



# Aplicações e Princípios do Sensoriamento Remoto 2

Leonardo Tullio  
(Organizador)

 **Atena**  
Editora

Ano 2018

**LEONARDO TULLIO**

(Organizador)

**Aplicações e Princípios do  
Sensoriamento Remoto  
2**

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Geraldo Alves e Natália Sandrini

**Revisão:** Os autores

#### **Conselho Editorial**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

A642 Aplicações e princípios do sensoriamento remoto 2 [recurso eletrônico] / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Aplicações e Princípios do sensoriamento remoto; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-85107-48-2

DOI 10.22533/at.ed.482180110

1. Sensoriamento remoto. I. Tullio, Leonardo.

CDD 621.3678

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

No Volume II da obra “Aplicações e Princípios do Sensoriamento Remoto” trazemos até você os mais diversos trabalhos da área, contando agora com 22 capítulos inéditos. Vimos a importância deste tema no Volume I e agora esperamos contribuir significativamente com outras aplicações em diversas áreas de atuação.

Percebemos que os avanços tecnológicos substituem algumas formas de agir e pensar, de maneira instantânea e a níveis de confiança altíssimos. Assim a contribuição e os avanços nas pesquisas são favorecidos com o uso de softwares aplicados ao Sensoriamento Remoto. Visto a necessidade de programas computacionais específicos para análise conjunta de dados sobre a imagem e de maneira rápida, percebemos a significativa atuação da tecnologia neste meio.

Neste sentido, ressaltamos a importância do conhecimento específico e aplicado, pois a tecnologia analisa a partir de comandos, porém, a análise e a definição do certo ou errado ainda está na dependência do operador, que exige conhecimento em sua realização. Aplicações práticas e com resultados significativos são fundamentais para o sucesso de uma pesquisa, a classificação seja ela supervisionada ou não, garante a interpretação fiel da realidade estudada. Porém, refinar as técnicas de análise e comparar os resultados são importantes.

Contudo, ressaltamos a necessidade do conhecimento avançado sobre o que se propõe a estudar e qual método mais adequado, pois a interação dos dois reflete a confiança e qualidade do resultado. Portanto, a busca por conhecimento é insaciável e nos faz aprender a cada capítulo desta obra.

Por fim, desejo bons estudos e muito conhecimento adquirido com as informações e resultados trazidos nos capítulos desta obra.

Leonardo Tullio

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ANÁLISE DA PAISAGEM ATRAVÉS DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA UM ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE SERRA DO NAVIO-AP	
<i>Érica Patrícia Viegas dos Santos</i> <i>Dário Rodrigues de Melo Junior</i> <i>Olavo Rodrigues Fagundes Neto</i> <i>Tasso Wesley Galeno Barreto</i> <i>Patrícia Helena Turola Takamatsu</i> <i>Fabiano Luís Belém</i>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>14</b>
ANÁLISE DO COMPORTAMENTO ESPAÇO-TEMPORAL DAS GEOFORMAS FLUVIAIS DO BAIXO CURSO DO RIO DOCE COM O AUXÍLIO DE IMAGENS ORBITAIS LANDSAT 8 - LINHARES, ES	
<i>Andressa Padovani Gil</i> <i>André Luiz Nascentes Coelho</i>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>25</b>
ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA OCUPAÇÃO DA ÁREA E ENTORNO DO PARQUE MUNICIPAL DUNAS DE ABRANTES, CAMAÇARI - BAHIA	
<i>Luiz Felipe Moura Bastos Borges</i> <i>Desiree Alves Celestino Santos</i> <i>Fábia Antunes Zaloti</i> <i>Saulo Medrado dos Santos</i> <i>Dária Maria Cardoso Nascimento</i>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>36</b>
ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA DO RIO SÃO JOÃO, MG: UMA PROPOSTA PARA MELHOR ENTENDIMENTO DOS LIMITES E DA DINÂMICA ESPACIAL DAS SUPERFÍCIES EROSIVAS	
<i>Samia de Moura Passarella</i>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>54</b>
ASSIMILAÇÃO DE DADOS COM O MÉTODO LETKF NO OCEANO ATLÂNTICO SUDOESTE: A IMPORTÂNCIA DAS OBSERVAÇÕES DE SATÉLITE	
<i>Leonardo Nascimento Lima</i> <i>Luciano Ponzì Pezzi</i>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>69</b>
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DA ESPÉCIE WUNDERLICHIA AZULENZIS	
<i>Alline Zagnoli Villela Motta</i> <i>Sollano Rabelo Braga</i> <i>Alessandra Morais Melo</i> <i>Nathalia Drummond Marques da Silva</i> <i>Cristiano Christofaro</i>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>80</b>
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE SEQUESTRO DE CARBONO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRAJIBU-MIRIM EM SOROCABA (SP)	
<i>Darllan Collins da Cunha e Silva</i> <i>Deborah de Matos</i> <i>Renan Angrizani de Oliveira</i> <i>Vanessa Cezar Simonetti</i> <i>Roberto Wagner Lourenço</i>	

**CAPÍTULO 8 ..... 94**

CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO APLICADO À GCP'S EM MAPEAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO COM USO DE VANT

*José Adriano da Silva*  
*Vinicius Bitencourt Campos Calou*  
*Adunias dos Santos Teixeira*  
*Daniel Albiero*

**CAPÍTULO 9 ..... 105**

CORRELAÇÃO ESPACIAL DOS ÍNDICES DE VEGETAÇÃO (NDVI, NDWI E EVI) DE IMAGEM LANDSAT-8 COM ATRIBUTOS DO SOLO

*Barbara de Oliveira Sousa Castro*  
*Anderson Antonio da Conceição Sartori*  
*Flávia Luize Pereira de Souza*  
*Letícia Albano Benites*

**CAPÍTULO 10 ..... 117**

DESENVOLVIMENTO DE UM VANT DO TIPO QUADROTOR TOTALMENTE AUTÔNOMO DE ALTA PRECISÃO PARA SENSORIAMENTO REMOTO DE ÁREAS DE VEGETAÇÃO POR CÂMERA MULTIESPECTRAL GEORREFERENCIADA

*Thiago Vieira Nogueira Coelho*  
*Lucas Moraes*  
*Rafael Falcí Campos*  
*Luis Carlos Carmo Jr.*  
*Daniel Discini Silveira*  
*André Luis Marques Marcato*  
*Alexandre Bessa dos Santos*

**CAPÍTULO 11 ..... 134**

ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE ALVOS PRÉ-SINALIZADOS PARA APOIAR LEVANTAMENTOS AEROFOTOGRAMÉTRICOS REALIZADOS COM VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT)

*Glauber Carvalho Costa*  
*Igor de Carvalho Almeida*  
*Rafael Claudino da Silva*  
*Rafael Bazílio Viana*

**CAPÍTULO 12 ..... 144**

ESTUDO SOBRE O EMPREGO DE MODELOS DIGITAIS DE TERRENO E ELEVAÇÃO, GERADOS DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO CONVENCIONAL, PERFILAMENTO A LASER AÉREO, SRTM, TOPODATA, ASTER GDEM V2 E WORLDDDEM, COM ÊNFASE EM PROJETOS VIÁRIOS

*Glauber Carvalho Costa*  
*Igor de Carvalho Almeida*  
*Rafael Claudino da Silva*  
*Rubens José Souza Galvão*  
*Rafael Bazílio Viana*

**CAPÍTULO 13 ..... 155**

FRONTEIRA AGRÍCOLA E A ESTRUTURA DA PAISAGEM NA SUB-BACIA DO RIO RIACHÃO – OESTE DA BAHIA

*Crisliane Aparecida Pereira dos Santos*  
*Edson Eyji Sano*  
*Pablo Santana Santos*

**CAPÍTULO 14 ..... 165**

IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS SUSCEPTÍVEIS À OCUPAÇÃO IRREGULAR POR MEIO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO NO BAIRRO DE GRAMAME, EM JOÃO PESSOA – PB

*Erickson Melo de Albuquerque*  
*Cícero Fidelis da Silva Neto*  
*Marcos Leonardo Ferreira dos Santos*

**CAPÍTULO 15..... 175**

ÍNDICES TEXTURAIS DAS ÁREAS DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL NA FLONA DO TAPAJÓS (PARÁ), UTILIZANDO IMAGENS DE MÉDIA RESOLUÇÃO ESPACIAL FUSIONADAS.

*Marília Gabriela Lopes da Silva*  
*Tássio Franco Cordeiro*  
*Rodrigo Rafael Sousa de Oliveira*  
*Igor da Silva Narvaes*  
*Alessandra Rodrigues Gomes*  
*Marcos Adami*  
*Lucas José Mazzei de Freitas*  
*Dalton de Morrison Valeriano*

**CAPÍTULO 16..... 190**

INTEGRAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS PARA APOIAR RESPOSTAS A EVENTOS HIDROLÓGICOS CRÍTICOS: A EXPERIÊNCIA DA UNIDADE ESTADUAL DE MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO DURANTE AS INUNDAÇÕES DE 2015 NA BACIA DO RIO ACRE – ACRE/BRASIL

*Alan dos Santos Pimentel*  
*Vera Lúcia Reis*  
*Ylza Marluce Silva de Lima*  
*Luiz Alves dos Santos Neto*  
*Diana de Souza Bezerra*  
*Tatiane Mendonça de Lima*  
*Irving Foster Brown*

**CAPÍTULO 17 ..... 201**

INDICAÇÃO ESTATÍSTICA DE ÁREAS DE GARIMPO DE AMETISTA COM O USO DE IMAGENS ASTER

*Jean Marcel de Almeida Espinoza*  
*Deivid Cristian Leal Alves*  
*Silvia Beatriz Alves Rolim*  
*Jefferson Rodrigues dos Santos*  
*Maurício Soares Ortiz*  
*Miguel da Guia Albuquerque*

**CAPÍTULO 18..... 213**

MAPEAMENTO DAS ÁREAS OCUPADAS COM PASTAGENS NO TRIÂNGULO MINEIRO-MG

*Jorge Luís Silva Brito*  
*Roberto Rosa*  
*Mirna Karla Amorim da Silva*

**CAPÍTULO 19..... 222**

MÉTRICAS DE PAISAGEM NA CARACTERIZAÇÃO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS POR MEIO DA FUSÃO DA IMAGEM CBERS 4

*Caroline Bessi Fávero*  
*Anderson Antonio da Conceição Sartori*  
*Sidnei Fonseca Guerreiro*  
*Victor Munhoz Ruiz*  
*Rosane Maria Kaspary*  
*Martha Santana Martins*

**CAPÍTULO 20..... 240**

MODELAGEM DINÂMICA ESPACIAL DAS MUDANÇAS DE COBERTURA DA TERRA NA REGIÃO SUL DO ESTADO DE RORAIMA, NORTE DA AMAZÔNIA

*Maristela Ramalho Xaud*  
*Cláudia Maria de Almeida*  
*Haron Abraham Magalhães Xaud*

**CAPÍTULO 21..... 254**

SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS DE PERDA DE SOLO POR EROÇÃO LAMINAR NA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA.

*Gabriella Santos Arruda de Lima*

*Nilson Clementino Ferreira*

**CAPÍTULO 22..... 265**

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DO MODELO SWAT PARA ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL PARA A REGIÃO DE PETROLINA, ESTADO DE PERNAMBUCO

*Teônia Casado da Silva*

*Madson Tavares Silva*

*Danielle Teixeira Alves da Silva*

*Edivaldo Afonso de Oliveira Serrão*

*Eduardo da Silva Margalho*

**SOBRE O ORGANIZADOR .....274**

## METRICAS DE PAISAGEM NA CARACTERIZAÇÃO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS POR MEIO DA FUSÃO DA IMAGEM CBERS 4

### **Caroline Bessi Fávero**

Universidade do Sagrado Coração (USC), Departamento de Geoprocessamento, Núcleo de Estudos e Pesquisas em Geotecnologias (NEPGEO). Bauru – SP.

### **Anderson Antonio da Conceição Sartori**

Universidade do Sagrado Coração (USC), Departamento de Geoprocessamento, Núcleo de Estudos e Pesquisas em Geotecnologias (NEPGEO). Bauru – SP.

### **Sidnei Fonseca Guerreiro**

Universidade do Sagrado Coração (USC), Departamento de Geoprocessamento, Núcleo de Estudos e Pesquisas em Geotecnologias (NEPGEO). Bauru – SP.

### **Victor Munhoz Ruiz**

Universidade do Sagrado Coração (USC), Departamento de Geoprocessamento, Núcleo de Estudos e Pesquisas em Geotecnologias (NEPGEO). Bauru – SP.

### **Rosane Maria Kaspary**

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP/Sorocaba), Doutorado em Ciências Ambientais. Sorocaba – SP.

### **Martha Santana Martins**

Universidade de Salvador (UNIFACS), Mestre em Desenvolvimento Regional e Urbano. Salvador - BA.

**RESUMO:** A sub-bacia hidrográfica do Alto Batalha é caracterizada por grandes fontes de distúrbio devido ao excesso de intervenção

antrópica, causada pela demanda de alimento, em paralelo com as necessidades de matéria prima para as indústrias. Essa intervenção humana, desordenada e sem critérios de manejo do solo, resultou em uma paisagem extremamente fragmentada. A fragmentação florestal é o principal desafio para a conservação da biodiversidade. O objetivo desse estudo foi diagnosticar os fragmentos da sub-bacia, através da classificação da imagem do satélite CBERS 4, possibilitando uma análise qualitativa e quantitativa dos fragmentos da paisagem. Para tornar a classificação possível, e tornar o mais próximo da realidade, a imagem do satélite foi fusionada pelo método de Brovey. Depois de classificar a imagem, foi possível observar que a sub-bacia do Alto Batalha possui uma grande quantidade de fragmentos com área menor à 20 ha, que torna difícil a conservação da biodiversidade local. Através desses resultados foi possível concluir que, mesmo que haja grande quantidade de fragmentos com áreas menores que 20 ha, existem fragmentos com mais de 100 ha de área, que são extremamente importantes para a conservação e manutenção da biodiversidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sensoriamento remoto, Processamento de imagem, Classificação de imagem.

**ABSTRACT:** The Alto Batalha sub-basin is

characterized by great sources of disturbances due to the excessive human intervention, caused by the great demand of food, in parallel to the necessities of raw material to the industries. This human intervention, messy and without discretion of management of the soil, has made the landscape extremely fragmented. The forest fragmentation is the main challenge of the biodiversity conservation. The purpose of this project was to diagnose the fragments of the sub-basin, through the image classification of the satellite CBERS 4, in a way that made possible the qualification and quantification of the landscape's forest fragments. To make the classification possible, and bring it closer to reality, we merged the image in the method Brovey. After the image's classification was finished, it was possible to observe that the Alto Batalha sub-basin has a great amount of fragment with areas under 20 ha, which made it difficult to maintain the biodiversity's conservation. From this results it was possible to conclude that, even thou the number of fragments with areas under 20 ha is big, there are fragments with over 100 ha of area, which are extremely important to the conservation and maintenance of the biodiversity.

**KEYWORDS:** remote sensing, sensoriamento remoto, processamento de imagens, classificação de imagem.

## 1 | INTRODUÇÃO

A sub-bacia do Alto Batalha é caracterizada por grandes fontes de distúrbios devido a excessiva intervenção antrópica, ocasionada pela grande demanda por alimentos, paralelamente, às necessidades de matéria prima para as indústrias, gerando conseqüentemente necessidade de novas áreas agrícolas ao processo produtivo. Essa intervenção antrópica, desordenada e sem critérios de manejo do solo, vem causando muitos problemas, dentre eles a perda da qualidade da água e, do solo e processos de fragmentação florestal que são elementos essenciais de uma paisagem. Como resultado desta forma desordenada de ocupação, as paisagens vêm sofrendo modificações, ocasionado diversos problemas para as populações, principalmente no que se diz respeito à fonte de abastecimento em qualidade e quantidade dos recursos hídricos (SOUZA *et al.*, 2017; PILONE *et al.*, 2017; DO NASCIMENTO AQUINO, 2018).

Segundo Fontes (1995), foi a partir da década de 1970, que a sub-bacia do Alto Batalha começou a sofrer esse tipo de intervenção antrópica com maior intensidade, devido a crescente participação da cultura da cana-de-açúcar, que passou de 0,11%, em 1972, para 15,83% em 1995, em substituição às áreas de pastagens e principalmente às áreas de mata nativa.

Como resultado desta forma desordenada de ocupação, a paisagem foi muito modificada, ocasionado diversos problemas para as populações que utilizam essa sub-bacia como fonte de água limpa e renda sendo assim capaz de mostrar a importância do estudo da paisagem, para a análise dos fragmentos florestais no Alto Batalha, possibilitando a determinação do grau de comprometimento ecológico geográfico da

área (BEZERRA, 2011).

Muitos estudos vêm sendo realizado com objetivos de analisar a integridade das paisagens Viana (1998). Diagnósticos em paisagens com interferências antrópicas tem como intuito a análise em quantidade e qualidade em fragmentos florestais, para determinar o grau de comprometimento ecológico geográfico da área de estudo. A fragmentação das matas é um dos principais desafios da conservação da biodiversidade. Especialmente em paisagens intensamente cultivadas, a maior parte dos remanescentes florestais encontra-se em forma de pequenos fragmentos (SOUZA *et al.*, 2013; BRINCK, 2017).

Dentre as consequências do processo de fragmentação florestal, destacam-se a diminuição da diversidade biológica, o distúrbio do regime hidrológico das bacias hidrográficas, as mudanças climáticas, a degradação dos recursos naturais e a deterioração da qualidade de vida das populações tradicionais (Martins *et al.*, 2002). As respostas das comunidades vegetais e de cada espécie à fragmentação variam de acordo com diversos fatores, como histórico da fragmentação, seu tamanho e forma, impactos das ações humanas atuais, grau de isolamento e a sensibilidade da comunidade e dos indivíduos de cada espécie a estes processos (CANTINHO *et al.*, 2010).

Martins (2002) afirmou que a diminuição da diversidade biológica, o distúrbio do regime hidrológico das bacias hidrográficas, as mudanças climáticas, a degradação dos recursos naturais e a deterioração da qualidade de vida das populações tradicionais são consequências que se destacam do processo de fragmentação florestal.

A dinâmica dos ecossistemas possui grande influência nos processos ecológicos, mostrando assim a importância do entendimento do significado da ecologia de paisagem. Segundo (VOLOTÃO,1998; ZHOU *et al.*, 2017; CADOTTE *et al.*, 2017), a ecologia de paisagem envolve o estudo de padrões da paisagem, as interações entre os fragmentos dentro de uma paisagem, focalizando três características da paisagem:

- a. Estrutura: o relacionamento espacial entre os ecossistemas característicos ou os elementos presentes;
- b. Função: as interações entre os elementos espaciais;
- c. Mudança: a alteração na estrutura e função do mosaico ecológico pelo tempo.

O histórico da fragmentação, seu tamanho e forma, impactos das ações humanas atuais, grau de isolamento e a sensibilidade da comunidade e dos indivíduos de cada espécie a estes processos são fatores importantes para as respostas das comunidades vegetais e de cada espécie à fragmentação (CANTINHO *et al.*, 2010).

Os estudos sobre o efeito da fragmentação são de grande importância para a

conservação da biodiversidade, que até certo ponto, depende da compreensão da influência da configuração espacial dos remanescentes de matas e das chances de persistência em longo prazo das espécies presentes no local (BOSCOLO, 2007; ESTEVAM *et al.*, 2017; ZIMBRES *et al.*, 2018).

A fragmentação florestal é a transformação de grandes florestas em pequenos remanescentes, isolados uns dos outros, em um mosaico de paisagem alteados pelo homem, sendo considerado atualmente como uma das principais ameaças à biodiversidade ecológica mundial Pires *et al.* (2006), tornando assim, fundamental a identificação das áreas essenciais para a conservação do meio, possibilitando o estabelecimento de prioridades no desenvolvimento de métodos de conservação (BORTOLETO, 2014).

O tamanho dos fragmentos está diretamente ligado às espécies contidas no mesmo, fragmentos muito pequenos não suportam algumas espécies, podendo afetar toda a rede de interações dentro do fragmento, instigando espécies a migrarem de habitats e tornando-as mais suscetíveis a extinção (CHIARELLO, 1999; BORTOLETO, 2014).

Pirovani (2012) afirmou que a utilização de métricas de paisagem é um pré-requisito para o estudo da evolução da paisagem, sendo essencial, em uma análise de estrutura de paisagem, a utilização de mais de uma métrica de paisagem. A Tabela (1) apresenta as métricas de paisagem selecionadas pelos autores na caracterização da estrutura da sub-bacia.

Métrica	Revisão Bibliográfica	Autor
Índice de Área	Quantifica o tamanho dos fragmentos.	PIROVANI, 2012.
Índice de borda	Região do fragmento sob maior influência dos fatores externos.	PIROVANI, 2010.
Perímetro	Considerado como índice de borda, quantifica o contorno dos fragmentos.	MCGARIGAL, K; MARKS, B, 1995.
Índice de forma	Analisa o formato dos fragmentos e está diretamente relacionado ao efeito de borda.	FORMAN; GORDON, 1986.
Área nuclear	A área nuclear tem sido considerada pelos estudiosos como a métrica mais importante para a determinação da qualidade dos habitats.	MCGARIAL; MARKS, 1995.
Distância do vizinho mais próximo	A posição relativa entre os fragmentos é importante para determinar a qualidade do fluxo gênico das espécies da paisagem.	BEZERRA, 2010.

**Tabela 1.** Métricas de paisagem para análise de estrutura de paisagem.

O sensoriamento remoto e métricas de paisagem possui papel fundamental no processo de caracterização, análise e monitoramento de grandes áreas terrestres (Mascarenhas, 2008), auxiliando a interpretação e compreensão da dinâmica dos fragmentos florestais da paisagem permitindo o acompanhamento das mudanças das

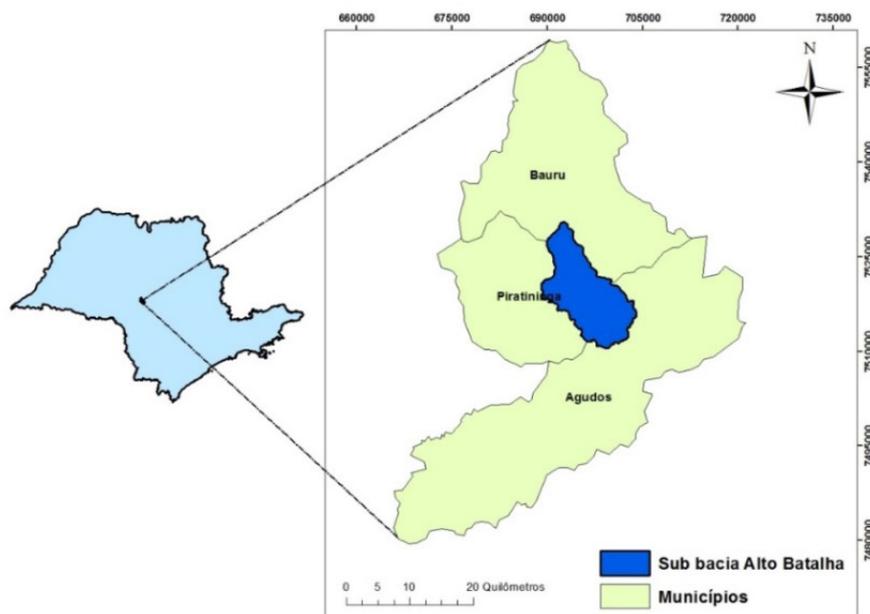
paisagens e seus efeitos sobre o meio ambiente e as espécies locais (Almeida, 2008). Para quantificar e qualificar os fragmentos são utilizados métodos de classificação de imagem.

O objetivo da classificação é descobrir agrupamentos naturais, possibilitando a formação de hipóteses sobre o objeto a ser estudado. A classificação é utilizada para identificar os pixels de uma imagem dentre várias classes de coberturas ou temas, podendo ser útil para a análise da cobertura do solo existente em uma paisagem e a produção de dados estatísticos dessas áreas (Oliveira, 1999). O objetivo desse trabalho foi diagnosticar os fragmentos florestais da sub-bacia do Alto Batalha – SP, por meio da classificação da imagem do satélite CBERS 4, de maneira que tornasse possível a quantificação e qualificação dos fragmentos florestais da paisagem.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo foi a sub-bacia do Alto Batalha (Figura 1), está situada no centro geográfico do estado de São Paulo, entre os paralelos 22° 20' e 22° 30' Sul e os meridianos 49° 00' e 49° 10' WG, e possui uma área aproximada de 14.670 hectares inseridos na UGRHI 13 e 16, abrangendo o território pertencente aos municípios de Agudos, Bauru e Piratininga. De acordo com a Classificação de Köppen, a região de Bauru é classificada como Cwa - temperado macro térmico de inverno seco não rigoroso. Segundo dados coletados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a região tem precipitação média anual de 1.331 mm.



**Figura 1.** Localização da área de estudo: Sub bacia do Alto Batalha- Bauru, Piratininga e Agudos/SP.

As vegetações nativas da área de estudo caracterizam-se por biomas de floresta tropical e cerrado, porém atualmente a sub-bacia está ocupada, predominantemente por pastagens, áreas agrícolas e área rural.

## 2.2 Imagens Orbitais

Para a elaboração do plano de informação de uso e ocupação do solo, com ênfase nos fragmentos florestais, foram utilizadas as imagens do satélite CBERS-4, obtidas através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE.

Foram utilizadas as bandas pancromática (PAN 5) e multiespectral (PAN 10), bandas espectrais 2, 3 e 4, do dia 19 de março de 2016. As características das imagens CBERS 4 estão contidas na Tabela (2).

	0,51 – 0,85 $\mu$ m (Pan)
Bandas espectrais	0,52 – 0,59 $\mu$ m (G)
	0,63 – 0,69 $\mu$ m (R)
	0,77 – 0,89 $\mu$ m (NIR)
Resolução	5 m (Pan) / 10 m (G, R, NIR)
Largura da faixa imageada	60 km
Apontamento	$\pm 32^\circ$
Revisita	5 dias
Revisita real	Não
Quantização	8 bits
Taxa de dados bruta	140 Mbit/s
	100 Mbit/s

**Tabela 2.** Características das câmeras pancromática e multiespectral do CBERS 4

## 2.3 Fusão

O método de fusão aplicado foi o Brovey utilizando o *software* ArcGIS 10.3. A transformação Brovey consiste na combinação aritmética entre uma imagem multiespectral RGB de baixa resolução espacial (10m) e uma imagem pancromática de alta resolução (5m). Cada banda da imagem multiespectral é multiplicada pela razão da imagem pancromática dividida pela soma das bandas da imagem multiespectral (VRABEL, 1996; SCHNEIDER, 2003; PINHO, 2005; NAGI, 2012).

## 2.4 Classificação

O método de classificação aplicado foi o *Maximum Likelihood Classification*. Este método de classificação parte do pressuposto que o usuário conheça previamente a área analisada, bem com a distribuição das classes, para que desta forma, quando da aplicação da classificação, a seleção de amostras de treinamento possa ser o mais eficiente possível (CRÓSTA, 1993).

O método também exige que sejam selecionadas algumas amostras de uso e ocupação do solo. Para realizar as amostras de cada uso de solo foi criado um *shape* em forma de ponto, sendo posicionados duzentos pontos de amostragem sobre os diferentes objetos e alvos, em sequência foram estabelecidas cinco classes de uso e ocupação: Agricultura, Área Urbana, Área de Reflorestamento, Mata Nativa e Recursos Hídricos.

Para a introdução dos pontos no mapa de uso e ocupação do solo foi utilizando o *Google Earth* como ferramenta de apoio para uma melhor definição da cobertura do solo.

Essas amostras de uso do solo são utilizadas para treinar o sistema para reconhecer o padrão estabelecido. Então o sistema computacional compara os pixels selecionados como amostras com os pixels contíguos, e quando o pixel contíguo é aceito, o processo continua para os demais pixels. Esse processo ocorre até que todos os pixels contidos na área de interesse da imagem estejam classificados.

## 2.5 Análise dos Fragmentos

Para a geração do plano de informação foi extraído do mapa de uso e ocupação do solo os fragmentos de floresta nativa. Primeiramente foi realizada uma análise com os fragmentos em conjunto. Após este processo os fragmentos foram analisados individualmente.

## 2.6 MÉTRICAS DE PAISAGEM

A análise das métricas de paisagem foram realizadas em um segundo momento por meio do *plug in* VLATE 2.0, que foi inserido no *software* ArcGIS. Através desse *plug in* puderam ser analisadas diversas variáveis, como área e perímetro de cada fragmento de forma individual, distância do vizinho mais próximo, análise de forma, efeito de borda e análise de área total.

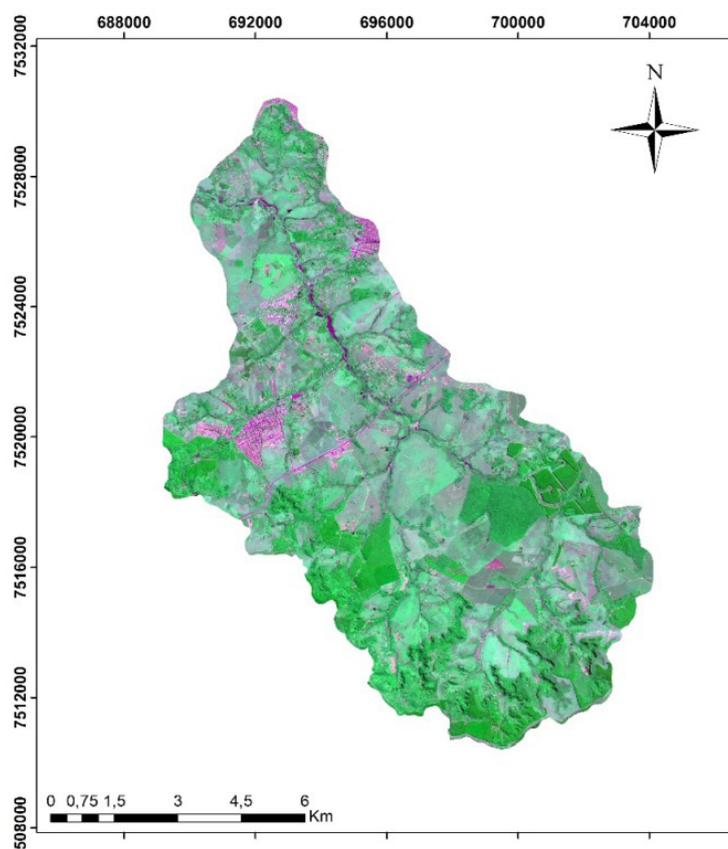
Para a determinação da área nuclear considerou-se uma borda de 50 metros, distância em que os efeitos de borda tendem a desaparecer (MURCIA, 1995).

Cada uma dessas análises gerou um banco de dados que foi extraído para o *software* Excel e analisados individualmente, posteriormente foi elaborado gráficos para cada uma delas, possibilitando interpretações em vários níveis.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

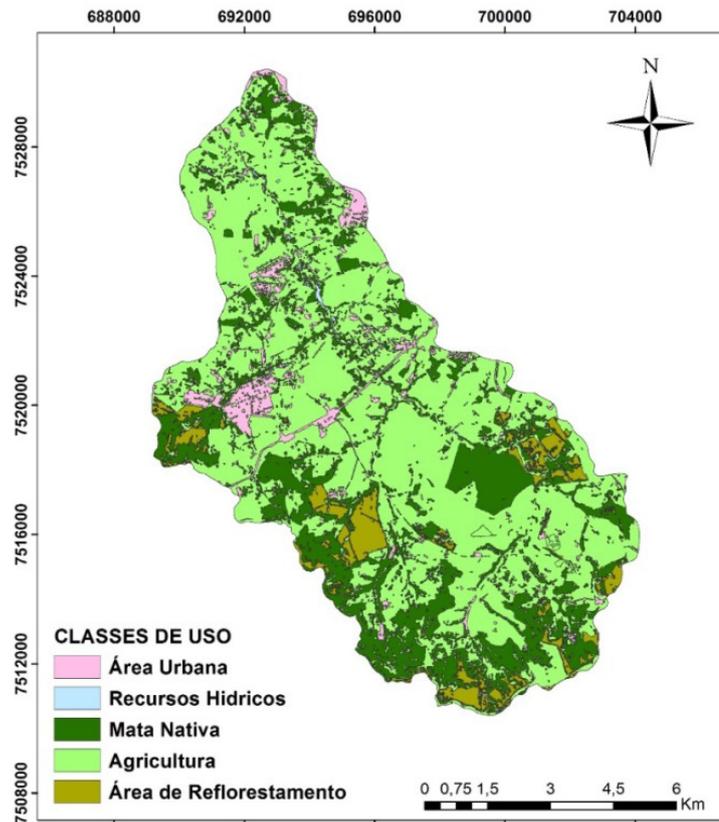
Com a fusão da imagem do satélite CBERS 4 realizada em Brovey (Figura 2) foi possível notar uma melhor visibilidade e distinção das classes de uso e ocupação do solo, resultando em uma imagem com resolução espacial de 5 m. A análise visual da imagem obtida através da fusão possibilitou uma maior nitidez dos alvos terrestres, apresentando uma forma mais próxima da realidade. Esse processo facilitou a extração

dos pontos amostrais para que fosse feita a classificação através do método escolhido conforme ilustrado na Figura (2).



**Figura 2.** Imagem fusionada do satélite CBERS 4 referente a área de estudo com resolução espacial de 5m.

Após ter sido aplicado o método *Maximum Likelihood Classification* foram identificadas e calculadas as áreas de todas as classes de uso na sub-bacia, eliminando todos os polígonos que tivessem áreas menores que 0,1 ha. Essa eliminação foi realizada para que o resultado obtido chegasse o mais próximo possível da realidade e também não tivesse uma mistura espectral dos pixels. Após a eliminação dos polígonos, com áreas menores que 0,1 ha, obtivemos a classificação de uso e ocupação do solo (Figura 3) da sub-bacia do Alto Batalha, englobando todas as classes definidas e suas respectivas áreas (Tabela 2).



**Figura 3.** Classificação do uso do solo da área de estudo, sub-bacia do Alto Batalha.

Pode-se observar que a agricultura ocupa a maior área na sub-bacia estudada, cerca de 64% da área total, ou seja, 9.387,65 ha, conforme a Tabela 2, e que em toda a parte central da sub-bacia hidrográfica está concentrada a agricultura, podendo ser avistados poucos focos de fragmentos de matas nativas.

Classes de uso	Área (ha)	Porcentagem
Área Urbana	827,35	5,65%
Corpos d'água	33,77	0,23%
Mata Nativa	3.643,06	24,83%
Agricultura	9.387,65	63,99%
Área de Reflorestamento	777,53	5,30%

**Tabela 2.** Classes de uso do solo na sub-bacia do Alto Batalha

A alta erodibilidade dos solos está associada à baixa cobertura do solo pela vegetação nativa. A principal consequência deste impacto é o assoreamento do solo que modifica a qualidade da fauna, da flora e das águas (Andrade *et al.* 2007). Outro impacto importante de grandes áreas de agricultura é o fato de elas atuarem como barreiras para o deslocamento animal e para a dispersão vegetal, influenciando diretamente na taxa de colonização dos fragmentos (LAURENCE, VASCONCELOS, 2009).

Embora a agricultura seja a principal atividade causadora desses impactos, relacionados ao desmatamento e erosão do solo, é uma atividade vital aos países em

desenvolvimento, como o Brasil (WOOD, LINNE, 2005).

Quando comparados os fragmentos florestais de mata nativa de formas individuais (Tabela 3), pudemos observar o tamanho dos fragmentos, a quantidade e área ocupada pelos mesmos.

Foram encontrados 1.147 fragmentos florestais de mata nativa, sendo nítida a predominância de fragmentos com menos de 20 ha, 1133 fragmentos, que abrangem um total de 28,67% da área total ocupada pela mata nativa. Segundo Marcelino (2007), quanto menor for o fragmento, maiores as consequências deletérias em relação às grandes florestas contínuas.

Fernandez (2004) afirmou que, quanto mais isolados, e expostos os fragmentos estiverem, uma série de micro alterações começam a ocorrer em cadeia, desencadeando mudanças e alterações ainda mais profundas no interior do fragmento e na paisagem como um todo.

Tamanho dos fragmentos (ha)	Quantidade de fragmentos		Área total dos fragmentos		Área total (%)
	nº	%	ha	%	
Abaixo de 20,0	1133	98,78	1.044,58	28,67	7,12
20,0 – 100,0	9	0,78	384,59	10,56	2,62
Acima de 100,0	5	0,44	2.213,89	60,77	15,09

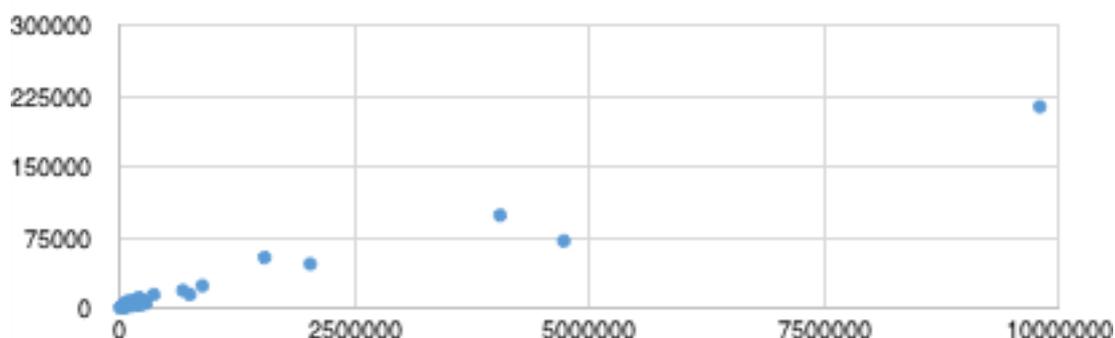
**Tabela 3.** Fragmentos florestais da sub-bacia do Alto Batalha

Devido a essas alterações, a comunidade animal começa a ser afetada também. Ocorre a perda do habitat natural, causando a exclusão de espécies raras ou endêmicas, o aumento da vulnerabilidade de espécies remanescentes pela redução da população, a diminuição das taxas de migração e o isolamento geográfico dos animais (LAURANCE, VASCONCELOS, 2009).

A sub-bacia também apresenta fragmentos de grande extensão (Tabela 3), que possuem área acima de 100 ha, que ocupam 60,77% da área total ocupada pela mata nativa. Fragmentos maiores estão menos sujeitos ao efeito de borda, conseqüentemente possibilitando a melhor conservação ambiental dentro do mesmo, além da ocorrência de maior quantidade de espécies, quando comparado aos fragmentos menores (BIERREGARD *et al*, 2001; LUDWIG *et al.*, 2001). Os grandes fragmentos são muito importantes no panorama geral da conservação dos recursos naturais e das espécies de plantas e animais (SHEA *et al*, 1998).

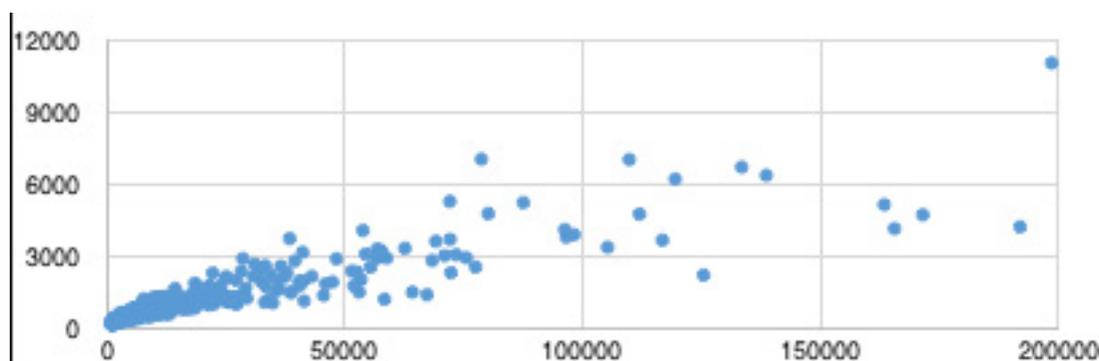
A relação entre os dados obtidos, por meio da utilização da extensão *V-LATE 2.0*, permitiu uma análise mais detalhada com relação às métricas de paisagem utilizadas para determinar a resiliência e saúde do meio ambiente, focando os fragmentos florestais. Os gráficos relacionando perímetro e área exibem os valores dos perímetros em metros no eixo y, e os valores das áreas em metros no eixo x. Observando na Figura (4) foi nítida a predominância dos fragmentos menores na distribuição gráfica do perímetro, mantendo a maioria dos fragmentos muito concentrados próximo ao

valor de zero. Indicando claramente um desequilíbrio, de acordo com Odum (1988), que afirmou que quanto menor sua proporção entre perímetro e área, ou seja, tamanho de um fragmento florestal, maiores serão os efeitos externos sofridos pelo mesmo, podendo ser observada uma menor proporção no número de espécies quando comparados com fragmentos de áreas maiores.



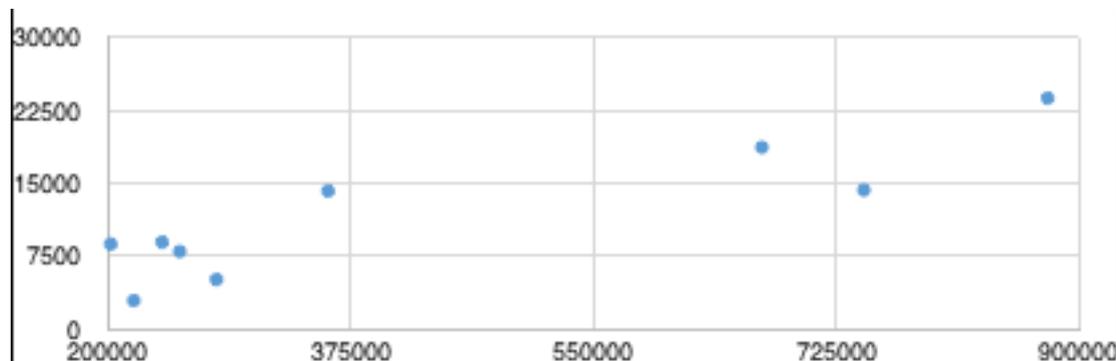
**Figura 4.** Comparação entre área e perímetro total dos fragmentos florestais.

Quando relacionamos a área dos fragmentos com os perímetros dos mesmos foi possível observar que os fragmentos com áreas menores do que 20 ha (Figura 5) possuem um perímetro muito concentrado abaixo dos 2.000 metros, começando a dispersar a partir desse mesmo valor, possuindo raros fragmentos com perímetros acima de 10.000 metros. Os valores de perímetros para fragmentos com áreas abaixo de 20 ha variam entre 0 e 12.000 metros. As áreas com perímetros abaixo de 2.000 metros sugerem atuar como fragmentos e habitats para as espécies, porém os fragmentos com o perímetro de valor maior sugerem atuar como corredores.



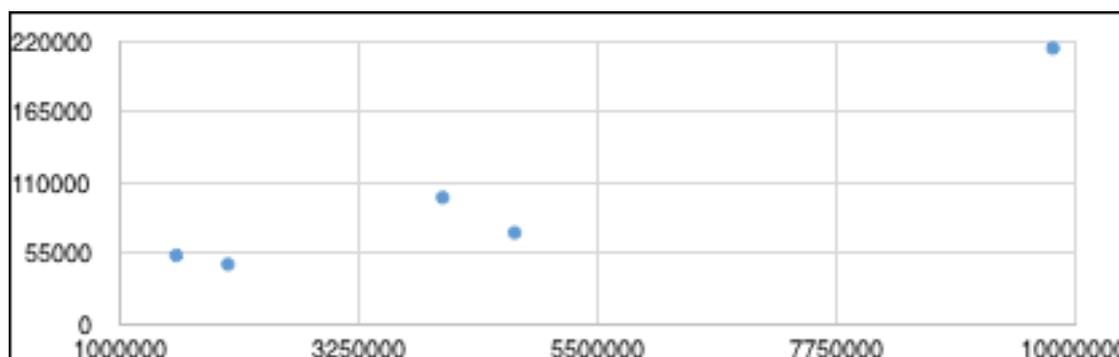
**Figura 5.** Comparação entre área e perímetro de fragmentos florestais menores do que 20 ha.

De acordo com Forman e Gordon (1986), corredores são faixas pelas quais as espécies, que se encontram isoladas em fragmentos, usam para movimentar-se, possibilitando a união dos fragmentos florestais. De acordo com os autores, os corredores são de extrema importância para a visão geral da paisagem, pois são considerados peças chaves no controle de fluxo biológico e hídrico. A Figura (6) apresentou um padrão um pouco mais disperso que os outros dois, se mantendo um pouco mais equilibrado que os gráficos citados anteriormente.



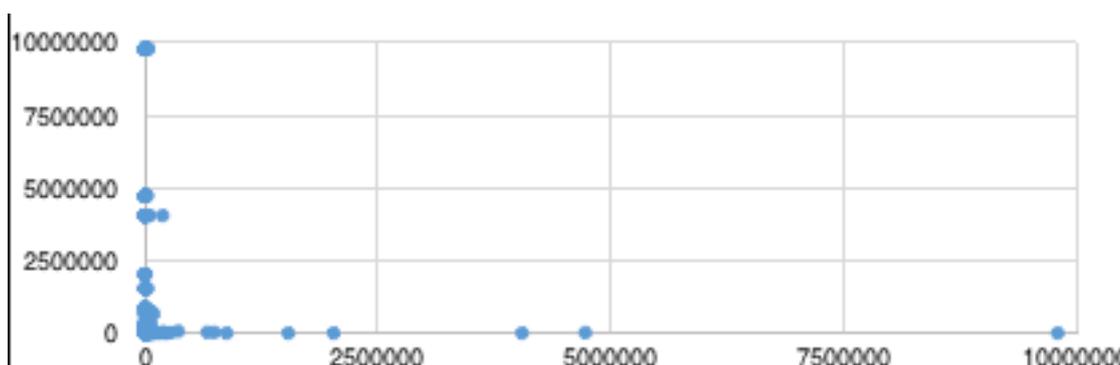
**Figura 6.** Comparação entre área e perímetro de fragmentos entre 20 e 100 ha.

Os valores de perímetros para fragmentos com áreas acima de 100 ha variam entre 40.000 e 250.000. Como no caso da análise da Figura (5), os perímetros mais distantes da aglomeração do restante tendem a se comportarem como corredores, sendo base para a conectividade dos fragmentos florestais, e a distribuição gênica da paisagem (FORMAN; GORDON, 1986). A Figura (7) nos evidencia o mesmo padrão que a Figura 5. Demonstram que a maioria dos perímetros se concentra com valores mais baixos, neste caso abaixo de 100.000 m, e um se destaca, encontrando-se acima de 200.000 m. Os valores de perímetros para fragmentos com áreas entre 20 e 100 ha variam entre 2.000 e 25.000 m.



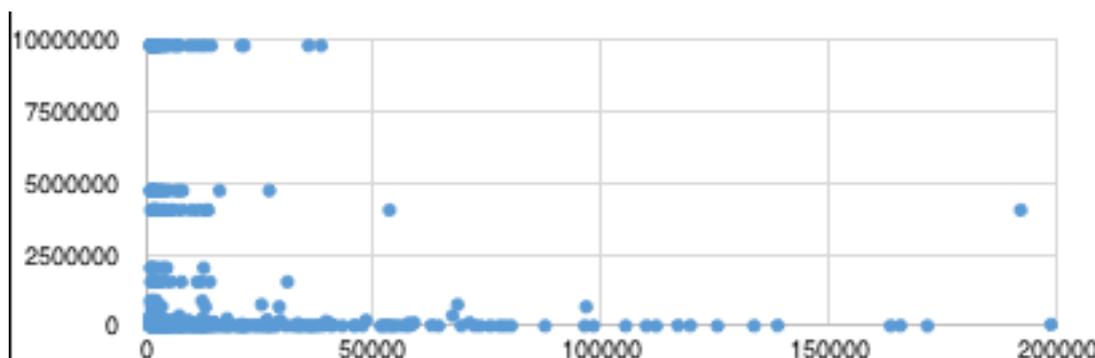
**Figura 7.** Comparação entre área e perímetro de fragmentos maiores do que 100 ha.

Os gráficos relacionando área e vizinho mais próximo exibem os valores das áreas em metros no eixo x e no eixo y exibe a distância entre o vizinho mais próximo em metros Figura (8).



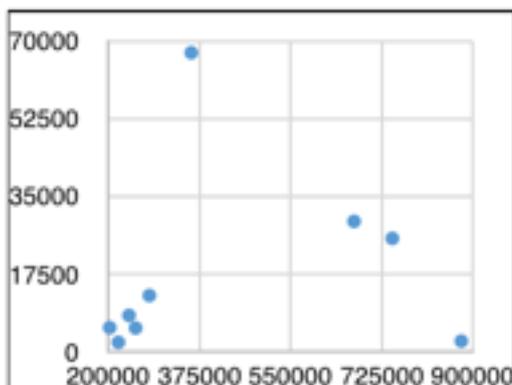
**Figura 8.** Comparação entre área total e vizinho mais próximo.

Foi possível observar na Figura (9) que grande parte dos fragmentos com áreas menores do que 20 ha possuem o vizinho mais próximo há uma distância entre si abaixo de 2.000.000 m. A distância é muito grande quando considerados o tamanho dos fragmentos, dificultando a distribuição gênica e a migração da fauna entre os fragmentos. A grande distância entre os fragmentos também diminui a reprodução da fauna e da flora, dificultando a manutenção do ecossistema e da biodiversidade. Basile (2006) afirmou que populações isoladas, possuem uma maior propensão ao processo de extinção, pois impossibilita a variação genética, além de não serem capazes de suprir todas as suas necessidades de sobrevivência.

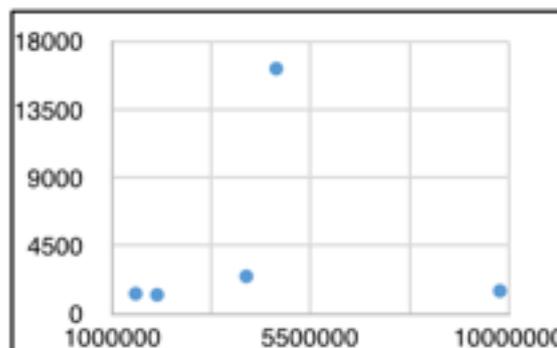


**Figura 9.** Comparação entre área < 20 ha e vizinho mais próximo.

Já quando observados as Figuras (10) e (11) é possível verificar que os fragmentos maiores possuem uma distância menor para com seu vizinho mais próximo, tornando-os muito importantes para a conservação da biodiversidade e do ecossistema. A pequena distância contribui para a migração gênica, contribuindo para o desenvolvimento e manutenção ecossistêmica. Fernandez (2004) afirmou que, quanto mais isolados, e expostos os fragmentos estiverem, uma série de micro alterações começam a ocorrer em cadeia, desencadeando mudanças e alterações ainda mais profundas no interior do fragmento e na paisagem como um todo.



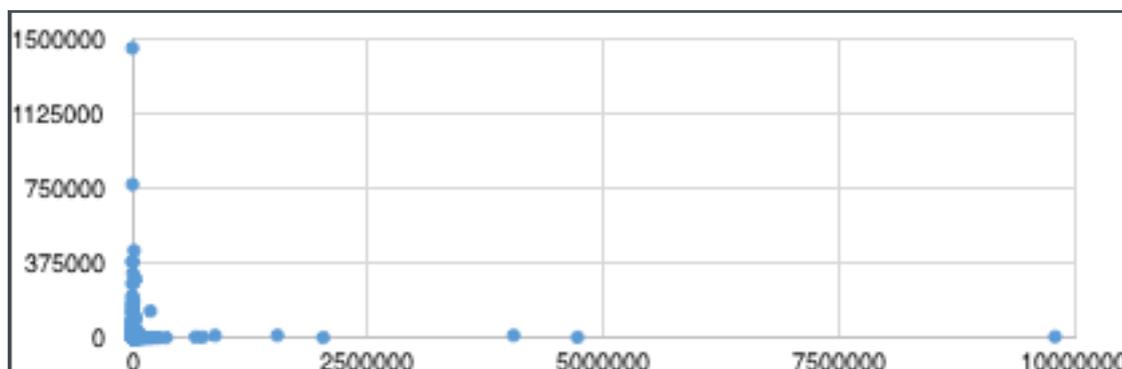
**Figura 10.** Comparação entre área entre 20 e 100 ha e vizinho mais próximo



**Figura 11.** Comparação entre áreas > 100 já e vizinho mais próximo.

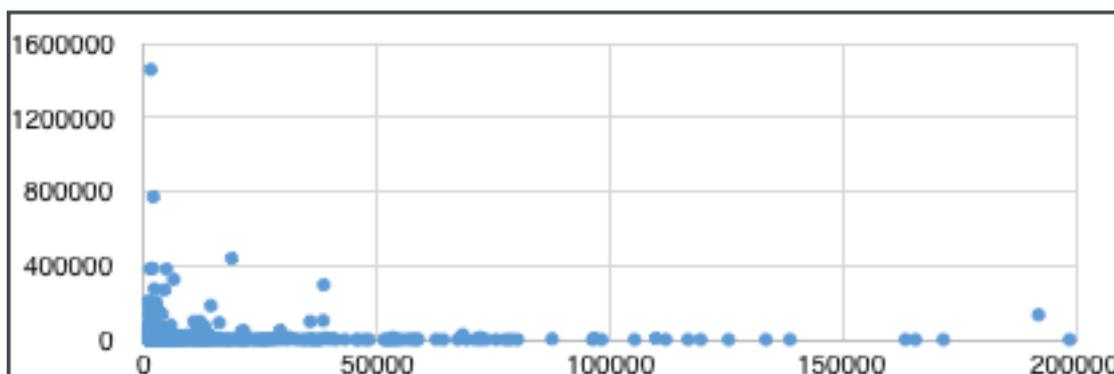
Os gráficos relacionando a área e a proximidade dos fragmentos exibem os

valores das distâncias entre os fragmentos em metros, no eixo y, e os valores das áreas em metros, no eixo x. Quando observamos a Figura (12) podemos determinar que grande parte dos fragmentos com áreas menores do que 20 ha possuem distâncias concentradas abaixo de 200.000 m, causando impacto de forma negativa sob o desenvolvimento dos fragmentos.



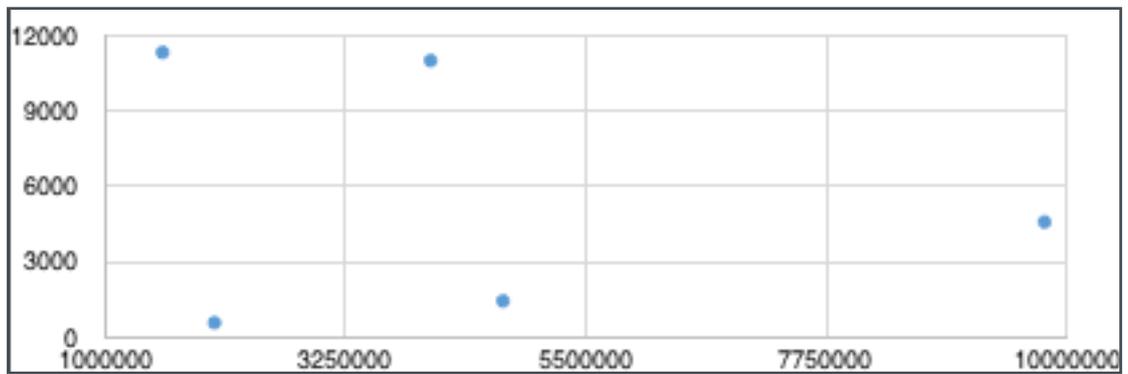
**Figura 12.** Comparação entre área total e proximidade dos fragmentos.

Na Figura (13), a distância entre os fragmentos se concentra abaixo de 4.000 m, facilitando o desenvolvimento ecológico dos fragmentos e a dispersão gênica, como afirmou Fernandez (2004).



**Figura 13.** Comparação entre áreas menores que 20 ha e proximidade dos fragmentos.

A Figura (14) pode se analisar que leve aumento para mais disperso, porém mantém a distância entre os fragmentos mais baixa, do que quando comparado a Figura (10). A distância entre os fragmentos se mantém abaixo de 12.000 metros, o que acaba sendo uma distância grande a ser percorrida pela fauna e flora para a manutenção da diversidade ecológica.



**Figura 14.** Comparação entre áreas > 100 ha proximidade entre os fragmentos

Para a análise da área nuclear os dados obtidos foram divididos em 4 classes Tabela (4) de acordo com as áreas nucleares em ha, tendo como base o plano de informação da mata nativa da sub-bacia do Alto Batalha.

Área nuclear dos fragmentos (ha)	Número de fragmentos
0 – 0,9	61
0,9 – 9,0	16
9,0 – 50,0	6
Maiores que 50,0	4

**Tabela 4.** Classes de área nuclear dos fragmentos.

Foi possível observar que apenas 87 dos 1.148 fragmentos conseguiram manter uma área nuclear após a retirada dos 50 metros de borda definido como distância mínima na qual o efeito de borda tende a desaparecer (MURCIA, 1995). Esse fato demonstra que a maioria dos fragmentos florestais não possui área suficiente para contribuir para a preservação e manutenção da biodiversidade da paisagem. A maior parte dos fragmentos que possuem área nuclear, obtiveram valores entre 0 e 0,9 hectares. Muitas vezes o fragmento florestal pode ser grande o suficiente para apresentar uma área nuclear, porém a mesma deve ter a capacidade de abrigar espécies e populações, suportando-as para evitar a extinção e depredação das mesmas (TURNER; GARDNER, 1990).

As maiores áreas nucleares estão acima de 50 hectares e são encontradas em apenas 4 fragmentos. Os fragmentos com maior área nuclear, segundo Forman e Gordon (1986), podem ser considerados essenciais ferramentas para a manutenção da biodiversidade animal e vegetal de uma paisagem.

## 4 | CONCLUSÕES

Pode-se concluir que a sub bacia do Alto Batalha tem grande influência da agricultura, e que mais de 50% de sua área total está ocupada pela mesma. Os fragmentos florestais com área menor que 20 ha predominam a paisagem, o que torna a sobrevivência da fauna e da flora mais difícil, devido aos impactos causados

pela fragmentação. A sub-bacia também apresenta grandes fragmentos florestais que podem ser essenciais para a manutenção da biodiversidade da área de estudo. A fusão da imagem do satélite CBERS 4 foi fundamental para a definição das amostras no processo de classificação da imagem. A caracterização ambiental da paisagem de acordo com as métricas de paisagem estabeleceu basicamente as ações que resultam na conservação, manejo e restauração das áreas com potencial, conforme as características do ambiente.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. G. de. **Análise espacial dos fragmentos florestais na área do parque nacional dos campos gerais, Paraná.** 2008. 74 p. Dissert. (Mestrado em Gestão do Território) PPG-UEPG, Ponta Grossa. 2008.
- ANDRADE, E. M. de; et al. **Seleção dos indicadores da qualidade das águas superficiais pelo emprego da análise multivariada.** Engenharia Agrícola, v.27, n.3, p.683-690, 2007.
- BASILE, A. **Caracterização estrutural e física de fragmentos florestais no contexto da paisagem da Bacia do Rio Corumbataí, SP.** 2006. 86f. Dissert. (Mestrado Ecologia Aplicada) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- BEZERRA, C. G., et al. **Estudo da fragmentação florestal e ecologia da paisagem na sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte Alegre - ES.** Espaço & Geografia, v.14, n.2, p. 257-277, set./dez. 2011. Disponível em: < <http://www.lsie.unb.br/espacoegeografia/index.php/espacoegeografia/article/viewFile/144/136>>. Acesso em: 26 de mar. 2017.
- BIERREGAARD, R. O.; et al. **Lessons from Amazonia: The Ecology and Conservation of a Fragmented Forest.** Yale University Press, New Haven & London. 2001. 478 p.
- BOSCOLO, D. **Influência da estrutura da paisagem sobre a persistência de três espécies de aves em paisagens fragmentadas da Mata Atlântica.** 2007. 244 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biociência da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.
- BORTOLETO, L. A. **Análise da dinâmica de fragmentos florestais: estudo de caso de Sorocaba – SP.** 2014. 76f. Dissert. (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2014.
- BRINCK, Katharina et al. **High resolution analysis of tropical forest fragmentation and its impact on the global carbon cycle.** Nature Communications, v. 8, p. 14855, 2017.
- CADOTTE, M. W. et al. **Solving environmental problems in the Anthropocene: the need to bring novel theoretical advances into the applied ecology fold.** Journal of Applied Ecology, v. 54, n. 1, p. 1-6, 2017
- CANTINHO, R. Z.; et al. (2010). **Definição de áreas prioritárias para restauração Florestal no Vale do Paraíba.** In: Sem. de atualização em Sensoriamento Remoto e SIG aplicados à Engenharia Florestal, 9., 2010, Curitiba, PR. Anais. São José dos Campos: INPE, 2010. Artigos, p. 626-633.
- CHIARELLO, A. G. **Effects of fragmentation of the Atlantic forest on mammal communities in**

southeastern Brazil. *Biological Conservation*, v. 89, n. 1, p. 71-82, 1999.

CROSTA, A.P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Editora da Unicamp. Campinas, SP: IG/Unicamp. 1993. 170p.

DO NASCIMENTO AQUINO, Deodato et al. **Use of remote sensing to identify areas at risk of degradation in the semi-arid region**. *Revista Ciência Agronômica*, v. 49, n. 3, p. 420-429, 2018.

FERNANDEZ, F. A. S. **O poema imperfeito: crônicas de biologia, conservação da natureza e seus heróis**. 2.ed. Curitiba: Ed. Universidade Federal do Paraná, 2004. 258 p.

FONTES, J.L. **Evolução do uso do solo, aplicações de agrotóxicos e qualidade da água na micro bacia do Alto Batalha**. 1995. 38f. Monografia (Espec. Engenharia de Segurança do Trabalho) Faculdade de Engenharia e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 1995.

FORMAN, R.T.T.; GORDON, M. **Landscape Ecology**. John Wiley & Sons, New York. 1986.

LAURANCE, W. F.; VASCONCELOS, H. L. **Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia**. *Oecologia Brasiliensis*, v. 13, n. 3, p. 434-451, 2009.

MARCELINO, V.R. **Influencia da fragmentação florestal e da estrutura da vegetação na comunidade de aves da Fazenda Figueira, Londrina – PR**. 2007. 101 p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais). USP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba/SP, 2007.

MARTINS, I. C. M.; et al. **Diagnóstico ambiental no contexto da paisagem de fragmentos florestais naturais “IPUCAS” no município de lagoa da confusão, Tocantins**. *Revista Árvore*, v. 26, n. 3, p. 299-309, 2002.

MASCARENHAS, L. M de A.; et al. **Sensoriamento remoto como instrumento de controle e proteção ambiental: análise da cobertura vegetal remanescente na bacia do rio Araguaia**. *Sociedade & Natureza*, v. 21, n. 1, p. 5-18, 2009.

MURCIA, C. **Edge effects in fragmented forests: implications for conservation**. *Trends in Ecology and Evolution*, v.10, p. 58-62. 1995.

NAGI, R. **Combining colored and gray shade rasters with high fidelity**. ArcGIS Blog, 2012. Disponível em: < <https://blogs.esri.com/esri/arcgis/2012/01/18/combining-colored-and-grayshade-rasters-with-high-fidelity/>>. Acesso em: 28 de set. 2017.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1988.

Oliveira, H. N. B. de. **Segmentação e classificação de imagens LANDSAT TM**. 1999. 97 p. Dissert. (Pós-graduação em Informática) Setor de Ciências Exatas da Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1999.

PILONE, E.; DEMICHELA, M.; CAMUNCOLI, G. **Seveso Directives and LUP: The mutual influence of natural and anthropic impacts**. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, v. 49, p. 94-102, 2017.

PINHO, C. M. D. **Análise Orientada A Objetos De Imagens De Satélites De Alta Resolução Espacial Aplicada A Classificação De Cobertura Do Solo No Espaço Intraurbano**. 2005. 180f.

Inpe-14183-Tdi/1095. Dissert. (Mestrado Em Sensoriamento Remoto). Inpe -, São José Dos Campos, 2005.

PIRES, AS. 2006. **Perda De Diversidade De Palmeiras Em Fragmentos De Mata Atlântica: Padrões E Processos**. 2006. 108f. Tese (Doutorado) - Instituto De Biociências Da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

PIROVANI, D. B.; *et al.* **Uso de Geotecnologias para estudo da fragmentação florestal com base em princípios de ecologia da paisagem**. In: SANTOS, A. R.; *et al.* (Org.). Geotecnologias Aplicadas aos Recursos Florestais. 1ed. Alegre, ES: CAUFES, v.1, p. 24-42. 2012.

SHEA, K.; *et al.* **Management of populations in conservation, harvesting and control**. Trends in Ecology & Evolution, v. 13, n. 9, pp. 371-375. 1998.

SCHNEIDER, M. J.; *et al.* **Experimentos em fusão de imagens de alta resolução**. Boletim de Ciências Geodésicas, v. 9, n. 1, p.75-88, 2003.

SOUZA, N. C. R. *et al.* **Identification of the degree of impact of dams on the hydrologic regime of semi-arid rivers: an evaluation of the DHRAM method**. RBRH, v. 22, 2017.

SOUZA, S. M.de, SILVA, A. G., SANTOS, A. R., GONÇALVES W., MENDONÇA, A. R., **Análise dos Fragmentos Florestais Urbanos da Cidade de Vitória – ES**. REVSBAU, ISSN 1980-7694 ON-LINE. Piracicaba – SP, v.8, n.1, p.112-124, 2013.

TURNER, M. G.; GARDNER, R. H. **Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape heterogeneity**. New York: Springer Verlag, 1990.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. **Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais**. Série Técnica IPEF, v. 12, n.32, p. 25-42, 1998.

VOLOTÃO, C. F. S.. **Trabalho de análise espacial métricas do FRAGSTATS**. 1998. 48f. Dissert. (Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto) – Minist. da Ciência e Tecnologia, (INPE), São José dos Campos, 1998.

VRABEL, J. **Multispectral imagery band sharpening study**. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, v. 62, n. 9, p. 1075-1083, 1996.

WOOD, D.; LINNE, J.M. **Received wisdom in agricultural land use policy: 10 years on from Rio**. Land Use Policy, v.22, p. 75-93. 2005.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Leonardo Tullio** Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais-CESCAGE/2009), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR/2016). Atualmente, é professor colaborador do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, também é professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE. Tem experiência na área de Agronomia – Geotecnologias, com ênfase em Topografia, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. E-mail para contato: leonardo.tullio@outlook.com

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-85107-48-2



9 788585 107482