

 FUNDAÇÃO renova	 TETRA TECH	RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 2/27
RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. TETRA TECH	REV.

02 de fevereiro de 2018.

Fundação Renova

Atenção: Cristiane Silva

RE: Relatório metodológico do mapeamento das áreas de preservação permanente presentes de nascentes - Fevereiro/ 2018.

Autores:

Sigla	Profissional	Função	Atividade principal no projeto
ACN	Ana Carolina Nicolau Costa de Souza	Trabalho técnico GIS	Levantamentos, processamentos e elaboração do relatório
BRS	Bruno Rezende Silva	Trabalho técnico GIS	Levantamentos, processamentos e verificação dos resultados.
MNS	Magno Naoli Santos Miranda	Trabalho técnico GIS	Vetorização dos dados
SBL	Silvana Barbosa Louback	Trabalho técnico GIS	Levantamentos, processamentos e elaboração do relatório

 FUNDAÇÃO renova	 TETRA TECH	RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 3/27
		Nº. TETRA TECH	REV.

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.0	INTRODUÇÃO	6
2.0	LOCALIZAÇÃO	7
3.0	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	8
3.1	ANÁLISE DOS DADOS DISPONIBILIZADOS PELA FUNDAÇÃO RENOVA.	8
3.2	PESQUISA DE BASES CARTOGRÁFICAS	9
3.2.1	IMAGENS ORBITAIS	9
3.3	TRATAMENTO DAS IMAGENS	11
3.3.1	GEORREFERENCIAMENTO	12
3.4	ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE RECURSOS HÍDRICOS	14
3.4.1	ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE LEI 12.651/2012	14
3.5	CLASSIFICAÇÃO DO USO DO SOLO	15
4.0	RESULTADOS	21
5.0	CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
6.0	ANEXOS	25
7.0	BIBLIOGRAFIA	26

 FUNDAÇÃO renova	 TETRA TECH	RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 4/27
		Nº. TETRA TECH	REV.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização das nascentes e municípios	7
Figura 2 - Disposição das imagens disponibilizadas pela Renova	11
Figura 3 - Tabela de resíduos do método <i>Spline</i>	12
Figura 4 - Imagens antes do georreferenciamento, percebe-se o deslocado das estradas, da imagem Worldview em relação ao <i>Basemap</i>	13
Figura 5 – Resultado do Georreferenciamento.	13
Figura 6 - Limite das APP's as nascentes de acordo com o Novo Código Florestal. Fonte: Cartilha do Código Florestal.	14
Figura 7 - Imagem do Sensor AVIRIS apresentando dois padrões de drenagem diferente. Fonte: INPE.....	15
Figura 8 – Imagem pancromática CBERS-2B focada para demonstrar os diferentes tons de cinza e tipos de rugosidade/textura.	16
Figura 9 - Área Agrícola	17
Figura 10 - Corpo D'água	18
Figura 11 - Estradas	18
Figura 12 - Ocupação Humana	19
Figura 13 - Pastagem/Vegetação de pequeno porte	19
Figura 14 - Vegetação de médio porte	20
Figura 15 - Vegetação de grande porte	20
Figura 16 - APP mapeada	21
Figura 17 - Planilha resumo do uso e ocupação	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Nascentes coincidentes	8
Tabela 2 - ESPECIFICAÇÕES WORLDVIEW-1	9
Tabela 3 - Especificações Quickbird	9
Tabela 4 - Especificações Ikonos.....	10

		RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 5/27
		Nº. TETRA TECH	REV.

Tabela 5 - Especificações SPOT	10
Tabela 6 - Nascentes com atividades agrossilvopastoris.	22
Tabela 7 - Nascentes com impacto dentro do raio de 15 metros	23

 FUNDAÇÃO renova	 TETRA TECH	RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 6/27
		Nº. TETRA TECH	REV.

1.0 INTRODUÇÃO

A Tetra Tech foi contratada pela Fundação Renova para executar o mapeamento de uso e ocupação do solo nas Áreas de Preservação Permanente (APP's) de 511 nascentes distribuídas entre as microrregiões de Governador Valadares e Aimorés em Minas Gerais; e Colatina e Santa Teresa no Espírito Santo, antes e depois da vigência do Decreto nº 6.514 que regulamenta a lei de crimes ambientais, para analisar o uso e ocupação do solo .

Na primeira fase desse projeto foram realizadas atividades de recebimento e validação dos dados disponibilizados pela Fundação Renova.

Na segunda fase do projeto foi realizada a pesquisa e adequação de bases complementares, tais como, o georreferenciamento de bases cartográficas e análises qualitativas dos resultados.

Na terceira fase do projeto foram realizados os procedimentos metodológicos, explicação das técnicas de classificação visual de imagens. A partir desses métodos foi possível a criação de bases vetoriais no Datum SIRGAS2000.

Na quarta fase do projeto são explicados os processamentos de dados envolvidos no decorrer da análise de APP's e delimitação de uso e ocupação de solo no período atual e no período anterior à vigência do Decreto nº 6.514. Também é mostrado no desenvolvimento da classificação de uso e ocupação do solo sobre as imagens de satélite adquiridas pela Fundação Renova representando o período de 2008 e a imagem de acervo público representando o estado vigente de uso e ocupação do solo.

Por fim, a quinta e última fase, retrata os resultados encontrados após a classificação de usos e ocupação do solo nas áreas das nascentes fornecidas pela Fundação Renova.

		RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 7/27
		Nº. TETRA TECH	REV.

2.0 LOCALIZAÇÃO

As 511 nascentes estão localizadas na região leste de Minas Gerais nos municípios de Campanário, Frei Inocência, Itambacuri, Jampruca e Resplendor, e região oeste do Espírito Santo contemplando os municípios de Colatina, Marilândia, Pancas e São Roque do Canaã.

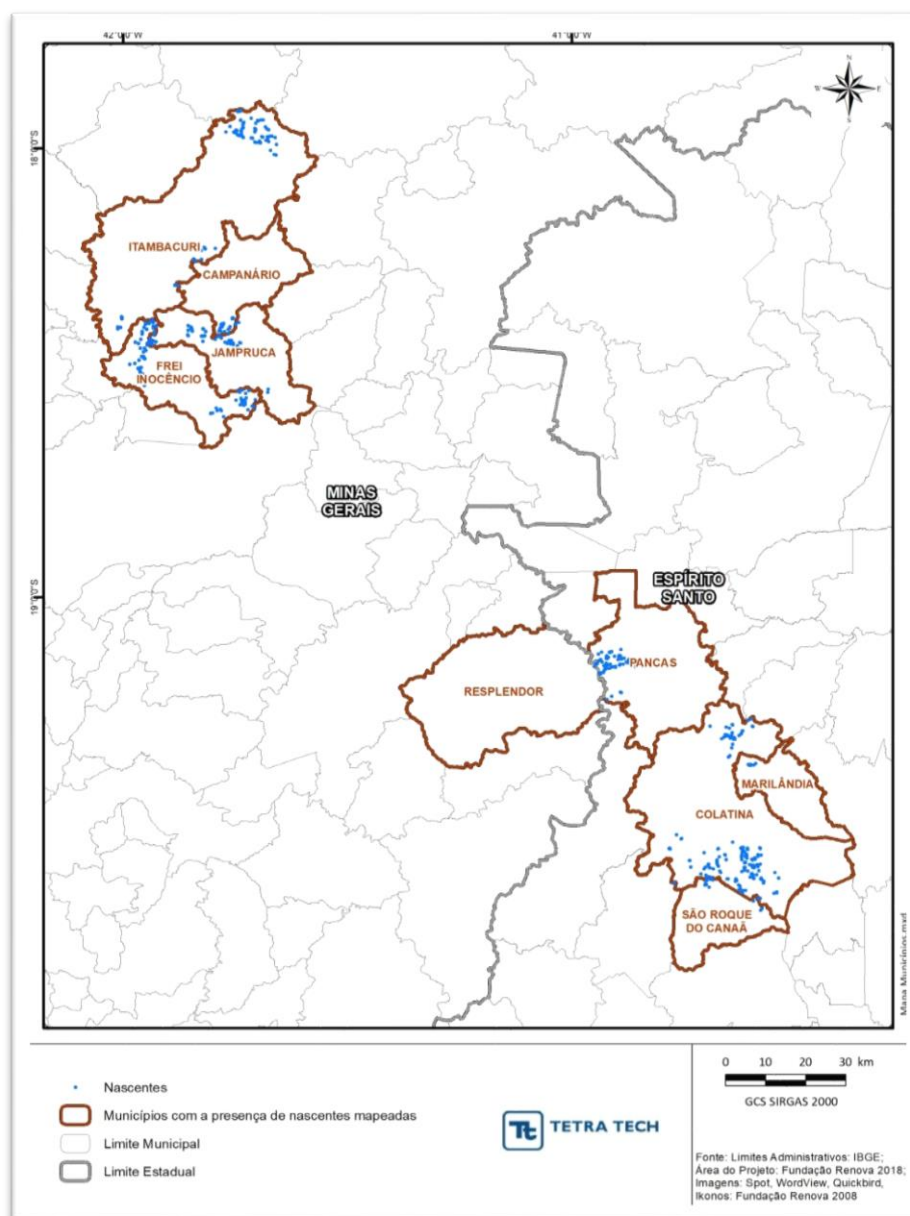


Figura 1 - Localização das nascentes e municípios

 FUNDAÇÃO renova	 TETRA TECH	RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 8/27
		Nº. TETRA TECH	REV.

3.0 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Neste trabalho foram desenvolvidas atividades de validação e análises de dados recebidos, pesquisa de imagens com data de aquisição e resolução espacial adequadas, georreferenciamento de imagens, classificação do uso e ocupação do solo, normatização dos resultados e elaboração de relatório metodológico.

3.1 ANÁLISE DOS DADOS DISPONIBILIZADOS PELA FUNDAÇÃO RENOVA.

Foram enviados pela Fundação Renova um arquivo em formato *shapefile* inicialmente contemplando 511 nascentes a serem analisadas.

Após análise, foram encontradas nascentes com a mesma posição geográfica, a Tabela 1 demonstra as nascentes que coincidiram a posição geográfica. No total foram mapeadas 497 APPs de nascentes antes e 497 após Decreto nº 6.514.

Tabela 1 - Nascentes coincidentes

N318 coincidente com N319
N343 coincidente com N344
N347 coincidente com N348
N372 coincidente com N373
N377 coincidente com N378
N396 coincidente com N397
N401 coincidente com N402
N406 coincidente com N407 e N408
N413 coincidente com N414
N415 coincidente com N416 e N418
N420 coincidente com N421
N436 coincidente com N437

A Fundação Renova disponibilizou ainda imagens de satélite de alta resolução para o mapeamento de uso e ocupação do solo. As imagens adquiridas são referentes ao período de 30/01/2008 a 22/07/2008, para as análises posteriores ao Decreto nº 6.514.

 FUNDAÇÃO renova	 TETRA TECH	RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 9/27
		Nº. TETRA TECH	REV.

3.2 PESQUISA DE BASES CARTOGRÁFICAS

3.2.1 IMAGENS ORBITAIS

Após a validação dos limites das propriedades foi possível pesquisar por bases cartográficas que atenderiam aos seguintes requisitos:

- Data de imageamento anterior a 22/07/2008.
- Resolução espacial que permitisse o discernimento do uso do solo.

Foram disponibilizados pela Renova, imagens de alta resolução dos satélites WorldView-1, Quickbird, Ikonos e Spot suas especificações estão descritas na

Tabela 2,

Tabela 3,

		RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 10/27
		Nº. TETRA TECH	REV.

Tabela 4 e

Tabela 5 respectivamente e a disposição das cenas está ilustrada na Figura 2.

Tabela 2 - Especificações WORLDVIEW-1

Banda espectral	Preto&Branco: 400 - 900 nm
Resolução espacial	70cm
Largura da faixa imageada	17,7 km no nadir
Resolução temporal	5,4 dias a 20° off-nadir
Quantização	8 Bit

Tabela 3 - Especificações Quickbird

Banda espectral	Azul: 430 - 545 nm
	Verde: 466 - 620 nm
	Vermelho: 590 - 710 nm
	InfraVermelho Próximo: 715 - 918 mn
Resolução espacial	70 cm
Largura de faixa	16,8 km no nadir
Resolução temporal	5,9 dias a 20o a off-nadir
Quantização	8 Bit

		RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 11/27
		Nº. TETRA TECH	REV.

Tabela 4 - Especificações Ikonos

Bandas espectrais	Azul: 450 - 520 nm
	Verde: 520 - 600 nm
	Vermelho: 630 - 690 nm
	InfraVermelho Próximo: 760 - 900 nm
Resolução espacial	80 cm
Largura de faixa	11,3 km no nadir
Resolução temporal	3 dias aproximadamente
Quantização	8 Bit

Tabela 5 - Especificações SPOT

Bandas espectrais	Verde
	Vermelho
	InfraVermelho Próximo
	InfraVermelho Médio
Resolução espacial	2,5m
Largura de faixa	60 km em nadir
Resolução temporal	Diária
Quantização	16 Bit

Também foram utilizados os dados do Basemaps que são disponibilizados dentro da plataforma do ArcGIS. O Basemaps disponibiliza imagens de satélite com resoluções espaciais de um metro ou menos em várias partes do mundo e imagens de satélite de baixa resolução em todo o mundo. O Basemap inclui imagens de 15 m da TerraColor em pequenas e médias escalas e imagens SPOT de 2,7m para o mundo e imagens USGS 15m Landsat para a Antártida. Apresenta ainda imagens de resolução de 0,3m 2,5 no continente dos Estados Unidos e imagens de resolução de 0,6 m em partes da Europa Ocidental da Digital Globe. Em outras partes do mundo as imagens que possuem resolução de 1 metro são dos sensores WorldView, GeoEye, IKONOS, AeroGRID e imagens da IGN na Espanha. Além disso existem imagens em diferentes resoluções disponibilizadas pela comunidade de usuários do GIS. Cada imagem possui em seus metadados diversas informações, incluindo informações da acurácia posicional.

		RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 12/27
		Nº. TETRA TECH	REV.

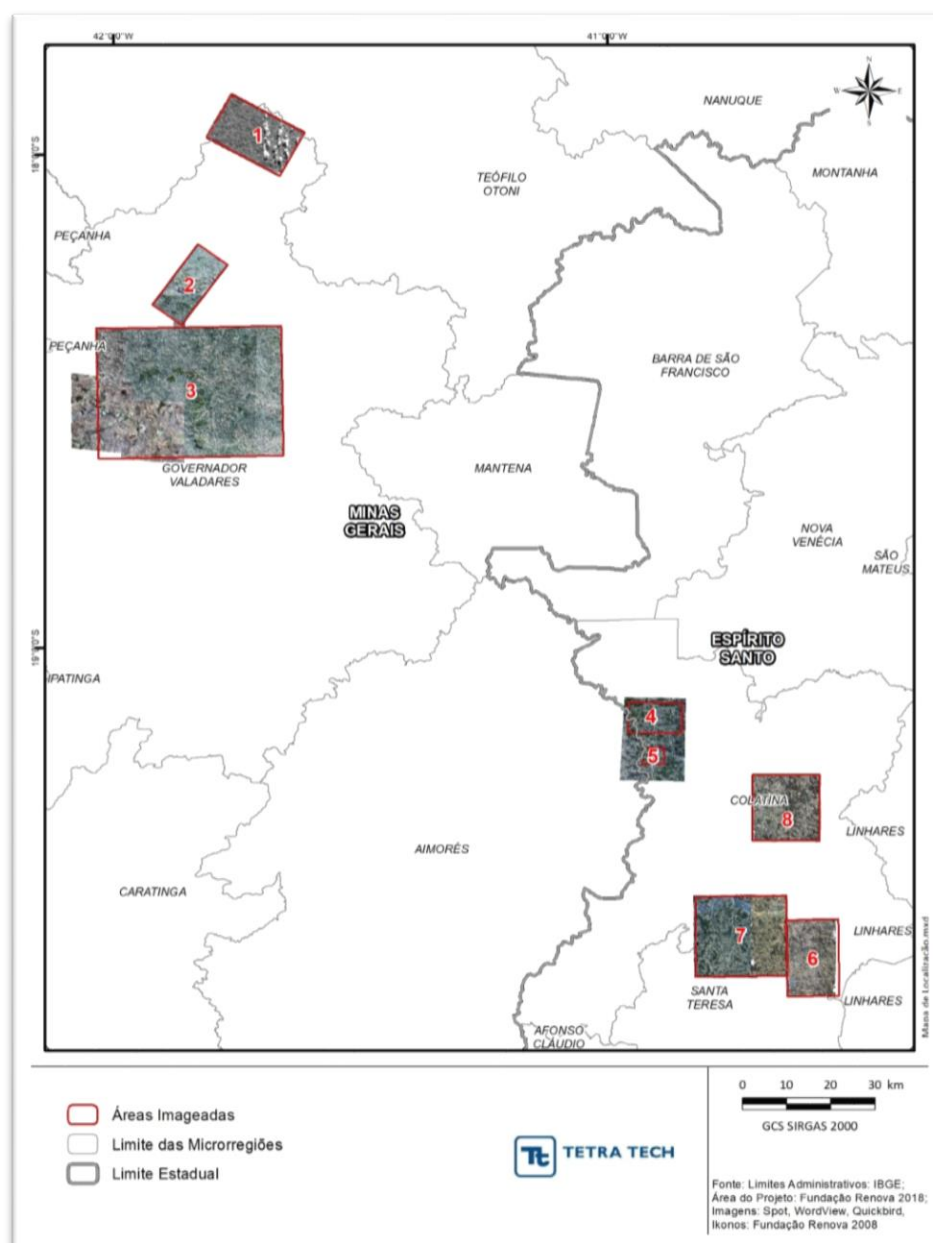


Figura 2 - Disposição das imagens disponibilizadas pela Renova

3.3 TRATAMENTO DAS IMAGENS

Para atender o projeto foi utilizado o *software* ArcGIS 10.2.2 e suas ferramentas de vetorização sobre as imagens do satélite fornecidas pela Fundação Renova, com resolução espacial entre 0,70 cm e 2,5m e *Basemap* que conta com satélites da World Imagery, disponibilizando mosaicos datados de 2015 com resolução espacial de 1m.

		RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 13/27
		Nº. TETRA TECH	REV.

Os processos em escritório ocorreram no Datum Sirgas2000, projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator – UTM – Fuso 24S. Os Data Sirgas2000 e WGS84 apresentam diferenças da ordem de centímetros, o que os tornam praticamente coincidentes. Sendo assim a utilização de bases no Datum WGS84 não impactaram na qualidade posicional dos resultados.

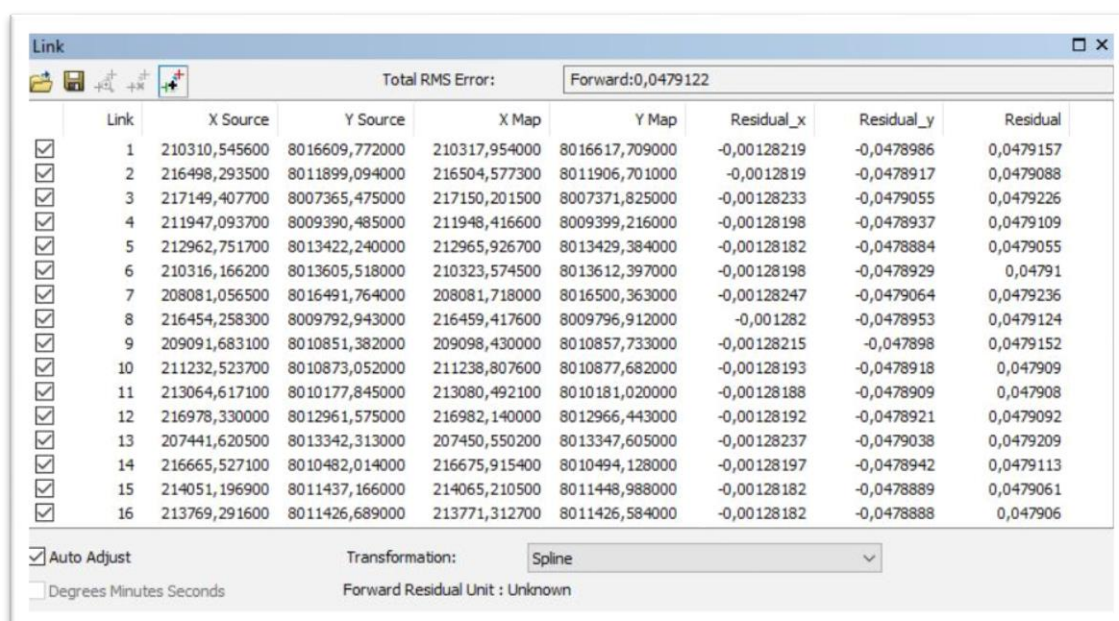
3.3.1 GEORREFERENCIAMENTO

As imagens de alta resolução em comparação ao *Basemap* apresentaram deslocamentos de até 16 metros em alguns pontos. Isso ocorreu devido aos processos de correção das diversas fontes de dados utilizadas neste trabalho;

Para corrigir os deslocamentos locais apresentados nas imagens foi utilizado a ferramenta *Georeferencing*, que possibilita associação espacial entre as imagens através de pontos de controle. Estabeleceram-se entre 15 a 30 pontos de controle em pontos notáveis em ambas as imagens, que remetem ao posicionamento das imagens adquiridas no *Basemap*.

As imagens do satélite de alta resolução foram georreferenciadas de acordo com o *Basemap* do ArcGIS, através de um modelo *Spline*. Este método faz com que os pontos de controle fiquem idênticos e permite modelar as distorções causadas pela não ortorretificação das imagens e outros tipos de distorções. Neste método são necessários pelo menos dez pontos de controle e em algumas cenas deste trabalho foram utilizados mais de 30 pontos homólogos para garantir a qualidade do georreferenciamento.

Aplicados os pontos de controle, pode-se verificar na Figura 3 que os erros dos pontos de controle tenderam a zero devido ao método *spline*. Desta forma o método de avaliação da acurácia do posicionamento foi realizado sobre outras áreas da imagem a Figura 4 ilustra o antes e a Figura 5 ilustra o depois da etapa de georreferenciamento.



Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual_x	Residual_y	Residual
1	210310,545600	8016609,772000	210317,954000	8016617,709000	-0,00128219	-0,0478986	0,0479157
2	216498,293500	8011899,094000	216504,577300	8011906,701000	-0,0012819	-0,0478917	0,0479088
3	217149,407700	8007365,475000	217150,201500	8007371,825000	-0,00128233	-0,0479055	0,0479226
4	211947,093700	8009390,485000	211948,416600	8009399,216000	-0,00128198	-0,0478937	0,0479109
5	212962,751700	8013422,240000	212965,926700	8013429,384000	-0,00128182	-0,0478884	0,0479055
6	210316,166200	8013605,518000	210323,574500	8013612,397000	-0,00128198	-0,0478929	0,04791
7	208081,056500	8016491,764000	208081,718000	8016500,363000	-0,00128247	-0,0479064	0,0479236
8	216454,258300	8009792,943000	216459,417600	8009796,912000	-0,001282	-0,0478953	0,0479124
9	209091,683100	8010851,382000	209098,430000	8010857,733000	-0,00128215	-0,047898	0,0479152
10	211232,523700	8010873,052000	211238,807600	8010877,682000	-0,00128193	-0,0478918	0,047909
11	213064,617100	8010177,845000	213080,492100	8010181,020000	-0,00128188	-0,0478909	0,047908
12	216978,330000	8012961,575000	216982,140000	8012966,443000	-0,00128192	-0,0478921	0,0479092
13	207441,620500	8013342,313000	207450,550200	8013347,605000	-0,00128237	-0,0479038	0,0479209
14	216665,527100	8010482,014000	216675,915400	8010494,128000	-0,00128197	-0,0478942	0,0479113
15	214051,196900	8011437,166000	214065,210500	8011448,988000	-0,00128182	-0,0478889	0,0479061
16	213769,291600	8011426,689000	213771,312700	8011426,584000	-0,00128182	-0,0478888	0,047906

Figura 3 - Tabela de resíduos do método *Spline*.

		RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 14/27
		Nº. TETRA TECH	REV.



Figura 4 - Imagens antes do georreferenciamento, percebe-se o deslocado das estradas, da imagem Worldview em relação ao *Basemap*.



Figura 5 – Resultado do Georreferenciamento.

Um detalhe importante é que as imagens de referência e ajustada apresentam resolução espacial e data de aquisição diferentes o que dificulta a análise de pontos homólogos desta forma o RMS real das imagens ficou em torno de três vezes o pixel da imagem georreferenciada.

		RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 15/27
		Nº. TETRA TECH	REV.

3.4 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE RECURSOS HÍDRICOS

3.4.1 ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE LEI 12.651/2012

Para entender os limites de Áreas de Preservação Ambiental, as leis do Código Florestal foram consultadas em suas diferentes temporalidades. De acordo com o Novo Código Florestal, as APP's de nascentes devem ser mantidas em um raio de 50 metros ao redor das nascentes e "olhos d'água", ainda que intermitentes como ilustrado na Figura 6.

Caso seja definida APP de uso consolidado, ou seja, onde é admitida a manutenção de atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo ou de turismo rural fica sendo obrigatória a recomposição de faixa marginal com largura mínima de 15 metros nos casos das nascentes.

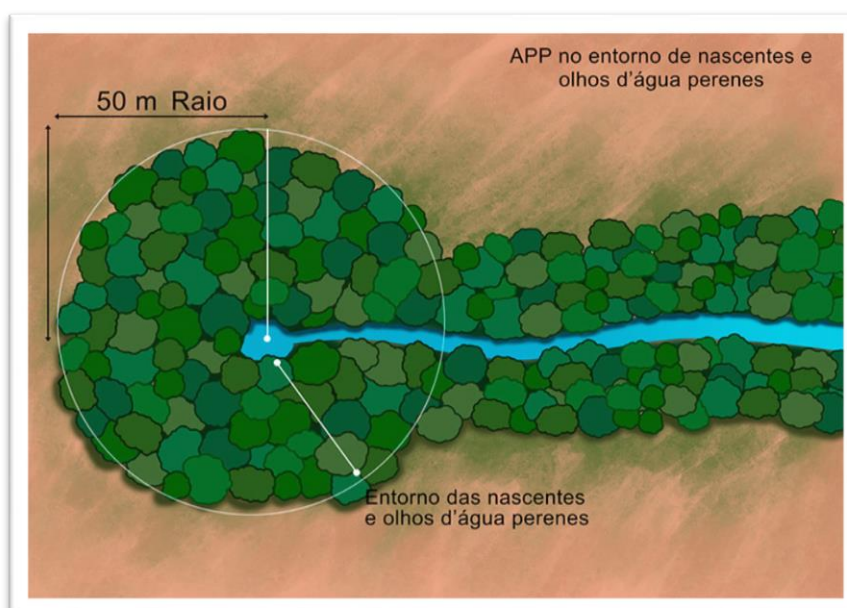


Figura 6 - Limite das APP's as nascentes de acordo com o Novo Código Florestal. Fonte: Cartilha do Código Florestal.

O mapeamento de uso e ocupação do solo foi desenvolvido em escritório, subsidiado por dados adquiridos através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, dessa forma, não houve trabalho de campo para validação dos resultados.

Para o mapeamento foram utilizadas imagens históricas disponibilizadas pela Fundação Renova, onde foi possível identificar as diferenças de uso e cobertura do solo antes depois do Decreto 6,514 de 22/07/2008.

		RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 16/27
RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. TETRA TECH	REV.

3.5 CLASSIFICAÇÃO DO USO DO SOLO

Entende-se por levantamento o conjunto de operações necessárias à elaboração de uma pesquisa temática que pode ser sintetizada por meio de mapas. O levantamento da Cobertura e do Uso da Terra indica a distribuição geográfica da tipologia de uso, identificada por meio de padrões homogêneos da cobertura terrestre. Envolve pesquisas de escritório e de campo, voltadas para a interpretação, análise e registro de observações da paisagem, concernentes aos tipos de uso e cobertura da terra, visando sua classificação e espacialização por meio de cartas (IBGE).

A cobertura da terra é definida com os elementos da natureza, como a vegetação (natural e plantada), água, gelo, rocha nua, areia e superfícies similares, além das construções artificiais criadas pelo homem, que recobrem a superfície da terra. (BIE; LEEUWEN; ZUIDEMA, 1996; BURLEY, 1961 apud ANDERSON et al., 1979, p. 20).

Foi realizada uma classificação manual e visual em escala fixada em 1:5.000. Intrínseco a este método temos um certo grau de subjetividade, diretamente ligada à sensibilidade do analista.

As imagens pancromáticas dos satélites CBERS-2B e WorldView-1 podem ser classificadas visualmente pelo analista de acordo com seu padrão, textura, tom/cor, forma e tamanho. Abaixo são descritos cada critério de análise visual, de acordo com o INPE.

Padrão - Este conceito indica que um alvo no dado de sensoriamento remoto apresenta uma organização peculiar que o distingue de todos os outros. Este elemento é bastante utilizado em fotografias aéreas e em imagens de alta resolução.

Em estudos de bacias de drenagem o padrão de drenagem é um elemento importante, pois ele está associado ao tipo de solo, rocha e estrutura geológica na área que está sendo estudada (Figura 7/Figura 8).



Figura 7 - Imagem do Sensor AVIRIS apresentando dois padrões de drenagem diferente. Fonte: INPE

Textura - é a qualidade que se refere a aparente rugosidade ou suavidade de um alvo em uma imagem de sensoriamento remoto, ela pode “ser entendida como sendo o padrão de arranjo espacial dos elementos texturais. Elemento textural é a menor feição contínua e homogênea distinguível em uma fotografia aérea, porém passível de repetição, por exemplo, uma árvore” (Moreira, 2001). A textura varia de lisa a rugosa, geralmente

 FUNDAÇÃO renova	 TETRA TECH	RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 17/27
		Nº. TETRA TECH	REV.

uma área com vegetação de médio a alto porte tende a ser considerada rugosa enquanto uma área sem vegetação ou de vegetação baixa é considerada lisa.



Figura 8 – Imagem pancromática CBERS-2B focada para demonstrar os diferentes tons de cinza e tipos de rugosidade/textura.

Tonalidade e cor – a tonalidade refere-se a intensidade de energia eletromagnética refletida por um tipo de alvo na superfície terrestre, em uma determinada banda do espectro eletromagnético, em outras palavras, a tonalidade está estreitamente relacionada com o comportamento espectral das diferentes coberturas da superfície terrestre.

Em uma imagem de satélite, estas diferentes quantidades de energia refletida pelos alvos são associadas a tons de cinza, isto é, quanto mais energia um alvo reflete mais energia chega ao sensor a bordo do satélite. Assim este alvo será associado a um tom de cinza claro. Se ao contrário, o alvo na superfície da terra reflete pouca energia, menos energia chegará ao sensor. Assim este alvo será associado a tons de cinza mais escuro.

O olho humano é mais sensível a cores que à tons de cinza. As cores que podemos ver é fruto da reflexão seletiva dos alvos existentes na superfície terrestre, nas distintas bandas do espectro eletromagnético. Assim, quando existem mais de uma banda disponível de uma determinada área, a interpretação visual é facilitada atribuindo-se diferentes cores a cada banda geralmente são realizadas composições com o vermelho, verde e azul.

Forma e tamanho - A forma é um elemento importante para auxiliar na interpretação visual de dados de sensoriamento remoto, ela facilita o reconhecimento de alguns alvos na superfície terrestre, tais como: estradas e linhas férreas (que apresentam formato longitudinal), cultivos (que tem formas regulares e bem definidas pois as culturas são plantadas em linha ou em curva de nível), reflorestamentos (que tem formas regulares), áreas irrigadas por pivô central (que apresentam formas arredondadas) reservatórios, complexos industriais,

 FUNDAÇÃO renova	 TETRA TECH	RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 18/27
		Nº. TETRA TECH	REV.

aeroportos, estruturas geológicas e geomorfológicas, cidades (que apresentam formas reticulares devido aos cruzamentos de suas avenidas e ruas), rios (que apresentam forma sinuosa) entre outras.

Para diferenciar os tipos de vegetação, foram considerados a forma e tamanho das unidades vegetais identificadas. Formas com características campestres ou herbáceas foram consideradas vegetação de baixo porte ou pastagens, formas com características arbustivas em campos ou área florestada foram consideradas, vegetação de médio porte e formas com características arbóreas em áreas florestadas foram chamadas de vegetação de alto porte.

Neste contexto o Uso e Ocupação do Solo foi classificado de acordo com 9 classes: Área Agrícola, Corpo D'água, Estrada, Ocupação Humana, Pastagem/vegetação de pequeno porte, Vegetação de médio porte, Vegetação de grande porte conforme ilustrados na Figura 9, Figura 10, Figura 11, Figura 12, Figura 13, Figura 14 e Figura 15.



Figura 9 - Área Agrícola

		RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 19/27
		Nº. TETRA TECH	REV.



Figura 10 - Corpo D'água



Figura 11 - Estradas

		RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 20/27
		Nº. TETRA TECH	REV.



Figura 12 - Ocupação Humana



Figura 13 - Pastagem/Vegetação de pequeno porte

		RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 21/27
		Nº. TETRA TECH	REV.

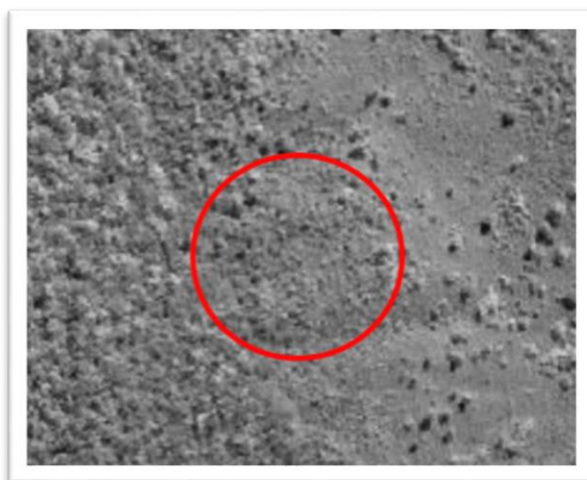


Figura 14 - Vegetação de médio porte



Figura 15 - Vegetação de grande porte

		RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 22/27
		Nº. TETRA TECH	REV.

4.0 RESULTADOS

O resultado desse processo foi a criação de 3 arquivos vetoriais contendo o uso e ocupação do solo dentro das APPs de 511 nascentes em dois períodos distintos. Antes e após o Decreto 6514 de 22/07/2008 e em estado de uso consolidado.

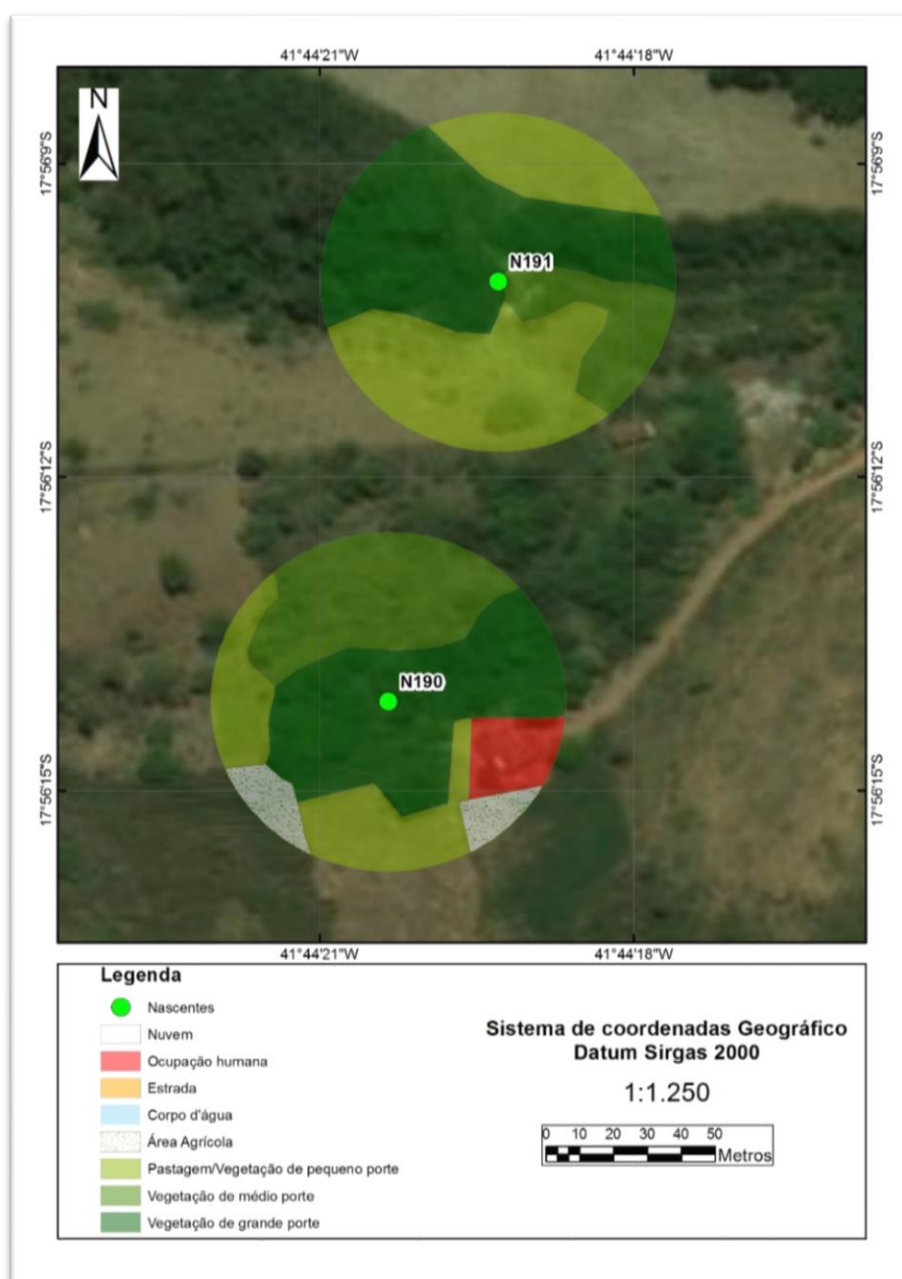


Figura 16 - APP mapeada

		RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 23/27
		Nº. TETRA TECH	REV.

Foram analisadas as bases vetoriais geradas e em adição aos arquivos vetoriais foi desenvolvida uma planilha contento a área de cada classe, sua existência nos tempos analisados e se houve aumento ou redução da classe analisada.

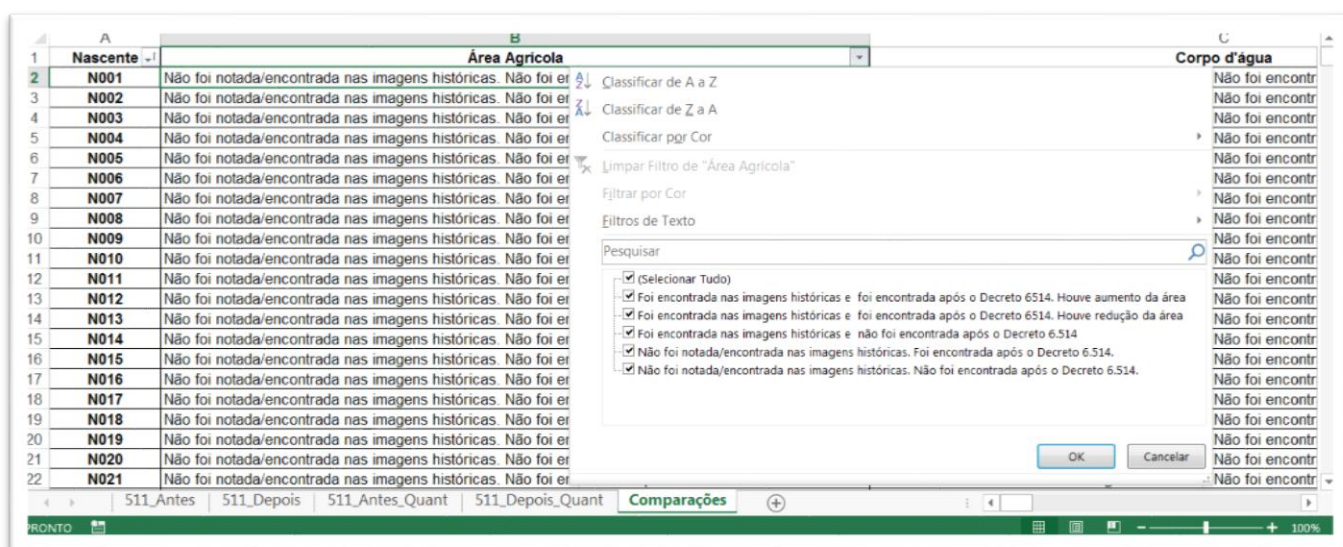


Figura 17 - Planilha resumo do uso e ocupação

Das 511 nascentes analisadas foram identificado atividades agrossilvopastoris em 50 nascentes, a Tabela 6 lista estas nascentes.

Tabela 6 - Nascentes com atividades agrossilvopastoris.

N172	N247	N294	N327	N373
N184	N267	N298	N328	N376
N188	N273	N302	N346	N384
N190	N277	N303	N349	N422
N213	N279	N318	N350	N424
N217	N280	N319	N353	N434
N220	N283	N320	N367	N440
N221	N286	N321	N368	N477
N229	N287	N324	N369	N483
N231	N288	N326	N372	N485

		RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 24/27
RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. TETRA TECH	REV.

Dentre as 50 nascentes foi analisado que mesmo após a redução do raio da APP para 15 metros segundo o Art. 61-A, §5º da LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012 ainda há interferência dentro da área de algumas APPs. As nascentes, o quantitativo de área a ser recuperado e o tipo de uso estão listados na Tabela 7.

Tabela 7 - Nascentes com impacto dentro do raio de 15 metros

N280	Recuperar 10,5m ² de Estrada dentro dos 15 metros de raio.
N287	Recuperar 59,34m ² de Estrada dentro dos 15 metros de raio.
N288	Recuperar 2,53m ² de Área Agrícola dentro dos 15 metros de raio.
N294	Recuperar 123,29m ² de Estrada dentro dos 15 metros de raio.
N294	Recuperar 166,67m ² de Área Agrícola dentro dos 15 metros de raio.
N302	Recuperar 703,27m ² de Área Agrícola dentro dos 15 metros de raio.
N326	Recuperar 404,2m ² de Ocupação humana dentro dos 15 metros de raio.
N346	Recuperar 59,42m ² de Estrada dentro dos 15 metros de raio.
N353	Recuperar 58,67m ² de Área Agrícola dentro dos 15 metros de raio.
N376	Recuperar 671,6m ² de Área Agrícola dentro dos 15 metros de raio.
N384	Recuperar 37,92m ² de Área Agrícola dentro dos 15 metros de raio.
N434	Recuperar 158,83m ² de Área Agrícola dentro dos 15 metros de raio.
N440	Recuperar 14,06m ² de Área Agrícola dentro dos 15 metros de raio.
N477	Recuperar 6,02m ² de Área Agrícola dentro dos 15 metros de raio.
N477	Recuperar 34,83m ² de Estrada dentro dos 15 metros de raio.

 FUNDAÇÃO renova	 TETRA TECH	RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 25/27
		Nº. TETRA TECH	REV.

5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho de classificação foi realizada através de técnicas visuais, contudo é recomendável pelo Manual Técnico de Classificação de Solos do IBGE que além da análise técnica visual em escritório, seja feito também o trabalho de campo, o que poderá enriquecer e validar os resultados deste estudo.

Para garantir a acurácia de imagens orbitais, além da correção geométrica é recomendada a utilização de pontos de controle em campo e modelos digitais de terreno para ortorretificação. Como as análises foram realizadas em escritório as imagens históricas foram posicionadas utilizando pontos homólogos sobre as imagens mais recentes de modo a garantir que o deslocamento entre elas fosse reduzido e a mesma área no entorno das nascentes fosse analisada antes e após o Decreto 6514 de 22/072008.

Para os mapeamentos foi considerado uma área de 50 metros no entorno das nascente, onde foram analisados o uso e ocupação do solo nas imagens anteriores e posteriores ao decreto nº 6.514.

Nas regiões analisadas sobre as imagens anteriores ao decreto nº 6.514 foram encontradas áreas com características de atividades agrossilvopastoris, as quais, consideramos áreas de uso consolidado. Desta maneira destacamos 50 nascentes conforme Tabela 6 e dentre essas 13 com interferência dentro da área definida pelo raio de 15 metros.

Vale ressaltar que o posicionamento das nascentes repassadas à Tetra Tech influencia diretamente em todos os resultados e análises executadas neste trabalho.

 FUNDAÇÃO renova	 TETRA TECH	RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 26/27
		Nº. TETRA TECH	REV.

6.0 ANEXOS

- Nascentes_utilizadas.shp

Nascentes em shapefile (*.shp) enviado pela Fundação Renova.

- Vetorização_antes_do_Decreto_6514.shp

Uso e ocupação do solo em um raio de 50 metros das nascentes sobre as imagens anteriores ao Decreto nº 6.514.

- Vetorização_apos_o_Decreto_6514.shp

Uso e ocupação do solo em um raio de 50 metros das nascentes sobre as imagens posteriores ao Decreto nº 6.514.

- Vetorização_apos_o_Decreto_6514_15m.shp

Uso e ocupação do solo em um raio de 15 metros das nascentes sobre as imagens posteriores ao Decreto nº 6.514.

- 511_Nascentes_Analises_2008_2015.xlsx

Tabela relacionando os resultados encontrados no trabalho.

		RELATÓRIO METODOLÓGICO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
RELATÓRIO METODOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES RELATÓRIO TÉCNICO		Nº. FUNDAÇÃO RENOVA	PÁGINA 27/27
		Nº. TETRA TECH	REV.

7.0 BIBLIOGRAFIA

BIE, C. A. J. M. de; LEEUWEN, J. A. van; ZUIDEMA, P. A. The land use database: a knowledge-based software program for structured storage and retrieval of userdefined land use data sets: user's reference manual. Version 1.04 for MS-DOS. [Enschede, The Netherlands]: International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation: Food and Agriculture Organization: United Nations Environment Programme: Wageningen University, 1996. 41 p.

BRASIL, Lei Nº 12.651. Código Florestal Brasileiro. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651compilado.htm.

BRASIL, Lei 4771/1965. Código Florestal Brasileiro. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil03/leis/L4771.htm>.

BRASIL, Cartilha do Código Florestal Brasileiro. Disponível em:
http://www.ciflorestas.com.br/cartilha/APP-localizacao-e-limites_protecao-conservacao-dos-recursos-hidricos-dos-ecossistemas-aquaticos.html

ESRI, Georeferencing toolbar tools. Disponível em:
<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/georeferencing-toolbar-tools.htm>

ESRI, World Imagery – Descrição. Disponível em:
http://goto.arcgisonline.com/maps/World_Imagery.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, FAQ. Disponível em:
<https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pmrg/faq.shtm>

MOREIRA, M.A.; Fundamentos de Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação; 1ª edição, São José dos Campos, SP, 2001

RICHARDS, John A. Remote sensing digital image analysis. 2.ed. Springer-Verlag, Berlin, 1993. 281 p. Cap. 2: Error correction and registration of image data, p. 39-74.

STEFFEN. Carlos, INTRODUÇÃO AO SENSORIAMENTO REMOTO. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em:
<http://www3.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm>