

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

RAÍ KAUÊ ISTSCHUK LOURENÇO DA SILVA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

AVALIAÇÃO DAS IMAGENS DO *GOOGLE EARTH*® DE ALTA RESOLUÇÃO
ESPACIAL EM RELAÇÃO ÀS ORTOFOTOS PARA O MAPEAMENTO DE
ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP)

CURITIBA

2016

RAÍ KAUÊ ISTSCHUK LOURENÇO DA SILVA

AVALIAÇÃO DAS IMAGENS DO *GOOGLE EARTH*® DE ALTA RESOLUÇÃO
ESPACIAL EM RELAÇÃO ÀS ORTOFOTOS PARA O MAPEAMENTO DE
ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP)

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Florestal, Setor de Ciências Agrárias,
Universidade Federal do Paraná, como
requisito para obtenção do título de
Engenheiro Florestal.

Supervisora: Prof. Dr. Christel Lingnau

CURITIBA

2016

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar à Deus por ter me dado a vida, as pessoas que fazem parte dela, todas as oportunidades e a capacidade para chegar até aqui.

Agradeço à toda minha família, principalmente meus pais Eunice e João, por todo auxílio e apoio nesta jornada.

Ao Curso de Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, na pessoa de seu coordenador Prof. Umberto Klock.

À todos os professores do Curso de Engenharia Florestal, especialmente minha orientadora professora Christel Lingnau, por seu primordial apoio.

Finalizo agradecendo à todos os colegas e amigos que me incentivaram e apoiaram nestes últimos anos.

RESUMO

O *Google Earth*® é uma ferramenta de divulgação de imagens orbitais, que são disponibilizadas gratuitamente para fins de visualização e consultas. As imagens são de baixa a alta resolução espacial. O objetivo deste estudo foi avaliar o potencial das imagens de alta resolução espacial em relação a qualidade geométrica e posicional, para a classificação do uso nas Áreas de Preservação Permanente (APP). A área de estudo está localizada ao leste da Sub-bacia do Rio Miringuava em São José dos Pinhais – PR. O estudo foi realizado a partir de 42 áreas testes, distribuídas aleatoriamente e contemplando o relevo ondulado (0 a 20% de declividade média) e forte ondulado (>20% de declividade média). A fotointerpretação visual nas APPs foi realizada nas imagens do *Google Earth*® e ortofotos, classificando-as conforme o seu uso em regular ou irregular. A comparação entre as imagens tem a ortofoto como imagem referência. Para avaliar a qualidade do georreferenciamento da imagem do *Google Earth*®, foi selecionado um ponto de controle de fácil identificação em ambas as imagens, e em cada área teste, com o propósito de checar se ocorre alguma tendência no sentido e distância do deslocamento em E e N. De acordo com os testes estatísticos, as médias das áreas encontradas entre as imagens foi semelhante com 95% de probabilidade, sendo que a maior área não coincidente apresenta apenas 2,51% do total das APPs. Porém, a análise posicional apontou uma tendência no deslocamento da imagem *Google Earth*® mais acentuada no sentido oeste. Observou-se deslocamentos mais acentuados no sentido oeste e sul em áreas testes com declividade média acima de 16,5%. Conclui-se que a confiabilidade das imagens *Google Earth*® são limitadas, sobretudo, em áreas mais acidentadas, na escala 1:10.000.

Palavras-chave: Geometria. Posicionamento. Fotointerpretação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área de estudo na Sub-bacia do Rio Miringuava.	19
Figura 2 - Fluxograma referente ao processamento e análise dos dados.....	21
Figura 3 - Áreas testes selecionadas aleatoriamente.....	22
Figura 4 - Cursos d'água e nascentes da área de estudo.	23
Figura 5 – Modelo digital de elevação da área de estudo.	24
Figura 6 - Mapa de uso do solo da área de estudo.	27
Figura 7 - Limites de aceitação ou rejeição de hipótese.	29
Figura 8 - Declividade da área de estudo.....	31
Figura 9 - Áreas testes classificadas por relevo.....	32
Figura 10 - Áreas de Preservação Permanente de cursos d'água e nascentes...	33
Figura 11 – Exemplo da sequência de digitalização de ortofotos.....	34
Figura 12 - Identificação das áreas não coincidentes entre imagens.....	35
Figura 13 - Exemplo de deslocamento observado em uma área teste.	37
Figura 14 - Deslocamento de pontos no relevo ondulado.	38
Figura 15 - Deslocamento de pontos no relevo forte ondulado.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Informações sobre alguns satélites de alta resolução espacial da <i>DigitalGlobe</i> ®.....	12
Tabela 2 - Recomposição obrigatória das APPs em áreas consolidadas.	17
Tabela 3 - Dados vetoriais utilizados.....	20
Tabela 4 - Classificação do relevo	25
Tabela 5 – Classificação da APP a partir do agrupamento das classes de uso do solo de acordo com a legislação.	26
Tabela 6 - Áreas encontradas classificadas por classe de uso em APPs.	35
Tabela 7 - Teste <i>F</i> de comparação de variâncias de área entre as fotointerpretações das imagens.	36
Tabela 8 - Teste <i>t</i> de comparação de médias de área entre as fotointerpretações das imagens.	36
Tabela 9 - Matrizes de confrontação entre as imagens.....	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	11
2.1	Objetivo geral.....	11
2.2	Objetivos específicos.....	11
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1	Imagens do <i>Google Earth</i> ®	12
3.2	Ortofotos	15
3.3	Legislação florestal	16
4	MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1	Área de estudo.....	19
4.2	Imagens.....	20
4.3	Dados vetoriais.....	20
4.4	Metodologia	21
4.4.1	Seleção das áreas testes	21
4.4.2	Delimitação das APPs.....	22
4.4.3	Classificação do relevo	23
4.4.4	Interpretação visual das imagens.....	25
4.4.5	Avaliação geométrica da área	28
4.4.6	Testes estatísticos aplicados.....	28
4.4.7	Análise posicional.....	29
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
5.1	Análise geométrica.....	33
5.2	Análise posicional	37
6	CONCLUSÕES	40
7	ANÁLISE CRÍTICA DO DESENVOLVIMENTO DO TCC	41
8	REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

O *Google Earth*® foi um marco na divulgação de imagens orbitais, pois ao disponibilizar essas imagens, ao público em geral, permite, além da visualização, a vetorização de feições como pontos, linhas e polígonos e a importação de pontos gerados por outros processos de levantamento (LOPES, 2009). Porém, em meio à divulgação de imagens orbitais, a fonte dos dados é desconhecida, o qual gera uma série de dúvidas, tais como, se essas imagens poderiam ser utilizadas como fonte de dados para produção de mapas, quais são os fatores limitantes, quais mapas podem ser gerados, entre outras.

O uso dos recursos naturais sofre uma grande pressão antrópica, gerada pelo aumento significativo populacional e do consumo. Grande parte dos remanescentes naturais recebe intervenções, as quais são vetadas pelo Código Florestal, como por exemplo, áreas que devem ser protegidas devido a sua importância ou fragilidade, como as margens de cursos d'água e nascentes. Neste contexto, o governo, por meio da legislação procura regular a intervenção de remanescentes florestais para diminuir ou inibir os impactos ambientais.

O exposto acima evidencia a importância das Áreas de Preservação Permanente (APP), de sua conservação e gestão adequada. A legislação por si só não faz este papel (Breda *et al*, 2011), é necessário o controle, o monitoramento e o planejamento destas áreas. Atualmente o monitoramento é facilitado devido a novas tecnologias e maior acessibilidade a dados, como imagens de satélites ou plataformas aéreas, como por exemplo, os drones.

Com a finalidade de unir informações ambientais das propriedades rurais, para o controle, monitoramento, planejamento e combate ao desmatamento, o novo código florestal criou um registro público eletrônico denominado Cadastro Ambiental Rural (CAR). O CAR é obrigatório para todos os proprietários e posseiros rurais, os quais podem fazer uso de imagens orbitais inclusive àquelas disponibilizadas no *Google Earth*® gratuitamente. O *Google Earth*® disponibiliza imagens de resolução superior às imagens disponibilizadas pela plataforma do CAR, como por exemplo, o *RapidEye* com resolução espacial de 5m, permitindo assim, um maior detalhamento da área.

O presente estudo buscou avaliar a qualidade geométrica e posicional de imagens disponibilizadas no *Google Earth*®, em relação ao mapeamento do uso do solo em áreas de APP. Pequenas propriedades rurais são mais impactadas com áreas destinadas às APPs, assim, a determinação correta da área destinada a produção e a área a ser conservada é imprescindível. Portanto, se faz necessário o uso de dados confiáveis para gerar informações que sirvam de base para a correta gestão dos recursos, para estabelecer a área efetiva de uso para fins de produção.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi avaliar a confiabilidade posicional e geométrica das imagens de alta resolução disponibilizadas no *Google Earth*® em relação à ortofotos na escala 1:10.000, para verificação de regularidade de Áreas de Preservação Permanente.

2.2 Objetivos específicos

- Mapear as áreas regulares e irregulares nas APPs relativas aos cursos d'água e nascentes.
- Determinar pontos amostrais em ambas as imagens para analisar o deslocamento.
- Comparar as áreas fotointerpretadas a partir das imagens do *Google Earth*® e das ortofotos.
- Avaliar se há a influência do relevo ondulado e forte ondulado sobre os resultados encontrados.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Imagens do *Google Earth*®

A *DigitalGlobe*® é uma empresa proprietária e operadora de uma constelação de satélites com sensores de alta resolução espacial (Tabela 1), composta pelo *WorldView-1*, *GeoEye-1*, *WorldView-2* e *WorldView-3*, os quais podem coletar mais de um bilhão de quilômetros quadrados de imagens por ano (DIGITALGLOBE, 2015). Estas imagens são empregadas pelo *Google Earth*® em algumas áreas da superfície terrestre.

Tabela 1 – Informações sobre alguns satélites de alta resolução espacial da *DigitalGlobe*®.

Satélite	Resolução espacial (m)*	Acurácia posicional (m)
GeoEye-1	0,5 – 2	5
QuickBird	0,6 – 2,8	23
WorldView-1	0,5 – 0,59	5
WorldView- 2	0,5 – 2	5
WorldView-3	0,31 – 1,24	3,5

*Pancromático - multiespectral

Fonte: GLOBALGEO (2015)

Bosquilia *et al.* (2015), compararam diferentes imagens de satélite para mapeamento visual de drenagens e nascentes. A amostragem foi composta por três parcelas circulares com raio de 2,75 quilômetros, em áreas com diferente densidade de drenagem. A comparação entre as imagens de satélite foi realizada a partir da hidrografia obtida em cartas topográficas do Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo (IGC/SP), na escala de 1:10.000. As imagens comparadas foram: do satélite *SPOT 5* de 2010, *Landsat 8* de 2013 e do programa *Google Earth*® de 2007 para a amostra com menor densidade de drenagem e de 2011 para as demais amostras. Os valores comparados foram de comprimento de drenagem (CD), densidade de drenagem (DD) e número de nascentes (NN).

Em todas as amostras do trabalho de Bosquilia *et al.* (2015), foi observada uma superestimação nas imagens do *Google Earth*® em relação aos valores de

DD e CD. Porém, para a amostra com menor DD, a superestimação foi de apenas 3,43% do valor apresentado nas cartas, sendo a imagem que mais se aproximou nesta área, ou seja, as imagens de maior resolução espacial permitem a identificação detalhada dos cursos d'água. Sendo assim, as imagens obtidas pelo *Google Earth®* apresentaram o melhor resultado na amostra circular com a menor DD. Conclui-se neste trabalho que as imagens do *Google Earth®* e as demais, apresentaram valores semelhantes aos das cartas utilizadas como referência, assim dependendo do nível de detalhamento do mapa pretendido, qualquer uma das imagens comparadas podem ser utilizadas para a elaboração de mapas hidrológicos e de nascentes para diversos fins.

As imagens do *Google Earth®* foram utilizadas como auxílio no mapeamento de áreas de café por Moreira *et al.* (2007), sendo que o mapeamento foi realizado com base em imagens do satélite *Landsat-5 - TM* e do satélite *SPOT 4 - HRVIR* para algumas regiões. O *Google Earth®* auxiliou substituindo as visitas a campo para sanar dúvidas de interpretação.

Posteriormente Moreira *et al.* (2011) apresentaram uma nova abordagem metodológica, onde as imagens do *Google Earth®* passaram a ser utilizadas como base para o mapeamento e não apenas como auxiliar. A captura das imagens do *Google Earth®* foi realizada com auxílio do programa *Stitch Map*. Posteriormente, foi realizada a restauração e georreferenciamento das imagens *Landsat-5 - TM* para fins de mapeamento das lavouras cafeeiras. Com os dados gerados a partir do *Google Earth®* foi realizada a atualização das áreas cafeeiras sobre as imagens *Landsat-5 - TM*. Os polígonos referentes às lavouras de café foram comparados entre as imagens do *Google Earth®* e imagens do *Landsat-5 - TM*, os quais indicaram limites bem mais precisos. Também foi possível delimitar com maior precisão os limites de lavouras de café adjacentes a áreas de cerrado, pois nas imagens do *Landsat-5 - TM* estas áreas apresentavam comportamento espectral muito similar, dificultando a diferenciação entre elas (MOREIRA *et al.*, 2011). Esta nova abordagem metodológica foi adotada como base para outros trabalhos como o de Ayach *et al.* (2012), em que utilizaram imagens disponibilizadas no *Google Earth®* para o mapeamento do uso e cobertura do solo. O uso das imagens de alta resolução extraídas do *Google Earth®* na elaboração do mapeamento de uso do solo apresentou um resultado aceitável segundo os autores, onde foi possível

mapear cinco classes temáticas: mata, pastagem, área queimada, área úmida e solo exposto.

A metodologia de Cardoso e Aquino (2014) também foi baseada em procedimentos metodológicos adotados por Moreira *et al.* (2011), na realização do mapeamento do uso e cobertura das terras de uma sub-bacia em Timon (MA) com imagens de alta resolução espacial do satélite *GeoEye*, obtidas no *Google Earth®*. O resultado obtido com a fotointerpretação das imagens foi considerado adequado, no entanto, os autores destacam que a alta resolução espacial das imagens do *Google Earth®* não deve desconsiderar a checagem de campo para sanar as dúvidas ocorridas da fotointerpretação.

No entanto, nos estudos realizados por Moreira *et al.* (2011), Cardoso e Aquino (2014) e Ayach *et al.* (2012), não foi realizada nenhuma validação dos resultados gerados a partir das imagens de alta resolução do *Google Earth®*, com outras fontes de dados ou até mesmo a checagem de campo, com a finalidade de mensurar a confiabilidade do mapeamento.

Uma análise da qualidade geométrica de uma imagem de alta resolução contida no banco de dados do *Google Earth®* a partir de pontos levantados em campo foi realizada por Silva e Nazareno (2009). Com o objetivo de classificá-la dentro do Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC), instituído pelo decreto-lei nº. 89.817 de 20 de junho de 1984, o qual estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Para tal fim, foram empregados testes estatísticos de tendência e acurácia. Silva e Nazareno (2009) concluíram que a imagem analisada atende ao PEC classe A para escala de 1:5.000, com 90% de nível de confiança, isto significa que noventa por cento dos pontos bem definidos numa carta, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro planimétrico superior 0,5 mm, na escala utilizada. No entanto, é fundamental que os usuários tenham compreensão dos limites de precisão e das aplicações possíveis das imagens do *Google Earth®* na aplicação em outros trabalhos deste gênero.

De acordo com análise de Lopes (2009) ao trabalho de Silva e Nazareno (2009), verificou-se que o teste de PEC não se aplica a dados cartográficos digitais, mas, o mesmo concorda que o teste demonstra a qualidade do registro nas imagens fornecidas pelo Google.

Lopes (2009) verificou a possibilidade da utilização das imagens do *Google Earth*®, como fonte de dados para mapeamento, através da avaliação da qualidade posicional e geométrica dessas imagens. O estudo baseou-se em um mapeamento na escala 1:2.000. Para a análise foram comparadas as vetorizações das imagens e o mapeamento de referência, o perímetro e área de polígonos, os comprimentos de retas, as distâncias entre diferentes pontos e o deslocamento entre pontos semelhantes interpretados. A avaliação geométrica apresentou valores que indicam a fidelidade geométrica da imagem do *Google Earth*® em comparação ao mapeamento base. Todavia, a avaliação posicional por meio de pontos de controle, demonstrou que ocorre uma má qualidade do registro da imagem, pois o deslocamento encontrado foi de 14,73 m. Havendo uma tendência sistemática no deslocamento da imagem no mesmo sentido, este seria um fato que também pode indicar que a qualidade geométrica da imagem é regular.

3.2 Ortofotos

Ortofoto ou ortofotografia (do grego *orthós*: correto, exato) é uma representação fotográfica de uma região da superfície terrestre, no qual todos os elementos apresentam a mesma escala, livre de erros e deformações, com a mesma validade de um plano cartográfico, ou seja, representadas em uma projeção ortogonal sem efeitos de perspectiva, pela qual é possível realizar medições exatas. A partir das ortofotos, é possível efetuar medidas de áreas, distâncias e ângulos, alcançando precisões como as dos mapas (Panizza e Fonseca, 2011).

Ortofotos podem ser geradas a partir de diferentes fontes de dados suborbitais ou orbitais. Akbari *et al.* (2000) analisou as vantagens e as desvantagens sobre a aplicação em escala grande, como por exemplo, para analisar a estrutura de cidades. Dentre algumas fontes de dados foram testadas:

- *Advanced Thermal and Land Applications Sensor* (ATLAS) usado pela NASA para obter dados de superfície de alta resolução em 15 canais;
- Fotografias preto e branco de alta resolução (0,5m);
- Fotografia coloridas infravermelho de alta resolução (0,5m)
- Ortofotos digitais de alta resolução (0,3m).

Entre todas estas fontes de dados testadas, as ortofotos apresentaram o maior potencial para estimativas precisas de áreas de diversos usos e coberturas do solo. As fotografias são obtidas através de câmera de alta resolução transportada por aeronave em baixa altitude de voo, com um sistema de posicionamento global (GPS). A partir dos dados topográficos e do GPS é realizado o processo de ortoretificação das imagens, assim o deslocamento causado pelo relevo e ângulo da câmera são corrigidos (Akbari *et al.* 2003). Ainda de acordo com Akbari *et al.* (2000), outra vantagem das ortofotos, é a possibilidade de planejamento e execução do voo em horários e condições adequadas, minimizando os erros que podem ser causados por sombras.

3.3 Legislação florestal

As legislações brasileiras que tratavam sobre o meio ambiente, florestas e recursos naturais, passaram por muitas modificações. O Estado do Paraná foi pioneiro com o Código de Florestas (Roziz e Fearnside, 2013). Mas, em nível federal, FAMATO (2013), define que o marco inicial da legislação sobre recursos naturais foi em 1934. Porém, mesmo com tantas tentativas de melhorias na legislação, ela não é cumprida em sua totalidade.

Em 2012, o código florestal foi substituído pela lei nº 12.651, que tem como objetivo estabelecer normas gerais sobre a proteção da vegetação, as áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal, a exploração florestal, entre outros (Zakia e Pinto, 2014). As áreas de APPs relativas aos cursos d'água e nascentes são definidas de acordo com os incisos I e IV do art. 4º desta atual lei em vigor, a qual diz:

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I- as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros

...

IV- as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros.

Uma das principais e mais polêmicas mudanças foi a definição de área rural consolidada e as possibilidades de recomposição das APPs, de cursos d'água e nascentes destas áreas, dependendo do tamanho da propriedade (Tabela 2).

A área rural consolidada, de acordo com a lei nº 12.651, é definida como “área de imóvel rural, com ocupação antrópica, preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio”.

Tabela 2 - Recomposição obrigatória das APPs em áreas rurais consolidadas.

Módulo(s) Fiscal (is)	Largura do rio	Distância obrigatória de recomposição da APP
Até 1	Qualquer	5 m
1 - 2	Qualquer	8m
2 - 4	Qualquer	15 m
4 - 10	até 10 m	20 m
Demais		Metade da largura do rio (mínimo 30 m e máximo 100m)

Fonte: Zakia e Pinto (2014)

A distância mínima obrigatória de recuperação de APPs de nascentes para áreas consolidadas definida na legislação atual é de 15 metros, independentemente do tamanho do imóvel.

O novo código criou um instrumento denominado Cadastro Ambiental Rural (CAR), um registro público eletrônico, obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento (CAR, 2015). Caso a propriedade não esteja cadastrada dentro do prazo estabelecido, poderá sofrer sanções e multas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

A sub-bacia do Rio Miringuava está inserida na Bacia do Alto Iguaçu, localizada no município de São José dos Pinhais, na região metropolitana de Curitiba, com 161,3 km² de área. A região é uma zona de limite natural de campo e floresta ombrófila mista. A classificação climática, segundo Koeppen, é Cfb, com temperatura média anual de 16,5°C, 12 meses úmidos e precipitação anual de 1451,8 mm (Maack, 2012).

O trabalho foi realizado em uma área de 79,7 km², localizada ao leste da sub-bacia, por haver imagens de alta resolução espacial disponíveis no *Google Earth*® e ortofotos de períodos próximos (Figura 1).

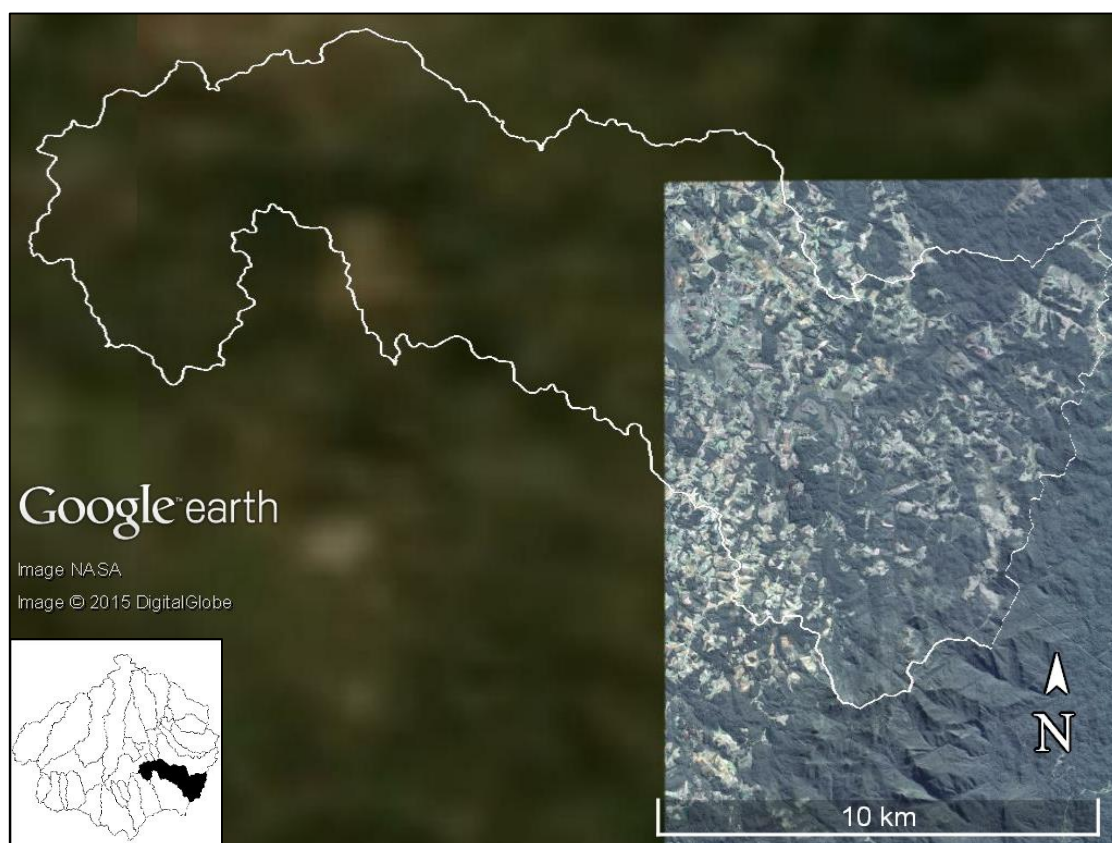


Figura 1 - Localização da área de estudo na Sub-bacia do Rio Miringuava.

Fonte: *Google Earth*®

4.2 Imagens

As ortofotos utilizadas são disponibilizadas pelo Instituto das Águas do Paraná (<http://www.aguasparana.pr.gov.br/>), estas fazem parte do Sistema de Informações Geográficas para Gestão de Recursos Hídricos, implantado em 2002, pela Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA). As ortofotos coloridas na escala 1:10.000 foram geradas a partir de fotografias aéreas obtidas em junho de 2000 na escala 1:30.000.

As imagens do Google Earth são imagens de alta resolução espacial e disponibilizadas pela *DigitalGlobe®* com data de obtenção em fevereiro de 2001. A resolução espacial do pixel de 1 metro foi obtida com a ferramenta de medição do próprio *Google Earth®*.

O mapeamento do uso do solo em APPs avaliadas foi realizado por meio das imagens orbitais do *Google Earth®* e ortofotos. A finalidade foi avaliar a confiabilidade das imagens do *Google Earth®* em relação às ortofotos, as quais possuem correção geométrica, sendo que distorções decorrentes do relevo são corrigidas, apresentando assim, uma constância da escala em toda a imagem ortoretificada.

4.3 Dados vetoriais

A base cartográfica utilizada no estudo corresponde a dados vetoriais na escala 1:10.000 e 1:20.000 (AGUASPARANÁ, 2015) (Tabela 3).

Tabela 3 - Dados vetoriais utilizados.

Dados	Escala
Limites das sub-bacias	1:10.000
Hidrografia	1:10.000
Curvas de nível (5 m)	1:10.000
Pontos cotados	-
Uso do solo	1:20.000

4.4 Metodologia

Segue fluxograma geral dos procedimentos adotados (Figura 2).

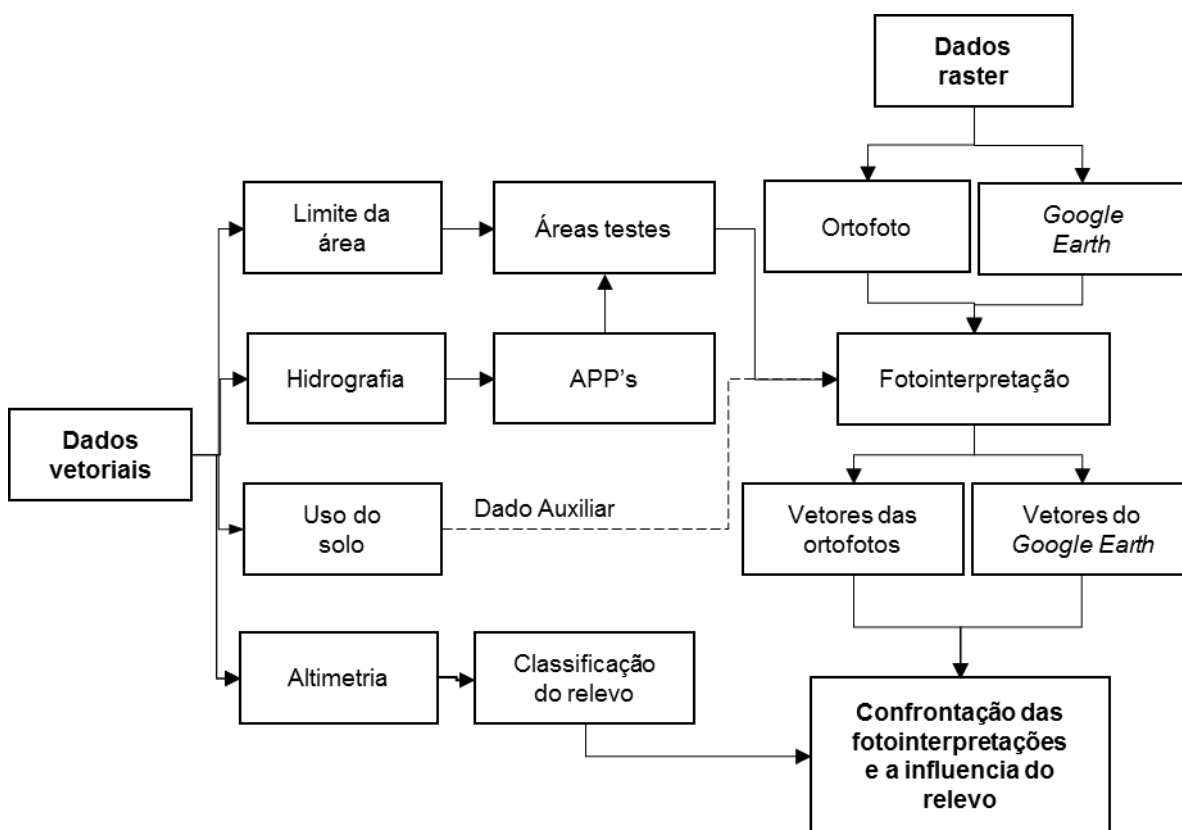


Figura 2 - Fluxograma referente ao processamento e análise dos dados.

As ortofotos, assim como a base cartográfica vetorial foram convertidas para o Datum SIRGAS2000 UTM Zona 22 S. Posteriormente, foi extraída a área de interesse dos arquivos vetoriais e raster.

4.4.1 Seleção das áreas testes

O tamanho da área teste foi estabelecido com base no tamanho equivalente a um módulo fiscal, no município de São José dos Pinhais (INCRA, 2013), o qual corresponde a 12 ha. Assim, foram determinadas 42 áreas testes (Figura 3) de 400 m x 300 m, totalizando 12 hectares cada. Para a obtenção destas áreas testes foi

gerado um reticulado retangular de 400 m x 300 m por toda a extensão da área do estudo, e selecionadas as 42 áreas testes de forma aleatória. As áreas testes que não contemplam APPs foram excluídas.

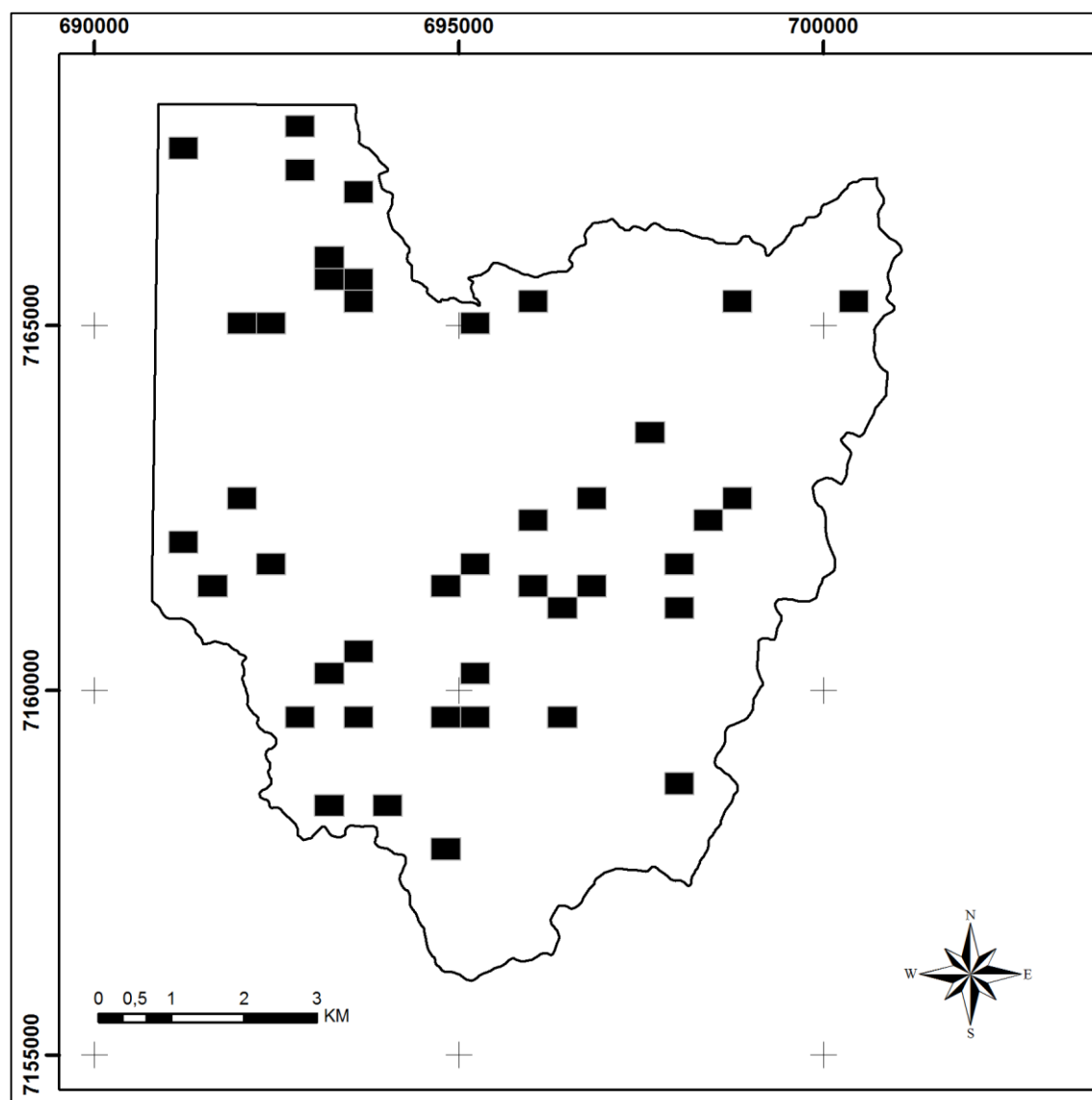


Figura 3 - Áreas testes selecionadas aleatoriamente.

4.4.2 Delimitação das APPs

As nascentes foram digitalizadas nas extremidades das linhas de cursos d'água perenes e intermitentes (Figura 4). Posteriormente, foram realizadas as delimitações das APPs no entorno dos rios e nascentes. As áreas de influência de

APPs no presente estudo são definidas de acordo com os incisos I e IV do art. 4º da lei federal nº 12.651 de 2012, apresentado no item 3.3.

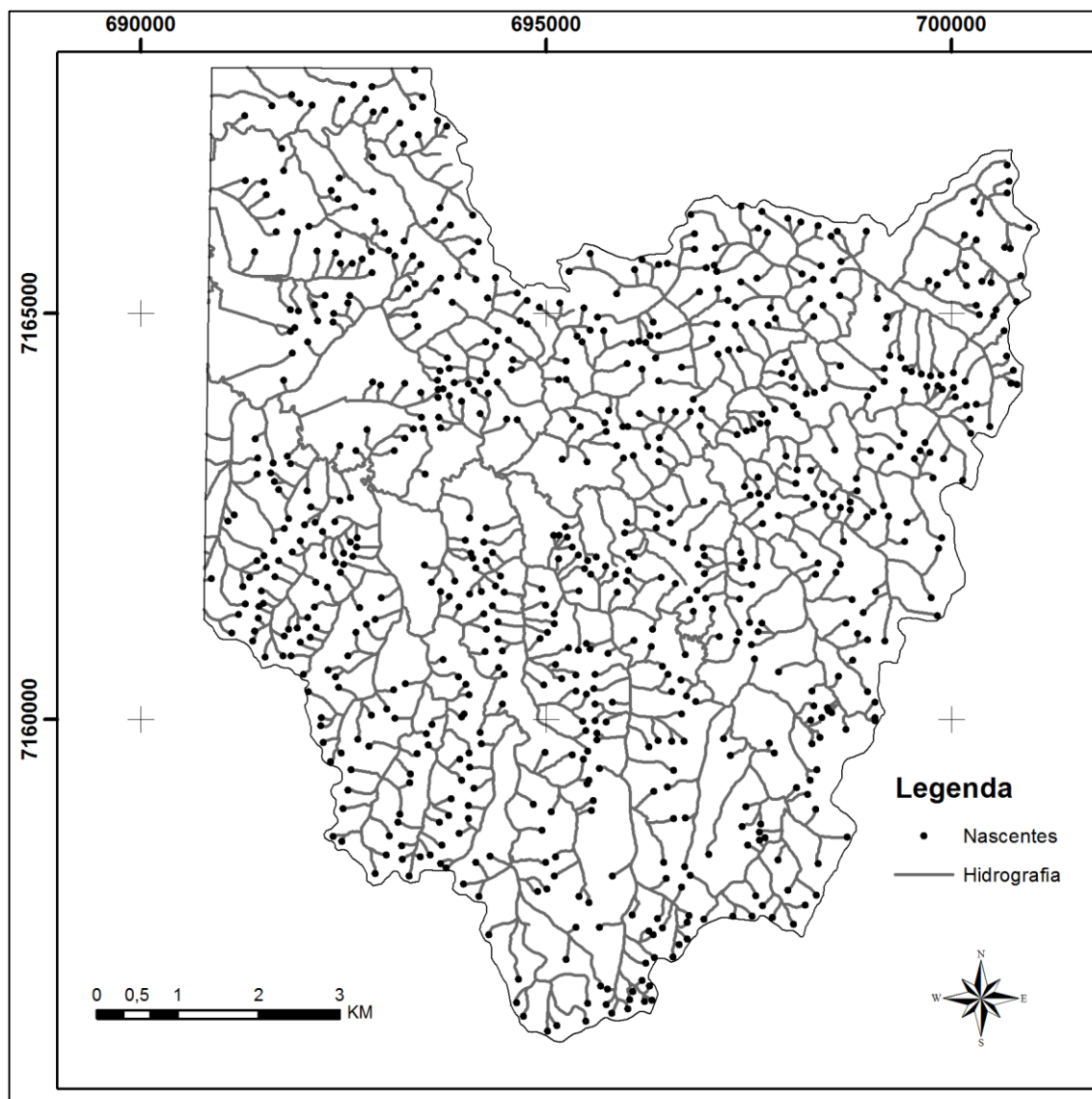


Figura 4 - Cursos d'água e nascentes da área de estudo.

4.4.3 Classificação do relevo

A partir das curvas de nível e pontos cotados foi gerado um Modelo Digital de Elevação (MDE) pelo método de redes irregulares triangulares (TIN). A declividade do terreno foi elaborada a partir do MDE (Figura 5).

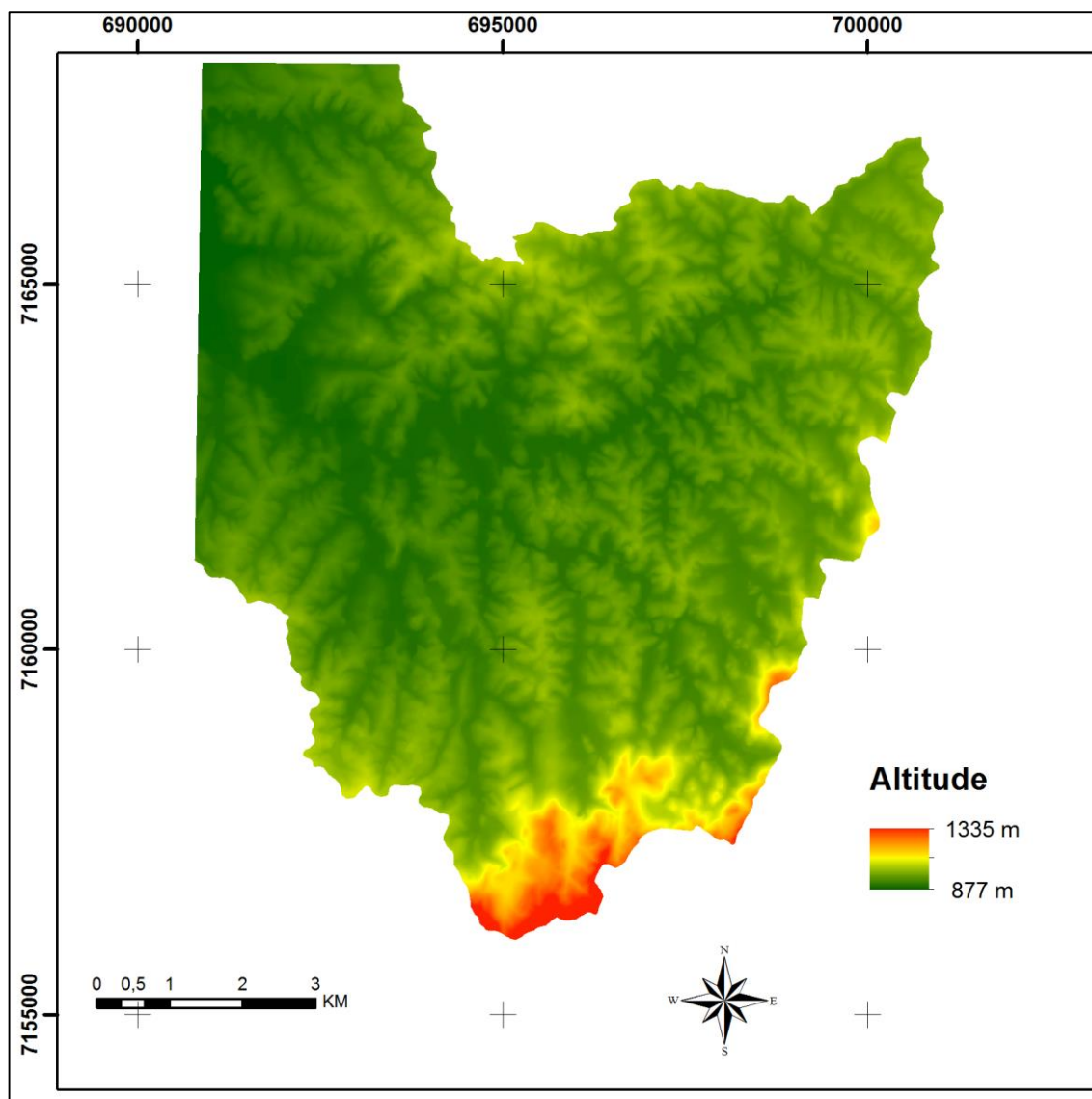


Figura 5 – Modelo digital de elevação da área de estudo.

As áreas testes foram classificadas quanto ao relevo, com a finalidade de avaliar se ocorre a influência do relevo sobre a geometria e posicionamento das imagens do *Google Earth*®. A declividade média de cada área teste foi determinada com base na seguinte fórmula:

$$S = (D \times L / A) \times 100$$

onde:

S = declividade média (%)

D = distância entre as curvas de nível

L = comprimento total das curvas de nível

A = área da área teste

A fórmula é utilizada para o cálculo da declividade média de bacias hidrográficas, mas pode ser utilizada para este caso, ou seja, para determinar a característica do relevo especificamente na área teste. Para o trabalho em questão foram adotadas duas classes de relevo (ondulado e forte ondulado), resultantes do agrupamento de três classes de relevo definidas pela EMBRAPA (1979) (Tabela 4).

Tabela 4 - Classificação do relevo

Declividade (%)	Relevo (EMBRAPA, 1979)	Classe
0 – 3	Plano	Ondulado
3 – 8	Suave ondulado	
8 - 20	Ondulado	
20 - 45	Forte ondulado	Forte Ondulado
45 - 75	Montanhoso	
> 75	Escarpo	

Fonte: AGUASPARANA (2015)

4.4.4 Interpretação visual das imagens

As imagens foram interpretadas visualmente com base na regularidade, ou não, das APPs de cursos d'água e nascentes de acordo com a legislação. Como pode ser observado na Tabela 2 do item 3.3, é obrigatória a recomposição de apenas uma parte da APP com vegetação nativa, dependendo do tamanho da propriedade, tipo de atividade executada, impactos causados, data em que foi realizada a supressão da vegetação nativa, condições financeiras do produtor rural, entre outros diversos fatores. No entanto, neste estudo não foi possível obter estas informações de cada propriedade, necessários para definir exatamente a faixa mínima de recomposição e a real regularidade das APPs. Portanto, a definição das APPs fundamentou-se basicamente em presença ou ausência de vegetação nativa, seja ela, campo ou floresta, utilizando como apoio a classificação de uso do solo conforme a Tabela 5. O mapeamento de uso do solo na escala 1:20.000 (Figura 6)

foi utilizado como auxiliar para o esclarecimento de dúvidas de interpretação das imagens. As áreas correspondentes a APPs foram interpretadas apenas como regular ou irregular e posteriormente, as interpretações resultantes das duas fontes (Ortofoto e *Google Earth*®) foram confrontadas.

Tabela 5 – Classificação da APP a partir do agrupamento das classes de uso do solo de acordo com a legislação.

Uso do solo	Classificação
Campo	Regular
Vegetação arbórea natural	
Vegetação arbustiva natural	
Água/Área alagada	
Área urbana	Irregular
Cultura temporária	
Plantio florestal comercial	
Solo exposto	
Mineração/outros	

Fonte: ÁGUASPARANA (2015)

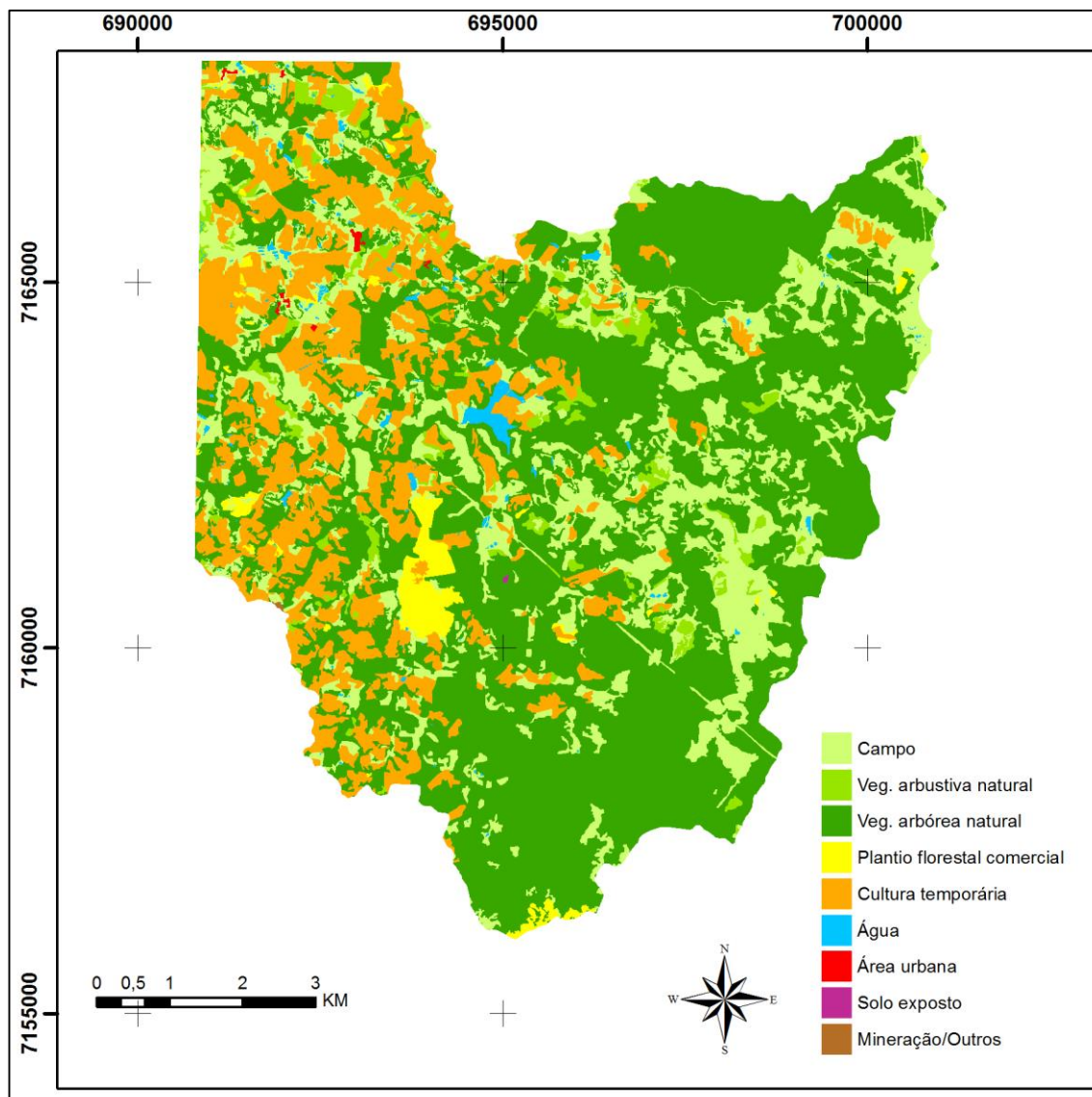


Figura 6 - Mapa de uso do solo da área de estudo.

A interpretação visual das ortofotos foi realizada em um programa de Sistema de Informações Geográficas (SIG). Primeiramente, as imagens foram sobrepostas por camadas com as delimitações das áreas testes e APPs. Com a ferramenta de edição do software de SIG foram vetorizadas as áreas consideradas irregulares e regulares nas APPs.

A digitalização de imagens da *DigitalGlobe®* disponibilizadas no software *Google Earth®* foi realizada com a ferramenta de edição de polígonos na plataforma do *Google Earth®*. Os arquivos referentes às áreas testes e APPs foram exportados para o formato KML (formato padrão de arquivos vetoriais do *Google Earth®*). O procedimento de interpretação visual foi semelhante ao realizado nas ortofotos,

onde as áreas consideradas irregulares foram vetorizadas e exportadas para a ferramenta de SIG. Este processo de integração entre a ferramenta de SIG e o *Google Earth*® foi semelhante ao utilizado por Bosquilia *et al.* (2015) para a vetorização de redes de drenagem e nascentes.

4.4.5 Avaliação geométrica da área

As vetorizações provenientes das interpretações das imagens permitiram obter os valores de área de APPs regulares e irregulares de acordo com a legislação em cada área teste. Em seguida, os resultados foram comparados e analisados por meio do teste *t* e da distribuição *F*.

A união das feições vetorizadas em cada imagem permitiu detectar as áreas na imagem do *Google Earth*® que não coincidiram com as ortofotos de acordo com a classificação adotada na Tabela 5. A classificação em APPs em ambas as imagens foi comparada e seu resultado apresentado em uma matriz de confrontação para as duas classes de relevo, sendo plotadas as porcentagens de áreas coincidentes e não coincidentes.

4.4.6 Testes estatísticos aplicados

Os testes estatísticos foram feitos com auxílio do programa *Microsoft Excel 2013*. Para a comparação de médias foi utilizado o Teste *t*, que é indicado para testar as médias com amostras em número menor que 30 áreas teste. Desde que as amostras sejam selecionadas aleatoriamente, sejam independentes e tenham uma distribuição normal (LARSON e FARBER, 2010). A Figura 7 demonstra um gráfico de distribuição normal, com as suas regiões onde é aceita ou rejeitada a hipótese (H_0). Neste estudo a hipótese (H_0) foi considerada que as médias entre as imagens são iguais. De acordo com o tamanho da amostra e a probabilidade desejada (95% neste caso) é apresentado um valor de *t* tabelado, sendo este os limites positivo e negativo, entre as zonas de aceitação ou rejeição da hipótese. Então o teste apresenta um valor calculado de *t* para as amostras, caso este valor calculado se encontre na zona de aceitação, a hipótese de que as médias das amostras são iguais é aceita.



Figura 7 - Limites de aceitação ou rejeição de hipótese.
 FONTE: LOPES (2009)

Para a realização do teste t , antes é necessário saber se as variâncias entre as amostras são similares, para isso foi feito o teste de distribuição F . É um teste para a comparação entre as variâncias. Assim como o teste t , ele depende da probabilidade escolhida e dos graus de liberdade, onde é dado um valor crítico para o teste de hipótese (LARSON e FARBER, 2010).

4.4.7 Análise posicional

Uma análise complementar foi estabelecida neste estudo, por meio da avaliação do deslocamento de um ponto amostral em cada área teste quando comparado entre as duas imagens. O ponto foi selecionado em local de fácil identificação em ambas as imagens. Os pontos nas ortofotos foram levantados diretamente no software de SIG e os interpretados no *Google Earth*® foram transformados para o arquivo "kml" e, posteriormente, transformados para o formato "shp".

Na avaliação posicional é avaliada a qualidade do georreferenciamento das imagens do *Google Earth*®, comparando-as com dados das interpretações nas ortofotos. Esta comparação resulta em valores de deslocamento (ΔE e ΔN), os quais, são calculados pela diferença entre as coordenadas obtidas nos pontos das

ortofotos e as correspondentes nas imagens do *Google Earth*® (LOPES, 2009). Também foi calculado o deslocamento médio entre os pares de coordenadas dos pontos. Para a avaliação foi calculada a média e desvio padrão das variações ΔE e ΔN e a distância euclidiana entre os pontos coletados em cada imagem.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As 42 áreas testes selecionadas foram classificadas de acordo com a declividade (Figura 8), onde 27 áreas testes foram classificadas na classe de relevo Ondulado e 15 no relevo Forte Ondulado (Figura 9). Na área de estudo predomina o relevo ondulado.

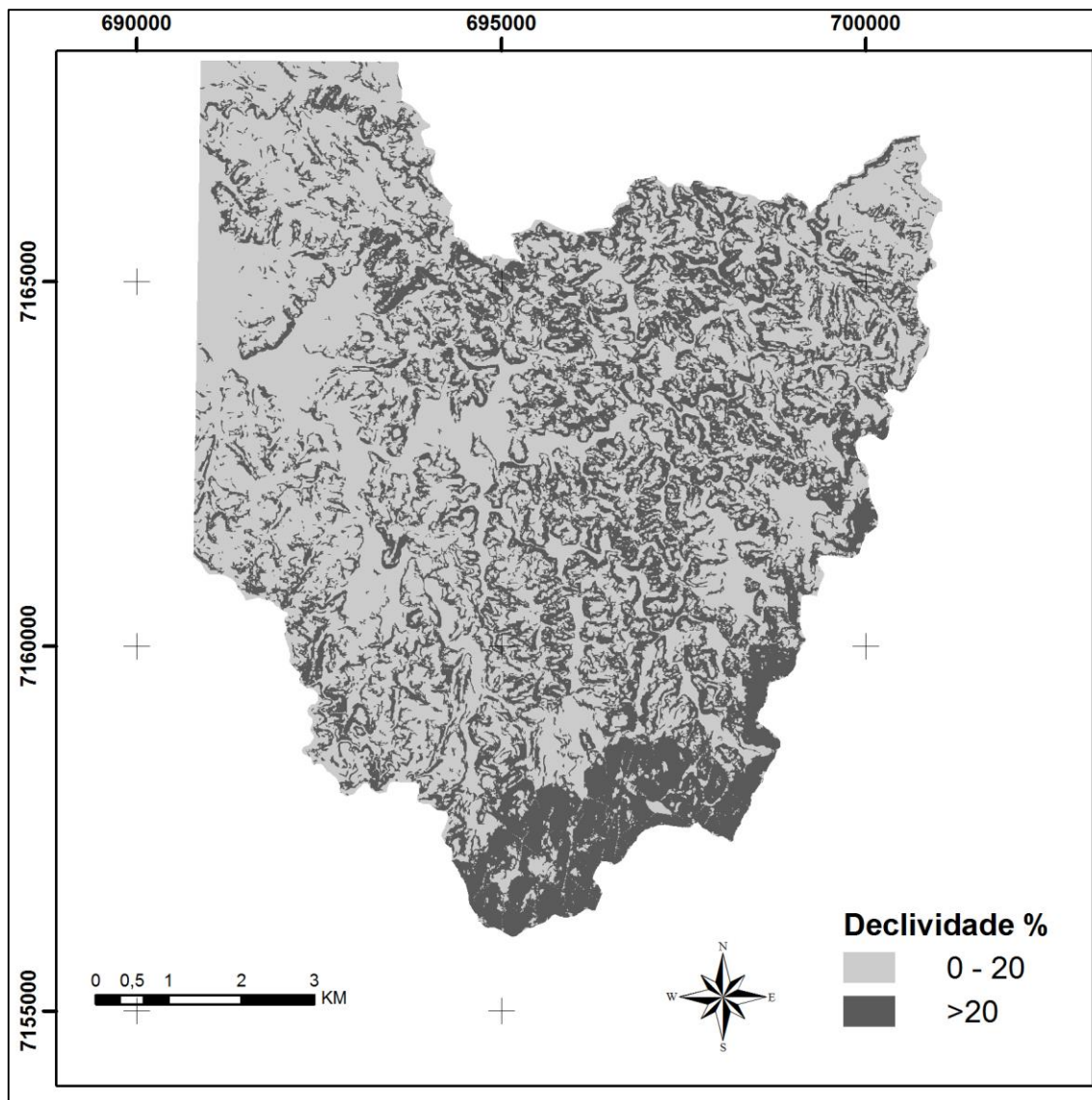


Figura 8 - Declividade da área de estudo.

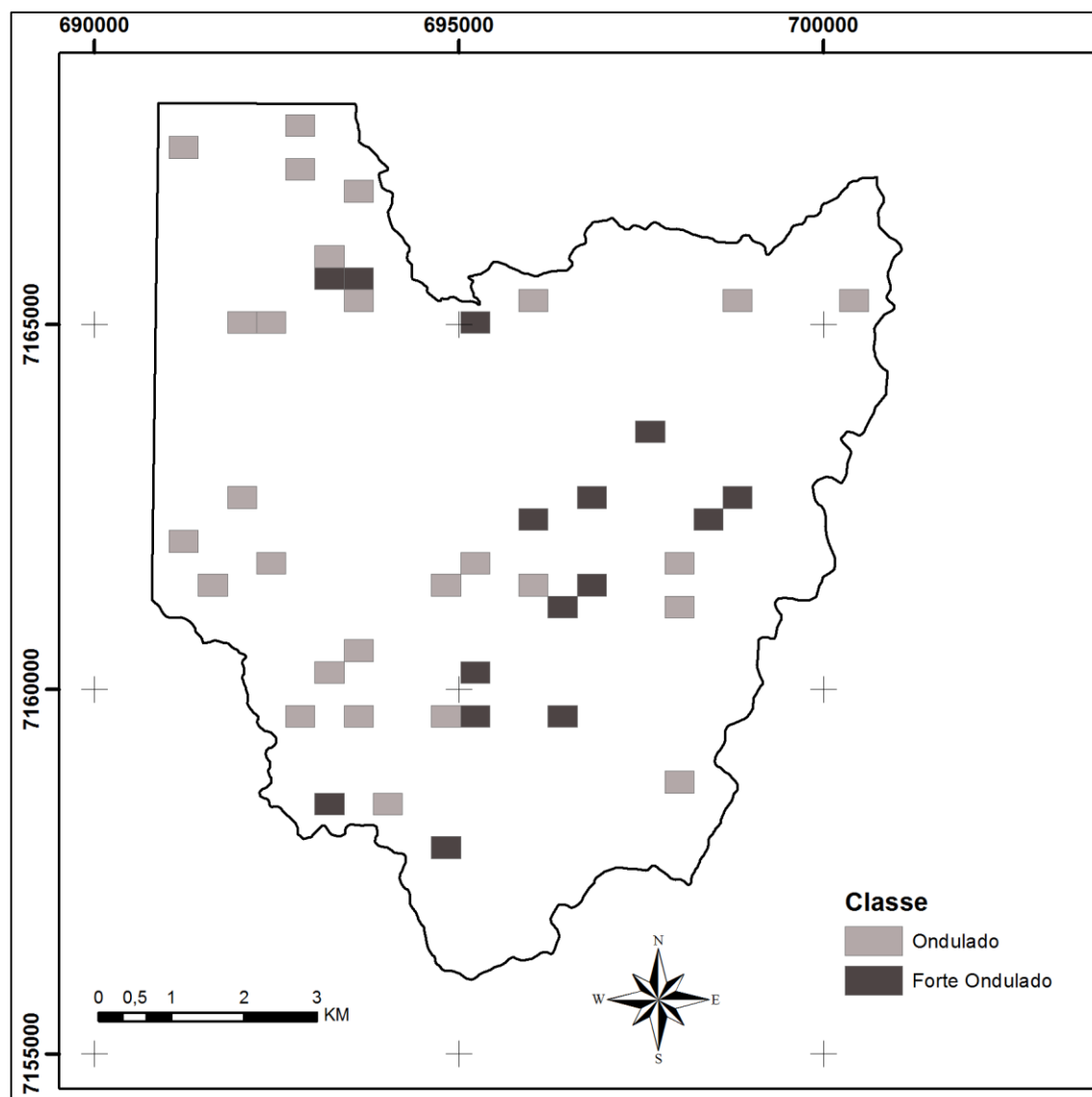


Figura 9 - Áreas testes classificadas por relevo.

Na área estudada não ocorrem cursos d'água com largura superior a 10 metros, logo, as distâncias utilizadas para delimitação de APP foram de 30 metros para rios e 50 metros para nascentes (Figura 10). A área total de APP nas áreas testes foi 101 hectares em relevo ondulado e 62,9 hectares em relevo forte ondulado.

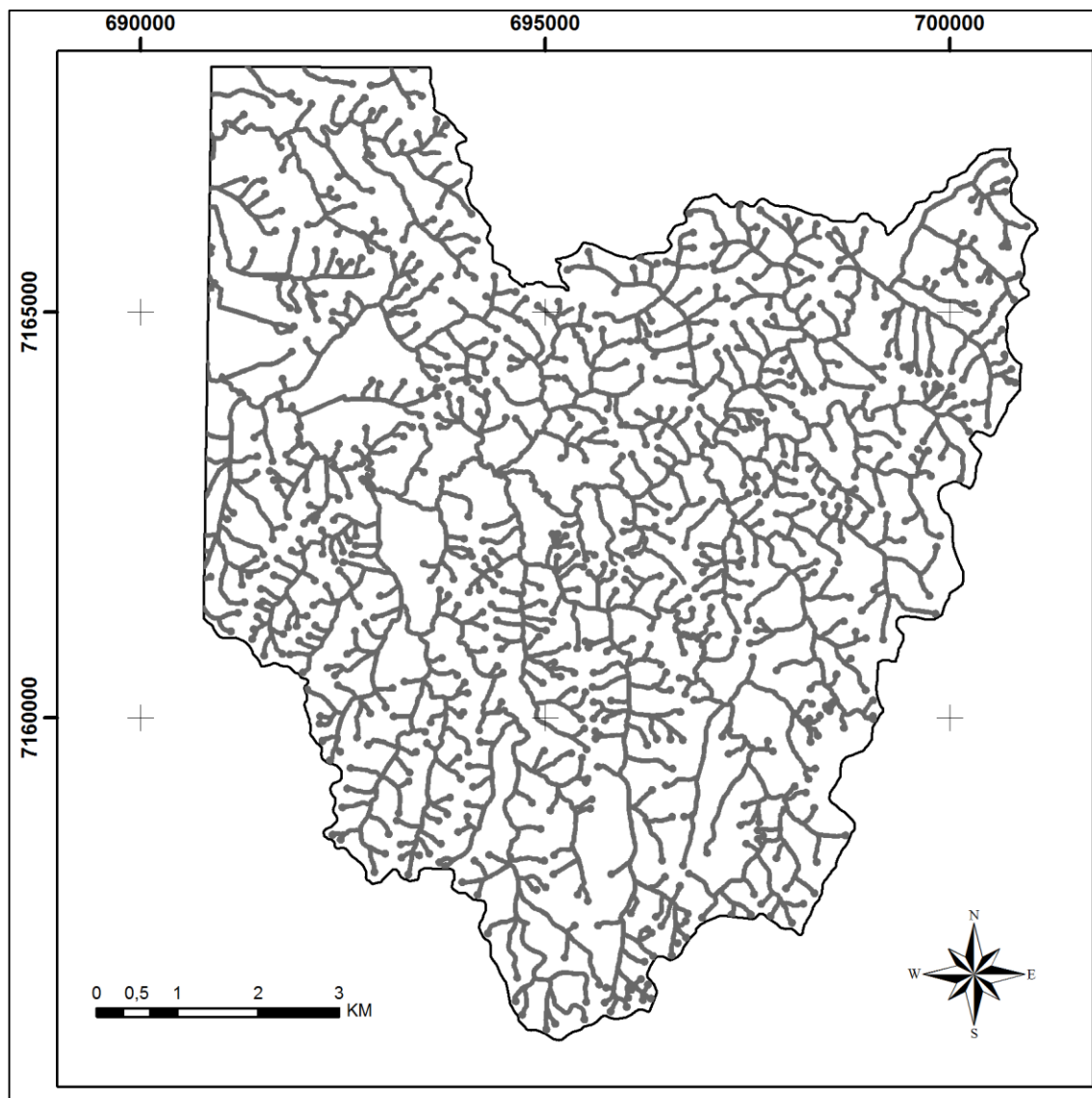


Figura 10 - Áreas de Preservação Permanente de cursos d'água e nascentes.

5.1 Análise geométrica

Após aplicação dos procedimentos descritos no item 4.4.4 da interpretação das imagens (Figura 11) onde: as imagens (A) foram sobrepostas pelas camadas vetoriais das áreas testes e APPs (B), posteriormente interpretadas como irregulares (C) e regulares (D) foram determinados os valores de área para cada classe.

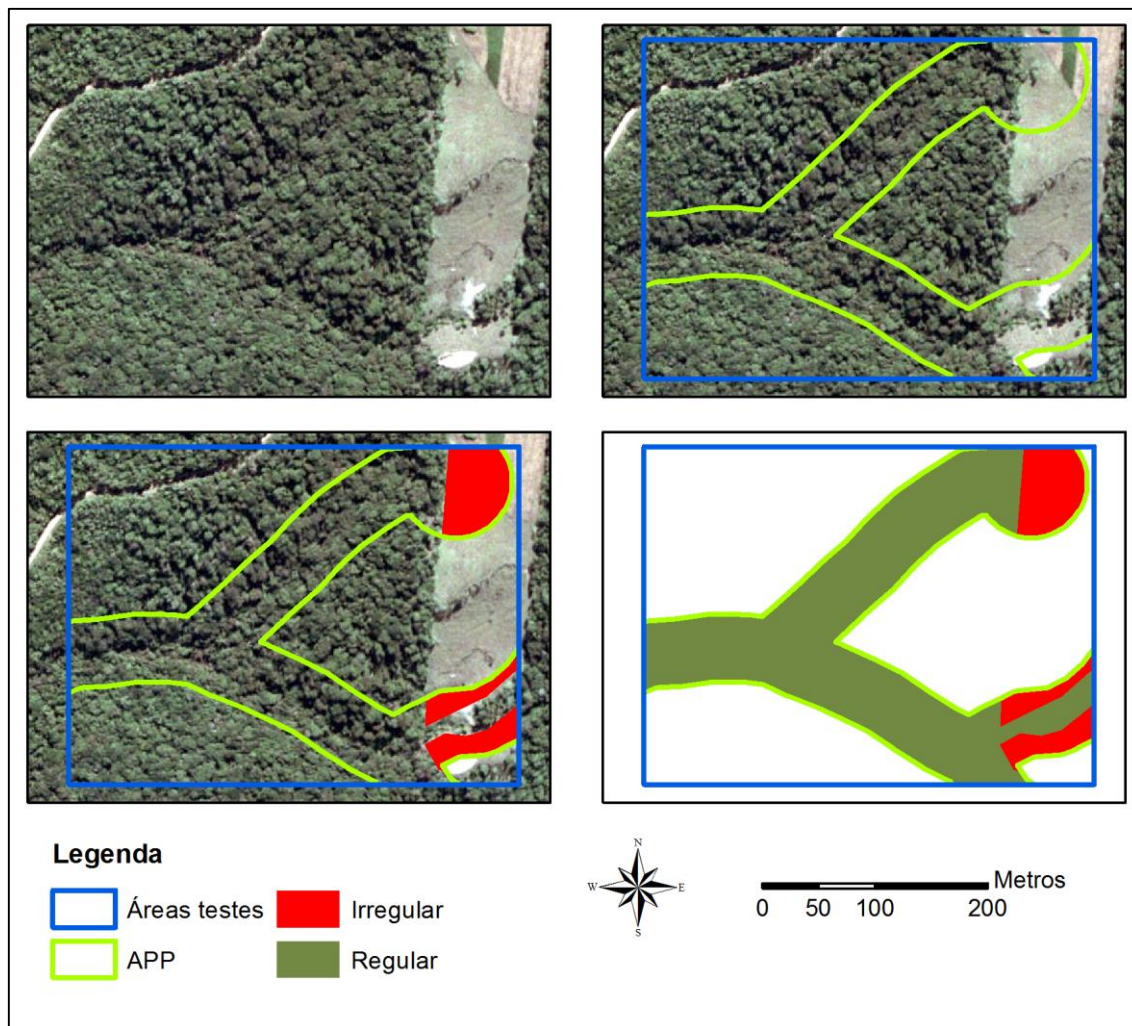


Figura 11 – Exemplo da sequência de digitalização de ortofotos.

A união dos vetores gerados a partir das duas imagens, seguindo os passos propostos no item 4.4.5, foram encontradas as áreas não coincidentes entre as imagens, como pode ser observada em uma área teste na Figura 12.

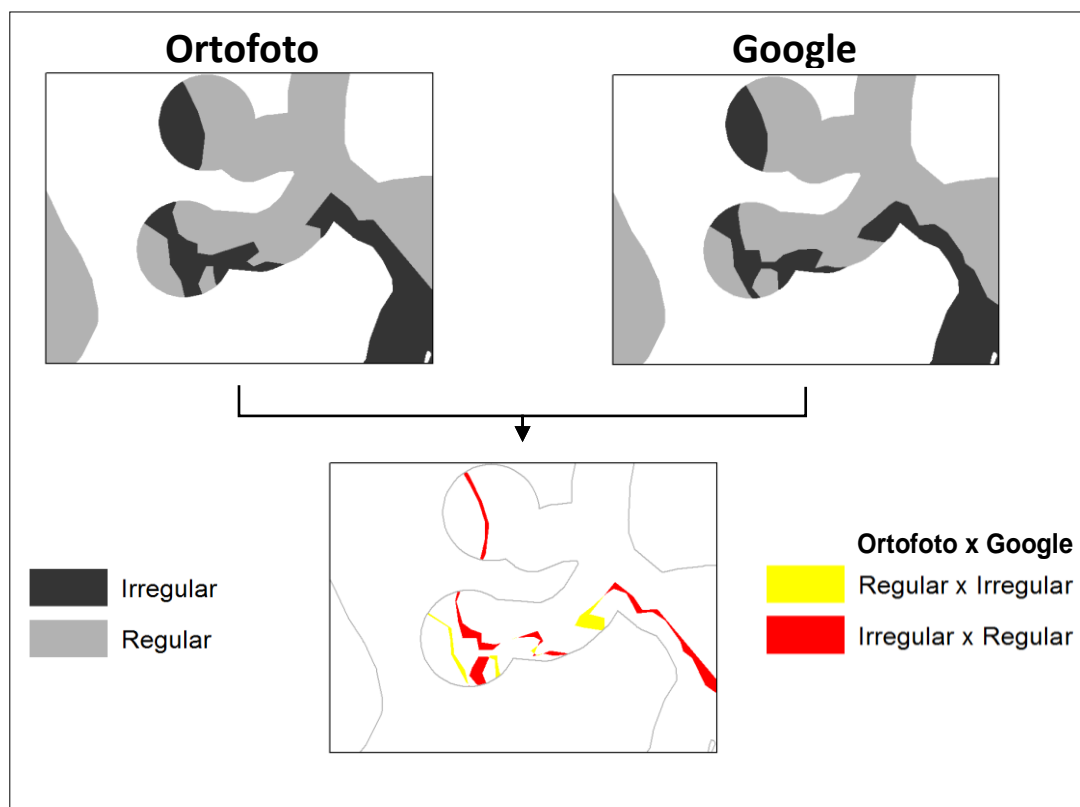


Figura 12 - Identificação das áreas não coincidentes entre imagens.

As áreas correspondentes a cada regularidade de APP, nas diferentes imagens e relevos, são apresentadas na Tabela 6. A variância entre elas de acordo com o teste de F é semelhante, pois os valores de F calculados foram menores que os valores tabelados para a amostra, sendo não significativos a 95 % de probabilidade (Tabela 7). O teste de t apresentou valores de t não significativos, isto é, menores que o valor crítico tabelado, indicando que as médias entre as imagens são similares em ambos os relevos com 95 % de confiança (Tabela 8).

Tabela 6 - Áreas encontradas classificadas por classe de uso em APPs.

RELEVO E SITUAÇÃO	ORTOFOTO (HA)	GOOGLE (HA)
Ondulado		
Regular	72,4	72,6
Irregular	28,6	28,4
Forte Ondulado		
Regular	48,8	49,2
Irregular	14,1	13,7

Tabela 7 - Teste *F* de comparação de variâncias de área entre as fotointerpretações das imagens.

RELEVO E SITUAÇÃO	VARIÂNCIA ORTOFOTO	VARIÂNCIA GOOGLE	F crítico	F calculado
Ondulado				
Regular	0,7494	0,7749	1,9292	1,0340
Irregular	1,3978	1,4221	1,9292	1,0174
Forte Ondulado				
Regular	1,2079	1,1879	2,4837	1,0168
Irregular	0,3667	0,3329	2,4837	1,1012

Tabela 8 - Teste *t* de comparação de médias de área entre as fotointerpretações das imagens.

RELEVO E SITUAÇÃO	ÁREA MÉDIA ORTOFOTO (ha)	ÁREA MÉDIA GOOGLE (ha)	t crítico	t calculado
Ondulado				
Regular	1,1	1,0	2,0066	0,04025
Irregular	2,7	2,7	2,0066	-0,02959
Forte Ondulado				
Regular	3,2	3,3	2,0484	-0,0715
Irregular	0,9	0,9	2,0484	0,1323

As matrizes de confrontação entre as fotointerpretações com as porcentagens de áreas coincidentes (em negrito) e não coincidentes com base na avaliação do relevo ondulado e forte ondulado são apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Matrizes de confrontação entre as imagens.

		Google			
		Ondulado		Forte ondulado	
		Irregular	Regular	Irregular	Regular
Ortofotos	Irregular	26,28%	2,07%	19,95%	2,51%
	Regular	1,81%	69,84%	1,82%	75,71%

Com relação a área das partes não coincidentes, os valores encontrados foram pouco significantes, sendo a maior delas 2,51%, que foram as áreas classificadas como regulares pelo *Google Earth*®, e que foram consideradas irregulares pelas ortofotos.

5.2 Análise posicional

O deslocamento médio total dos pontos no relevo ondulado foi 3,19 m, com desvio padrão de 1,54 m. Sendo o deslocamento médio em E -2,37 m e em N 0,55 m com os desvios padrões de 1,48 m e 1,92 m, respectivamente.

Nas áreas testes com relevo forte ondulado o vetor médio entre os pontos foi de 3,30 m, o desvio padrão foi 1,61 m. No eixo E, o deslocamento médio foi de -2,28 m, desvio padrão de 1,49m. E no eixo N, a distância média entre os pontos foi de -0,56m com desvio padrão de 1,85 m.

O sentido, a direção do deslocamento dos pontos de controle, em azul do *Google Earth*® e vermelho das ortofotos (Figura 13) observados, seguem a mesma tendência nas linhas vetorizadas nas imagens. Observa-se um deslocamento aproximado ao encontrado nos testes, principalmente no sentido oeste com aproximadamente 2,5m.

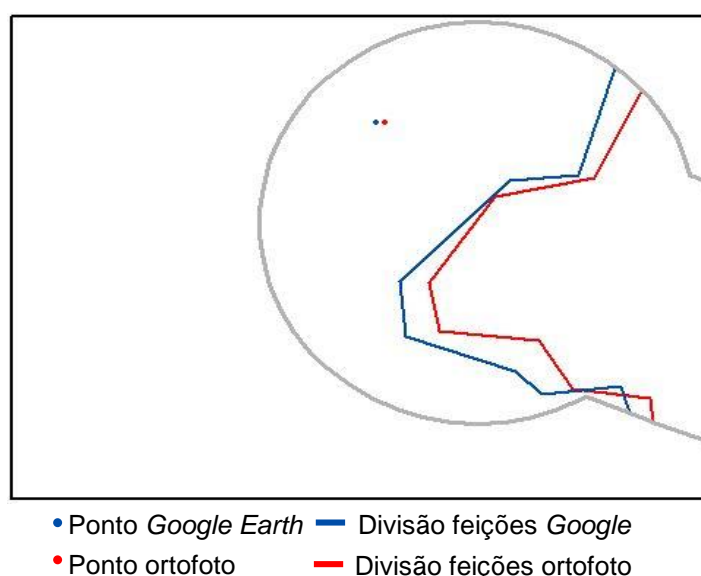


Figura 13 - Exemplo de deslocamento observado em uma área teste.

Também foi possível observar diversas alterações como a forma e tamanho das feições, até mesmo, o número de polígonos encontrados entre as imagens. Essas diferenças podem ser devido a diversos motivos somados ao deslocamento, como a falta de retificação da imagem do *Google Earth*®, sombra, erro de interpretação e a diferença entre as datas das imagens.

Os deslocamentos nos eixos E e N dos pontos amostrais na imagem do *Google Earth*® no relevo ondulado, são apresentados na Figura 14, ordenados da menor para maior declividade média da área teste.

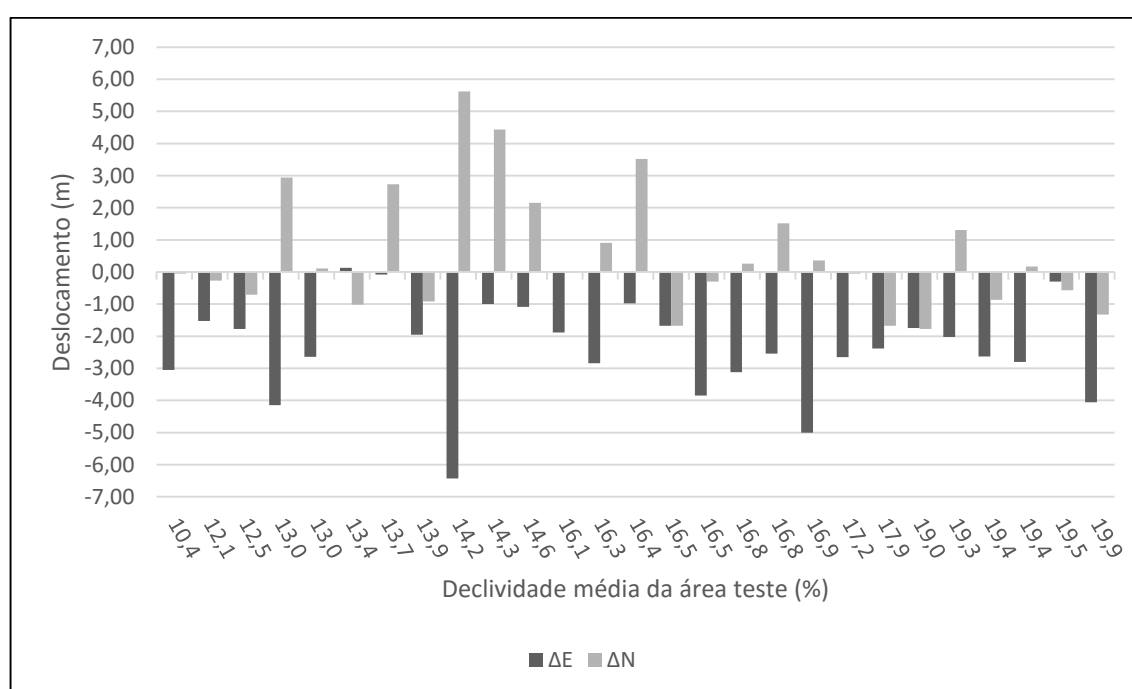


Figura 14 - Deslocamento de pontos no relevo ondulado.

Os pontos amostrados no relevo ondulado apresentaram tendência de variação negativa em ΔE , ou seja, deslocamento ao oeste da imagem *Google Earth*®, e apontaram tendência de variação positiva em ΔN , indicando distanciamento ao norte.

Na Figura 15 são expostos os afastamentos nos eixos E e N dos pontos interpretados na imagem do *Google Earth*® no relevo forte ondulado, também dispostos em sequência por declividade média da área teste.

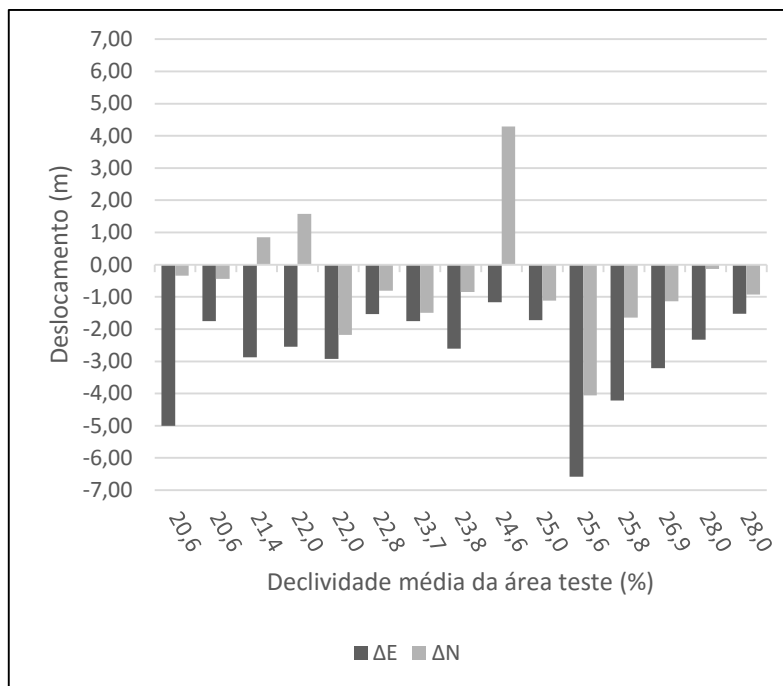


Figura 15 - Deslocamento de pontos no relevo forte ondulado.

Todos os pontos amostrais tiveram o deslocamento no sentido oeste, com variação negativa em ΔE . Os pontos amostrados no relevo ondulado com declividade média maior do que 16,5% apresentam a mesma tendência daquela observada nas áreas testes no relevo forte ondulado.

A análise posicional indicou que ocorre o deslocamento das imagens do *Google Earth®* em relação às ortofotos na área de estudo, isto indica um nível de georreferenciamento não adequado para imagem na escala 1:10.000. Nestes casos, se faz necessário a execução de um novo registro na imagem, permitindo a correção destes deslocamentos.

6 CONCLUSÕES

As imagens de alta resolução disponibilizadas no *Google Earth*® da área estudada apresentaram um resultado satisfatório como base para o mapeamento da situação de Áreas de Preservação Permanente, quando comparadas aos resultados gerados a partir de imagens ortoretificadas da mesma época. Os valores de variação de área foram muito pequenos. Os resultados referentes às áreas indicam que a vetorização do uso do solo em APP, não foi influenciada pelo relevo. O relevo ondulado e forte ondulado apresentaram resultados similares em relação a área e a posição das bordas dos polígonos.

Entretanto, foram observados deslocamentos de até 6 m em áreas testes com declividade média de 14,2% e 25,5 % em relevo ondulado e forte ondulado respectivamente. Este deslocamento é significativo para alguns casos de propriedades com até um módulo fiscal, pois o código florestal prevê a recomposição de apenas 5 m em faixas marginais em qualquer curso d'água. Neste caso, esta faixa mínima de 5 m de APP é menor do que o deslocamento observado.

As conclusões alcançadas neste estudo aplicam-se, apenas para as imagens de alta resolução espacial do *Google Earth*®. Imagens com resolução espacial menor não podem ser aplicadas para este fim, pois não seria possível caracterizar o uso do solo no entorno dos rios com faixa de até 30 m. As imagens do *Google Earth*®, certamente não são uma solução, pois não há o recobrimento total por imagens de alta resolução espacial para todo o território brasileiro.

Deve ser destacada a importância da verificação da confiabilidade das imagens, assim como visitas a campo quando necessário para sanar dúvidas de interpretação. A metodologia de validação geométrica e posicional desenvolvida por Lopes (2009) mostrou-se muito eficaz, quando aplicada as APPs, permitindo conhecer a confiabilidade das imagens e suas limitações. Assim, pode ser uma ferramenta interessante para a realização de mapeamentos com baixo custo, porém com precisão limitada.

7 ANÁLISE CRÍTICA DO DESENVOLVIMENTO DO TCC

O desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso, foi de grande importância. Uma vez que é uma oportunidade para o aprofundamento em uma área específica, usufruindo integralmente dos conhecimentos e senso crítico e profissional adquiridos durante o curso. Contribuindo para o aperfeiçoamento técnico em uma possível área do mercado de trabalho do setor florestal.

No entanto, com o objetivo de reflexão sobre possíveis temas e maior preparação para o desenvolvimento do trabalho, o TCC poderia ser abordado com os alunos antecipadamente ao semestre de realização. Possibilitando também, o aproveitamento de trabalhos acadêmicos e científicos que serão desenvolvidos durante o curso, para o desenvolvimento do TCC.

8 REFERÊNCIAS

AKBARI, H.; ROSE, L.S.; TAHA, H. **Characterizing the Fabric of the Urban Environment: A Case Study of Sacramento, California**. Report LBNL-44688, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA. 2000

_____. **Analyzing the land cover of an urban environment using high-resolution orthophotos**. Landscape and Urban Planning 63 (2003) 1–14. Heat Island Group, Environmental Energy Technologies Division, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA 94720, USA. 2003.

AYACH, L. R.; CUNHA, E. R.; SILVA, L. F.; BACANI, V. M. **Utilização de Imagens do Google Earth para Mapeamento de Uso e Cobertura da Terra da Bacia Hidrográfica do Córrego Indaiá (MS)**. Revista Geonorte (Edição Especial), V.2, N.4, p. 1801-1811, 2012. Disponível em <<http://www.revistageonorte.ufam.edu.br>>. Acesso em 23 dezembro 2015.

BORGES, L. A. C.; REZENDE, J. L. P.; PEREIRA, J. A. A.; COELHO JÚNIOR. M. L.; Barros, D. A. **Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira**. Ciência Rural, v. 41, n. 7, p. 1202-1210, jul. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v41n7/a5611cr4051.pdf>>. Acesso em 07 de novembro de 2015.

BOSQUILIA, R. W. D.; FIORIO, P. R.; DUARTE, S. N.; FARIA, G. V.; BARROS, S. P. P. **Comparação entre diferentes imagens de satélite no mapeamento visual de drenagens e nascentes em amostras circulares**. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.

BRASIL. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA. **Manual Técnico de Posicionamento: georreferenciamento de imóveis rurais**. 1ª Edição. Brasília. (2013)

_____. **Cadastro Ambiental Rural - CAR**. Disponível em: <<http://www.car.gov.br/>> Acesso em 10 de novembro de 2015.

BREDA, M.; SOUZA, M.F.R. de; SIQUEIRA, J. **A reforma do Código Florestal: Reflexão, Inovações e Perspectivas**. Informativo STPC. N.14 p.15-18, 2011. Disponível em: <<https://joesiosiqueira.wordpress.com/2011/03/31/a-reforma-do-codigo-florestal-reflexao-inovacoes-e-perspectivas/>> Acesso em 05 de novembro de 2015

CARDOSO, J.; AQUINO, C. M. S. **Mapeamento atual do uso e cobertura das terras da sub-bacia do riacho Roncador em Timon (MA) utilizando imagens do Google Earth**. Revista OKARA: Geografia em debate, v.8, n.2, p. 328-343, 2014. Disponível em < <http://www.okara.ufpb.br/ojs2/index.php/okara>>. Acesso em 10 janeiro 2016.

DIGITALGLOBE. Disponível em: <<https://www.digitalglobe.com>> Acesso em 05 de novembro de 2015

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos**. Rio de Janeiro, 1979. 83p. Disponível em: <http://library.wur.nl/isric/fulltext/isricu_i00006739_001.pdf> Acesso em 02 de novembro de 2015.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DE MATO GROSSO – FAMATO. **Código Florestal - Passo a Passo**. Cuiabá, 2013.

GLOBALGEO. Informações técnicas de satélites. Disponível em: <<http://www.globalgeo.com.br/satelite>> Acesso em 10 de novembro de 2015

LARSON, R.; FARBER, B. **Estatística aplicada**. 4 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

LOPES, E. E. **Proposta Metodológica para Validação de imagens de Alta Resolução do Google Earth para a Produção de Mapas**. 112 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia-Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2009

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 4.ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2012. 526 p.

MOREIRA, M. A.; ADAMI, M; RUDORFF, B, F. T; BERNARDES, T. **Uso de imagens do Google Earth capturadas através do software stitch map e do TM/Landsat-5 para mapeamento de lavouras cafeeiras – nova abordagem metodológica** In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011. Curitiba, PR, 30 de abr. a 05 de mai. de 2011, pp. 0481-0488.

_____; BARROS, M.A.; DE FARIA, V. G. C.; ADAMI, M. **Tecnologia de informação: imagens de satélite para o mapeamento de áreas de café de Minas Gerais**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 28, n. 241, p. 27-37, 2007.

PANIZZA, A. C.; FONSECA, F. P. **Técnicas de Interpretação Visual de Imagens**. GEOUSP- Espaço e Tempo, São Paulo, Nº 30, pp. 30 - 43, 2011.

PARANÁ. Instituto das Águas do Paraná – AGUASPARANÁ. **Sistema de Informações Geográficas para Gestão de Recursos Hídricos**. Curitiba, 2015. Disponível em: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br/>> Acesso em 03 de novembro de 2015.

_____. Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental - SUDERHSA. **Sistema de Informações Geográficas para Gestão de Recursos Hídricos**. Curitiba, 2002. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/rel_final_sig.pdf> Acesso em 03 de novembro de 2015.

ROZIZ, P. A. C.; FEARNSSIDE, P. M. **Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal: Da Criação a Descaracterização**. XVII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e III Encontro de Iniciação à Docência – Universidade do Vale do Paraíba. Manaus, 2013.

SILVA, L. A.; NAZARENO, M. R. X. **Análise do padrão de exatidão cartográfica da imagem do Google Earth tendo como área de estudo a imagem da cidade de Goiânia**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14, 2009, Natal. Anais. Natal: INPE, 2009. p. 1723-1730.

ZAKIA, M. J.; PINTO, L. F. G. **Guia para aplicação da nova lei florestal em imóveis rurais – 2ª Edição**. Piracicaba, SP: Imaflora, 2014. 36p.