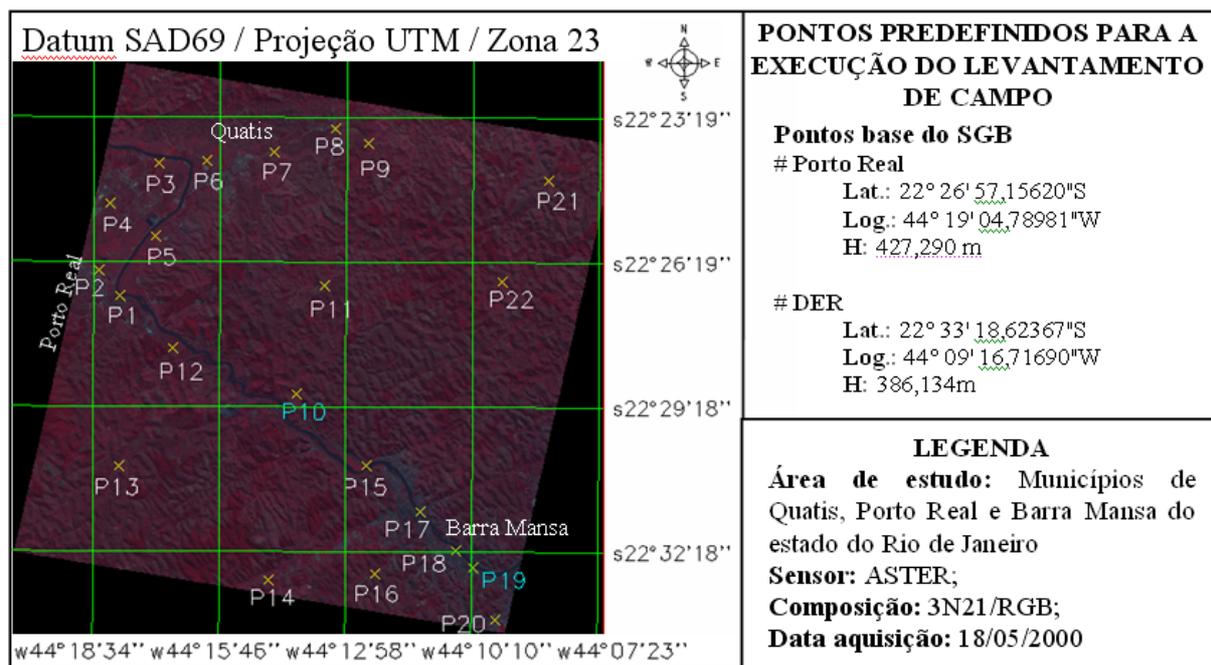


Figura 2. Localização dos pontos de controle. Os pontos P10 e P19 (cor azul) não foram acessados.

Quanto a cena Landsat-5/TM de 03/07/1988 (órbita ponto 218/75), esta foi adquirida no endereço eletrônico da própria *Global Land Cover Facility* <<http://glcfapp.umiacs.umd.edu/index.shtml>>. Os pontos foram localizados na imagem seguindo o mesmo procedimento usado ao realizar o registro em tela utilizando outra imagem com referência. Porém, a imagem referência foi visualizada no visualizador de imagens e fax do windows. Uma vez localizados, estes pontos foram exportados com extensão *.dfx para realizar a avaliação das discrepâncias entre as coordenadas. As observações GPS dos pontos coletadas em campo foram processadas e ajustadas utilizando o software *Ashtech Solutions*.

O *Global Land Cover Facility* (GLCF) é um serviço disponibilizado pela Universidade de Maryland (GLCF, 2008a), onde são oferecidos diversos tipos de imagens e produtos gerados por sensores orbitais. A base de dados do GeoCover disponibiliza imagens padronizadas e corrigidas geometricamente para toda a superfície do planeta, com exceção da Antártica.

As imagens da série Landsat disponibilizadas pelo GeoCover foram adquiridas em três épocas distintas. Para o período de 1970-80 foram utilizadas cenas Landsat/MSS, na década de 1990 foram utilizadas cenas Landsat/TM e nos anos 2000 foram empregadas imagens geradas pelo sensor Landsat/ETM+. Todas as imagens são ortorretificadas e corrigidas geometricamente com modelos digitais de terreno. De acordo com a NASA *Stennis Space Center*, a acurácia é de aproximadamente 100 m para as imagens do sensor LandSat/MSS, e de 50m para as cenas dos sensores LandSat/TM e LandSat/ETM+ (GLCF, 2008a,b).

A projeção utilizada é a Universal Transversa de Mercator (UTM), e o Datum empregado é o *World Geodetic System 1984* (WGS84). Cada cena dispõe de todas as bandas separadamente, e suas características técnicas estão descritas em um arquivo digital de metadados que acompanham cada cena disponibilizada.

3. Resultados e Discussão

Dos 20 pontos rastreados, foi possível identificar 18 pontos na imagem Landsat-5/TM adquirida do GeoCover. Como a imagem utilizada previamente para identificar as feições para a caracterização dos pontos de controle apresenta melhor resolução espacial em relação as imagens Landsat-5/TM, a obtenção de informações mais pertinentes da superfície foi

facilitada. Ademais, alterações de cunho temporal na superfície podem ter agravado a identificação das feições.

A Tabela 1 denota os valores das coordenadas dos pontos rastreados e seus respectivos desvios padrões. Nota-se que o desvio padrão dos pontos levantados não é significativo e, revelam que os pontos possuem precisão centimétrica. Os pontos P11, P12, P15, P21 e P22 foram os pontos que apresentaram maior desvio padrão. Os pontos P12 e P15 encontram-se em locais propícios a sinais de multicaminho, portanto, estes podem ter degradado a qualidade das observações, ocasionado assim maior resíduo. Já os pontos P11, P21 e P22 encontram-se nas bordas extremas da rede a ser ajustada. Como estes pontos não estão amarrados a um segundo ponto de controle, ao realizar o ajustamento os erros tendem a se acumular nestes pontos.

Tabela 1 – Coordenadas e resíduos dos pontos levantados com o emprego de receptores GPS.

Coordenadas GPS Datum WGS84 / UTM / Zona23				
Ponto	Este	Desvio Padrão	Norte	Desvio Padrão
P1	571956,320	0,002	7517089,655	0,002
P2	571163,632	0,003	7518088,986	0,003
P3	573481,777	0,006	7522201,220	0,005
P4	571589,867	0,004	7520661,303	0,004
P5	573567,567	0,004	7519657,106	0,004
P6	575339,746	0,005	7522273,877	0,005
P7	577892,972	0,006	7522594,060	0,007
P8	580239,448	0,007	7523524,117	0,008
P9	581531,001	0,007	7522930,493	0,009
P11	579822,377	0,013	7517493,209	0,012
P12	573969,424	0,018	7515105,146	0,015
P13	571896,256	0,007	7510607,010	0,006
P14	577636,271	0,008	7506221,816	0,009
P15	581364,357	0,010	7510665,304	0,009
P16	581678,943	0,004	7506461,061	0,004
P17	583414,895	0,009	7508844,515	0,009
P18	584741,144	0,002	7507348,977	0,002
P20	586196,377	0,001	7504731,938	0,001
P21	588421,285	0,010	7521514,866	0,013
P22	586601,753	0,010	7517664,651	0,013

A Tabela 2 denota as coordenadas dos pontos adquiridas com os receptores GPS e as coordenadas dos pontos homólogos obtidos na imagem GeoCover. Nessa, também pode observar o valor dos vetores resultantes.

Tabela 2. Coordenadas dos pontos obtidas com receptores GPS e na cena do GeoCover. Ambos estão referenciados ao Datum WGS84 / UTM / Zona23

Pontos GPS			Pontos GeoCover			Vetor diferença
Ponto	Este	Norte	Ponto	Este	Norte	Δl
P1	571956,32	7517089,655	P1	571981,02	7517110,827	32,532
P2	571163,632	7518088,986	P2	571208,361	7518050,256	59,167
P3	573481,777	7522201,22	P3	573450,503	7522195,595	31,776
P4	571589,867	7520661,303	P4	571646,201	7520665,096	56,462
P05	573567,567	7519657,106	P05	Não Ident.	Não Ident.	Não Ident.
P6	575339,746	7522273,877	P6	575383,309	7522245,02	52,254
P7	577892,972	7522594,06	P7	577958,755	7522597,852	65,892
P8	580239,448	7523524,117	P8	580248,116	7523545,848	23,396
P09	581531,001	7522930,493	P09	Não Ident.	Não Ident.	Não Ident.
P11	579822,377	7517493,209	P11	579831,131	7517496,746	9,442
P12	573969,424	7515105,146	P12	573959,436	7515083,787	23,579
P13	571896,256	7510607,01	P13	571925,244	7510576,838	41,841
P14	577636,271	7506221,816	P14	577664,963	7506233,726	31,066
P15	581364,357	7510665,304	P15	581382,013	7510609,476	58,553
P16	581678,943	7506461,061	P16	581687,578	7506458,418	9,030
P17	583414,895	7508844,515	P17	583425,932	7508854,35	14,783
P18	584741,144	7507348,977	P18	584764,815	7507356,345	24,791
P20	586196,377	7504731,938	P20	586299,045	7504719,506	103,418
P21	588421,285	7521514,866	P21	588422,801	7521482,715	32,187
P22	586601,753	7517664,651	P22	586625,182	7517619,434	50,926
Média						40,061
Desvio Padrão						23,661

Analisando as discrepâncias entre as coordenadas obtidas com receptores GPS das extraídas dos respectivos pontos homólogos na cena GeoCover, constata-se que a discrepância do ponto P20 está associada a um erro grosseiro cometido pelo operador durante a identificação do ponto na imagem, como observado na Figura 4. Note que o ponto deveria estar do lado oposto da pista. Desta forma, considerou-se este ponto como um *outlier*. Ao remover este ponto da avaliação das discrepâncias entre as coordenadas, tem-se um vetor médio de 36,334m e com desvio padrão de 18,144m. Estes valores estão contidos nos limites de precisão definidos pela NASA *Stennis Space Center*.



Figura 4. Erro grosseiro na localização do ponto na imagem GeoCover.

Deslocamentos direcionais são indicados pelas setas presentes na Figura 5. Observa-se que a discrepância entre as coordenadas observadas ocorreu de forma aleatória, indicando que o erro cometido está associado à identificação do ponto na imagem. Segundo Wolf (2000), a frequência máxima de uma cena que pode ser representada através de uma imagem é definida pela frequência de Nyquist, que equivale à metade da frequência de amostragem, decretada pelo tamanho do pixel quando a PSF (*Point Spread Function*) é menor do que o espaçamento entre linha e colunas. Assim, somente alvos com tamanho de pelo menos dois pixels podem ser representados pela imagem em questão. Considerando a frequência de Nyquist, e a resolução espacial da cena GeoCover, pode-se concluir que o erro máximo que pode ocorrer na identificação de um ponto é de 60m. Analisando a Tabela 2 constata-se que somente o ponto P7 fugiu a regra, sendo sua diferença desprezível para tal análise.

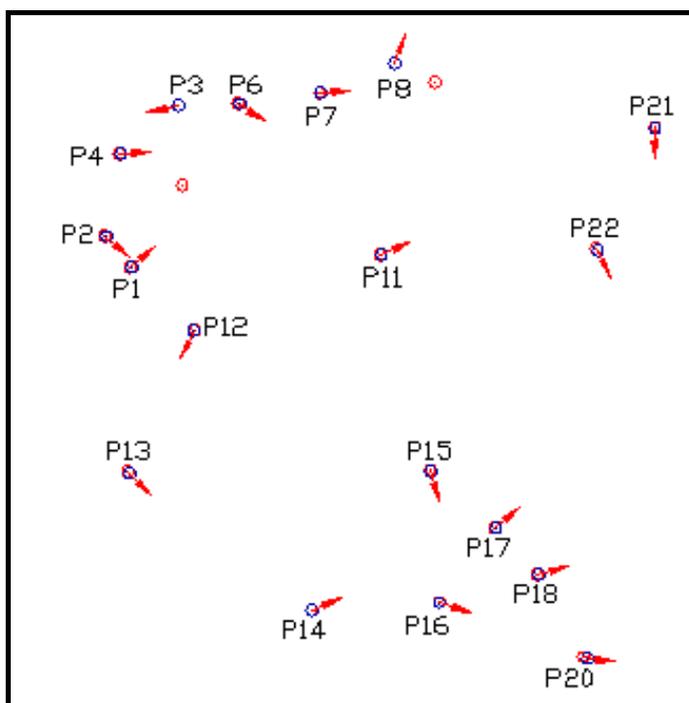


Figura 5. Setas indicando a direção dos deslocamentos dos pontos observados na Imagem GeoCover em relação aos pontos GPS.

4. Conclusões e Recomendações

Diante dos resultados, conclui-se que as imagens Landsat-5/TM disponibilizadas pelo GeoCover são altamente confiáveis e podem ser empregadas como referência no georreferenciamento de outras cenas com mesma resolução. A partir da frequência de Nyquist, recomenda-se que o usuário não utilize esta fonte de dados para extrair coordenadas de pontos para efetuar o georreferenciamento de imagens que possuam melhor resolução espacial.

Referências Bibliográficas

Bonato, S. M. P. SIRGAS2000, quando iniciar a sua utilização? In: **Esteio Engenharia e Aerolevantamentos S.A. 2008**. Disponível em: < <http://www.esteio.com.br/downloads/pdf/sirgas2000.pdf> > Acesso em: 14 nov. 2008.

Câmara, G.; Souza, R.C.M.; Freitas, U.M.; Garrido, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

Celestino, V. da S.; Saldanha, D. L.; Rocha, R. dos S. da. Avaliação da qualidade de produtos gerados a partir de imagem Quickbird através do PEC – Brasileiro. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 13, 2007, Florianópolis, Brasil. Anais...São José dos Campos, INPE, 2007, p. 507-514.

Crepani, E.; Medeiros, J. S. de. Imagens CBERS + Imagens SRTM + Mosaicos GeoCover LANDSAT em ambiente SPRING e TerraView: Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento gratuitos aplicados ao desenvolvimento sustentável. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 12, 2005, Goiânia, Brasil. Anais...São José dos Campos, INPE, 2005, p. 2637-2644.

Global Land Cover Facility (GLCF). University of Maryland. Department of Geography. 2008a. Disponível em: <<http://glcf.umiacs.umd.edu/index.shtml>>. Acesso em: 18 nov. 2008a.

Global Land Cover Facility (GLCF). GeoCover Technical Guide. University of Maryland. Institute for Advanced Computer Studies. 2008b. Disponível em: <<http://glcf.umiacs.umd.edu/data/guide/technical>>. Acesso em: 15 jan. 2008b.

IBGE. **Apostila de noções básicas de cartografia**. Diretoria de geociências – DGC, Departamento de cartografia – DECAR, 1998.

Resolução 01/2005 do IBGE (**Fundação Instituto de Geografia e Estatística**). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/geografia/seminario/sirgas/principal.htm>> Acesso em: 14 nov. 2008.

Wolf, P. R., DeWitt, B. A.: **Elements of Photogrammetry with Applications in GIS**, McGraw-Hill Science/Engineering/Math, p.624, 2000.