

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

RAFAEL MORENO CAMPOS

Análise quantitativa e temporal da área mata ciliar de trechos da bacia do rio
Ivaí – Paraná - Brasil

MARINGÁ
2013

RAFAEL MORENO CAMPOS

Análise quantitativa e temporal da área mata ciliar de trechos da bacia do rio
Ivaí – Paraná - Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Área de concentração: Solos e Nutrição de Plantas

Orientador: Prof. Dr. Marcos Rafael Nanni

MARINGÁ
2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

C198a Campos, Rafael Moreno
Análise quantitativa e temporal da área mata ciliar de trechos da Bacia do Rio Ivaí - Paraná - Brasil / Rafael Moreno Campos. -- Maringá, 2013. 37 f. : il. col., figs., tabs., mapas

Orientador: Prof. Dr. Marcos Rafael Nanni.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2013.

1. Mata ciliar. 2. Vegetação - Avaliação temporal. 3. Rio Ivaí, PR. 4. Área de preservação permanente. I. Nanni, Marcos Rafael, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDD 22.ed. 577.3

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar forças durante o período de estudos na UEM.

À minha família que sempre me apoiou, sobretudo nos momentos mais difíceis e principalmente ao meu pai e grande amigo Dr. João Batista Campos, que somente ele sabe o que passamos para a conclusão deste trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcos Rafael Nanni, por toda ajuda durante o processo de estudo.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, pela oportunidade de desenvolvimento deste trabalho.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

Aos amigos Everson e Everton, pela ajuda neste trabalho.

Aos Professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia, pelos preciosos ensinamentos.

Aos amigos e colegas, pela compreensão e incentivos e a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho.

Análise quantitativa e temporal da área mata ciliar de trechos da bacia do rio Ivaí – Paraná - Brasil

RESUMO

As formas de ocupação e uso da terra empregadas pelo homem têm mostrado incompatíveis com as frágeis relações dos componentes físicos e bióticos do meio ambiente e já subtraíram e fizeram desaparecer importantes ecossistemas. No Paraná, o processo de ocupação das terras praticamente dizimou as florestas do estado que ocupavam 83,41% da área total e, atualmente, remanescem apenas algo em torno de 9%. Esse processo de uso e ocupação do solo calcado na expansão horizontal da propriedade avançou sobre ecossistemas de extrema fragilidade ecológica, tais como as Áreas de Preservação Permanentes (APP) – matas ciliares. Neste trabalho é realizada uma análise espacial e temporal da vegetação existente às margens dos corpos d'água de rios de dois trechos da Bacia do Rio Ivaí (23°04' a 23° 20'S; 52°22' a 52° 27'W e 23°46' a 23° 55'S; 51°42' a 51° 58'W, por meio de fotografias aéreas verticais métricas de 1970 e imagens de satélite de 2010. Os polígonos estudados compreenderam uma área total de 121.936,00ha e 46.453,00ha sendo quantificada para o ano de 2010 uma área de mata ciliar de 12.718,79ha e 4.964,69ha, das quais 5.138,22ha e 2.267,20ha estão inseridas no buffer de 30 metros que envolve a rede hidrográfica do polígono 1 e 2, respectivamente, o que representa 95,12% e 87,98% das áreas compatíveis com APP. Para a avaliação comparativa da situação da mata ciliar entre os anos de 1970 e 2010 foi selecionado no interior de um dos polígonos o Ribeirão Paranaíba e seus afluentes, onde se observou um incremento substancial da mata ciliar entre 1970 e 2010, que praticamente quadruplicou. Foi registrado em 1970 que apenas 48,90% da APP contava com mata ciliar e em 2010 atingiu o patamar muito próximo às exigências legais vigentes naquele momento (96,77% da área de APP coberta por mata ciliar). O incremento de vegetação ciliar registrada na área de estudo pode ter sido motivado pelo processo de conscientização dos proprietários rurais quanto à importância dessas áreas para a melhoria da qualidade ambiental local, por ações de incentivos dos programas governamentais para a restauração de matas ciliares, por exigências legais impostas aos proprietários rurais pelos agentes fiscais, ou todas essas motivações conjuntamente.

Palavras-chave: Mata Ciliar. Área de Preservação Permanente. Avaliação temporal da vegetação. Rio Ivaí

Quantitative and temporal analyses of riparian forests in parts of the Ivaí river watershed – Paraná – Brazil

ABSTRACT

The way that the land was occupied and its uses by men have been shown to be incompatible with the fragile relationship among the physical and biotic components of the ecosystem. The anthropogenic action had already subtracted and made important ecosystems disappear. The process of occupation of the Paraná lands almost decimated the forests of this State which had 83.41% of its total area covered by forests and nowadays has approximately only 8% of forest coverage. The Northwest region is the critical one considering the forest coverage, since less than 1% of its area is covered by forests. This process of use and occupation of land was based on the horizontal expansion of the property and advanced over extreme ecological fragility of ecosystems, such as the Permanent Preservation Areas (PPA) - riparian forests. In this paper is analyzed the spatial and temporal vegetation occurring the edges of rivers in two areas of the Ivaí River Watershed (23°04' to 23° 20'S; 52°22' to 52° 27'W and 23°46' to 23° 55'S; 51°42' to 51° 58'), using aerial photographs from 1970 and satellite images from 2010. The polygons studied comprised a total area of 121,936.00ha and 46,453.00ha being quantified for the year 2010 an area of native vegetation on river edges 12,718.79ha and 4,964.69ha of which 5,138.22ha and 2,267.20ha are inserted in the buffer of 30 meters surrounding the river system of polygons 1 and 2, respectively, representing 95.12% and 87.98% of areas consistent with PPA. For the comparative evaluation of the situation of riparian forests on river edges between the years 1970 and 2010 was selected inside one of the polygons the Paranavaí stream and tributaries, where there was a substantial increase native vegetation on river edges between 1970 and 2010, which practically quadrupled. Has been registered in 1970 only 48.90% of the PPA had protective native vegetation (riparian forest). In 2010 reached a level very close to the legal requirements prevailing at that time (96.77% of the area covered by native vegetation PPA). The increase of native vegetation riparian registered in the study area may have been motivated by the conscientization process of landholders about the importance of PPA to improve local environmental quality, actions by governmental incentive programs for restoration of riparian areas, legal requirements imposed on landholders by fiscal agents, or all of these motivations together.

Keywords: Riparian forest, Permanent Preservation Area, temporal evaluation of vegetation, Ivaí river.

LISTA DE QUADRO

| | | |
|----------|---|----|
| Quadro 1 | Exigência para restauração de APPs Consolidadas | 30 |
|----------|---|----|

LISTA DE TABELAS

| | | |
|----------|---|----|
| Tabela 1 | Desflorestamento no Paraná no período de 2008 a 2010..... | 5 |
| Tabela 2 | Mata ciliar existente no ano de 2010, área compatível com APPs (tabulação cruzada) e déficit de vegetação registrada para os polígonos 1 e 2 – PR | 26 |
| Tabela 3 | Mata ciliar existente nos anos de 1970 e 2010, área compatível com APPs (tabulação cruzada) e déficit de vegetação registrada para o Ribeirão Paranaíba – PR..... | 28 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|----------|---|----|
| Figura 1 | Remanescentes florestais no Estado do Paraná (Fonte: Maack (1968) Gubert-Filho (1993); Fundação SOS Mata Atlântica/INPE (2008))..... | 6 |
| Figura 2 | Áreas estratégicas para a conservação e recuperação da biodiversidade do Paraná (Resolução Conjunta SEMA/IAP nº 005/2009 de 29 de setembro de 2009) | 12 |
| Figura 3 | Mapa Fitogeográfico do Estado do Paraná (RODERJAN et al. 2003), mostrando a bacia hidrográfica do Rio Ivaí | 13 |
| Figura 4 | Delimitação da bacia hidrográfica do Rio Ivaí no Estado do Paraná. Fonte: Elaborado por Aparecido Ribeiro de Andrade (2011), a partir de base cartográfica da SUDERHSA..... | 17 |
| Figura 5 | Fluxograma demonstrativo da metodologia utilizada..... | 23 |
| Figura 6 | Polígono 1 mostrando o detalhe da plotagem da área de mata ciliar, a área mínima exigida pela lei 4771/65 de 30m e o eixo do rio..... | 24 |
| Figura 7 | Mata ciliar no ano de 2010 nas áreas dos polígonos 1 (a) e 2 (b) | 25 |
| Figura 8 | Mata ciliar do Ribeirão Paranavaí com detalhe da área mínima exigida pela lei 4771/65 de 30m referente à APP nos anos de 1970 (a) e 2010 (b)..... | 27 |

SUMÁRIO

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 | OBJETIVOS | 3 |
| 2.1 | Objetivo geral | 3 |
| 2.2 | Objetivos específicos | 3 |
| 3 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 4 |
| 3.1 | A ocupação humana e degradação dos ecossistemas | 4 |
| 3.2 | Mata Ciliar – importância e funções..... | 9 |
| 3.3 | O Rio Ivaí: uso e situação atual | 11 |
| 3.4 | O uso do Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas no estudo das Matas Ciliares | 15 |
| 4 | MATERIAL E MÉTODOS | 17 |
| 4.1 | Área de estudo | 17 |
| 4.1.1 | Localização geográfica | 17 |
| 4.1.2 | Clima local | 18 |
| 4.1.3 | Geologia da área | 18 |
| 4.1.4 | Solo da área | 19 |
| 4.2 | Material para levantamento de dados | 20 |
| 4.3 | Softwares utilizados para manipulação dos dados | 20 |
| 4.4 | Metodologia | 20 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 24 |
| 6 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 31 |
| 7 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 32 |

1 INTRODUÇÃO

O processo de ocupação humana e uso da terra para a produção agropecuária promovem a degradação dos ecossistemas naturais e sua fragmentação. No Estado do Paraná essa situação é bastante evidente. Originalmente o Estado do Paraná possuía 83,41% de sua área coberta com florestas (MAACK, 1968). Esse processo de ocupação territorial e uso do solo, praticamente dizimaram florestas do Estado, remanescendo, atualmente, algo em torno de 9% da cobertura florestal original (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2010). Na região noroeste a situação é mais crítica, visto que a cobertura florestal original não ultrapassa a 1% (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 1992/93; IPARDES, 1992).

A fragmentação de ecossistemas reduz e isola os habitats originais, influencia as populações que habitam os fragmentos, diminuindo a possibilidade dessas áreas se manterem em sua complexidade natural.

Os esforços para proteção e manutenção de habitats naturais são efetuados, principalmente, por meio da criação de unidades de conservação (UCs). Apesar de amplamente reconhecida como um dos principais instrumentos para a conservação da natureza as UCs mostram-se insuficientes à conservação da biodiversidade e assim torna-se indispensável à proteção de ecossistemas não inseridos nessas áreas (CAMPOS & COSTA-FILHO, 2006).

Entre as áreas estratégicas e complementares no processo de conservação da biodiversidade destacam-se as matas ciliares e as áreas de reserva legal.

Mata ciliar é a formação vegetal localizada nas margens dos rios, córregos, lagos, represas e nascentes, ou seja, localizada nas margens dos corpos d'água. As principais funções dessa mata são: a) a conservação da biodiversidade possibilita que as espécies, tanto da flora quanto da fauna, possam se deslocar, reproduzir e garantir sua manutenção; b) proteção da qualidade da água, uma vez que evita o carreamento do solo, a erosão das margens e, conseqüentemente, o assoreamento dos rios que, por sua vez, geram sólidos em suspensão e prejudicam a vida aquática e a qualidade da água para uso e consumo humano; c) manutenção dos fluxos hidrológicos dos rios, absorvendo as águas das chuvas, promovendo sua infiltração e liberação gradual, evitando enchentes e mantendo a qualidade e quantidade de água aos corpos hídricos; d) servem de abrigo aos inimigos naturais de pragas na lavoura diminuindo os prejuízos econômicos às propriedades rurais, entre outras funções.

Por essas e outras razões é que as matas ciliares e as áreas de reserva legal são consideradas estratégicas e complementares para as ações de conservação da biodiversidade e indispensáveis em qualquer processo de planejamento de uso e ocupação do solo que vise à sustentabilidade econômica e ecológica.

Atualmente a utilização de informações geográficas para o planejamento do uso e ocupação do solo está em evidência. Com essas informações, sendo elas obtidas por fotos aéreas ou imagens de satélites, é possível fazer uma análise multitemporal dos processos ocupacionais e analisar o histórico dessa ocupação, ao se registrar o aumento ou decréscimo da vegetação natural em um determinado local.

Assim, o objetivo desse estudo foi quantificar os remanescentes de mata ciliar e estabelecer, comparativamente, dentro de um contexto histórico, a quantidade de mata ciliar em dois momentos de ocupação em áreas da bacia do Rio Ivaí, utilizando Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para a análise da paisagem.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Quantificar a mata ciliar de áreas da bacia do Rio Ivaí e avaliar temporalmente entre os anos de 1970 e 2010, o seu processo de evolução.

2.2 Objetivos específicos

- Quantificar as áreas remanescentes de mata ciliar;
- Mapear áreas recomendadas pela legislação vigente à época para serem recuperadas;
- Comparar as áreas compostas por matas ciliares entre 1970 e 2010.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A ocupação humana e degradação dos ecossistemas

A utilização dos recursos naturais pelo ser humano nunca foi tão questionada como neste momento. O meio científico tem se esforçado em estudar formas de recuperação de ecossistemas degradados pelo homem para a manutenção de todas as formas de vida existentes no planeta terra (ALVARENGA; BOTELHO; PEREIRA, 2006).

A destruição dos habitats naturais, em razão de atividades das populações humanas, tem atingido níveis alarmantes. Os habitats naturais, que formavam áreas contínuas, foram progressivamente transformados em pequenas áreas remanescentes, isoladas umas das outras e dispersas em uma paisagem muito modificada ou degradada. Esse processo, conhecido como fragmentação, é considerado atualmente uma das maiores ameaças à biodiversidade global (PIRES *et al.*, 2006; HERMANN *et al.*, 2005), esse processo ocorre quando uma área natural contínua é dividida, resultando em fragmentos isolados, circundados por uma paisagem altamente modificada pelo homem (CAMPOS, 2006; PIRES, *et al.*, 2006). A fragmentação pode ocorrer naturalmente ou ser oriunda de atividades humanas e, neste caso, se desenvolve com grande rapidez e em larga escala espacial, provocando modificação drástica na paisagem (OLIFIERS & CERQUEIRA, 2006). As consequências da fragmentação para as comunidades naturais são danosas e variam em função das espécies e das características da paisagem.

Os principais efeitos do processo de fragmentação são aumento da quantidade de borda dos fragmentos, ameaça à existência de espécies pela limitação do potencial de dispersão e colonização, redução da capacidade de alimentação da fauna nativa, precipitação da extinção e declínio de populações, aumento da vulnerabilidade dos fragmentos à invasão de espécies exóticas e espécies nativas ruderais, contato de populações nativas com plantas e animais domésticos.

Além disso, podem ocorrer mudanças microclimáticas, ou seja, a fragmentação reduz e isola as áreas propícias à sobrevivência de populações silvestres, levando a extinções de espécies (OLIFIERS & CERQUEIRA, 2006; CAMPOS, 2006; HERMANN *et al.*, 2005).

A existência desses fragmentos é influenciada pela sua localização na paisagem, natureza da vegetação circundante, uso da terra, presença de corredores e da diversidade de espécies (BARRETO, 1997).

O Estado do Paraná, caracterizado por solos altamente férteis e condições climáticas adequadas à produção agropecuária, teve sua cobertura florestal drasticamente reduzida devido à ocupação do seu território.

Como consequência, ocorreu um processo de fragmentação dos ecossistemas naturais e sua insularização (CAMPOS, 2006). MAACK (1968) descreveu alguns momentos históricos da ocupação do Estado do Paraná, com a consequente fragmentação dos ecossistemas e os sérios riscos que esse processo representa à biodiversidade.

Em 1895 o Paraná dispunha de uma área de florestas primária equivalente a 83,41% (16.782.400 ha) da superfície de seu território. Entre 1930 e 1955 foram desmatados 58,65% da cobertura original. Em 1965 o Estado do Paraná contava apenas com 4.813.600 ha de florestas remanescentes. Entre 1965 e 1985 o desmatamento atingiu proporções gigantescas reduzindo a superfície florestal a apenas 1.646.800ha. Atualmente, remanescem algo em torno de 9% da cobertura florestal original, concentrados no Parque Nacional do Iguaçu e na Serra do Mar, além de uma infinidade de pequenos fragmentos (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 1998 e 2010).

No Paraná, onde 97,36% do território são considerados de domínio do Bioma Mata Atlântica, entre 2008 e 2010 houve decréscimo de 3.248 ha nesse bioma (Tabela 1 e Figura 1) apontado para uma cobertura florestal de 1.960.644 (9,97%) em 2010, considerando os remanescentes florestais maiores que 3ha (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2010).

Tabela 1 - Desflorestamento no Paraná no período de 2008 A 2010

| CLASSES | ÁREA | | | | | |
|----------|-----------|------------------|-----------|------------------|------------------|------------------|
| | 2008 | | 2010 | | Desflorestamento | |
| | ha | % ⁽¹⁾ | ha | % ⁽¹⁾ | ha | % ⁽²⁾ |
| Floresta | 1.963.892 | 9,99 | 1.960.644 | 9,97 | 3.248 | 0,17 |
| Restinga | 100.292 | 0,51 | 100.292 | 0,51 | - | - |
| Mangue | 33.455 | 0,17 | 33.456 | 0,17 | - | - |

FONTE: Fundação SOS Mata Atlântica e INPE (2010)

(1) Em relação à área do Bioma Mata Atlântica no Paraná.

(2) Em relação aos remanescentes florestais de 2008.

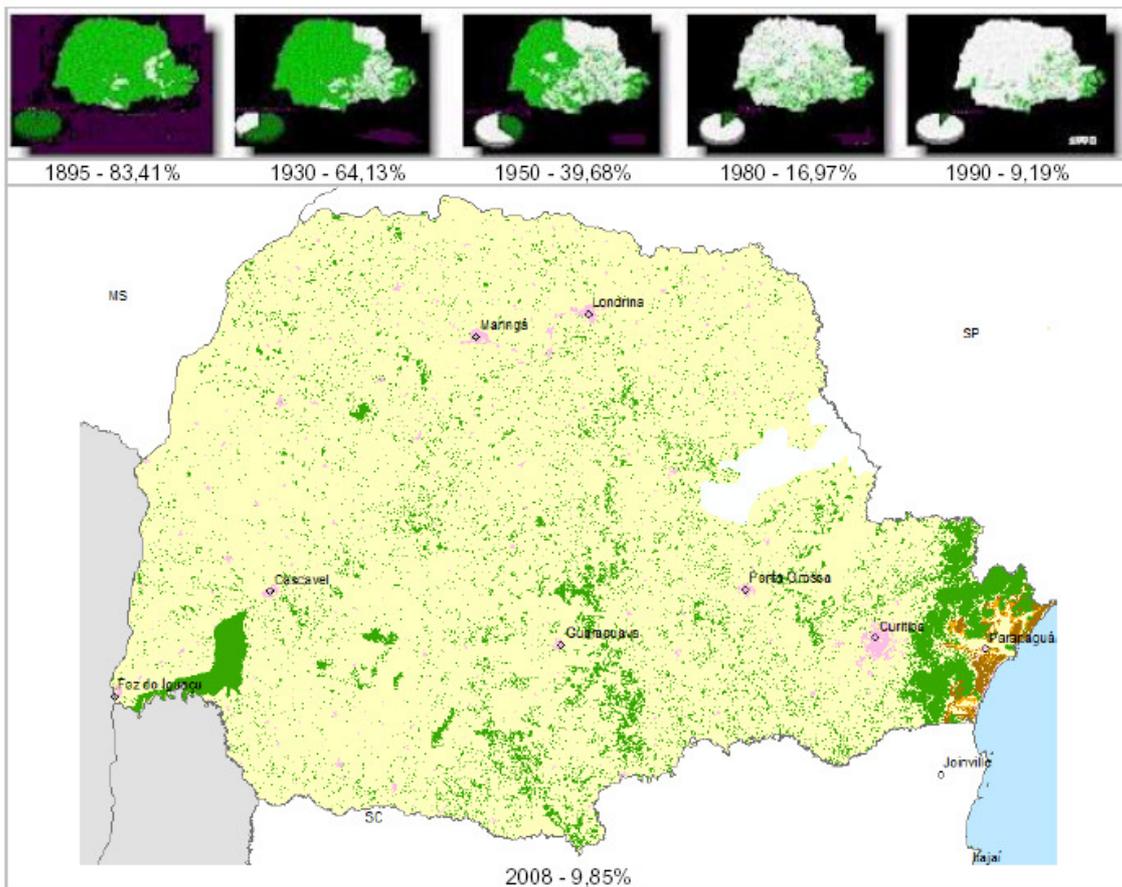


Figura 1. Remanescentes florestais no Estado do Paraná (Fonte: Maack (1968) Gubert-Filho (1993); Fundação SOS Mata Atlântica/INPE (2008)).

Esse processo de fragmentação dos ecossistemas naturais e sua insularização promoveu impacto severo na população das espécies da flora e fauna nativa. Estima-se que, a partir de um número aproximado de 7.000 espécies vegetais ocorrentes no Paraná, cerca de 70% (5.000) têm hoje seus ambientes depauperados a ponto de colocar em risco os processos de interação e interdependência dos ecossistemas. A Lista Vermelha de Plantas Ameaçadas de Extinção no Estado do Paraná relaciona 593 dessas espécies, consideradas em situação crítica (PARANÁ, 1995) e a Lista Vermelha de Animais Ameaçados de Extinção do Estado do Paraná aponta 21 espécies de mamíferos, 117 espécies de aves, 12 de répteis e 17 de borboletas nesta condição (MIKICH; BÉRNILS, 2004). O fato conclusivo é que ações para deter o desmatamento e recuperar estes ambientes são necessárias.

Conservar a biodiversidade constitui um dos maiores desafios da atualidade, em razão da intensidade dos impactos causados pelo homem nos ecossistemas naturais (VIANA *et al.*, 1998) e, diante dessa situação crítica, ações devem ser implementadas para restabelecimento dos níveis mínimos de cobertura vegetal, sob pena de ser perpetuada a atual situação de completa modificação da paisagem original (SPVS, 1996).

A criação de unidades de conservação para a proteção de habitats naturais corresponde à mais básica e efetiva forma de proteção da biodiversidade (MACHADO *et al.*, 2004), assim como a implantação de corredores ecológicos (ROCHA *et al.*, 2007). Porém as unidades de conservação provavelmente nunca excederão significativamente os 5,9% da superfície da Terra, em função das necessidades humanas de utilização dos recursos naturais (PRIMACK & RODRIGUES, 2001).

No Paraná, as unidades de conservação de proteção integral, ou seja, aquelas que só permitem o uso indireto dos recursos naturais somam apenas 1,84% da área total com cobertura florestal (MUCHAILH & TUSSOLINO, 2003) e, além de representar somente um pequeno percentual em relação às áreas originais dos diversos ecossistemas ocorrentes no Paraná, essas unidades de conservação são pequenas e estão isoladas, o que pode ocasionar graves problemas futuros em relação à manutenção da variabilidade natural das espécies, da diversidade genética, dos ecossistemas e dos processos naturais (CAMPOS & COSTA FILHO, 2006).

É grave também a situação ambiental do estado quando se analisam as unidades de conservação em relação às áreas originalmente ocupadas pelos ecossistemas, pois elas são insuficientes para a garantia da manutenção da biodiversidade e a intensa fragmentação dos ambientes tem reduzido a possibilidade de criação de extensas áreas com o fim exclusivo de proteção (JACOBS, 1999).

Assim, a criação de unidades de conservação, apesar de ser um dos principais instrumentos aplicados à conservação da biodiversidade *in situ*, não se apresenta como solução completa para eliminar a crescente perda de biodiversidade (FERREIRA *et al.*, 2004), e considerando que os fragmentos podem ser drasticamente afetados pela paisagem circundante (PIRES *et al.*, 2006), proteger apenas os fragmentos pode significar sua inviabilidade a longo prazo (RODRIGUES, 1998). Esta situação sinaliza para a necessidade de serem adotadas medidas complementares a criação e ampliação de unidades de conservação para a conservação da biodiversidade no Paraná (CAMPOS, 2006).

A obrigatoriedade de preservação e/ou recuperação de ecossistemas naturais em propriedades particulares é um tema cada vez mais discutido no mundo (RAINIERI & SOUZA, 2002). Entidades como o World Resources Institute (WRI), The World Conservation Union (WCU) e a Organização das Nações Unidas (ONU), consideram que a conservação dos recursos naturais em terras particulares deve ser parte integrante das estratégias para a conservação dos ecossistemas (ESTRATÉGIA global da biodiversidade, 1992).

As áreas de preservação permanente nas propriedades particulares se destinam à preservação *stricto sensu* e ocupam posições críticas do relevo (CARPANEZZI *et al.*, 2006). Em relação à reserva legal, em 1989, a Lei nº 7.803 introduziu algumas modificações no Código Florestal e foram estabelecidos os procedimentos para sua averbação, que deve ser feita à margem da inscrição da matrícula do imóvel no cartório de registro de imóveis, garantindo mais efetivamente o compromisso para sua proteção (BRASIL, 1989).

Estratégias de conservação baseadas nos instrumentos legais impostos às propriedades privadas, especialmente as áreas de reserva legal e de preservação permanente, são relevantes para a conservação da biodiversidade, dos recursos hídricos e dos solos (RAINIERI & SOUZA, 2002), pois cada vez fica mais evidente a íntima relação entre a proteção dos ecossistemas naturais e a conservação de recursos não biológicos (WORLD RESOURCES INSTITUTE, 2000; WESTERN, 2001).

Franco (2005) considera que a utilização integrada das áreas de preservação permanente, reserva legal, remanescentes florestais e unidades de conservação, possibilita melhor resultado à proteção da biodiversidade. Considerando a existência de legislação específica para as áreas de entorno das unidades de conservação (Lei 9.985, de 18 de julho de 2000), há condições legais e estratégicas bastante favoráveis para a aplicação da sinergia entre essas unidades e outras áreas legalmente protegidas, visando à conservação de paisagens fragmentadas (BRASIL, 2000; TOREZAN, 2007).

Em 1999, por meio do Decreto 387, o governo do Estado do Paraná, visando possibilitar aos proprietários de imóveis rurais o cumprimento da legislação de forma consistente com seu uso econômico, instituiu o Sistema de Manutenção, Recuperação e Proteção da Reserva Legal e Áreas de Preservação Permanente – SISLEG com as diretrizes de manutenção dos remanescentes florestais nativos, ampliação da cobertura florestal mínima e estabelecimento de áreas prioritárias para conservar e recuperar áreas de reserva legal e áreas de preservação permanentes (PARANÁ, 1999), pois ações visando à conservação dos fragmentos associadas à recuperação de ecossistemas degradados, podem diminuir os impactos causados pela fragmentação (ALMEIDA, 1998).

Manejar os fragmentos e as paisagens em que estão inseridos utilizando diferentes estratégias pode contribuir para a solução de problemas relacionados à fragmentação e ao uso inadequado dos solos e da água (METZGER, 2001).

A Estratégia Mundial para a Conservação da Natureza, (IUCN, 1990), estabelece que “... deve-se procurar, simultaneamente, preservar a biodiversidade e permitir o aproveitamento permanente dos recursos naturais renováveis”, porém, “... a conservação dos

recursos naturais implica a preservação, o uso sustentável e a recuperação de áreas já degradadas”.

O poder público possui instrumentos legais que, se associados com o planejamento da locação das áreas de reserva legal e restauração das Áreas de Preservação Permanente nas propriedades privadas, podem contribuir para a proteção de áreas de fragilidade ambiental e unidades de conservação, possibilitando uma contribuição efetiva para a melhoria da qualidade ambiental (JACOBS 1999), pois, conforme Campos (2006), todas as ações a serem desenvolvidas no processo de conservação da biodiversidade devem buscar o desenvolvimento econômico da coletividade, tendo como horizonte e base a sustentabilidade ambiental e social.

3.2 Mata Ciliar – importância e funções

A descrição foi dada pela lei 4.771/65 do código florestal brasileiro, a qual define que a mata ciliar tem a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e de flora, bem como proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas (BRASIL, 1965).

Segundo Kageyama, Castro e Carpanezzi (1989) a mata ciliar é definida como uma vegetação característica das margens de rios, córregos e lagos, e de ampla distribuição. Apresenta espécies adaptadas, tolerantes ou indiferentes a solos encharcados e ou sujeitos a inundações temporárias, sendo importante habitat para animais e fonte de alimentos para peixes.

Essa vegetação protetora apresenta um papel fundamental que é de promover a manutenção da qualidade da água retendo poluentes e sedimentos que seriam transportados para o curso d'água afetando diretamente a quantidade e a qualidade da água e, conseqüentemente, a fauna aquática e a população humana (MARTINS, 2001), estabilidade dos solos, regularização do regime hídrico, funciona como corredor de biodiversidade e promove a manutenção do ecossistema aquático (ALVARENGA; BOTELHO; PEREIRA, 2006).

Além disso, a ausência das sombras geradas pelas matas ciliares altera a temperatura da água, principalmente no verão. As margens sombreadas, que formam um microclima aquático diferenciado, são locais habitados por microrganismos, fauna ictiológica e outros organismos aquáticos. A redução ou o desaparecimento desses organismos causam um desequilíbrio ecológico e a perda da diversidade da fauna aquática (PALONE *et al.*, 1997).

Outro grande benefício propiciado pelas matas ciliares, além da estabilização dos solos proporcionada pelas raízes, é o aumento da capacidade de infiltração das águas das chuvas. Segundo Davide *et al.* (2000), a taxa de infiltração de água no solo florestal pode ser 10 a 15 vezes maior do que numa pastagem e 40 vezes mais que num solo descoberto.

A composição e a estrutura da vegetação ciliar exercem influência direta sobre os efeitos por ela proporcionados. Quanto maior a diversidade de espécies maior será a contribuição ao meio ambiente. As espécies arbóreas, sobretudo as frutíferas nativas, propiciam o abrigo e alimento para a fauna nativa que, por sua vez, disseminam as espécies vegetais (ARAÚJO *et al.*, 2004). Este ciclo resulta na manutenção do equilíbrio ecológico e manutenção da biodiversidade.

É consenso, entre pesquisadores, o fato que essas matas são sistemas particularmente frágeis face aos impactos promovidos pelo homem, pois, além de conviverem com a dinâmica erosiva e de sedimentação dos cursos d'água, alojam-se no fundo dos vales, onde naturalmente recebem os impactos da interferência humana sobre a bacia hidrográfica como um todo. Além disso, como o fundo dos vales comumente corresponde aos solos mais férteis de uma bacia, as matas ciliares são as mais propensas a serem derrubadas para fins agrícolas (CHAVES, 1999).

Infelizmente, a comprovada importância dessa vegetação não impediu sua degradação por ação da intervenção humana e a destruição de matas ciliares ocorreu principalmente devido à expansão agrícola exacerbada (RODRIGUES & GANDOLFI, 2000; KAGEYAMA & GANDARA, 2005) e crescimento populacional.

Devido à alarmante situação que o Estado do Paraná se encontrava em relação às matas ciliares e com a finalidade de minimizar a degradação ambiental, a Secretaria do Meio Ambiente do Paraná (SEMA), no ano de 2003 criou o Programa Mata Ciliar como política de recomposição de matas ciliares para reverter a devastação no Estado do Paraná. O programa teve como objetivo promover a recuperação e a preservação da vegetação das margens dos corpos de água e das nascentes de rios existentes no Estado do Paraná.

Recentemente, mais precisamente em abril de 2012, o Governo do Paraná lançou e está implementando o Programa Bioclima que objetiva estimular a conservação e recuperação da biodiversidade, tendo como um dos focos principais o estabelecimento de estratégias e incentivos para os proprietários rurais conservarem ou recuperarem áreas estratégicas por meio do Pagamento de Serviços Ambientais (PARANÁ, 2012).

Todos esses projetos e ações governamentais denotam a preocupação com o processo de conservação da biodiversidade, em especial a manutenção e recuperação de matas ciliares.

Mas uma pergunta deve ser feita: os projetos e ações estão efetivamente tendo sucesso? As áreas de preservação permanente, principalmente no que se referem às matas ciliares, estão sendo recuperadas?

3.3 O Rio Ivaí: uso e situação atual

Dentre as diferentes bacias hidrográficas do Estado do Paraná destaca-se a do Rio Ivaí. É um rio genuinamente paranaense, ou seja, nasce e tem sua foz no estado. O canal principal nasce da confluência dos rios dos Patos e São João, e seu quilômetro zero está localizado a 45 km ao norte do município de Teresa Cristina. O curso principal se estende por aproximadamente 685km até sua confluência com o Rio Paraná. A área total é de 35.120km², correspondente a 26% do território paranaense. Constitui-se dessa forma como a segunda maior bacia hidrográfica do Estado, estando somente atrás da bacia hidrográfica do Rio Iguaçu (IPARDES, 2007).

Devido a sua importância ambiental o Rio Ivaí foi considerado como uma das áreas estratégicas para a conservação e recuperação da biodiversidade do Paraná reconhecida pela Resolução Conjunta SEMA/IAP nº005/2009 de 29 de setembro de 2009 (Figura 2).



Figura 2. Áreas estratégicas para a conservação e recuperação da biodiversidade do Paraná (Resolução Conjunta SEMA/IAP nº005/2009 de 29 de setembro de 2009).

A bacia do Rio Ivaí está inserida no Bioma da Mata Atlântica, sendo sua vegetação classificada como Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista e ecossistemas associados (IBGE, 1992).

De acordo com Ipardes (2007), 70,26% da bacia era coberta com Floresta Estacional Semidecidual, 29,19% com a Floresta Ombrófila Mista, 0,09% com Campos Naturais, 0,29% com Cerrados e 0,19% com várzeas. As tipologias representativas das formações florestais representavam, portanto, 99,45% da área total da bacia (Figura 3).

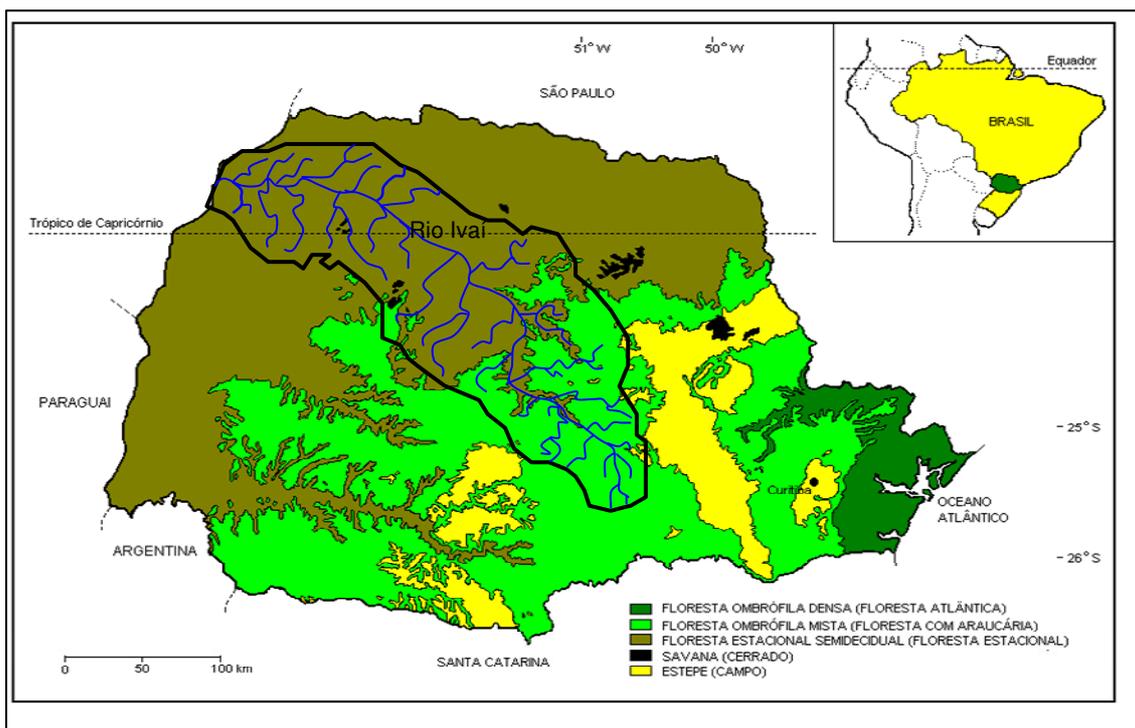


Figura 3. Mapa Fitogeográfico do Estado do Paraná (RODERJAN *et al.* 2003), mostrando a bacia hidrográfica do Rio Ivaí.

A Floresta Estacional Semidecidual trata-se de uma floresta exuberante com grande diversidade de espécies vegetais, tendo como principais características as espécies arbóreas emergentes caducifólias que tem por características perder parte das folhas na estação seca e/ou fria. Exemplos de espécies arbóreas dessa formação florestal: *Cariniana* spp. (jequitibás), *Aspidosperma* spp. (perobas), *Cedrela fissilis* (cedro) e *Peltophorum dubium* (canafístula). No subosque era registrado enorme quantidade de arbustos e plântulas de reconstrução arbórea além de uma palmeira típica desta formação, o *Euterpe edulis* (palmito) (LEITE & KLEIN, 1990).

Quanto à Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária, poucas são as formações florestais brasileiras que têm sua fisionomia tão bem caracterizada pela presença de uma espécie vegetal. Neste caso é o pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) que, em

função dos seus aspectos morfológicos (copa e folhagem e tronco), e da posição sociológica que ocupa, facilita grandemente a definição da área de ocorrência desta formação. Mesmo com a profunda alteração a qual a cobertura vegetal do Estado paranaense foi submetida, a sua vinculação a uma condição climática específica e a presença de remanescentes, mesmo que isolados, atestam sua distribuição (RODERJAN, *et al.*, 2003).

As demais tipologias (Cerrado, Campos Naturais e Várzeas) foram praticamente extintas, existindo apenas pequenas amostras de Cerrado em Campo Mourão, na Estação Ecológica Municipal do Cerrado, e em uma área conhecida como Lote –H nas margens da Rodovia BR 158 – saída para Maringá. Em relação às demais tipologias remanescem algumas pequenas áreas de Campos Naturais antropizadas e áreas remanescentes de várzeas na foz do Rio Ivaí.

De acordo com Iparde (2007) a cobertura vegetal original da bacia do Rio Ivaí era de 6,41% de sua área total em 1980 e em 2001-2002 teve um pequeno acréscimo, subindo para 7,62%.

Em termos de Unidades de Conservação (UC), a Bacia do Rio Ivaí conta com 0,48% de sua área protegida com UC de Proteção Integral, ou seja, aquelas onde somente é permitido o uso indireto dos recursos naturais e 2,71% da área com UC de Uso Sustentável, representadas pelas Áreas de Proteção Ambiental (APA) das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná, localizada em sua foz, e a APA da Serra da Esperança, que protege suas nascentes.

A soma total das UC na bacia representa 3,19% de sua área total, muito aquém dos 17% estabelecido como meta para 2020 pela Convenção da Diversidade Biológica que ficou conhecido como Metas de Aichi (CDB, 2011).

A bacia do Rio Ivaí compreende 84 municípios paranaenses, onde se destacam Maringá, Campo Mourão, Umuarama e Paranaíba. Estes municípios são importantes polos regionais, o que coloca a região do vale do Ivaí como uma das mais importantes do Paraná (IPARDES, 2007).

As características favoráveis à agricultura, devido aos solos de alta fertilidade e declividades não tão acentuadas existentes na bacia do Rio Ivaí, propiciaram a implantação e o desenvolvimento de uma agricultura altamente tecnificada. Atualmente a região é uma das principais fornecedoras de matérias-primas para as agroindústrias, e entre os produtos oferecidos estão a cana, a soja e o milho.

Esses fatos foram determinantes no sentido de que a agroindústria regional emergiu como uma das principais potências do país, tendo empresas de grande porte, como a

COCAMAR (Cooperativa Agroindustrial de Maringá) e a COAMO (Cooperativa Agropecuária Mourãoense Ltda.).

Por outro lado, essas características também determinaram que o processo de ocupação e expansão das fronteiras agrícolas da região ocorresse de forma rápida e degradadora dos ecossistemas naturais. Nos imóveis rurais, a produção agropecuária foi calcada na expansão horizontal do uso do solo e as atividades produtivas se estenderam sobre áreas frágeis e estratégicas para a conservação da biodiversidade, entre essas as matas ciliares e reservas legal.

3.4 O uso do Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas no estudo das Matas Ciliares

Qualquer programa ou projeto de grande amplitude necessita de um diagnóstico consistente, baseado em adequadas análises dos processos de uso e ocupação do solo para identificação de áreas estratégicas para conservação e de áreas degradadas que necessitam recuperação. Nesse campo, o geoprocessamento e o sensoriamento remoto despontam como instrumentos essenciais, especialmente para monitoramento das Áreas de Preservação Permanentes - APPs.

Desde 1972, sensores acoplados em satélites artificiais de observação da Terra, são utilizados na captura de dados naturais e cada vez mais vêm sendo usados para estudos ambientais. Esses satélites são classificados como satélites de recursos naturais (MOREIRA, 2005).

O geoprocessamento, segundo Carvalho *et al.* (2000), é um termo amplo que por meio de programas computacionais engloba diversas tecnologias de tratamento e manipulação de dados geográficos. Dentre essas tecnologias, destacam-se o sensoriamento remoto, a digitalização de dados, a automação de tarefas cartográficas, a utilização de Sistemas Globais de Navegação por Satélite - GNSS e os Sistemas de Informações Geográficas – SIG's.

De acordo com Silva (1999), o termo Sistema de Informação Geográfica é aplicado a um conjunto de sistemas computacionais que permitem a associação de dados gráficos (mapas) e não gráficos (tabelas) organizados em um banco de dados para serem processados posteriormente. Os SIG's servem de base para a gestão espacial e, conseqüentemente, a soluções de problemas de determinadas áreas da superfície terrestre. Além disso, permite a integração e a interação de dados referenciados espacialmente com vistas a produzir análises espaciais como suporte à tomada de decisão técnica ou política.

As imagens geradas por meio de satélites estão cada vez mais em evidência e se popularizam a cada dia, especialmente após a divulgação gratuita pela rede mundial de computadores (internet) e por meio de iniciativas como o *Google Earth*, sendo acessado por milhões de pessoas no mundo todo (FERREIRA *et al.*, 2008). Outro fator importante, segundo Macedo (1995), é a necessidade de minimizar o tempo e os custos na execução dos projetos, fazendo com que diferentes técnicas sejam testadas, como por exemplo, a utilização do sensoriamento remoto nessa área é uma delas.

Inúmeros autores como Bachega *et al.* (2009), Campos (1999b) estão empregando análises temporais por meio de dados obtidos por sensoriamento remoto com o propósito de detectar mudanças na paisagem de determinada região. Giotto (1981) ressalta que o monitoramento do uso e cobertura do solo é de grande relevância, pois permite mapear as alterações provocadas por ações antrópicas, além de fornecer informações para o manejo eficiente dos recursos naturais.

Visando o monitoramento das matas ciliares o sensoriamento remoto tem se mostrado um instrumento de grande utilidade para avaliação de grandes áreas, a fim de verificar a observância à legislação ambiental.

Com esse ferramental disponível pressupõe-se a possibilidade de avaliar as alterações ambientais, principalmente com relação às matas ciliares em um determinado local, bem como mensurar se as formações naturais existentes são compatíveis e suficientes para cumprir os requisitos mínimos estabelecidos pela legislação vigente.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

4.1.1 Localização geográfica

A Bacia do Rio Ivaí está localizada no Estado do Paraná, Sul do Brasil, ocupando uma área de total 35.120 km² (IPARDES, 2007).

As áreas de estudo compreendem dois polígonos delimitados pelas coordenadas UTM (Universal Transverso de Mercator) e projeção SAD (South American Datum) 69, com base no fuso 22 e meridiano 51° W.G. 316600 m – 359500 m e 7418400 m – 7448000 m do Equador para o polígono 1 (121.936,00ha) e 401200m – 428800m e 7353600 – 7371400 para o polígono 2 (46.453,00ha). Para a definição dos polígonos foram escolhidas áreas com alta devastação florestal no ano de 1970 assentadas sobre o Arenito Caiuá e no derrame basáltico do “trapp” do Paraná (Figura 4).

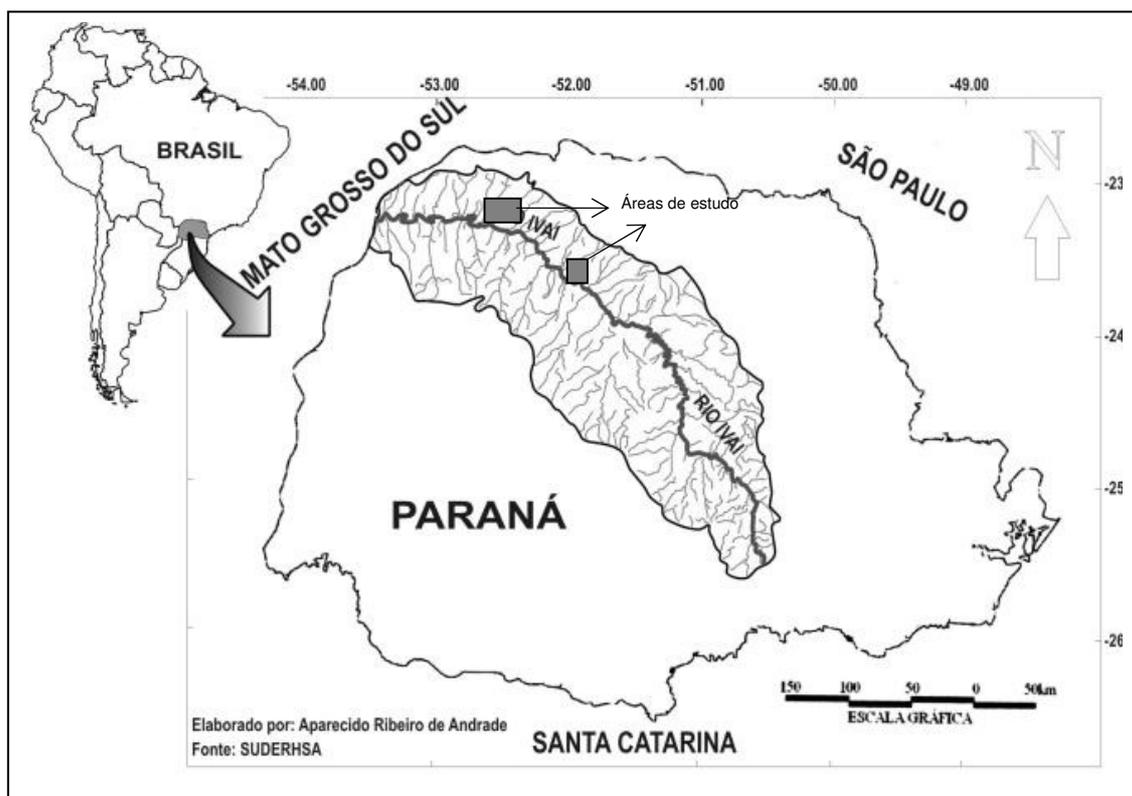


Figura 4. Delimitação da bacia hidrográfica do Rio Ivaí no Estado do Paraná. Fonte: Elaborado por Aparecido Ribeiro de Andrade (2011), a partir de base cartográfica da SUDERHSA.

4.1.2 Clima local

O clima da região segundo a classificação climática de Köeppen é do tipo Cfa, ou seja, subtropical úmido, mesotérmico com verões quentes e geadas menos frequentes, com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida. A precipitação média anual é de 1.500 mm sendo o trimestre mais chuvoso dezembro, janeiro e fevereiro e os trimestres mais secos os meses de junho, julho e agosto. No verão a temperatura média são superiores a 22°C e no mês mais frio as médias de temperaturas não ultrapassam 18°C (IAPAR 1994).

4.1.3 Geologia da área

A área de estudo está localizada no terceiro planalto, representa o plano de declive que forma a encosta da escarpa da Serra da Geral, ou escarpa mesozóica. Esta escarpa é constituída por estratos do arenito São Bento Inferior ou Botucatu, com espessos derrames de lavas básicas muito compactas do “trapp” do Paraná (MAACK, 1968).

Segundo Gasparetto e Souza (2003), a Formação Caiuá assenta-se de forma discordante sobre os basaltos e está recoberta por uma espessa cobertura pedológica de origem do próprio arenito. Na região noroeste da bacia hidrográfica, Jabur e Santos (1984) caracterizam a Formação Caiuá em duas litofácies, por apresentar arenitos de coloração vermelho-arroxeadas, com estruturas cruzadas acanaladas, geralmente encontrados em áreas próximas aos cursos d’água, evidenciando condições deposicionais colúvio aluvionares.

A formação basáltica na região do polígono 2 de idade entre o Jurássico Superior e o Cretáceo inferior, constitui-se predominantemente por derrames sucessivos de basaltos toleíticos pouco espessos e subhorizontais e, subordinadamente, por arenitos finos e siltitos e brechas intertrapianas em leitos contínuos com variação de espessura, e muito raramente por diques pequenos silto-arenosos intertrapianos (GIMENEZ FILHO *et al.*, 1981).

Segundo Gimenez Filho *et al.* (1981), observações realizadas na área do polígono 2 demonstraram a existência de variações de basaltos, sendo encontrados basaltos muito rígidos, finos, de coloração cinza-esverdeado escuro a cinza escuro, basaltos amigdalóides e intertrapianos, todos em diferentes graus de alteração. Além do basalto, o autor destaca também a presença, em menor participação, de cobertura cenozóica representada por depósitos aluvionares, coluvionares e colúvio-aluvionares.

A área de estudo do polígono 1 compreende a litologia com estruturas cruzadas caracteristicamente eólicas e o polígono 2 está sobre a região dos grandes derrames de lavas básicas do vulcanismo gondwânico.

4.1.4 Solos das áreas

De acordo com o Mapa de Solo do Estado do Paraná (ITCG, 2008; EMBRAPA, 2009) a área do polígono 1 apresenta as classes de solo Argissolo e Latossolo de textura média formados pela alteração do arenito da Formação Caiuá, e o polígono 2 compreende áreas formadas por Latossolos de textura muito argilosa, Neossolos e Nitossolos formados pelas alterações do basalto da Formação Serra Geral.

Os Argissolos compreendem solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa ou alta, conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico. Os Latossolos compreendem solos constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, exceto Hístico. São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo. Os Neossolos compreendem solos constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem, como maior resistência ao intemperismo ou composição química, ou dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos. Os Nitossolos são grupo de solos com horizonte B nítico, com argila de atividade baixa, ou com caráter alítico, possuindo avançada evolução pedogenética (EMBRAPA, 2009).

4.2 Material para levantamentos de dados

Para a coleta de dados foram utilizadas imagens do satélite GeoEye presentes no Google Earth de 2010 e fotografias aéreas verticais métricas na escala 1:50.000 do ano de 1970.

4.3 - Softwares utilizados para manipulação dos dados

Foi utilizado o *software* SPRING (Sistema para Processamento de Informações Georeferenciadas) desenvolvido pelo INPE (Instituto nacional de Pesquisas Espaciais) / DPI (Divisão de Processamento de Imagens): apresenta funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno, consulta a bancos de dados espaciais e uma ferramenta de análise que auxilia na tomada de decisões. O SPRING é um sistema, que por se tratar de um *software* de disponibilidade gratuita pela internet, torna-se uma ferramenta importante para as atividades de ensino e pesquisa. A versão utilizada foi a 5.1.7;

Outro *software* utilizado foi o Google Earth (versão 2012) que é um programa desenvolvido e distribuído pela empresa norte-americana “Google”, cuja função é apresentar um modelo tridimensional do globo terrestre, construído a partir de imagens de satélite obtidas de fontes diversas e imagens aéreas (fotografadas de aeronaves). Pode ser usado simplesmente como um gerador de mapas bidimensionais e imagens de satélite ou como um simulador das diversas paisagens presentes no Planeta Terra;

Já o ArcGIS (versão 9.3) foi desenvolvido pela empresa norte-americana ESRI no fim da década de 1990 e constitui uma plataforma primária de última geração para realizar as análises em ambiente de SIG. Foi utilizado para a realização do *buffer* (área mínima exigida pela lei 4771/65);

O PHOTO-PAINT X3 versão 13, foi utilizado para a edição e impressão das imagens produzidas foi utilizado o *software*, que é um programa do pacote CorelDRAW. Com esse programa foi possível realizar o mosaico das imagens do ano de 1970.

4.4 Metodologia

Para estabelecer a base das análises espaciais foram digitalizadas as imagens do Google Earth e das fotografias aéreas da área de estudo.

A partir das características dos alvos da área de estudo, foram definidas as seguintes categorias de mapeamento:

- I- Rede hidrográfica da área de estudo.
- II- Mata ciliar.

Para o processamento e inserção das informações obtidas utilizou-se o *software* SPRING, onde foi criado um banco de dados (BD). Após esta etapa criou-se um projeto

dentro deste banco de dados com as seguintes especificações cartográficas: a) coordenadas planas; b) projeção: UTM; c) Datum: South American Datum - SAD 69; d) zona: 22S; e) longitude 51°W.

Com as especificações cartográficas definidas, as imagens foram processadas.

As fotografias aéreas tiveram que ser agrupadas, na forma de mosaico, utilizando o *software* Corel PHOTO-PAINT. Na sequência foram importadas para o SPRING no formato TIF. Após esse processo de importação das imagens, as mesmas foram digitalizadas por um processo de edição vetorial, obtendo assim a rede hidrográfica e as Áreas de Preservação Permanente - APPs.

Nas imagens do Google Earth a rede hidrográfica foi mapeada com a ferramenta “caminho”, bem como as APPs, gerando um arquivo em formato KML compatível com o SPRING.

Com as imagens já digitalizadas, foram delimitadas as APPs. Para que isso fosse possível as imagens vetorizadas das redes hidrográficas foram exportadas em SHAPEFILE e processadas no *software* ArcGIS. Essa delimitação das APPs foi obtida por meio de um *buffer* considerando 30 (trinta) metros do eixo dos rios referente ao exigido pela lei 4771/65, gerando um mapa da área mínima de cobertura vegetal necessária. Posteriormente a imagem gerada foi exportada para o SPRING para fazer os cálculos das áreas das classes estabelecidas (remanescentes florestais e área mínima exigida pela lei 4771/65)

As áreas das classes foram obtidas a partir um plano de informações (PI) temático que contém as representações vetoriais¹ e matriciais². Após a digitalização dos dados de um plano de informação temático de representação vetorial (pontos, linhas e polígonos), foi convertida em representação matricial.

O relatório de medidas de classes gerado pela rotina do programa apresenta os valores de área e comprimento, caso a representação seja vetorial, é somente valores de área, caso da representação matricial (imagem temática), ambos em quilômetros quadrados.

Depois de obtidas as medidas de classe, utilizou-se a ferramenta “tabulação cruzada” para comparar a área das intersecções entre as classes dos PI's temáticos (área mínima exigida pela lei 4771/65 e vegetação nativa existente). Essa operação foi realizada no formato varredura e os dados foram processados com a mesma resolução horizontal e vertical, o

¹ Todo fenômeno geográfico pode ser representado por um ponto, uma linha ou região e a representação de um elemento ou objeto é uma tentativa de reproduzi-lo o mais exatamente possível. Assim, qualquer entidade ou elemento gráfico de um mapa pode ser representado por três formas básicas: pontos, linhas, áreas ou polígonos.

² Consiste no uso de uma malha quadriculada regular sobre a qual se constrói, célula a célula, o elemento que está sendo representado. A cada célula, atribui-se um código referente ao atributo estudado, de tal forma que o computador saiba a que elemento ou objeto pertence a determinada célula.

mesmo número de linhas e colunas ("pixels") e compreendem as mesmas coordenadas no terreno. Os resultados foram apresentados em tabelas de duas dimensões.

Para a avaliação temporal da mata ciliar foi selecionada a bacia hidrográfica do Ribeirão Paranaíba, localizada dentro do polígono 1. Para tanto, foram comparadas as fotos aéreas verticais métricas de 1970 e as imagens do Google Earth do ano de 2010, utilizando a metodologia descrita anteriormente.

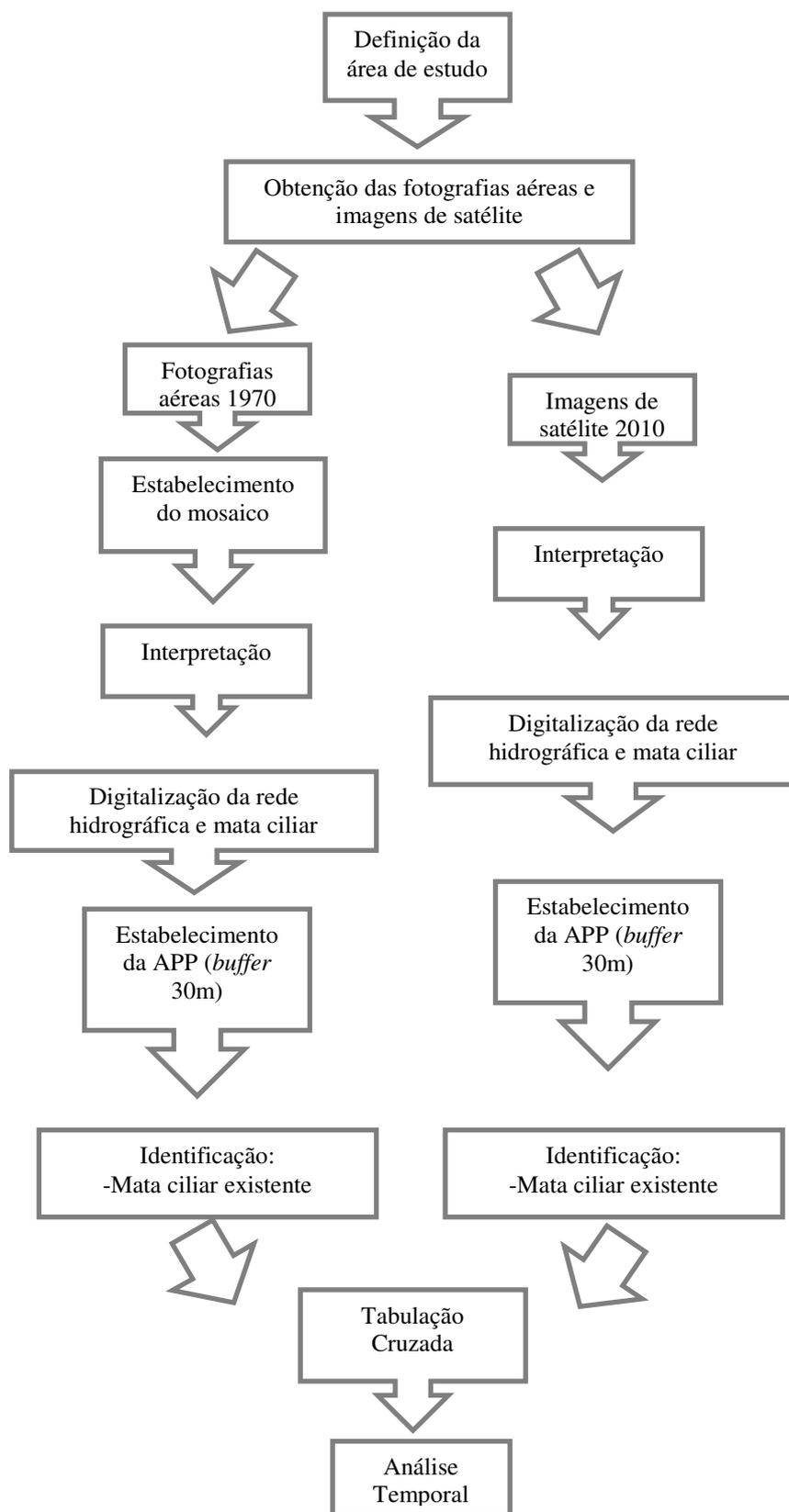


Figura 5. Fluxograma demonstrativo da metodologia utilizada.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os resultados das interpretações das imagens digitalizadas e geradas pelo programa SPRING foi possível identificar a hidrografia das áreas de estudo (polígono 1 e polígono 2) bem como quantificar as áreas de mata ciliar representado na Figura 6.

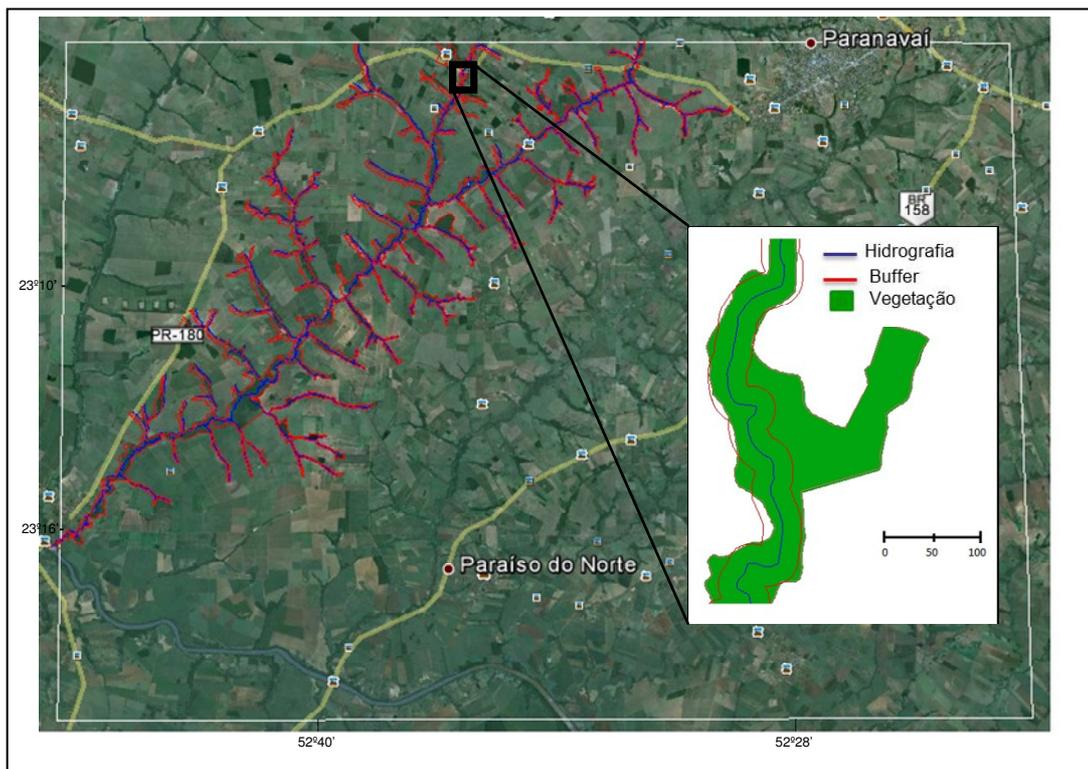


Figura 6. Polígono 1 mostrando o detalhe da plotagem da área de mata ciliar, a área mínima exigida pela lei 4771/65 de 30m e o eixo do rio.

O polígono 1 compreendeu a área total de 121.936,00ha, abrangendo em parte ou totalmente os ribeirões da Paixão, Paranavaí, Suruquá, Tamboara, Cedro e Jacutinga, todos tributários direto do Rio Ivaí. Já o polígono 2 abrangeu a área de 46.453,00ha tendo como principais corpos d'água os ribeirões Barbacena, Cimerê e Cambará (Figura 7).

Com os resultados obtidos na interpretação das imagens do satélite GeoEye disponível no programa Google Earth para o ano de 2010 foi possível quantificar áreas de mata ciliar conforme Figura 7 e Tabela 2.

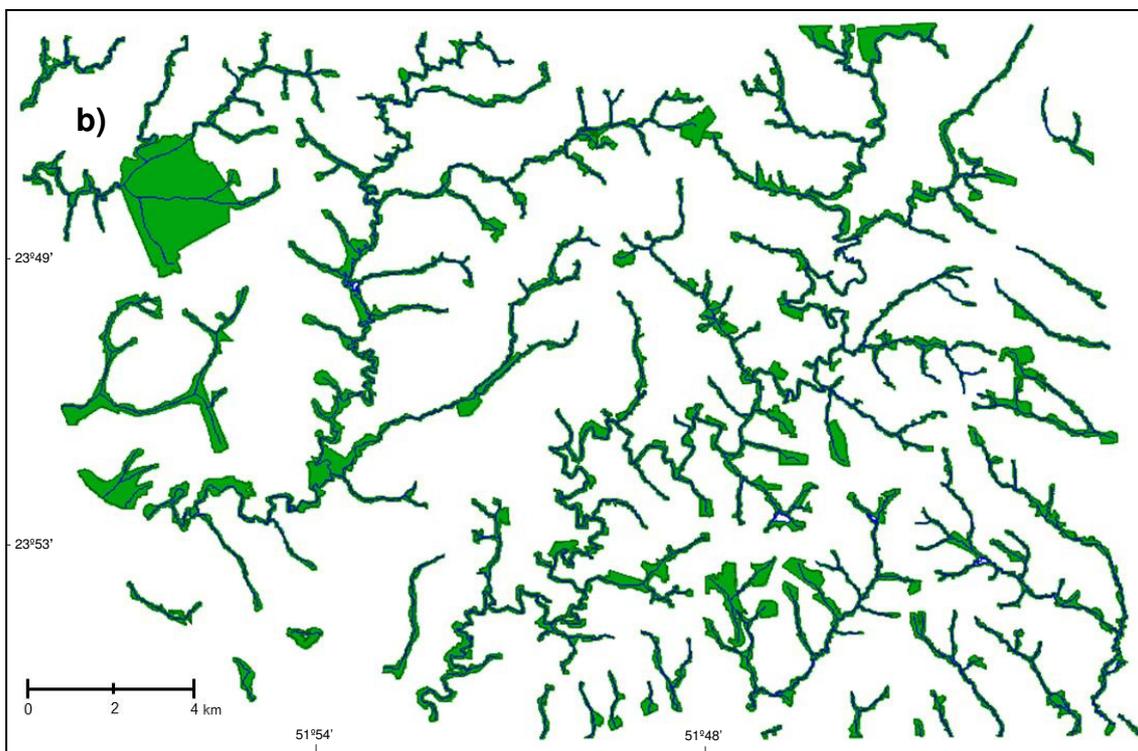
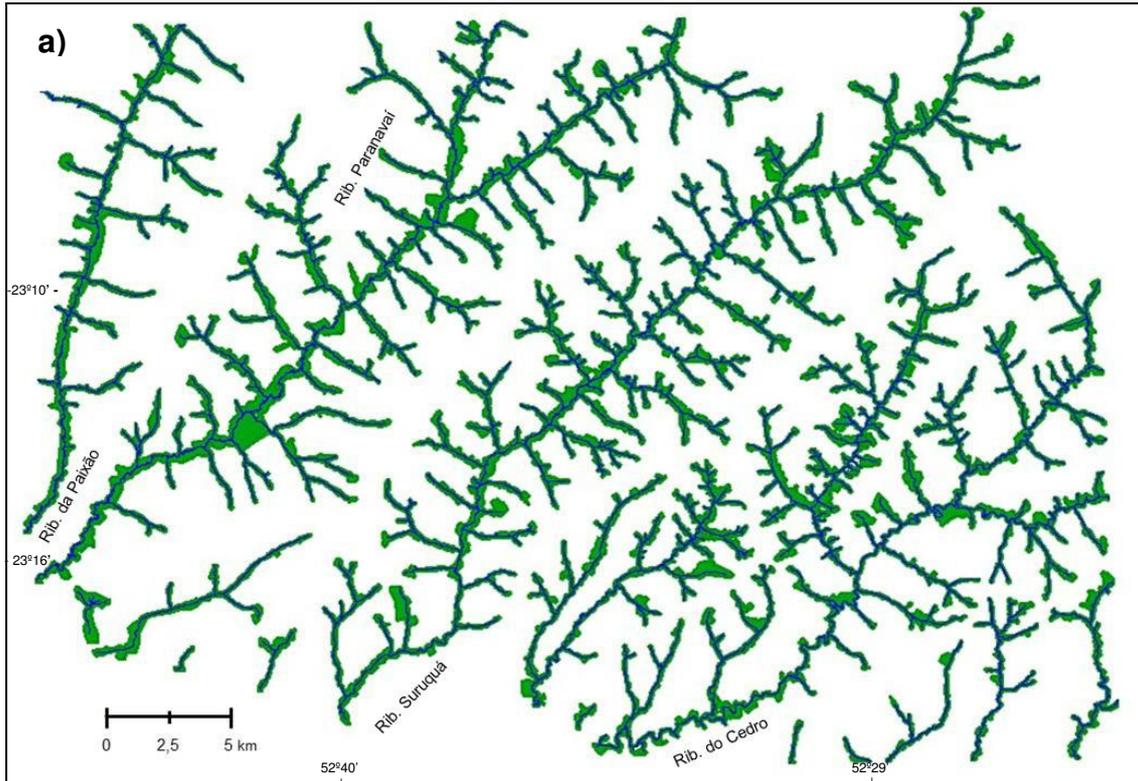


Figura 7. Mata ciliar no ano de 2010 nas áreas dos polígonos 1 (a) e 2 (b).

Tabela 2. Mata ciliar existente no ano de 2010, área compatível com APPs (tabulação cruzada) e déficit de vegetação registrada para os polígonos 1 e 2 - PR

| Polígono | Área do polígono (ha) | Área vegetação nativa (ha) | Área mínima exigida pela lei 4771/65 (ha) | Tabulação cruzada (vegetação nativa x área mínima exigida pela lei 4771/65 (ha) | Déficit de vegetação nativa (ha) |
|----------|-----------------------|----------------------------|---|---|----------------------------------|
| 1 | 121.936,00 | 12.718,79 | 5.401,86 | 5.138,22 | 263,64 |
| 2 | 46.453,00 | 4.964,69 | 2.576,95 | 2.267,20 | 309,75 |

O cruzamento dos dados matriciais da área mínima exigida pela lei 4771/65 com a área de vegetação nativa existente às margens dos corpos d'água dos polígonos, permitiu constatar que a vegetação das áreas compatíveis com APPs representa 95,12% (5.198,22ha) para o polígono 1 e 87,98% (2.267,00ha) para o polígono 2.

A situação das APPs registradas no presente estudo está mais próxima dos valores exigidos nos dispositivos legais do que os encontrados em outros estudos no Paraná. Sanquetta, Côrte & Santos (2005) estudaram a situação das APPs exigidas legalmente dentro do Estado do Paraná nas diferentes regiões fitogeográficas e registraram um percentual de déficit de floresta em APPs da ordem de 78,08%, indicando que somente 21,92% das APPs ao longo dos rios do Estado estariam em situação regular.

Muchailh (2010), em estudo realizado na região Centro-sul do Estado do Paraná em área da região da Floresta Ombrófila Mista, verificou que as áreas de APPs que margeiam os corpos d'água representavam apenas 14,84%.

No presente estudo, em uma avaliação estritamente legalista, os percentuais de áreas a serem recuperadas são 4,88 (263,64ha) e 12,02 (309,75ha) para os polígonos 1 e 2 respectivamente. Estas áreas deveriam estar cobertas por vegetação nativa e, portanto, foram desmatadas e utilizadas de forma ilegal.

O Código Florestal, Lei 4.771/65 (BRASIL, 1965) vigente à época do registro das imagens (2010), estabelecia que todos os corpos d'água naturais deveriam conter, no mínimo, uma faixa de vegetação nativa de 30 metros contados a partir das margens dos leitos dos rios.

Para a avaliação comparativa da situação da mata ciliar entre os anos de 1970 e 2010 foi selecionado o Ribeirão Paranavaí. Esse ribeirão apresenta o canal principal com 52,43km de extensão desde sua nascente até sua foz no Rio Ivaí. A área de estudo selecionada para a avaliação temporal abrange 37,23km do eixo principal do ribeirão a partir de sua foz. A malha hídrica desta área totalizou 237,49km de extensão.

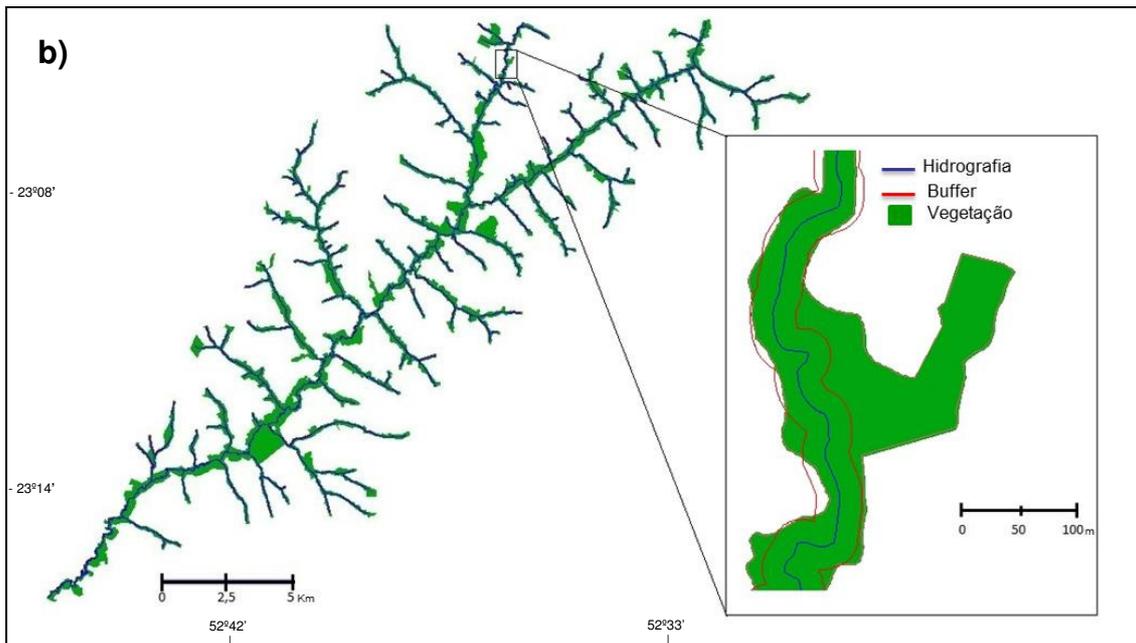
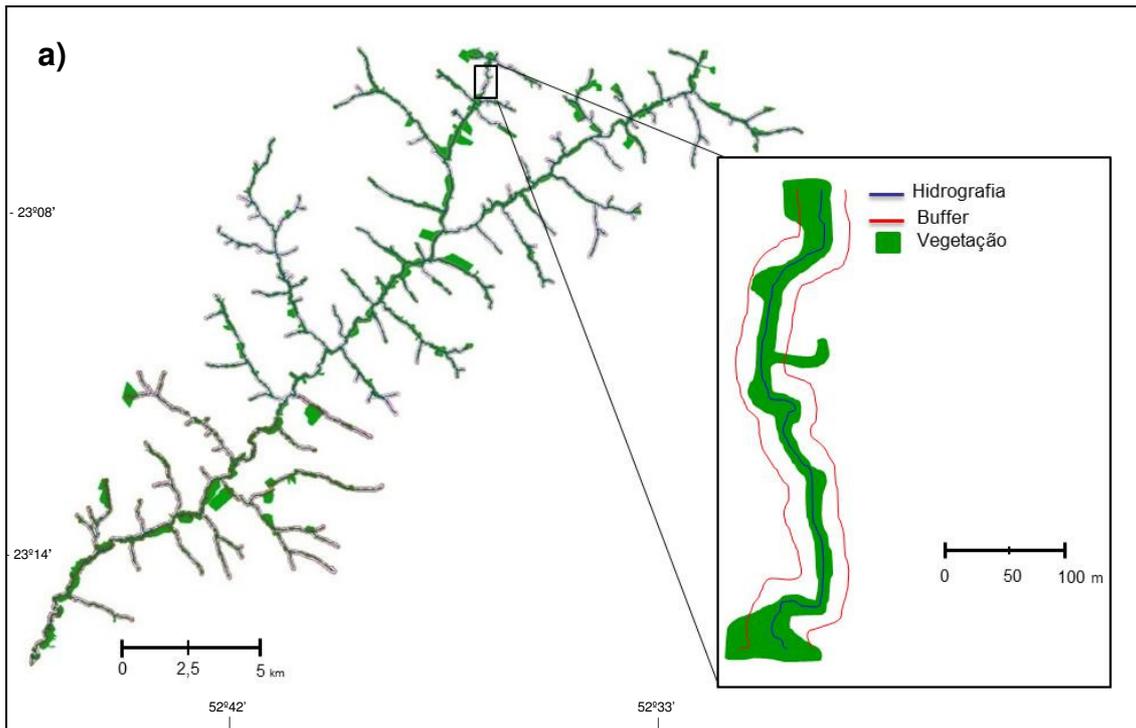


Figura 8. Mata ciliar do Ribeirão Paranaíba com detalhe da área mínima exigida pela lei 4771/65 de 30m referente à APP nos anos de 1970 (a) e 2010 (b).

Os resultados obtidos nesta avaliação estão sumarizados na Tabela 3.

Tabela 3. Mata ciliar existente nos anos de 1970 e 2010, área compatível com APPs (tabulação cruzada) e déficit de vegetação registrada para o Ribeirão Paranavaí - PR

| Ano | Área vegetação nativa (ha) | Área mínima exigida pela lei 4771/65 (ha) | Tabulação cruzada (vegetação nativa x área mínima exigida pela lei 4771/65) (ha) | Déficit de vegetação nativa (ha) |
|------|----------------------------|---|--|----------------------------------|
| 1970 | 908,53 | 1.388,23 | 664,99 | 723,24 |
| 2010 | 3.589,29 | 1.388,23 | 1.343,44 | 44,79 |

Como pode ser observado nos dados apresentados na Tabela 3, houve incremento substancial da mata ciliar entre 1970 e 2010, que praticamente quadruplicou.

Com o cruzamento das informações relativas à vegetação nativa existente *versus* a área mínima exigida pela lei 4771/65 (tabulação cruzada) foi possível observar que em 1970 apenas 48,90% (664,99ha) das APPs apresentavam-se com vegetação nativa protetora (mata ciliar). Em 2010 houve o acréscimo substancial da vegetação que atingiu patamar próximo às exigências legais vigentes naquele momento, 96,77% (1.343,44ha) da área de APP coberta por vegetação nativa.

Contrariamente ao que foi observado na área de estudo, outros autores registraram a redução da vegetação nativa. Bachega *et al.* (2009), realizaram avaliação multitemporal da cobertura do solo na região da Bacia do Rio Negro/MS e, no período analisado, anos de 1985 e 2007, constataram aumento das áreas antropizadas e significativa diminuição das áreas cobertas por vegetação natural. Cabral e Oliveira (2009), trabalhando em uma análise comparativa entre as vegetações dos anos de 1993 e 2007 na bacia hidrográfica do Ribeirão da Confusão, município de Rancharia – SP, constataram que no período analisado, foram suprimidos 357,81ha de mata nativa, o que corresponde a 13,57 % do que existia em 1993.

Campos (1999b) em estudo multitemporal nas áreas de mata ciliar de uma ilha do Rio Paraná na região de Porto Rico – PR registrou em 1952 que 100 % da ilha era coberta com vegetação nativa (93,92ha). A partir de então, observou-se um contínuo processo de destruição das florestas. Em 1965 reduziu para 47,91ha (42,13%), em 1970 para 26,78ha (23,94%), em 1980 para 18,28ha (17,00%) e, finalmente, em 1996 para 6,17ha, ou seja, remanesceu somente 5,89% da cobertura vegetal original.

Por outro lado, os valores encontrados no presente estudo são condizentes com os indicativos de aumento da cobertura florestal na Bacia do Rio Ivaí, registrados por Iparde (2007), sendo constatado que a área coberta com florestas em 1980 representava 6,41% da bacia e em 2002 esse percentual subiu para 7,62 (IPARDES, 2007).

O incremento de vegetação nativa ciliar registrada no Ribeirão Paranaíba (polígono 1) pode ter sido motivado pelo processo de conscientização dos proprietários rurais quanto à importância dessas áreas para a melhoria da qualidade ambiental local, por ações de incentivos dos programas governamentais para a restauração de matas ciliares, por exigências legais impostas aos proprietários rurais pelos agentes fiscais, ou todas motivações conjuntamente.

Esse esforço de restauração de APPs resultou no déficit de vegetação protetora ciliar de 51,10% existente em 1970 caiu para apenas 3,33% da área que deveria ser restaurada.

A Lei Federal nº 12.651 de 25/05/2012 que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e revogou o Código Florestal (Lei 4.771/65), introduziu algumas alterações de ordem legal, entre essas, o que está sendo conhecido por Área de Preservação Permanente Consolidada. APP Consolidada é definida como área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris (BRASIL, 2012).

Para essas áreas foi definida uma nova exigência para restauração das APPs, que leva em consideração o tamanho das propriedades em módulos fiscais, conforme demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1. Exigência para restauração de APPs Consolidadas

| Tamanho da propriedade em módulos fiscais | Necessidade mínima de restauração da APP Consolidada | |
|---|--|---------------------------------|
| | APP de rios com menos de 10m (m) | APP de rios com mais de 10m (m) |
| 0 a 1 | 5 | 5 |
| 1 a 2 | 8 | 8 |
| 2 a 4 | 15 | 15 |
| Acima de 4 | Metade da largura do curso d'água, observando o mínimo de 20m e o máximo de 100m | |

Por esta nova determinação legal, o percentual de 3,33 que precisariam ser restaurados considerando a legislação vigente à época do registro das imagens, não deverão necessariamente ser realizados, visto que essa faixa marginal das APPs a serem restauradas é dependente do tamanho da propriedade.

Apesar de todas estas implicações instituídas pela Lei Federal nº 12.651, o Ministério Público Federal, por meio da Procuradoria Geral da República, encaminhou três Ações Diretas de Inconstitucionalidade (ADIs) junto ao Supremo Tribunal Federal (STF). Essas ADIs questionam os dispositivos estabelecidos pela Lei 12.651/2012 e consideram

inconstitucional a forma como o novo Código Florestal trata as APPs, a redução de Reserva Legal, além da anistia para a degradação ambiental (MPF/PGR, 2013).

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A metodologia adotada no estudo mostrou-se adequada e apropriada para ser utilizada no processo de demarcação e monitoramento das áreas de mata ciliar.

Contrariamente à grande maioria dos estudos existentes sobre análise temporal de vegetação nativa, na área estudada (polígono 1) verificou-se incremento substancial da vegetação protetora da rede hídrica entre os anos estudados (1970 e 2010).

Com a vigência da nova legislação sobre a vegetação nativa, recomenda-se que haja o monitoramento das áreas de mata ciliar de forma a evitar que áreas em processo de recuperação sejam novamente degradadas e retrocedam aos índices críticos de 1% encontrados em épocas anteriores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, D.S. Recuperação ecológica de paisagens fragmentadas. Série Técnica IPEF, v.12, n.32, dez.1998. p.99-104
- ALVARENGA, A.P.; BOTELHO, S.A; PEREIRA, I.M. Avaliação da regeneração natural na recomposição de matas ciliares em nascentes na região sul de Minas Gerais. *Revista Cerne*, Lavras, v.12, n. 4, p. 360-372, 2006.
- ARAÚJO, M. M.; LONGHI, S. J.; BARROS, P. L. C.; BRNA, D. A. Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional Decidual Ripária, Cachoeira do Sul, RS, Brasil. *Scientia Florestalis*. n.66, Dez.2004 .p.128-141
- BACHEGA, C.C.F.; FILHO, A.C.P.; TIVIROLI, V.A.; MIRANDA, C.S.; ANACHE, J.A.A. Análise multitemporal da cobertura do solo na bacia do Rio Negro, MS. *Anais*, XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p.1253-1259.
- BARRETO, L. Efeitos da fragmentação da floresta na estrutura de comunidades de girinos (Amphibiam: Anura) na Amazônia Central. In: I Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, *Anais*, Vol.II, Trabalhos Técnicos, Curitiba. p 485-492. IAP/UNILIVRE/Rede Nacional Pró- Unidades de Conservação. Curitiba. 1997.
- BOIN, M. N. *Áreas de preservação permanente: uma visão prática. Manual prático da Promotoria de Justiça do Meio Ambiente*. São Paulo: Imprensa Oficial, 2005. 3ª edição.
- BRASIL. Lei Federal nº 4.771, de 15 setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal. Brasília, DF, 16 set. 1965.
- BRASIL. Lei Federal nº 7.803, de 18 de julho de 1989 (Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nºs 6.535, de 15 de junho de 1978 e 7.511, de 07 de julho de 1986).
- BRASIL. Lei Federal nº 9.985, de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC.
- BRASIL. A Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, DF, 25 de maio de 2012.
- CABRAL, G. F. P.; OLIVEIRA, L. P. B. *Uso de técnicas de sensoriamento remoto para elaboração de projeto de recuperação de mata ciliar*. Trabalho de conclusão (Graduação - Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista, 2009, 159p.
- CAMPOS, J. B. A pecuária e a degradação social e ambiental do Noroeste do Paraná. *Caderno da biodiversidade*, v. 1, n. 3, jul. 1999a, 1-3p.
- CAMPOS, J. B. Spatial and multi-temporal analysis of deforestation and quantification of the remnant forests on Porto Rico Island, Paraná, Brazil - *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 42, n. 1. 1999b, 91-100p.
- CAMPOS, J.B. & COSTA FILHO, L.V. Sistema ou conjunto de unidades de conservação? In: Campos, J.B.; Tossulino, M.G.P.; Müller, C.R.C. (Org.). *Unidades de Conservação Ações para Valorização da Biodiversidade*. Instituto Ambiental do Paraná, 2006. p. 17-24.

- CAMPOS, J.B. A fragmentação de ecossistemas, efeitos decorrentes e corredores de biodiversidade. In: Campos, J.B.; Tossulino, M.G.P.; Müller, C.R.C. (Org.). *Unidades de Conservação Ações para Valorização da Biodiversidade*. Instituto Ambiental do Paraná. 2006. p. 165-173.
- CARPANEZZI, O.T.B., WOEHL, J.H.; MUCHAILH, M. C. Sistema de Manutenção, Recuperação e Proteção da Reserva Legal e Áreas de Preservação Permanente (SISLEG): seu papel na conservação da natureza. In: Campos, J.B.; Tossulino, M.G.P.; Müller, C.R.C. (Org.). *Unidades de Conservação Ações para Valorização da Biodiversidade*. Instituto Ambiental do Paraná Pp.193-201. 2006.
- CARVALHO, M. S.; PINA, M. F.; SANTOS, S. M. *Conceitos básicos de sistemas de informações geográficas aplicados à saúde*. Brasília: Organização Panamericana de Saúde/Ministério da Saúde, 2000, 124 p.
- CDB – Convenção sobre Diversidade Biológica. Metas de Aichi.
- CHAVES, M. M. F. Reflorestamentos Mistos com Essências Nativas para Recomposição de Matas Ciliares. *Boletim Agropecuário*. Lavras: UFLA, 1999.
- DAVIDE, A. C.; FERREIRA, R. A.; FARIA, J. M. R.; BOTELHO, S. A. Restauração de mata ciliar. *Informe agropecuário*. Belo Horizonte, v. n 207, p. 15-20 nov./dez., 2000.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, Rio de Janeiro - RJ 2009. 412p.
- ESTRATÉGIA global da biodiversidade. World Resources Institute, The World Conservation Union, United Nation Environment Programme. Sem local de publicação. 1992.
- FERREIRA, I. V., PRATES, A. P. L., KARAM, K. F., COELHO, B. H.S.. Mosaicos de unidades de conservação no Brasil: os casos de Santa Catarina, Rio de Janeiro e São Paulo – Paraná. In: IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. *Anais*, Trabalhos Técnicos, Curitiba. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. 2004. p 187-197.
- FERREIRA, L.G.; FERREIRA, N.C.; FERREIRA, M.E. Sensoriamento remoto da vegetação: evolução e estado da arte. *Acta Scientiarum*. Maringá, v. 30, n. 4, p. 379-390, 2008
- FRANCO, J.G.O. *Direito Ambiental: Matas Ciliares: conteúdo jurídico e biodiversidade*. Curitiba: Juruá, 2005. 192p.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE. *Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados do domínio da mata atlântica no período de 1985 - 1990*. São Paulo: INPE. 1992/93. 20 p.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE/ISA. *Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados do domínio da Mata Atlântica no período de 1990 - 1995*. São Paulo, INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espacial, ISA– Instituto Sócio Ambiental. 1998. p.35-37.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. *Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica e ecossistemas associados no período de 1995-2000*. São Paulo: INPE, 2001.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. *Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica, período de 2000 a 2005*. São Paulo: INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2008.

- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica, período de 2005 a 2010. São Paulo: INPE, 2010
- GASPARETTO, N.V.L. SOUZA, M.L. Contexto geológico-geotécnico da formação Caiuá no Terceiro Planalto Paranaense – PR. In: Encontro Geotécnico do Terceiro Planalto Paranaense, 1., Maringá, 2003. *Anais*, Maringá, ENGEOPAR, 2003. p.53-65.
- GIMENEZ FILHO, A.; PIRES NETO, A. G.; RICCOMINI, C.; *et al.* Mapeamento geológico do bloco SF-22-T (ACS-73). São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1981. 69 p. (Relatório n. 14845).
- GIOTTO, E. Aplicabilidade de Imagens RBV do LANDSAT 3 em levantamento do uso da terra no município de Tapera - RS. 1981, 66p. *Dissertação* (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- GUBERT-FILHO, F. A. O desflorestamento do Estado do Paraná em um século. In: Conferência del mercosur sobre medio ambiente e aspectos transfronteirizos, 2., 1993, Posadas, Argentina. *Anales*, Posadas, Argentina: 1993. p.61-69.
- HERMANN, B.C.; RODRIGUES, E.; LIMA, A. A paisagem como condicionadora de bordas de fragmentos florestais. *Floresta*. Curitiba. 35 (1):14-22, 2005.
- IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. *Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná*. Londrina, 1994. 49p.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. Rio de Janeiro, IBGE. (Série Manuais Técnicos em Geociências, 1). 1992. 92p.
- IPARDES. *Diagnóstico para a implantação de políticas para o setor florestal no Paraná*. Curitiba - PR : Fundação IparDES, 1992. 48p.
- IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. *Indicadores ambientais por bacias hidrográficas do Estado do Paraná*. Curitiba, IparDES, 2007. 98p.
- ITCG – Instituto de Terras, Cartografias e Geociências. Solos do Estado do Paraná. Mapa. Curitiba, 2008.
- IUCN – WORLD CONSERVATION UNION. *Estratégia Mundial para a Conservação da Natureza*. Gland, 1990.
- JABUR, J. C.; SANTOS, M. L. Revisão estratigráfica da formação Caiuá. *Boletim de Geografia*, Maringá, v.2, n.2, 1984. p.91-106.
- JACOBS, G.A. Evolução dos remanescentes florestais e áreas protegidas no Estado do Paraná. *Cadernos de Biodiversidade*. Instituto Ambiental do Paraná-IAP/DIBAP. Curitiba. 2(1)73-81, 1999.
- KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A.; CARPANEZZI, A. A. Implantação de matas ciliares: estratégias para auxiliar a sucessão secundária. In: Simpósio sobre Mata Ciliar, 1989, São Paulo. *Anais*, Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 130-143.
- KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Resultados do programa de restauração com espécies arbóreas nativas do convênio Esalq/USP e Cesp. In: GALVÃO, A. P; PORFÍRIO DA SILVA, V. (Ed.). *Restauração florestal: fundamentos e estudo de casos*. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 139 p.

- LEITE, P.F. & KLEIN, R.M. Vegetação. In: *Geografia do Brasil - Região Sul*. Rio de Janeiro, IBGE. Vol. 2, 419p. 1990.
- MAACK, R. *Geografia Física do Estado do Paraná*. BRDE/ IBPT/ UFPR, Editora Max Roesner, Curitiba, 350 p. 1968.
- MACEDO, R. K. A Importância da avaliação ambiental. In: Tauk, S. M. (Org.). *Análise ambiental: uma visão multidisciplinar*. São Paulo. Unesp, 1995.
- MACHADO, R.B.; RAMOS NETO, M.B.; HARRIS, M.B.; LOURIVAL, R.; SOUZA AGUIAR, L.M. Análise de lacunas de proteção da biodiversidade no Cerrado-Brasil. In: IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, *Anais*, Vol.II, Seminários, Curitiba. Pp. 29-38. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza: Rede Nacional Pró Unidades de Conservação. 2004.
- MARTINS, S. V. Recuperação de matas ciliares. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. Fonte resumida.
- METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica*. 2001
- MIKICH, S. B.; BERNILS, R. S. *Livro vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná*. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 2004. 764p.
- MINEROPAR. Atlas Geológico do Estado do Paraná. Minerais do Paraná, Curitiba. 2001. 125p. CD ROM.
- MPF / PGR (2013) – Ministério Público Federal / Procuradoria Geral da República. Ações Diretas de Inconstitucionalidade (ADIs) nº. 4.901, 4.902 e 4.903 de 18/01/2013.
- MORAES, J. F. L; VALERIANO, M. M.; TAVARES, A. C. F.; PECHE Fº. A.; CARNEIRO, A.; SCARABELLO Fº, S. Técnicas de Geoprocessamento na Definição de Diretrizes de Políticas Públicas para Fins de Planejamento Agro-ambiental. In: *Anais*, SBSR – Simpósio Brasileiro sobre Sensoriamento Remoto X, Foz do Iguaçu, 2001. p. 947-953.
- MOREIRA, M. A. Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação. 3. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2005. 320 p.
- MUCHAILH, M.C.; TUSSOLINO M.G.P. Proposta de Recategorização de Unidades de Conservação do Estado do Paraná. Curitiba. *Monografia* (Especialização em Conservação da Biodiversidade) – Faculdades Integradas Espírita, 2003. 87p.
- OLIFIERS N.; CERQUEIRA, R. Fragmentação de habitat: efeitos históricos e ecológicos. In: *Biologia da Conservação Essências*. Rio de Janeiro. Editora RIMA, 2006. p.262-279.
- PALONE, R. S.; TODD, A. H. *Chesapeake Bay Riparian Handbook: a guide for establishing and maintaining riparian forest buffers*. USDA Forest Service, NA-TP-02-97. Radnor-PA, 1997.
- PARANÁ – Secretaria do Estado do Meio Ambiente. Lista Vermelha de Plantas Ameaçadas de Extinção no Estado do Paraná. SEMA, Curitiba, 1995. 105p.
- PARANÁ. Decreto Estadual nº 387 de 02 de março de 1999 (Institui o Sistema de Manutenção, Recuperação e Proteção da Reserva Florestal Legal e Áreas de Preservação Permanente – SISLEG, no Estado do Paraná).
- PARANÁ. Decreto Estadual nº 4381 24 de Abril de 2012 (Institui o Programa Bioclima Paraná).

- PIRES, A. S.; FERNANDEZ, F.A .S.; BARROS C.S. Vivendo em um mundo em pedaços: efeitos da fragmentação florestal sobre comunidades e populações animais. In: *Biologia da Conservação Essências*. Rio de Janeiro. Editora RIMA, 2006. p.231-260.
- PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. *Biologia da Conservação*. Londrina, 2001. 328p.
- RAINIERI V. E. L.; SOUZA M. P. As reservas legais no contexto das estratégias para conservação da natureza em terras privadas: aspectos legais e interesses envolvidos. In: III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. *Anais*, Fortaleza: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza: Associação Caatinga ,2002. p.763-773.
- ROCHA, C. C.; BARROS SILVA, A.; NOLASCO, M.C.; FRANCA-ROCHA, W. Modelagem de Corredores Ecológicos em ecossistemas fragmentados utilizando Processamento Digital de Imagens e Sistemas de Informações Georreferenciadas. *Anais*, XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 3065-3072, 2007.
- RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI Y. S.; HATSCHBACH G. G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. In: *Ciência & Ambiente*, Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, v.1, n1, 2003. p.75-92.
- RODRIGUES, E. Efeito de bordas em fragmentos de floresta. *Cadernos de Biodiversidade*. v.1, n.2, p.1-6, 1998.
- RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. de F. (Ed.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, 2000. p. 235-247.
- ROSA, M.C. Processo de ocupação e situação atual. In: Vazzoler, A.E.A.M.; Agostinho, A.A.; Hahn, N.S. (Eds.) *A planície de inundação do alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: EDUEM: Nupélia, 1997. p. 371-394.
- SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; SANTOS, M. N. Estado quanti-qualitativo das áreas de preservação permanente ao longo dos rios no Estado do Paraná, Brasil. In: Simpósio sobre o bioma mata atlântica, 1., 2005, Viçosa. *Anais*, Viçosa - MG, 2005.
- SENTINELO, G. Reserva Legal: bem de interesse comum a todos habitantes do País. In: Campos, J.B., Tossulino, M.G.P., Müller, C.R.C. Unidades de Conservação – ações para valorização da biodiversidade. Curitiba, 2006. p. 174 – 186
- SILVA, A.B. *Sistemas de Informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos*. Campinas, SP: Ed. Unicamp, 1999. 235p.
- SPVS - SOCIEDADE DE PESQUISA EM VIDA SELVAGEM E EDUCAÇÃO AMBIENTAL. *Manual para recuperação da reserva florestal legal*. Curitiba, FNMA – Fundo Nacional do Meio Ambiente. 1996. 84p.
- TOREZAN, J.M.D. Conservação de habitats fragmentados: o urgente e o oportuno. In: *Unidades de Conservação; atualidades e tendências 2007*. Curitiba. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. Foz do Iguaçu. 2007. p. 68-76.
- VIANA, V.M; PINHEIRO, L.A.F.V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. *Série Técnica IPEF*, v.12, n.32, dezembro de 1998. p.25-42
- WESTERN, D. Human-modified ecosystems and future of evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v.98, n.10, p.5471-5476. 2001.

WRI - WORLD RESORUCES INSTITUTE. *A guide to world resources 2000-2001:people and ecosystems: the frayi*