

UNIVERSIDADE FEDERAL TECNOLÓGICA DO PARANÁ  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

KAREN GUDIM SKAU DE MIRANDA

**ELABORAÇÃO DE CORREDOR ECOLÓGICO NO OESTE DO PARANÁ:  
RESERVA NATURAL SALTO CHOPIM – PARQUE ESTADUAL DO GUARANI**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS  
2017

KAREN GUDIM SKAU DE MIRANDA

**ELABORAÇÃO DE CORREDOR ECOLÓGICO NO OESTE DO PARANÁ:  
RESERVA NATURAL SALTO CHOPIM – PARQUE ESTADUAL DO GUARANI**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia Florestal da Universidade Federal Tecnológica do Paraná - UTFPR, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira Florestal.

Orientadora: Profa. Dra. Fabiani das Dores Abati Miranda

DOIS VIZINHOS - PR

2017



---

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **ELABORAÇÃO DE CORREDOR ECOLÓGICO NO OESTE DO PARANÁ: RESERVA NATURAL SALTO CHOPIM – PARQUE ESTADUAL DO GUARANI**

por

**KAREN GUDIM SKAU DE MIRANDA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 04/12/2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal. O(a) candidato(a) foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Profa. Dra. Fabiani das Dores Abati Miranda  
Orientador(a)

---

Prof. Dr. Fernando Campanha Bechara  
Membro titular (UTFPR)

---

Prof. Dr. Raoni Wainer Duarte Bosquilha  
Membro titular (UTFPR)

---

Engenheiro Florestal Rodrigo Grandó  
Membro titular (UTFPR)

## **AGRADECIMENTOS**

Dedico este trabalho a minha família por nunca terem desistido de mim e nem dos meus sonhos. Especialmente a minha mãe por seu cuidado e dedicação que me deram a esperança para sempre seguir.

Aos meus amigos da UTFPR que dividiram essa longa e difícil jornada junto comigo e os quais eu levarei para sempre em meu coração.

Aos meus professores, em especial a minha orientadora, minha mais profunda gratidão por toda a paciência, dedicação e correções em seu pouco tempo disponível.

À minha amada família Soka e ao meu mestre da vida, Daisaku Ikeda, pois eu não sei o que seria da minha vida sem vocês.

## RESUMO

Os corredores ecológicos são importantes não só para a conectividade entre fragmentos florestais, mas também para a transmissão e manutenção do material gênico das espécies. No Paraná há diversas ilhas de biodiversidade, que sem ser interligadas correm o risco de serem extintas. Tanto o Parque Estadual do Guarani, quanto a região do Rio Iguaçu são de extrema relevância para a biodiversidade do sudoeste paranaense e um dos grandes problemas enfrentados para a preservação desses fragmentos. O Sistema de Informações Geográficas (SIG) é uma importante ferramenta facilitadora para a rápida e eficiente aquisição de dados acerca das características e condições em que se encontram os fragmentos, tais como, nível de preservação, distância entre as áreas de interesse e uso e ocupação do solo, diminuindo custos e chegando facilmente aos locais mais remotos. O presente trabalho teve como objetivo utilizar ferramentas de Geoprocessamento para verificar a conectividade entre a Reserva Natural (RN) Salto Chopim e o Parque Estadual do Guarani. Constatou-se que as técnicas de geoprocessamento são eficientes ferramentas para a criação dos corredores ecológicos e, ainda, pode servir de suporte no desenvolvimento de políticas públicas que buscam garantir a sustentabilidade destas unidades de conservação e suas conexões, demonstrando que a área de conectividade entre as duas Unidades de Conservação encontra-se em uma área predominantemente agrícola aonde não estão sendo cumpridas as leis de APP's para matas ciliares.

Palavras-chave: corredor ecológico, biodiversidade, SIG

## **ABSTRACT**

Ecological corridors are important not only for the connectivity of forest fragments, but also for the transmission and maintenance of the genetic material of the species. In Paraná there are several islands of biodiversity, which without being interconnected run the risk of extinction. Both the Guarani State Park and the Iguazu River basin are of extreme relevance to the biodiversity of southwestern Paraná, and one of the major problems faced in preserving these fragments is the lack of data about these sites. The Geographic Information System (GIS) is an important facilitating tool for the fast and efficient acquisition of this data, reducing costs and easily reaching the most remote locations. The present work aimed to use geoprocessing tools to verify the possibility of creating an ecological corridor linking the Guarani State Park, the RN Salto do Chopim and the Araupel reforestation area. It was verified that the techniques of geoprocessing are important tools for the creation of ecological corridors and can also be used as support in the development of public policies that seek to guarantee the sustainability of these conservation units and their connections.

Key words: ecological corridors, biodiversity, GIS

## SUMÁRIO

1.1.	OBJETIVO.....	09
1.1.1.	Objetivos Gerais. ....	09
1.1.2.	Objetivos Específicos.....	09
1.2	JUSTIFICATIVA	
	.....	09
<b>2.</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>12</b>
2.1.	CORREDORES ECOLÓGICO .....	12
2.1.1.	Determinação de Corredores Ecológicos.....	15
2.2	GEOPROCESSAMENTO.....	16
2.2.1	Sensoriamento Remoto.....	17
2.2.2	SIG.....	20
2.3.	APLICAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO NO ESTUDO DA ANÁLISE DE PAISAGEM.....	21
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>24</b>
3.1	ÁREA DE ESTUDO .....	24
3.2	TRATAMENTO DE IMAGEM.....	25
3.3	ELABORAÇÃO DE MAPAS.....	26
3.3.1	Mapa de Uso e Ocupação de Solos.....	26
3.3.2	Mapa das APP's .....	27
3.3.3	Mapa de Corredores Ecológicos.....	28
<b>4</b>	<b>RESULTADO E DISCUSSÃO.....</b>	<b>29</b>
4.1.	Mapa de Uso e Ocupação do Solo.....	29
4.2.	Mapa das APP's.....	29
4.3.	Mapa do Corredor Ecológico.....	33
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>38</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>40</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil, é reconhecido como um dos um dos mais importantes repositórios da diversidade biológica mundial. Entretanto, dados divulgados pelo INPE (2014) apontam que após dois anos do novo Código Florestal, a taxa de desmatamento nas áreas de Mata Atlântica aumentou 9% quando comparado ao período anterior.

De acordo com o Instituto Estadual de Florestas – MG (2016), a proteção legal de áreas naturais, através da criação de Unidades de Conservação (UC) é considerada uma estratégia eficaz para garantir a manutenção dos recursos naturais a longo prazo. As UC's são consideradas vitais para qualquer estratégia de conservação da biodiversidade, funcionando como refúgios para espécies que não poderiam sobreviver em paisagens alteradas. Além disso, são nessas áreas onde os processos ecológicos podem ocorrer longe de intervenções antrópicas que se possibilita a manutenção de serviços ambientais indispensáveis ao homem, assim contribuindo para a preservação de suas características histórico-culturais.

As estratégias tradicionais para conservação da biodiversidade se enfatizam na criação de áreas protegidas intactas, livres das intervenções humanas. Enquanto estas áreas possuem um enorme potencial de conservação, a conservação de biodiversidade à longo prazo requer o desenvolvimento de abordagem que inclua o manejo de zonas tampão e de corredores biológicos (AYRES, 2005).

Umas das maiores dificuldades enfrentadas pelos parques e reservas do Brasil é seu crescente isolamento de outras áreas naturais, protegidas ou não, já que a conservação da biodiversidade requer não somente a preservação em nível de espécies, mas também a diversidade genética contida em diferentes populações, sendo essencial proteger múltiplas populações de uma mesma espécie (metapopulações) (AYRES, 2005). Além disso, é importante frisar que populações isoladas se tornam mais vulneráveis, sendo mais suscetíveis à extinção local, regional ou mesmo à extinção completa.



Está cada vez mais claro que medidas de gestão que tratam unidades de conservação como ilhas isoladas estão fadadas ao fracasso. A Fundação SOS Mata Atlântica (2014), considera os corredores ecológicos como uma das principais estratégias de conservação da biodiversidade atualmente em conjunto com o estabelecimento de unidades de conservação, sendo seu principal objetivo reduzir a fragmentação e o isolamento entre os fragmentos remanescentes florestais, aumentando a conectividade entre eles e favorecendo o deslocamento da fauna e a dispersão de sementes, melhorando o fluxo genético entre diferentes populações.

Os governos federais e estaduais, juntamente com o Ministério do Meio Ambiente vêm criando muitos programas de incentivos à formação de corredores ecológicos (ou corredores de biodiversidade), principalmente em áreas prioritárias de conservação, entretanto, tão importante quanto a criação da iniciativa e da formação do corredor ecológico é o seu monitoramento para verificar se a preservação está realmente ocorrendo.

No decorrer das últimas quatro décadas o nosso planeta começou a ser olhado e vistoriado por sensores imageadores que, praticamente, capturam tudo que está presente na superfície terrestre ou que nela está se modificando. E isso está sendo feito com o explícito objetivo de se obter imagens periódicas que possibilitem o monitoramento do meio ambiente numa escala global e a obtenção de melhores informações acerca dos recursos naturais renováveis e não renováveis (MENESES E ALMEIDA, 2012).

Assim sendo, o uso de Sensoriamento Remoto no monitoramento dos corredores ecológicos é uma ferramenta muito promissora, uma vez que corredores ecológicos abrangem extensas áreas, que nem sempre possuem acesso fácil. Diante disso, a utilização de imagens pode facilitar, agilizar e tornar o processo economicamente mais viável, já que não há necessidade de ir até o local para fazer análises e obter dados para auxiliar numa possível tomada de decisão.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo Geral

Analisar a estrutura da paisagem do entorno do Parque estadual do Guarani e da Reserva Natural (RN) Salto Chopim (propriedade da MASP energias renováveis), através de ferramentas de geoprocessamento para avaliar a possibilidade da criação de um corredor ecológico que estabeleça a conectividade entre esses dois importantes remanescentes florestais.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar o uso e cobertura do solo por meio de técnicas de Sensoriamento Remoto;
- Avaliar o cumprimento da legislação quanto as áreas de APP e zonas prioritárias de conservação;
- Avaliar a conectividade entre a RN Salto do Chopim e o Parque Estadual do Guarani;
- Apresentar o mapa do corredor ecológico entre a RN Salto do Chopim ao Parque Estadual do Guarani.

## 1.2. JUSTIFICATIVA

Devido à expansão humana desordenada ocorreu um aumento de áreas degradadas, isso fez com que transcorresse a fragmentação de florestas e perda da conectividade de diversos habitats, tornando os corredores ecológicos em ótimas soluções para conservação e recuperação desses locais (UMEDA *et al.*, 2015).

A cobertura florestal do Paraná por sua alta fragmentação é considerada como um mosaico, uma vez que a paisagem hoje tem o predomínio da agricultura no uso do solo, pela falta de conectividade isolando espécies da fauna e da flora nessas ilhas de vegetação nativa, resultando no empobrecimento e alteração das florestas, além da perda genética que com o tempo podem ser os fatores culminantes na extinção de espécies (IAP, 2017).

O sudoeste do Paraná possui áreas prioritárias de conservação pela passagem dos Rios Guarani e Iguaçu, sendo assim, as informações sobre as áreas remanescentes entre o Parque Estadual do Guarani e a RN Salto Chopim, ambas localizadas dentro de áreas prioritárias de conservação, tornam-se ainda mais relevantes para que sejam estudadas maneiras de conectá-las através de corredores ecológicos.

Salienta-se, também, que a análise das imagens aéreas e a criação de mapas sobre as métricas de paisagem desta região poderão contribuir para melhorias dos projetos já existentes, incentivos para futuros estudos e pesquisas detalhadas sobre a conservação e exploração da paisagem.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. CORREDORES ECOLÓGICOS

O termo biodiversidade - ou diversidade biológica - descreve a riqueza e a variedade do mundo natural. As plantas, os animais e os microrganismos fornecem alimentos, remédios e boa parte da matéria-prima industrial consumida pelo ser humano (WWF BRASIL, 2016).

A poluição, o uso excessivo dos recursos naturais, a expansão da fronteira agrícola em detrimento dos habitats naturais, a expansão urbana e industrial, tudo isso está levando muitas espécies vegetais e animais à extinção. A cada ano, aproximadamente 17 milhões de hectares de floresta tropical são desmatados. As estimativas sugerem que, se isso continuar, entre 5% e 10% das espécies que habitam as florestas tropicais poderão estarem extintas dentro dos próximos 30 anos (WWF BRASIL, 2016).

A fragmentação florestal introduz uma série de novos fatores na história evolutiva de populações naturais de plantas e animais. Essas mudanças afetam de forma diferenciada os parâmetros demográficos de mortalidade e natalidade de diferentes espécies e, portanto, a estrutura e dinâmica de ecossistemas (IPEF, 1998).

A conservação da Natureza está sempre confrontada com duas questões-chave: *onde* a conservação é prioritária; e *como* viabilizar essa conservação em longo prazo. A resposta a estas questões necessita de definições claras dos alvos da conservação: trata-se de espécies, comunidades ou processos ecológicos, tais como os mecanismos de estabilização ou de adaptação (METZGER E CASSATTI, 2006)

De acordo com o Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF, 1998), a recuperação de fragmentos florestais contribui para o aumento do potencial destes como ilhas de biodiversidade. Quando interligados através de corredores ecológicos,

amplia-se a colonização de animais e plantas das áreas degradadas. Estes corredores devem ser planejados de modo que atraiam, principalmente, os dispersores da biodiversidade, notadamente animais (especialmente pássaros, mamíferos, insetos e anfíbios).

O corredor ecológico é um elemento para manter e/ou restabelecer a conectividade em uma paisagem, que de acordo com Hobbs (1992), são faixas de vegetação ou habitat nativo conectando remanescentes isolados. O conceito de corredores de biodiversidade surgiu durante os anos 90, em meio à debates na comunidade científica. Ele foi considerado como uma das principais estratégias a utilizar na conservação da biodiversidade. No Brasil, o conceito foi incorporado à legislação em 1993, Decreto nº 750, já revogado, que dispunha sobre “o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica”.

Hoje, os corredores ecológicos são regulamentados pela Lei 9985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, e seu Decreto 4340/2002.

XIX - corredores ecológicos: porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua

Art. 38. A ação ou omissão das pessoas físicas ou jurídicas que importem inobservância aos preceitos desta Lei e a seus regulamentos ou resultem em dano à flora, à fauna e aos demais atributos naturais das unidades de conservação, bem como às suas instalações e às zonas de amortecimento e corredores ecológicos, sujeitam os infratores às sanções previstas em lei.

Os corredores ecológicos podem ser uma sequência linear (ou alongada) de elementos da paisagem, diferentes das unidades adjacentes (HOBBS, 1992). Em termos de função, de acordo com Rocha *et al.* (2006), os corredores atuam aumentando a permeabilidade, favorecendo a movimentação e a recolonização, diminuindo o risco de extinções e aumentando a probabilidade de sobrevivência das metapopulações.

Segundo o CONAMA (2000), corredores ecológicos são porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de

populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais.

O papel que os corredores desempenham deriva de seis funções ecológicas básicas: habitats, canais, filtros, barreiras, fontes e ralos (HESS e FISCHER, 2001). Ainda de acordo com Hess e Fischer (2001), um corredor canal serve para que os organismos se desloquem através dele de um ponto a outro e se ele também apresentar condições adequadas para a sua sobrevivência, ele também servirá de habitat. A função de filtro está relacionada a sua permeabilidade e de barreira à ausência dela para diferentes organismos. Por último, as funções de fonte e ralo referem-se a um sentido demográfico, sendo fonte quando a reprodução excede a mortalidade e ralo quando a mortalidade excede a reprodução.

As regras de utilização e ocupação dos corredores e seu planejamento são determinadas no plano de manejo da Unidade de Conservação (UC) à qual estiver associado, incluindo medidas com o fim de promover sua integração à vida econômica e social das comunidades vizinhas. De acordo com o MMA (2016), as UC englobam mosaicos e corredores ecológicos, espaços considerados essenciais, do ponto de vista econômico, por conservarem a sócio biodiversidade, além de serem provedores de serviços ambientais e geradores de oportunidades de negócios.

Essas áreas possuem ecossistemas florestais biologicamente prioritários e viáveis para a conservação da biodiversidade na Amazônia e na Mata Atlântica, compostos por conjuntos de unidades de conservação, terras indígenas e áreas de interstício. Sua função é a efetiva proteção da natureza, reduzindo ou prevenindo a fragmentação de florestas existentes, por meio da conexão entre diferentes modalidades de áreas protegidas e outros espaços com diferentes usos do solo (MMA, 2016).

Sendo assim, segundo o Ministério do Meio Ambiente (2016), a criação e manutenção dos corredores ecológicos possibilitam o fluxo genético e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies, a recolonização de áreas degradadas, e ainda a manutenção de populações que demandam de áreas com extensão maior do que aquelas das unidades individuais para a sua sobrevivência.

O atual sistema público de unidades de conservação, que inclui aquelas unidades sob jurisdição federal e estadual, totaliza 362 áreas na Amazônia brasileira e

na Mata Atlântica, abrangendo cerca de 50 milhões de hectares. Apesar da significância do sistema existente, a maior parte das áreas carece de proteção apropriada, uma situação fundiária segura e planos de manejos adequados, além de pessoal local treinado e infraestrutura operacional adequada (AYRES et al., 2005).

É necessário ressaltar que apenas o manejo de corredores ecológicos não é suficiente para conservação das espécies, sendo necessário que este seja aliado a uma rede de áreas protegidas, sendo corredor ecológico uma importante ferramenta de gestão territorial.

Entretanto, levando-se em consideração as grandes extensões trabalhadas, torna-se imprescindível a utilização de geotecnologias, sendo considerada por alguns autores como uma ferramenta chave para a concepção e planejamento de corredores ecológicos.

#### 2.1.1. Determinação de Corredores Ecológicos

A adoção da estratégia de estabelecimento dos corredores deve ser vista como uma alternativa de conservação, dentro de um conjunto de medidas definidas e planejadas para o gerenciamento dos recursos naturais, em que as influências externas aos fragmentos estejam contempladas. Uma vez que, a maioria dos impactos nos fragmentos originam-se das áreas vizinhas, como centros urbanos, rodovias, áreas agrícolas entre outras, deve-se evoluir da visão tradicional de manejo de áreas protegidas para uma outra que contemple o manejo integrado da paisagem (SAUNDERS et al., 1991).

Há a necessidade de se ressaltar que o manejo dos corredores ecológicos não consiste de uma medida suficiente para a conservação das espécies (fauna e flora), tendo necessidade de uma abordagem que alie corredores a uma rede regional de áreas protegidas (MARTINS et al., 1998).

Para a definição dessas áreas foram sugeridos os seguintes critérios: tamanho e proximidade dos fragmentos florestais, existência de Unidades de Conservação,

situação dos recursos hídricos e existência de instituições organizadas e de projetos de desenvolvimento sustentável em andamento (MMA, 2007).

Para aperfeiçoar a função de um corredor ecológico, este deve interligar fragmentos com importância relativa no contexto paisagístico e ecológico de uma região. Deve-se observar a não existência de barreiras intransponíveis, ou seja, não foram definidos critérios de exclusão e há a possibilidade de os corredores cruzarem áreas não apropriadas como estradas ou solo exposto (ATLOE et.al., 2005).

O planejamento de corredores ecológicos requer a análise e integração de vários fatores, cujo processo, aplicado a um conjunto de dados, pode ser realizado por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), georreferenciando-se as informações a serem criadas (SZMUCHROWSK *et al.*, 2001).

## 2.2 GEOPROCESSAMENTO

Geoprocessamento, de acordo com Câmara e Davis (2001), é a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica, permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados.

Trabalhar com geoinformação significa, antes de mais nada, utilizar computadores como instrumentos de representação de dados espacialmente referenciados. Deste modo, o problema fundamental da Ciência da Geoinformação é o estudo e a implementação de diferentes formas de representação computacional do espaço geográfico (CÂMARA e MONTEIRO, 2004).

Estas ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados (CÂMARA et al., 2001).



Estes enormes volumes de dados tratados, para fins de análises, sínteses e utilização imediata no planejamento ambiental e na gestão territorial, de acordo com Silva (2009), tornam reveláveis atributos espaciais dos fenômenos, tais como: localizações sistemáticas ou eventuais; extensões de ocorrência e respectivos níveis diversos de intensidade; formas e padrões de distribuição espacial; níveis de proximidades geográficas, de tempo e de custo; relacionamentos hierárquicos e funcionais de inúmeras naturezas, a serem usados em classificações ambientais, em simulações sinérgicas e na elaboração de cenários prospectivos.

Para Brites et al. (1998), o Geoprocessamento vem se tornando uma ferramenta importante para a execução de projetos relacionados à área de meio ambiente. As muitas áreas normalmente encontradas por estes projetos, bem como o grande número de variáveis contempladas por eles, fazem do uso do Geoprocessamento o principal recurso para o manuseio das grandes bases de dados envolvidas neles, sejam elas de natureza espacial ou não.

Num país de dimensão continental como o Brasil, com uma grande carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre os problemas urbanos, rurais e ambientais, o Geoprocessamento apresenta um enorme potencial, principalmente se baseado em tecnologias de custo relativamente baixo, em que o conhecimento seja adquirido localmente (CÂMARA et al., 2001).

O Geoprocessamento, de acordo com Vetorazzi (1996), trata das diversas técnicas empregadas na coleta, armazenamento, processamento, análise e representação de dados com expressão espacial, isto é, possíveis de serem referenciados geograficamente (georreferenciados). Essas técnicas podem ir desde a Topografia convencional até a utilização de satélites de posicionamento e imageamento. Uma outra técnica que pode ser utilizada na coleta de dados em Geoprocessamento é o Sensoriamento Remoto, que permite que os dados sejam adquiridos a partir de sensores instalados em diferentes tipos de plataformas, cada uma, móvel ou estacionária, com características próprias, que permitem a obtenção de informação sobre um determinado alvo sem o contato direto com ele.

### 2.2.1 Sensoriamento Remoto

O Sensoriamento Remoto pode ser definido como a obtenção de informações sobre um determinado alvo, sem ter contato direto com ele. Seu principal produto são as imagens de satélite (FRANK, 2007). É uma ciência que visa, portanto, o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres (MENESES *et al.*, 2012) e exige a criação de estruturas analíticas classificatórias que permitam a tradução dos dados físicos para as formas usadas na pesquisa ambiental (SILVA, 2009).

De acordo com Meneses et al. (2012), estas atividades envolvem a detecção, aquisição e análise (interpretação e extração de informações) da energia eletromagnética emitida ou refletida pelos objetos terrestres e registradas por sensores remotos. A condição principal imposta por essa definição clássica, que é o sensor estar a uma distância remota do objeto, estabelece a base para definir o sensoriamento remoto numa concepção um pouco mais científica.

A obtenção de dados por Sensoriamento Remoto, segundo Florenzano (2011), como qualquer outra atividade, requer uso de energia, que pode ser proveniente de uma fonte natural (o sol) ou artificial (os flashes das máquinas fotográficas dos radares, por exemplo). A energia utilizada no Sensoriamento Remoto é a radiação eletromagnética que tem a distribuição da sua radiação representada pelo espectro eletromagnético. Todos os objetos dispostos na superfície terrestre absorvem e transmitem essa radiação eletromagnética em proporções que variam em comprimentos de ondas de acordo com suas características químicas e biofísicas, o que torna possível distinguir os objetos da superfície terrestre nas imagens de sensores remotos.

Para Valente (2001), a principal vantagem de utilizar o Sensoriamento Remoto na área ambiental é, sobretudo, em função de sua capacidade de coletar dados multiespectrais em diferentes escalas e diferentes épocas, oferecendo a oportunidade de analisar os vários fenômenos através do tempo. Esses atributos, associados às diferentes amplitudes espectrais que os sensores modernos possuem, fazem desta uma ferramenta de fundamental importância para a ecologia da paisagem.

As imagens utilizadas para as coletas de dados são geradas por satélites e nos permitem criar novos produtos a partir da combinação entre as bandas. A plataforma Landsat-8, por exemplo, opera com dois instrumentos imageadores: Operacional Terra Imager (OLI) e Thermal Infrared Sensor (TIRS), produtos OLI consistem de nove bandas multiespectrais com resolução espacial de 30 metros (bandas de 1 a 7 e 9). (INPE, 2016)

De uma maneira geral, em Sensoriamento Remoto, as bandas espectrais representam faixas do espectro eletromagnético e têm a capacidade de discriminar e/ou realçar diferentes objetos nas imagens. Cada banda encontra-se em tonalidades de cinza e é possível criar uma composição coloridas e falsa-cor para melhorar a visualização dos objetos (MEDEIROS, 2017).

Para melhor aproveitamento das informações produzidas pelos diferentes sensores pode-se submeter as imagens a diferentes processos, tais como: a composição das bandas (RGB e falsa cor), a fusão das imagens e classificação das imagens. (INPE, 2015)

A composição colorida é produzida na tela do computador, ou em outro dispositivo qualquer, atribuindo-se as cores primárias (vermelha, verde e azul), a três bandas espectrais quaisquer, e também é conhecida como composição RGB (do inglês: Red, Green, Blue) (FIGUEIREDO, 2005). Estes procedimentos têm a capacidade de discriminar e/ou realçar diferentes objetos nas imagens. Cada banda encontra-se em tonalidades de cinza e é possível criar uma composição falsa-cor para melhorar a visualização dos objetos (MEDEIROS, 2012).

Segundo o INPE (2017), falsa cor é um recurso é utilizado pois não existe uma cor básica correspondente ao infravermelho, logo um artifício é utilizado na hora de observar a imagem obtida no computador. A cor básica azul é utilizada para representar o registro da banda verde, a cor verde para representar o registro da banda vermelha e a cor vermelha para representar o registro da banda infravermelha. As imagens produzidas desta forma possuem as formas e textura esperadas, entretanto, as cores não correspondem à experiência visual e por isso esse tipo de imagem é denominada falsa-cor.

As imagens construídas com a banda infravermelha podem ter uma quantidade muito maior de informações temáticas que as convencionais (de cores naturais); no entanto, é importante ressaltar que o significado dessas cores e suas variações deve ser analisado com base no conhecimento das assinaturas espectrais dos objetos, para que se possa extrair informações corretas sobre as suas propriedades (INPE, 2017).

As técnicas de fusão, de acordo com CEPSRM (2017), podem ser divididas em três grupos: as que utilizam um modelo de domínio espacial, as de domínio espectral e as que trabalham com operações algébricas. Os modelos de domínio espacial são aqueles que isolam a informação espacial de alta frequência provenientes da imagem de alta resolução e a combinam com a imagem multiespectral, o grupo de modelos de domínio espectral é formado pelos processos que realizam uma transformação na imagem multiespectral, resultando num novo conjunto de bandas onde uma delas é correlacionada com a imagem pancromática, já os modelos algébricos que operam funções aritméticas pixel-a-pixel.

Já a classificação de imagens, segundo o INPE (2006), é o processo de extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos e são utilizados em Sensoriamento Remoto para mapear áreas da superfície terrestre que correspondem aos temas de interesse. Essa classificação pode ser feita pixel a pixel, utilizando-se apenas a informação espectral de cada pixel para achar regiões homogêneas ou podem ser feitas por regiões, usando, além de informação espectral de cada "pixel", a informação espacial que envolve a relação com seus vizinhos. Procuram simular o comportamento de um foto-intérprete, reconhecendo áreas homogêneas de imagens, baseados nas propriedades espectrais e espaciais de imagens.

### 2.2.2 SIG

Um Sistema de Informação Geográfica (SIG ou GIS - *Geographic Information System*) é um sistema de hardware, software, informação espacial e procedimentos computacionais, que permite e facilita a análise de dados (FRANK, 2007).

O SIG é um tipo especial de sistema de informações. Os sistemas de informações são utilizados para manipular, sintetizar, pesquisar, editar e visualizar

informações, geralmente armazenadas em bases de dados computacionais (FERREIRA, 2006).

Segundo Frank (2007), o SIG pode funcionar como uma base de dados com informação geográfica que se encontra associada por um identificador comum aos objetos gráficos de um mapa digital. Desta forma, assinalando um objeto, pode se saber o valor dos seus atributos, e inversamente, selecionando um registro da base de dados é possível saber a sua localização e apontá-la num mapa. Sendo assim, ainda de acordo com Frank (2007), a informação é separada em diferentes camadas temáticas e armazenadas independentemente, permitindo trabalhar com elas de modo rápido e simples, possibilitando que os dados sejam relacionados através da posição e topologia dos objetos, com o fim de gerar nova informação.

Atualmente, para Ferreira (2006), um SIG pode ser aplicado a praticamente todas as atividades humanas, uma vez que essas atividades são sempre executadas em algum local, em alguma posição geográfica. As grandes aplicações de Sistemas de Informações Geográficas requerem a montagem de uma equipe multidisciplinar, envolvendo profissionais de informática, bancos de dados, cartografia (cartografia, sensoriamento remoto, fotogrametria, geodésia, etc.) e os outros profissionais das áreas de aplicações do SIG, ou seja, se o SIG estiver sendo aplicado na gestão de distribuição elétrica, se fazem necessários na equipe os profissionais diretamente relacionados com gestão de eletricidade, o mesmo raciocínio pode ser feito com relação a agricultura, planejamento urbano, etc.

A tecnologia SIG tem sido usada por vários setores que tratam da questão ambiental como importante ferramenta para o planejamento ambiental, pois a avaliação integrada de um grande número de variáveis se torna possível e simplificada com o uso deste sistema; permite a rápida geração de informações intermediárias e finais, além da inclusão de variáveis anteriormente não pensadas, visto que possibilita novas interações a qualquer momento (DONHA, 2006).

Um SIG, de acordo com Simi et al. (2007), é um meio ou ferramenta que auxilia o processo de criação e gestão do corredor ecológico. Permite o monitoramento através da avaliação temporal de imagens da área de cobertura florestada e também a

especialização dos procedimentos para a criação da macrozona da unidade de conservação.

### 2.3 APLICAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO NO ESTUDO DA ANÁLISE DE PAISAGEM

A ecologia da paisagem é uma ciência que trabalha com três características da paisagem: estrutura, que são as relações entre os distintos ecossistemas ou elementos presentes em relação ao tamanho, forma, número, tipo e configuração; funcionamento, que se traduz nos fluxos de energia, matéria e espécies dentro da paisagem; e alterações que são as modificações observadas na estrutura e fluxos do mosaico ecológico (FORMAM e GODROM, 1986).

Diante disso, o Geoprocessamento tem-se mostrado um importante instrumento para o auxílio na aquisição de dados, produção de análises e representação das informações obtidas na paisagem (SOLER, 2011).

A utilização do Geoprocessamento, para Soler (2011), oferece subsídios para elaboração de um plano diretor, identificando situações ambientais relacionadas à necessidade de proteção que vão ser de fundamental importância para acompanhar e gerir as constantes mudanças na paisagem. Assim sendo, o Geoprocessamento constitui-se no instrumento essencial para análise dos fenômenos da terra, sendo considerado um conjunto de tecnologias destinado à coleta e tratamento de informações espaciais, constituindo, portanto, um termo abrangente que envolve toda atividade de processamento de dados georreferenciados.

A partir de ferramentas de Geoprocessamento, de acordo com Porto e Menegat (2004), pode-se fazer uma análise que classifica quantitativamente as unidades da paisagem. Com isso, há uma melhora considerável no uso dos conhecimentos da ecologia de paisagem em planos de manejo, gerenciamento e conservação de áreas. Possibilitando, assim, enfatizar um conjunto de métodos específicos, como os morfológicos (descrição das estruturas e seus elementos); classificatórios (ordenação, sistemática); cronológicos (distribuição espacial e variações); cronológicos (variações

temporais) e de relacionamento (buscando nos atributos regionais o interesse científico como base da avaliação).

Segundo Neto (2012), o Geoprocessamento caracteriza-se como uma ferramenta de grande importância para o monitoramento da biodiversidade, devido a capacidade coleta de dados para diversos estudos, bem como realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes de dados. A utilização de dados altimétricos SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), por exemplo contribuem para a análise do ambiente, pois oferecem subsídios para a análise espacial, através de ferramentas oferecidas pelos SIG's, facilitando a tarefa de integração das informações topográficas.

Por meio de técnicas de Geoprocessamento, as transformações ocorridas em uma paisagem em diferentes escalas temporais e espaciais, assim como a estrutura e função dos seus elementos podem ser estudadas. O elemento da paisagem normalmente mais sujeito à mudança é a cobertura florestal, em todas as suas formas (RODOLPHO et al., 2013).

Um estudo realizado por Watrim et al. (1996), ressalta o Geoprocessamento como uma ferramenta de grande importância para o estudo da cobertura vegetal e uso da terra na Amazônia, realizados no âmbito de uma escala regional ou mesmo local, envolvem a aplicação de diversas abordagens para análise dos dados de sensores remotos. Ressalta ainda, que em uma área tão úmida, tais estudos apesar de não serem muito numerosos, representam hoje uma fonte valiosa de informações sobre estes ecossistemas que vem sofrendo rápidas mudanças.

Outro aspecto relevante, segundo Soares (2005), é a importância das ferramentas de Geoprocessamento nas questões de conflito de terra em áreas de APP, onde o uso dessa opção tecnológica adquire maior importância à medida que o problema a ser analisado apresenta-se em grandes dimensões, complexidade e com custos para operacionalização em campo bastante elevados. Nesse sentido, o monitoramento das áreas de preservação permanente tem sido um grande desafio sob o aspecto técnico e econômico, entretanto, para Oliveira (2002), através de técnicas de Geoprocessamento, tem sido possível o processamento rápido e eficiente dos dados necessários para caracterização das variáveis morfométricas do terreno essenciais para análise das intervenções antrópicas em bacias hidrográficas.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 ÁREA DE ESTUDO**

A região estudada (figura 1), está compreendida entre os municípios de São Jorge d'Oeste e Três Barras do Paraná (figura 2), próximo ao local onde está localizado o Parque Estadual do Guarani, importante área de conservação da biodiversidade local.



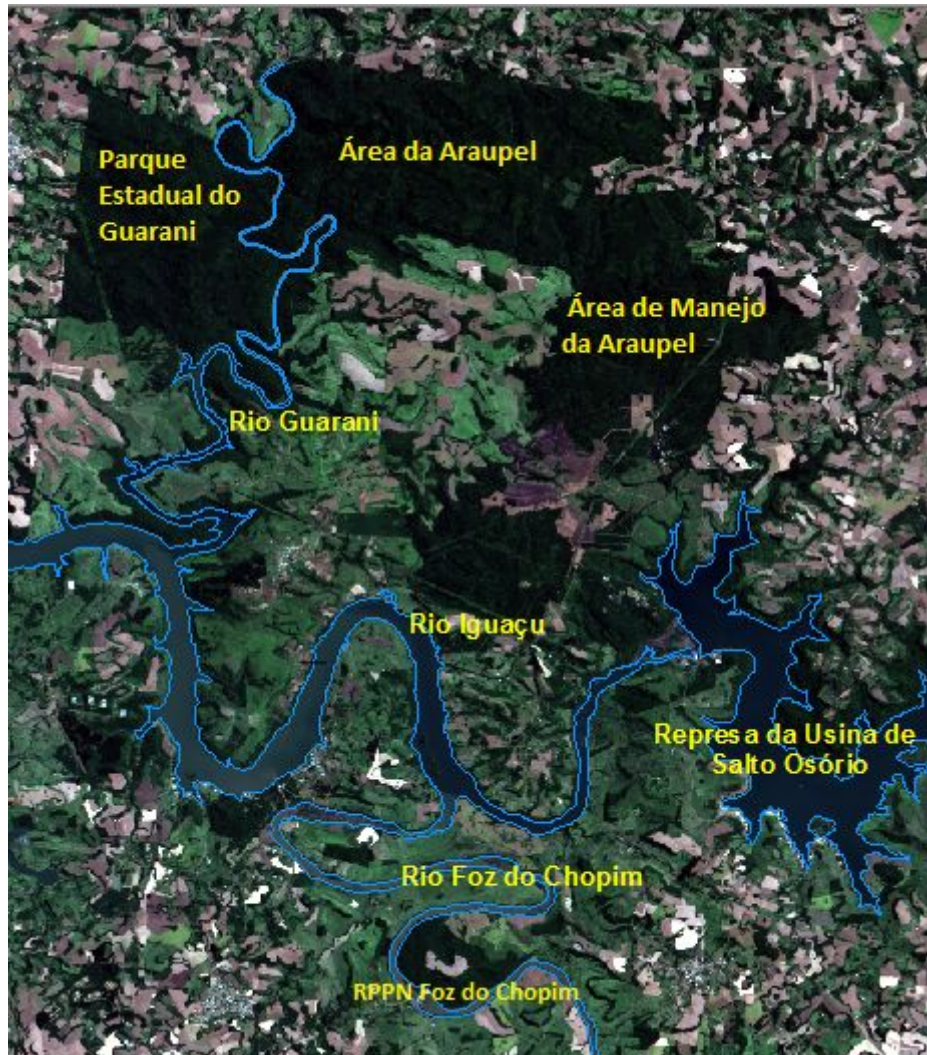


Figura 1: Apresentação da área de estudo  
Fonte: O autor.

O município de Três Barras do Paraná está localizado no terceiro Planalto (figura 2), na região oeste do Estado, com altitude de 650 m á nível do mar, a ocupação do local se deu a partir de 1950 para exploração madeira, sendo a principal *Araucaria angustifolia* (IAP, 2002).

São Jorge d'Oeste é um município que faz divisa com Três Barras, localizado no sudoeste do Paraná, a altitude é de 520 m, o clima é subtropical com temperatura média anual de 22 °C e média pluviométrica de 1800 mm (PMSJORGE, 2017).

O Parque Estadual do Guaraní (Figura 3) foi criado em 2000, com uma área de 2.219,11 ha, estando inserida na área do Rio Iguaçu, o clima predominante é Cfa segundo a classificação de Koppen, com verões quentes chegando a 30 °C e invernos

com frequentes geadas e temperaturas abaixo de 18 °C. As coordenadas da UC é 53° 8' W e 25°26' S.



Figura 2: Parque Estadual do Guarani  
Fonte: Copel, 2017.

Para a elaboração do presente trabalho e dos mapas apresentados pelo mesmo, adaptou-se a metodologia proposta por Lousada et. al. (2010) no livro “Delimitação de Corredores Ecológicos no ArcGis 9.3”.

### 3.2 TRATAMENTO DA IMAGEM

Foram utilizadas como base para a elaboração desse trabalho uma imagem Landsat-8, do sensor OLI (órbita/ponto 223/78), com porcentagem de nuvens de 0,82 e resolução espacial de 30m georreferenciada, referente ao dia 28/02/2017, obtida no site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)

De posse dessa imagem, foi realizado o recorte da mesma para a área de interesse. Isso é necessário para excluir dados irrelevantes, bem como a redução da quantidade de dados processados.

Após o recorte da imagem, partiu-se a realização da composição das bandas. Essa etapa consistiu em a partir das bandas 4, 3 e 2, gerar uma única imagem de coloração natural, para melhorar a visualização dos objetos ou feições de interesse. Por fim, realizou-se o processo de fusão de imagens, que consiste na junção de uma imagem pancromática (imagem alta resolução em níveis de cinza) com uma multiespectral (imagem colorida e

de baixa resolução), gerando uma imagem colorida e de melhor resolução. Todas essas etapas foram desenvolvidas no programa ArcGis, versão 10.3.

### 3.3 ELABORAÇÃO DE MAPAS

#### 3.3.1. Mapa de Uso e Ocupação de Solos

Para a confecção do mapa temático de uso e ocupação de solos foram extraídos os dados referentes a três categorias: solo exposto, área ocupada por de agricultura/pastagem e área de cobertura florestal.

Para tanto, foi um criado um shapefile para cada categoria e, com base na imagem fusionada, foram selecionadas amostras relativas a cada tipo de cobertura do solo. Posteriormente a isso, foi aplicado o método de classificação supervisionada, através do algoritmo de máxima verossimilhança (MAXVER). Esse algoritmo faz a ponderação das distâncias médias dos níveis de pixels e se apropria dos parâmetros estatísticos. Para que o mapa tenha representatividade a área deve ser previamente conhecida, uma vez que é imprescindível que em cada classe tenha mais que cem pixels (CROSTA, 1992).

Na classificação supervisionada, as categorias identificadas e diferenciadas foram floresta, agricultura/pastagem e solo exposto, pelos seus padrões de resposta espectral. As áreas foram delimitadas por polígonos vetorizados sobre cada ocupação de solo na imagem. Em seguida, foram apontados os nomes de cada classe de solo, associados aos seus respectivos identificadores na caixa-texto, criando-se, assim, um arquivo de assinaturas dessas categorias.

#### 3.3.2 Mapa das APP's

Os dados relativos à rede de drenagem foram mapeados através de análise visual (uma vez que o foco eram apenas os rios principais) através da imagem do LANDSAT -8, obtida gratuitamente no site do INPE. Para definir as áreas correspondentes às APP's dos rios principais que interligavam o PEG à RN devem-se

levar em consideração dois fatores principais: a largura do rio e o tamanho da propriedade em módulos rurais. Entretanto, para o presente trabalho foi considerada apenas a largura dos rios, uma vez que os dados relativos às propriedades particulares não são mais disponibilizados pelo Cadastro Ambiental Rural (CAR).

De acordo com a lei ambiental 12.651 de 2012, as zonas de amortecimento (*BUFFERS*), ou APP ao longo dos rios, devem seguir alguns critérios, sendo eles:

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

I – as faixas marginais de qualquer curso d’água natural, 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;

Para atender a legislação quanto ao tamanho das APP’s ao longo do percurso dos rios foi necessário utilizar a ferramenta de medição do ArcGis. A partir dela foi possível verificar que os rios existentes entre o Parque Estadual do Guarani e a R do Chopim possuem largura que varia de 100m a 700m e, portanto, devem ser mantidas faixas de vegetação que variam de 100m a 500m de cada lado da margem dos mesmos. De posse dessa informação, o passo seguinte consistiu, na vetorização da hidrografia e, posterior geração de *buffers* que definiram as áreas de APP’s ao longo dos rios, de acordo com a legislação vigente.

### 3.3.3 Indicação do Corredor Ecológico

Para aperfeiçoar sua função, um corredor ecológico deve interligar fragmentos representativos dentro do contexto ecológico e paisagístico ao qual está inserido. Desta maneira, optou-se por interligar a RN Salto Chopim ao Parque Estadual do Guarani, dois importantes fragmentos de mata atlântica da região.

A partir do mapa de uso e ocupação do solo, foi possível analisar que a região onde estão contidos ambos o fragmento é predominantemente agrícola, criando uma barreira à passagem de corredores ecológicos. Desta maneira, foi definido que a maneira mais viável de conectar os fragmentos é através da recomposição da mata ciliar dos rios Chopim, Iguaçu e Guarani.

O corredor ecológico proposto foi estabelecido a partir da área das APP's, criando-se um corredor de largura variável e equivalente à prevista por lei para a mata ciliar de cada um dos rios. Para extração dos dados de ocupação do solo dentro da área do *buffer* utilizou-se a ferramenta “intersecção” do ArcGis 10.3, para interpolar as informações do mapa de uso e ocupação do solo com os dados do limite das áreas das APP's, podendo assim, obter os dados da floresta ainda remanescente e demais coberturas do solo especificamente para a área do *buffer*.

Em seguida foram calculadas às áreas e às porcentagens ocupadas por cada cobertura do solo através da calculadora de campo do próprio *software*.

## 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

### 4.1. Mapa de Uso e Ocupação do Solo

Ao analisar a área de estudo (figura 3) é possível observar que ela compreende um total de 68.655 ha, sendo ocupada majoritariamente por áreas de agricultura/pastagem, tendo 39,35% da área total (tabela 3).

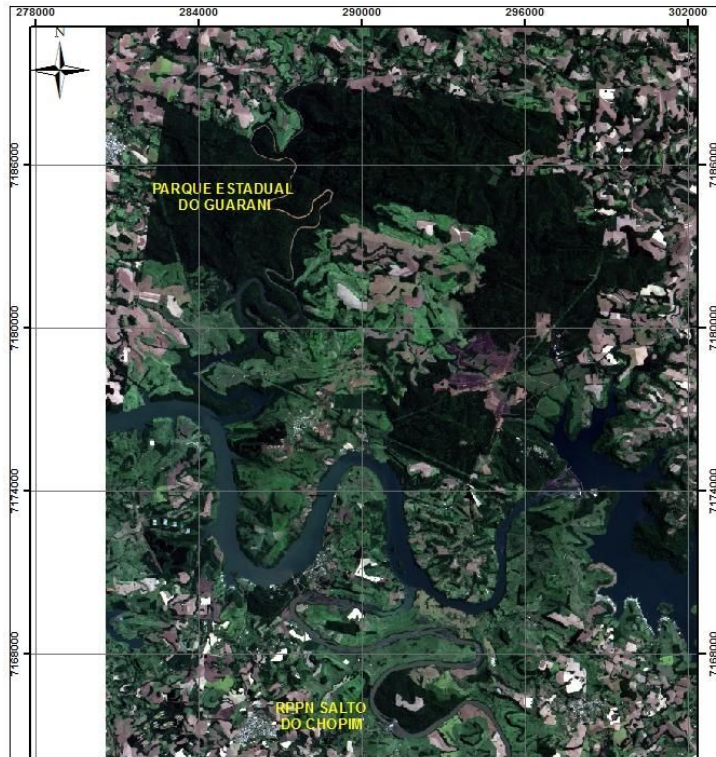


Figura 3: Recorte da área estudada que compreende desde o parque estadual do guarani até a RN Salto Chopim e seus arredores. Fonte: INPE, 2017.

Com essa matriz pode-se dizer que a área estudada é predominantemente agrícola, fato que pode ser observado tanto no mapa de uso e ocupação do solo, produto da classificação supervisionada da imagem de satélite LANDSAT-8.

Na figura 4 (anexo 1), pode-se observar a predominância de áreas de cultivo nos arredores do Rio Iguaçu. Isto torna-se ainda mais considerável quando se leva em consideração que parte da floresta existente na região pertence a Araupel S.A. e é destinada a comercialização, não se tratando de floresta nativa.

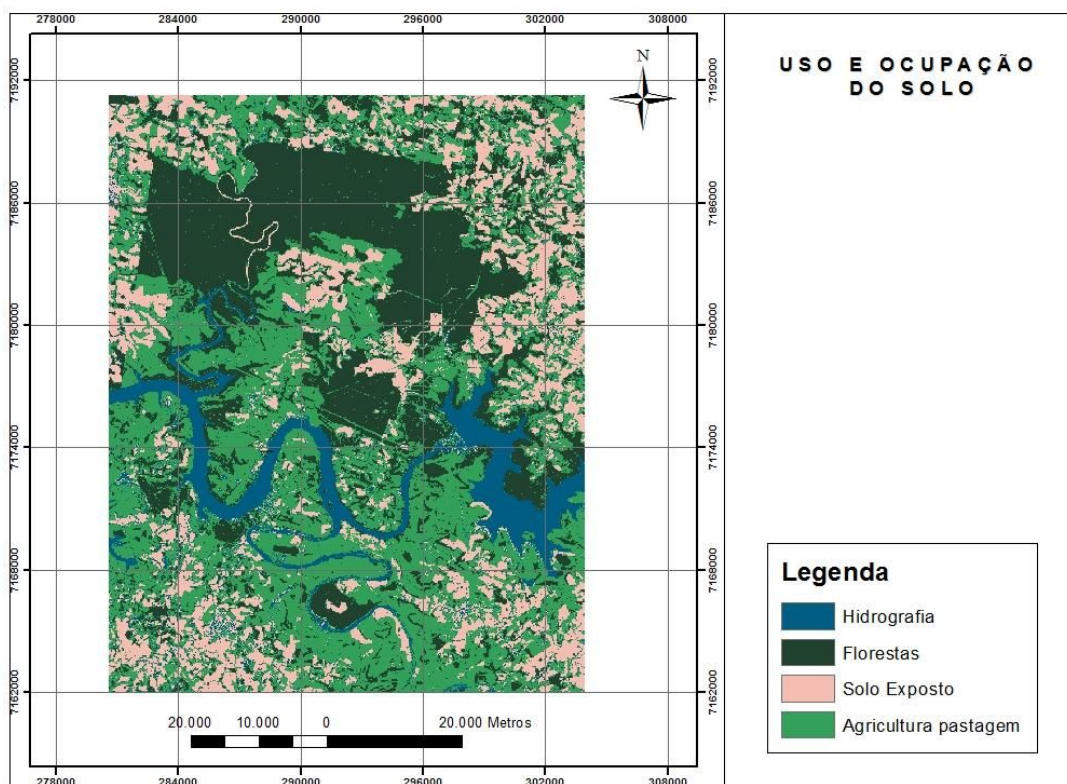


Figura 4: Mapa de uso e ocupação do solo.  
 Fonte: O autor.

De modo geral, segundo o IAP (2002), a Zona de Amortecimento do Parque Estadual do Rio Guarani (figura 3) apresenta em sua composição territorial, o predomínio de pequenas e médias propriedades agropecuárias, com atividades voltadas ao plantio de soja, milho, feijão e fumo, além de mandioca e batata-doce em menor escala, gado de corte e de leite, avicultura, além da suinocultura e a piscicultura, estas pouco expressivas.

No extremo leste da Unidade de Conservação, a Zona de Amortecimento compreendida pela propriedade da Araupel S. A., abrange grande área florestada de manejo, e que serve igualmente, como corredor para algumas espécies da fauna do parque que conseguem transpor o rio Guarani. Embora haja interesse da própria Araupel em transformar parte de suas terras em RN, conforme relato da Secretaria de Meio Ambiente de Quedas do Iguaçu, e que poderia até abranger trechos junto à área de influência do parque, não é possível garantir que haja porventura, mudanças na política adotada pela empresa (IAP, 2002).

Dados do plano de manejo da Araupel S.A. (2014), apontam que sua área de reflorestamento composta por povoamentos de pinus, araucária e eucalipto abrange

dentro do recorte de área estudada um total de 14.286,78ha, ou seja, 67,25% da extensão ocupada por cobertura florestal no recorte de área estudado é na verdade parte da zona de reflorestamento da Araupel S.A.

A cobertura florestal nativa ocupa, portanto, apenas 9,17% da área total, possuindo áreas de grande importância para a biodiversidade local, como o Parque estadual do Guarani, com 2.235ha.

A predominância de áreas agrícolas (tabela 1) na paisagem contribui para o aumento da fragmentação florestal e diminui a quantidade de florestas naturais, além disso, a agricultura é uma atividade extremamente dependente de recursos naturais, especialmente de água, além de impactar negativamente rios, lagos e águas subterrâneas, dependendo da forma de manejo das culturas e criações.

**Tabela 1.** Porcentagem dos tipos de cobertura de solo da área estudada que compreende desde o Parque Estadual do Guarani até a RN Salto Chopim.

TIPO DE USO DO SOLO	PORCENTAGEM OCUPADA (%)
Floresta	30,94
Agricultura/Pastagem	39,35
Solo exposto	20,25
Hidrografia	9,46

**Fonte:** O autor, 2017.

A parte restante da área de estudo é ocupada por solo exposto (20,25%), que pode aparecer desta maneira devido às rotações de cultura da região ou por não serem utilizados realmente para nenhuma atividade. Solos sem cobertura vegetal estão mais suscetíveis a erosão e ao escoamento, podendo aumentar o número de partículas depositadas nos rios e causar impactos negativos na hidrografia da região.



#### 4.2. Mapa das APP's

A malha hidrográfica do município é muito extensa, sendo cercada em grande parte por áreas de agricultura, culminando em transgressões na legislação, expondo o rio a um alto potencial de ação antrópica e aumento da vulnerabilidade dos fragmentos existentes a incêndios e desmatamentos.

Os rios representados no *buffer* possuem áreas fragmentadas de vegetação e não cumprem a legislação vigente. De acordo com levantamento do IAP (2002), o limite leste da margem esquerda do rio Guarani apresenta remanescentes florestais expressivos, bem como reflorestamentos de *Pinus spp.* e *Araucaria angustifolia* pertencentes em sua grande maioria à empresa Araupel S. A. Fora dos domínios da Araupel, a cobertura florestal é muito baixa, via de regra não atendendo ao mínimo legal em termos de Reserva Legal e Preservação Permanente.

De acordo com a largura dos rios e tomando-se em conta a Lei Ambiental 12.651 de 2012 (já citado no presente trabalho), foram estabelecidos *buffers* de 100m para o rio Guarani, 500m para o rio Iguaçu e 200m para o rio Chopim, conforme representado na figura 5 (anexo 2).

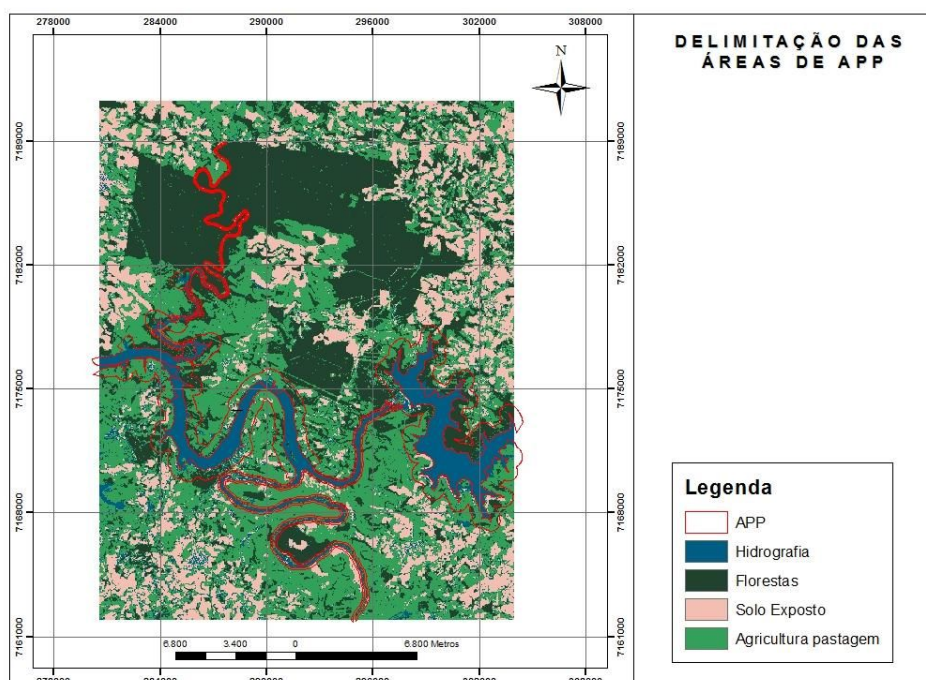


Figura 5: Mapa das áreas de APP. Fonte: O autor.

O Ministério do Meio Ambiente (2011), ressalta que a função ambiental das APP's é muito mais abrangente do que preservar a vegetação ou a biodiversidade, destacando que em última instância quando se protege os espaços de relevante importância para o meio ambiente, isto está, na verdade, assegurando o bem-estar das populações humanas. Desta maneira, a primeira proposta de ampliação das faixas de mata correspondentes às APP's dos rios (MMA, 2011) ocorreu na década de 80, quando nos anos de 1983 e 1984 ocorreram grandes enchentes no estado de Santa Catarina e cálculos demonstrados por especialistas da época apontaram que os prejuízos econômicos e perda de vidas humanas teriam sido significativamente menores se as faixas de APPs fossem maiores

Desta maneira, quando há o não cumprimento das faixas de APP estabelecidas por lei, não se está apenas cometendo a transgressão da lei e causando danos ao meio ambiente, coloca-se em risco também o bem-estar das populações locais.

#### 4.3. Mapa do Corredor Ecológico

O mapa do corredor ecológico Chopim-Iguaçu-Guarani observado na figura 6 (anexo 3), foi gerado através da intersecção do mapa de uso e ocupação do solo e do mapa das APP's. Através desse processo, pode-se analisar que assim como o seu entorno, a área na qual sugere-se que seja implantado o corredor ecológico também é predominantemente agrícola.

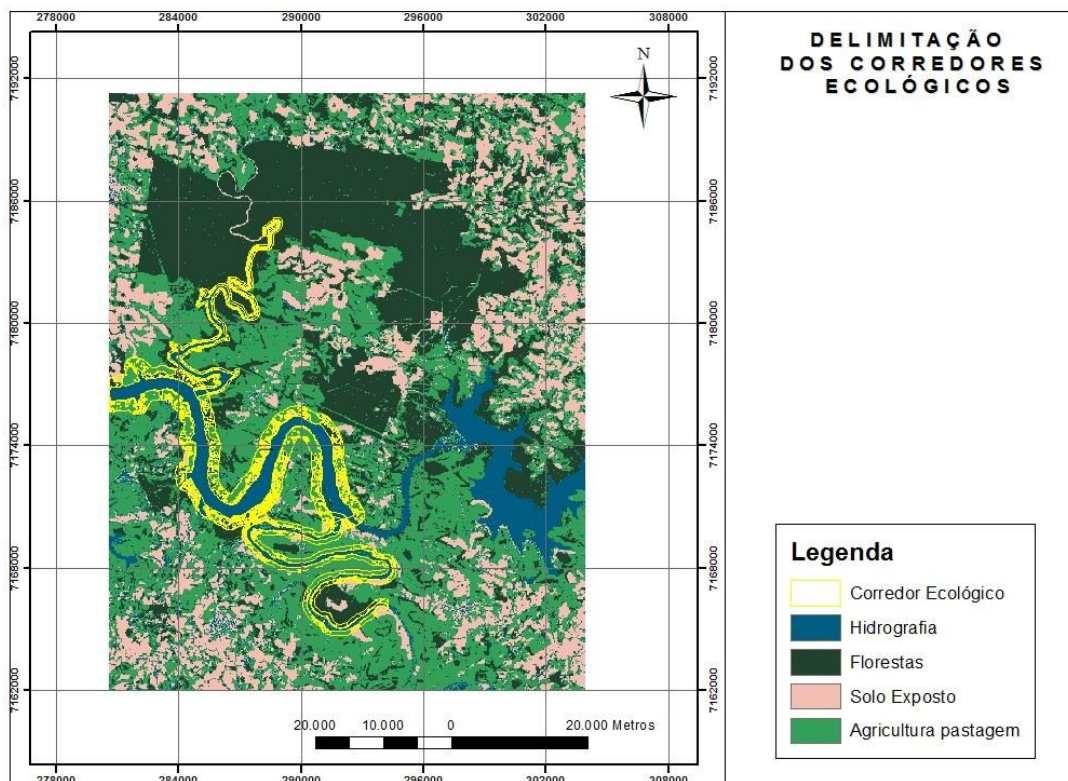


Figura 6: Mapa do corredor ecológico Chopim-Iguaçu-Guarani.

Fonte: O autor, 2017.

A área de formação do possível corredor ecológico abrange as margens dos rios Chopim, Iguaçú e Guarani, possuindo um total de 36.606ha. A cobertura das margens dos rios analisados, mostra-se majoritariamente antropizada (tabela 2), ocupada por aproximadamente 18.597 ha por áreas agrícolas ou solo exposto, contra 13.421,83ha recobertos por florestas (somadas as áreas de mata remanescente e reflorestamento).

**Tabela 2:** Uso do solo na área do corredor ecológico

Tipo de cobertura	Área ocupada (%)	Área ocupada (ha)
Florestas	36,7	13.421
Agricultura/Solo exposto	50,8	18.597
Hidrografia	12,5	4.587

Fonte: O autor, 2017

Quando comparamos a conservação da cobertura vegetal existente nas margens dos três rios (tabela 3), observa-se que o Rio Guarani é o que possui maior extensão de mata ciliar ao longo do seu percurso, fator que é atribuído principalmente pela presença do Parque Estadual do Guarani em grande parte da sua margem esquerda e da área de reflorestamento da Araupel em uma expressiva extensão da sua margem direita (figura 8)

**Tabela 3:** Cobertura de solo no trecho estudado do rio Guarani.

Tipo de cobertura	Área ocupada (%)	Área Ocupada (ha)
Florestas	52,7	10.519
Agricultura/Solo exposto	25,44	5.071
Hidrografia	21,8	4.346

Fonte: O autor, 2017

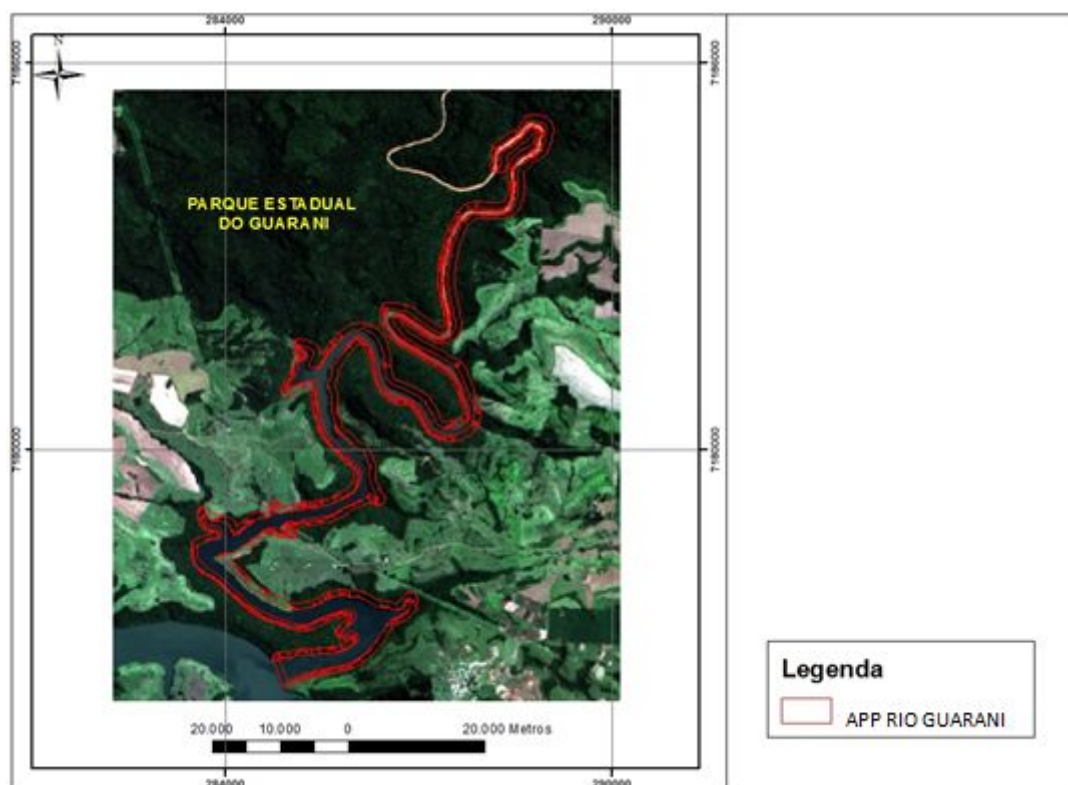


Figura 8: Uso do solo no trecho estudado do rio Guarani. Fonte: O autor, 2017.

O rio Chopim tem a menor cobertura de mata ciliar quando comparado aos demais, isto está ligado à grande quantidade de propriedades rurais em ambas as margens do rio, que desrespeitam o limite da faixa de 200m imposto pela lei das APP's, o que confere ainda maior importância à implementação do corredor ecológico proposto e conseqüentemente à preservação da RN Salto Chopim, uma vez que esta é o único fragmento de floresta remanescente expressivo ao longo do percurso do rio Chopim.

**Tabela 4:** Cobertura de solo no trecho estudado do rio Chopim

Tipo de cobertura	Área ocupada (%)	Área Ocupada (ha)
Florestas	3,9	582,5
Agricultura/Solo exposto	66,11	9.870
Hidrografia	30	4.476

Fonte: O autor, 2017

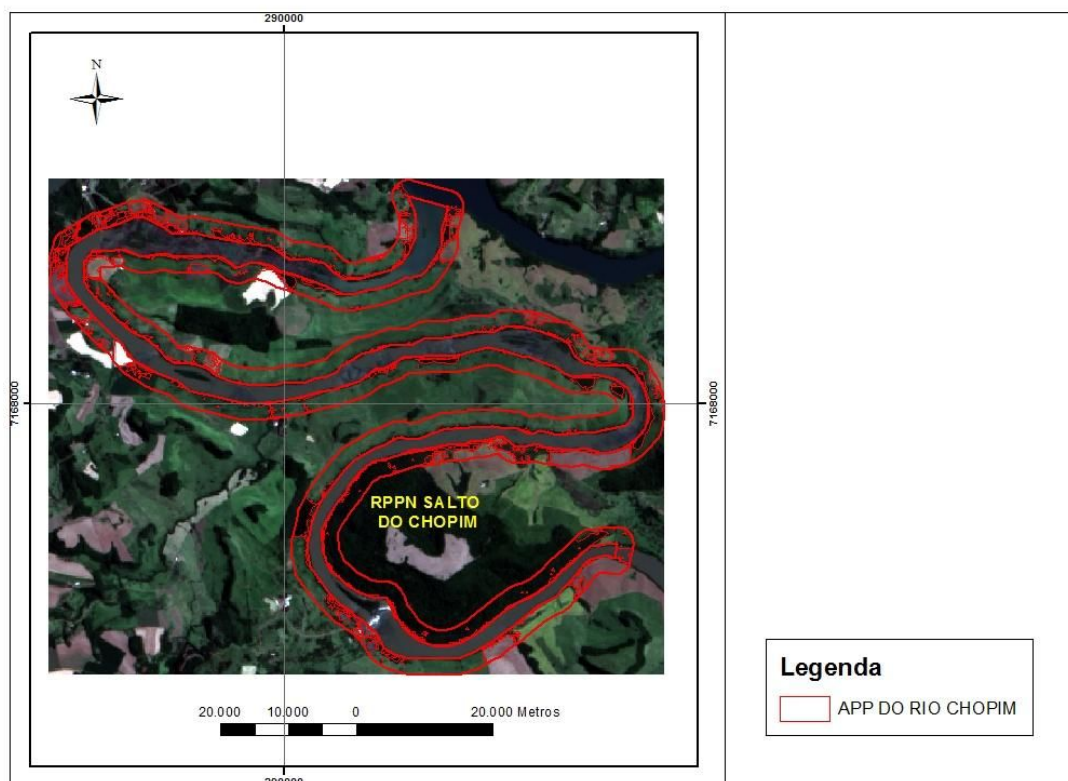


Figura 9: Uso do solo no trecho estudado do rio Chopim. Fonte: O autor, 2017.

O rio Iguaçu (figura 10), por sua vez, apesar de apresentar maior volume de águas, exigindo, portanto, uma faixa maior de vegetação em suas bordas e enquadrar-se como área prioritária de conservação pelo Ministério do Meio Ambiente, possui apenas 10% (tabela 5) da sua mata ciliar preservada, aumentando tanto o risco de poluição de suas águas, quanto de incidência de enchentes, uma vez que sem cobertura vegetal a água das chuvas escoar diretamente pela superfície até os rios e expondo as populações vizinhas a danos físicos e materiais.

**Tabela 5:** Uso do solo no trecho estudado do rio Iguaçu.

Tipo de cobertura	Área ocupada (%)	Área Ocupada (ha)
Florestas	10,6	10.519
Agricultura/Solo exposto	71,7	18.085
Hidrografia	17,6	4.437

Fonte: O autor, 2017

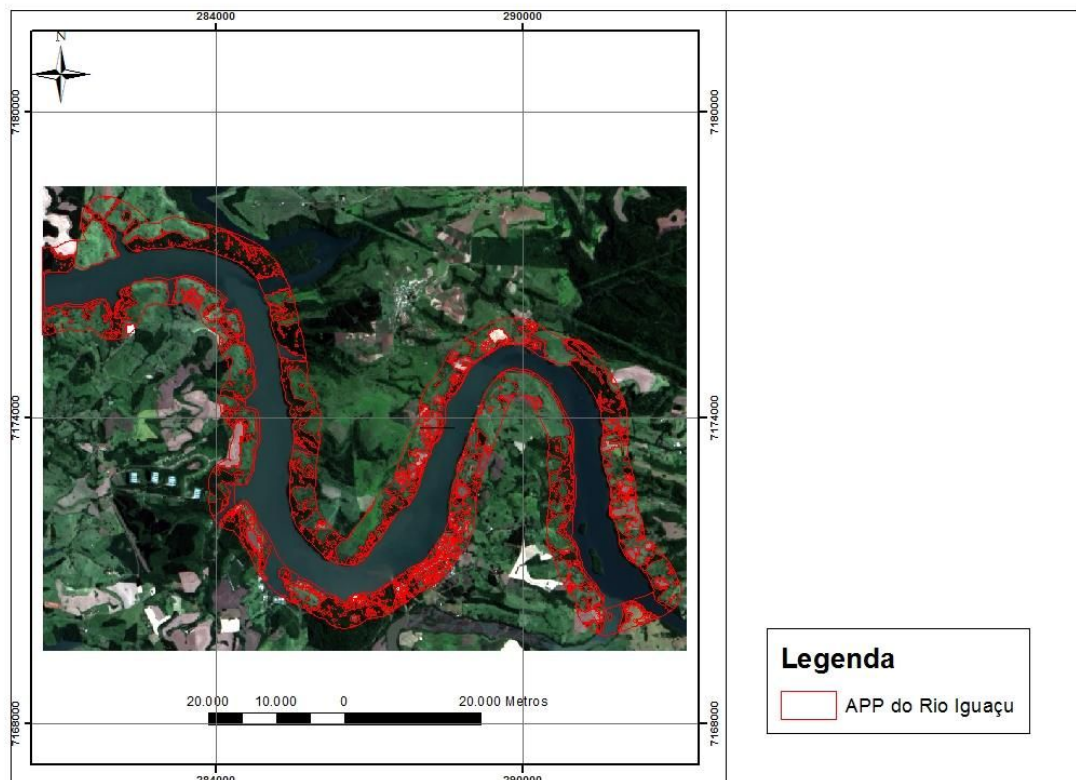


Figura 10: Uso do solo no trecho estudado do rio Iguaçu. Fonte: O autor, 2017.

Com relação à abrangência da extensão ocupada pelas culturas agrícolas nas margens dos rios, o Rio Iguaçu possui maior área de desmatamento, apresentando mais de 70% do trecho estudado composto por áreas desmatadas, seguido pelo Rio Chopim (66%) e pelo Rio Guarani (25%).

De acordo com Mascarenhas et al. (2009), o maior consumo de água no planeta provém das atividades agrícolas, que consomem cerca de 73% da água existente no mundo, dos quais 60% são perdidos antes que atinjam efetivamente a planta. Desta maneira, torna-se relevante ressaltar que manter as APPS adequadas aos cursos d'água é de suma importância aos recursos hídricos, uma vez que as mesmas servem como filtros para evitar a sua contaminação causada por fertilizantes e agrotóxicos, contribuem para a retenção hídrica no solo e subsolo, atenuam processos erosivos e do assoreamento dos rios, além de favorecer manutenção da biodiversidade.

Além disso, as APP's diminuem o risco de incêndios florestais, uma vez que os proprietários passam a adotar práticas de prevenção e combate, normalmente ausentes na maior parte das propriedades agropecuárias, além das atividades de reflorestamento atenuarem o efeito de borda em fragmentos florestais (VIANA E PINHEIRO, 1998).

Sendo assim, torna-se importante a participação das populações locais, comprometimento e conectividade são elementos importantes para a formação e manutenção dos corredores.

Para atingir este objetivo, de acordo com o MMA (2016), é necessário que se desenvolva uma abordagem abrangente, descentralizada e participativa, permitindo que governo e sociedade civil compartilhem a responsabilidade pela conservação da biodiversidade, podendo planejar, juntos, a utilização dos recursos naturais e do solo; envolvendo e sensibilizando instituições e pessoas, criando parceiras em diversos níveis: federal, estadual, municipal, setor privado, sociedade civil organizada e moradores de entorno das áreas protegidas.

Sendo assim, mais do que penalizar os proprietários quando estão em não cumprimento com a legislação, é necessário promover a mudança de comportamento dos atores envolvidos, criar oportunidades de negócios e incentivos a atividades que promovam a conservação ambiental e o uso sustentável, agregando o viés ambiental aos projetos de desenvolvimento.

## 5 CONCLUSÃO

A região estudada do Rio Iguaçu, não cumpre a lei das APPs e tampouco respeita a lei de áreas prioritárias de conservação conforme citado no Decreto 5.092, de 21 de maio de 2004, definiu que o Ministério do Meio Ambiente, onde por meio da Portaria 126, de 27 de maio de 2004, o Ministério do Meio Ambiente estabeleceu, dentre outras regiões, toda extensão do rio Iguaçu deve ser preservada e utilizada de maneira sustentável.

Os resultados obtidos pelo presente trabalho demonstram que a construção de um corredor ecológico na região não só é possível, mas de suma importância, uma vez que a área estudada conecta importantes áreas de conservação como o Parque Estadual do Guarani e a RN Salto Chopim. Para tanto, será necessário que seja feita a restauração de 18.597ha de mata ciliar ao longo dos rios, somando-se um total de 50,8% da extensão do corredor e

Os mapas apresentados demonstram essa possibilidade, uma vez que se cumprida a legislação e respeitadas as zonas de APP's das áreas ciliares dos rios, esta conectividade será estabelecida, interligando o Parque Estadual do Guarani, a RN Salto Chopim e a área de manejo da Araupel. Entretanto, tanto os rios quanto os balneários serão barreiras físicas para a passagem de animais e isto deverá ser contornado durante o planejamento do corredor.

O SIG mostrou-se muito eficiente para analisar a paisagem de maneira prévia e eficiente, bem como para pesquisas e realização de monitoramentos de projetos. Sugere-se que em futuros trabalhos seja feito o levantamento do tamanho das propriedades rurais por onde passará o corredor ecológico junto ao Cadastro Ambiental Rural (CAR), para que assim haja maior precisão quanto a largura do corredor em cada um dos trechos dos rios. Recomenda-se ainda que sejam feitos levantamentos a campo para verificar a diversidade, o estágio de conservação, estágio sucessional, entre outras variáveis.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTOÉ, Renan Taufner; JULIO, C. O.; RIBEIRO, C. A. A. S. Sistema de informações geográficas na definição de corredores ecológicos para o município de Conceição da Barra-ES. In XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE (Ed.)(Goiânia-Brasil), p. 1995-2002, 2005. Disponível em:<<http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.20.16.25.12/doc/1995.pdf>>. Acesso em: 09/05/2017.

AYRES, J.M. et al. Os Corredores Ecológicos das Florestas Tropicais do Brasil, 2005. Disponível em:<<http://www.meioambiente.ba.gov.br/arquivos/File/Publicacoes/Cadernos/CorredoresEcologicos.pdf>>. Acesso em: 20/08/2016.

BRITES, R. S., SOARES, V. P., COSTA, T. C. C., NETO, A. S. Geoprocessamento e Meio Ambiente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas/MG. Cartografia, Sensoriamento e Geoprocessamento. Poços de Caldas, Anais. Poços de Caldas. UFLA/SBEA, 1998. p. 141-163.

CÂMARA et al. Introdução à Ciência da Geoinformação, 2001. Disponível em:<<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 04/09/2016.

CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira. Conceitos básicos em ciência da geoinformação, 2004. Disponível em:<<http://www.ctec.ufal.br/professor/rsr/download/Geo-Gilberto-cap2-conceitos.pdf>>. Acesso em: 18/09/2016.

CEPSRM. Dinâmica para Aprendizado do Sensoriamento Remoto, 2017. Disponível em:< <http://www.ufrgs.br/engcart/PDASR/fusao.html>>. Acesso em: 16/05/17.

CONAMA. /LEI Nº 9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=322>>. Acesso em: 27/08/2016.

DA SILVA R, Lucas et al. Aplicação de técnicas de Geoprocessamento e métricas da paisagem na análise temporal da cobertura florestal da Bacia do Ribeirão Fortaleza em Blumenau/SC. Disponível em:< <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1573.pdf>>. Acesso em: 15/05/2017.

DE ARAÚJO MASCARENHAS, L. M *et al.* Sensoriamento remoto como instrumento de controle e proteção ambiental: análise da cobertura vegetal remanescente na bacia do rio Araguaia, 2009. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/sn/v21n1/v21n1a01>>. Acesso em: 15/08/2017.

DE OLIVEIRA, Renan Angrizani et al. Proposição de Corredor Ecológico entre duas Unidades de Conservação na Região Metropolitana de Sorocaba. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 2, p. 61-71, 2016.

DO NASCIMENTO, Melchior Carlos et al. Uso do Geoprocessamento na identificação de conflito, 2005. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/1838/1227>>. Acesso em: 11/05/2017.

DONHA, G.A. Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbeaa/v10n1/v10n1a26.pdf>>. Acesso em: 10/09/2016.

FORMAN, R.T.T. & Godron, M. Landscape Ecology, 1986. Wiley & Sons Ed. New York.

FLORENZANO, T. G. Iniciação em sensoriamento remoto. Oficina de Textos, 2007. Acesso em: 30/03/2017.

FERREIRA, C.N. Apostila de Sistemas de Informação Geográfica, 2006. Disponível em: <[http://www.faed.udesc.br/arquivos/id\\_submenu/1414/apostila\\_sig.pdf](http://www.faed.udesc.br/arquivos/id_submenu/1414/apostila_sig.pdf)>. Acesso em: 12/09/2016.

FIGUEIREDO, D. Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto, 2005. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/SIGABRASIL/manuais/conceitos\\_sm.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/SIGABRASIL/manuais/conceitos_sm.pdf)>. Acesso em: 30/03/2017.

HESS, G.R; FISCHER, R.A. Communicating clearly about conservation corridors. Landscape and Urban planning 55 (2001): 195-208.

HOBBS, R.J. The role of corridors in conservation. Solution or bandwagon? , 1992. Trends in Ecology and Evolution 7: 389-392.

IPEF. Conservação da Biodiversidade, 1998. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/tecnica/nr32/cap03.pdf>>. Acesso em: 31/08/2016.

INPE. Classificação de imagens, 2006. Manuais – Tutoriais de Geoprocessamento. Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/classific.html>>. Acesso em: 15/05/2017.

INPE. SOS Mata Atlântica e INPE apresentam dados do Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, 2014. Disponível em: <[http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=3610](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=3610)>. Acesso em: 17/05/2017.

INPE. Introdução ao Sensoriamento Remoto, 2017. Disponível em: <<http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm#carlos>>.

Acesso em: 01/04/2017

MARTINS, A.K.E.; NETO, A.S.; MARTINS, I.C.M.; BRITES, R.S.; SOARES, V.P. Uso de um Sistema de Informações Geográficas para indicação de corredores ecológicos no município de Viçosa - MG. Revista *Árvore*, Viçosa, v.22, n.3, p.373 - 380, 1998.

MEDEIROS, A. Composição de bandas, 2017. Disponível em: <<http://www.andersonmedeiros.com/arcgis-composicao-bandas-imagens-de-satelite/>>.

Acesso em: 16/05/17.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. de. Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto, 2012. Disponível em:

<[http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/33333156/MENESES\\_\\_ALMEIDA\\_2012\\_INTRO\\_AO\\_PROCESSAMENTO\\_DE\\_IMAGEM.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1500485156&Signature=Z8wi%2BERSi8PZ0B1UzU%2FwxjyW69w%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMENESES\\_and\\_ALMEIDA\\_2012\\_INTRO\\_AO\\_PROCES.pdf](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/33333156/MENESES__ALMEIDA_2012_INTRO_AO_PROCESSAMENTO_DE_IMAGEM.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1500485156&Signature=Z8wi%2BERSi8PZ0B1UzU%2FwxjyW69w%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMENESES_and_ALMEIDA_2012_INTRO_AO_PROCES.pdf)>. Acesso em:

08/05/2017.

METZGER, J.P.; CASSATI, L. Do diagnóstico à conservação da biodiversidade: o estado da arte do programa BIOTA/FAPESP, 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1676-06032006000200002&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1676-06032006000200002&script=sci_arttext&tlng=pt)>

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Projeto Corredores Ecológicos, 2016. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/areas-protetidas/programas-e-projetos/projeto-corredores-ecologicos>>. Acesso em: 16/08/2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Áreas Protegidas, 2016. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/areas-protetidas>>. Acesso em: 16/08/2016.

MMA. Decreto 4340, 2002.. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=322>>. Acesso em: 18/08/2017.

MMA. Experiências em planejamento e implementação, 2007. Disponível em: <<https://uc.socioambiental.org/sites/uc.socioambiental.org/files/Corredores%20Ecol%3B%3gicosexpe.pdf>>. Acesso em: 09/05/2017.

PORTO, M. L.; MENEGAT, R.. Ecologia de paisagem: um novo enfoque na gestão dos sistemas da terra e do homem, 2004. Disponível em:

<[https://www.researchgate.net/profile/Rualdo\\_Menegat/publication/283349539\\_Ecolog](https://www.researchgate.net/profile/Rualdo_Menegat/publication/283349539_Ecolog)>

ia\_de\_Paisagem\_um\_novo\_enfoque\_na\_gestao\_dos\_sistemas\_da\_Terra\_e\_do\_homem/links/56361ab508aebc0040009ceb.pdf>. Acesso em: 31/03/2017.

ROCHA, *et al.* Conservação da Biodiversidade: Um Estudo de Caso na Mata Atlântica, 2006. Disponível em: <[http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/42335169/Corredores\\_ecologicos\\_e\\_conservacao\\_da\\_biod20160207-21900-ptexm6.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1500503203&Signature=kZQH4UVM8bff0cz8TdrYHG3%2FgBI%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DCorredores\\_ecologicos\\_e\\_conservacao\\_da\\_b.pdf](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/42335169/Corredores_ecologicos_e_conservacao_da_biod20160207-21900-ptexm6.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1500503203&Signature=kZQH4UVM8bff0cz8TdrYHG3%2FgBI%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DCorredores_ecologicos_e_conservacao_da_b.pdf)>. Acesso em: 10/05/2017

SIMI, Romero; SIMI JÚNIOR, R.; SIMI NETO, R. Corredor Ecológico e Zoneamento Ambiental para criação de Unidade Territorial auxiliado por um SIG, 2007. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.01.25/doc/5517-5524.pdf>>. Acesso em: 12/05/2017.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, G. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*, v. 5, n. 1, p. 18-35, 1991.

SOARES, V. P.; MOREIRA, A. A.; RIBEIRO, J. C.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SILVA, E. Avaliação das áreas de uso indevido da terra em uma micro-bacia no município de Viçosa, MG, através de fotografias aéreas e Sistemas de Informação Geográfica. *Revista Árvore*, v. 26, n. 2, p. 243-251, 2002.

SZMUCHROWSKI, MARIUSZ ANTONI; COELHO, IRACY; MARTINS, MENEZES. Geoprocessamento para a Indicação de corredores ecológicos Interligando os fragmentos de florestais e áreas de proteção ambiental no Município de Palmas-TO.. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/lise/2001/09.19.09.42/doc/0675.681.115.pdf>>. Acesso em: 12/05/2017.

UMEDA, C. Y. L. *et al.* Uso de sensoriamento remoto na identificação de corredores ecológicos: estudo de caso da Bacia Hidrográfica do Rio Formoso, Bonito, MS. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Antonio\\_Paranhos\\_Filho/publication/291015082\\_Uso\\_de\\_sensoriamento\\_remoto\\_na\\_identificacao\\_de\\_corredores\\_ecologicos\\_estudo\\_d\\_e\\_caso\\_da\\_Bacia\\_Hidrografica\\_do\\_Rio\\_Formoso\\_Bonito\\_MS/links/56a77f9708ae0fd8b3fe09a2/Uso-de-sensoriamento-remoto-na-identificacao-de-corredores-ecologicos-estudo-de-caso-da-Bacia-Hidrografica-do-Rio-Formoso-Bonito-MS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Antonio_Paranhos_Filho/publication/291015082_Uso_de_sensoriamento_remoto_na_identificacao_de_corredores_ecologicos_estudo_d_e_caso_da_Bacia_Hidrografica_do_Rio_Formoso_Bonito_MS/links/56a77f9708ae0fd8b3fe09a2/Uso-de-sensoriamento-remoto-na-identificacao-de-corredores-ecologicos-estudo-de-caso-da-Bacia-Hidrografica-do-Rio-Formoso-Bonito-MS.pdf)>. Acesso em: 10/05/2017.

VALENTE, Roberta de Oliveira Avena. **Análise da estrutura da paisagem na bacia do rio Corumbataí, SP.** 2001. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Acesso em: 31/03/2017.

VETTORAZZI, Carlos A. Técnicas de Geoprocessamento no monitoramento de áreas florestadas, 1996. Disponível em: <<http://www.ipef.br/PUBLICACOES/stecnica/nr29/cap06.pdf>>. Acesso em: 10/05/2017.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. Disponível em: <http://www.avesmarinhas.com.br/8%20-%20Conserva%C3%A7%C3%A3o%20da%20biodiversidade%20em%20fragmentos.PDF>>. Acesso em: 20/08/2017.

WWF Brasil. O que é biodiversidade?, 2016. Disponível em: [http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/questoes\\_ambientais/biodiversidade/](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/biodiversidade/). Acesso em: 01/09/2016.

## **ANEXOS**