

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA AMBIENTAL
ENGENHARIA AMBIENTAL**

ANA PAULA RETKVA

**AVALIAÇÃO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP)
AO REDOR DO LAGO DA USINA MOURÃO I UTILIZANDO IMAGENS
DE SATÉLITE DE ALTA RESOLUÇÃO E O APLICATIVO SPRING**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2013

ANA PAULA RETKVA

**AVALIAÇÃO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP)
AO REDOR DO LAGO DA USINA MOURÃO I UTILIZANDO IMAGENS
DE SATÉLITE DE ALTA RESOLUÇÃO E O APLICATIVO SPRING**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental, da Coordenação de Engenharia Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. José Hilário Delconte Ferreira

CAMPO MOURÃO

2013

Dedico este trabalho ao meu pai, pelo
exemplo de vida que me deixou.

AGRADECIMENTOS

Provavelmente não conseguirei agradecer a todos que estiveram presentes nessa fase de minha vida. Porém quero deixar minha gratidão registrada a todos que de alguma forma me ajudaram a concluir mais esta etapa.

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e da sabedoria com que ele me abençoou.

Agradeço também a todos os professores que contribuíram com os seus ensinamentos para a conclusão desta etapa. Agradeço principalmente, ao meu orientador Prof. Dr. José Hilário, pelo apoio na realização deste trabalho.

Aos meus colegas de sala pelo companheirismo e em especial aos amigos, que fiz durante essa caminhada, por tornarem a faculdade uma época especial em minha vida.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha mãe Olga e a minha irmã Ana Helena por todo apoio e carinho dedicados a mim. O meu obrigada também ao meu namorado Willians, por sempre estar ao meu lado me incentivando e animando.

Quero agradecer ao meu pai, que mesmo não estando mais presente, foi muito importante, pois sempre deu todo o suporte necessário para que eu pudesse cursar este curso.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

A preguiça é a mãe do progresso. Se o
homem não tivesse preguiça de caminhar,
não teria inventado a roda.
Mario Quintana (1906 – 1994)

RESUMO

RETKVA, Ana Paula. **Avaliação da Área De Preservação permanente (APP) ao redor do lago da Usina Mourão I utilizando imagens de satélite de alta resolução e o aplicativo SPRING**. 2013. 50 p. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia Ambiental - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

As áreas de preservação permanente são de grande importância para a população, pois ela tem o objetivo de proteger a fauna, a flora, os solos, os cursos d'água e garantir o fluxo gênico das populações. Existem legislações federais, estaduais e até mesmo municipais que garantem a sua manutenção. Porém devido ao extenso território brasileiro, torna-se impossível a fiscalização contínua dessas áreas. Com isso, o geoprocessamento de imagens de satélite de alta resolução trazem agilidade e eficiência no acompanhamento do uso e cobertura do solo, sendo uma ferramenta importante para fiscalização das áreas de preservação permanente. Assim, o estudo foi realizado nas APPs situadas no entorno do lago da Usina Mourão I, onde há um conflito de interesses da população com os órgãos governamentais. Ele teve como objetivo utilizar o geoprocessamento e o novo Código Florestal Brasileiro para verificação das conformidades ou não conformidades do uso e cobertura da terra das APPs. Foi possível conferir que muitas áreas estão em desacordo com a legislação, e que a legislação ainda está confusa com relação as APPs no entorno dos lagos artificiais. Além de ser necessário o uso do bom senso dos gestores para determinar a desocupação dos locais.

Palavras-chave: APP. Geoprocessamento. WorldView. Legislação.

ABSTRACT

RETKVA, Ana Paula. **Assessment of Permanent Protection Area (PPA) around the lake of Usina Mourão I using high-resolution satellite images and software SPRING**. 2013. 50 p. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Environmental Engineering - Federal Technology University - Parana. Campo Mourão, 2013.

The permanent preservation areas are of great importance for the population, as it has the objective of protect the fauna, flora, soil, courses of water and ensure the gene flow of populations. There are federal laws, state and, municipal that guarantee their maintenance. But because of the extensive Brazilian territory, it is impossible constantly supervise these areas. With this, the geoprocessing of satellite imagery of high resolution brings agility and efficiency in monitoring the use and land cover, being an important tool for supervision of areas of permanent preservation. Therefore, the study was conducted in PPAs situated around the lake of Usina Mourao I, where there is a conflict of interest of the population with government agencies. It aimed to use the geoprocessing and the new Brazilian Forest Code to verification of conformity or nonconformity of the use and land cover of PPAs. It was possible to confirm that many areas are in discordance to the legislation, and that legislation still confused about the PPAs in the surroundings of artificial lakes. Besides being necessary to use the good sense of managers to determine the evacuation of the places.

Keywords: PPA. Geoprocessing. WorldView. Legislation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema representativo dos quatro elementos fundamentais do sensoriamento remoto. Fonte Introdução..., 2001.....	17
Figura 2 - Localização da área de estudo. Fonte: Plano de Manejo do Parque Estadual do Lago Azul.....	26
Figura 3 - Mapa da vegetação original do estado do Paraná, localizando a região onde se insere o reservatório da Usina Hidrelétrica Mourão, em área de contato entre três grandes unidades fitogeográficas. Fonte: MAACK, modificado RODERJAN & GALVÃO, 1999.	28
Figura 4 - Histograma para correção de contraste no aplicativo SPRING 5.2.....	30
Figura 5 - Janela de segmentação no aplicativo SPRING 5.2.....	31
Figura 6 - Janela de criação de contexto no aplicativo SPRING 5.2	32
Figura 7 - Visualização de uma tela acoplada a outra, no aplicativo SPRING 5.2	33
Figura 8 - Parte superior do lago da Usina Mourão I, nos municípios de Campo Mourão e Luiziana, com a classificação do uso e cobertura da terra nas APPs de 30 metros.	36
Figura 9 - Parte inferior do lago da Usina Mourão I, nos municípios de Campo Mourão e Luiziana, com a classificação do uso e cobertura da terra nas APPs de 30 metros.	36
Figura 10 - Parte superior do lago da Usina Mourão I, nos municípios de Campo Mourão e Luiziana, com a classificação do uso e cobertura da terra nas APPs de 100 metros.	38
Figura 11 – Parte inferior do lago da Usina Mourão I, nos municípios de Campo Mourão e Luiziana, com a classificação do uso e cobertura da terra nas APPs de 100 metros.	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVO GERAL	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	13
2.2 SENSORIAMENTO REMOTO	16
2.3 USO DA TERRA	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5 CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

Como o crescimento da economia brasileira houve um intenso investimento na geração de energia elétrica. A produção de energia elétrica começou a ter destaque durante as décadas de 1950 e 1960, com o processo de industrialização brasileira. Para suprir a grande demanda por energia durante esse período o presidente Juscelino Kubitschek, em seu governo, implantou um plano de metas, onde deveriam priorizar recursos para estimular diversos setores da economia, como os setores de transporte e energia. Com isso, o setor elétrico estatal começou a priorizar a construção das usinas hidrelétricas para a produção de energia (MENDES, 2005).

Nos dias atuais, a eletricidade é essencial tanto para economia do país como para o nosso dia-a-dia. Atualmente há diversas maneiras de se produzir energia elétrica, muitas tecnologias modernas que geralmente possuem alto custo, porém, segundo Sousa (2000) a energia proveniente da força das águas ainda é a melhor alternativa por ser uma fonte renovável e disponível em todo o país. De acordo com a Aneel (2011) existem hoje cerca de 929 usinas hidrelétricas espalhadas pelo território nacional, juntas elas tem capacidade de produzir 81,43 mil MW, ou seja, 71% da capacidade instalada no país é proveniente dos empreendimentos hidrelétricos.

Mesmo com as diversas vantagens da produção de energia pelas hidrelétricas, a construção das barragens gera grandes impactos, seja para o meio ambiente ou para a população local. Durante a fase de construção das hidrelétricas a população local aumenta devido ao grande número de operários, conseqüentemente há o aumento dos resíduos produzidos, aumento da geração do esgoto, do consumo de água e energia que na maioria das vezes não é levado em conta. Quando o lago é formado as árvores ficam submersas, ocorrendo a decomposição das mesmas em baixo da água. A fauna local foge para não morrer com o alagamento, em muitos locais pode ocorrer a extinção de espécies raras. O micro clima local é alterado devido ao grande acúmulo de água que antes não existia, entre muitos outros impactos. Há também a criação de loteamentos ao redor do lago criado, surgindo uma nova oportunidade de lazer para a população.

Com o surgimento dos loteamentos, a área de preservação permanente ao redor do lago fica comprometida, devido a falta de conhecimento da população, e a falta de fiscalização por parte das autoridades ambientais.

De acordo com o antigo Código Florestal, Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965, as florestas e demais formas de vegetação natural, existentes ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios de água naturais ou artificiais são consideradas áreas de preservação permanente. Contudo na Lei 12.651 de 25 de maio de 2012, que institui novo código florestal, são consideradas áreas de preservação permanente apenas as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento.

Para a realização do monitoramento dessas áreas de preservação permanente são utilizados diversos métodos. De acordo com Müller (1995), é necessário conhecer a ação impactante e o meio que sofrerá essa ação para definir o impacto que um empreendimento irá causar. Sendo assim, é necessário obter dados, elaborá-los, realizar análises para obter resultados e saber interpretá-los. Existem diversos métodos para avaliar os impactos ambientais, eles podem ser classificados como: sistemas de redes e gráficos, sistemas cartográficos, modelagem e análise de sistemas, métodos baseados em indicadores e integração da avaliação, e também métodos quantitativos (BOLEA, 1984).

Os sistemas cartográficos são técnicas que pretendem determinar a localização e a extensão dos impactos e também identificar as áreas com importância ambiental, social, cultural, entre outras. Esse método pode utilizar vários instrumentos cartográficos, como fotografias, mapas e sensoriamento remoto. Um dos instrumentos mais utilizados são os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), eles utilizam computadores para o armazenamento e recuperação de informações geograficamente referenciadas (SOUSA, 2000).

Na área em estudo existem conflitos quanto à legalidade das ocupações existentes ao redor do lago. O órgão ambiental estadual, Instituto Ambiental do Paraná (IAP), exige a retirada das habitações e recuperação das áreas de preservação permanente, como determina a legislação ambiental. Porém, os moradores, que lá possuem suas residências permanentes ou de lazer defendem seu direito de permanecer com suas casas. Diante deste problema faz-se

necessário o estudo através de Sistemas de Informações Geográficas e imagens de satélite para evidenciar os possíveis desacordos com a legislação ambiental.

1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as áreas de preservação permanente do lago da Usina Mourão I através do georreferenciamento e relacionar com a legislação ambiental pertinente.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Delimitar os limites do lago da Usina Mourão I, através de imagem de satélite de alta resolução e o aplicativo SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas);
 - Pesquisar a legislação federal, estadual e municipal aplicável à área de preservação permanente do lago da Usina Mourão I;
 - Utilizar o aplicativo SPRING para delimitar a área de preservação permanente de acordo com a legislação federal, estadual e municipal;
 - Avaliar se as áreas de preservação permanente existentes estão de acordo com a legislação ambiental;

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

O ser humano cada vez mais tem interferido no meio ambiente. Ele cria e transforma o meio apenas a favor de seus interesses, sem se preocupar com as consequências de seus atos. Com o avanço do agronegócio e o desenvolvimento das cidades, o meio ambiente sofre diversas alterações na sua composição. Cada vez mais se buscam novas áreas para expansão das lavouras, pastos, silviculturas entre tantos outros interesses econômicos, suprimindo as coberturas vegetais.

No Brasil, onde não houve planejamento adequado para ocupação do espaço territorial, a cobertura florestal nativa foi fragmentada. Também por ser um país de dimensões continentais, existia a ideia de recursos naturais inesgotáveis, o que estimulou o aumento da área produtiva. As florestas ciliares que possuem um papel importante na conservação dos ecossistemas, também não foram respeitadas, sendo muitas vezes totalmente suprimidas para dar lugar as cidades ou a expansão do agronegócio.

A legislação federal brasileira define as áreas que são consideradas de preservação permanente. O Código Florestal Brasileiro, Lei 12.651 de 25 de maio de 2012, dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. A lei veio para atualizar o antigo Código Florestal Brasileiro de 1965, que se encontrava defasado em diversas áreas. Nele estão delimitadas as APP's (Áreas de Preservação Permanente), as áreas de Reserva Legal, a exploração florestal, o controle dos produtos florestais, o controle a prevenção dos incêndios florestais, e também prevê os instrumentos econômicos e financeiros para alcançar esses objetivos (Brasil, 2012).

De acordo com o artigo 23 da Constituição Federal de 1988 é de responsabilidade comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

- Proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas, e
- Preservar as florestas, a fauna e a flora.

A Constituição Federal também garante um meio ambiente ecologicamente equilibrado, impondo ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

Conforme a Lei 12.625/2012 as áreas de preservação permanente são definidas como:

Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

O Código Florestal possui um capítulo especial para tratar das APP's. No artigo 4º ele delimita qual deve ser o tamanho mínimo das áreas de preservação permanente seja em zonas rurais ou urbanas. As APP's dos cursos d'água e reservatórios estão assim delimitadas:

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;

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;

b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

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;

Além disso, o artigo 62 delimita a APP dos reservatórios destinados a geração de energia ou abastecimento público. Se esses reservatórios tiveram suas concessões assinadas antes da medida provisória de 24 de agosto de 2001, a área de preservação permanente será a distância entre o nível máximo operativo normal e a cota máxima maximorum.

Assim, pode-se notar como as áreas de preservação permanente são importantes. Elas possuem um grande respaldo na legislação federal, sendo dever dos governantes e da população em geral protegê-las.

A legislação estadual também defende as áreas de preservação permanente. A Lei 11.054 de 11 de janeiro de 1995, dispõe sobre a Lei Florestal do estado, define e classifica as diversas formas de vegetação nativa, determina como deve ser a exploração, preservação, manejo, controle e fiscalização, estudo e pesquisa dessas áreas entre outras providências.

No artigo 5º a lei classifica a vegetação nativa existente no estado em quatro classes diferentes: preservação permanente, reserva legal, produtivas e unidades de conservação.

Em seguida, no artigo 6º, a lei estadual define as áreas de preservação permanente e estabelece a mesma definição do código florestal brasileiro. Além disso, a autoridade florestal ficará responsável por criar mecanismos e estimular a recuperação das áreas que estejam degradadas ou sem cobertura vegetal, e de fornecer meios para a recuperação se o pequeno proprietário não tiver recursos para a recomposição.

Desse modo, fica evidente que é obrigação do estado manter a conservação das áreas preservação permanente em conjunto com os proprietários rurais. Porém deve-se levar em conta que as propriedades rurais de pequeno porte muitas vezes não conseguem cumprir a legislação devido ao espaço territorial reduzido e também pela falta de recursos.

A lei estadual também defende a exploração manejada das áreas de preservação permanente no entorno dos lagos, reservatórios ou lagoas, sejam eles artificiais ou naturais. Isso fica claro no artigo 29, onde a lei cita que as áreas além do limite mínimo de 30 metros no entorno dos reservatórios, lagos e lagoas possuem uma função protetora, mas que mesmo assim poderão ser exploradas de forma manejada, desde que com autorização da autoridade ambiental (PARANÁ, 1995).

No âmbito da legislação municipal, os fundos de vale são considerados áreas de preservação permanente. O município possui a Lei 1077 de 4 de dezembro de 1997, que dispõe sobre a política municipal do meio ambiente. Nela são denominados fundos de vale as áreas localizadas ao longo dos cursos d'água e nascentes, com as mesmas larguras contadas a partir da faixa de drenagem, estabelecidas no Código Florestal Brasileiro. Conforme a lei, as faixas de drenagem

são os leitos normais dos rios com o acréscimo das áreas necessárias para garantir o escoamento das águas pluviais.

O artigo 11 estabelece a implantação de parques lineares e a proteção da vegetação ciliar dos fundos de vale dos rios do Campo e 119, situados no perímetro urbano (CAMPO MOURÃO, 1997b).

Além da política municipal do meio ambiente, o município possui a Lei nº 1104 de 3 de março de 1998, que cria o fundo municipal do meio ambiente do município, para concentrar os recursos destinados aos projetos ambientais no município (CAMPO MOURÃO, 1998). E também a Lei nº 1061 de 9 de outubro de 1997, que dispõe sobre a criação do FUNDEFLO, fundo municipal de desenvolvimento e conservação florestal, que tem o objetivo de financiar programas, projetos e atividades para o desenvolvimento, conservação e proteção florestal, educação ambiental e proteção e combate a incêndios florestais (CAMPO MOURÃO, 1997a).

Deste modo, fica claro que o município possui uma legislação que visa a proteção ambiental de um modo geral e procura arrecadar fundos para proteger e conservar as florestas existentes no município. Todavia, o fato de possuir uma legislação a favor do meio ambiente não garante o seu cumprimento. Há a necessidade de fiscalização para a aplicação das leis impostas, sejam elas municipais, estaduais ou federais, para assim garantir um meio ambiente equilibrado e saudável.

2.2 SENSORIAMENTO REMOTO

O meio ambiente terrestre está em constante mudança, devido as atividades humanas e a evolução natural dos recursos naturais. Existem muitas inter-relações que causam essas mudanças e, por isso, é necessário observar como ocorrem tais mudanças tanto em escala espacial como na temporal (SAUSEN, 2013). Muitas atividades dependem de informações sobre a superfície da terra, como por exemplo, o mapeamento de uso da terra, monitoramento dos recursos renováveis ou não, acompanhamento de áreas de vegetação nativa e de plantações, entre outros. Com isso, o sensoriamento remoto se torna essencial para obtenção e análise de dados procedentes dessas informações.

Novo (1992), define o sensoriamento remoto como o resultado de um esforço multidisciplinar que envolve os avanços da física, química, das biociências e geociências, das ciências da computação e diversas outras disciplinas. Já Barret & Curtis (1992) e Mather (1987), definem como sendo a ciência que estuda e observa a superfície da Terra á distância. Ou seja, o sensoriamento remoto utiliza técnicas e sensores para obter informações de fenômenos ou objetos sem que haja contato entre eles.

Existem quatro elementos fundamentais no sensoriamento remoto: a fonte, o sensor, o alvo e a radiação eletromagnética (Figura 1).

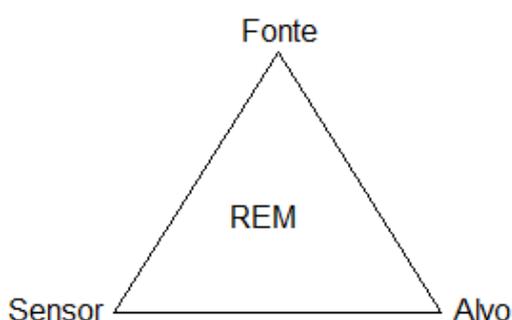


Figura 1 - Esquema representativo dos quatro elementos fundamentais do sensoriamento remoto. Fonte Introdução..., 2001.

Assim, pode-se perceber que a radiação eletromagnética (REM) é o centro do triângulo, sendo o principal elemento, é o responsável por ligar todos os outros elementos. Em um dos vértices está a fonte da radiação eletromagnética que no estudo dos recursos naturais é o sol. Em outro vértice está o sensor que é o objeto que capta a radiação eletromagnética que é refletida ou emitida pelo alvo. O alvo também pode ser definido como o elemento no qual se quer extrair as informações (INTRODUÇÃO..., 2001).

Figueiredo (2005), define a radiação eletromagnética como a energia propagada pela variação temporal dos campos elétrico e magnético da onda portadora. São elas que captam e levam as características da superfície terrestre até os sensores.

O fluxo de radiação solar que incide sobre qualquer alvo na superfície terrestre fica suscetível a dois processos diferentes, o espalhamento e a absorção. No processo de espalhamento ocorrem dois outros processos, a reflexão e a transmissão através do elemento. O caminho que esse fluxo de radiação vai seguir depende das características deste fluxo e das características físico-químicas dos

alvos. Ou seja, cada alvo reflete ou absorve de forma diferente cada faixa de espectro da luz incidente (PONZONI, 2002).

A luz visível é um dos tipos de ondas eletromagnéticas. Newton em suas experiências descobriu que a luz vermelha quando incide em um corpo aquece mais este corpo do que a luz violeta, ou seja, cada cor quando decomposta no espectro corresponde a uma temperatura diferente. Existem ainda as radiações infravermelhas, que são invisíveis para os olhos (FIGUEIREDO, 2005).

Através da experiência de Newton, foi que o homem propôs a divisão do espectro eletromagnético (Tabela 1).

Tabela – 1 Divisão do espectro eletromagnético

Intervalo Espectral	Comprimento de onda
Raios cósmicos	0,01 A ⁰
Raios gama	0,01 – 0,1 A ⁰
Raios x	0,1 – 10 A ⁰
Ultravioleta	100nm – 0,38 μm
Visível*	0,38 – 0,76 μm
Infravermelho próximo*	0,76 – 1,2 μm
Infravermelho de ondas curtas*	1,2 – 3,0 μm
Infravermelho médio*	3,0 – 5,0 μm
Infravermelho termal*	5,0 μm – 1 mm
Micro-ondas*	1 mm – 100 cm
Radio	1 m – 10 km
Áudio	10 – 100 km
Corrente alternada	>100 km

* Faixas mais usadas no sensoriamento remoto.

Como exposto anteriormente, cada comprimento de onda interage de formas e intensidades diferentes com cada objeto da superfície terrestre. Assim sendo, os comprimentos de ondas das imagens que o sensor irá adquirir são um dos parâmetros mais importantes para definir as características de cada sensor (MENESES et al., 2012).

As imagens não são definidas por um comprimento de onda específico, mas sim pelos pequenos intervalos existentes entre eles. Esses intervalos são chamados bandas espectrais (Tabela 2).

Tabela 2. Bandas espectrais possíveis de serem utilizadas pelos sensores remotos.

Intervalo espectral	Bandas Espectrais
Visível	Toda a faixa
0,38 – 0,76 μm	
Infravermelho próximo	0,76 – 0,91
0,76 – 1,2 μm	1,00 – 1,12
Infravermelho de ondas curtas	1,19 – 1,34
1,2 – 3,0 μm	1,55 – 1,75
	2,05 – 2,40
Infravermelho médio	3,5 – 4,2
3,0 – 5,0 μm	4,5 – 5,0
Infravermelho termal	8,0 – 9,2
5,0 μm – 1 mm	10,2 – 12,5
Micro-ondas	3,0 – 100
1 mm – 100 cm	

Cada um destes intervalos espectrais possuem diferentes características:

- **Visível:** é a região do espectro solar que deixa uma grande quantidade de radiação passar, pois possui uma janela atmosférica bastante transparente. Ela é responsável pela interação com os minerais e da origem as cores e aos pigmentos da vegetação. O principal problema dessa faixa é o espalhamento da radiação provocada pelos gases atmosféricos podendo reduzir o contraste da refletância dos objetos da superfície terrestre.
- **Infravermelho próximo:** é o intervalo onde ocorrem interações da radiação eletromagnética com os níveis de energia eletrônica dos átomos, que geram feições espectrais possíveis de diagnosticar a natureza de vários tipos de rochas, principalmente aquelas que possuem composição mineral com metais de transição.
- **Infravermelho de ondas curtas:** nesta faixa espectral os minerais de alteração hidrotermal têm suas feições de absorção diagnosticadas. Também é a

região onde os comprimentos de onda em 1,4 μm e em 1,9 μm são totalmente absorvidos pelas moléculas de vapor d'água da atmosfera, impedindo o uso do sensoriamento remoto, e com isso, de se determinar a presença de água molecular nos materiais terrestres.

- Infravermelho médio: é a região onde a terra e o Sol não emitem quantidades de energia suficientes para serem detectadas pelos sensores. Apenas os alvos que possuem elevadas temperaturas, como vulcões e incêndios podem ser detectados, pois atuam como fontes próprias de emissão de radiação. É uma faixa espectral utilizada apenas nos sensores meteorológicos ou atmosféricos.

- Infravermelho termal: é assim chamada devido a radiação emitida pelos objetos terrestres em função de suas temperaturas superficiais. Ótima faixa espectral para detecção de quartzo de veios nas rochas.

- Micro-ondas: região onde são utilizados sensores que usam fontes artificiais para a geração da radiação eletromagnética (radares). Devido ao tamanho do comprimento de onda, o radar tem a capacidade de operar em condições atmosféricas adversas, tanto com cobertura de nuvens ou chuva, pode também operar de dia ou a noite. Ele é importante para a geologia estrutural e mapeamento geológico, pois a interação entre as micro-ondas e as rochas é controlada pelas texturas do relevo.

Além dos diferentes comprimentos de ondas, existem outras variáveis importantes no sensoriamento remoto. As diferentes resoluções das imagens digitais obtidas pelos sensores são essenciais para definir para qual fim a imagem será utilizada.

A resolução espacial determina o conteúdo de informação das imagens. Ela é definida como a capacidade que o sensor tem de definir o tamanho de um pixel. O pixel é indivisível e corresponde a menor parcela imageada. A dimensão do pixel é denominada resolução espacial. E, quanto menor a dimensão do pixel, maior será a resolução espacial de uma imagem. Ou seja, imagens com pixels de tamanho pequeno tem melhor poder de definição dos alvos terrestres.

Novo (1989), define a resolução espectral como "uma medida da largura das faixas espectrais e da sensibilidade do sistema sensor em distinguir entre dois níveis de intensidade do sinal de retorno". A resolução espectral está ligada ao número de bandas espectrais em que a radiação eletromagnética é decomposta pelo sensor.

Quanto mais estreitas forem as bandas ou quanto maior for o número de bandas espectrais captadas pelo sensor, maior será sua resolução espectral.

A resolução radiométrica é a capacidade do sistema sensor em detectar as variações da radiância espectral recebida. Ela está relacionada a faixa de valores numéricos associados aos pixels. Este valor numérico representa a intensidade da radiância proveniente da área do terreno correspondente ao pixel e é chamado de nível de cinza. O número de níveis de cinza está expresso em bits, ou seja, expresso em função do número de dígitos binários necessários para armazenar, em forma digital, o valor do nível máximo de cinza. O seu valor é sempre em potência de 2, por exemplo 8 bits significam $2^8 = 256$ níveis de cinza. As diferenças são maiores nos níveis 2 e 4 do que nos níveis 256 e 2048, devido ao fato do olho humano não possuir sensibilidade às mudanças de intensidade acima de 30 níveis de cinza (CROSTA, 1993).

Já a resolução temporal indica o período de tempo que o sensor leva para voltar a cobrir uma mesma área. Isso também depende da largura da faixa imageada no solo (MOREIRA, 2001).

2.3 SENSOR WORLDVIEW 2

Com o avanço do sensoriamento remoto e o desenvolvimento de suas tecnologias, novos sistemas sensores surgiram. Cada vez com maiores resoluções aumentando a capacidade de detalhamento das imagens, e abrindo o leque de aplicações (BLASCHKE e KUX 2007).

Os novos sistemas sensores de resolução muito alta, por possuírem resoluções no solo de até 0,6 m no modo pancromático e 3 a 4 m no modo multiespectral, são muito utilizados para aplicações no planejamento urbano (MÖLLER, 2007). Devido a esse grande detalhamento que os sistemas de alta resolução permitem, os estudos de mapeamento do solo estão cada vez mais precisos.

O sensor WorldView 2 possui uma alta resolução espacial. Sua característica mais peculiar são as suas oito novas bandas multiespectrais. Com isso, a identificação de objetos e feições fica mais evidente, possibilita novas análises até então não executadas. Além das quatro bandas espectrais tradicionais

(vermelho, azul, verde e infra-vermelho próximo), possui outras quatro bandas e com isso aumenta a sua capacidade de caracterizar e separar os alvos (DIGITAL GLOBE, 2009).

Cada uma das bandas possui diferentes características. De acordo com a Digital Globe (2009), cada banda tem um papel diferente na identificação dos alvos:

- Pancromática: é a que possui melhor resolução espacial e é ideal na identificação de feições urbanas, estradas, linhas de transmissão etc.
- Azul: possui boa penetração na água e tem fácil transmissão pela clorofila das plantas.
- Verde: é ideal nos estudos de biomassa, tem uma boa transmissão da copa das árvores, e se utilizada em conjunto com a banda amarela auxilia na distinção das plantas.
- Vermelha: é muito utilizada nos estudos de classificação de solos expostos, feições geológicas e rodovias, é importante também para a análise da vegetação, e seu principal foco no satélite WorldView 2 é a absorção da luz vermelha pela clorofila das plantas saudáveis.
- Infravermelho Próximo 1: consegue contribuir para a estimativa do teor de umidade e biomassa, e também é eficaz para separar corpos d'água de vegetação e tipos de vegetação e solos.
- Azul Costal: auxilia na análise da vegetação por ser transmitida pela clorofila das plantas saudáveis, auxilia nos estudos batimétricos pois é transmitida pela água, é também influenciada pela dispersão atmosférica o que facilita as técnicas de correção da imagem.
- Amarela: possui diferencial na classificação de feições além de detectar os tons amarelos na vegetação.
- Red-edge: é importante para medir a saúde das plantas e auxiliar na classificação da vegetação.
- Infravermelho Próximo 2: ela permite um estudo mais detalhado da vegetação e da biomassa, e é menos afetada pela influencia atmosférica comparada a infravermelha próxima 1.

O satélite foi lançado no ano de 2009, pela empresa Digital Globe e captura imagens com 46 cm de resolução no modo pancromático e 1,85 m no modo multiespectral. Além disso, ele adquire as imagens pancromáticas e multiespectrais

ao mesmo tempo, fazendo com que exista uma correspondência espacial entre cada pixel das imagens (DIGITAL GLOBE, 2013).

Assim, com o aumento da resolução dos sistemas de sensoriamento remoto, as áreas de aplicação também aumentam exponencialmente, pois os grupos de objetos que são relevantes podem ser representados cada vez com maior precisão.

Ribeiro et al (2011) utilizaram o sensor de alta resolução WorldView 2 para mapear a cobertura do solo da região metropolitana de São Paulo e obtiveram resultados positivos comparados a outros estudos que utilizaram outros sensores.

Da mesma forma, Novack et al (2011) utilizaram as imagens do satélite WorldView 2 para verificar se as bandas a mais colaborariam para discriminar características diferentes em meio urbano utilizando algoritmos de seleção de atributos. Segundo os autores, as bandas presentes nos outros satélites de alta resolução são as mais importantes para a distinção dos alvos urbanos, porém as bandas presentes apenas no WorldView 2 podem através de outros tipos de classificação apresentarem resultados melhores.

Já Souza et al (2011) recorreram as imagens do sensor WorldView 2 para identificar as diferentes feições, como manguezais, planícies de mares, falésias entre outros, presentes em um ambiente costeiro e verificaram que há uma melhor distinção entre os diferentes tipos de vegetação presentes no litoral, através das novas bandas presentes no sensor, principalmente a banda *Red Edge*, o que aumente a capacidade de precisão dos mapas de uso do solo.

2.3 USO DA TERRA

De acordo com o manual técnico de uso da terra do IBGE (2006), levantamento de uso e cobertura da terra é todo o conjunto de operações necessárias para elaborar uma pesquisa sobre o tipo de uso através de padrões homogêneos da cobertura terrestre, e que pode ser sintetizada por mapas temáticos. Para a realização dos levantamentos são necessárias pesquisas de campo e escritório para interpretação, registro e análise das informações da paisagem.

O levantamento da cobertura e uso da terra é de extrema utilidade, pois é possível conhecer de forma atualizada todas as formas de uso e ocupação de uma

região, além de fornecer dados para avaliar as mais diversas formas de impactos ambientais e auxiliar no planejamento e para tomadas de decisão.

Heymann (1994) indica que os estudos de uso e cobertura da terra observem quatro princípios básicos: a escala do mapeamento, a natureza da informação básica, a unidade de mapeamento e a definição da menor área a ser mapeada, e também a nomenclatura.

Na escala do mapeamento deve-se observar principalmente o objetivo do trabalho e o tamanho da área que será mapeada. Para cada objetivo de mapeamento uma escala é idealizada. Se o objetivo do mapeamento for abranger grandes áreas a escala deverá ser pequena, e vice-versa.

A natureza da informação pode ser dos mais diversos tipos, contudo as imagens orbitais são as mais importantes fontes de dados para o mapeamento do uso e cobertura do solo. Atualmente existem muitos sensores disponíveis, e, para decidir por qual sensor optar, observa-se o objetivo do trabalho, a escala desejada e o custo e os equipamentos disponíveis para a realização do mapeamento.

Com relação à unidade de mapeamento, ela representa a homogeneidade das classes que serão utilizadas no mapeamento. Ou seja, ela corresponde a uma cobertura homogênea, como floresta, campo, água, ou a uma mistura de áreas que representem uma mesma classe na cobertura da terra. Ela é caracterizada por ser uma porção significativa de terra, em uma determinada escala, que se diferencia claramente das unidades ao seu redor.

Para definir o tamanho da menor área mapeável, deve-se observar a capacidade de representação das características do uso da terra, levando em consideração o objetivo do mapeamento e dos custos operacionais.

Em relação à nomenclatura, ela deve ser clara e precisa, evitando os sentidos vagos. Deve também estar de acordo com a escala, com a menor unidade mapeável, com a fonte de dados e com a necessidade do usuário.

Existem diversas possibilidades de classificação do uso e cobertura do solo. O manual técnico do uso e cobertura da terra do IBGE (2006) sugere uma classificação em três níveis:

Nível I: chamado também de classe, utilizado para informações mais gerais, em nível nacional ou inter-regional. Nele estão as principais classes de cobertura que podem ser diferenciadas pelos sensores remotos (áreas antrópicas não-agrícolas, áreas antrópicas agrícolas, áreas de vegetação natural e água).

Nível II: considerado a subclasse, possui 10 itens que abrangem informações mais regionais. Por ser mais específico, devem-se utilizar informações de campo e dados complementares para maior confiabilidade na interpretação.

Nível III: são as unidades da classificação, elas separam o uso e cobertura da terra de forma precisa. Pode haver inúmeras combinações de classificação neste nível e por isso não possui um número de unidades específico.

Assim, o uso e cobertura da terra possuem inúmeros tipos e terminologias de classificação, dependendo apenas de qual o objetivo do mapeamento e dos recursos disponíveis para o levantamento.

De acordo com esses possíveis tipos de classificação foram determinadas 3 categorias para a classificação da APP ao redor do lago da usina Mourão I: área antropizada, área não-antropizada e água.

Na primeira categoria foram incluídas todas as áreas onde ocorrem interferências do homem, como as áreas agrícolas, áreas urbanizadas, pastagens, estradas, casas e áreas de silvicultura. Na segunda categoria foram consideradas todas as áreas de floresta existentes. E na categoria água, foram consideradas todas as formas existentes, lago, represa, rios entre outros.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O lago da Usina Mourão I está situado dentro dos limites do Parque Estadual do Lago Azul (PELA), localizado na região centro-oeste do Paraná na divisa dos municípios de Campo Mourão e Luiziana – Paraná (Figura 2).

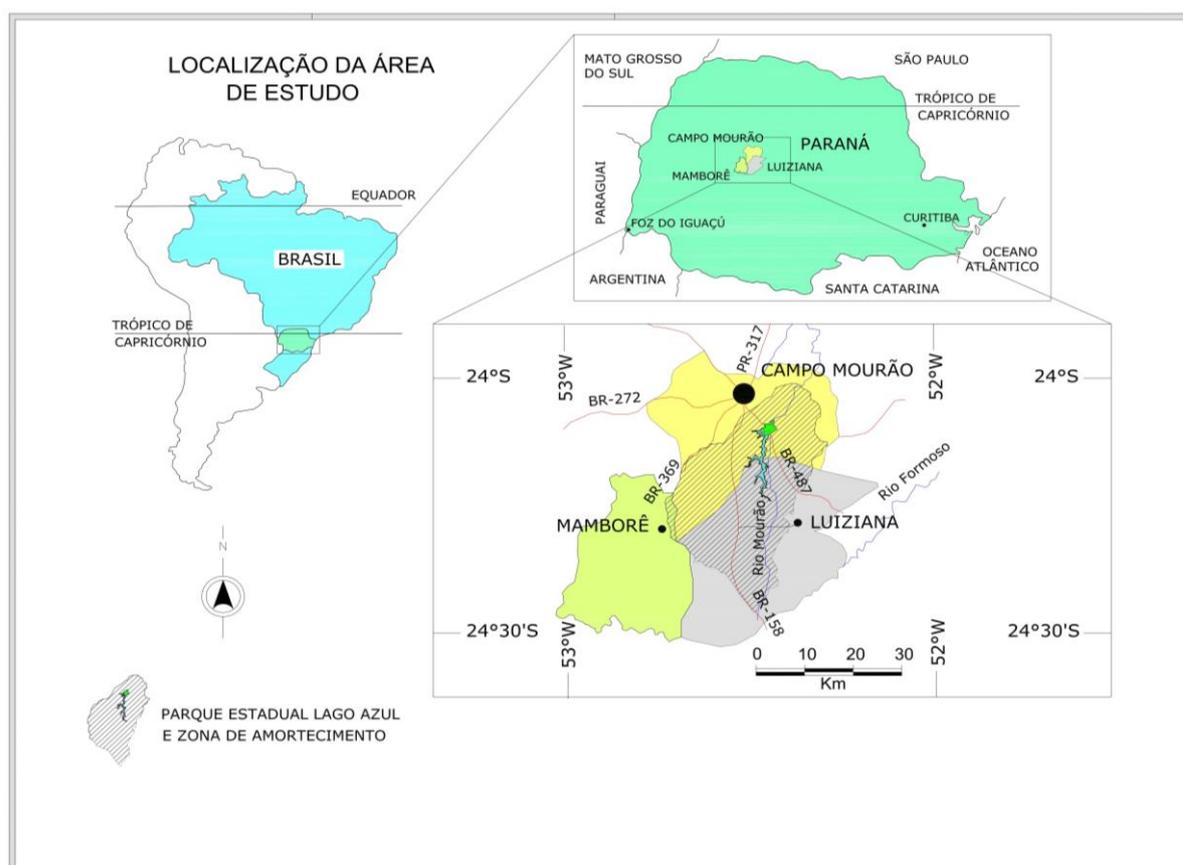


Figura 2 - Localização da área de estudo. Fonte: Plano de Manejo do Parque Estadual do Lago Azul.

De acordo com o censo do IGBE (2010), o município de Campo Mourão possui 87.194 habitantes, com uma densidade demográfica de 115,05 habitantes por quilômetro quadrado, e o de Luiziana 7.315 habitantes, com densidade demográfica de 8,05. Os dois municípios juntos possuem uma área territorial de 1666,48 Km².

O reservatório está localizado no Terceiro Planalto Paranaense, a uma altitude média de 630 metros ao nível do mar (CAMPO MOURÃO, 2012).

Segundo Maack (2002), o terceiro planalto paranaense divide-se em cinco blocos diferentes. O primeiro bloco, chamado bloco do planalto de Cambará e São Jerônimo da Serra, fica a oeste do rio Tibagi e delimitado pelos rios das Cinzas, Laranjinhas e Congonhas. O segundo bloco, chamado de planalto de Apucarana, localiza-se entre os rios Tibagi, Paraná, Paranapanema e Ivaí. O terceiro bloco, onde está localizado o planalto de Campo Mourão, situado entre os rios Ivai e Piquiri. O quarto bloco, chamado de planalto de Guarapuava, se estende entre os rios Piquiri e Iguaçu. E o quinto bloco, chamado de planalto de palmas, está localizado no sul do rio Iguaçu, sendo considerado o divisor de águas Uruguai-Iguaçu.

O clima da região é classificado como Cfa: Clima Subtropical Úmido Mesotérmico; temperatura média no mês mais frio inferior a 18 °C e temperatura média no mês mais quente acima de 22 °C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (IAPAR, 2012).

O solo predominante na região é o latossolo vermelho distroférico, (EMBRAPA, 2008). São solos muito profundos, com baixa densidade e alta porosidade, o que indica boa condição física. Possuem baixa fertilidade natural porém apresentam grandes quantidades de micronutrientes.

De acordo com Maack (1968) existia originalmente, na região, três tipologias vegetais distintas: a das Matas de Araucária (predominantes em altitudes superiores a 600m), a das Matas Pluviais Tropicais dos Planaltos do Interior (abaixo de 600m s.n.m.) e os Campos Cerrados, como disjunções da sua área principal de ocorrência (Planalto Central brasileiro) (Figura 3).

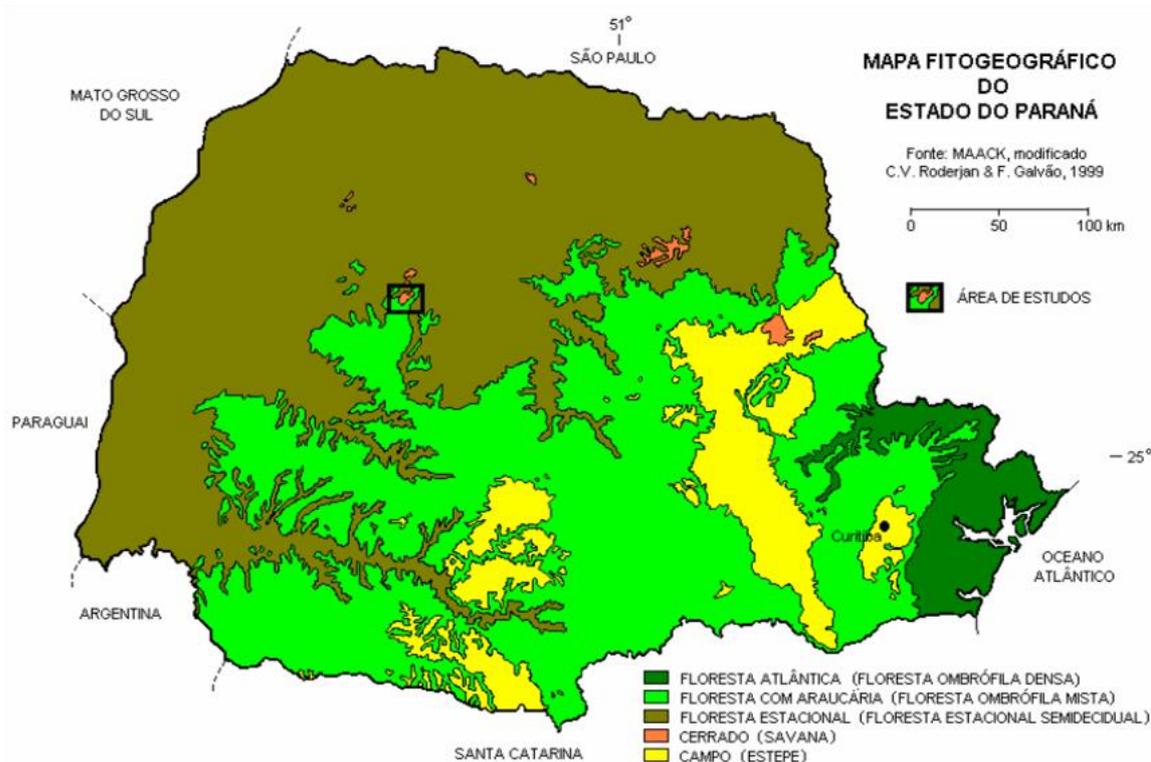


Figura 3 - Mapa da vegetação original do estado do Paraná, localizando a região onde se insere o reservatório da Usina Hidrelétrica Mourão, em área de contato entre três grandes unidades fitogeográficas. Fonte: MAACK, modificado RODERJAN & GALVÃO, 1999.

Porém, segundo Roderjan (2001), após o intenso desenvolvimento de atividades humanas na região, como a exploração madeireira e as mais variadas formas de uso da terra, ocorreu a descaracterização da cobertura vegetal original, restando apenas remanescentes escassos e em sua maioria alterados. Ainda, de acordo com o autor, ao longo da faixa de preservação permanente, no decorrer de toda a borda do reservatório, predominam diversas fases de sucessão vegetal alternadas por pastagens e cultivos agrícolas, reflorestamentos puros ou mistos de espécies nativas e exóticas, e uma intensa urbanização, com chácaras e residências de veraneio.

A usina hidrelétrica Mourão I, teve sua idealização para aproveitar o potencial hidroelétrico do Salto São João no ano de 1949. Em 1958, a COPEL obteve a concessão para operação e em 1964 as obras foram concluídas aumentando a oferta de energia em 8500KW. Através do sucesso das ações ambientais realizadas pela COPEL para diminuir os impactos causados com os incêndios florestais, foi viabilizado a criação do Parque Estadual do Lago Azul (COPEL, 2008).

A usina possui um potência efetiva de 7,50MW, com cota de nível d'água de 609 metros e cota máxima de 612 metros. O reservatório tem uma área de aproximadamente 11,2 km² (COPEL, 1999).

4.2 MATERIAL

Para a execução do projeto foram necessárias a utilização dos seguintes materiais:

- *Workstation*, equipamento do laboratório de geoprocessamento da Universidade Tecnológica Federal do Paraná do campus Campo Mourão;
- Imagens da área de estudo do satélite de alta resolução WorldView 2, já adquiridas pela UTFPR;
- Cartas topográficas de Campo Mourão e Luiziana, com escala 1:50000;
- Aplicativo SPRING na versão mais recente. De acordo com o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), o SPRING é um SIG que possui funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais.

4.3 MÉTODOS

Para realização do projeto foram necessárias a realização de diversas etapas. A primeira etapa caracterizou-se pelo levantamento bibliográfico de trabalhos sobre a aplicação do geoprocessamento para estudos de uso e cobertura da terra, e a verificação de toda a legislação aplicável às áreas de preservação permanente do local de estudo.

Juntamente a parte teórica, um banco de dados foi criado no aplicativo SPRING. Nele foram importadas as imagens do satélite WorldView 2 para realização de todo o processamento.

A primeira etapa após a importação das imagens consistiu-se no pré-processamento das mesmas. O pré-processamento tem como objetivo preparar as imagens, nele incluem algoritmos para corrigir imperfeições geométricas e radiométricas, além de aplicativos para correção atmosférica e de eliminação de

ruído (PONZONI, 2007). Além disso, a aplicação de contraste é uma etapa importante para melhorar a visualização das imagens. É possível corrigir o contraste da imagem selecionando o PI que deseja aplicá-lo e então no menu contraste movimenta-se mouse sobre o histograma, com isso é só clicar em aplicar, dar um novo nome ao PI e salvar (Figura 4).

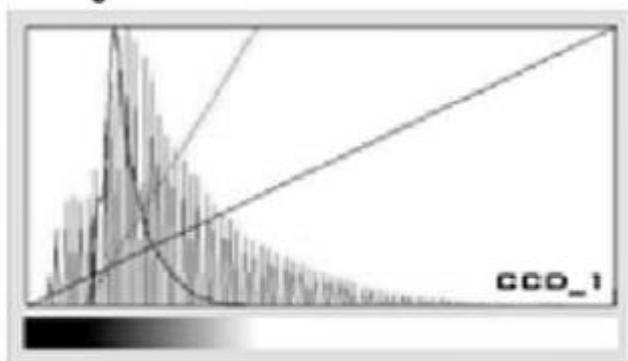


Figura 4 - Histograma para correção de contraste no aplicativo SPRING 5.2

Depois de aplicado o contraste em todas as bandas, foi criada uma imagem criada uma composição colorida RGB. Com as imagens corrigidas e contrastadas, pôde-se partir para a etapa de classificação do uso da terra. Para isso foi necessário realizar a segmentação das imagens.

Segmentar a imagem significa dividir a imagem em partes menores, ou seja, dividir em regiões de interesse para a aplicação que se deseja. Existem diversos tipos de segmentação, a por crescimento de regiões foi escolhida por ter um melhor desempenho para esta aplicação. A segmentação por crescimento de regiões analisa a vizinhança dos pixels, juntando os pixels que pertencem a uma determinada classe se o valor da diferença do nível de intensidade do pixel em questão para com o pixel vizinho de referência (denominado pixel semente) for menor que o valor pré-estabelecido.

Para isso foram definidos dois parâmetros no SPRING, a similaridade e a área. Para as imagens WorldView foram utilizados os valores 25 para similaridade e 3200 para área (Figura 5). A similaridade é baseada na distância euclidiana entre os valores médios dos níveis de cinza de cada região, com isso se a distância entre as médias dos níveis de cinza de duas regiões for superior ao limite de similaridade escolhido, elas serão consideradas distintas. Com relação a área, se a região tiver área menor que o valor escolhido, ela será absorvida pelas regiões vizinhas mais

similares.



Figura 5 - Janela de segmentação no aplicativo SPRING 5.2

Após a segmentação foi criado um arquivo de contexto, para isso foi visualizada a composição colorida e o PI de segmentação. No menu de classificação, na janela de criação de contexto, selecionaram-se os parâmetros necessários. O tipo de análise escolhido foi o por regiões, as bandas red, blue, green e IVDN foram selecionadas, e em imagem segmentadas seleciona-se o PI da segmentação (Figura 6). Em seguida à execução, foi realizado um treinamento, com todas as classes desejadas.

Foram criadas três classes distintas, a classe água para classificar os corpos d'água; a classe de áreas antropizadas, onde foram incluídas todas as áreas que sofreram interferência do homem como as áreas agrícolas, pastagens, urbanizadas

e sivilcutura; e a classe de áreas não-antropizadas, na qual foram incluídas todas as áreas onde há florestas formadas, ou seja, onde a APP está preservada e/ou recuperada. Depois de serem adquiridas diversas amostras dispersas por toda imagem, para todas as classes, o treinamento está pronto.

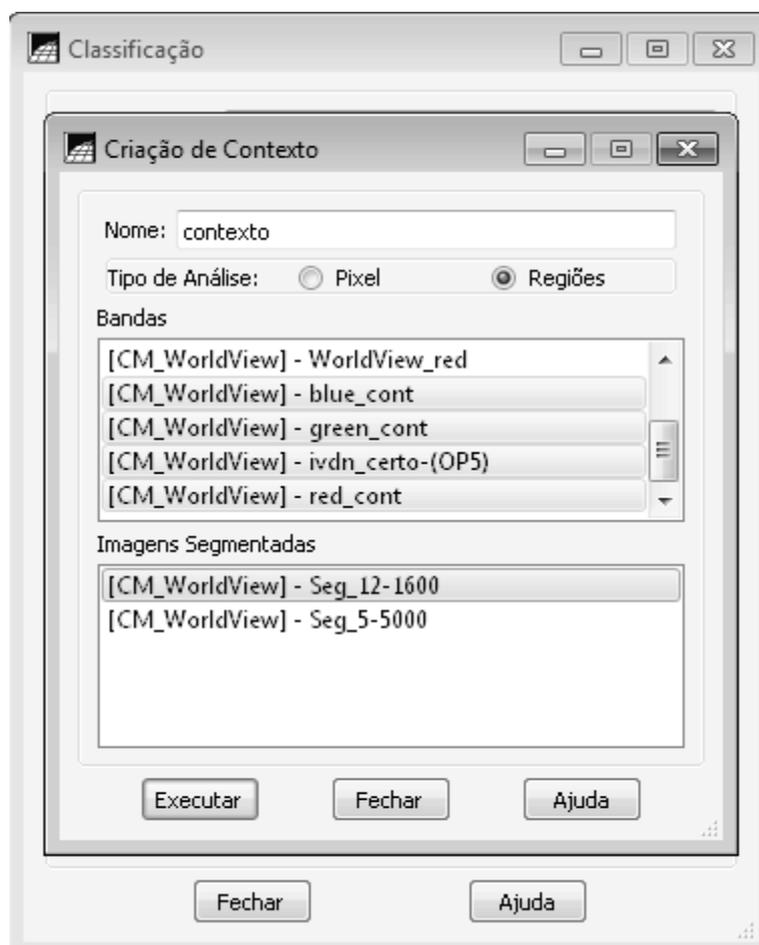


Figura 6 - Janela de criação de contexto no aplicativo SPRING 5.2

Então, novamente na janela de classificação, foi selecionado o tipo de classificador, neste caso foi utilizado o Bhattacharya, com limiar de aceitação de 95%, analisaram-se as amostras, e a imagem resultante foi nomeada.

Para realizar o mapeamento de classes para imagens temáticas, foi selecionado o arquivo gerado na classificação em imagens classificadas seleciona-se o arquivo gerado na classificação, em categorias a de uso da terra; em tema, um dos temas criados; e em classe, a classe correspondente ao tema. Repete-se a mesma ação para todos os temas e clica-se no botão executar.

Após a classificação da imagem deve-se realizar o pós-processamento, com

objetivo de corrigir os possíveis erros ocorridos com a classificação automática. Dessa forma, desmarca-se todos os PI's, visualiza-se uma composição colorida na tela 2 e na tela principal e então acopla-se as duas telas. Com a tela 2 acoplada na principal, foi possível visualizar o que há na tela secundária mesmo com uma classificação ativada na principal (Figura 7).

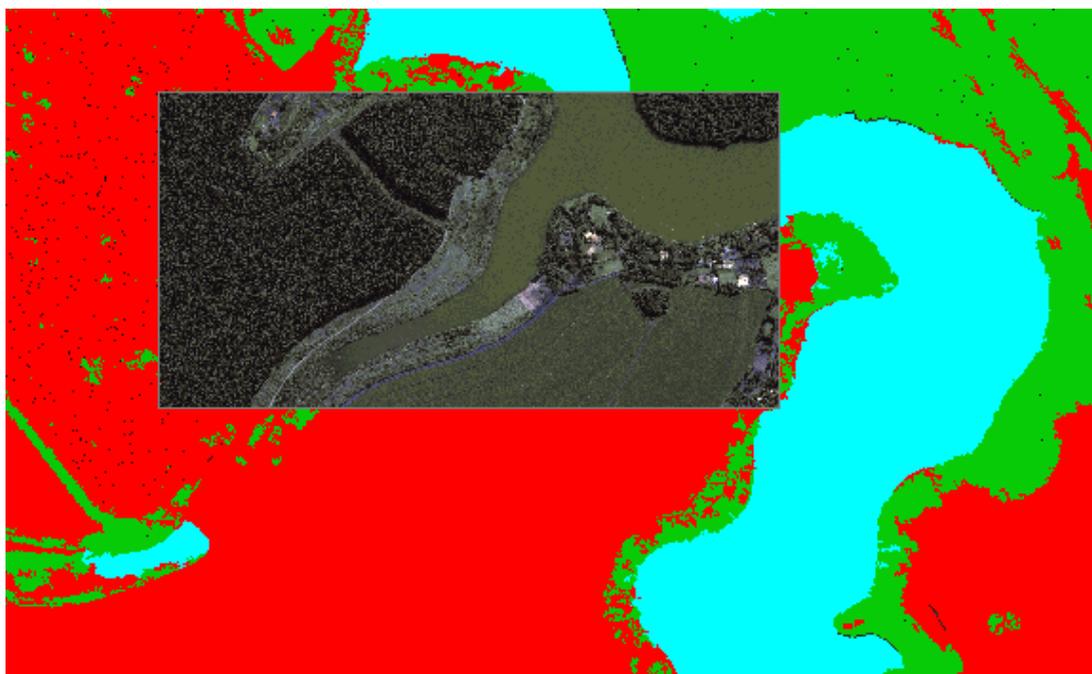


Figura 7 - Visualização de uma tela acoplada a outra, no aplicativo SPRING 5.2

Com a possibilidade de se acoplar uma tela na outra, a correção dos erros de classificação ficou facilitada. Assim, para corrigir os erros identificados, seleciona-se a categoria criada para o uso da terra, clica-se com o botão direito no PI de classificação para então selecionar a classe desejada para a edição, essa será a classe que ficará visível na tela principal. Em edição matricial é possível editar e corrigir as áreas que não foram classificadas corretamente. Pode-se editar apenas parte de uma área através do modo passo, ou áreas inteiras através do modo, classificar área. Assim, escolhe-se a classe desejada para classificação da área e corrigem-se todas as áreas necessárias.

Com todos os erros de classificação corrigidos, foi então realizada a delimitação das APPs. Para isso foi criada uma categoria de uso do solo da APP, com três classes diferentes: acordo, onde incluem-se as áreas em que a APP está preservada ou recuperada; desacordo, para as áreas onde a APP não está preservada; e água, para classificar os corpos d'água.

Posteriormente à criação das categorias, as APP foram delimitadas utilizando o mapa de distâncias disponível no aplicativo. Nele é possível delimitar a área de preservação permanente através do polígono do lago e das linhas dos corpos d'água digitalizados na imagem. De acordo com Souza (2012), as áreas de preservação permanente ao redor do lago estão delimitadas de acordo com a Resolução CONAMA nº302 de 20 de março de 2002. Assim sendo, Para as áreas onde há urbanização, as APPs devem ter no mínimo trinta metros de extensão a partir do nível máximo normal, e cem metros para as áreas consideradas rurais (BRASIL, 2002).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo em vista de que o presente trabalho objetivou apenas verificar a conformidade das áreas de preservação permanente ao redor do lago da usina Mourão I utilizando as imagens de satélite WorldView 2 e a legislação vigente, optou-se por não realizar saídas a campo, ficando aberto para um estudo futuro a verificação dos resultados in loco.

Além disso, por utilizar imagens de grande resolução, necessitando de equipamentos com grande capacidade de processamento, o estudo necessita de maior tempo para resultados mais precisos.

Com a realização do processamento das imagens, e devido a grande qualidade das mesmas, foi possível realizar um mapeamento de uso e cobertura da terra com grande precisão. A classificação Bhattacharya, é uma classificação supervisionada por regiões, ela mede a distância média entre as distribuições de probabilidades dessas classes para agrupar regiões. Ela classifica cada segmento, gerado na segmentação, gerando áreas mais contínuas (CORREIA et al, 2007). Assim sendo, é um classificador que possui um bom desempenho, pois necessita de um treinamento prévio antes de classificar a imagem automaticamente, diminuindo os erros de classificação. Contudo, ainda acontecem erros normais de classificação o que demanda tempo para corrigi-los manualmente.

Ainda assim, foi possível obter bons resultados na classificação das áreas de preservação permanente. Na classificação das áreas de preservação permanente

foram utilizadas três cores: verde, para áreas sem interferência antrópica, vermelho para áreas onde ocorre interferência antrópica direta e azul para água. Quando utilizada a delimitação de 30 metros para as áreas ao redor do lago, percebe-se que a maior parte das APPs está em conformidade com a legislação aplicada no local (Figuras 8 e 9).

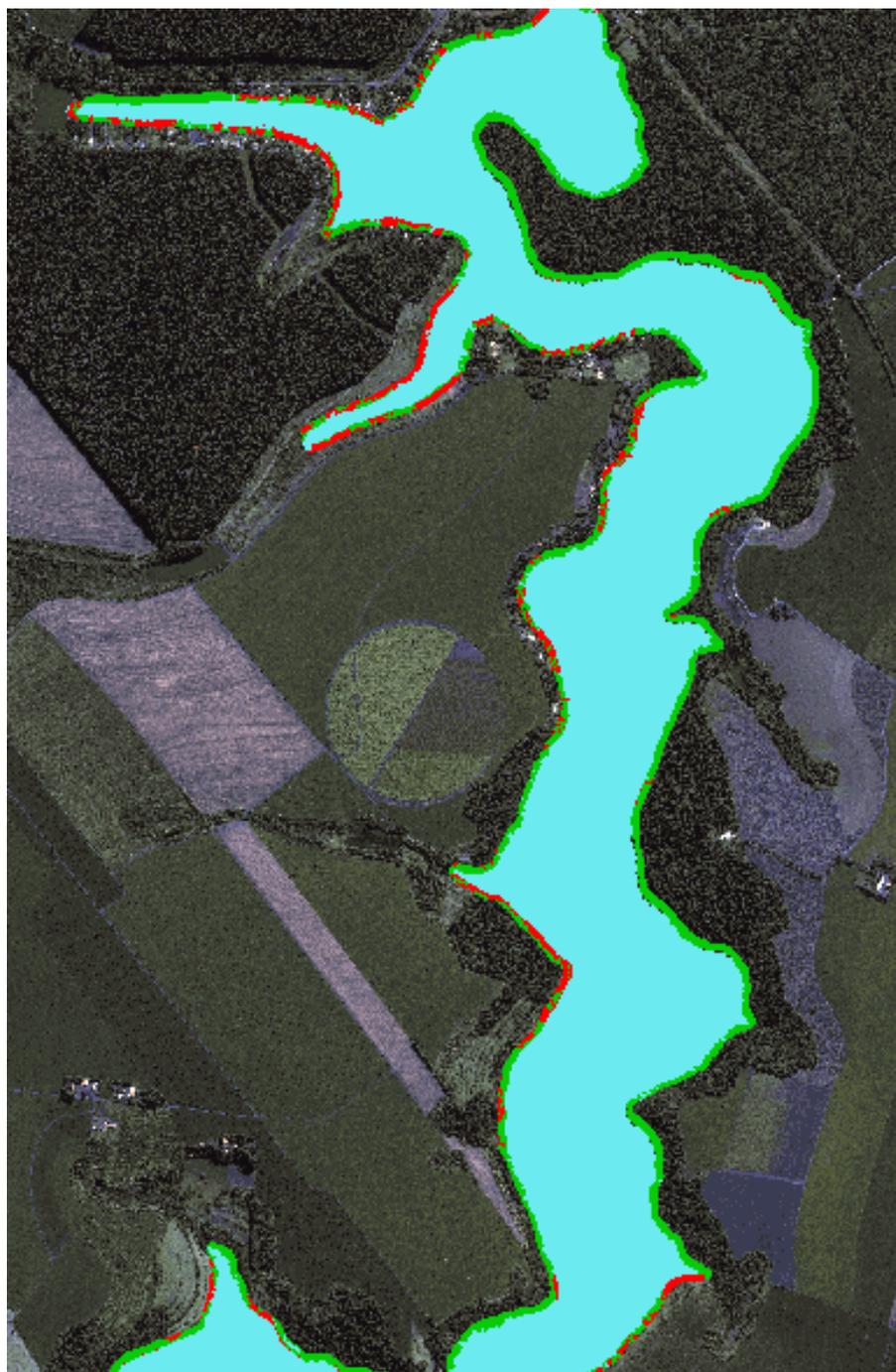


Figura 8 - Parte superior do lago da Usina Mourão I, nos municípios de Campo Mourão e Luiziana, com a classificação do uso e cobertura da terra nas APPs de 30 metros.



Figura 9 - Parte inferior do lago da Usina Mourão I, nos municípios de Campo Mourão e Luiziana, com a classificação do uso e cobertura da terra nas APPs de 30 metros.

Entretanto é possível perceber que existem grandes áreas onde a interferência antrópica é predominante. São áreas onde principalmente a agricultura está presente, adentrando as áreas de preservação permanente, descumprindo a legislação ambiental. Além das áreas de agricultura, existem as áreas de pastagens, onde o gado costuma adentrar as APPs para então chegar à margem do lago para beber água. Nas classificações mais pontuais, localizadas nas margens mais próximas às rodovias existem as chácaras, onde as pessoas costumam ter como sua residência de final de semana, para descanso e lazer.

Todavia, quando as APPs são delimitadas em 100 metros a partir da lamina d'água visível, é extremamente visível o aumento das áreas antropizadas no interior das áreas de preservação permanente (Figuras 10 e 11).

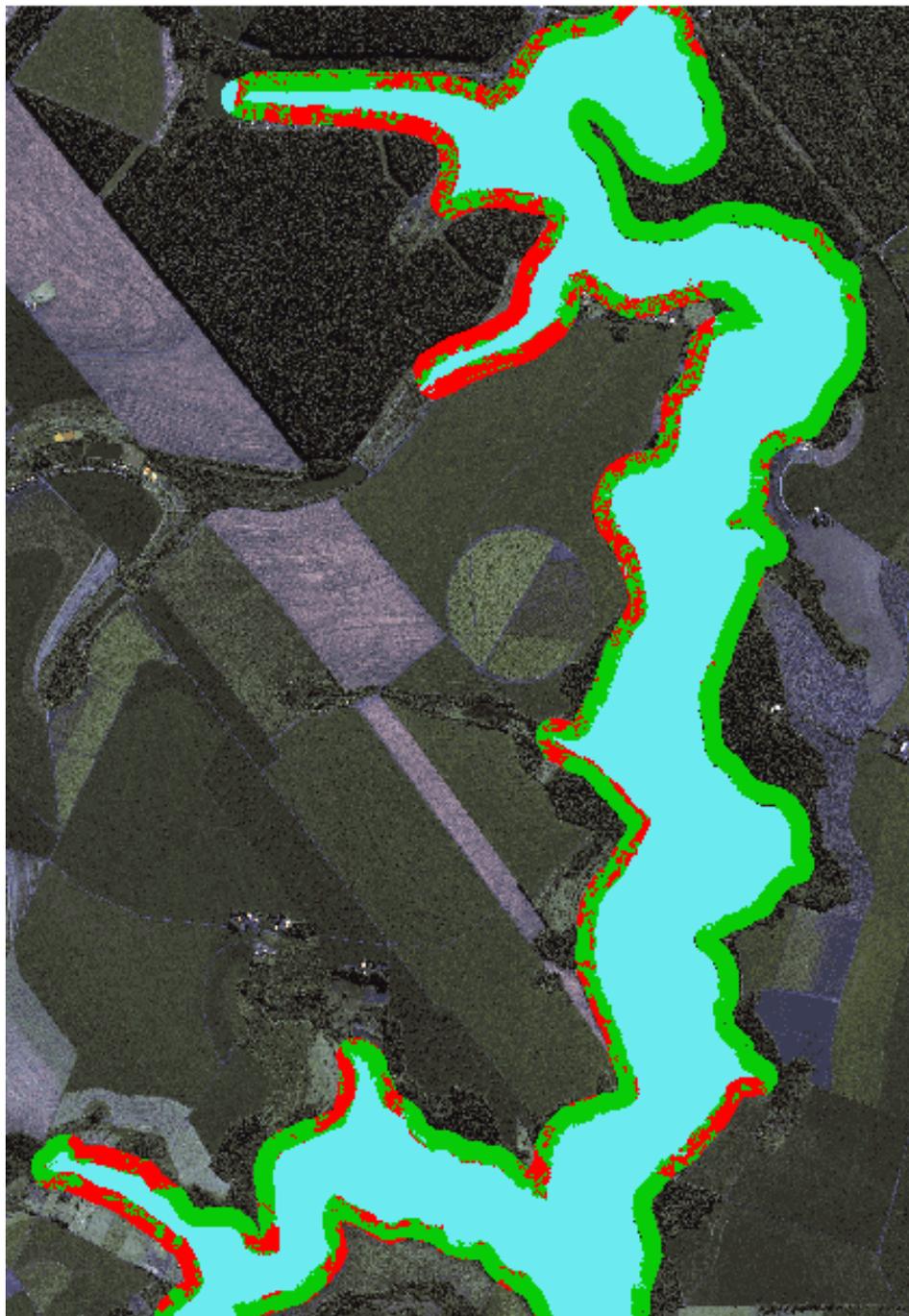


Figura 10 - Parte superior do lago da Usina Mourão I, nos municípios de Campo Mourão e Luiziana, com a classificação do uso e cobertura da terra nas APPs de 100 metros.

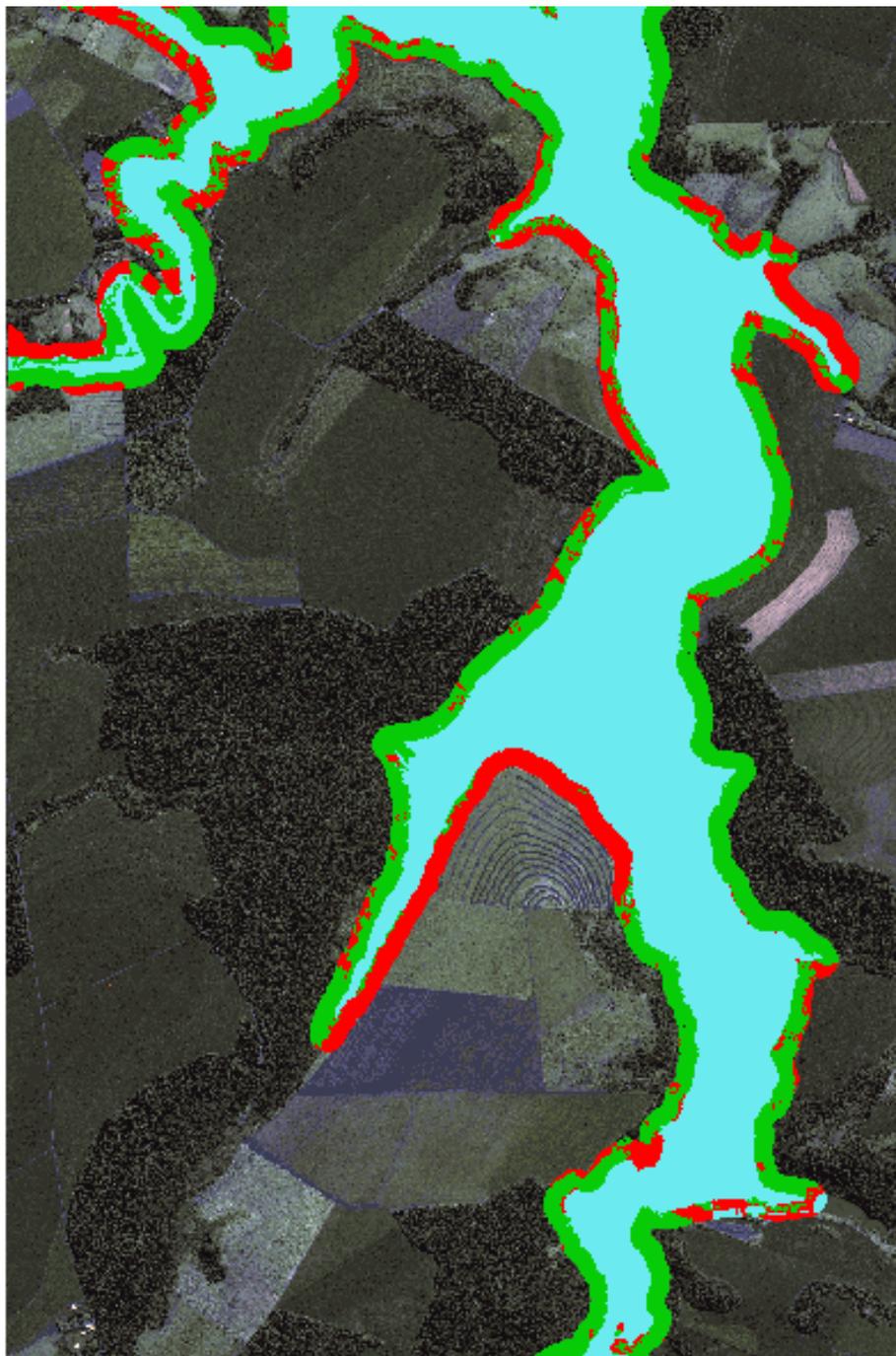


Figura 11 – Parte inferior do lago da Usina Mourão I, nos municípios de Campo Mourão e Luiziana, com a classificação do uso e cobertura da terra nas APPs de 100 metros.

É difícil delimitar e fiscalizar o cumprimento da legislação ambiental quando a mesma não se faz de fácil compreensão, deixando aberta a sua interpretação de varias formas.

Souza (2013), gerente responsável pelo Parque Estadual do Lago Azul, afirma que para as áreas de preservação permanente ao redor do Lago ainda é utilizada a legislação definida pela Resolução CONAMA nº302 de 20 de março de

2002. Entretanto se trata de uma medida provisória, pois com a revogação do antigo Código Florestal (Lei n 4771/1965) as Resoluções CONAMA que serviam para regulamentar essa lei, também foram revogadas. Mas como o novo Código Florestal não possui uma regulamentação, onde as áreas de preservação permanente ao redor dos lagos artificiais possam ser claramente definidas, essa foi a medida adotada pela administração Parque Estadual do Lago Azul.

Ainda de acordo com Souza (2013), as APPs não são delimitadas igualmente em 30 e 100 metros ao redor do lago todo. A administração do parque delimita em 30 metros as áreas onde há urbanização, ou seja, as áreas onde estão situadas as chácaras, e nas demais, onde não há a urbanização, é considerada área rural, tendo as APPs delimitadas em 100 metros,

Esse fato torna complexa a delimitação, pois se ela é feita de acordo com a resolução CONAMA nº 302, a mesma define como áreas urbanizadas aquelas que atendam a dois critérios. O primeiro critério é possuir definição legal pelo poder público. O segundo critério é possuir pelo menos quatro equipamentos de infraestrutura urbana (malha viária com canalização de águas pluviais, rede de abastecimento de água, rede de esgoto, distribuição de energia elétrica e iluminação pública, recolhimento de resíduos sólidos urbanos, tratamento de resíduos sólidos urbanos e densidade demográfica superior a cinco mil habitantes por km²) (BRASIL, 2002).

De acordo com a Lei de Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo Urbano e Rural de Campo Mourão (2010), no artigo 12, são definidas as zonas de urbanização específicas, e entre elas está a Zona de Urbanização Específica do Lago Azul que é caracterizada por ser de interesse especial para fins turísticos de lazer e recreação. No entanto, de acordo com proprietários de chácaras situadas no entorno do lago, a região possui água apenas de poços artesianos, não possui iluminação pública, não possui rede de esgoto, os resíduos sólidos são recolhidos apenas uma vez na semana e devem ser deixados em local específico, enfim, não possui todas as características básicas de uma área urbana.

Com isso, a classificação das APPs diferenciando as áreas onde as chácaras estão situadas de todo o resto se faz incoerente, necessitando de uma legislação mais clara para que possa ser aplicada e fiscalizada com maior precisão.

5 CONCLUSÃO

As áreas de preservação permanente possuem grande respaldo na legislação. A sua existência é de conhecida importância para a preservação da fauna, flora, dos solos, dos cursos d'água, e com isso da manutenção da qualidade de vida da população.

A legislação federal possuía uma delimitação razoavelmente clara dessas áreas, sendo apenas de dever de todos preservá-las e restabelece-las, porém com a aprovação do Novo Código Florestal novas brechas foram abertas conferindo a possibilidade de pessoas desonestas burlarem as leis.

Isto posto, fica claro que a fiscalização deverá ser cada vez mais eficaz e precisa, necessitando assim de ferramentas que possibilitem essa agilidade.

Assim, o geoprocessamento e as imagens de satélite de alta resolução vêm de encontro com essa demanda de fiscalização, trazendo agilidade e precisão nos estudos realizados.

A área em estudo possui grande interesse da população por possuir características de lazer e entretenimento, contudo está situada dentro de uma área pertencente ao Parque Estadual do Lago Azul, o que faz com que a interpretação da legislação se torne confusa e complexa.

Como muitas residências estão ali situadas a muito tempo, fica difícil a remoção das mesmas, apesar que muitas vezes as áreas que possuem residências tem sua borda do lago muito bem conservadas com características paisagísticas, não contribuindo para a erosão das margens.

Fica então a necessidade do uso do bom senso por parte dos governantes em cobrar e fiscalizar a condição das áreas de preservação permanente ao redor do lago da Usina Mourão I, enquanto não há uma legislação mais clara para a região.

REFERÊNCIAS

ANEEL - Agencia Nacional de Energia Elétrica. **Geração**. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/sobre/economia/energia/setor-eletrico/geracao>>. Acesso em 5 jan. 2013.

BARRETT, E. C.; CURTIS, L. Introduction to environmental remote sensing. Londres:Chapman & Hall, 1992

Blaschke, Thomas, Kux, Hermann J. H. **Sensoriamento Remoto e SIG avançados: novos sistemas sensores: métodos inovadores**. 2^o ed: São Paulo, Oficina de Textos, 2007.

BOLEA, Maria T., **Evaluacion del Impacto Ambiental**. Fundacion MAPFRE, Madrid, 1984.

BRASIL. **Constituição** (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p

BRASIL. Lei 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 de maio de 2012.

BRASIL. Ministerio do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº302/02 de 20 de março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 de maio de 2002.

CAMPO MOURÃO. **Posição Geográfica**. Disponível em <<http://campomourao.pr.gov.br>>. Acesso em: 15 ago 2012.

CAMPO MOURÃO. Lei 1061 de 9 de outubro de 1997. Dispõe sobre a criação do fundo municipal de desenvolvimento e conservação florestal - FUNDEFLO. **Órgão Oficial do Município de Campo Mourão**, Campo Mourão, 9 de outubro de 1997a.

CAMPO MOURÃO. Lei 1077 de 4 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a política de proteção, controle, conservação e recuperação do meio ambiente no município de Campo Mourão. **Órgão Oficial do Município de Campo Mourão**, Campo Mourão, 4 de dezembro de 1997b.

CAMPO MOURÃO. Lei 1104 de 3 de março de 1998. Cria o fundo municipal do meio ambiente no município de Campo Mourão. **Órgão Oficial do Município de Campo Mourão**, Campo Mourão, 3 de março de 1998.

CAMPO MOURÃO. Projeto de Lei. Lei de Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo Urbano e Rural. **Órgão Oficial do Município de Campo Mourão**, Campo Mourão, 3 de setembro de 2010.

COPEL. Companhia Paranaense de Energia Elétrica. **Usina Mourão I**, julho de 2008. Disponível em: <<http://www.copel.com>>. Acesso em 5 março 2013.

COPEL. Companhia Paranaense de Energia Elétrica. **Relatório Ambiental Usina Hidrelétrica Mourão I**, março de 1999. Disponível em <[http://www.copel.com/hpcopel/root/pagcopel2.nsf/arquivos/relambientalmou/\\$FILE/RelAmbientaIMOU.pdf](http://www.copel.com/hpcopel/root/pagcopel2.nsf/arquivos/relambientalmou/$FILE/RelAmbientaIMOU.pdf)>. Acesso em 5 março 2013.

CORREIA, Virginia. R. de M. et al. **Uma aplicação do sensoriamento remoto para a investigação de endemias urbanas**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2007, v. 23, n. 5.

CROSTA, Álvaro P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas, SP: IG/UNICAMP, 1993.

DIGITAL GLOBE. **The Benefits of the 8 Spectral Bands of WorldView-2**. Agosto de 2009. Disponível em <http://www.satimagingcorp.com/media/pdf/WorldView-2_8-Band_Applications_Whitepaper.pdf>. Acesso em 4 março 2013.

DIGITAL GLOBE. **WorldView Elevation Suite** Disponível em:
<<http://www.digitalglobe.com/products#information&worldview-elevation-suite>>.
Acesso em: 6 março 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapa de Solos do Estado Do Paraná, 2008**. Disponível em: <<http://mapoteca.cnps.embrapa.br>>.
Acesso em: 25 fev. 2013.

FIGUEIREDO, Divino. **Conceitos Basicos de Sensoriamento Remoto**. Setembro de 2005. Disponível em:<
[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/SIGABRASIL/manuais/conceitos_sm.p](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/SIGABRASIL/manuais/conceitos_sm.pdf)
df> Acesso em: 30 jan. 2013.

HEYMANN, Y. **Corine land cover technical guide**. Colaboração de Chris Steenmans, Guy Croisille e Michel Bossard. Luxembourg: European Commission, 1994. 136 p.

IAPAR – Instituto Agronomico do Paraná. **Cartas Climáticas do Paraná**. Disponível em: < <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597>>. Acesso em: 30 out 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro, RJ, 2006.

INTRODUÇÃO ao sensoriamento remoto. São José dos Campos: 2001. 68p.

MAACK, Reinhard. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná, 1968. 350p.

MAACK, Reinhard. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 3ª. ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

Mather, Paul M. u. New York, Ed. John Wiley & Sons. 1987.

MENDES, Noeli A. S. **As usinas hidrelétricas e seus impactos: os aspectos socioambientais e econômicos do Reassentamento Rural de Rosana - Euclides**

da Cunha Paulista. 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2005.

MENESES, Roberto P. et al. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto.** Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

MÖLLER, M. Estudo da qualidade e aplicações práticas de dados de scanner com altíssima resolução. In: Blaschke, T.; Kux, H. (ed) **Sensoriamento Remoto e SIG avançados: novos sistemas sensores: métodos inovadores.** São Paulo, Oficina de Textos, 2007, Cap. 21, p. 227-240.

MOREIRA, Mauricio A. **Sistemas Sensores.** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001. Disponível em: <
<http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Topo/leb210/Angulo/sensores.pdf>> Acesso em: 01 fev. 2013.

MÜLLER, Arnaldo C. **Hidrelétricas, Meio Ambiente e Desenvolvimento.** São Paulo, Makron Books, 1995.

NOVACK, Tessio; RIBEIRO, Barbara M. G.; KUX, Hermann J. H., Análise dos dados do satélite WorldView-2 para a discriminação de alvos urbanos semelhantes com base em algoritmos de seleção de atributos. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, **Anais..**, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.7815.

NOVO, Evlyn M. L. de M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações.** São Paulo: Edgard Blücher, 1992.

NOVO, Evlyn M. L. de M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações.** São Paulo: Edgar Blücher, 1989.

OLIVEIRA, Fernando Soares de et al. Identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente no entorno do parque nacional do Caparaó, Estado de Minas Gerais. **Revista Árvore** 2008, vol.32, n.5, pp. 899-908.

PARANÁ. Lei 11.054 de 11 de janeiro de 1995. Dispõe sobre a Lei Florestal do Estado. **Diário Oficial do Estado do Paraná**, Curitiba, PR, 11 de janeiro de 1995.

PONZONI, Flávio J.; SHIMABUKURO, Yosio E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José Dos Campos: Arêntese, 2007. 144p.

PONZONI, Flávio J. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação: Diagnosticando a mata atlântica**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2002. Disponível em: <http://ecologia.ib.usp.br/lepac/bie5759/CAP8_FJPonzoni.pdf>. Acesso em: 01 fev 2013.

RIBEIRO, Barbara M. G., FONSECA, Leila M. G., KUX, Hermann J. H. Avaliação das imagens WorldView-II para o mapeamento da cobertura do solo urbano utilizando o sistema InterIMAGE. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, **Anais..** Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.0722.

RODERJAN, Carlos V. **Diagnóstico da cobertura vegetal e do uso do solo da área de preservação permanente do reservatório da Usina Hidrelétrica Mourão – Campo Mourão/Pr**. FUPEF - FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ. Curitiba, 2001.

SAUSEN, Tania M. **Sensoriamento Remoto e suas Aplicações para Recursos Naturais**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, SP. Disponível em: < http://200.132.36.199/elodio/downloads/sr/SR_T05.pdf>. Acesso em: 10 jan 2013.

SOUSA, Wanderley L. **Impacto Ambiental de Hidrelétricas: Uma Análise Comparativa de Duas Abordagens**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2000

SOUZA, Rubens L. P. de. Geografo, gerente do Parque Estadual do Lago Azul. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <rubenslei@uol.com.br> em 21 março 2013.

SOUZA, Ulisses D. V.; ALFAYA, Felipe A. V. da S.; KUX, Hermann J. H. Contribuição das novas bandas espectrais do satélite Worldview-II para a

classificação de tipos vegetais em habitats costeiros: resultados iniciais. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, **Anais..**, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.9040.