
AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA POSICIONAL DE IMAGENS LANDSAT 8 / SENSOR OLI NA REGIÃO DE ALVINÓPOLIS-MG.

MÁRICA RUTH ALMEIDA QUEIROZ

AFONSO DE PAULA DOS SANTOS

Universidade Federal de Viçosa - UFV
Centro de Ciências Exatas - CCE
Departamento de Engenharia Civil, Viçosa, MG
marica.queiroz@ufv.br, afonso.santos@ufv.br

RESUMO - O oitavo satélite (L8) produzido pela série LANDSAT trouxe relevantes inovações como a diminuição do erro de posicionamento devido aos novos sensores do tipo *pushbroom*. Além disto, a promessa é de que as imagens disponibilizadas do sensor OLI, com nível de processamento LT1, possam ser utilizadas para mapeamento em mesoescalas (1:100.000 e 1:250.000) sem a necessidade do usuário realizar quaisquer correções geométricas nestas imagens. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a acurácia posicional planimétrica de uma imagem fusionada obtida pelo satélite L8/sensor OLI, nível de processamento LT1, sem a realização de qualquer tipo de correção geométrica, na região do município de Alvinópolis-MG. Para avaliar a acurácia posicional da imagem L8, foi utilizada uma ortoimagem ALOS – sensor PRISM com acurácia posicional compatível com a escala de 1:25.000. A análise da acurácia posicional foi realizado com o auxílio do software GeoPEC utilizando 67 pontos de checagem. A imagem L8 apresentou RMS das discrepâncias posicionais da ordem de 52 metros, sendo classificada na escala de 1:100.000 Classe C, segundo o padrão de acurácia brasileiro (Decreto-Lei nº 89817/ET-ADGV). Analisando a presença de efeitos sistemáticos nas discrepâncias posicionais da imagem L8, através do teste *t de student*, foi constatada a presença de tendência, ou seja, há um deslocamento sistemático da imagem em relação à posição de referência no terreno.

ABSTRACT - The eighth satellite (L8) produced by Landsat series brought significant innovations such as reduction of positioning error due to new sensors pushbroom type. In addition, the promise is that the images available from OLI sensor with LT1 processing level, can be used for mapping in mesoescales (1:100,000 and 1:250,000) without the need of the user perform any geometric correction. The objective of this work was to evaluate the planimetric positional accuracy of a fused image obtained by the L8 / OLI sensor, LT1 processing level, without any kind of geometric correction, in the municipality of Alvinopolis-MG region. To evaluate the positional accuracy of L8 image, we used a orthoimage ALOS/PRISM with positional accuracy compatible with the scale of 1: 25,000. Positional accuracy analysis was realized in GeoPEC software using 67 checkpoints. The L8 image presented RMS positional discrepancies of the order of 52 meters, being classified in the scale of 1: 100,000 Class C, according to the standard of Brazilian accuracy (Decree-Law No. 89817 / ET-ADGV). Analyzing the systematic effects in positional discrepancies L8 image by the Student t test, the presence of trend was found, ie, there is a systematic shift of the image in relation to the reference position on the ground.

1 INTRODUÇÃO

As imagens orbitais trouxeram grandes avanços para a cartografia. Essa tecnologia favoreceu o mapeamento terrestre ao tornar possível a obtenção de dados espaciais, por sensoriamento remoto, de regiões de difícil acesso onde é inviável a obtenção direta dos dados com o uso da topografia clássica ou áreas onde influências climáticas coíbiam o uso da fotografia obtida por métodos tradicionais (aerofotogrametria) (IBGE, 1999).

Land Remote Sensing Satellite ou LANDSAT, como é comumente conhecido, diz respeito a uma série de satélites lançados pelos Estados Unidos da América (EUA) com o objetivo de monitorar os recursos naturais da superfície terrestre. Este programa possibilitou a aquisição de imagens contínuas da superfície terrestre e de forma gratuita para todos os usuários. Os produtos gerados podem ser utilizados para diversos fins, como: monitoramento, gerenciamento e análise

dos recursos naturais; estudos temporais a respeito das mudanças climáticas e impactos ambientais; mapeamento da superfície terrestre, entre outros propósitos.

O mais recente satélite da série, denominado LANDSAT-8 (L8), foi lançado em 2013, levando a bordo os sensores OLI e TIRS. O sensor OLI opera em nove bandas multiespectrais, sendo que oito delas possuem resolução espacial de 30 m e uma banda pancromática (B8) com resolução espacial de 15 m. O sensor TIRS trabalha com a faixa termal do espectro e opera em duas bandas espectrais, com resolução espacial de 100 m (USGS, 2013).

O satélite L8 tem como característica a melhoria no erro de posicionamento, que passou de 60 a 80 metros, para valores na ordem de 12 metros, graças a utilização de sensores do tipo *Pushbroom*, substituindo os sensores *Whiskbroom*, anteriormente utilizados (KALAF *et al.*, 2013; USGS, 2013).

O processamento das imagens orbitais obtidas por este satélite conta com o nível de processamento LT1, na qual as imagens já são fornecidas ortorretificadas, sendo essas realizadas a partir de pontos de controle utilizados concomitantemente ao Modelo Digital de Elevação (MDE), a fim de ser obter rigor cartográfico (USGS, 2013).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho consiste na avaliação da acurácia posicional planimétrica de uma imagem fusionada obtida pelo satélite LANDSAT-8/OLI, nível de processamento LT1, para utilização em mesoescala (1:100.000 a 1:250.000), sem a realização de qualquer tipo de correção geométrica por parte do usuário.

A justificativa para esta avaliação é apresentar aos usuários o nível de acurácia posicional das imagens obtidas pelo L8/OLI com o objetivo de informa-los sobre a necessidade ou não da realização de correções geométricas para a utilização dessas imagens em mapeamentos em mesoescala.

2 LANDSAT-8

O LANDSAT-8 possui dois sensores imageadores do tipo *Pushbroom* (varredura eletrônica) a bordo: o *Operational Land Imager (OLI)* e *Thermal Infrared Sensor (TIRS)* (USGS, 2013).

Sensores do tipo *Pushbroom* possuem vantagem em relação aos sensores do tipo *Whiskbroom* (varredura mecânica) utilizados nos outros satélites da série. Segundo Meneses (2012), estes geram imagens com melhor qualidade de sinal, devido ao fato de realizar uma varredura linha a linha com maior tempo de permanência ao realizar a medição da radiancia gerada por cada pixel.

O sensor OLI opera em nove bandas espectrais nas faixas do visível, infravermelho próximo e infravermelho médio. A novidade trazida por esse sensor em comparação aos dos satélites anteriores for a adição de duas novas bandas espectrais para coleta de dados: a banda B1-Costal adequada para mapeamento costeiro e de aerossóis e a banda B9-Cirrus adequada para a detecção de nuvens. Além disso, teve uma melhoria na resolução radiométrica, que passou a ser de 12 bits, ou seja, possui 4096 níveis de cinza (KALAF *et al.*, 2013). A Tabela 1 apresenta as especificações técnicas do sensor OLI:

Tabela 1. Especificações Técnicas Sensor OLI. Fonte: USGS, 2013.

Sensor OLI					
Bandas Espectrais	Resolução Espectral (µm)	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada	Resolução Radiométrica
B1- COSTAL	0,435 – 0,451	30 m	16 dias	170 km x 185 km	12 bits
B2- AZUL	0,452 – 0,512				
B3- VERDE	0,533 – 0,590				
B4-	0,636 – 0,673				
B5- IV.	0,851 – 0,879				
B6- IV.	1,566 – 1,651				
B7- IV.	2,107 – 2,294	15 m			
B8-	0,503 – 0,676				
B9- CIRRUS	1,363 – 1,384	30 m			

O sensor TIRS opera na região do infravermelho termal, obtém dados de duas bandas espectrais. Possui uma interação de correção com o sensor OLI. Abaixo segue a Tabela 2 de especificações técnicas do sensor TIRS:

Tabela 2. Especificações Técnicas Sensor TIRS. Fonte: USGS, 2013.

Sensor TIRS					
Bandas Espectrais	Resolução Espectral (μm)	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada	Resolução Radiométrica
B10 – LWIR -1	10,60 – 11,19 μm	100 m	16 dias	170 km x 185 km	12 bits
B11 – LWIR -2	11,50 – 12,51 μm				

3. CONTROLE DE QUALIDADE POSICIONAL

Segundo Santos (2010) o objetivo do controle de qualidade cartográfica é analisar a consistência dos dados espaciais, identificando a incerteza dos mesmos a fim de definir se estes poderão ser utilizados e as finalidades para as quais se aplicam.

Segundo Ariza (2002) existem duas maneiras de avaliar a acurácia posicional em uma base de dados cartográficos: pela análise de processo ou pela análise do produto.

A análise de processo consiste em realizar uma averiguação de cada etapa da cadeia produtiva da operação cartográfica de forma a obter valores de discrepâncias, para então efetuar a propagação de variância do processo inteiro e no fim estimar um valor de discrepância final para o produto cartográfico.

Para a análise do produto, faz-se uma avaliação da acurácia posicional no produto cartográfico final. Utilizando pontos de checagem de campo ou um produto de maior acurácia posicional é realizada uma comparação do produto avaliado, gerando, assim, uma amostra de discrepâncias posicionais. Estas discrepâncias são utilizadas em testes estatísticos ou em padrões/normas para que se possa inferir sobre a qualidade posicional do produto avaliado.

O controle de qualidade posicional no Brasil é regido pelo Decreto Lei nº 89817 de 1984. De acordo com este, os produtos cartográficos são classificados segundo duas tolerâncias: Padrão de Exatidão Cartográfico (PEC) e Erro Padrão (EP). Estes valores são diretamente proporcionais à escala cartográfica do produto (BRASIL, 1984).

A INDE foi instituída pelo Decreto Lei Nº 6666 de 27 de Novembro de 2008 com o objetivo de organizar os dados espaciais gerados por instituições nacionais e empresas produtoras e mantedoras desses tipos de dados (INDE, 2015).

Dentre as especificações determinadas pela INDE, cita-se a ET – ADGV (Especificação Técnica para especificação de Dados Geoespaciais Vetoriais), que tem por objetivo padronizar e orientar todo o processo de aquisição da geometria dos vários tipos de dados de geoespaciais. A ET – ADGV, em seu texto, apresenta informações sobre a aplicação do Decreto Lei nº 89817/1984 e, além disso, determina mais uma classe restritiva para classificação de produtos cartográficos digitais (PEC – PCD).

Assim, segundo BRASIL (1984), DSG (2010) e Santos (2010), para um produto cartográfico seja classificado segundo o padrão de acurácia posicional do Decreto Lei 89.817/ET-ADGV é necessário que atenda a duas condições (BRASIL, 1984; SANTOS, 2010; DSG, 2010):

- i. Noventa por cento (90%) dos pontos coletados no dado espacial, quando as suas coordenadas forem comparadas com as levantadas em campo, por método de alta precisão, ou levantadas em outro dado espacial de maior acurácia, deverão apresentar os valores de discrepâncias posicionais iguais ou inferiores ao valor da tolerância “PEC” em relação à escala e classe testada;
- ii. O RMS (*root mean square*) da amostra de discrepâncias posicionais deve ser igual ou inferior à tolerância “EP” definido pela norma, para a escala e classe testada.

A Tabela 3 resume os valores de tolerâncias da PEC-PDC e EP definidos pelo padrão Decreto Lei 89817/ET-ADGV.

Tabela 3. Classificação de produtos cartográficos segundo a PEC e EP.

Classe PEC-PCD	Planimetria	
	PEC	EP
A	0,28 mm x escala	0,17 mm x escala
A	0,5 mm x escala	0,3 mm x escala
B	0,8 mm x escala	0,5 mm x escala
C	1,5 mm x escala	0,6 mm x escala

4. METODOLOGIA

A região utilizada para realização da avaliação da acurácia posicional foi o município de Alvinópolis e regiões adjacentes, no estado de Minas Gerais, Brasil.

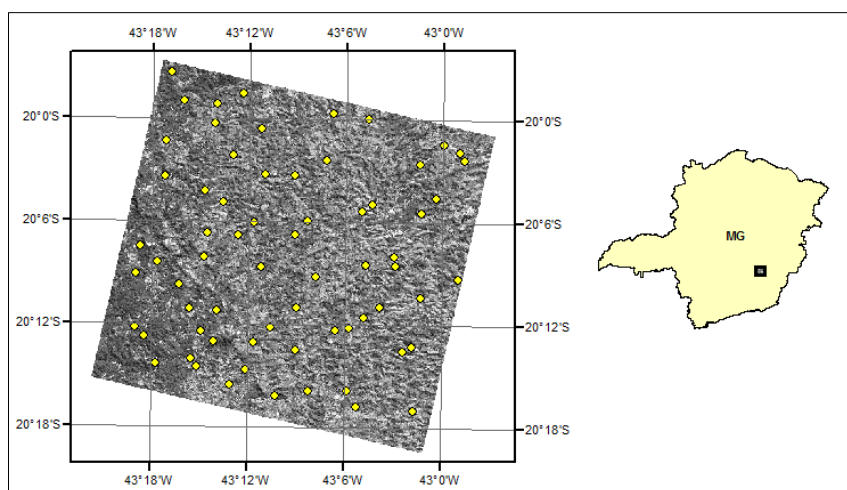


Figura 1. Mapa de Localização da região de Alvinópolis - MG e Distribuição espacial dos pontos de controle.

Para a execução deste trabalho foram utilizados os softwares ArcGis e GeoPEC.

Os procedimentos realizados são descritos no Fluxograma indicado na figura 2 e detalhados posteriormente.

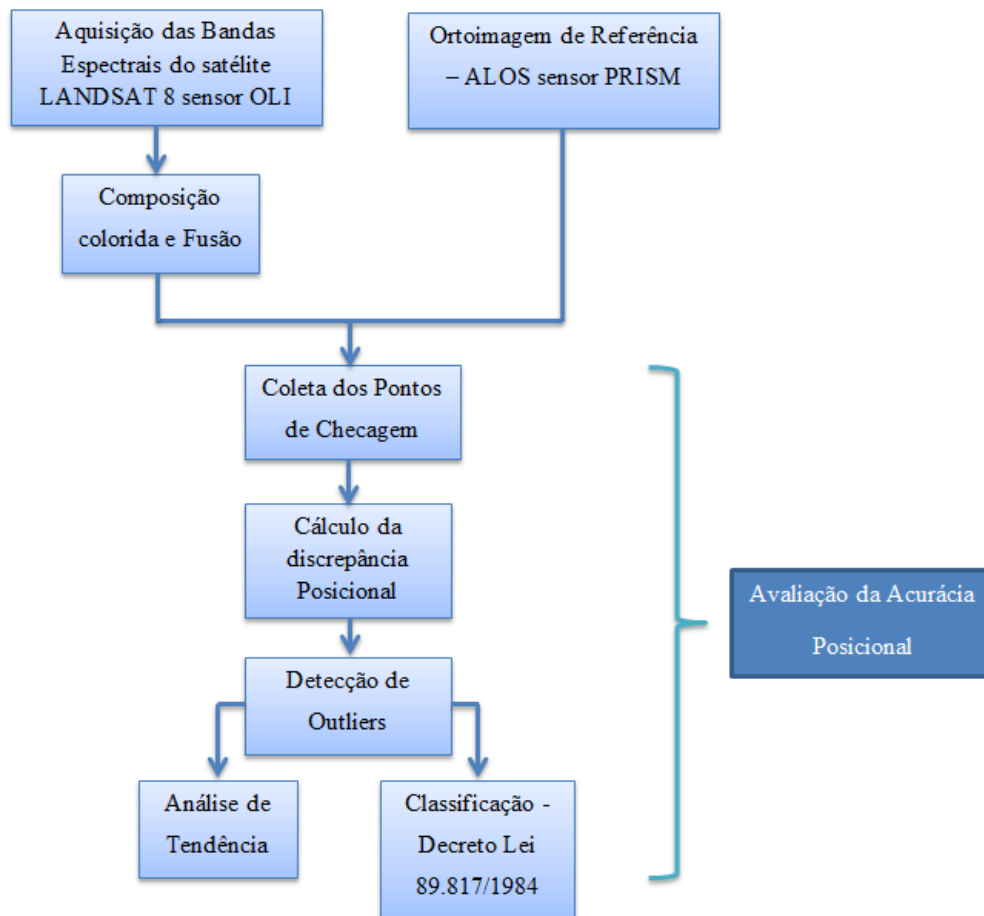


Figura 2. Fluxograma da metodologia.

As bandas espectrais do satélite LANDSAT 8 - sensor OLI foram obtidas no portal eletrônico do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE e a ortomagem de referência da mesma região obtida pelo satélite ALOS – sensor PRISM, compatível com a escala 1:25.000, disponível de Santos (2010).

Gerou-se a imagem multiespectral a partir da composição das Bandas 2, 3, 4 e 5, do LANDSAT 8/OLI, com resolução espacial de 30m. Posteriormente foi realizada a fusão (pelo método ESRI no software ArcGIS 10.2) entre a imagem multiespectral e a pancromática tendo como produto uma imagem colorida com resolução 15m.

Iniciou-se então a coleta dos pontos de checagem utilizando como referência a ortomagem da região adquirida pelo satélite ALOS – sensor PRISM com resolução espacial de 2,5 m. Foram coletados 67 pontos de checagem dispersos pela área de estudo, sendo em sua maioria localizados em cruzamentos de estradas rurais devido a facilidade de realizar a identificação de pontos homólogos.

De posse dos valores das coordenadas planimétricas dos pontos de checagem e de referência realizou-se um estudo da acurácia posicional da imagem, utilizando para o processamento dos dados o software GeoPEC, com escala de referência 1:100.000 e considerando uma área de estudo de 1270 km².

De posse dos valores de discrepância para cada ponto de checagem, foi realizado a detecção de *outliers* utilizando o método 3σ , conforme apresentado em Santos (2010). Após, foi analisada a tendência através do teste *t* de Student, ao nível de confiança de 90%. Em seguida, realizou-se a classificação segundo o padrão brasileiro de acurácia posicional (Decreto Lei nº 89817/ET-ADGV).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após toda a coleta de pontos de checagem, foi calculada as discrepâncias planimétricas (Figura 2), e, em seguida, obteve-se as estatísticas descritivas da amostra de discrepâncias posicionais (Tabela4).

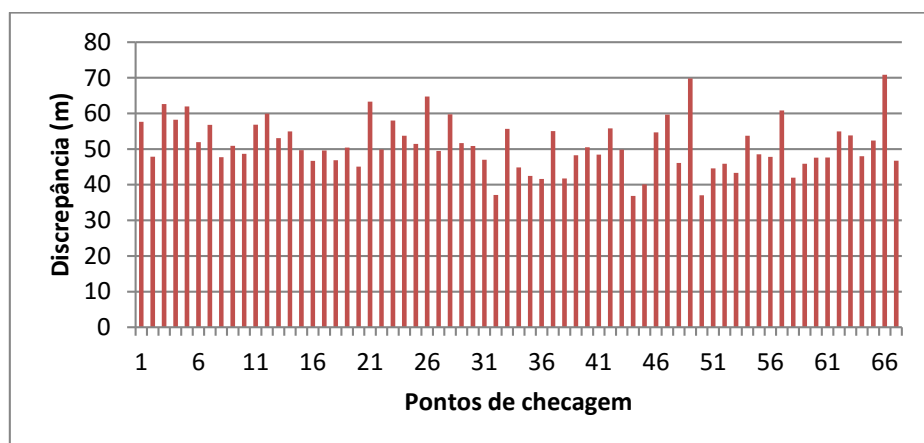


Figura 2. Gráfico de Discrepância Posicional dos Pontos de Checagem

Tabela 4. Estatísticas Descritivas dos pontos de checagem.

Estatísticas	ESTE	NORTE	POSICIONAL
Média (m)	-43,61	25,64	51,16
Desvio (m)	7,95	6,88	7,25
RMS (m)	44,66	26,74	52,05
Máximo (m)	-24,87	43,61	70,83
Mínimo (m)	-62,18	10,32	36,86
Nº outliers	-	-	0

A ortoimagem L8/OLI fusionada, para a região de estudo, apresentou RMS das discrepâncias posicionais da ordem de 52 metros, sendo o valor máximo obtido de discrepância posicional da ordem de 71 m. Não foi detectada a presença de *outliers*, o que significa que não existe a presença de erros grosseiros na coleta dos dados.

Pela PEC-PCD a ortoimagem apresenta, para a escala 1:100.000 Classes B e C, 100% dos pontos de checagem abaixo da tolerância (80 e 100 m, respectivamente). Porém analisando a segunda condição (EP) a ortoimagem falha para a Classe B, dado que o RMS está um pouco acima do valor da tolerância que é de 50 m para essa escala. Entretanto para a Classe C (tolerância EP de 60 m) a condição é satisfeita. Sendo assim, a ortoimagem L8/OLI fusionada foi classificada para escala 1:100.000 Classe C.

Para a análise de possíveis efeitos sistemáticos sobre a amostra foram realizados testes de tendência por meio de estatística inferencial usando t de *Student*, ao nível de significância de 10%. Ficou constatado que a amostra é tendenciosa, em outras palavras, existe um deslocamento sistemático da ortoimagem avaliada em relação à imagem de referência do terreno. Uma análise do gráfico de dispersão (Figura 3) confirma o exposto, dado que é possível perceber claramente o deslocamento nos valores de discrepâncias dos pontos de checagem tendendo para uma mesma direção.

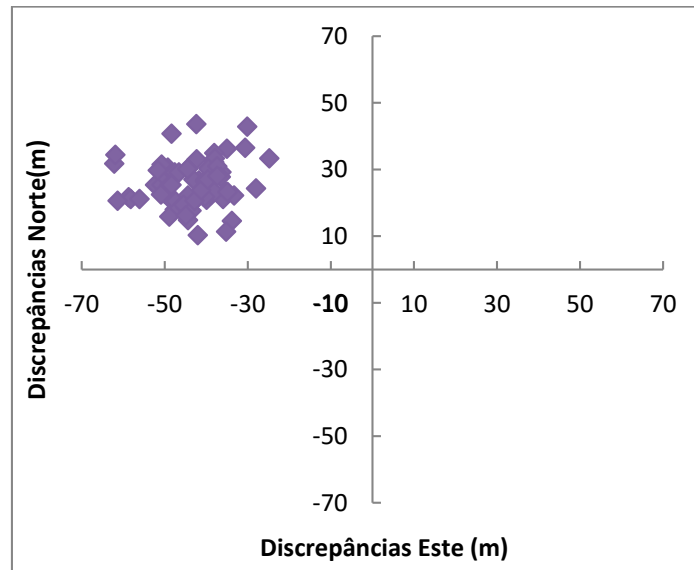


Figura 2. Gráfico de Dispersão das Discrepâncias

Assim, a correção por parte do usuário de uma simples translação na imagem, utilizando os valores da média das discrepâncias posicionais no eixo X e Y, pode proporcionar uma melhora da qualidade posicional.

6. CONCLUSÃO

Pode-se inferir a partir dos resultados obtidos que o produto analisado não é acurado devido a presença de tendência (Santos, 2010), porém o mesmo foi aprovado obedecendo as condições estipuladas pelo Decreto Lei nº 89817/ET-ADGV e classificado dentro do PEC-PCD como Classe C, sendo assim, poderá ser utilizado para mapeamentos em mesoescala (1:100.000 até 1:250.000) sem a necessidade de correção geométrica, otimizando o trabalho dos usuários.

Este resultado confirma a premissa de que as imagens disponibilizadas, no nível de processamento LT1, obtidas pelo LANDSAT-8/sensor OLI poderiam ser utilizadas pelo usuário, para mapeamentos em mesoescala sem a necessidade de realizar quaisquer tipos de procedimentos de correção geométrica. Vale ressaltar que pelas especificações técnicas o erro de posicionamento das imagens obtidas por este sensor seria na ordem de 12 m (valor nominal), porém, o RMS encontrado no processamento foi de 52 m, cerca de quatro vezes maior que o nominal, um indicativo de que essa especificação não condiz com a situação real.

Salienta-se que uma melhora na qualidade posicional da imagem pode ser obtida ao se realizar uma simples operação de translação de modo a diminuir os efeitos sistemáticos presentes no produto.

Devido a facilidade em se obter dados espaciais da superfície terrestre são muitos os usuários, que atualmente, fazem uso dessas informações. Sendo que parte destes não possuem habilidades específicas de manipulação e análise destes tipos de dados. Logo, é de extrema importância que informações a respeito do controle de qualidade espacial sejam de conhecimento de todos de maneira a evitar a utilização de produtos de má qualidade e consequentemente possíveis prejuízos ao se realizar tomadas de decisões embasadas nos mesmos.

Referência Bibliográfica

BRASIL. Decreto Nº 89.817 de 20 de Junho de 1984. **Normas Técnicas Da Cartografia Nacional**. Brasil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89817.htm. Acesso em 03 Setembro de 2015. 1984.

DSG. **Especificação Técnica Para a Aquisição de Dados Geospaciais Vetoriais (ET – ADGV)**. Brasil. 2010.

EMBRAPA. **LANDSAT - Land Remote Sensing Satellite**. Disponível em: http://www.sat.cnpem.br/conteudo/missao_landsat.php. Acesso em Setembro de 2015.

IBGE. **Noções Básica de Cartografia**. Manuais Técnicos de Geociências, número 8, Disponível em: http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/download/isabel/cartografia_geog_isabel/Aula6/nocoes_basicas_cart5.pdf. Acesso em Agosto de 2015. 2009.

MENESES, P.R. Sensores Imageadores Multiespectrais na Faixa Óptica. **In: Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Disponível em: <http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>. Acesso em Agosto de 2015. 2012.

NASA. **Landsat Data Continuity Mission: Continuously Observing Your World**. Disponível em: http://ldcm.gsfc.nasa.gov/mission_details.html.. Acesso em Setembro de 2015. 2013.

KALAF, R.; BRASILEIRO, R; CARDOSO, P. V.; CRUZ, C.B.M. **Landsat 8: Avanços para mapeamento em mesoescala**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: http://www.cartografia.org.br/cbg/trabalhos/90/51/resumo-geotec-roberta-raissa-1_1374611841.pdf. Acesso Agosto de 2015. 2013.

SANTOS, A.P. **Avaliação da Acurácia Posicional em Dados Espaciais com o uso de Estatística Espacial**. Dissertação. Viçosa, Brasil: Universidade Federal de Viçosa. 2010.

USGS. 2013. **Landsat Project Description**. Disponível em: http://landsat.usgs.gov/about_project_descriptions.php Acesso em Agosto de 2015.