

MARIANA DE CAMPOS

**ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO COMO FERRAMENTA PARA
GESTÃO AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE BARRA BONITA/SP**

Botucatu
2018

MARIANA DE CAMPOS
Bióloga

**ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO COMO FERRAMENTA PARA
GESTÃO AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE BARRA BONITA/SP**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia (Energia na Agricultura).

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Campos

Botucatu
2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

| |
|--|
| Campos, Mariana de, 1987- |
| C198z Zoneamento ecológico-econômico como ferramenta para gestão ambiental no município de Barra Bonita/SP / Mariana de Campos. - Botucatu: [s.n.], 2018 125 p.: fots. color., grafs. color., ils. color., tabs. |
| Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2018 Orientador: Sérgio Campos Inclui bibliografia |
| 1. Análise ambiental. 2. Geotecnologia ambiental. 3. Política ambiental. I. Campos, Sérgio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título. |

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO COMO FERRAMENTA PARA GESTÃO AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE BARRA BONITA - SP

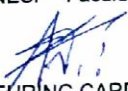
AUTORA: MARIANA DE CAMPOS

ORIENTADOR: SÉRGIO CAMPOS

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (ENERGIA NA AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. SÉRGIO CAMPOS
Engenharia Rural / UNESP - Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu



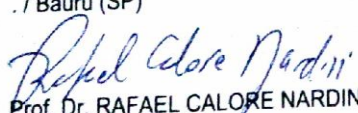
Prof. Dr. LINCOLN GEHRING CARDOSO
Engenharia Rural / UNESP - Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu



Profa. Dra. FERNANDA LEITE RIBEIRO
Geociências / UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA - UEL



Dr.ª YARA MANFRIN GARCIA
/ Bauru (SP)



Prof. Dr. RAFAEL CALORE NARDINI
Geociências / CCE - Universidade Estadual de Londrina

Botucatu, 09 de novembro de 2018

*Às meus amores,
Luísa e Ivan,
Dedico!*

*À Marina Maria Mafei Silva (in memoriam),
Ofereço e Dedico!*

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, e pelos caminhos guiados e iluminados! A luz da minha vida (Luísa), ser cheio de vida e de luz, que ilumina meus dias mesmo nas horas de tempestades.

Aos meus pais Sonia Miguel de Campos e Carlos Cesar de Campos, minha avó Magali e meu irmão Gustavo.

Ao meu orientador, professor Dr. Sérgio Campos, pela oportunidade, pelos ensinamentos e pela convivência, minha gratidão e à Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA/UNESP), campus de Botucatu, ao Programa de Pós Graduação (Energia na Agricultura), e ao Prof. Dr. Zacarias Xavier de Barros, minha gratidão.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior), pela bolsa concedida.

Aos amigos Letícia Rosseto, Adriana Menezes Lucas, e Ada Katharine B. Bueno.

Aos companheiros de Pós Graduação: Andrea, Aline, Clescy, Mikael, Ronaldo e Yara.

À banca de qualificação Prof.Dr. Osmar Delmanto Jr., Prof. Dr. Sérgio Campos e Dra. Yara Manfrin Garcia, pelas sugestões e pela contribuição deste trabalho.

À banca de defesa Prof. Dra. Fernanda Leite Ribeiro, Dra. Yara Manfrin Garcia, Prof. Dr. Lincoln Gehring Cardoso, Prof. Dr. Rafael Calore Nardini e Prof. Dr. Sérgio Campos.

Por fim, a todos que contribuíram de alguma forma, minha eterna gratidão!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

*“Por ela é que o show continua,
Eu faço careta e trapaça;
É pra ela que faço cartaz,
É por ela que espanto de casa as sombras da rua
Faço a lua
Faço a brisa
Pra Luísa dormir em paz”.*
(Chico Buarque)

RESUMO

O Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) está inserido na Política Nacional do Meio Ambiente e tem sido importante para implantação de políticas públicas em municípios atuando no ordenamento territorial em busca do desenvolvimento sustentável. O objetivo do presente estudo foi realizar uma proposta de ZEE que subsidiasse um plano de gestão ambiental para o município. A área de estudo é o município de Barra Bonita, está localizada na porção central do Estado de São Paulo e possui uma área de 15.208,97 hectares. Com o auxílio das imagens de satélite Sentinel-2A do ano de 2017 e ferramentas do Sistema de Informação Geográfica (SIG) QGIS, gerou-se mapas dos componentes da paisagem, como solo, declividade, recursos hídricos, uso e ocupação da terra e APPs. As metodologias utilizadas foram propostas por Ross (1994), sobre as unidades ecodinâmicas e na análise empírica da fragilidade ambiental. Com base no mapeamento do uso e ocupação da terra, constatou-se que 72,72% da área de estudo estão destinadas ao cultivo da cana-de-açúcar, seguido da classe mata 8,75% e o restante distribuído em área urbana, e outras classes. As fragilidades ambientais foram analisadas resultando em Fragilidade Potencial “Muito Baixa” (44,98%) seguida de “Baixa” (31,25%) e para Fragilidade Emergente “Média” (64,58%) e “Forte” (18,53%). O levantamento das fragilidades permitiu definir as áreas mais frágeis que merecem mais atenção e estabelecer as zonas com suas respectivas unidades que representam o Zoneamento Ecológico Econômico.

Palavras-chave: Fragilidade ambiental potencial e emergente, Planejamento ambiental e Geotecnologias.

ABSTRACT

The Ecological-Economic Zoning (EEZ) is an instrument of the National Environmental Policy and has been important for the implementation of public policies in municipality acting in the territorial order in search of sustainable development. The objective of the present study was to carry out a proposal of Ecological-Economic Zoning that subsidized an environmental management plan for the municipality. The area of study is the municipality of Barra Bonita, which is located in the central portion of the State of São Paulo and has an area of 15.208,97 hectares. With the help of the Sentinel-2A satellite images from the year 2017 and the tools of the Geographic Information System (GIS) QGIS generated maps of landscape components, such as soil, slope, water resources, land use and occupation, and PPAs. The methodologies used were proposed by Ross (1994), about ecodynamic units and an empirical analysis of the environmental fragility. Based on the mapping of land use and occupation, it was verified that 72.72% of the study area is destined to the cultivation of sugarcane, followed by the class forest 8.75%, and the rest distributed in urban area and other classes. Environmental fragilities were analyzed resulting in "Very Low" Potential Fragility, followed by "Low" and for "Medium and Strong" Emergent Fragility. The survey of fragilities allowed to define the most fragile areas that deserve more attention and establish the zones with their respective units that represent the Ecological-Economic Zoning.

Keywords: Potential and emerging environmental fragility, Environmental planning and Geotechnology.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-------------|--|----|
| Figura 1 - | Fluxograma das diretrizes metodológicas para o ZEE..... | 31 |
| Figura 2 - | Recomposição das margens de cursos d'água em áreas rurais consolidadas em APP..... | 39 |
| Figura 3 - | Localização do município de Barra Bonita/SP..... | 49 |
| Figura 4 - | Rede de drenagem e nascentes..... | 50 |
| Figura 5 - | Fluxograma das etapas metodológicas para elaboração do ZEE..... | 54 |
| Figura 6 - | Composição falsa cor das bandas 12, 11 e 4 do Satélite Sentinel-2A..... | 55 |
| Figura 7 - | Mapa de curvas de nível..... | 57 |
| Figura 8 - | Microbacias do município de Barra Bonita..... | 62 |
| Figura 9 - | Unidade aquíferas..... | 64 |
| Figura 10 - | Mapa de Geologia..... | 65 |
| Figura 11 - | Mapa Pedológico..... | 66 |
| Figura 12 - | Mapa hipsométrico..... | 68 |
| Figura 13 - | Declividade..... | 69 |
| Figura 14 - | Mapa de Biomas..... | 71 |
| Figura 15 - | Regiões fitoecológicas..... | 72 |
| Figura 16 - | Uso e ocupação da terra..... | 73 |
| Figura 17 - | Cultivo de cana-de-açúcar no município de Barra Bonita/SP..... | 75 |
| Figura 18 - | Estação de Tratamento de Esgoto do município de Barra Bonita/SP..... | 76 |
| Figura 19 - | Aterro sanitário e inertes..... | 76 |
| Figura 20 - | Simulação de APPs em rede de drenagem e nascentes..... | 77 |
| Figura 21 - | Conflitos de uso da terra em áreas de APP..... | 79 |
| Figura 22 - | Imóveis rurais no Cadastro Ambiental Rural..... | 80 |
| Figura 23 - | Áreas consolidadas Cadastro Ambiental Rural..... | 82 |
| Figura 24 - | Extração de areia durante 11 anos..... | 83 |
| Figura 25 - | Extração de argila..... | 84 |
| Figura 26 - | Potencial mineralógico de Barra Bonita/SP..... | 86 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Figura 27 - | Classes de fragilidade potencial do município de Barra Bonita/SP..... | 87 |
| Figura 28 - | Fragilidade potencial..... | 89 |
| Figura 29- | Fragilidade emergente..... | 90 |
| Figura 30 - | Zoneamento Ecológico Econômico do município de Barra Bonita/SP..... | 95 |
| Figura 31 - | Vegetação e Simulação de APPs..... | 96 |
| Figura 32 - | Área de relevante interesse ecológico..... | 97 |
| Figura 33 - | Córrego Barra Bonita e do Moraes (área urbana)..... | 100 |
| Figura 34 - | Córrego Barra Bonita e do Moraes..... | 100 |
| Figura 35 - | Macrozona Urbana..... | 101 |
| Figura 36 - | Zona de ocupação controlada do município de Barra Bonita/SP..... | 102 |
| Figura 37 - | Áreas Verdes localizadas na zona de ocupação controlada..... | 103 |
| Figura 38 - | Enchente do Córrego Barra Bonita em 1999..... | 104 |
| Figura 39 - | Parque ecológico do município de Barra Bonita/SP..... | 105 |
| Figura 40 - | Orla turística de Barra Bonita/SP..... | 106 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-------------|--|----|
| Tabela 1 - | Largura e faixa de Preservação Permanente..... | 37 |
| Tabela 2 - | Faixa de preservação das APPs no entorno dos lagos e lagoas naturais..... | 38 |
| Tabela 3 - | Metragem das APPs no entorno dos reservatórios d'água artificiais..... | 38 |
| Tabela 4 - | Representação do índice de declividade..... | 58 |
| Tabela 5 - | Classes de fragilidade para a declividade/relevo. | 59 |
| Tabela 6 - | Classes de solos do município de Barra Bonita/SP..... | 67 |
| Tabela 7 - | Declividades do município de Barra Bonita/SP. | 70 |
| Tabela 8 - | Biomassas do município de Barra Bonita/SP..... | 71 |
| Tabela 9 - | Distribuição das áreas em ha e porcentagens relativas à ocupação da terra..... | 74 |
| Tabela 10 - | Conflitos de usos da terra em APPs no município de Barra Bonita/SP..... | 78 |
| Tabela 11 - | Propriedades rurais do município de Barra Bonita..... | 81 |
| Tabela 12 - | Matérias primas e seus respectivos usos na mineração..... | 83 |
| Tabela 13 - | Classes de fragilidades ambiental potencial representados em ha..... | 87 |
| Tabela 14 - | Classes de fragilidade emergente do município de Barra Bonita/SP..... | 92 |

LISTA DE QUADROS

| | | |
|------------|--|----|
| Quadro 1 - | Regularização em APPs em áreas consolidadas..... | 40 |
| Quadro 2 - | Classes de fragilidade para pedologia..... | 59 |
| Quadro 3 - | Graus de proteção do solo em função dos tipos de cobertura vegetal..... | 60 |
| Quadro 4 - | Classes de fragilidade potencial..... | 87 |
| Quadro 5 - | Graus de proteção x graus de fragilidade..... | 93 |
| Quadro 6 - | Critérios estabelecidos para elaboração do ZEE..... | 94 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------|---|
| AIA | Avaliação de Impacto Ambiental |
| APP | Áreas de Preservação Permanente |
| AUR | Área de Uso Restrito |
| CAR | Cadastro Ambiental Rural |
| CONAMA | Conselho Nacional de Meio Ambiente |
| EIA | Estudo de Impacto Ambiental |
| EMBRAPA | Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária |
| ESEC | Estação Ecológica |
| ETE | Estação de Tratamento de Esgoto |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| LI | Licença de Instalação |
| LO | Licença de Operação |
| LP | Licença Prévia |
| MDE | Modelo Digital de Elevação |
| MDT | Modelo Digital do Terreno |
| MN | Monumento Nacional |
| PARNA | Parque Nacional |
| PNMA | Política Nacional de Meio Ambiente |
| PRA | Programa de Regularização Ambiental |
| REBIO | Reserva Biológica |
| RL | Reserva Legal |
| REVIS | Refúgio de Vida Silvestre |
| RIMA | Relatório de Impacto Ambiental |
| SICAR | Sistema de Cadastro Ambiental Rural |
| SIG | Sistemas de Informação Geográfica |
| SMA | Secretária do Meio Ambiente |
| SRC | Sistema de Referencias de Coordenadas |
| SRTM | Shuttle Radar Topography Mission |
| UBASA | Usina da Barra S/A Açúcar e Álcool |
| UGRHI | Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos |
| UTM | Universal Transversal de Mercator |

SUMÁRIO

| | | |
|----------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 27 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA..... | 28 |
| 2.1 | Bacia hidrográfica..... | 28 |
| 2.2 | Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE)..... | 29 |
| 2.2.1 | Sustentabilidade ecológica, econômica e social..... | 31 |
| 2.2.2 | Análise da fragilidade ambiental..... | 33 |
| 2.2.3 | Planejamento ambiental..... | 34 |
| 2.2.4 | Legislação ambiental brasileira..... | 36 |
| 2.2.5 | Áreas de Preservação Permanente..... | 37 |
| 2.2.6 | Áreas rurais consolidadas em APPs..... | 39 |
| 2.2.7 | Gestão ambiental..... | 41 |
| 2.2.7.1 | Plano Diretor Municipal..... | 42 |
| 2.2.7.2 | Áreas verdes..... | 43 |
| 2.3 | Uso de geotecnologias..... | 43 |
| 2.3.1 | Imagem de satélite Sentinel-2A..... | 45 |
| 2.3.2 | SIG QGIS..... | 46 |
| 2.4 | Histórico do município de Barra Bonita/SP..... | 46 |
| 3 | MATERIAL E METODOS..... | 49 |
| 3.1 | Material..... | 49 |
| 3.1.1 | Caracterização da área de estudo..... | 49 |
| 3.1.2 | Características Físicas..... | 50 |
| 3.1.2.1 | Hidrografia..... | 51 |
| 3.1.2.2 | Água subterrânea..... | 51 |
| 3.1.2.3 | Geologia..... | 51 |
| 3.1.2.4 | Pedologia..... | 51 |
| 3.1.2.5 | Vegetação..... | 51 |
| 3.1.2.6 | Uso e ocupação da terra..... | 52 |
| 3.1.2.7 | Território e ambiente..... | 52 |
| 3.1.3 | Material cartográfico..... | 53 |
| 3.1.3.1 | Aplicativos computacionais..... | 53 |
| 3.2 | Métodos..... | 54 |

| | | |
|--------|--|----|
| 3.2.1 | Georreferenciamento | 54 |
| 3.2.2 | Mapa de uso e ocupação da terra..... | 55 |
| 3.2.3 | Área de Preservação Permanente..... | 56 |
| 3.2.4 | Conflito de uso e ocupação da terra em APPs..... | 56 |
| 3.2.5 | Mapa pedológico..... | 56 |
| 3.2.6 | Mapa geológico..... | 57 |
| 3.2.7 | Mapa de hipsometria e declividade..... | 57 |
| 3.2.8 | Mapa de unidades aquíferas..... | 58 |
| 3.2.9 | Mapa de potencial minerário..... | 58 |
| 3.2.10 | Mapa de Bioma..... | 59 |
| 3.2.11 | Mapa de fragilidade potencial e emergente..... | 61 |
| 3.2.12 | Zoneamento Ecológico-Econômico..... | 61 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 62 |
| 4.1 | Hidrografia..... | 62 |
| 4.2 | Água subterrânea..... | 63 |
| 4.3 | Geologia..... | 64 |
| 4.4 | Pedologia..... | 64 |
| 4.5 | Hipsometria..... | 68 |
| 4.6 | Declividade..... | 69 |
| 4.7 | Biomass e regiões fitoecológicas..... | 71 |
| 4.8 | Mapeamento do uso e ocupação da terra..... | 73 |
| 4.9 | Simulação das Áreas de Preservação Permanente..... | 77 |
| 4.10 | Conflitos de usos da terra em APPs..... | 78 |
| 4.11 | Mapeamento das propriedades rurais..... | 80 |
| 4.12 | Mapeamento das áreas consolidadas..... | 81 |
| 4.13 | Mapa do potencial minerário..... | 83 |
| 4.14 | Fragilidade ambiental no município de Barra Bonita/SP..... | 87 |
| 4.15 | Fragilidade potencial..... | 87 |
| 4.16 | Fragilidade emergente..... | 90 |
| 4.17 | Zoneamento Ecológico-Econômico..... | 94 |
| 4.17.1 | Zona 1- Restrição Legal..... | 95 |
| 4.17.2 | Zona 2- Produção agrícola..... | 97 |
| 4.17.3 | Zona 3- Zona urbana..... | 99 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 4.17.4 | Zona 4- Zona de interesse turístico..... | 106 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 108 |
| 6 | CONCLUSÕES..... | 109 |
| | REFERENCIAS..... | 110 |

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, por volta do século XX, ocorreu um processo acelerado de urbanização, onde grandes números de cidades surgiram, cresceram e se desenvolveram. Com a expansão urbana, os ambientes naturais foram transformados pelas ações antrópicas surgindo às vulnerabilidades sociais e ambientais devido à ocupação irregular dos ambientes frágeis.

A gestão do uso do território consiste no planejamento das ocupações, visando conciliar a questão social, econômica e ambiental, por meio de um instrumento denominado de ZEE.

Assim, as zonas identificadas através do levantamento do meio físico e biológico, bem como suas fragilidades e potencialidades ambientais, auxiliam no diagnóstico de cada unidade territorial, para que sejam avaliadas ações voltadas à mitigação, proteção na área de estudo.

Por isso, a utilização do Sistema de Informação Geográfica tornou-se importante para o processamento e levantamento de dados. A partir desta manipulação, é possível elaborar mapas temáticos, para fins de integração com as imagens de satélite, permitindo interpretar, classificar e diagnosticar elementos nas áreas de estudos. A imagem de satélite fornece informações com resolução espacial de excelente performance, facilitando o diagnóstico de forma rápida para o planejamento ambiental, territorial e o monitoramento e a gestão ambiental, entre outras áreas.

Sendo assim, esse trabalho teve como objetivo realizar uma proposta de Zoneamento Ecológico - Econômico que subsidiasse um plano de gestão ambiental para o município de Barra Bonita/SP, fundamentado a partir das legislações ambientais vigentes e o Plano Diretor Municipal, identificando as áreas mais frágeis passíveis de recuperação e preservação ambiental.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Bacia hidrográfica

Bacias hidrográficas são descritas como localidades da superfície terrestre separadas topograficamente entre si, cujas áreas funcionam como receptores naturais das águas da chuva (UFSCAR, 2010).

As redes de drenagem são formadas pelos cursos da água que são conectados entre si e que drenam o escoamento superficial (SILVERIO, 2001).

É caracterizada por ser uma unidade de inter-relações naturais dos meios físicos e biológicos, ocorrendo uma ligação entre os inúmeros elementos constituintes do meio (biótico e abiótico) (RODRIGUES, 2015).

A variabilidade hidrológica é um processo estocástico, e dependem das características como condições do clima, ações antrópicas, tipos de solo, cobertura vegetal, e outros fatores referente ao sistema fluvial (TUCCI, 2002).

Vários trabalhos relacionados à bacia hidrográfica como os de Garcia (2017); Silveira (2016); Campos (2015); Felipe (2015); Carrega (2010); Tundisi et. al (2008); Cury (2005) descrevem a importância dos estudos em nível de bacia hidrográfica como unidade adequada para o levantamento das dinâmicas ambientais, bem como seus conflitos, a questão da gestão e abastecimento público/ industrial e outros projetos voltados ao planejamento.

A Lei Federal nº 9.433/97, referente à Política Nacional dos Recursos Hídricos, gerencia a bacia hidrográfica e define como unidade territorial para implementação desta Política (BRASIL, 1997). Possui como objetivo organizar o sistema de gestão, proporcionando a proteção e conservação dos recursos hídricos, sendo organizada em nível de bacia hidrográfica em todo território nacional (BRASIL, 1997).

Os estudos em nível de bacia hidrográfica como geologia, solos, hipsometria, drenagem, vegetação (biótica), compreendem fatores importantes para subsidiar elaboração de mapas e aplicação da legislação florestal (GONÇALVES, 2016).

Os trabalhos em nível de bacia hidrográfica propõem uma maior capacidade de organização em busca do uso sustentável, a partir da conservação dos recursos naturais, organização do espaço e do planejamento ambiental, facilitando a localização das áreas protegidas por lei, no planejamento das atividades rurais, na organização estrutural e na construção de áreas

urbanas e também trabalhos com ações mitigadoras e preventivas para a conservação do espaço (CAMPOS, 2015).

2.2 Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE)

O ZEE é um instrumento que apoia a gestão territorial, fornece subsídios técnicos para o desenvolvimento sustentável, sendo uma importante ferramenta no planejamento e ações do meio ambiente (SEMAD, 2016).

O principal objetivo é subsidiar no processo de planejamento, instruídos a partir do desenvolvimento ambiental, social e econômico, trabalhando com o planejamento e ordenamento territorial, servindo de apoio na gestão pública (SILVA, TEODORO, 2012).

Ordena a divisão de porções territoriais, e subsidia a formação de políticas territoriais em todo país voltadas para a proteção ambiental e a melhoria das condições de vida da população (SANTOS, 2004).

Em linhas gerais, as atribuições das atividades do ZEE levarão em conta o desenvolvimento sustentável, elencando as principais limitações e as fragilidades dos ecossistemas, estabelecendo as devidas restrições e alternativas de exploração do território, principalmente a realocização de atividades incompatíveis com suas diretrizes gerais (BRASIL, 2002).

O ZEE como instrumento planejador, busca de forma sustentável organizar as ocupações do espaço e redirecionar as atividades que possam oferecer oportunidades de crescimento econômico (BECKER; EGLER, 1996).

Diante desse contexto, o Zoneamento Ecológico-Econômico é um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que institui em seu Art. 9º, Inciso II, o Zoneamento Ambiental (ZA) (BRASIL, 1981). Em 2002, o Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002, regulamentou o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e estabeleceu critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil.

Na gestão do território, o ZEE surgiu na pretensão de integrar aspectos naturais e sociais, devido à uma demanda proveniente da Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente humano, realizada em Estocolmo em 1972 (BRASIL, 2002).

No Brasil, com a promulgação da Lei nº 6.938/1981, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, o Zoneamento Ambiental passou a ter como objetivo

compatibilizar o desenvolvimento econômico com a preservação e conservação do meio ambiente e a qualidade de vida da população, integrando assim, as questões de natureza, social e econômica, orientando a ocupação e o uso do território e elencando as fragilidades e potencialidades de cada região garantindo assim o uso racional dos recursos naturais. A partir do Decreto nº 4.297/2002, foi estabelecido os critérios técnicos e institucionais para a elaboração do ZEE no território nacional. (BRASIL, 2012).

O art. 2º dessa legislação ressalta que:

O ZEE, instrumento de organização do território a ser obrigatoriamente seguido na implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas, estabelece medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população (BRASIL, 2002).

Os processos naturais, os quais podem ser resumidos nos princípios da ecodinâmica, e os processos sociais, que respondem a dinâmica econômica e, seguem na metodologia do ZEE que deve enfrentar o desafio de manter as especificidades destas lógicas distintas e promoverem sua integração. (BECKER; EGLER, 1996).

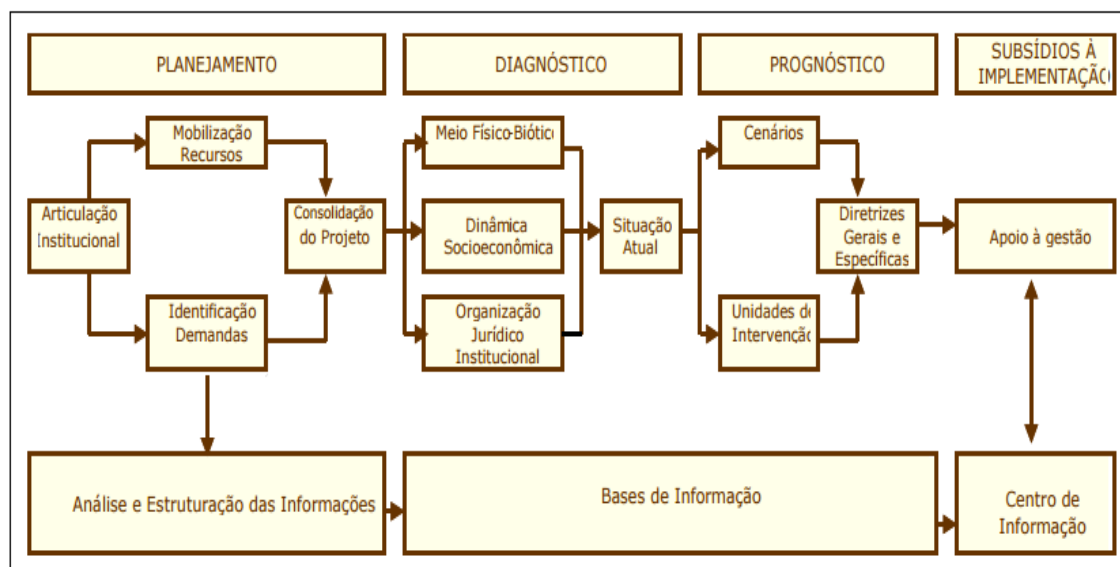
Ross (1994) descreveu que:

A elaboração do zoneamento ambiental deve partir da adoção de uma metodologia de trabalho baseada na compreensão das características e da dinâmica do ambiente natural, e do meio sócio econômico, visando buscar a integração das diversas disciplinas científicas, por meio de uma síntese do conhecimento acerca da realidade pesquisada. O zoneamento não pode ser formulado a partir de uma leitura estática do ambiente, mas inserida no entendimento do processo de ocupação que norteia o desenvolvimento e a apropriação do território e de seus recursos (ROSS, 1994).

Contudo, é importante o levantamento das informações para montar um banco de dados, com componentes cartográficos, descritivos e documentais, informações sobre as principais aptidões físicas, ambientais, socioeconômicos, jurídicos e institucionais do território.

Para a elaboração do zoneamento não existe uma metodologia exclusiva, normalmente utiliza-se diretrizes que norteiam as etapas de planejamento (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma das Diretrizes Metodológicas para o Zoneamento Ecológico Econômico



Fonte: Brasil (2006).

Estudos sobre o ZEE na gestão ambiental, segundo Nobre (2008), possibilitaram uma análise com as vulnerabilidades, fragilidades e potencialidades do território da bacia, obtendo resultados das áreas de riscos ambientais, de devastação de mata ciliar e diagnósticos referente a meio físico, contribuindo assim como proposta de desenvolvimento sustentável da bacia estudada.

Outra fase importante, segundo Becker e Egler (1996), após o diagnóstico das limitações e potencialidades é a definição que representa as unidades de intervenção e de cenários. As delimitações das zonas, junto com o diagnóstico definirão os acordos de usos de recursos, em determinados locais e condições. O ZEE orienta os mecanismos para tomadas de decisão quanto às ações do desenvolvimento sustentável.

2.2.1 Sustentabilidade ecológica, econômica e social

No Brasil, na década de 1960, os estudos e discursos sobre a questão ambiental se agravou após uma fase de intensa expansão urbana. A crise do petróleo registrou o final dos anos sessenta, onde a reflexão do futuro, que apresenta incerto, começa a ser questionada (BARBOSA, 2008).

O tema desenvolvimento sustentável tornou-se uma constante de debates nos meios científicos e fóruns da sociedade civil em geral, sendo visto pela maioria da população como uma grande ideologia. Para os pesquisadores de temas relacionados a desenvolvimento e meio ambiente, é algo preconizado para a continuidade das atividades antrópicas (NOBRE, 2008).

O conceito de desenvolvimento sustentável é complexo e existe uma variedade de abordagens que procuram explicar inúmeras definições, integrando questões ambientais, econômicas, sociais e políticas. Para Silva (2012), esse conceito fundamenta-se na sustentabilidade ecológica, econômica e social.

A ideia principal sobre a sustentabilidade ecológica, remete o homem a preservar o potencial da natureza na sua produção de recursos renováveis e atentar para a limitação do uso dos recursos não renováveis (SILVA, 2012).

O conceito de sustentabilidade descrito por Sachs (1993) apud Barbosa (2008) é dividido em cinco classificações e são definidas como:

Sustentabilidade ecológica – refere-se à base física do processo de crescimento e tem como objetivo a manutenção de estoques dos recursos naturais, incorporados às atividades produtivas.

Sustentabilidade ambiental – refere-se à manutenção da capacidade de sustentação dos ecossistemas, o que implica a capacidade de absorção e recomposição dos ecossistemas em face das agressões antrópicas.

Sustentabilidade social – refere-se ao desenvolvimento e tem por objetivo a melhoria da qualidade de vida da população. Para o caso de países com problemas de desigualdade e de inclusão social, implica a adoção de políticas distributivas e a universalização de atendimento a questões como saúde, educação, habitação e seguridade social.

Sustentabilidade política – refere-se ao processo de construção da cidadania para garantir a incorporação plena dos indivíduos ao processo de desenvolvimento.

Sustentabilidade econômica – refere-se a uma gestão eficiente dos recursos em geral e caracteriza-se pela regularidade de fluxos do investimento público e privado.

Campos (2015), descreveu que o uso dos recursos naturais tem gerado a degradação ambiental, alterando a harmonia e o equilíbrio do meio. Assim, para que se possa alcançar o desenvolvimento sustentável é necessário planejar e reconhecer que os recursos naturais são finitos (CAMPOS, 2015).

Para Carrega (2010), a deterioração dos ecossistemas vem contra o conceito de desenvolvimento sustentável, ligados a processos degradativos do qual a maioria se refere do tipo antrópico.

E o desenvolvimento econômico, depende, muitas vezes, do consumo crescente de energia e recursos naturais, portanto, esse tipo de consumo tende a ser insustentável, leva ao esgotamento dos recursos naturais (CARREGA, 2010).

O desenvolvimento sustentável deve ser relatado e faz parte de um processo a ser percorrido e não algo definitivo a ser alcançado (BARBOSA, 2008).

2.2.2 Análise da fragilidade ambiental

“Os ambientes naturais mostram-se ou mostravam-se em estado de equilíbrio dinâmico até o momento em que a sociedade humana passou progressivamente a intervir cada vez mais intensamente na exploração dos recursos naturais” (ROSS, 1994).

O meio natural representa um dos grandes bens da humanidade, pois sobre ele o homem desencadeia suas ações e se apropria de acordo com suas concepções sociais, econômicas e culturais, existindo uma inter-relação entre o meio natural e a forma de utilização desse meio (IEPA, 2016).

No cenário atual, o crescimento populacional em cidades e a expansão territorial de forma desordenada, têm causado grandes preocupações em relação aos impactos ambientais, acarretando a degradação ambiental. Assim, a degradação ambiental, a pobreza e o risco de desastres compartilham causas comuns, como consequências à segurança e bem-estar humano. Os serviços dos ecossistemas, gestão ambiental e informação ambiental são oportunidades para reduzir o risco, reduzir a pobreza e alcançar o desenvolvimento sustentável (SANTOS; SANTOS, 2013).

O planejamento físico territorial torna-se urgente pelo fato do avanço da exploração dos recursos naturais, buscando o enfoque ambiental e as questões não só das potencialidades, mas também a fragilidade das áreas com intervenções antrópicas (NASCIMENTO et al. 2016).

Segundo a metodologia proposta por Ross (2009), a fragilidade dos ambientes naturais consiste na combinação dos fatores: uso e ocupação do solo, declividade, precipitação e tipo de solo. Desta forma, é possível obter um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas das fragilidades dos ambientais naturais.

Ross (1994), hierarquiza as categorias das variáveis geoambientais em cinco níveis de fragilidade: muito baixa (1), baixa (2), média (3), alto (4) e muito alto (5). As variáveis mais estáveis estão próximas ou valor 1, o valor 3 é intermediário e 5 seriam aquelas mais vulneráveis.

Para determinar as potencialidades dos recursos naturais torna-se necessário um estudo dos componentes que dão suporte à vida animal e do homem, a partir do levantamento de solo, relevo, geologia, hidrologia, clima e vegetação. Entretanto, para análise da fragilidade, exige-se que esses conhecimentos setorializados sejam analisados de forma integrada (DONHA; SOUZA; SUGAMOSTO, 2006).

Neste contexto, faz-se necessário também uma análise socioambiental que permita retratar a relação sociedade-natureza, verificando as potencialidades e fragilidades dessa relação na esfera ambiental quanto na social (ROSS, 2005).

Pesquisas e estudos relacionados com a fragilidade ambiental, tais como Pollo (2017); Silva (2016); Traficante (2016); Almeida (2014); Spori (2007) mostram a importância das áreas mais frágeis, proporcionando assim, uma melhor definição das diretrizes, ações e planejamentos a serem implementados no espaço físico-territorial, servindo de base para vários trabalhos relacionados na área ambiental e gestão do território.

A fragilidade dos ambientes naturais deve ser avaliada quando se pretende aplicá-la ao planejamento territorial ambiental, conforme citado por Tricart (1977):

Estudos sobre o conceito da Ecodinâmica por Tricart (1977), do qual o ambiente é analisado sobre o prisma da teoria dos Sistemas que parte do pressuposto de que na natureza as trocas de energia e matéria se processam por meio das relações de equilíbrio dinâmico. Esse equilíbrio é frequentemente alterado pelas intervenções do homem nos diversos componentes da natureza, gerando estado de desequilíbrios temporários ou até permanentes Tricart (1977).

A partir da avaliação da potencialidade social é possível obter a integração ecológica econômica necessária para o zoneamento, sendo avaliadas as potencialidades em distritos e municípios, onde dispõem de um sistema estruturado de coleta, sistematização e divulgação de dados (BECKER; EGLER, 1996). Portanto, foram listados quatro grupos de parâmetros considerados como componentes básicos para o desenvolvimento sustentável: potencial natural, humano, produtivo e institucional.

2.2.3 Planejamento ambiental

Planejar é um processo que envolve a organização, coleta de dados e a utilização de metodologias para decidir através das melhores alternativas para aproveitar os recursos disponíveis (SANTOS, 2004). Assim, o planejamento tem por

objetivo orientar os instrumentos metodológicos em áreas administrativas, legislativas e de gestão para o desenvolvimento e ordenamento de um espaço.

Para Fritzsos e Correa (2009), o planejamento envolve a organização territorial, bem como as atividades antrópicas (urbano-industriais, agrossilvipastoris, entre outras) e a necessidade de preservação e conservação do ambiente (fatores bióticos, abióticos e a paisagem).

Sendo assim, as unidades de planejamento reconhece o ambiente com uma visão para delimita-lo de forma estratégica, como exemplo a bacia hidrográfica, que possui várias metodologias de estudos, e é utilizada como base para implementação de legislações referentes a área ambiental.

No âmbito municipal, é possível em seu interior, segundo Moreira (2009), planejar e executar as melhores formas de uso dos recursos ambientais disponíveis, proporcionando o desenvolvimento ambiental e socioeconômico, alterando o desgaste da qualidade de vida.

O planejamento público possui duas extensões: uma técnica que visa à metodologia de trabalho própria, sistematizada e apoio especializado de profissionais de diferentes áreas. A outra extensão é referente à política, a sociedade que disputam os benefícios da ação governamental. Portanto, o planejamento público deve ser o mais translúcido possível, nos três níveis de governo (federal, estadual e municipal), e nas três esferas de poder (executivo legislativo e judiciário) (MILANI, 2008).

O planejamento das cidades no Brasil correspondem a gestão municipal que responde, inclusive, pela delimitação oficial da zona urbana, rural e demais territórios para onde são direcionados os instrumentos de planejamento ambiental (MMA, 2016).

Outra unidade de planejamento que merece destaque é a Área de Proteção Ambiental (APA). É definida por serem áreas com grandes extensões, com ocupação humana, que possuem características bióticas e abióticas, estéticos ou culturais (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2017; TRAFICANTE, 2016).

Possui como objetivo a conservação de processos naturais e da biodiversidade, orientando o desenvolvimento, adequando às várias atividades humanas às características ambientais da área. Podem ser estabelecidas em áreas de domínio público e/ou privado, pela união, estados e municípios, não sendo necessária a desapropriação das terras (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2017).

Diante do exposto, segundo o MMA (2016), os principais instrumentos de planejamento ambiental são o ZEE, o plano diretor municipal, o plano de bacia hidrográfica, o plano ambiental municipal, a Agenda 21 Local e o plano de gestão integrada da orla. No entanto, todos os planos setoriais ligados à qualidade de vida no processo de urbanização, como saneamento básico, moradia, transporte e mobilidade, também constituem instrumentos de planejamento ambiental.

2.2.4 Legislação Ambiental Brasileira

No Brasil, a legislação ambiental é uma das leis que fundamenta as regras gerais sobre a proteção da vegetação, Áreas de Preservação Permanente, as áreas de Reserva Legal, a exploração florestal (...), possuindo como objetivo o desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2012).

Após muitas alterações na legislação, através de decretos, medidas provisórias, leis, e ainda de iniciativas estaduais de alterações na legislação ambiental, iniciou-se um processo para nova estruturação do Código Florestal de 1965. A trajetória da nova Lei passou por muitos contratemplos, encontrando dificuldades nas discussões por ruralistas e ambientalistas. Após aprovação no Congresso Nacional entrou em vigor a Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, que, ainda com muitas discussões foi convertida, com alguns vetos, na Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012, esse texto representa a Lei Florestal. Coincidentemente, foi baixado o Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012, que dispõe sobre o Cadastro Ambiental Rural (CAR).

Nesse contexto, as propriedades rurais deverão seguir as instruções estabelecidas nessa legislação, já que foi acrescentado, a criação do CAR que possui como objetivo verificar a situação ambiental do imóvel rural e sua adequação.

O Programa de Regularização Ambiental (PRA) tem por finalidade orientar os produtores rurais na elaboração e implementação das ações necessárias para a recomposição de áreas com passivo ambientais em (APP), Reserva Legal (RL) ou Área de Uso Restrito (AUR) (EMBRAPA, 2016).

Outra questão importante se refere às áreas rurais consolidadas, que refere-se a área do imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008 – em APPs, Reserva Legal ou Uso restrito.

Para essa questão, é necessário basear-se no tamanho do imóvel em módulos fiscais para a regularização das APP e também da regularização da RL para propriedades e posses rurais com até 4 módulos fiscais (EMPRAPA, 2016).

2.2.5 Áreas de Preservação Permanente

As Áreas de Preservação Permanente foram instituídas pela Lei Florestal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 e suas alterações Lei nº 12.727), de acordo com o disposto no Capítulo II, Artigo 4º e consistem em espaços territoriais legalmente protegidos, ambientalmente frágeis e vulneráveis, podendo ser públicas ou privadas, urbanas ou rurais, cobertas ou não por vegetação nativa (BRASIL, 2012).

Estão localizadas nas margens dos cursos d'água, ao redor de nascentes, lagos e lagoas naturais, reservatórios artificiais, nas encostas ou em partes desta com declividade superior a 45° e no topo de morros, montanhas, montes e serras.

As APPs são áreas com função ambiental de preservar os recursos hídricos, a biodiversidade, o fluxo gênico da fauna e flora e assegurar o bem estar das populações, etc. (BRASIL, 2012).

Desta forma, para cada tipo de APP, a legislação ambiental prevê faixas e parâmetros diferenciados para distintas tipologias de APP, de acordo com a característica de cada área a ser protegida conforme a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 e suas alterações Lei nº 12.727,.

Consideram-se Áreas de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas:

As faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os cursos d'água efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima, Tabela 1:

Tabela 1 - Largura e faixa de preservação em Áreas de Preservação Permanente (APP)

| Largura (Rios) | Faixa de Preservação |
|-----------------------|-----------------------------|
| Até 10 metros | 30 metros em cada margem |
| Entre 10 e 50 metros | 50 metros em cada margem |
| Entre 50 e 200 metros | 100 metros em cada margem |
| Entre 200 e 600 | 200 metros de cada margem |

| | |
|-----------------------|---------------------------|
| Superior a 600 metros | 500 metros de cada margem |
| Nascentes | No entorno de 50 metros |

Fonte: Brasil (2012)

II – Metragem das áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima, Tabela 2:

Tabela 2 – Faixa de preservação das APPs no entorno dos lagos e lagoas naturais

| Localização | Área da Superfície do espelho d'água (ha) | Faixa de Preservação (m) |
|---------------|---|--------------------------|
| Zonas Rurais | Até 20 | 50 |
| | Acima de 20 | 100 |
| Zonas Urbanas | Independente | 30 |

Fonte: EMBRAPA (2016)

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, Tabela 3:

Tabela 3 - Metragem das APPs no entorno dos reservatórios d'água artificiais

| Para abastecimento público e geração de energia elétrica | Não destinado a abastecimento público ou geração de energia elétrica |
|--|--|
| Faixa marginal de APP | |
| Definido pelo licenciamento: - Área rural: mínimo 30 e máximo de 100 metros; - Área urbana: mínimo 15 e máximo de 30 metros. | Definido pelo licenciamento |

Fonte: EMBRAPA (2016)

2.2.6 Áreas rurais consolidadas em APPs

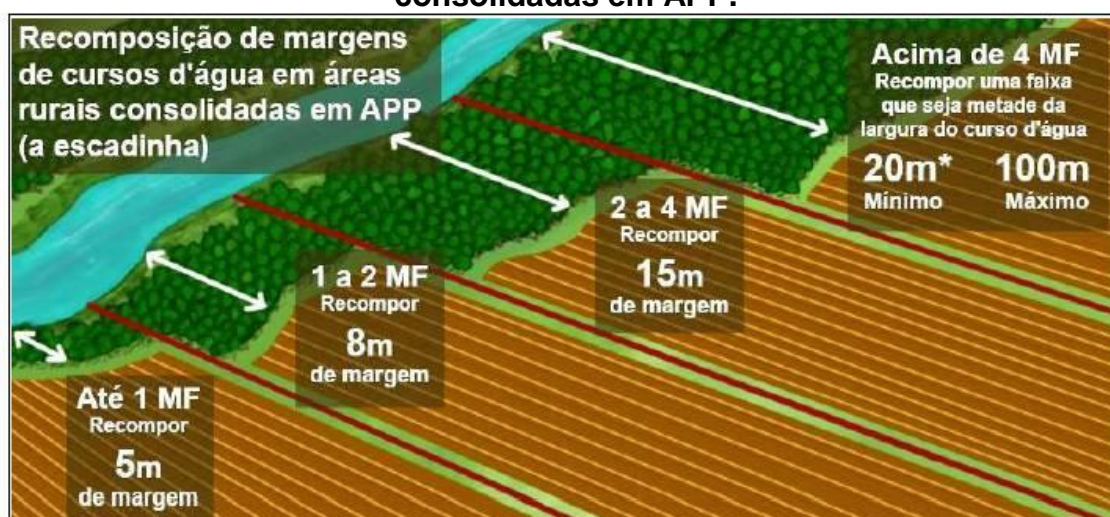
Referente à legislação ambiental, foram estabelecidos no Art.61-B o uso das áreas consolidadas em APP, ocupadas até 22 de julho de 2008 (BRASIL, 2012). Acordando que está proibida a utilização de novas áreas de APP e Reserva Legal além dessas ocupadas até 22 de julho de 2008 (BRASIL, 2012).

Estão autorizadas nessas áreas a continuidade das atividades de Ecoturismo, Turismo Rural, agropecuária e silviculturas e Infraestrutura, isso de acordo com o tamanho do imóvel rural até a referida data (GARCIA, 2017).

Desta forma, é permitida a manutenção e continuidade dessas atividades desde que não estejam em áreas que ofereça risco as pessoas e ao meio ambiente, e que sejam observados critérios técnicos de conservação do solo e da água indicados pelo Programa de Regularização Ambiental (GARCIA, 2017; EMBRAPA, 2016; BRASIL, 2012).

Para regularização em APPs, as faixas mínimas de regularização em cursos d'água, nascentes e lagoas e lagos naturais, foram estabelecidas pelo art.61-A da Lei Florestal representado pela Figura 2 e Quadro 1, essa regra foi estabelecida como a “Regra da Escadinha” (BRASIL, 2012).

Figura 2 - Recomposição das margens de cursos d' água em áreas rurais consolidadas em APP.



Fonte: Sarita (2014)

Segundo a Instrução Especial / INCRA nº 20, de 28 de maio de 1980, foi estabelecido o módulo fiscal de cada município, previsto no Decreto nº84.685 de 06

de maio de 1980. O Módulo Fiscal é a unidade de medida expressa em hectares, fixada para cada município.

Quadro 1- Regularização em APPs em Áreas Consolidadas

| Tamanho da Propriedade (Imóvel ou Posse Rural) | | Módulos Fiscais | | | | | | |
|--|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|------------------|--|
| | | Até 1 | >1 a 2 | > 2 a 4 | >4 a 10 | | > 10 | |
| Cursos d'água com largura de: | | Qualquer largura | Qualquer largura | Qualquer largura | Largura até 10 m | Largura > 10m | Qualquer largura | |
| Obrigação Mínima de Recompôr a APP: | Rios | 5 m | 8 m | 15 m | 20 m | 30 m a 100 m | | |
| | Nascentes | 15 m | | | | | | |
| | Lagoas e Lagos Naturais | 5 m | 8 m | 15 m | 30 m | | | |
| | Veredas | 30 m | | | 50 m | | | |

Fonte: Sarita (2014).

Diante da Lei Florestal, de 2012, no Art. 61A, § 16, referente aos imóveis localizados nos limites de Unidades de Conservação de Proteção Integral (não são passíveis de ter quaisquer atividades consideradas como consolidadas, ressalvado o que dispuser o seu Plano de Manejo. Lembrando que essas unidades compreendem: Estação Ecológica (ESEC), Reserva Biológica (REBIO), Parque Nacional (PARNA), Monumento Natural (MN) e Refúgio de Vida Silvestre (REVIS) (EMBRAPA, 2016).

Para regularização conforme Decreto nº 7.830, de 17 de outubro 2012, estabelece no art.19, que as faixas mínimas de regularização das APPs são:

- I - condução de regeneração natural de espécies nativas;
- II - plantio de espécies nativas;
- III- plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural de espécies nativas; e
- IV - plantio intercalado de espécies lenhosas, perenes ou de ciclo longo, exóticas com nativas de ocorrência regional, em até cinquenta por cento da área total a ser recomposta, no caso dos imóveis a que se refere o inciso V do caput do art. 3º da Lei nº 12.651, de 2012 (BRASIL, 2012).

Um aspecto importante admitido no Código Florestal foi à possibilidade de recomposição das APPs pelo método de regeneração natural de espécies nativas pelo fluxo de sementes e da circulação da fauna (SARITA, 2011).

2.2.7 Gestão ambiental

Pode ser entendida como um equilíbrio entre a natureza a sociedade e a conciliação da administração dos ecossistemas naturais e sociais. Possuem como objetivo recuperar e manter equilíbrio entre a natureza e a sociedade, as leis ambientais como parte de uma Política Pública se prestam para a execução de uma eficaz gestão ambiental, portanto, “se impõe para dar liberdade à natureza e para estabelecer os limites do poder econômico” (PHILIPPI JR; ROMERO; BRUNA, 2004).

Estudos na área de gestão ambiental como Giaretta (2011); Nunes et al. (2009); Nobre (2008); Carlo (2006) apresentam referências para compreender melhor as questões envolvidas no processo de gestão, nos quesitos sociais e ambientais, trazendo a tona a cerca do desenvolvimento sustentável, para relacionar o diagnóstico com planejamento.

Sendo assim, a sustentabilidade está relacionada com três fatores: o social, o econômico e o ambiental. Na gestão pública, sua aplicação na área social torna-se objetivas a compreensão da cultura do povo, como a moradia, a educação, lazer, saúde e segurança (SCHNEIDER, 2001).

“Os conhecimentos na área de ciência e da tecnologia têm levado o homem a explorar a natureza com fins comerciais, arriscando sua própria sobrevivência” (HAMIL E GRUBBA, 2016).

Para Schneider (2001), as políticas ambientais devem fazer parte de um programa maior que defina as políticas gerais de organização, no caso das administrações públicas. Desta forma, é possível separar a forma de administrar às questões ambientais em duas áreas, segundo Silveira e Vilela (1998), a primeira é a administração de recursos naturais que visa na abundância dos recursos existentes e a segunda, o controle da poluição, que segue o conceito da administração de “comando e controle”, que são estabelecidos padrões de qualidade ambiental para determinados níveis de degradação.

A partir dessas considerações, Silveira e Vilela (1998), concluíram que o geoprocessamento é uma ferramenta que vem se destacando, criando novas possibilidades de análise e exploração na área ambiental.

Corroborando Lira e Cândido (2013), sobre a questão ambiental acerca do consumo de produtos “ecologicamente corretos Sendo assim, surgiu a gestão ambiental

empresarial, que tem como objetivo a melhoria da qualidade ambiental dos processos e serviços.

2.2.7.1 Plano Diretor Municipal

O Plano Diretor é considerado como instrumento básico da política urbana, está previsto no Art. 182, §1º da Constituição Federal de 1988 e reafirmado no art.40 caput, do Estatuto da Cidade, Lei 10.257/2001, que estabelece as diretrizes gerais da Política Urbana, e visa garantir o desenvolvimento da cidade, é um documento de planejamento e de desenvolvimento e expansão do espaço construído, trazendo melhor qualidade de vida à população (SAYAGO; PINTO, 2005).

Sendo assim, Braga (2001), definiu o Plano Diretor com instrumento político, cujo objetivo precípuo deverá ser o de dar transparência e democratizar a política urbana, ou seja, deverá ser um instrumento de gestão democrática da cidade.

Contudo, é por meio do Plano Diretor que se define a melhor forma de ocupação de um município, onde é possível prever os pontos industriais, urbanos e de lazer e seus usos do solo, não somente no presente, mas também no futuro, permitindo assim a consolidação de valores com vista à qualidade de vida urbana (SAYAGO; PINTO, 2005).

2.2.7.2 Áreas verdes

As áreas verdes desempenham um papel chave no melhoramento das condições de vida das cidades, de acordo com Bargos e Matias (2011), os termos arborização urbana, verde urbano, áreas verdes, espaços/áreas tem sido utilizado no meio científico para designar a vegetação intraurbana, no qual trazem vários benefícios como, controle da poluição do ar, conforto ambiental, diminuição do escoamento superficial, valorização visual, recreação entre outras (LIMA; AMORIM, 2006).

Sendo assim é considerada como um “espaço de domínio público, que desempenha função ecológica, paisagística e recreativa”, a fim de desempenhar funções que tragam benefícios na qualidade ambiental e funcional do município e está prevista na Resolução CONAMA nº 369/2006, art. 8º, § 1º.

É considerado um indicador na avaliação da qualidade ambiental urbana, sendo que a falta de arborização pode trazer desconforto térmico e possíveis alterações no

microclima, além de interferir na qualidade de vida da população (LIMA; AMORIM, 2006; BARGOS; MATIAS, 2011).

2.3 Uso de geotecnologias

As geotecnologias permitem tratar, de forma rápida e eficaz, uma grande proporção de informações geográficas, desde dados estatísticos à imagem de satélites, sendo um instrumento fundamental para o exercício da inteligência territorial, auxiliam no planejamento e monitoramento de atividades de conservação e preservação dos recursos naturais (SÃO PAULO, 2012).

Para Mendonça (2011), esse conjunto de tecnologia manipula dados e informações que podem ser localizados a partir de coordenadas geográficas. O Sensoriamento Remoto e o (SIG) são indispensáveis para a obtenção de através de sensores e gerenciamento e manipulação desses dados a partir do SIG a fim da obtenção de novos resultados.

Desta forma, o conceito para Sensoriamento Remoto é definido a partir da obtenção de dados por meio de sensores, que é capaz de captar a energia e registrá-las em formato digital, sendo necessário compreender as interações de energia com a superfície terrestre (FLORENZANO, 2011; LIU, 2007).

O SIG é uma ferramenta (*software*) que realiza a aquisição, edição, gerenciamento, análise geográfica e representação de dados. Um dos procedimentos possíveis mais conhecidas é o *overlay* (sobreposição de camadas), que pode se dar tanto em arquivos raster quanto em arquivos vetoriais (FITZ, 2008).

Campos et al. (2015), utilizaram técnicas de geoprocessamento levantando dados das áreas ocupadas e seus respectivos conflitos em APPs. Portanto, pesquisas que envolvem técnicas de geotecnologias como Silveira (2016), que utilizou informações espaciais e técnicas de geoprocessamento em uma bacia hidrográfica e Rodrigues (2015), que verificou o comportamento de *softwares* por meio de classificação supervisionada associada à comparação do uso da terra em bacias hidrográficas.

A partir dessas considerações, é possível identificar a aplicabilidade das geotecnologias em diversas áreas de estudos, principalmente nas áreas de planejamento ambiental e territorial. Outros exemplos de pesquisas aplicados na

área de gestão ambiental são as de Crivelenti (2015), com o Zoneamento Ecológico-Econômico; o Geoprocessamento aplicado à análise da fragmentação da paisagem por Tabacow e Silva (2011); Bernasconi e Abad (2011) estudaram o Zoneamento municipal para regularização ambiental de um município do Mato Grosso; Voogt e Oke (2002) com Sensoriamento Remoto Termal de climas urbanos e o Mapeamento referente a fragilidades ambiental à erosão de um rio localizado no município de Pardinho (SP), que foi realizado por Ribeiro (2002).

Diversas pesquisas vêm demonstrando que as geotecnologias, principalmente, com o uso da imagem de satélite, têm sido aplicadas em várias áreas da agricultura, dos planejamentos ambientais, das áreas urbanas. Portanto, as pesquisas de planejamento urbano e de ilhas de calor citado por Barros e Lombardo (2016), que realizaram levantamentos nas áreas urbanas nas diferentes categorias de uso da terra em uma cidade, tiveram o objetivo o mapeamento de ilhas de calor. Karlson et al. (2015) avaliaram a utilidade das imagens espectrais para o levantamento de dados da cobertura da copa das árvores e da biomassa aérea em uma paisagem arborizada através de imagens multitemporais. Na área de mapeamento de práticas de cultivo de cana-de-açúcar, Mulianga et al. (2015) utilizaram várias imagens de satélite, resolução de resolução de 15 metros, para mapear o cultivo através de índices espectrais (NDVI) e (NDWI), demonstrando precisão para operações da indústria e práticas para gestão e meio ambiente

Diante a isso, torna-se viável a utilização para diagnosticar situações atuais de cobertura florestal, planejamento e gestão ambiental, mapeamento de área potencial para manejo florestal, que pode ser feito com base de várias imagens de anos anteriores fornecidas através de satélites, bases cartográficas, fundiárias e dados obtidos através do Sistema de Posicionamento Global (GPS) (MENDONÇA, 2011).

2.3.1 Imagem de satélite Sentinel-2A

As imagens obtidas a partir dos imageadores registram a energia refletida dos objetos, convertendo-a em sinal e passível de interpretação (CAMPOS, 2015). Assim é possível ter uma visão sinóptica (de conjunto) e multitemporal (em diferentes datas) de extensas áreas da superfície terrestre (AEB, 2017).

Sua utilização é ampla e possui uma variedade de usos, como inteligência militar, detecção de desastres naturais e desmatamentos florestais, agricultura de

precisão, índice de área foliar, monitoramento de águas costeiras e interiores, mudança do uso da terra, entre outros (ESA, 2015; AEB, 2017).

O satélite Sentinel-2A é um objeto de observação terrestre, fomentado pela Agência Espacial Europeia (ESA), especificamente para o programa Copernicus para aplicações terrestres e costeiras (ESA, 2015). Esse satélite possui um *Imageador Multiespectral (MSI)* de alta resolução com 13 bandas espectrais cuja resolução espacial compreende a margem de 10, 20 ou 60 metros.

O objetivo da missão Sentinel -2 é fornecer informações nas áreas agrícolas, florestais e na gestão da segurança alimentar.

Estudos como os de Frampton et al., 2013, descreveram o potencial do multiespectral (MSI), para obter a estimativa do dossel vegetal e o índice de área foliar. Feio (2017), abordou em sua pesquisa, a utilização de análise temporal de imagens multiespectrais que caracterizam o ciclo fenológico das culturas.

2.3.2 SIG QGIS

Para Adami et al. (2012), o uso do SIG nos últimos anos tem sido um dos métodos de análise para estudos ambientais, produzindo diagnósticos que podem ser interpretados para aplicar políticas públicas em território, gestão e planejamento

O QGIS é um programa para a integração do Sistema de Informação Geográfica, é gratuito e de código aberto. Licenciado pela Licença Pública Geral GNU, sendo um projeto oficial da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) e impulsionado por um grupo de desenvolvedores voluntários que lançam atualizações e correções para os problemas verificados (BRUNO, 2017; QGIS, 2017).

Assim, o QGIS pode ser utilizado em sistemas Linux, Unix, Mac OSX, Windows e Android. Podendo publicar mapas na web a partir do *plugin QgisCloud* e trabalhar com dados vetoriais e formatos matriciais. Prevê integração com outros pacotes GIS *free/open-source*, incluindo PostGIS, GRASS e MapServer. Utiliza *plugins* escritos em Python e C++ (QGIS, 2017).

Para Torchetto et al. (2014), o QGIS é um SIG com interface simples e de fácil manuseio, onde é oferecido várias ferramentas que possibilitam a manipulação de dados.

Estudos como de Bruno (2017), mostrou que o QGIS é um *software* robusto e versátil caracterizado pela acessibilidade ao código fonte. A liberdade de uso, e a

questão de ser gratuito, contribuem para aceitação no meio acadêmico e corporativo.

2.4 Histórico de Barra Bonita/SP

A formação da histórica cidade de Barra Bonita/SP está relacionada com as águas do rio Tietê, nas primeiras tentativas de ocupação até sua estruturação econômica (SAFFI et al., 1999).

Devido às monções, viajantes chegavam tanto por terra como pelo rio Tietê, onde foi o caminho dos aventureiros que, em busca do sonho dourado, fundaram povoados à sua margem. Portanto, Barra Bonita nasceu de um antigo entreposto para parada dos bandeirantes, onde o povoado instalou-se próximo à barra do Córrego Barra Bonita, sendo esse afluente do Rio Tietê (MOTA ; CONSTANTINO, 2017; DAEE 2015; SAFFI et al., 1999).

Com a vinda dos imigrantes italianos e espanhóis, trazidos pelo coronel, “Nhonho Salles”, este propiciou a formação de um novo ciclo de exploração comercial, segundo Saffi et al. (1999), a fertilidade do solo possibilitava todo tipo de agricultura, principalmente a cafeeira, além disso, existia o Porto de Barra Bonita, que dispunha o transporte de produtos via fluvial e que na época chamou atenção dos fazendeiros e grandes proprietários de terras. Na época, desencadeou um grande desmatamento para dar espaço as lavouras de café e pastos.

Na mesma época do plantio de café, surgiram as primeiras olarias, onde se ofertou empregos formando uma sólida fonte de renda para o povoado, sendo que nessa região ribeirinha a argila encontrava-se em abundância, fazendo com que as indústrias do barro se proliferassem (BARRA BONITA, 2017).

Outro marco importante no município foi a construção da Ponte Campos Salles, inaugurada em 5 de março de 1915 a pedido do ex- Presidente da República Manuel Ferraz de Campos Salles, destacado político paulista e grande proprietário de terras na região. A obra de engenharia era uma inovação tecnológica a época, onde era erguidas sob estrutura pênfil, e em seu trecho central apresenta articulação levadiça que permitia o trânsito de embarcações, já que a cultura cafeeira encontrava-se em expansão pelo oeste do estado e a ponte visava drenar a produção local em busca da malha ferroviária que se desenvolvia, ligando os municípios de Barra Bonita a Igarazu do Tietê e São Manuel (SÃO PAULO, 2017).

Em meados da década de 20, com a instalação da estrada de ferro, o município apresentava boas perspectivas econômicas e permaneceu em fase estacionária até por volta de 1930 e 1940, onde houve a extinção progressiva da navegação fluvial pelo rio Piracicaba e rio Tietê, sendo substituído pelo sistema rodo-ferroviário.

Houve então uma mudança no cenário econômico do município, com o surgimento de novas indústrias, ampliação do mercado imobiliário e o surgimento de uma nova cultura, a cana de açúcar. Desde então, progressivamente foi substituído em suas lavouras o café por áreas destinadas a produção de cana. A agricultura passou a comandar um período de grande entusiasmo, caracterizado pelo aumento de mão de obra e o surgimento das Usinas de açúcar. Em 1943, surgiu a Usina Barreirinho e em 1949 a Usina da Barra S/A Açúcar e Álcool (UBASA). O Polo agroindustrial voltado para a produção de cana, álcool e açúcar estavam voltados para a UBASA, na Fazenda Pau D'Alho e da Fazenda Aliança pela Usina Costa Pinto, sob administração de Orlando Chesini Ometto, pertencentes ao grupo Ometto, criada em 1949, que hoje é a maior produtora de cana e álcool do mundo (SÃO PAULO, 2017; MOTA; CONSTANTINO, 2017).

Em 20 de janeiro de 1963, foi inaugurado com a presença do governador Carlos Alberto de Carvalho Pinto a Usina Hidroelétrica de Barra Bonita mas somente em 29 de novembro de 1973 as turbinas começaram a trabalhar, pois dependia do término das outras eclusas (Bariri e Ibitinga) para tornar o rio Tietê navegável. Assim, o sistema hidroviário abriu várias perspectivas para diversos campos da economia, com a construção de usinas hidrelétricas, para a geração de energia e a utilização do rio para navegação de comboios para transporte da produção agrícola para os centros consumidores e para o mercado exterior sem contar na grande produção do potencial hidroenergético (RIBEIRO, 2004).

Em razão da crise internacional do petróleo nos anos 70, o Programa Nacional de Álcool (Proálcool), foi criado como um projeto do governo para enfrentar a crise mundial e incentivar a produção de álcool combustível, sendo ofertados vários incentivos fiscais e empréstimos bancários com juros abaixo da taxa de mercado para os produtores de cana-de-açúcar e para as indústrias automobilísticas que desenvolvessem carros movidos a álcool e, nesse período à medida que a produção sucroalcooleira aumentava, maior era o trânsito de caminhões transportando mercadorias através das estradas. Para desviar o fluxo da Ponte Campos Salles e garantir a preservação da mesma, houve a necessidade de construir uma nova

ponte que desviasse o tráfego pesado. Construída em 1970, na SP - 255 a Ponte do Açúcar, interligou Barra Bonita a Igarapu do Tietê (SAFFI et al., 1999).

Por fim, em homenagem ao padroeiro do município “São José”, dia 19 de março é comemorado o aniversário de Barra Bonita, que foi fundada em 1883, instituído na Lei nº 249, de 4 de março de 1960.

3 MATERIAL E MÉTODOS

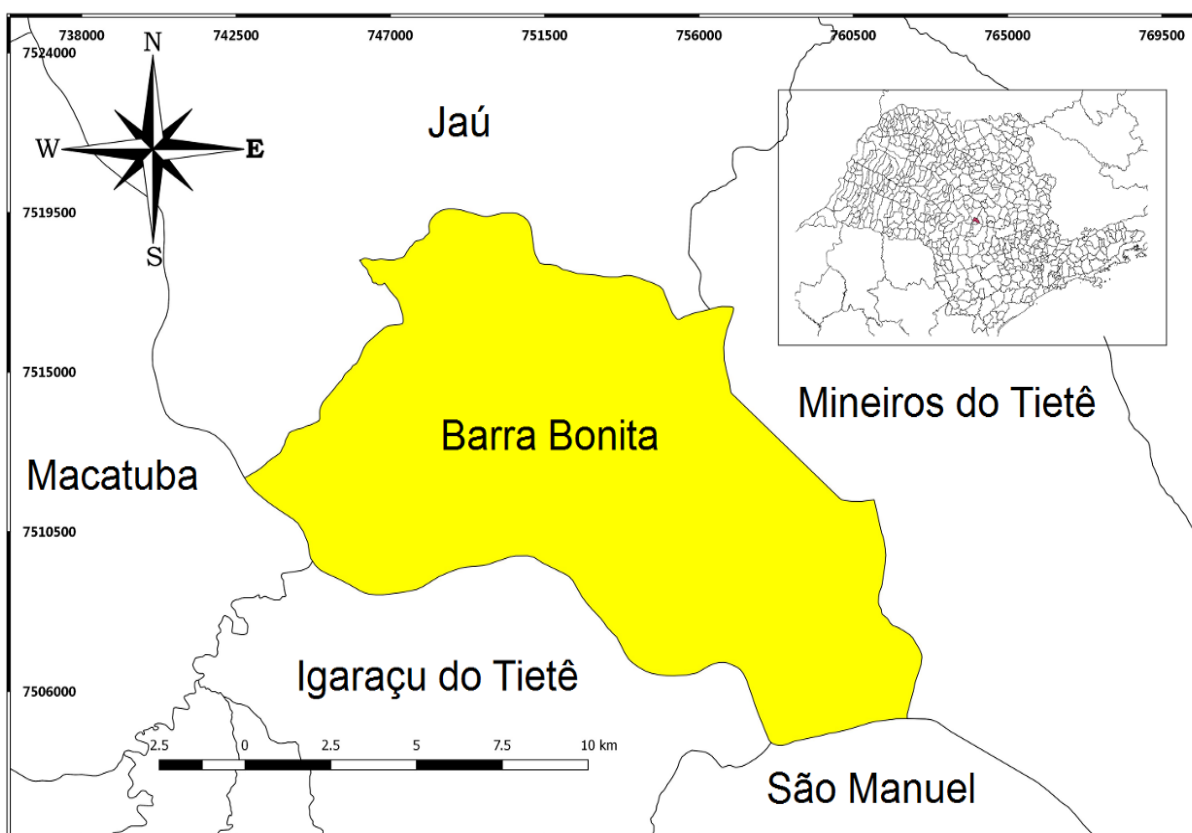
3.1 Material

3.1.1 Caracterização da área de estudo

Barra Bonita/SP está localizada na porção central do estado de São Paulo, situada entre as coordenadas 738.000 m E; 769.500 m S e 7524.000 m E; 7506.000 m S (projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), fuso 22 sul, corresponde a área de 15.208,97 hectares, altitude de 460 metros e possui 36.331 habitantes (IBGE, 2017).

Os municípios que fazem divisa são: Jaú, Mineiros do Tietê, São Manuel, Igarapu do Tietê e Macatuba, e na margem direita do município de Barra Bonita, encontra-se o rio Tietê (Figura 3).

Figura 3 - Localização do Município de Barra Bonita/SP.



A área compreende as unidades de planejamento e de espaços territoriais, onde o limite do município sobrepõe o divisor das bacias hidrográficas do município de Barra Bonita/SP.

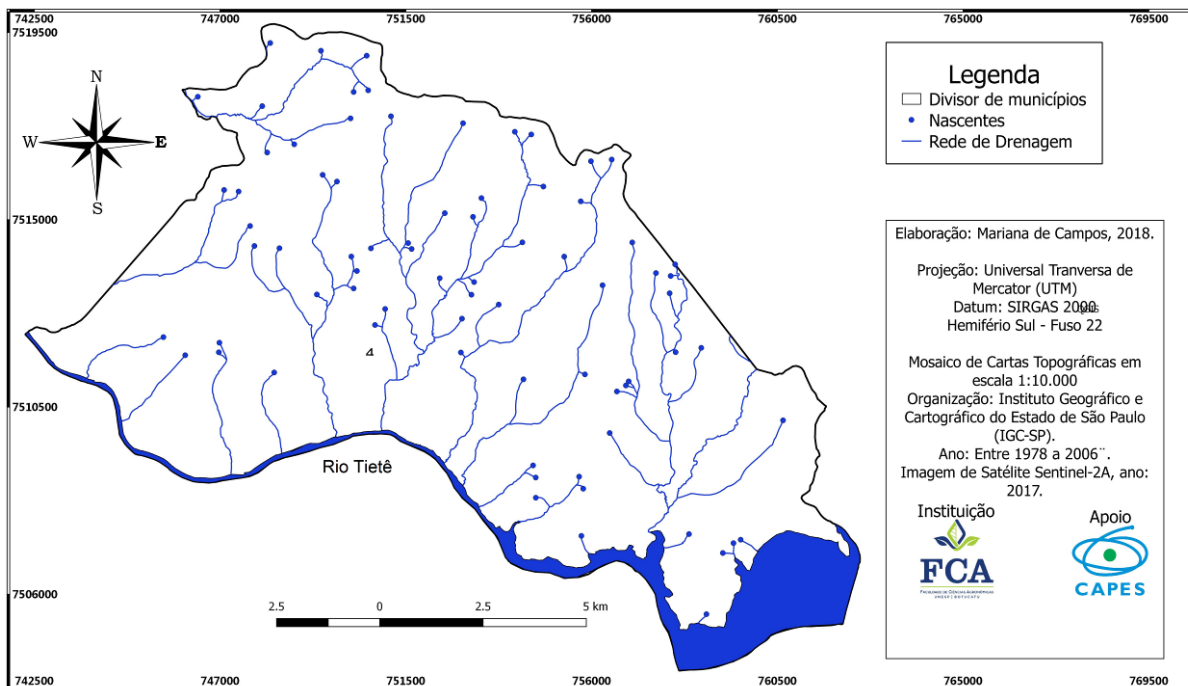
O clima da região segundo a classificação de Köppen é Aw. Possui clima tropical chuvoso, com secas no inverno e chuvas no verão com temperaturas elevadas (CEPAGRI, 2015).

3.1.2 Características Físicas

3.1.2.1 Hidrografia

A bacia hidrográfica do município de Barra Bonita/SP está inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Tietê Jacaré (UGRH-13). O rio Tietê é exutório do principal afluente da bacia, o córrego Barra Bonita (Figura 4).

Figura 4 – Rede de drenagem e nascentes



A rede de drenagem é formada por ribeirões (Barra Bonita e Três Barras) e por Córregos (Barreirinho, da Aliança, da Conceição, da Estiva, da Fazenda Amaral, de Iguatemi, Itaipu, Pau D'alho e Santa Maria). Todos são afluentes do rio Tietê.

3.1.2.2 Água subterrânea

No interior do Estado, no município de Barra Bonita/SP, encontram-se dois aquíferos, um conhecido por fazer parte pela capacidade de produção de água subterrânea, o aquífero Guarani e o outro que se destaca é o Serra Geral,

O aquífero Guarani, é composto pelas formações Botucatu e Pirambóia, é considerado o maior manancial de água doce subterrânea transfronteiriço do mundo (CETESB, 2018). Possui característica granular, homogêneo e regionalmente livre na sua porção aflorante, denominado confinado (CETESB, 2018).

O aquífero Serra Geral é formado por rochas originadas por derrames basálticos da formação Serra Geral. A recarga ocorre através da precipitação pluvial, que vão atingir as regiões fissuradas da rocha matriz (CETESB, 2018).

3.1.2.3 Geologia

O município de Barra Bonita/SP encontra-se sobre as unidades geológicas da Formação Serra Geral, Botucatu e Pirambóia, que são predominantes do Grupo São Bento e a formação Itaqueri (das Serras de São Carlos e Santana) (IPT, 2000).

3.1.2.4 Pedologia

O levantamento Pedológico corresponde às informações pertinentes à distribuição geográfica e da composição dos diferentes solos existentes no município (LEPSCH, 2002).

Os tipos de solos encontrados são: LATOSSOLOS VERMELHOS, NEOSSOLOS LITÓLICOS, NITOSSOLO VERMELHO e GLEISSOLOS (CPRM, 2006).

3.1.2.5 Vegetação

Os biomas são espaços geográficos que possuem diversos ecossistemas, ou seja, constituído por um conjunto de vida da fauna e flora. É uma unidade biológica caracterizada pelo clima, a vegetação e o solo especificamente. A vegetação apresenta-se como componente mais importante da biota, a definição de habitats para conservação e manutenção das espécies conta com o estado de conservação e de continuidade da vegetação (MMA, 2004).

Segundo a CREN e IBGE (2004), foram identificados em Barra Bonita os biomas Mata Atlântica e Cerrado. A mata Atlântica é composta por diversas formações florestais, no município a floresta estacional semidecidual destaca-se como parte do bioma e da região fitoecológica. O cerrado possui vegetação tipo contato savana e também é caracterizado pela floresta estacional semidecidual (MMA, 2016). As características fitoecológicas possuem relação direta com o clima tropical da região.

3.1.2.6 Uso e ocupação da terra

Barra Bonita/SP possui atividades tradicionais como a monocultura canavieira. Encontra-se presente no município e região usinas da qual processam a cana-de-açúcar para fabricação do etanol e açúcar. Desta forma favorece a expansão e o desenvolvimento técnico científico para essa monocultura predominante.

Outras atividades encontradas são a criação de gado, eucalipto e extração de areia.

3.1.2.7 Território e ambiente

O aterro sanitário está localizado junto a Fazenda Riachuelo, no limite do município de Jaú e recebe cerca de 20 toneladas de lixo doméstico produzidas diariamente na cidade (JCNET, 2008).

Aproximadamente 99% dos domicílios possuem esgotamento sanitário adequado, mas segundo o IBGE (2010), somente 19,8% do esgoto está sendo tratado. Vale a pena ressaltar que o município está em fase final de construção da ETE e a previsão de término é para o ano de 2019. Está localizado na margem direita do rio Tietê, junto à estrada vicinal BRB 040. Esta estação terá 100% dos esgotos domésticos tratados, contribuindo para a despoluição do rio Tietê, que recebe aproximadamente 77,6 toneladas/mês de carga orgânica proveniente do esgoto doméstico que é lançado “in natura” (DAEE, 2015).

A estação realizará a desinfecção por meio de um conjunto de reatores (anaeróbios e aeróbios) e a obra terá um sistema de água de reuso, sendo de baixo custo de implantação, operação e eficiência de acordo com a legislação ambiental (DAEE, 2015).

3.1.3 Material cartográfico

Foram utilizados como base para elaboração do mapeamento, as cartas planialtimétricas e imagem de satélite, disponibilizadas por órgãos que possuem bancos de dados.

Dados utilizados:

- a) Mosaico de Cartas Planialtimétricas reproduzidas pelo (IGC), em formato digital, entre os anos de 1978 a 2000, com equidistância das curvas de nível de 05 metros e escala de 1:10.000, abrangendo o município de Barra Bonita/SP.
- b) Imagem de Satélite Sentinel-2A-, sensor *Multi Spectral Instrument* (MSI), de 12/09/2017, com resolução espacial de 10 metros (bandas 2, 3 e 4) para cor verdadeira e bandas (12, 11, 4) falsa cor, obtidas através do catálogo de imagens de Pesquisa Geológica US - (USGS).
- c) Banco de dados do DataGEO (Infraestrutura de dados ambientais e territoriais do Sistema Ambiental do estado de São Paulo, da Secretaria do Meio ambiente (SMA).
- d) Dados do radar Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), arquivo Geotiff com o Modelo Digital de Elevação do Terreno (MDT), altitude de 30 metros, Banco de dados Geomorfométricos do Brasil, TOPODATA (INPE);
- e) Plano diretor do município de Barra Bonita/SP.

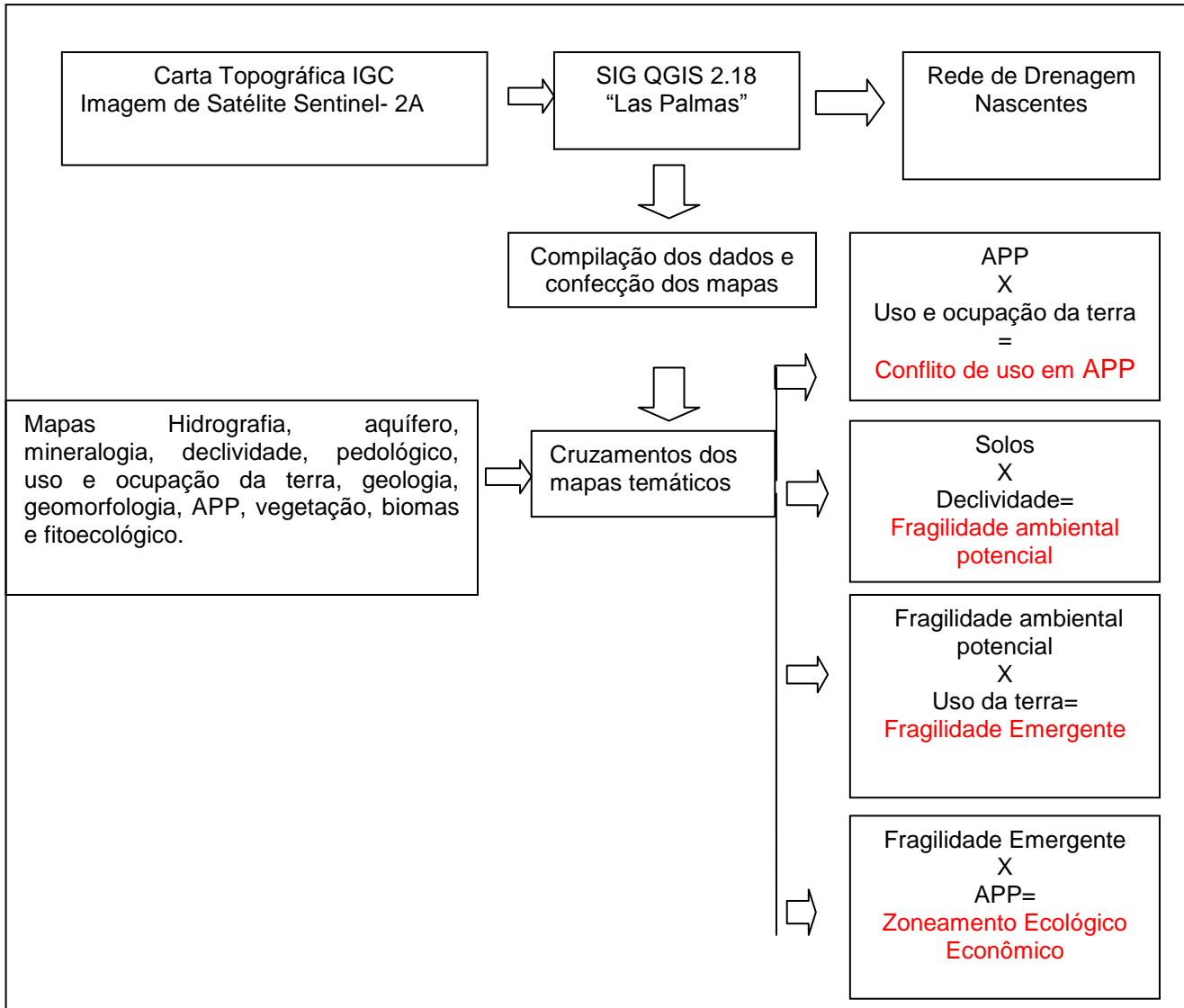
3.1.3.1 Aplicativos computacionais

Para as análises, obtenção e manipulação dos dados, a fim de obter como resultado os mapas temáticos da área estudada, utilizaram-se os seguintes aplicativos: O SIG QGIS, versão 2.18.18 “Las Palmas” e o aplicativo Google Earth, utilizado na interpretação das imagens e identificação de algumas áreas.

3.2 MÉTODOS

Fluxograma da metodologia do ZEE (Figura 5).

Figura 5 - Fluxograma das etapas metodológicas para elaboração do ZEE



3.2.1 Georreferenciamento

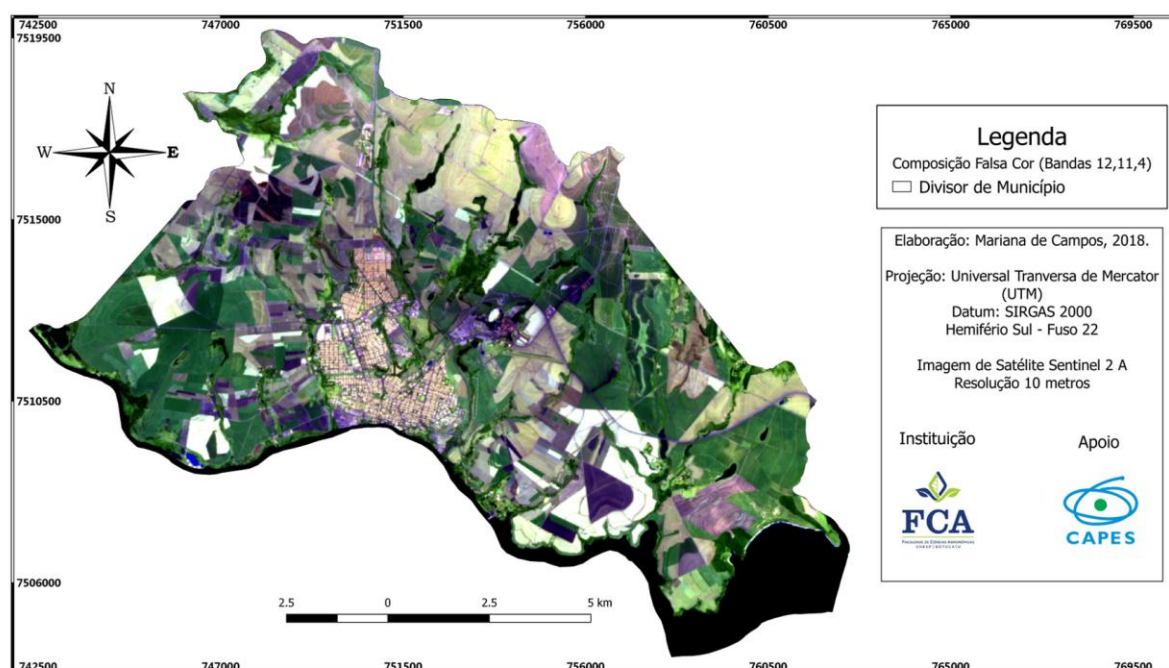
O georreferenciamento é uma das primeiras etapas para elaboração de mapas, onde a obtenção de coordenadas ocorre em um sistema de referências entre a posição de um ponto no mapa e no mundo real. Com as cartas topográficas adquiridas a partir do projeto DataGEO, foi necessário atualizar o Sistema de

Referência de Coordenadas (SRC) no QGIS, pois os parâmetros de transformação utilizados nesta biblioteca, não estão de acordo como o que está estabelecido pelo (IBGE). Portanto, fez-se necessário a transformação do sistema para todos os mapas produzidos. O sistema utilizado foi SIRGAS 2000, essa compatibilização, facilita o intercâmbio das informações que são utilizadas no Brasil e em outros países (IBGE, 2016).

3.2.2 Mapa de uso e ocupação da terra

Para gerar o mapa, utilizou-se como base a imagem do satélite Sentinel-2A, as bandas (12, 11, 4) resultando na composição falsa cor. Essa composição colorida com as bandas multiespectrais, foi obtida através do menu raster-mosaico do SIG QGIS (Figura 6).

Figura 6 - Composição falsa cor das Bandas 12, 11 e 4 do Satélite Sentinel- 2A



Na sequência, foi vetorizado toda área correspondente às classes identificadas na imagem de satélite, e gerado polígonos para determiná-los. Para calcular a área utilizou-se a tabela de atributos, onde a calculadora de campo auxiliou nos resultados.

O Google Earth foi utilizado como auxílio para averiguação da área em classificação em tela.

3.2.3 Área de Preservação Permanente

As áreas de APP são determinadas de acordo com o tamanho do rio e o raio das nascentes. Na área de estudo, foi constatado que todos os rios são menores que 10 metros, portanto estipulando conforme legislação, uma área de preservação de 30 metros de cada lado dos cursos d'água. Para nascentes, um raio de 50 metros.

Em seguida, ocorreu à união dos *buffers* (rios e nascentes), em uma única camada, na opção Geoprocessamento - União (rios e nascentes). Para transformar todos os polígonos da nova camada em um único polígono, na opção Exibir - Barra de ferramenta – marcar digitalização avançada. Feito essas sequencias, resultou no mapa de APP em nascentes e ao longo dos rios, fundamentado pela Legislação Federal nº12.651 (BRASIL, 2012).

3.2.4 Conflito de uso e ocupação da terra em áreas de APPs

As áreas de conflito de uso da terra em APPs foram identificadas através do cruzamento com os mapas de uso e cobertura da terra e APPs. As áreas consideradas como conflitantes são as áreas que possuem usos distintos nas APPs em nascentes e cursos d'água.

No final é possível calcular a área das classes de usos e seus respectivos conflitos executando a função de cálculo de área.

3.2.5 Mapa pedológico

Através do banco de dados do DATAGEO, foi extraída a área de estudo pertencente ao município, referente ao mapa pedológico do Estado de São Paulo, escala 1:250.000 (DATAGEO, 2017).

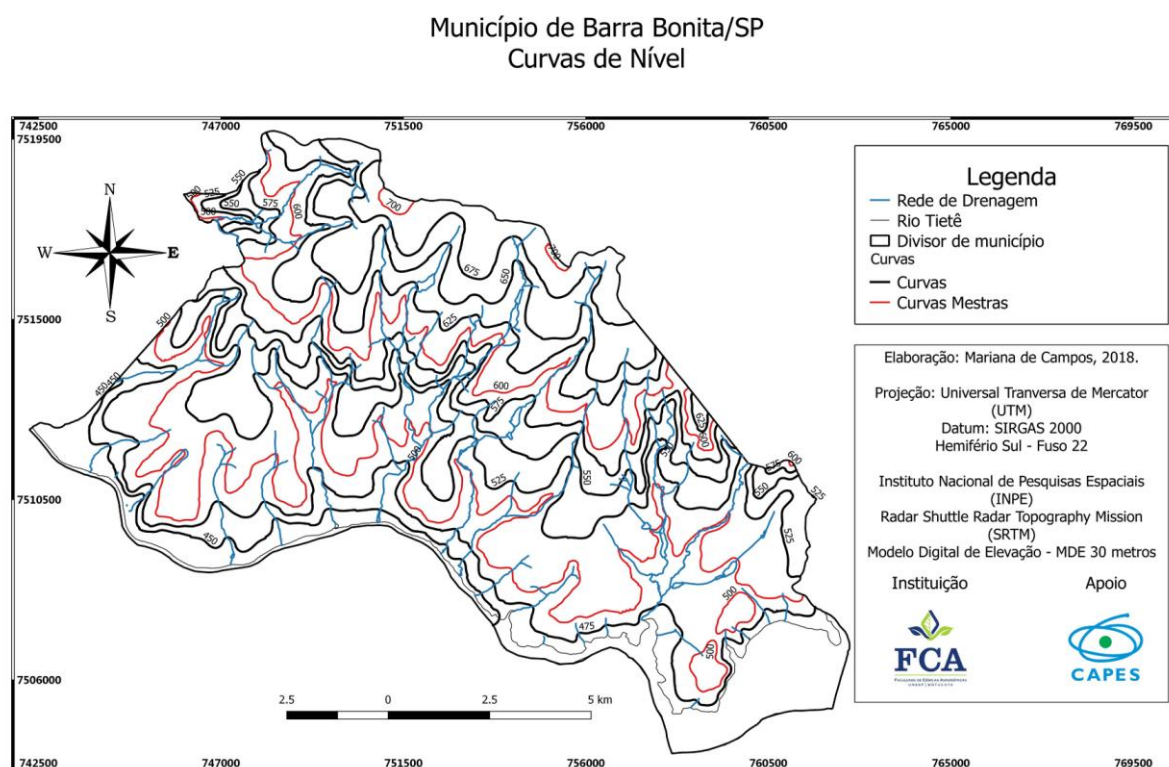
3.2.6 Mapa geológico

Os dados obtidos do CPRM (2006), a partir do DataGEO, foram extraídos os dados referente ao mapa geológico do Estado de São Paulo em escala 1:500.000.

3.2.7 Mapa de hipsométrico e declividade

A partir do Modelo Digital de Elevação do Terreno (MDT), altitude de 30 metros, do radar *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), foi extraída o recorte do município no SIG QGIS. Foi atribuída ao recorte, a graduação de cores aos respectivos valores de elevação (Figura 7), resultando no mapa hipsométrico.

Figura 7 - Mapa de Curvas de Nível



Para criar o mapa de declividade, utilizou-se o arquivo gerado como MDT por meio da ferramenta Análise - MDE - Modo declividade. Neste caso foi utilizada a opção de porcentagens de declividades. O *plugin* "Slicer" para calcular o valor mínimo e máximo de cada classe de 0,0-6,0. Em seguida, aplicou-se a metodologia das categorias hierárquicas de Ross (1994), conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Representação do índice de declividade

| Valores em % | Índice de Declividade Média |
|---------------------|------------------------------------|
| 0-6 | Relevo plano a suave ondulado |
| 6-12 | Suave ondulado a ondulado |
| 12-20 | Ondulado a forte ondulado |
| 20-30 | Forte ondulado a montanhoso |
| >30 | Montanhoso a escarpado |

Fonte: Ross (1994)

Desta forma, é necessário alterar a rampa de cores do raster de declividade na opção propriedade da camada e selecionar a paleta desejada.

De acordo com EMBRAPA (2006) são empregadas às distinções para promover informação sobre a praticidade de empregos de equipamento agrícolas e facilitar a inferência sobre suscetibilidade dos solos à erosão.

3.2.8 Mapa de unidades aquíferas

A partir do mapa de unidades aquíferas do estado de São Paulo, escala 1:100.000, foi extraído o recorte do município disponível no banco de dados do projeto DataGEO, produzido através das informações do Instituto Geológico do estado de São Paulo IGC (2007).

3.2.9 Mapa do potencial minerário

Teve por base informações do banco de dados do DNPM, onde foi realizada a extração do limite do município.

3.2.10 Mapa de bioma

Para elaborar este mapa, foi realizado o recorte do município a partir dos dados disponíveis do projeto DataGEO (IBGE; CREN, 2004.)

3.2.11 Mapa de fragilidade potencial e emergente

Os mapas de fragilidade potencial e emergente, juntos resultam no mapa de fragilidade ambiental. Este mapa possui como ferramenta principal as áreas mais frágeis que podem ser afetadas nas alterações da dinâmica existente.

Na área de estudo, foram consideradas as informações físicas e bióticas da natureza tais como declividade, pedologia, uso e ocupação da terra, vegetação e hidrografia. Desta forma, a fragilidade potencial foi determinada a partir do cruzamento de dados das classes de declividade e os tipos de solos (pedologia) presentes no município de Barra Bonita/SP.

Para cada categoria foi atribuído pesos para cada classe dos fatores (ponderação dos fatores) referente à fragilidade para declividade/relevo, que são valores numéricos correspondentes ao uso, segundo a metodologia proposta por Ross (1994) (Tabela 5).

Tabela 5- Classes fragilidade para a declividade/relevo

| Declividade (%) | Relevo | Classes de Fragilidade |
|------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 0-6 | Plano à suave ondulado | 1- Muito Baixa |
| 6-12 | Suave ondulado à ondulado | 2- Baixa |
| 12-20 | Ondulado à forte ondulado | 3- Médio |
| 20-30 | Forte ondulado à montanhoso | 4- Alta |
| >30 | Escarpado | 5- Muito Alta |

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

Para analisar as variáveis das classes de solos, é necessário obedecer aos critérios utilizados conforme Ross (1994), (Quadro 2).

Quadro 2 - Classes de Fragilidade para pedologia

| Tipos de Solos | Classes de Fragilidade |
|---|-------------------------------|
| LATOSSOLOS VERMELHOS EUTROFÉRRICOS E DISTROFÉRRICOS | 1- Muito Baixa |
| LATOSSOLOS VERMELHO - AMARELOS DISTRÓFICOS | 2- Baixa |

| | |
|------------------------------------|---------------|
| NITOSSOLOS VERMELHOS EUTROFÉRRICOS | 3- Médio |
| ARGISSOLO VERMELHO AMARELO | 4- Alta |
| ARGISSOLOS VERMELHOS | 5- Muito Alta |

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

Para analisar os graus de proteção em relação aos tipos de cobertura da terra, é importante identificar com clareza as diferentes ocupações obtidas a partir das imagens de satélite, pois a partir dessa classificação que serão atribuídos os pesos para gerar o mapa de fragilidade emergente (Quadro 3).

Quadro 3 - Graus de proteção do solo em função dos tipos de cobertura vegetal

| Graus de Proteção | Tipos de Cobertura |
|-----------------------------|--|
| 1 – Muito Alta | Matas naturais, florestas cultivadas com biodiversidade e florestas. |
| 2- Alta | Formações arbustivas naturais com estrato herbário densas, formações arbustivas densas (mata secundária, cerrado denso, capoeira densa) Mata homogênea de Pínus e Eucalipto, Pastagem cultivada com baixo pisoteio de gado e culturas de ciclo longo como o cacau; |
| 3- Média | Cultivo de ciclo longo em curvas de nível/ terraceamento como café, laranja com forrageiras entre ruas), pastagens com baixo pisoteio, silvicultura de eucaliptos com sub-bosque de nativas. |
| 4- Baixa | Culturas de ciclo longo de baixa densidade (café, pimenta do reino, laranja com solo exposto entre ruas), culturas de ciclo curto (arroz, trigo, feijão, soja, milho, algodão com cultivo em curvas de nível/ terraceamento). |
| 3-Muito Baixa à nula | Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto por arado/gradeação, solo exposto ao longo de caminhos e estradas, terraplanagens, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas. |

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

O próximo passo é transformar os arquivos que estão em formato vetorial para raster, no processo denominado rasterização. Para cada *pixel* dos fatores, foi denominado o valor de 10 metros de resolução espacial.

Para o mapa de fragilidade emergente, foi utilizado o mapa da cobertura e uso da terra com o mapa resultante de fragilidade ambiental potencial.

A álgebra dos mapas ocorreu na opção calculadora *Raster*, sobrepondo os mapas (fragilidade potencial com uso e ocupação da terra).

3.2.12 Zoneamento ecológico-econômico

O resultado da soma do mapa da fragilidade emergente com a análise do mapa de APPs e os aspectos relevantes da área de estudo, definiu-se as Zonas gerando o mapa de Zoneamento Ecológico-Econômico.

Desta forma, foi possível identificar as fragilidades potenciais e emergentes e estabelecer um banco de dados para contribuir com o ZEE do município, fornecendo subsídios à gestão ambiental e territorial.

Portanto, o ZEE é um instrumento que possui como ferramenta principal o zoneamento, dividindo as zonas de acordo com as fragilidades e potencialidades, visando às estratégias para o desenvolvimento sustentável.

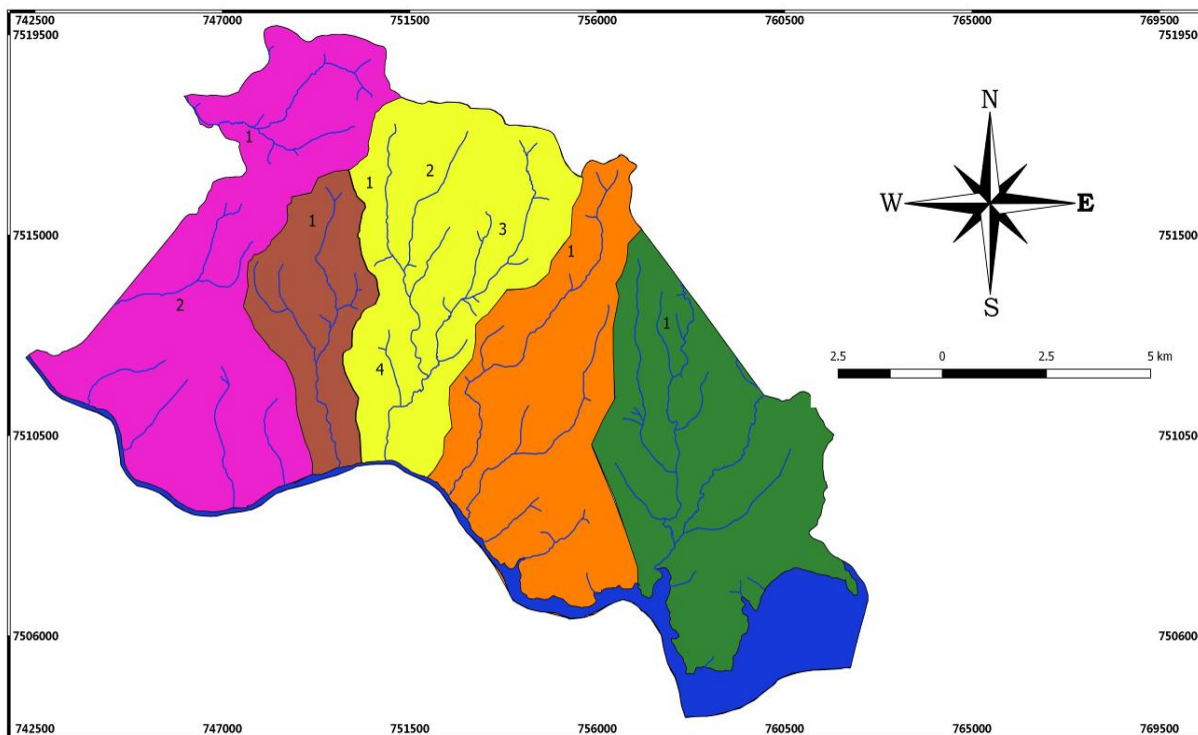
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Hidrografia

Barra Bonita/SP possui cinco microbacias principais, quatro estão localizadas na zona rural: Córregos da Estiva, Barreirinho, Pau d'alho e Itaipu e uma microbacia que corta a área urbana, o Córrego Barra Bonita (Figura 8).

Figura 8 - Microbacias do Município de Barra Bonita/SP

Município de Barra Bonita/SP: Microbacias



Elaboração: Mariana de Campos, 2018.
 Projeção: Universal Transversa de Mercator (UTM)
 Datum: SIRGAS 2000
 Hemisfério Sul - Fuso 22
 Mosaico de Cartas Topográficas em escala 1:10.000
 Organização: Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo (IGC-SP).
 Ano: Entre 1978 a 2006".
 Imagem de Satélite Sentinel-2A, ano: 2017.

| Legenda | | |
|-------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| — Rede de Drenagem | — 1 Córrego da Estiva | — Córrego Pau D'alho |
| □ Divisor de município | — Córrego Barra Bonita | — 1 Córrego Pau D'alho |
| — Córrego Corumbatá | — 1 Córrego Santa Maria (Riachuelo) | — Córrego do Barreirinho |
| — 1 Córrego do Iguatemi | — 2 Córrego Barra Bonita | — 1 Córrego do Barreirinho |
| — 2 Córrego do Itaipu | — 3 Córrego da Conceição | — Rio Tietê |
| — Córrego da Estiva | — 4 Córrego do Moraes | |

O Córrego Barra Bonita é o que mais sofre com a ação antrópica no município, já que sua maior área está presente na zona urbana. Sua nascente localiza-se próximo à divisa entre os municípios de Barra Bonita e Jaú, pertencentes à zona rural e ao longo do trecho recebe a contribuição de outros córregos como o

Santa Maria, Córrego da Conceição e do Moraes. Alguns trechos o córrego é canalizado, e atravessa a região mais urbanizada da bacia, até desembocar no Rio Tietê.

Quanto à ocupação nas áreas rurais, Bibian (2007), descreveu que as áreas de APPs encontram-se bastante reduzidas devido a ocupação de cana-de-açúcar na bacia do córrego Barra Bonita, influenciando diretamente na qualidade da água.

Na área urbana, em muitos casos ocorrem às margens do Córrego Barra Bonita localizada no centro do município. As questões decorrentes aos impactos sociais, envolvendo enchentes e transbordamento do córrego, faz com que a população ali presente sofra, colocando em risco a vida dos moradores.

A urbanização das cidades brasileiras ocasionou alterações nas estruturas e características dos sistemas fluviais e dos ambientes caracterizados pela água, resultando na forma de enchentes e enxurradas, causadas pela redução da qualidade ambiental do meio urbano, submetendo a população a constantes riscos (PASSOS, 2015).

4.2 Águas subterrâneas

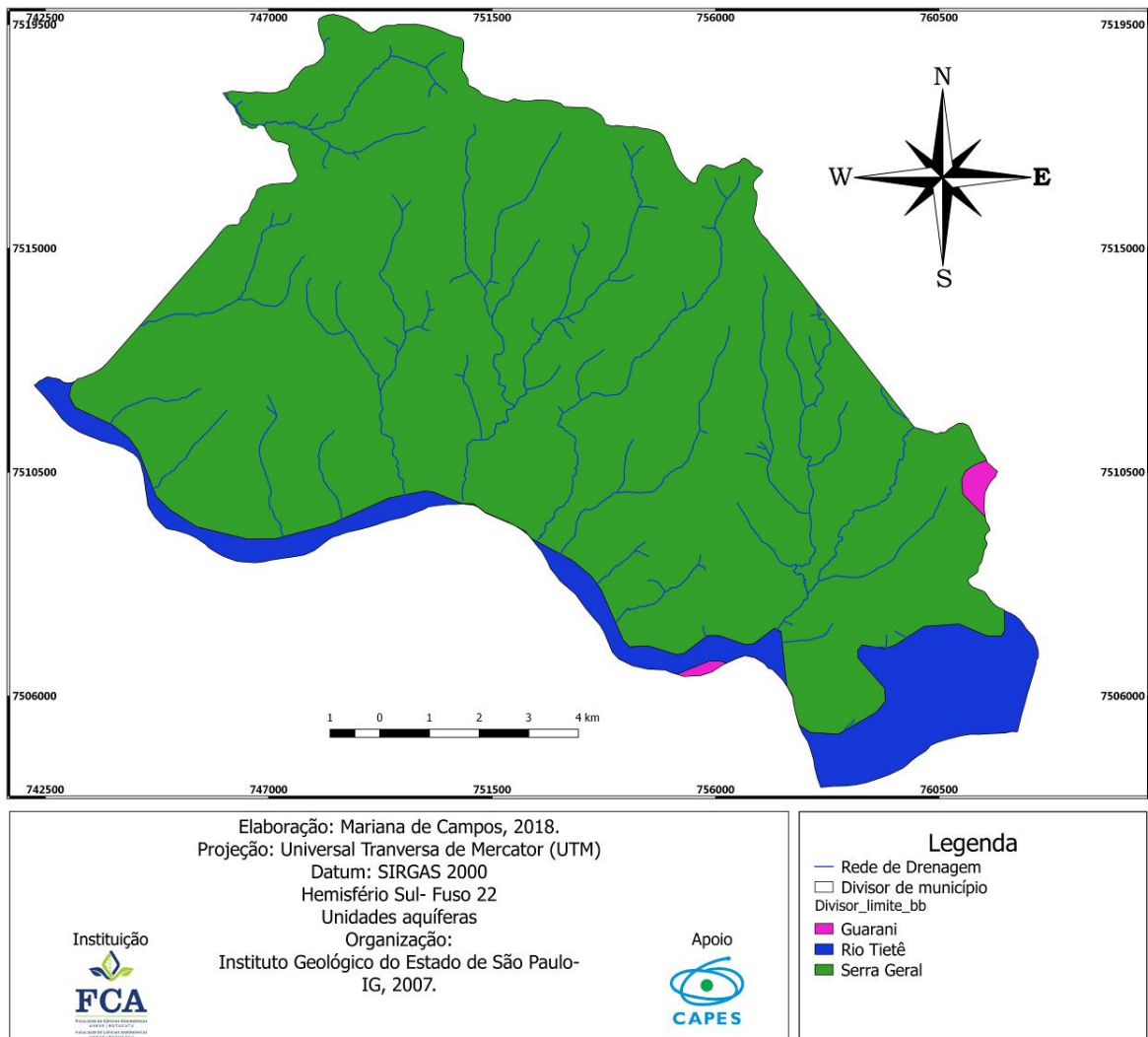
No município de Barra Bonita/SP são encontrados dois aquíferos aflorantes, o aquífero Serra Geral e o Aquífero Guarani (Figura 9).

Segundo informações DAEE (2015), o município possui poços nos seguintes aquíferos:

- 05 localizados sob o aquífero (Serra Geral) Formação Serra Geral;
- 04 localizados sob o aquífero (Guarani) Formação Pirambóia;
- 03 localizados sob o aquífero (Guarani) Formação Botucatu.

O abastecimento e tratamento de água são de responsabilidade do S.A.A.E. (Serviço Autônomo de Água e Esgoto), onde as ligações de água e esgoto atingem 100% de atendimento.

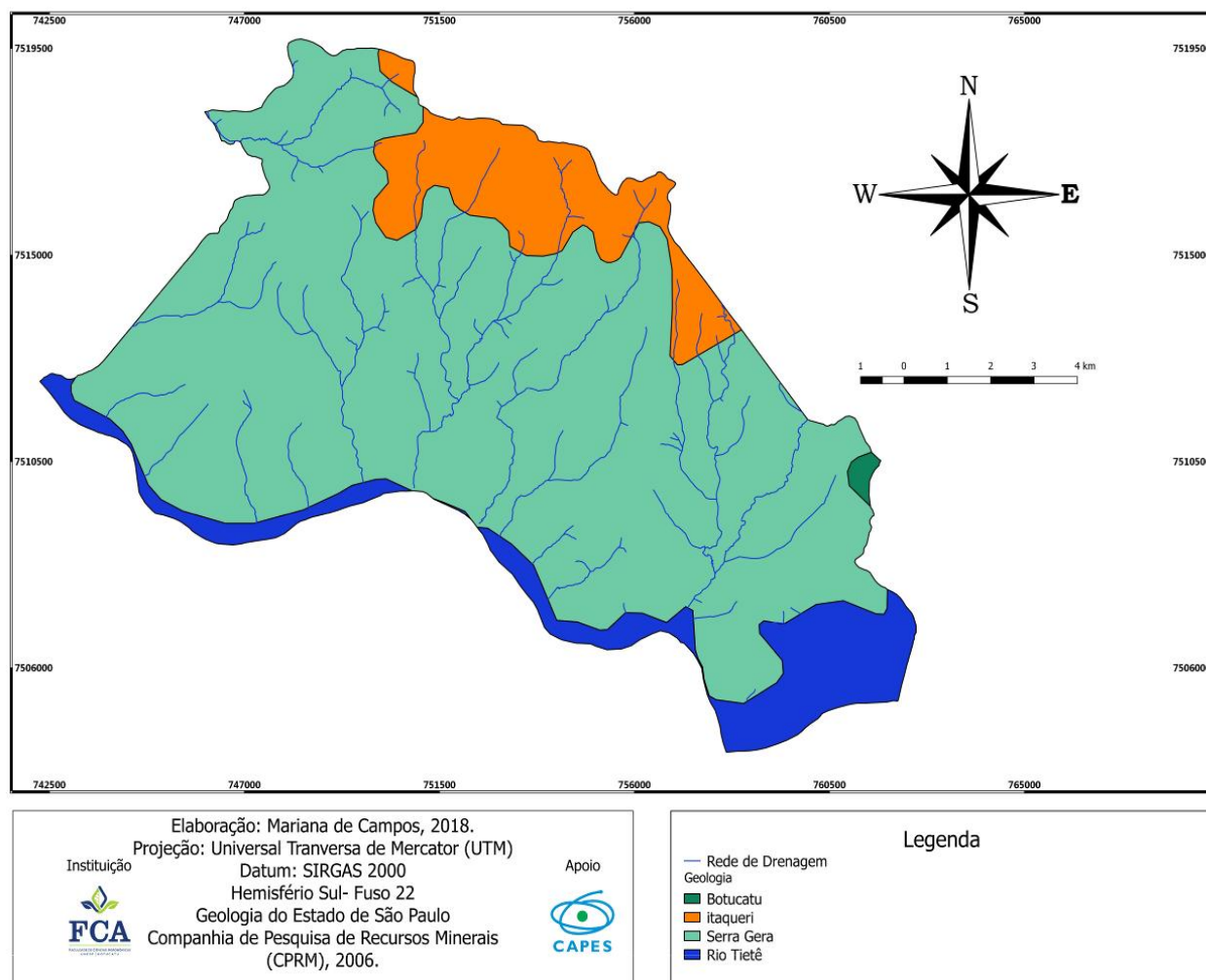
Figura 9 – Unidades aquíferas



4.3 Geologia

As unidades geológicas que afloram no município de Barra Bonita/SP são os Grupo São Bento (Mesozóico da Bacia do Paraná) que correspondem a Formação Serra Geral, Pirambóia e Botucatu e os sedimentos pertencentes à Formação Itaqueri e depósitos correlatos (das serras de São Carlos e Santana) (Figura 10).

Figura 10- Mapa de Geologia



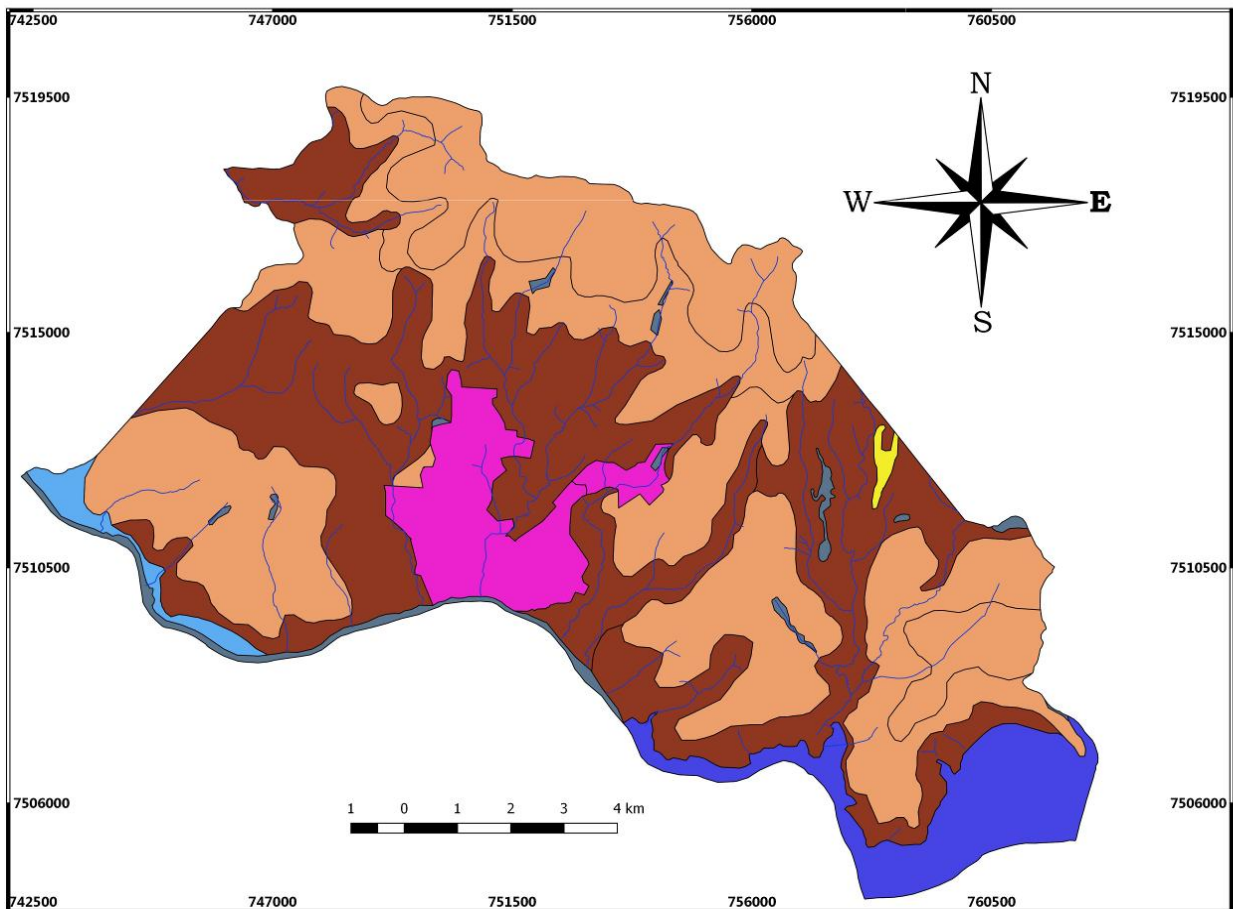
Segundo o Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SIGRH) (2017), descreveu que, a formação Serra Geral aflora ao longo do vale do Rio Tietê, numa faixa que se estende desde São Manuel e a barragem de Barra Bonita, a sudeste, até a jusante da barragem de Ibitinga.

4.4 Pedologia

Foram identificadas quatro classes de solos pertencentes aos grupos: LATOSSOLOS VERMELHOS (LV), NEOSSOLOS LITÓLICOS (NL), NITOSSOLOS VERMELHOS (NV) e GLEISSOLOS (G) para área estudada.

Na Figura 11 e Tabela 6 encontram-se a disposição das classes de solo.

Figura 11- Mapa Pedológico



Elaboração: Mariana de Campos
 Projeção: Universal Transversa de Mercator (UTM)
 Datum: SIRGAS 2000
 Hemisfério Sul- Fuso 22
 Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (2017)
 Organização: Instituto Florestal
 Escala: 1:250.000



Legenda

- Divisor de município
- Rede de drenagem
- Pedológico
- Área Urbana
- Gleissolos Hápicos
- Latossolos Vermelhos
- Neossolos Litólicos
- Nitossolos Vermelhos
- Rios, represas e lagoas

A ocorrência dos LATOSSOLOS VERMELHOS é de 7254,98 ha, que corresponde a 47,70% da área total da bacia hidrográfica. Esse tipo de solo apresenta capacidade produtiva, quando aplicadas técnicas de boa prática de conservação dos solos e estão associados às calhas de drenagem de alguns rios, como o Tiête (IAC, 2014). Essa porcentagem demonstra a aptidão agrícola apresentada por esse solo com a monocultura da cana-de-açúcar (Tabela 6).

Tabela 6 - Solos do município de Barra Bonita/SP

| Classe de Solos | Área | |
|----------------------|------------------|------------|
| | ha | % |
| LATOSSOLOS VERMELHOS | 7254,98 | 47,70 |
| NEOSSOLOS LITÓLICOS | 79,77 | 0,53 |
| NITOSSOLOS VERMELHOS | 6693,91 | 44,01 |
| GLEISSOLOS | 190,94 | 1,26 |
| Área urbana | 989,37 | 6,50 |
| Total | 15.208,97 | 100 |

Os NITOSSOLOS VERMELHOS são encontrados em 6693,91 ha, e representa 44,01% da área total da bacia, sendo, portanto, o segundo tipo de solo encontrado. Estes solos apresentam moderada a elevada fertilidade com grande potencial para aproveitamento agrícola, o que ocorre com as culturas de cana-de-açúcar no município (IAC, 2015). Apresenta-se com alto risco de erosão devido aos relevos acidentados, abstraindo-se ao relevo, são aptos aos usos agropastoris e florestais (EMBRAPA, 2015).

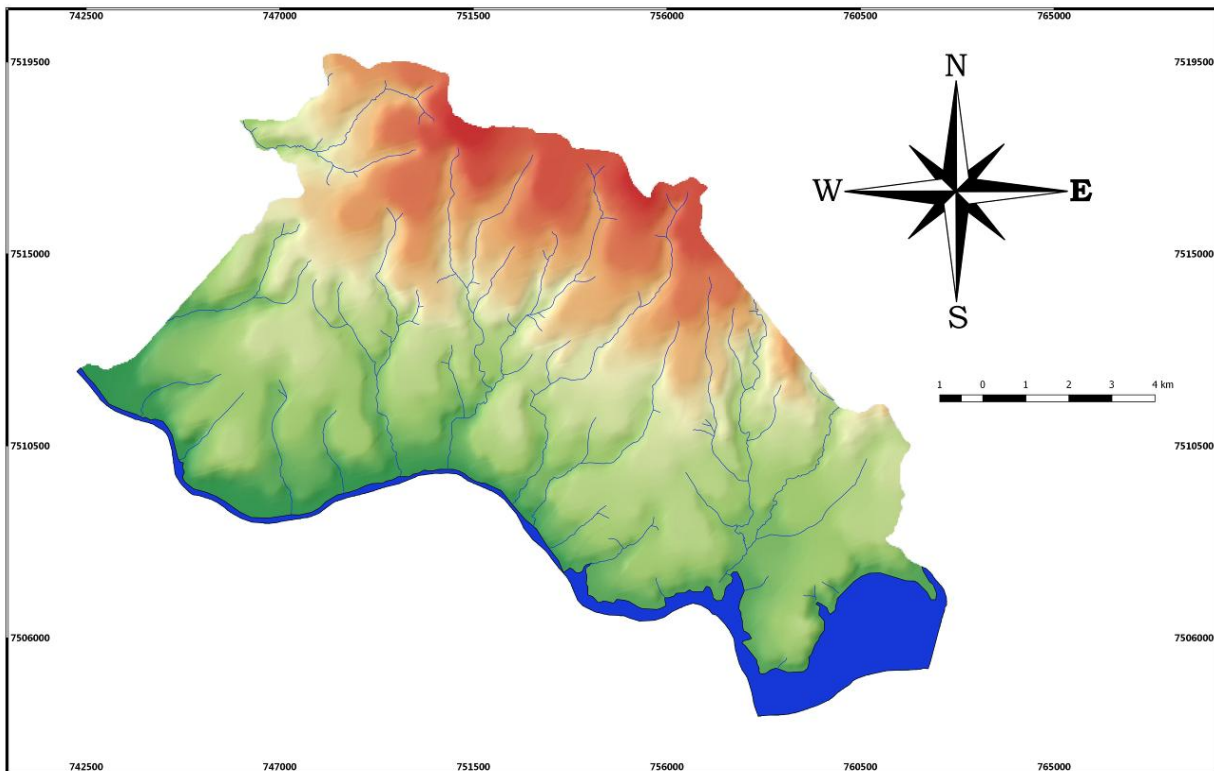
Os GLEISSOLOS são solos minerais formados em condições de saturação com águas, presentes em planícies ou várzeas inundáveis. Sua textura variável de arenosa à argilosa e as limitações mais comuns elevada frequência de inundação (IAC, 2015). Está presente em algumas áreas da calha do leito do rio Tietê, e representa 190,94 ha, contabilizando 1,26% da área total da bacia.

Os NEOSSOLOS LITÓLICOS correspondem 79,77 ha, com área total de 0,53%. No município está presente em áreas com alto relevo, sendo caracterizado com restrições para utilização agrícola e florestal. Para IAC (2014), esse tipo de solo são típicos das regiões de relevo mais dissecado ou íngreme e podem ocorrer em vegetação de campo ou de cerrado, dependendo do clima regional.

4.5 Hipsometria

A partir do mapa topográfico SRTM, foi possível confeccionar o mapa de elevação que variam de 434 a 702 metros (Figura 12).

Figura 12 – Mapa Hipsométrico



Elaboração: Mariana de Campos, 2018.
 Projeção: Universal Transversa de Mercator (UTM)
 Datum: SIRGAS 2000
 Hemisfério Sul- Fuso 22

Instituição: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
 Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)
 Modelo Digital de Elevação- MDE- 30 metros

Apoio: CAPES

Legenda

— Rede de Drenagem
 ■ Rio Tietê

Hipsometria

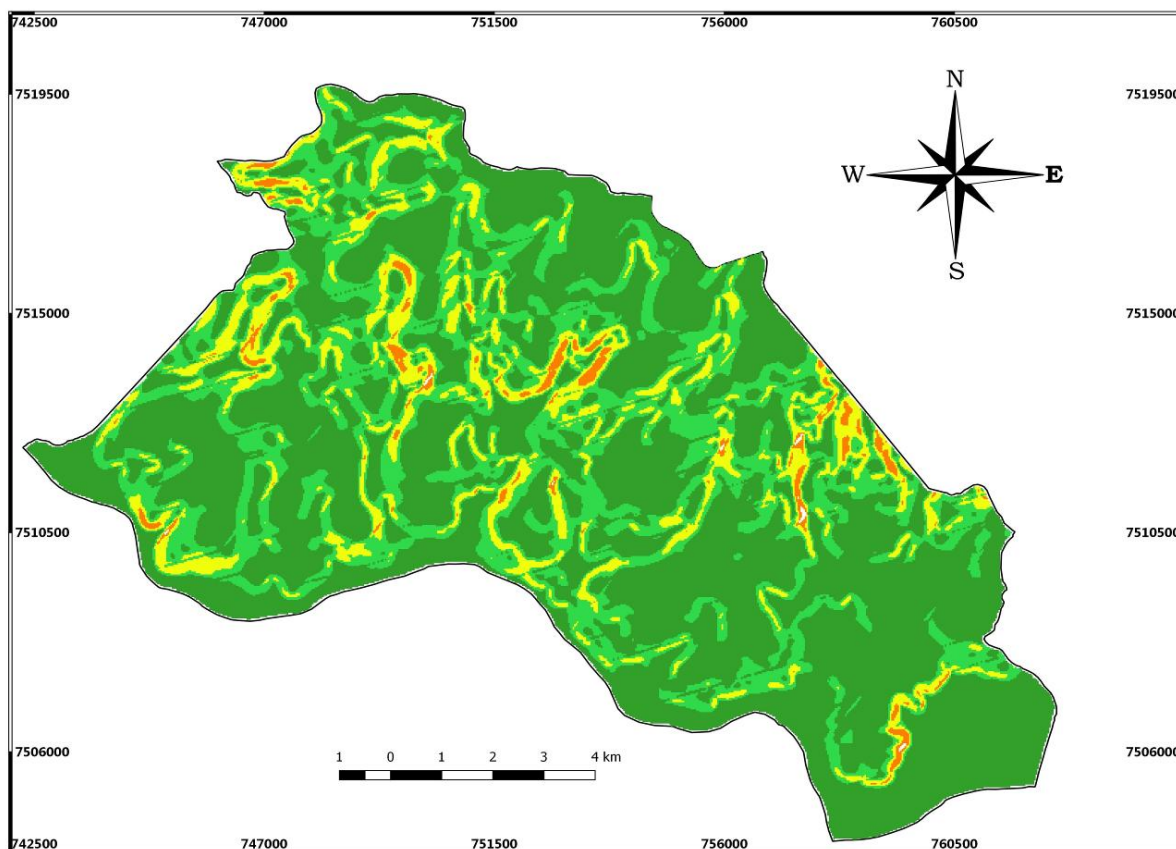
- 434-501 m
- 501-568 m
- 568-635 m
- 635-702 m
- > 702

A análise do mapa hipsométrico evidencia a rede de drenagem do município onde se encontra de montante a jusante entre as altitudes de 702 m a 434 m. As áreas com maiores altitudes representam o limite do município e da bacia hidrográfica. As menores altitudes entre os 434 m e 501 m estão localizadas a área urbana do município e a foz dos principais rios que deságuam no Tietê.

4.6 Declividade

Na declividade é avaliada as inclinações de um terreno em relação a um eixo horizontal (SANTOS, 2004). Obtidos a partir do MDE, resultou o mapa de declividades (Figura 13).

Figura 13 - Declividade



Elaboração: Mariana de Campos, 2018.
 Projeção: Universal Transversa de Mercator (UTM)
 Datum: SIRGAS 2000
 Hemifério Sul - Fuso 22
 Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
 Modelo Digital de Elevação - MDE 30 metros

Instituição

FCA
 FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
 UNESP - BOTUCATU

Apoio

CAPES

Legenda

Declividade

- 0-6% Relevô plano à suave ondulado
- 6-12% Suave ondulado à ondulado
- 12-20% Ondulado à forte ondulado
- 20-30% Forte ondulado à montanhoso
- Divisor de município

De acordo com a metodologia Ross (2004), a classificação permitiu realizar a medida de classes para identificar qual a porcentagem de inclinação do terreno é predominante no município, segue as descrições (Tabela 7):

Tabela 7 - Declividade do município de Barra Bonita/SP

| Classe de Declividade | Característica do Terreno | Área ha | % |
|------------------------------|----------------------------------|--------------------|------------|
| 0-6% | Relevo plano à suave ondulado | 8.922,23 | 58,66 |
| 6-12% | Suave ondulado a ondulado | 4.716,76 | 31,01 |
| 12-20% | Ondulado à forte ondulado | 1.494,63 | 9,83 |
| 20-30% | Forte ondulado à montanhoso | 75,35 | 0,50 |
| Total | | 15.208,97 | 100 |

A Classe 0-6% representa 8922,23 ha da área de estudo (58,66%). Corresponde a classe hierárquica do relevo plano à suave ondulado. Essa é a classe de declividade que ocupa a maior parte do município. Na maior parte dessas áreas encontram-se o plantio de cana-de-açúcar.

Para Embrapa (2016), essas áreas são propícias para a mecanização agrícola, recomendados para o uso da agricultura intensiva. As terras com essa declividade são indicadas para o cultivo de culturas anuais, com uso de práticas simples de conservação do solo, exemplo, o plantio em nível, que pode controlar o processo erosivo do solo (CAMPOS et al., 2010).

A Classe 6-12% representa 4716,76 ha da área de estudo (31,01%). Corresponde a classe suave ondulado a ondulado, sendo essa a segunda classe de declividade maior encontrada. Para Embrapa (1998), essa classe corresponde declives suaves, constituídas por colinas ou outeiros, com superfície de topografia pouco movimentada.

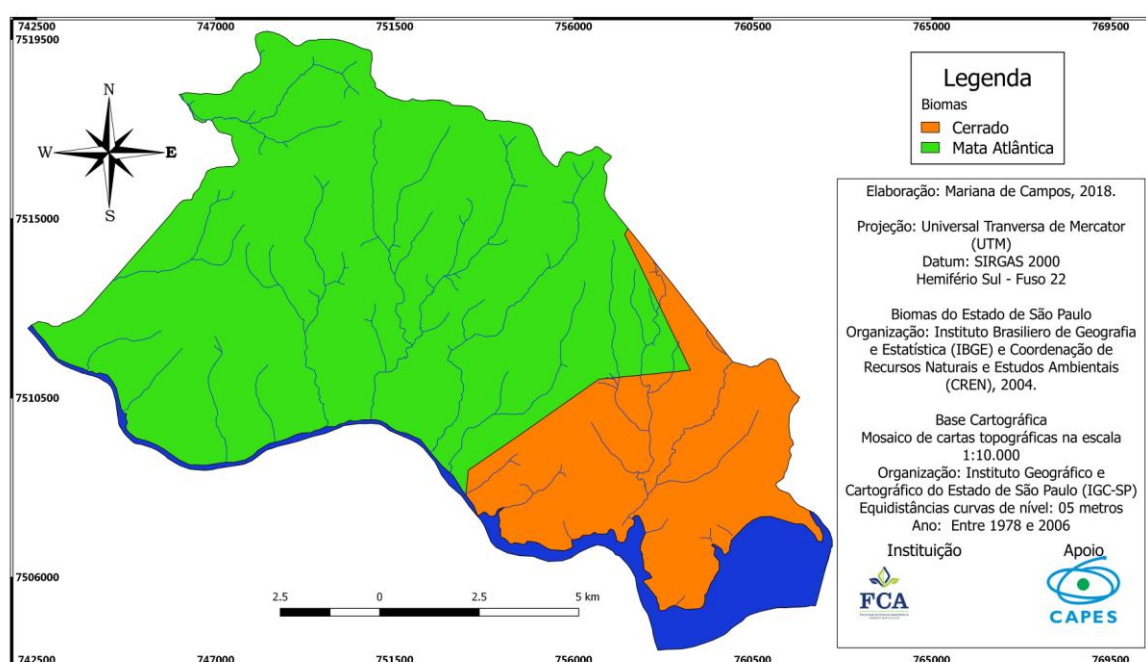
A Classe 12-20% representa 1494,63 ha da área de estudo (9,83%). Classe hierárquica correspondente a ondulado a forte ondulado. Essas terras apresentam moderado risco de erosão, e quando utilizadas, exigem nível moderado de práticas conservacionistas.

A Classe 20-30% representa 75,35 ha da área de estudo (0,50%). Corresponde a classificação de forte ondulado a montanhoso. Está classificada pela Embrapa (1998), como superfície de topografia movimentada, formada por outeiros e/ou morros com elevações de aproximadamente de 100 a 200 metros de altitude, com formas acidentadas constituídas por morros e montanhas (EMBRAPA, 1998).

4.7 Biomas e regiões fitoecológicas

Existem vários conceitos referentes a biomas, Coutinho (2006), descreveu o termo como uma área do espaço geográfico, que possui como característica o macroclima definido, a fitosionomia, vegetação, fauna e condições ambientais associados a outras condições como altitude, solo, alagamentos, o fogo e salinidade. Os biomas encontrados no município são Mata Atlântica e Cerrado (Figura 14).

Figura 14 – Mapa de biomas



De acordo com IBGE (2012); CREN (2004), Barra Bonita/SP está localizado com 72,71% de Mata Atlântica e 27,29% para o Cerrado (Tabela 8) e (Figura 15).

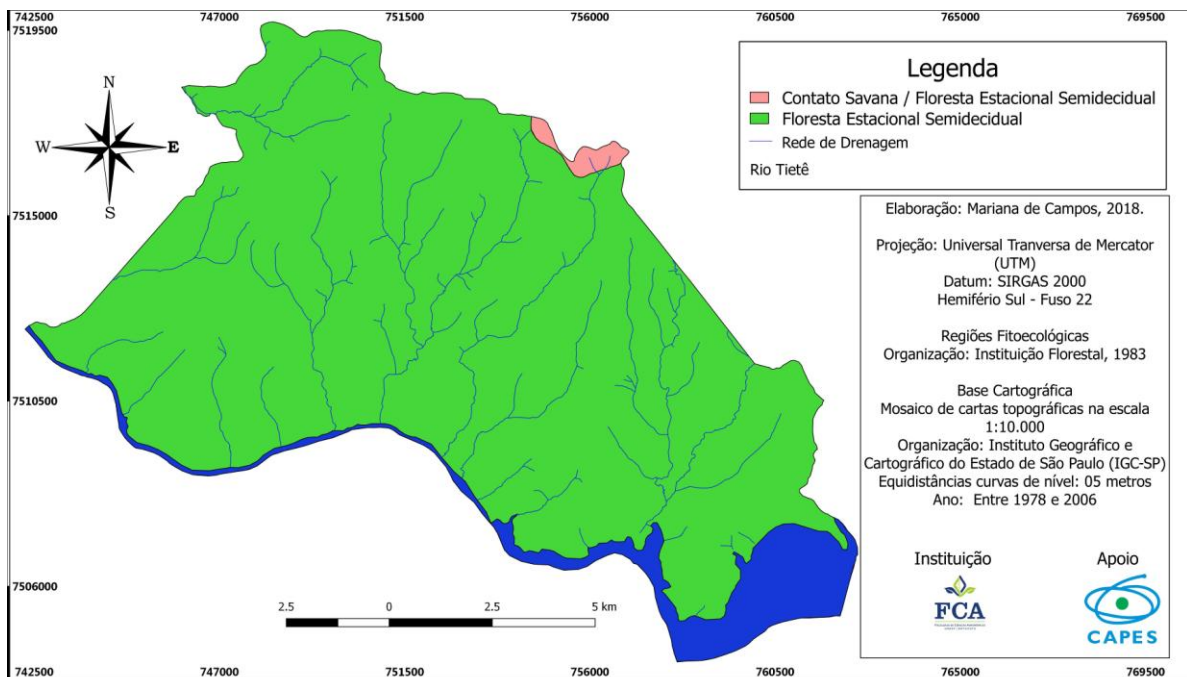
Tabela 8 - Biomas do município de Barra Bonita/SP

| Biomas | Área (ha) | % área total |
|----------------|------------------|---------------------|
| Mata Atlântica | 11058,50 | 72,71 |
| Cerrado | 4150,47 | 27,29 |
| Total | 15.208,97 | 100 |

Fonte: IBGE (2012); CREN (2004)

Essa porcentagem corresponde a uma simulação referente à vegetação nativa citada. Esses biomas foram o que mais sofreram com alterações e a ocupação humana, relacionadas a atividades econômicas como a expansão agropecuária (que é o caso do município com o plantio de cana-de-açúcar), a pecuária, a exploração pela mineração e a expansão urbana.

Figura 15 – Regiões Fitoecológicas



4.8 Mapeamento do uso e ocupação da terra

O mapeamento dos espaços ocupados chamados de uso e ocupação é fundamental para o monitoramento e compreensão dos padrões de organização e planejamento, onde consiste em buscar conhecimentos das áreas já ocupadas pelo homem ou não (LEITE; ROSA, 2012). Sendo assim, o uso da terra foi identificado com 20 classes de usos: Cana-de-açúcar mata, área urbana, represa artificial, eucalipto, empresas, aterro inertes, imóveis rurais, loteamento, área urbana, pastagem, extração de areia, estaleiro, estação de tratamento de esgoto, lagoa de tratamento, hotel, usina hidrelétrica, aterro sanitário, usina desativada, usina raízen e rio Tietê (Figura 16 e Tabela 9).

Figura 16 – Uso e ocupação da terra

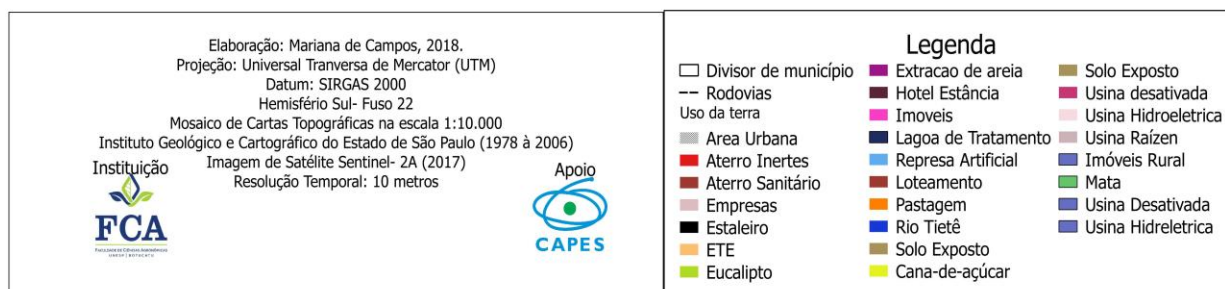
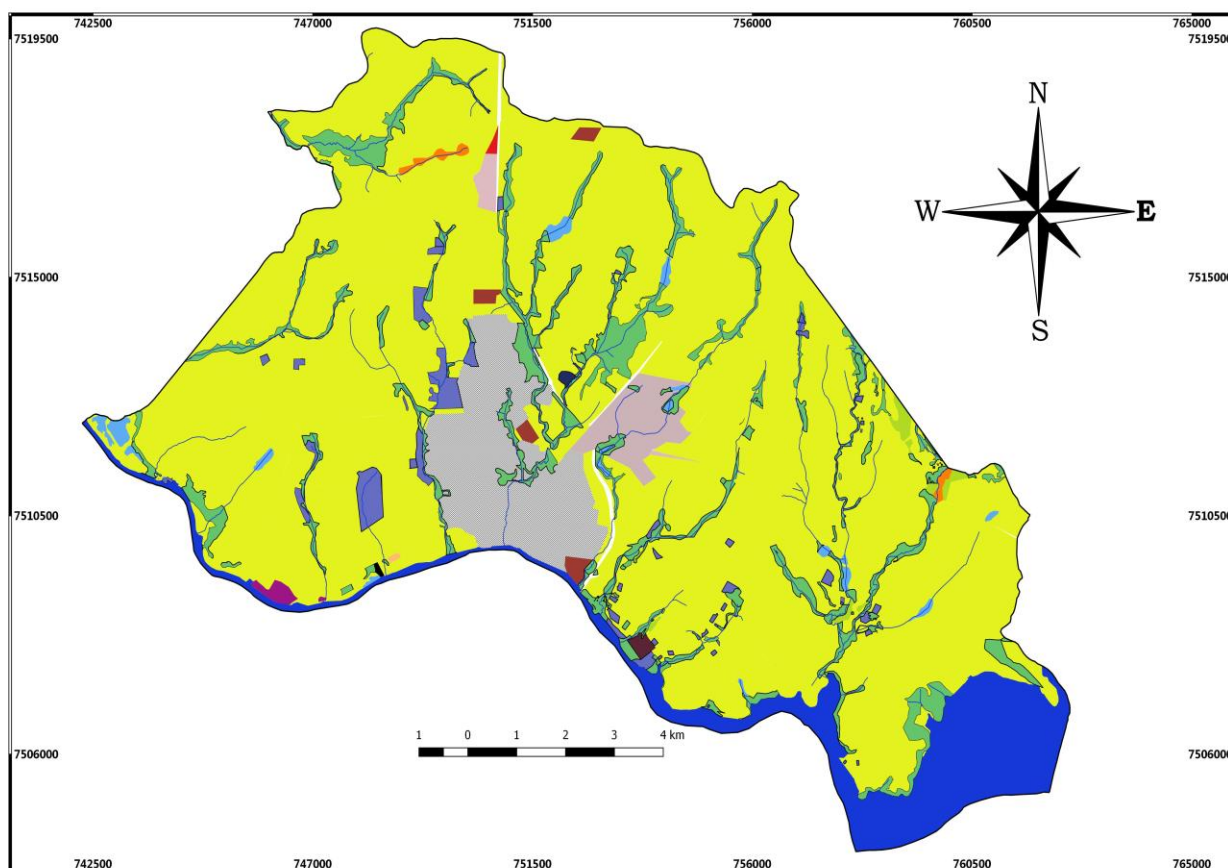


Tabela 9 – Distribuição das áreas em ha e porcentagens relativas à ocupação da terra

| Classe de usos | Área | |
|---------------------|------------------|------------|
| | ha | % |
| Mata | 1331,43 | 8,75 |
| Lagoa/Represa | 101,93 | 0,67 |
| Eucalipto | 41,58 | 0,27 |
| Empresas | 38,35 | 0,25 |
| Aterro Inertes | 6,08 | 0,04 |
| Imóveis Rurais | 214,86 | 1,41 |
| Loteamento | 37,07 | 0,24 |
| Área Urbana | 910,04 | 5,99 |
| Pastagem | 22,51 | 0,15 |
| Cana-de-açúcar | 11059,67 | 72,72 |
| Extração de areia | 18,43 | 0,12 |
| Estaleiro | 3,00 | 0,02 |
| ETE | 3,04 | 0,02 |
| Lagoa de Tratamento | 6,56 | 0,04 |
| Hotel | 8,84 | 0,06 |
| Usina Hidrelétrica | 9,38 | 0,06 |
| Aterro Sanitário | 11,77 | 0,08 |
| Usina desativada | 2,00 | 0,01 |
| Usina Raízen | 228,16 | 1,50 |
| Rio Tietê | 1154,27 | 7,60 |
| Total | 15.208,97 | 100 |

No município predominou o plantio de cana-de-açúcar (*Sccharum spp*), cujas áreas destinadas a esse cultivo correspondem a 11059,67 ha da área (72,72%), a exploração da cultura está destinada a produção de açúcar e álcool, para as usinas presentes no município e ao redor (Figura 17).

Figura 17 - Cultivo de Cana-de-açúcar na área de estudo



Fonte: Campos (2018)

A classe representada por área urbana compreendem áreas ocupadas e estruturadas por casas e edificações, um sistema viário (ruas e avenidas) representam 910,04 ha da área (5,99%). A classe mata representou 1.331,43 ha ou seja 8,75%. Em questão ao solo exposto, apresentou um alto grau de diversidade espectral em composições com imagens de satélite, sendo caracterizado nesta classificação como solo preparado para o cultivo de cana, portanto foi somado com a cana-de-açúcar. A Silvicultura (eucalipto) representa 41,58 ha da área (0,27%). Essa classe representa o reflorestamento com Eucalipto presente no município. Sua atividade está ligada a indústria madeireira, de papel e celulose ou para o consumo familiar (IBGE, 2013).

A classe pastagem representadas por áreas cobertas por gramíneas na maioria são braquiárias e (outros tipos). Essas áreas estão associadas com a criação de gado. Correspondem 22,51 ha (0,15%). Lagoa artificial corresponde 101,93 ha da área (0,67 %). Loteamento: São áreas destinadas a vendas de lotes para a construção de casas e benfeitorias. Representa 37,07 ha da área (0,24%).

Figura 18 - Estação de Tratamento de Esgoto do município de Barra Bonita/SP



A Lagoa de tratamento de esgoto: Representa 6,56 ha, (0,04%) e o aterro Sanitário 6,08 ha (0,04%) e aterro sanitário (lixo doméstico) que corresponde 11,77 ha (0,08%), Figura 19.

Figura 19 - Aterro sanitário e de Inertes



Fonte: Google, 2018

O estudo referente às ocupações antrópicas fornece dados do avanço da ocupação, a partir da utilização de informações dos sensores orbitais, possibilitando a visualização e identificação dos elementos geometricamente apresentados, resultando em mapas. Essas informações constitui uma ferramenta importante para o planejamento territorial, onde a análise e o monitoramento auxiliam na prevenção de impactos ambientais ocasionados pelas ações antrópicas como a expansão de cidades sem um devido planejamento, alterações do escoamento superficial, questões erosivas, contaminações de mananciais, redução da mata ciliar que exerce um papel fundamental na beira de rios, e desequilíbrio do ecossistema.

Para Campos et al. (2017), o modelo socioeconômico atual do desenvolvimento urbano apresenta conflito com meio ambiente pela ausência de uma ocupação planejada.

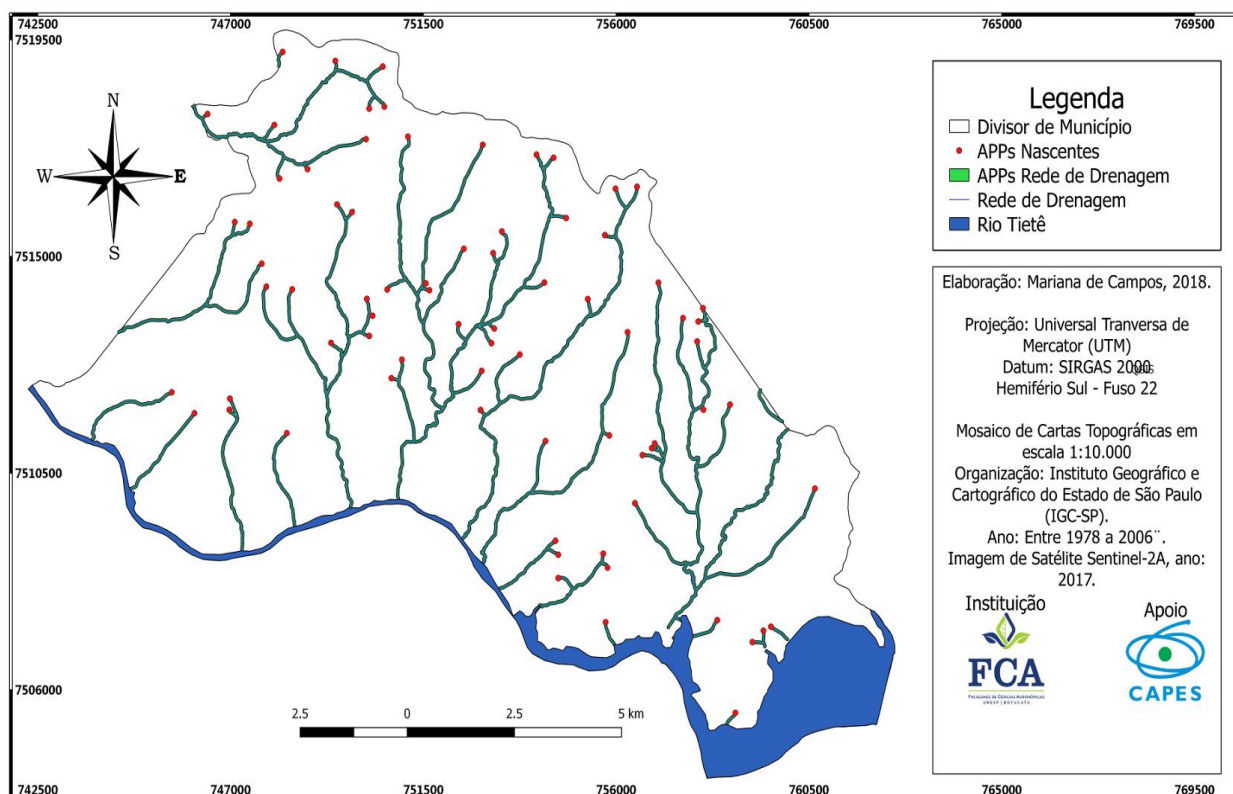
A cana-de-açúcar foi a classe que representa o maior uso. Téófilo, Zimback e Barros (2015), descreveu a importância econômica que a cana-de-açúcar possui no estado de São Paulo, sendo o estado o maior produtor do país. Desta forma, o aumento das áreas cultivadas e a expansão desordenada dessas áreas podem acarretar diversos problemas ambientais.

Para Crispim e Souza (2016), planos de ações integradas são importantes para estabelecer critérios de uso, direcionando o uso bem como sua ocupação e a capacidade de suporte dos recursos naturais referente aos impactos negativos.

4.9 Simulação das Áreas de Preservação Permanente

As APPs nas áreas de estudos e conforme legislação deveriam totalizar 813,42 ha (Figura 21). Onde, 63,23 ha (7,79%) seriam compostas por áreas de nascentes e 750,10 ha (92,21%) à área de APP dos cursos d'água (Figura 20).

Figura 20 – Simulação de APPs em rede de drenagem e nascentes



As áreas de APPs evita o assoreamento e erosão proporcionando uma proteção natural, principalmente nas áreas das nascentes. Os serviços ambientais prestados auxiliam a proteção da flora e fauna, na preservação dos corredores ecológicos, e na continuação das espécies ali presentes.

4.10 Conflitos de uso da terra em APPs

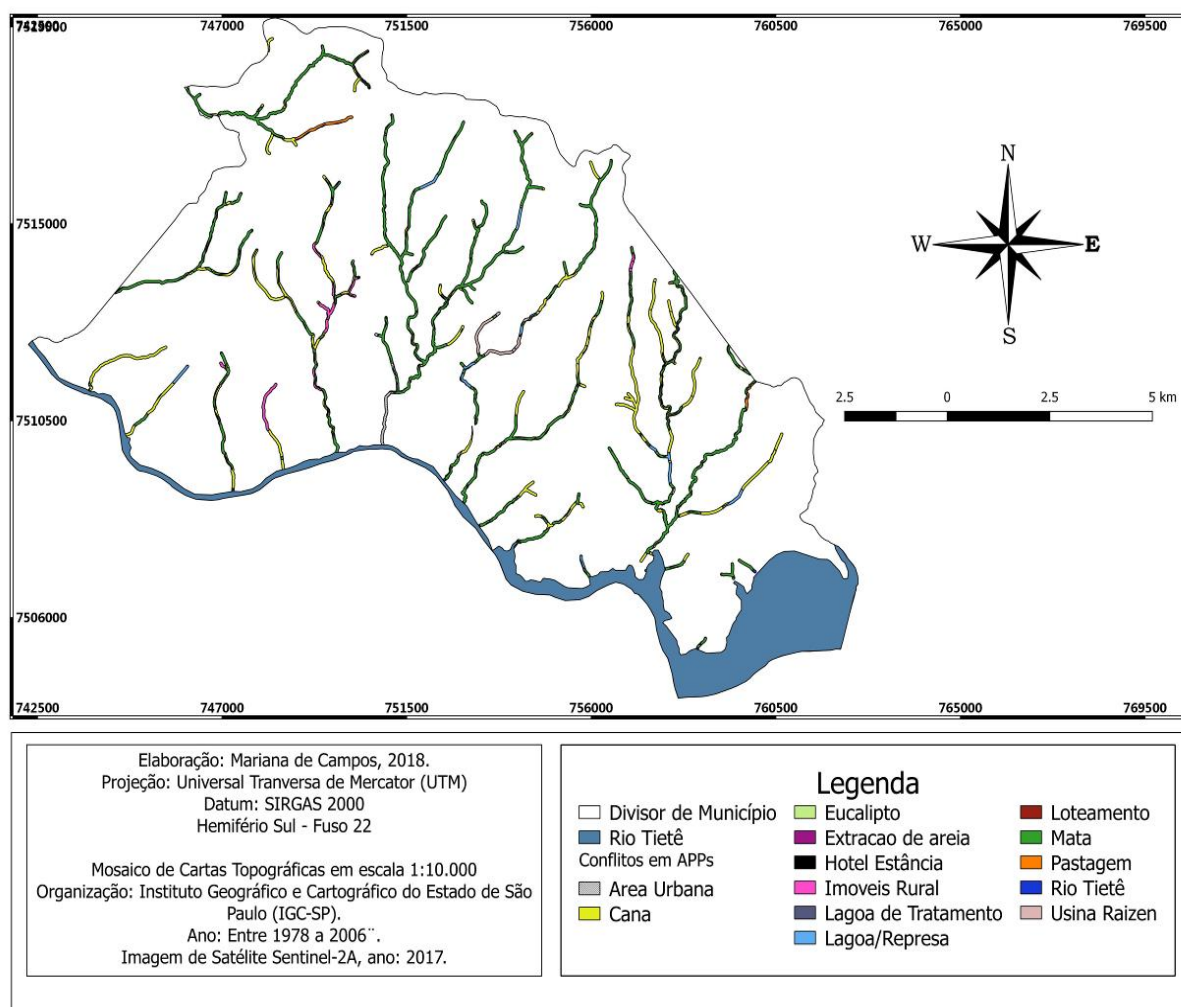
A utilização irregular do solo em APP causa erosão, assoreamento e inúmeros degradantes que favorecem a descaracterização da vegetação local, bem como o desequilíbrio ecológico, trazendo prejuízos para a área.

O resultado do cruzamento dos mapas de simulação de APP e uso da terra foi possível constatar os usos irregular gerando os conflitos em APPs, (Tabela 10 e Figura 21).

Tabela 10 - Conflitos de uso da terra em APPs no município de Barra Bonita

| Classes de usos | APP ha | % | Conflitos ha | % |
|------------------------|-------------------|------------|-------------------------|------------|
| Mata | 437,92 | 53,84 | - | - |
| Área Urbana | 14,25 | 1,75 | 14,25 | 3,86 |
| Cana-de-açúcar | 268,39 | 33,00 | 268,39 | 72,75 |
| Eucalipto | 1,32 | 0,16 | 1,32 | 0,36 |
| Extração de areia | 0,21 | 0,02 | 0,21 | 0,06 |
| Hotel | 0,22 | 0,03 | 0,22 | 0,06 |
| Imóveis Rurais | 27,29 | 3,35 | 27,29 | 7,40 |
| Lagoa Tratamento | 0,32 | 0,04 | 0,32 | 0,09 |
| Lagoa Represa | 29,59 | 3,64 | 29,59 | 8,02 |
| Loteamento | 0,43 | 0,05 | 0,43 | 0,12 |
| Pastagem | 10,87 | 1,34 | 10,87 | 2,94 |
| Usina Raízen | 16,01 | 1,97 | 16,01 | 4,34 |
| Rio Tietê | 6,6 | 0,81 | - | - |
| Total | 813,42 | 100 | 368,90 | 100 |

Figura 21 – Conflitos do uso da terra em APP



Sendo assim, os resultados identificados nos conflitos foram:

A área com cana-de-açúcar corresponde a 268,39 ha da área de (72,75%), é encontrada com maior porcentagem em áreas de APPs. O resultado demonstra que esse cultivo está invadindo as APPs. Garcia (2017), descreveu que uma das principais causas da perda dos serviços ambientais é causada por esse conflito.

Téófilo, Zimback e Barros (2015), complementam que o aumento dessa cultura pode trazer diversos problemas ambientais, como: compactação do solo, destruição de matas ciliares, contaminação por fertilizantes e erosão.

Outros conflitos em áreas de APPs foram encontrados como: área urbana representa 14,25 ha da área de (3,86%), seguida hotel com 0,22 ha (0,06%), assim como extração de areia 0,21 ha (0,06%), imóveis rurais 27,39 ha (7,40%), lagoa de tratamento 0,32 ha (7,40%), Lagoa/Represa 29,59 ha (8,02%), loteamento 0,43 ha (0,12%), pastagem 10,87 (2,95%) e Usina Raízen 16,01 (4,34%).

A falta de planejamento e cumprimento da legislação tem prejudicado a proteção dos cursos d'água e nascentes dos municípios.

4.11 Mapeamento das propriedades rurais

No município de Barra Bonita/SP, o Cadastro Ambiental Rural foi realizado por 245 propriedades (até agosto de 2018), (Figura 22 e Tabela 11).

Figura 22 - Imóveis Rurais no Cadastro Ambiental Rural

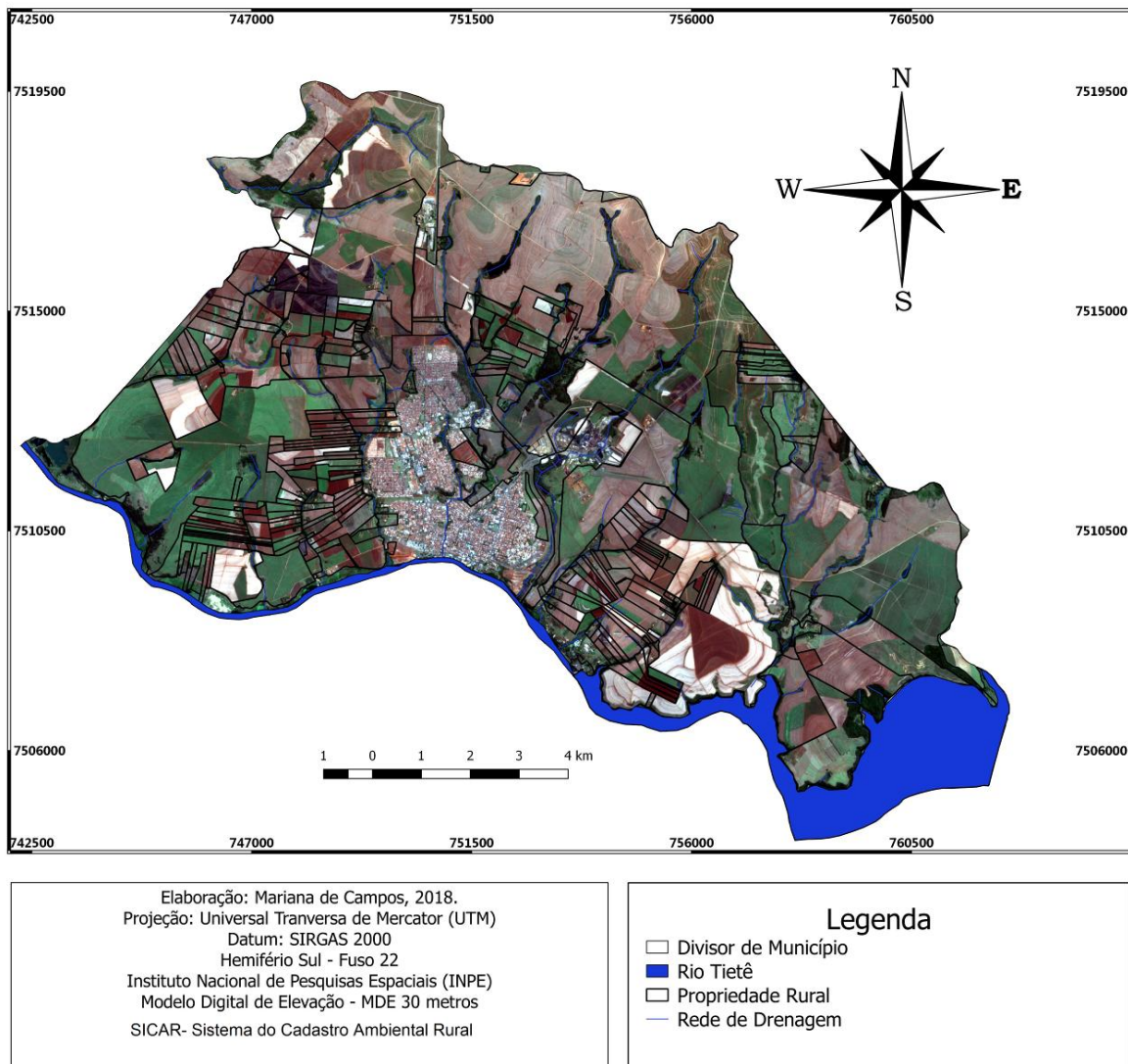


Tabela 11 - Propriedades rurais do município de Barra Bonita

| Propriedades em Módulo Fiscal (MF) | Quantidade |
|---|-------------------|
| Até 1 MF (14 ha) | 234 |
| 1 a 2 MF (14 - 28 ha) | 4 |
| 2 a 4 MF (28 - 56 ha) | 3 |
| 4 a 10 MF (56 - 140 ha) | 3 |
| > 10 MF (>140 ha) | 1 |
| Total | 245 |

Fonte: SICAR (2018) – **Organização:** Mariana de Campos (2018)

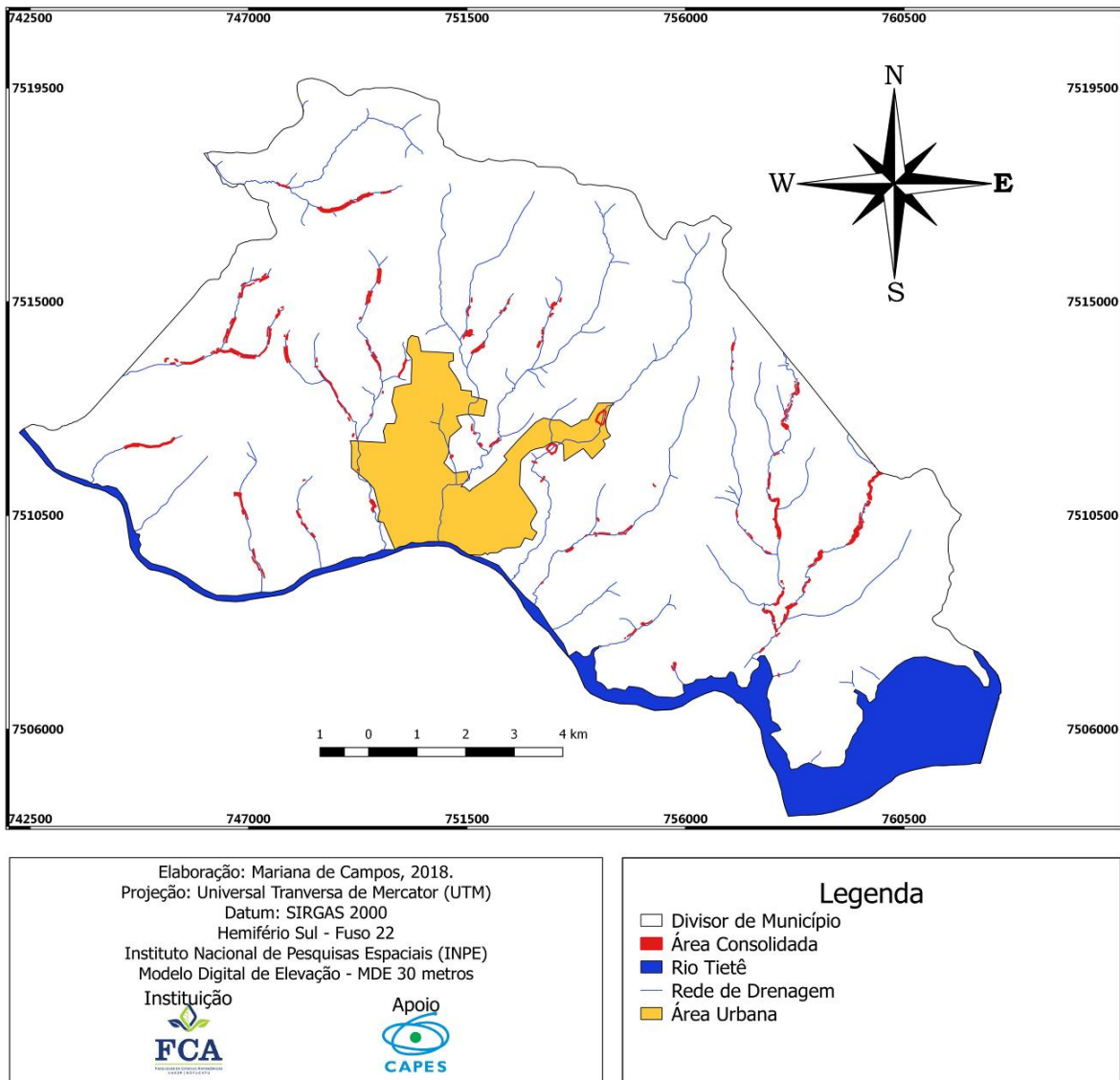
O município possui 245 propriedades, predominando os pequenos agricultores, onde em sua maioria, correspondem até 1 módulo fiscal. Sendo assim, o módulo fiscal de Barra Bonita equivale a 14 hectares, e a cultura dominante é monocultura canavieira. Outras atividades encontradas são a produção de eucalipto e a criação de gado.

4.12 Mapeamento das áreas consolidadas

De acordo com a Lei 12.727, referentes às áreas rurais consolidadas estão definidas como área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008.

As áreas consolidadas encontradas no município totalizam 62,95 ha, sua recomposição tem que ser realizada de acordo com o módulo fiscal da propriedade (Figura 23).

Figura 23- Áreas consolidadas Cadastro Ambiental Rural



As APPs que se enquadram como usos consolidados não podem ser considerados como uma continuidade das áreas adjacentes de produção agrícola, pecuária ou florestal requerendo um manejo e gestão diferenciados. A continuidade do uso consolidado nessas áreas está condicionada à observância de critérios técnicos de conservação do solo e da água indicados no Programa de Regularização Ambiental (EMBRAPA, 2013).

4.13 Mapa do potencial mineralário

A matéria prima extraída nas atividades de mineração e seus respectivos usos no município de Barra Bonita/SP estão representados na Tabela 12.

Tabela 12 – Matéria-prima e seus respectivos usos na mineração

| Substrato | Uso | Área por ha |
|--------------|--------------------------|----------------|
| Areia | Construção Civil | 1986,99 |
| Argila | Cerâmica Vermelha | 166,21 |
| Basalto | Construção Civil e brita | 131,24 |
| TOTAL | | 2284,44 |

A areia é conceituada na indústria como um mineral constituído por quartzo de granulação fina. O principal ambiente geológico que se pode obter e extrair a areia são os depósitos de leitos de rios, rochas sedimentares e mantos de alteração de rochas cristalinas. O método de extração de areia no município é realizado por dragagem hidráulica, esse termo é empregado na mineração quando o material é retirado do leito ou curso d'água Figura 24.

Figura 24- Extração de areia durante 11 anos

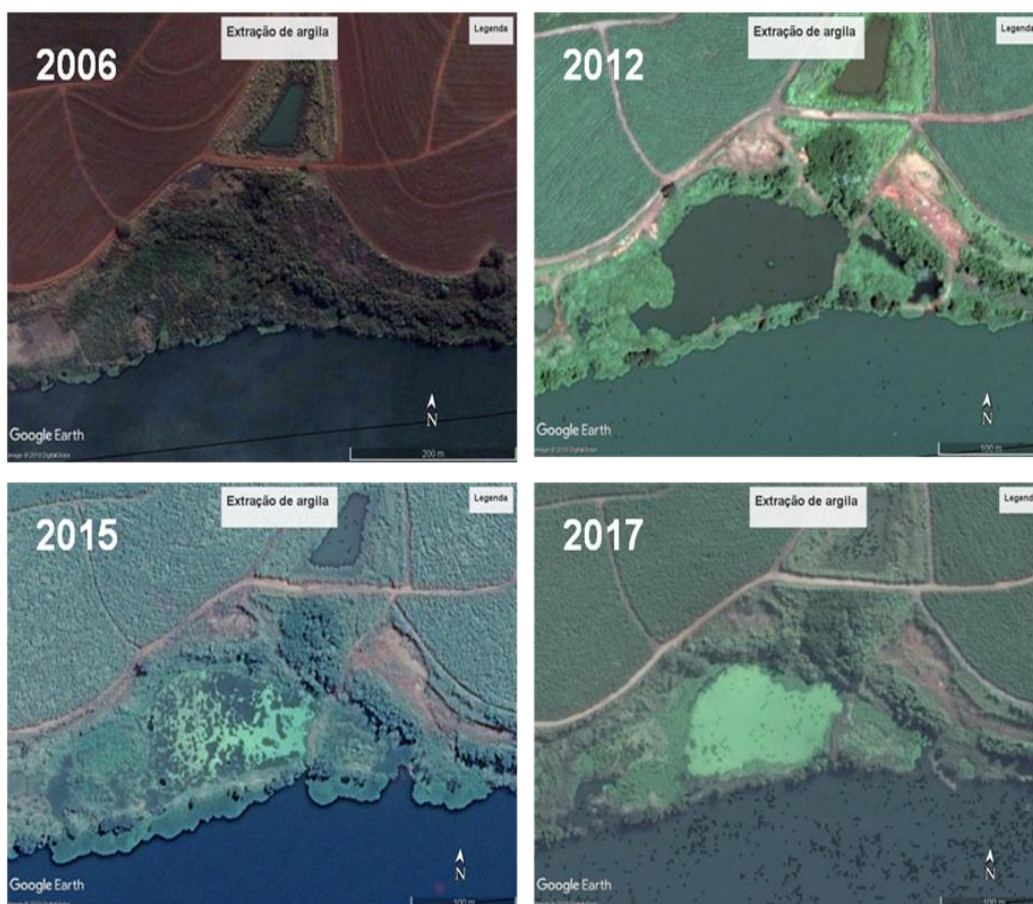
Fonte: Google (2018)

Bueno (2010), complementa que o sistema é realizado por meio de escavação mecânica ou dragas móveis com propulsão própria/barcaça com

empurradores, que utilizam sistemas que agem por força hidráulicas de sucção, para que o material seja retirado do rio (SALVADOR; ALMEIDA, 2009; BUENO, 2010).

Na indústria da cerâmica vermelha, a matéria prima utilizada pode ser a argila de planícies de inundação onde seu depósito encontra-se nas várzeas de grandes rios, como o Tietê. As cerâmicas do município de Barra Bonita/SP extraem dois tipos de argila, do deposito geológico, a de aluvião que representa 80% do consumo e a argila do tipo tagua, que representa 20% do consumo, que é extraído do município de Juru-Mirim, a 70 Km de Barra Bonita. O método de extração das argilas é determinado a partir das características dos jazimentos. A maioria é executada em céu aberto, após a retirada da camada estéril, realizada através de escavadeiras mecânicas até atingir a profundidade da camada de argila, Figura 25.

Figura 25 – Extração de argila



Fonte: Google (2018)

A extração de argila do município é através do método de extração de argila em área de várzea, circuito de cava fechada, onde o material é acumulado em

várzeas, com o auxílio da escavadeira de comando hidráulico, vai-se formando fossas. (SANTOS, 2003).

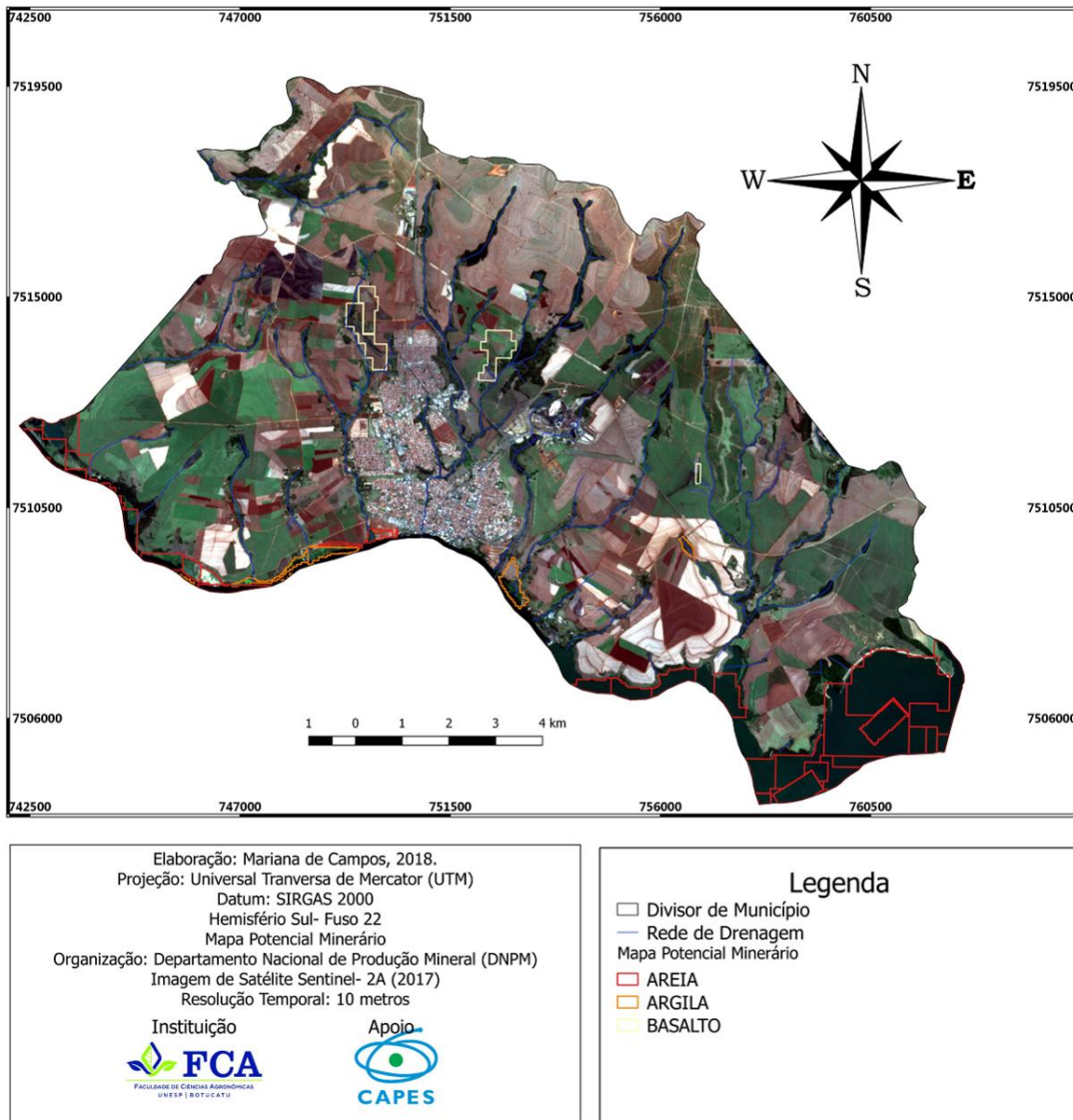
Os basaltos são rochas predominantemente duras e compactas, com textura de granulação muito fina, possui coloração que varia de cinza escura a preta (FREITAS NETO, 2006). A extração do basalto é realizada através de perfuração do topo da jazida ou por detonação de explosivos.

Segundo o DNPM (2015), brita é o termo empregado para definir pequenos grânulos de rocha dura, dispostos em faixas de tamanhos controlados, obtidos através de processos em usinas de britagem. Na cidade de Barra Bonita/SP, encontra-se 131,27 ha destinados a exploração de basalto.

Mechi e Sanches (2010), descrevem que toda atividade de mineração implica na supressão de vegetação e impede sua regeneração. Em várias situações, o solo fica exposto podendo acarretar o assoreamento dos corpos d'água. Os impactos podem ser danosos na questão do equilíbrio dos ecossistemas, em questão a fauna e a flora e seus respectivos habitats, incluindo espécies em extinção.

Na Figura 27, observa-se o mapa minerário do município de Barra Bonita/SP.

Figura 26 - Potencial mineralógico de Barra Bonita/SP



4.14 Fragilidade ambiental no município de Barra Bonita/SP

Para compreender as questões ambientais de um determinado local, é necessário a análise integrada dos elementos naturais e humanos. Assim, a metodologia utilizada para aplicar o conceito de Ross (1994), visou no cruzamento de mapas temáticos para obterem-se as classes hierárquicas de fragilidade ambiental potencial e emergente.

4.15 Fragilidade potencial

As áreas de fragilidade potencial foram obtidas através da sobreposição dos mapas de declividade e pedológico. Foram classificadas em 5 níveis de fragilidades, conforme (Tabela 13 e Quadro 4).

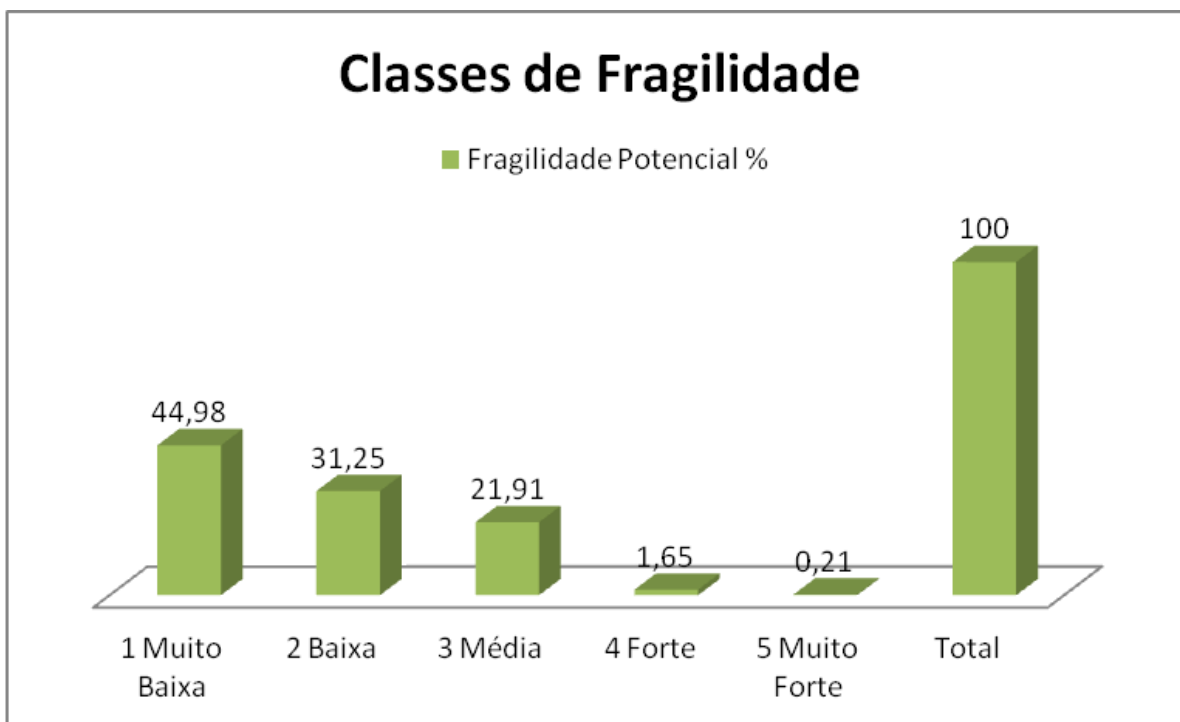
Tabela 13 - Classes de fragilidades ambiental potencial representadas em ha

| Classe de Fragilidade Potencial | Área ha | % |
|--|--------------------|------------|
| 1 Muito Baixa | 6.841,82 | 44,98 |
| 2 Baixa | 4.752,48 | 31,25 |
| 3 Média | 3.332,09 | 21,91 |
| 4 Forte | 251,76 | 1,65 |
| 5 Muito Forte | 30,82 | 0,21 |
| Total | 15.208,97 | 100 |

Quadro 4 - Classes de fragilidade potencial

| Classes de Fragilidade (ROSS, 1994) | Tipo de Declividade (ROSS, 1994) | Tipo de Solos (ROSS, 1994) e ocorrência na área de estudo |
|--|---|--|
| 1-Muito Baixo | 0-6% Plano suave ondulado | LATOSSOLOS VERMELHOS |
| 2-Baixo | 6-12% Suave ondulado à ondulado | LATOSSOLOS VERMELHOS-AMARELOS DISTRÓFICOS (Sem ocorrência) |
| 3-Médio | 12-20% Ondulado à forte ondulado | .NITOSSOLOS VERMELHOS |
| 4-Forte | 20-30% Forte ondulado à montanhoso | ARGISSOLO VERMELHO AMARELO (Sem ocorrência) |
| 5-Muito Forte | >30 Escarpado | GLEISSOLOS HÁPLICOS E NEOSSOLO LITÓLICO |

Fonte: Ross (1994) adaptado Mariana de Campos (2018)

Figura 27 - Classes de fragilidade potencial do município de Barra Bonita/SP

Informações referentes à declividade revelam riscos de deslizamentos, inundações frequentes e processos erosivos e os solos demonstram a fragilidade em relação à erodibilidade (ROSS, 1994).

Desta forma, a maior parte do município, 6.841,82 hectares da área de estudo (44,98%), está inserida na classe correspondente a “Muito Baixa” aos processos erosivos. Os tipos de solos, relevo e declividade presentes para essa hierarquia são LATOSSOLOS VERMELHOS EUTROFÉRRICOS E DISTROFÉRRICOS, que são solos suscetíveis a agriculturas, pastagens e reflorestamento (EMBRAPA, 2006). O relevo plano à suave ondulado e declividade de 0-6%, é propício à mecanização agrícola.

A classe de fragilidade potencial representada como “Baixa” corresponde a 4.752,48 hectares (31,25%). Estão inseridos nesta classe os LATOSSOLOS VERMELHOS (susceptível a erosão) e NITOSSOLOS VERMELHOS (alto risco de erosão). Assim, na área de estudo encontra-se o relevo suave a ondulado e declividade 6-12%. Corresponde a médio risco de erosão ou suscetível a erosão.

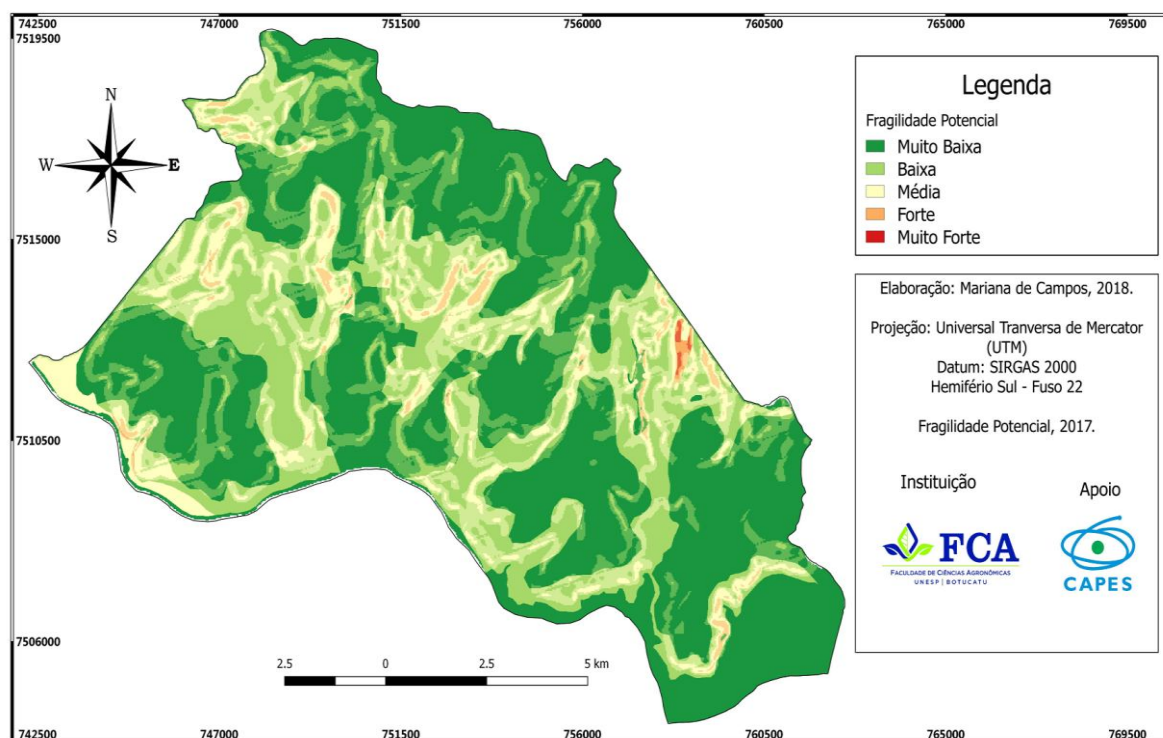
No que representa a classe de fragilidade “Média”, são 3.332,09 hectares da área de estudo (21,91%), estão inseridos os tipos de solos como NITOSSOLOS

VERMELHOS (alto risco de erosão), NEOSSOLOS LITÓLICOS e GLEISSOLOS. O relevo ondulado à forte ondulado e a declividade de 12-20%.

As fragilidades “alta e muito alta” estão cobertas pelos solos NITOSSOLOS VERMELHOS e NEOSSOLOS LITÓLICOS, representam as classes de declividade de 20 a 30, e relevo forte ondulado a montanhoso e escarpado, respectivamente.

Sendo assim, o mapeamento da fragilidade potencial para essa área apresenta área de natural elevados índices de fragilidade com 1,86%.

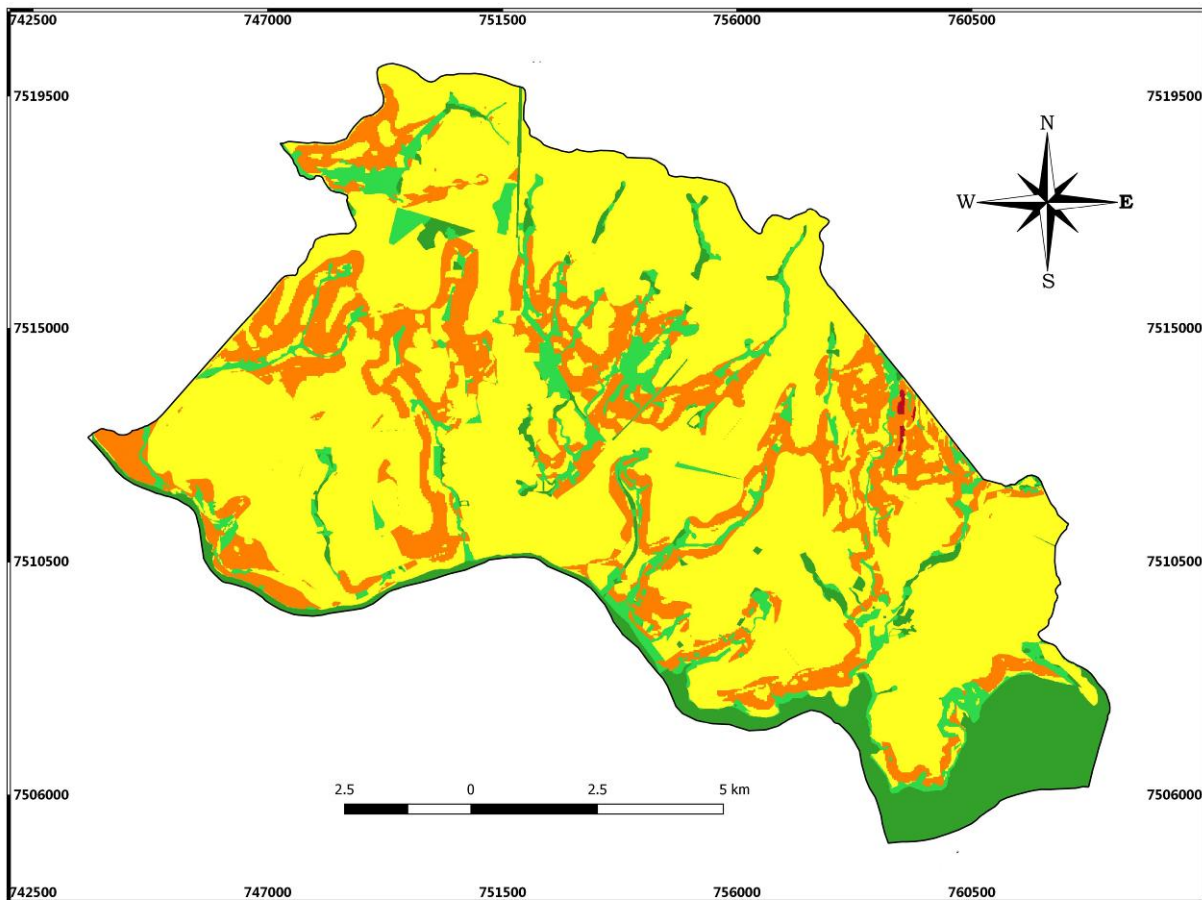
Figura 28 - Fragilidade potencial



4.16 Fragilidade Emergente

As classes de fragilidade emergente encontradas no município resultaram em: 1 (Muito Baixa); 2 (Baixa); 3 (Média); 4 (Forte) e 5 (Muito Forte), conforme a Tabela 14 e Figura 29.

Figura 29 – Fragilidade emergente



Elaboração: Mariana de Campos, 2018.
 Projeção: Universal Transversa de Mercator (UTM)
 Datum: SIRGAS 2000
 Hemisfério Sul - Fuso 22

Mosaico de cartas topográficas na
 escala 1:10.000
 Organização: Instituto Geográfico e
 Cartográfico do Estado de São Paulo
 (IGC-SP)
 Ano: Entre 1978 e 2006

Instituição

FCA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
 UNESP | RIBOTICATI

Apoio

CAPES

Legenda

- Divisor de Município
- Fragilidade Emergente
 - Muito Baixa
 - Baixa
 - Média
 - Forte
 - Muito Forte

Tabela 14 - Classes de fragilidade emergente do município de Barra Bonita/SP

| Classes de Fragilidade Emergente | Área ha | % |
|---|------------------|------------|
| 1-Muito Baixa | 1.392,98 | 9,16 |
| 2-Baixa | 1.165,32 | 7,66 |
| 3-Média | 9.821,53 | 64,58 |
| 4-Forte | 2.818,95 | 18,53 |
| 5-Muito Forte | 10,19 | 0,07 |
| Total | 15.208,97 | 100 |

As áreas apresentadas nas classes de fragilidade ambiental emergente em hectares e porcentagens encontradas no município de Barra Bonita/SP, representados pela classe Média apresentou maior área com 9.821,53 (64,58%), seguida da classe de fragilidade Forte com 2.818,95 ha (18,53%); Muito Baixa com 1.392,98 ha (9,16%); a classe Baixa com 1.165,32 ha (7,66%) e Muito Forte com 10,19 ha (0,07%).

Desta forma, a carta de fragilidade ambiental emergente tem como característica a análise integrada dos indicadores de alto ou baixo grau de proteção em que cada uma exerce sobre o meio ambiente (POLLO, 2017).

No Quadro 8, está representado os graus de fragilidade de acordo com o tipo de cobertura vegetal segundo Ross (1994) e o uso/cobertura vegetal encontrados no município.

Quadro 5 – Graus de proteção x graus de fragilidade

| Graus de Proteção | Tipo de Cobertura Vegetal (ROSS, 1994) | Uso/Cobertura Vegetal (Área de estudo) | Graus de Fragilidade |
|--------------------------|--|---|-----------------------------|
| 1-Muito Alta | Florestas, Matas naturais, Florestas com biodiversidade, matas ciliares. | Mata ciliar e rio Tietê | 1-Muito Baixa |
| 2-Alta | Formações arbustivas naturais com estrato herbário densas, formações arbustivas densas (mata secundária, cerrado denso, capoeira densa) Mata homogênea de Pínus e Eucalipto, Pastagem cultivada com baixo pisoteio de gado e culturas de ciclo longo como o cacau; | Sem ocorrências | 2-Baixa |
| 3-Média | Cultivo de ciclo longo em curvas de nível/ terraceamento como café, laranja com forrageiras entre ruas), pastagens com baixo pisoteio, silvicultura de eucaliptos com sub-bosque de nativas. | Empresas, hotel, Eucalipto, Imóveis Rurais, Loteamento, Usina desativada, Usina Raízen. | 3-Média |
| 4-Baixa | Culturas de ciclo longo de baixa densidade (café, pimenta do reino, laranja com solo exposto entre ruas), culturas de ciclo curto (arroz, trigo, feijão, soja, milho, algodão com cultivo em curvas de nível/ terraceamento). | Área urbana e Cana-de-açúcar | 4- Forte |
| 5-Muito Baixa | Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto por arado/gradeação, solo exposto ao longo de caminhos e estradas, terraplanagens, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas. | Área Urbana, Lagoa/Represa, aterro inertes e sanitário, ETE, Extração de areia, Pastagem degradada, UH, | 5 - Muito Forte |

Fonte: Adaptado de Ross (1994)

4.17 Zoneamento Ecológico-Econômico

O zoneamento Ecológico-Econômico é uma compartimentação de uma região em porções territoriais. Cada compartimento é apresentado uma zona ou unidade de zoneamento (SANTOS, 2004).

O Zoneamento com suas zonas ambientais foi estabelecido no Quadro 9 e Figura 31, onde cada zona foi atribuída de acordo com os estudos do meio físico, bióticos e antrópicos, bem como suas fragilidades ambientais (potencial e emergente), apresentados nesta pesquisa.

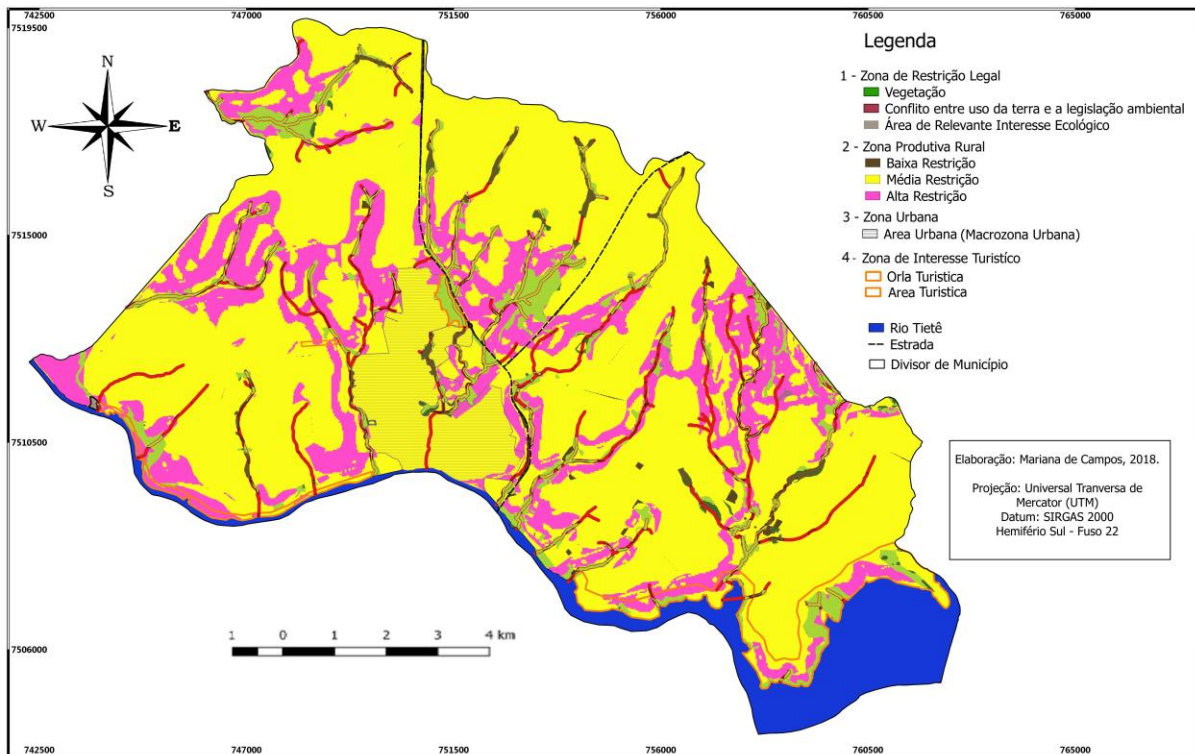
Quadro 6 - Critérios estabelecidos para elaboração do ZEE

| Zona | Categoria | Critérios |
|-----------------------------|----------------------|---|
| Zona de Restrição Legal | APP | Legislação ambiental |
| | Vegetação Natural | Mata |
| Zona Produtiva Rural | Baixa restrição | declividade < 6; potencial à erosão e fragilidade ambiental "Muito Baixa" |
| | Média restrição | declividade entre 6% e 20%; potencial à erosão e fragilidade ambiental de "Baixa a Média" |
| | Alta Restrição | declividade >20%; potencial à erosão e fragilidade ambiental "Alta a muito Alta" |
| Zona Urbana | Área urbanizada | Macrozona urbana (Plano diretor) |
| Zona de Interesse Turístico | Áreas Urbana e Rural | Macrozonas Urbana e Rural (Plano Diretor) |

Fonte: Adaptado de Bacani e Luchiari (2014)

A Figura 30 corresponde ao mapa de ZEE do município de Barra Bonita/SP. Foram mapeadas 4 Zonas: a) Zonas de Restrição Legal, b) Zona Produtiva Rural, c) Zona Urbana e d) Zona de Interesse Turístico.

Figura 30- Zoneamento Ecológico-Econômico



Para isso, as zonas adotadas neste trabalho, partiram do levantamento citado, juntamente com o Plano Diretor do município, segue as distribuições das Zonas:

4.17.1 Zona 1: Restrição legal

A zona de restrição legal são porções do território destinado à conservação e proteção das APPs e as áreas de vegetação natural, que têm como principais características as formações vegetais nativas, vegetação significativa, existência de nascentes, parques urbanos e naturais e remanescentes vegetais, estão localizadas nas áreas rurais e urbanas, e foram definidas a partir da vegetação existente no município incluindo as APPs de nascentes e ao longo dos rios.

No município de Barra Bonita/SP, as APPs deveriam apresentar a vegetação correspondentes a legislação em nascentes e rios, mas o conflito de uso da terra demonstrou que dos 813,42 ha que deveriam apresentar áreas com vegetação, 368,90 ha estão em conflitos, sendo o principal a cana-de-açúcar com 72,75%.

As principais características físicas representadas pelos solos no município de Barra Bonita/SP são NITOSSOLOS VERMELHOS e LATOSSOLOS VERMELHOS

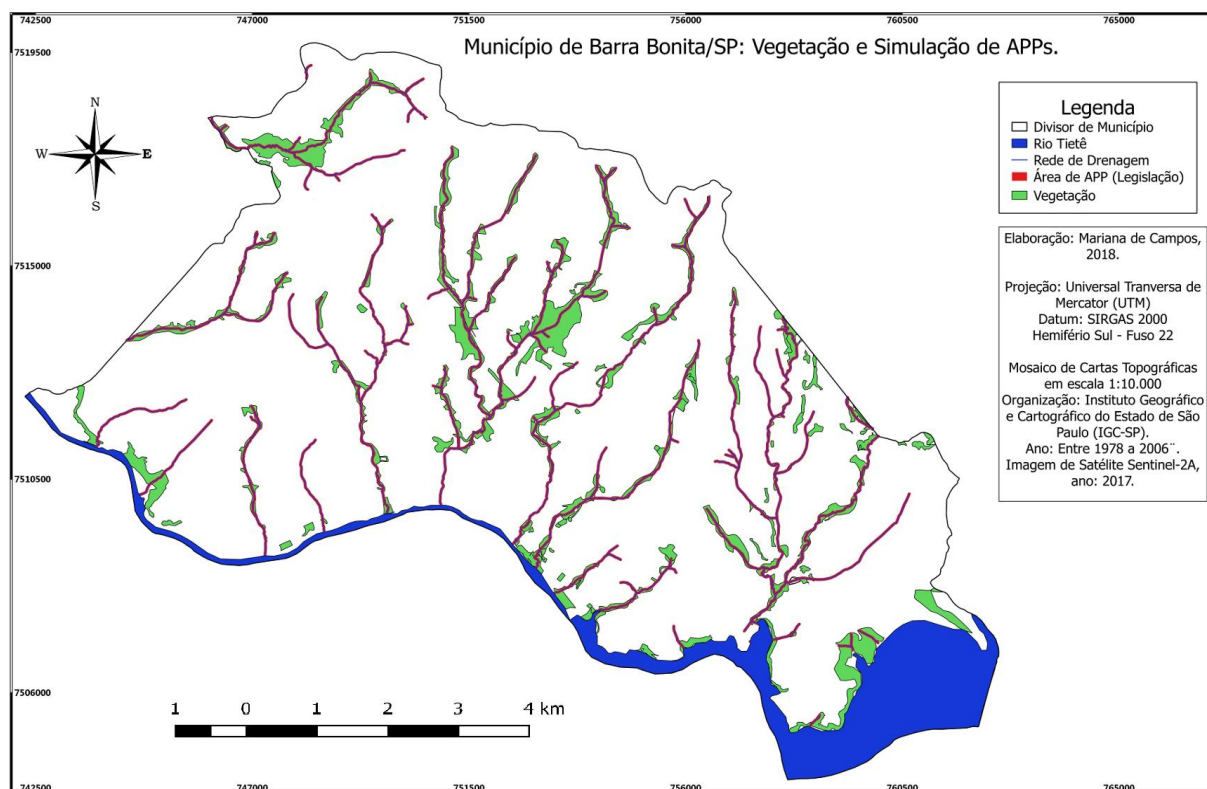
(NITOSSOLOS associa-se com o LATOSSOLOS VERMELHOS), e é comum a ocorrência em áreas bem drenadas, próximos a cursos d'água (EMBRAPA, 2006).

Assim, a fragilidade emergente nessas áreas são consideradas “Forte” em relação a ocupação, essa ocorrência é devido o conflito com o uso da terra que representa falta de mata ciliar ao longo de rios e nascentes, pressionadas pela monocultura existente no município de Barra Bonita/SP e pela ocupação desordenada nas margens dos córregos.

Para Bibian (2007), o cultivo da cana-de-açúcar pode trazer diversos problemas ambientais, como: destruição de mata ciliar, erosão, deterioração dos recursos hídricos e contaminação de solo e água por fertilizantes.

Na Figura 32, observa-se o mapa com vegetação presente e simulação de APPs.

Figura 31 - Vegetação e Simulação de APPs



Portanto, essas zonas foram consideradas como instrumentos apenas para proteção permanente, a fim de preservar e recuperar a vegetação, o solo e os recursos hídricos dessas áreas.

Ainda nesta zona, foi inclusa a área de Relevante interesse ecológico, que apresenta características naturais, contendo biota regional e é inferior a 5.000 ha. Nesta área estão proibidas atividades que possam colocar em risco a conservação dos ecossistemas, conforme Figura 32.

Figura 32 - Área de relevante interesse ecológico



Fonte: Google (2018)

4.17.2 Zona 2: Zona Produtiva Rural

A zona produtiva rural resulta de uma análise integrada entre a classes de declividade, às fragilidades potencial e emergente, foi dividido em três classes: a) Zona com alta restrição, b) Zona com média restrição e c) Zona com baixa restrição.

a) Zona com alta restrição

São impróprias para atividades com potencial poluidor elevado, onde são mais sensíveis à ocupação. São caracterizadas por apresentarem declive superior a 20%, com fragilidade potencial à erosão média e alta, assim como para fragilidade emergente média e alta. Os tipos de solos correspondem a NITOSSOLOS VERMELHOS na maior parte da área estudada (apresentam riscos de erosão em relevos ondulados), uma pequena área de GLEISSOLOS próximo ao Rio Tietê (fragilidade emergente alta) e uma pequena área com NEOSSOLOS LITÓLICOS, que estão associados com declives acentuados (EMBRAPA, 2016).

Sendo assim, é recomendado apenas para atividade de reflorestamento, ecoturismo ou/e atividades de baixo impacto ambiental.

b) Zonas com média restrição

Essa área apresenta-se como a maior das zonas de produção, constitui-se em áreas com graus de restrição a exploração, correspondem às áreas de fragilidades ambientais “baixa e média”, sendo essa, umas das principais limitações. A declividade entre 6 e 20% e o tipo de solo compreende os NITOSSOLOS VERMELHOS. Estes apresentam riscos de erosão se estiverem localizados em relevos ondulados. Possuem solos com moderadas limitações a motomecanização, são recomendados para utilização com agricultura semi-intensiva. Em vista de suas características, à exceção do relevo (fragilidade potencial).

c) Zona com baixa restrição

A área denominada como baixa restrição em relação ao meio físico à ocupação, estão localizados em solos LATOSSOLOS VERMELHOS com fragilidade potencial “muito baixo” e fragilidade emergente “muito baixo” e a declividade entre 0 e 6%.

Essa área representa a instalação de atividades com impacto ambiental mais elevado. Contudo, é necessária a utilização de técnicas conservacionistas.

As limitações se restringem por estar localizadas em áreas que abrangem as marginais das APPs e classe denominada como mata, pois suas fragilidades

emergentes apresentam-se como muito baixa. Sendo assim, essa área está situada às margens dos córregos do município de Barra Bonita/SP, o que sugere a proteção da vegetação existente para que não ocorra assoreamento e má utilização dessas áreas. Portanto, verifica-se que os locais destinados ao plantio de cana-de-açúcar, devem ocorrer fora da área de proteção permanente estabelecida pela Legislação Florestal.

4.17.3 Zona 3: Zona urbana

A área destinada à zona urbana compreende um espaço ocupado pela cidade, destinado às atividades urbanas, onde esses espaços estão servidos de infraestrutura e serviços socioeconômicos que contextualizam a vida da população.

A maior parte da área urbana está inserida em declividades de 0 a 20%, representado as classes de plano à suave ondulado e poucos pontos correspondentes a ondulado a forte ondulado.

A fragilidade dos processos erosivos (potencial) resulta em nível de fragilidade muito baixa, baixa e média na zona urbana. Já a fragilidade emergente, foi considerado em nível muito baixa e baixa para os lugares mais distantes das APPs.

Na rede de drenagem e o que corresponde às metragens de APPs, o nível de fragilidade corresponde média a forte, ou seja, são as áreas que necessitam de atenção especial, por possuir vegetação degradada no curso d'água e nascentes ou a falta de vegetação da mesma, desobedecendo a legislação ambiental, em relação a preservação dessas áreas,(Figura 33).

Entretanto, é importante destacar que áreas de fragilidade emergente com hierarquia resultante a média e forte, quando localizadas em setores de baixa declive, apresentam problemas de ordem socioambiental (ROCHA; CUNHA; MARTINS, 2013).

Figura 33 - Córrego Barra Bonita e do Moraes (área urbana)



Fonte: Campos, 2018.

Outro fator que ocorre na rede de drenagem é o uso e ocupação de forma desordenada, ocasionado enchentes, erosões e até deslizamentos, Figura 35:

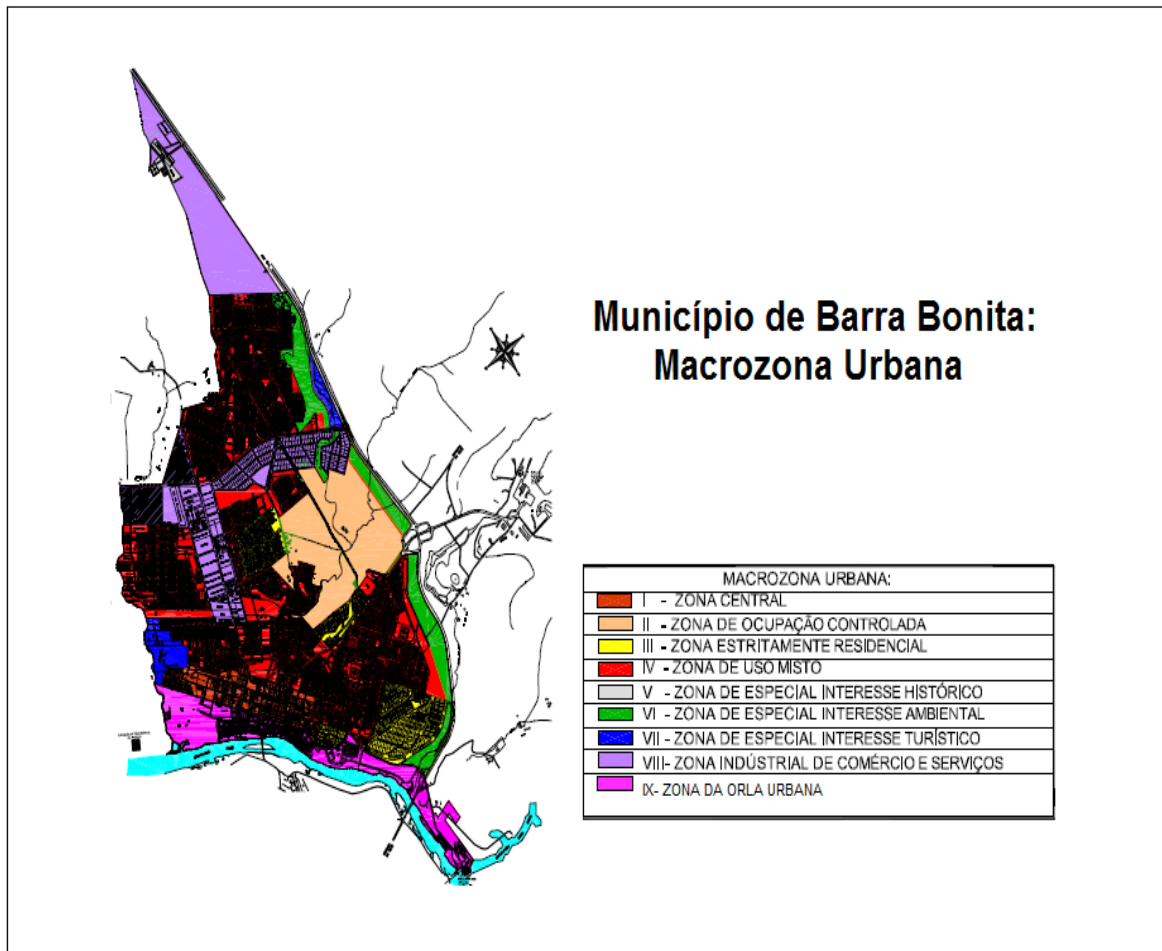
Figura 34 - Córrego Barra Bonita e do Moraes



Fonte: Campos, 2018.

De acordo com o Plano Diretor (2006), a área denominada como Macrozoneamento estabelecerá, normas de zoneamento, que define as zonas com características semelhantes, para fornecer a implementação dos instrumentos de ordenamento e controle urbano, Figura 35.

Figura 35 - Macrozona Urbana



Fonte: Plano Diretor Municipal (2006)

Sendo assim, subdividem em Macrozonas que são:

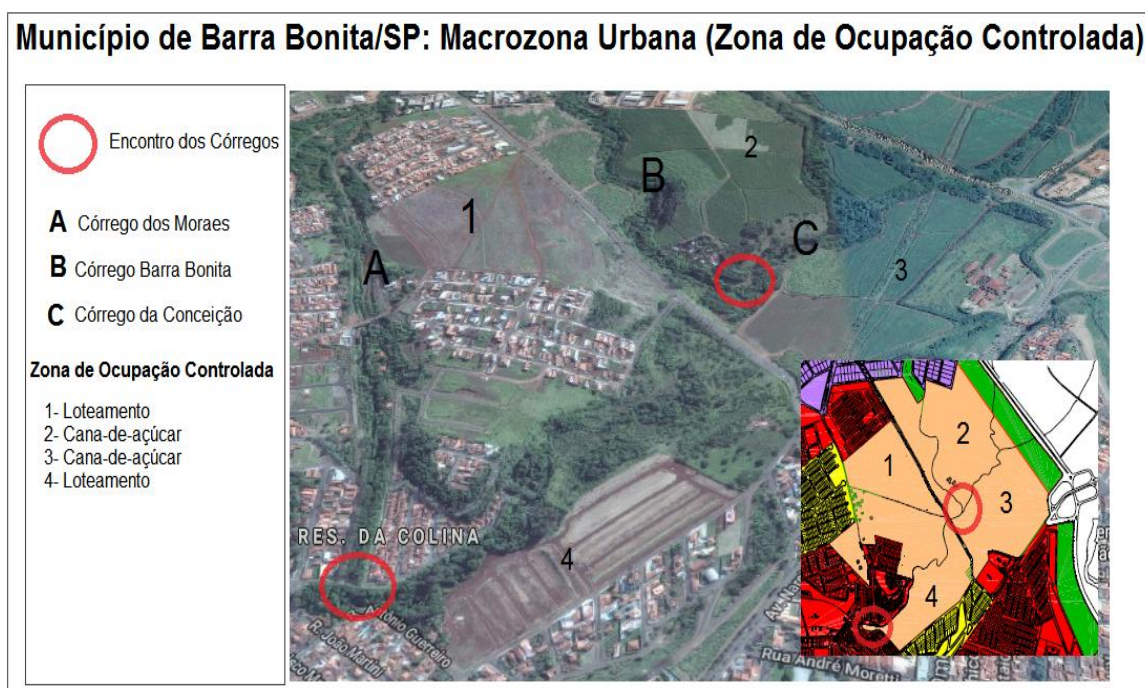
a) I - Zona Central: Essa zona possui por finalidade promover a preservação do patrimônio histórico, cultura, arquitetônico e paisagístico urbano, respeitando os usos consolidados e garantir a diversidade de usos, em especial o habitacional, restringindo os conflitos de vizinhança.

A ocupação físico-territorial se deu a partir do rio Tietê e seu crescimento expandiu-se no sentido norte-sul ao longo do Córrego Barra Bonita. Diante a isso, essa área é considerada uma das mais antigas do município.

b) II - Zona de Ocupação Controlada: Segundo o Plano diretor (2006), tem-se como finalidade promover o controle e o incentivo da permeabilidade do solo, garantir a “vazão de restrição” para novos empreendimentos e parcelamentos do solo, preservar os maciços vegetais existentes; preservar e recuperar a mata ciliar

junto aos Córregos Barra Bonita e Dos Moraes; recuperar APPs e garantir a destinação das áreas verdes de novos empreendimentos, preferencialmente junto às APPs, preservar a faixa de vegetação localizada junto a Rodovia Estadual SP 255 (Barra Bonita/Jaú), Figura 36.

Figura 36 - Zona de ocupação controlada



A zona denominada como de ocupação controlada apresenta-se com loteamentos e cultivo canavieiro. Nessa região, ocorre o encontro entre os Córregos Barra Bonita com o Conceição e nas proximidades ao sul, a junção do Córrego Dos Moraes com o Córrego Barra Bonita. É uma área que possui APPs em bom estado de conservação, por estar presente em uma propriedade particular e possuir alguns locais da prefeitura denominadas como áreas verdes, Figura 38, as fragilidades que correspondem de APPs e as áreas verdes são áreas muito baixa e baixa. Às áreas descritas como cana-de-açúcar apresentaram fragilidade média e forte, e para os loteamentos a fragilidade média e Forte.

Figura 37 - Áreas Verdes localizadas na zona de ocupação controlada



Fonte: Campos, 2018.

Lima e Amorim (2006) descreveram a importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades, pois assumem um papel de equilíbrio entre o espaço modificado para área urbana e o meio ambiente.

No município de Barra Bonita/SP as áreas verdes correspondem aproximadamente 60 hectares, com 110 locais, estes correspondem às praças, escolas e terrenos destinados a reflorestamentos ou áreas já preservadas.

c) **III - Zona Estritamente Residencial:** Terá como diretrizes o uso restrito somente para o uso residencial;

d) **IV - Zona de Uso Misto**

O crescimento populacional refletiu na expansão física do espaço urbano, pressionando o município a lotear e expandir a área urbana. Nesta zona, ocorreu a expansão dessas áreas, onde havia somente o cultivo da cana-de-açúcar. Com a pavimentação de vários bairros, a questão da impermeabilidade do solo refletiu-se, sobrecarregando a drenagem fluvial nos Córrego Barra Bonita, este que já apresentou problemas de enchentes.

O desmatamento para expansão da área urbana aumenta a velocidade do escoamento da água e altera o curso d'água dos córregos e rios que passam por dentro da cidade, gerando impacto social e econômico para o município (TARGA et al., 2012).

Devido ao processo de expansão urbana que vem ocorrendo ao longo dos anos, o município de Barra Bonita já vem sofrendo com históricos de fortes chuvas, causando alagamentos na cidade. Em 5 de janeiro de 1999, uma chuva intensa ocorreu na cabeceira do córrego Barra Bonita, onde transbordou e colocou em risco a segurança dos moradores residentes a margem do córrego, Figura 38.

Figura 38 - Enchente do Córrego Barra Bonita em 1999



Fonte: Voorhees (1999)

Ao analisar os principais fatores da causa, foi possível verificar:

- A ocupação desordenada nas margens do Córrego Barra Bonita, e a inexistência de vegetação em APPs;
- A impermeabilização dos solos por bairros populares a montante do Córrego, sobrecarregando o fluxo da vazão da água em dias de chuva;
- Relação à morfologia do córrego e a falta de declividade do mesmo;
- Estrangulamento que sofre o córrego ao desaguar no rio Tietê, provocando a paragem da água entre o córrego e o rio, evitando o escoamento livre da água.

Para Satterhwaite (2007), as possíveis causas de risco de inundações nas áreas urbanas são em caso de chuva pesadas e intensas, produzem um grande volume de água na superfície.

Os problemas ambientais tanto urbanos como rurais vem ocorrendo a partir do relacionamento entre a ocupação antrópica, o seu suporte físico e a falta de

planejamento. Garcia (2017), descreveu que os problemas ambientais urbanos são frutos de uma deficiência nas políticas públicas, na administração e planejamento e a falta de medidas eficientes para minimizar esses problemas.

e) **VI - Zona de Especial Interesse Ambiental**

Segundo o Plano Diretor (2006), terá como diretriz a preservação e a manutenção da vegetação e do ecossistema do Parque Ecológico “Orlando Chesini Ometto” (Figura 39).

Figura 39 - Parque Ecológico do Município de Barra Bonita/SP



Essa área representa um parque ecológico, um espaço de preservação ambiental adotada pela Raízen.

O parque foi nomeado como fundador “Orlando Chesini Ometto”, e está localizado dentro da área urbana, próximo as margens da rodovia Deputado João Lazaro de Almeida Prado (SP-255). É possível encontrar espécies nativas e preservadas, totalizando uma área de 10 ha.

4.17.4 Zona 4- Zona de interesse turístico

Está área, chamada de interesse turístico da orla – AITO, inserida na zona rural, com largura de 500 metros da margem do Tietê, a partir da cota máxima de alagamento e parte da orla na área urbana, Figura 40. Segundo o Plano diretor, o município se responsabilizará em implementar projetos e empreendimentos turísticos em relação a outras atividades. Será admitida a extração mineral, especialmente a exploração de jazidas de argilas, mediante a autorização dos órgãos competentes e, se for o caso, condicionada à devida recuperação ambiental (PLANO DIRETOR, 2006).

Figura 40 – Orla turística de Barra Bonita/SP



Fonte: Marcos Machado (S/D)

No município de Barra Bonita/SP, por ser um município turístico possui áreas com hotéis próximos à orla, praças e restaurantes destinados ao turismo. As atividades recreativas que ocorrem na orla e no Rio Tietê é um convite para os turistas aproveitarem as diversas opções que o município proporciona. O passeio de barco e a realização da eclusagem é outra atração turística.

Para Castrogiovanni (2013), a ordenação urbana voltada para o turismo, deve existir a classificação dos atrativos turísticos. Devem ser criados alguns critérios e

realizado um planejamento para avaliação dos recursos possíveis de aproveitamento turístico.

Com o foco no desenvolvimento local, a atividade turística vem sendo apresentada como alternativa para um desenvolvimento socialmente mais justo, economicamente mais viável e ecologicamente mais correto (LOBO, 2002).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do SIG QGIS foi uma das ferramentas de maior importância para o levantamento de dados e conclusão do estudo em questão ao zoneamento ecológico-econômico para o município de Barra Bonita/SP, desta forma, este trabalho buscou ferramentas para auxiliar no estudo ambiental do município, buscando elencar as principais fragilidades.

É notório que a monocultura canavieira é predominante na região, sendo a principal atividade econômico-social do município, por possuir uma usina e vários arrendatários de terras para sua cultura. É importante frisar a necessidade de proteger as APPs na zona rural, respeitando a Legislação Florestal. Assim, a implementação ou o fortalecimento de programas do governo junto com a prefeitura, seria ideal para recuperação e proteção dessas áreas, assim como o programa de arborização rural e programa de conservação, manejo do solo e proteção de nascentes, que possui como objetivo reflorestar as APP nas propriedades rurais.

Para incentivo ambiental do município, a participação no programa município verde azul, é de grande importância. Este programa trabalha com 10 diretrizes, que são: Educação Ambiental, esgoto tratado, conselho ambiental, qualidade do ar, uso do solo, município sustentável, resíduos sólidos, biodiversidade, gestão das águas, e arborização urbana. Quando cumpre-se as exigências, com 80 pontos gera um selo verde azul. O município de Barra Bonita/SP está em 239º na colocação (2017), com a nota 34,08.

É importante ressaltar que a ETE ainda não foi finalizada, onde grande parte do esgoto doméstico está sendo lançado “in natura” no Córrego da Estiva, que deságua no Rio Tietê.

6 CONCLUSÕES

Diante do exposto, pode-se concluir que os levantamentos dos principais componentes da paisagem, como pedologia, declividade, recursos hídricos, uso e ocupação da terra, vegetação e APPs, mostraram-se adequadas para a definição do Zoneamento Ecológico-Econômico no município de Barra Bonita/SP. As classes do zoneamento definidas foram: zona de restrição legal, zona produtora rural, zona urbana e zona de interesse turístico.

A bacia é formada por LATOSSOLOS VERMELHOS, NITOSSOLOS VERMELHOS, GLEISSOLOS E NEOSSOLOS LITÓLICOS. Dos 15.208,97 ha do município, 7254,98 são formados por LATOSSOLOS VERMELHOS e 6693,91 por NITOSSOLOS VERMELHOS.

O município de Barra Bonita/SP possui elevações que variam de 434 a 702 metros. O índice de declividade resultou em 58,66% em relevo plano à suave ondulado (0-6%) e 31,01% em relevo suave ondulado à ondulado (6-12%), demonstrando aptidão para uso agrícola.

O mapeamento do uso e ocupação da terra, constatou-se que 72,72% da área de estudo estão destinadas ao cultivo da cana-de-açúcar, seguido da classe mata 8,75% e o restante distribuído em área urbana, e outras classes.

Às APPs não se encontram com ocupações adequadas, onde o total de APP resultou em 813,42 ha, sendo que 368,90 ha (45,35%) estão sendo utilizadas de forma incorretas. O maior conflito é a cana-de-açúcar, que resultou cerca de 72,75%.

A fragilidade potencial resultou em muito baixa (44,98%) e baixa (31,25%) somando 76,23%, demonstrando que o município não possui classes com grandes áreas em relação aos processos erosivos.

A fragilidade emergente apresentou graus de fragilidade média (64,58%) e forte (18,53%) por apresentar áreas com grande extensão de cana-de-açúcar, loteamentos, imóveis rurais, eucalipto e áreas urbanas em conflito com APPs, e graus de proteção muito baixa em relação à vegetação.

REFERÊNCIAS

- ADAMI, S. F.; COELHO, R.M; CHIBA, M. K. ; MORAES, J. F. L. **Environmental fragility and susceptibility mapping using geographic information systems: applications on Ribeirão do Pinhal watershed.** Revista Acta Scientiarum Technology, Maringá, v.34,nº4,p.433-440, 2012. Disponível em: < www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/.../pdf>. Acesso em 10 mar. 2018.
- AEB. AGENCIA ESPACIAL BRASILEIRA. **Imagens de Satélite**, 2017.
- ALMEIDA, T. M. **Análise Geossistêmica aplicada ao estudo da Fragilidade Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio São João de Tiba, Bahia**, 2014. 267 f. Tese (Doutorado em Geografia Física, Geociências). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.
- BACANI, V.M; LUCHIARI, A. Geoprocessamento aplicado ao Zoneamento ambiental da bacia do alto Coxim-ms. **Revista GeoUSP**, vol.18, nº1, 2014. Disponível em:< http://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/81098/pdf_11> . Acesso em 23 nov. 2018.
- BARBOSA, G. S. **O desafio do desenvolvimento sustentável.** Revista Visões, 4ª edição, nº4, V. 1. 2008.
Disponível em:
<http://www.fsma.edu.br/visoes/ed04/4ed_O_Desafio_Do_Desenvolvimento_Sustentavel_Gisele.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2017.
- BARGOS, D.C; MATIAS, F. L. **Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual.** REVSBAU, Piracicaba – SP, v.6, n.3, p.172-188, 2011.
- BARROS, H.R.; LOMBARDO, M.A. **A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo no município de São Paulo.** Revista Geousp, v.20, n1, 2016.
- BECKER, B. K.; EGLER, C. A. G. **Detalhamento da Metodologia para Execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos Estados da Amazônia Legal.** Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Naturais e da Amazônia Legal, Brasília DF, 43p. 1996.
- BRAGA, R. Política urbana e gestão ambiental: considerações sobre o plano diretor e o zoneamento urbano. In: **Perspectivas de Gestão Ambiental em Cidades Médias.** Rio Claro: LPM-UNESP, 2001. pp. 95 a 109.

BRASIL. Resolução N°141, de 10 de julho de 2012. Estabelece critérios e diretrizes para implementação dos instrumentos de outorga de direito de uso de recursos hídricos e de enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, em rios intermitentes e efêmeros, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 julho de 2012d. Disponível em:<http://www.lex.com.br/legis_23620053_RESOLUCAO_N_141_DE_10_DE_JULHO_DE_2012.aspx> . Acesso em: 10 abr. 2017.

BRASIL. Lei n ° 12.727, de 17 de outubro de 2012. Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória n o 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei no 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2o do art. 4o da Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 out. 2012. 2012a.

BRASIL. Decreto n° 7.830, de 17 de outubro de 2012. Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental, de que trata a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 out. 2012. 2012.

BRASIL. Lei n° 12.727 de 17 de outubro de 2012. Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei no 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2o do art. 4o da Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. **Presidência da República**. Casa Civil. Brasília, DF, 17 de out. 2012. Disponível em:<<http://aiba.org.br/wp-content/uploads/2014/10/Lei-12727-2012-Codigo-florestal.pdf>> Acesso em: 10 de out. 2017.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução n° 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. **Diário Oficial da União** , 28 de março de 2006.

Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489>>. Acesso em: 10 out. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Parte II - Projeto ZEE Brasil**: Diretriz Metodológica. 2006.

Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/estruturas/PZEE/_arquivos/diretrizes_2006_parte2.pdf>

Acesso em: 20 jun. 2015.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal estabelecem diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 de julho de 2001. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: 20 jun. 2016.

BRASIL. Decreto nº 4.297 de 10 de julho de 2002. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 10 set. 2002.

BRASIL. Lei Federal nº 10.257 de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal estabelecem diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 julho de 2001

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Diretrizes Metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil**. MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE, 2001. 291p.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal estabelecem diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 de julho de 2001. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: 20 jun. 2016.

BRASIL. Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 de julho de 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4297.htm> Acesso em 20 jun. 2016.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 09 jan. 1997.

BRASIL. Altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, a Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, a Lei nº 6.803, de 2 de julho de 1980, e dá outras providências, 1989.

BRASIL. Congresso Nacional. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BERNASCONI, P.; ABAD, R. Zoneamento municipal para regularização ambiental de Marcelândia – MT. In: **Uso das Geotecnologias na gestão ambiental**. Cuiabá, 2011.

BIBIAN, J. P. R. **Caracterização hidrogeoquímica da microbacia de drenagem do córrego Barra Bonita, São Paulo**. Dissertação (Mestrado em ciências), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

BUENO, R. I. S. **Aproveitamento da areia gerada em obra de desassoreamento – Caso Rio Paraíba/SP**, Dissertação de Mestrado em engenharia, 109 p, EPUSP, 2010.

BRUNO, L. O. Aplicabilidade de sistemas de Informações Geográficas (SIGs) livres nas ciências ambientais: O uso do QGIS. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**. 2017.

CAMPOS, M. **Diagnóstico do Conflito de Uso do Solo em Áreas de Preservação Permanente do Ribeirão das Posses (Igarçu do Tietê-SP) visando a conservação dos Recursos Hídricos**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2015.

CAMPOS, M; ALEXANDRINO, R. F; CAMPOS, S; SILVA, I. G. Geoprocessamento aplicado no conflito do uso do solo em áreas de preservação permanente na microbacia do córrego Três Barras Botucatu (SP). **Energia na Agricultura**, Botucatu, vol. 30, n.4, p.378 – 382, 2015.

CAMPOS, S.; NARDINI, R. C.; BARROS, Z. X. ; CARDOSO, L. G. Sistemas de Informação geográficas aplicado à espacialização da capacidade de uso da terra. **Revista Pesquisa Agropecuária**, v.40, n.2, p.174-179, 2010.

CAMPOS, S.; SILVEIRA, G. R. P.; GARCIA, Y. M.; CAMPOS, M.; CAMPOS, M. Técnicas de geoprocessamento na caracterização de APPs numa microbacia em função da legislação ambiental. **Revista energia na agricultura**, v.32, n.2, 2017.

CAMPAGNANI, S.; SANTOS, U. P. **Programa de Zoneamento Ecológico-Econômico do estado do Rio de Janeiro**. Projeto II: Zoneamento Ecológico-Econômico do Médio Vale do Paraíba. Rio de Janeiro, 1998.

CAMPANILI, M; SCHAFFER, W.B. **Mata Atlântica: manual da adequação ambiental**. Brasília, MMA/SBF, 2010.

CARLO, S. **Gestão Ambiental nos Municípios Brasileiros: Impasses e Heterogeneidade**. 2006. 329 f. Tese (Doutorado) - Curso de Desenvolvimento Sustentável, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

CARREGA, E. F. B. **Diagnóstico Integrado de Síntese da Bacia do Rio Capivara, Botucatu (SP)**. Tese (Doutorado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

CASAN. **Água Subterrânea**. 2015. Disponível em: <http://www.casan.com.br/ckfinder/userfiles/files/rel_anu_qual_agua_2015/sro/SMO/BARRA_BONITA.pdf>. Acesso em: 10. Out.2017.

CEPAGRI. Unicamp. **Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura: Clima dos Municípios Paulistas**. 2015. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_563.html > Acesso em: 10 jun. 2017.

CRISPIM, A. B; SOUZA, M. N. Degradação, impacto ambiental e uso da terra em Bacias Hidrográficas: o contexto da bacia do Pacoti/CE. **Revista Acta geográfica**, v.10, n.22, 2016.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 2. ed. 1980.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. CETESB. **Águas subterrâneas: Aquífero guarani. 2018**. Disponível em:< <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/programa-de-monitoramento/consulta-por-aquiferos-monitorados/aquifero-guarani/>> Acesso em: 20 abr. 2018.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. CETESB. **Licenciamento Ambiental da Atividade Industrial na Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2013.

COUTINHO, L. M. O conceito bioma. **Revista Acta bot**. Brás, n.20, 2006.

COORDENAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS E ESTUDOS AMBIENTAIS (CREN). **Biomata Atlântica e Cerrado**, 2004.

CRIVELENTI, R. C. **Zoneamento Ecológico Econômico de Altinópolis, SP**. 2015. 101 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Curso de Pós Graduação Agronomia (Ciência e Solo). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.

CPRM. **Geologia do Estado de São Paulo**. Escala 1:500.000, 2006.

CURY, J. F. **A gestão integrada de Bacias Hidrográficas a abertura para o desenvolvimento sustentável do alto Paranapanema**. Tese (Doutorado em Estruturas ambientais e Urbanas). 350p. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2005.

DATAGEO. **Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais do Estado de São Paulo**. 2017. Disponível em: <http://datageo.ambiente.sp.gov.br> . Acesso em: 15 mai. 2018.

DEPARTAMENTO DE AGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. DAEE. **DAEE contrata segunda etapa da ETE de Barra Bonita. Notícias**, 2015. Disponível em:< http://www.daee.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1497:daee-contrata-segunda-etapa-da-ete-de-barra-bonita&catid=48:noticias&Itemid=53. Acesso em: 10 mar. 2018.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). **Cadastro nacional de produtores de brita**. 2015. Disponível

em:<<http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/outras-publicacoes-1/cadastro-nacional-de-produtores-de-brita>>. Acesso em: 15 set. 2017.

DONHA, A. G.; SOUZA, L. C. P.; SUGAMOSTO, M. L. Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol. 10, n°.1, Campina Grande, 2006.

Disponível em:< http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662006000100026>. Acesso em: 17 ago. 2015.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Área de Proteção Ambiental – APA**. 2015.

Disponível em:

<<http://www.apadescalvado.cnpm.embrapa.br/index.html>>. Acesso em 12 ago. 2015.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Áreas rurais consolidadas em APP**. 2013. Disponível em:<

<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/entenda-o-codigo-florestal/area-de-preservacao-permanente/areas-rurais-consolidadas-em-app>> Acesso em: 15. Abr 2018.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Nota Técnica**.

Considerações fitogeográficas e históricas sobre o bioma cerrado no Estado de São Paulo. São Paulo, 2013.

Disponível em:

< https://www.embrapa.br/gite/publicacoes/NT1_CERRADOS_2013.pdf> Acesso em: 27 jul. 2015.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.[

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Caracterização e mapeamento dos solos, avaliação da aptidão agrícola das terras e zoneamento agroecológico do município de Monte Alegre, Estado do Pará**. Belém do Pará, 1998.

ESA. **Sentinel- 2A** . 2015. Disponível em:< www.esa.int/ESA> . Acesso em:<5 mai. 2018.

FEIO, S. V. M. **Análise Multitemporal de imagem de satélite Sentinel-2 como suporte à elegibilidade das ajudas comunitárias agrícolas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia),Universidade de Lisboa, Lisboa Portugal, 2017.

FEITOSA, I.R; LIMA, L.S; FAGUNDES, R.L Manual de Licenciamento Ambiental. **Guia de Procedimento passo a passo**. 23p, Rio de Janeiro: GMA, 2004.

FELIPE, A.C. **Avaliação das áreas de conflitos de uso em APP na microbacia Ribeirão do Veado, Piratininga (SP) por meio de geotecnologias.** Dissertação (Mestrado em Agronomia), 2015, 65f. Universidade Estadual Paulista, 2015.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento Sem Complicação.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FRAMPTON, W.J.; DASH, J.; WATMOUGH, G.; MILTON E. S. Evaluating the capabilities of sentinel-2 for quantitative estimation of biophysical variables in vegetation. **Revista Elsevier**, 2013.

FRANCISCO, C.N.; ALMEIDA, C.M. Intepretação de imagens orbitais por meio de sistema especialista para o mapeamento de cobertura da terra em região montanhosa. **Revista Soc. &Nat.**, Uberlândia, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v24n2/09.pdf>> . Acesso em: 20 ago. 2018.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto.** 3 ed. São Paulo: Oficina de texto, 2011. 47p.

FREITAS NETO, O. Caracterização geotécnica do basalto da formação Serra Geral para utilização na construção civil. **Revista ABMS**, 2006.

FRITZSONS, E.; CORREA, A. P. A. **Zoneamento Ecológico Econômico como instrumento de gestão territorial.** In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Florestas. 2009. Disponível em: <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/5616/Documentos_190.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 12 ago. 2015.

FUNDAÇÃO FLORESTAL. **Os desafios para a gestão territorial de áreas de proteção em regiões metropolitanas.** 2012. Disponível em: <<http://fflorestal.sp.gov.br>>. Acesso em: 19 abr.2017.

FUNDAÇÃO FLORESTAL. **O desafio da sustentabilidade nas unidades de conservação.** 2017. Disponível em: <<http://fflorestal.sp.gov.br>>. Acesso em: 19 abr.2017.

GARCIA, Y. M. **Diagnóstico Ambiental da bacia Hidrográfica do Ribeirão Pederneiras – Pederneiras/SP.** 2017, 213 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

GIARETTA, J. B. Z. **Participação Social e Gestão Ambiental no Brasil: Desafios e Condicionantes.** 2011. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

GIMENES, F. B. Q.; AUGUSTO FILHO, O. Mapa de Fragilidade ambiental utilizando processo de análise hierárquica (AHP) e Sistema de Informação Geográfica. In: Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto –SBSR, 2013. Foz do Iguaçu.

GONÇALVES, A. K. **Análise Ambiental e Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Córrego Santo Antônio - São Francisco Xavier (SP)**. 2016. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

HAMIL, E.H; GRUBBA, L.S. Desafios do Desenvolvimento Sustentável e os Recursos Naturais Hídricos. **Revista Brasileira de direito**, V.12, nº1, 2016.

Disponível em:<

<https://seer.imes.edu.br/index.php/revistadedireito/article/view/1111/936>> Acesso em: 10 abr. 2017.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Município de Barra Bonita/SP**, 2017.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Transformação de coordenadas**, 2016.

IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Zoneamento Ambiental**. IBAMA, 2015.

Disponível em:

< <http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas/zoneamento-ambiental>> Acesso em: 20 jun. 2015.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Dados gerais do município**. IBGE. São Paulo, 2014.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Histórico do Município de Barra Bonita/SP**. 2014.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Manual Técnico de uso da Terra**. 3 edição, Rio de Janeiro, 2013.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Características da população**, 2010.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Biomass do Estado de São Paulo**. 2004

INSTITUTO AGRONômICO (IAC). **Nitossolos**. 2015. Disponível em:<

<http://www.iac.sp.gov.br/solosp/pdf/Nitossolos.pdf>> Acesso em: 5 ago. 2018.

INSTITUTO AGRONômICO (IAC). **Latossolos**. 2014. Disponível em:<

<http://www.iac.sp.gov.br/solosp/pdf/Latossolos.pdf>> .Acesso em: 5 ago. 2018.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS DE SÃO PAULO (IPT). **Diagnóstico atual dos Recursos Hídricos e estabelecimentos de diretrizes técnicas para a elaboração do Plano de Bacia Hidrográfica Tietê/ Jacaré**. São Paulo, IPT, 2000.

INSTITUTO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS (IEPA). Estuário: **Estrutura e Dinâmica do Meio Natural**.

Disponível em:

<http://www.iepa.ap.gov.br/estuário/arq_pdf/vol_3/cap_3_estrutura_e_dinamica_do_meio_natural.pdf> Acesso em: 10 mai.2017.

INSTITUTO FLORESTAL. **Mapa Pedológico**. Escala 1:250.000, São Paulo, 2017.

INSTITUTO GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Identificação das Unidades aquíferas do Estado de São Paulo**, 2007

IRITANI, M.; EZAKI, S. **As águas subterrâneas do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente- SMA, 2012.

JCNET. **Barra Bonita inaugura dia 22 aterro sanitário aprovado pela CETESB**. Disponível em: <www.jcnet.com.br>. Acesso em: 20 abr. 2017.

KARLSON, M.; OSTWALD, M.; RESE, H.; SANOU, J.; TANKOANO, B.; MATTSSON, E. Mapping tree canopy cover and aboveground biomass in Sudano- Sahelian Woodlands using Landsat-8 and random Forest. **Revista Remot Sensing**, vol.7, 2015.

LEITE, E. F.; ROSA, R. Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Formiga, Tocantins. **Revista observatorium, eletrônica geográfica**, v.4, n.12, p.90-106, 2012.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 178 p.

LIMA, V.; AMORIM, M.C.C.T. A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades. **Revista Formação**, nº13, p. 139 – 165. 2006.

LIRA, W.S; CÂNDIDO, G. A. **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa**. Campina Grande: EDUEPB, 2013, 325p.

LIU, W. T. H. **Aplicações de Sensoriamento Remoto**. Campo Grande: UNIDERP, 2007. 881p.

MECHI, A; SANCHES, D.L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos avançados**. Vol.24, nº68, Scielo, São Paulo, 2010.

MENDONÇA, A. M. **Uso das Geotecnologias para Gestão Ambiental: Experiências na Amazônia Meridional**. Cuiabá: Instituto Centro de Vida, 2011. 40 p. Disponível em:< <https://www.icv.org.br/wp-content/uploads/2013/08/uso-das-geocnologias-para-gest%C3%A3o-ambiental.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2017.

MILANI, R. S. O princípio da participação social na gestão de políticas públicas locais: uma análise de experiências latino-americanas e europeias. **Revista de Administração Pública**, v.42, nº3, Rio de Janeiro, 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instrumentos de Planejamento, 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros.** MMA/SBF, 2002.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação.** Brasília, 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no cerrado.** Brasília: 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Biomás do Estado de São Paulo.** 2004.

MOREIRA, A. **Planejamento Ambiental do Município de Barra Bonita, SC, nas Perspectivas das Tecnologias de Informação Geográfica.** Dissertação (Mestrado em Geografia e Geociências) - Universidade Federal de Santa Maria- UFSM, Santa Maria Rio Grande do Sul, 2009, p. 217. Disponível em: <http://cascavel.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2643> Acesso em: 10 jun. 2015.

MOREIRA, T. R.; SANTOS, A. R. D.; DALFI, R. L.; CAMPOS, R. F. D.; SANTOS, G. M. A.D. A.D. & EUGENIO, F. C. Confronto do Uso e Ocupação da Terra em APPs no Município de Muqui, ES. **Floresta e Ambiente, Seropédica**, v. 22, n. 2, p.141-152, 2015.

MOTA, V. G; CONSTANTINO, N. R. T. Cidades e Rios no Oeste Paulista- Rio Tietê e a cidade de Barra Bonita. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, V. 05, nº 32, 2017.

MULIANGA, B.; BEGUE, A.; CLOUVEL, P.; TODOROFF, P. Mapping Cropping Practices of a Sugarcane-Based Cropping System in Kenya Using Remote Sensing, **Revista Sensing Remto**, v.7, 2015.

NASCIMENTO, N.S; VIEIRA, E. M; GONÇALVES, J. A. C; CUNHA, G. P. Q. Estudo da vulnerabilidade ambiental em uma microbacia hidrográfica empregando hierarquia nominal e operadora local. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 09, n. 03, 2016.

NOBRE, M. F. **O Zoneamento Ecológico-Econômico como Instrumento de Planejamento e Gestão Ambiental:** Uma proposta para a bacia hidrográfica do Rio Corumbataí (SP). Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). Faculdade de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto:** princípios e aplicações. São Paulo: blucher, 2008.

NUNES, J. P. O. et al.. Contribuições de Melhoria para o Sistema Contábil Gerencial Ambiental – SICOGEA. In: XI Congreso Internacional de Costos y Gestión y XXXII

Congreso Argentino de Profesores Universitários de Costos. **Anais...**2009. Trelew, Chubut e Patagônia, Argentina. 2009.

PHILLIP JR., A.; ROMÉRO, M. A.; BRUNA, G. C. Uma introdução a questão ambiental. In: PHILIPPI, A. Jr, ROMÉRO, M. A.; BRUNA, G. C. (Orgs.) **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri: Manole, 2004.

PALARETTI, L. F. **Manejo de Bacias Hidrográficas**. FCAV/UNESP. 2012.

PASSOS, R. M. **Rede hídrica e urbanização: o córrego Jucutuquara na paisagem urbana de Vitória –ES**. Dissertação (Mestrado em arquitetura e urbanismo), Universidade Federal do Espírito Santo, 2015.

POLLO, R. A. **Mapeamento do Zoneamento da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Paraíso, São Manuel-sp, visando o planejamento e gestão ambiental**. 2017. Tese (Doutorado em Agronomia/ Energia na Agricultura), Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista de Botucatu, 2017.

PORTO, R. L; ZAHED FILHO, K.; SILVA, R. M. **Bacias Hidrográficas. Hidrologia Aplicada**. Escola Politécnica USP, 1999.

QGIS. **A liderança do SIG de código aberto**, 2017. Disponível em : <WWW.qgis.org/> Acesso em: 10 mai. 2018.

RIBEIRO, F. L. **Mapa de vulnerabilidade ambiental à erosão da região do alto rio Pardo – Pardinho (SP)**. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: **Cerrado: ecologia e Embrapa Cerrados**, Planaltina. p.151 -212, 2008.

RIBEIRO, M. L. B. **Observando o Rio Tietê**. Fundação S.O.S Mata Atlântica, Núcleo União Pró Tietê, São Paulo, 2004.

ROCHA, A. S.; CUNHA, J. E.; MARTINS, V. M. Mapeamento das fragilidades potencial e emergente da Bacia Hidrográfica do Córrego Guavirá, Marechal Candido Rondon – Parana State. **Revista Perspectiva Geográfica** v.8, n.9, 2013.

RODRIGUES, M. T. **Comportamento de Sistemas de Informações Geográficas por meio de Classificação Supervisionada em Diferentes Bacias Hidrográficas**. 2015. 101 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2015.

ROVANI, F. M; VIEIRA, M. **Potencial Social do município de Silveira Martins, RS: Contribuição ao Zoneamento Ecológico Econômico**, 2016.

ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. Revista do Departamento de Geografia. FFLCH/USP, São Paulo, n.8, p. 63-74, 1994.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto. 8.ed. p. 14-15, 2005.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: Subsídios para Planejamento Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 208 p. 2009.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo. Laboratório de Geomorfologia. São Paulo**: Departamento de Geografia - FFLCH - USP/Laboratório de Cartografia Geotécnica - Geologia Aplicada - IPT/FAPESP (Fundação do Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), 1997.

SAFFI, L., BOMBONATI, I. C., BOLLA, R. A., STANGHERLIN, C. **“100 anos de história Barra Bonita - De Salles Leme e Pompeu (1883) a WadyMucare (1983)”**, 1999. Prefeitura Municipal de Barra Bonita. Disponível em: <<https://barrabonita.sp.gov.br/?page=livro-100-anos-de-historia>> Acesso em: 8 mar. de 2017.

SARITA, S. A. L. **Curso de capacitação para o Cadastro Ambiental Rural (Capcar)**. Universidade Federal de Lavras, Lavras/MG, 17 p., 2014.

SALVADOR, L.M.A; ALMEIDA, A.B.L. **Manual de agregados para construção civil**. CETEM/MCT, 2.ed, Rio de Janeiro, 2009.

SATTERTHWAITE, D. **Climate change and urbanization: effects and implications for urban governance**. United Nations Expert Group Meeting on Population Distribution, Urbanization, Internal Migration and Development, 2007.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de texto. 2004.

SANTOS, L. R; SANTOS, J. C. A exploração do meio ambiente e o crescimento populacional: desenvolvimento sustentável como alternativa. **Revista Nativa**, Mato Grosso, 2013.

SANTOS, C. S. **A indústria cerâmica em Barra Bonita (SP) e suas relações com a usina hidrelétrica de Bariri**: Panorama e perspectivas. Mestrado (Dissertação na área de administração e política e Recursos Minerais, UFSCAR, Campinas, 2003.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Cultura do Estado de São Paulo. **Ponte Campos Salles**. São Paulo, 2017.

SÃO PAULO (Estado). Departamento de Águas e Energia Elétrica-DAEE. Outorgas. **Pesquisas de usos dos Recursos Hídricos por município**. São Paulo, 2015. Disponível em: < <http://www.aplicacoes.dae.sp.gov.br/usuarios/daeeusosDpo.asp>>. Acesso em: 25 jul.2015.

SÃO PAULO (Estado). Zoneamento Ecológico Econômico: base para o desenvolvimento sustentável do Estado de São Paulo. São Paulo: MMA, 2012. Disponível em:
< http://www.ambiente.sp.gov.br/cpla/files/2013/03/Seminario_ZEE_web.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2015.

SAYAGO, D; PINTO, M. O; Plano diretor: instrumento de política urbana e gestão ambiental. VI Encontro Nacional da ECOECO - Brasília (DF) - 2005. Disponível em: http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/vi_en/artigos/mesa3/des_urbano_meioambiente.pdf. Acesso em: 11 out. 2017.

SCHNEIDER, E. **Gestão Ambiental municipal**: Estudo de Caso na administração municipal de Teutônia, Porto Alegre. Dissertação (Mestrado em Administração). 95f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul Porto Alegre, 2001.

SEMAD- Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Zoneamento Ecológico Econômico**. 2016. Disponível em:
<<http://www.meioambiente.mg.gov.br/component/content/article/106>> Acesso em: 14 mar. 2017.

SICAR. Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural. **Banco de dados**. Brasília, 2018.

SILVA, A.;TEODORO, F. C. **O zoneamento ecológico-econômico no estado do Paraná e a concretização do princípio do desenvolvimento sustentável nos negócios jurídicos**. Disponível em:< http://ambito-juridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=16326. Acesso em: 10 mar.2018.

SILVA, A. V. **Sustentabilidade ecológica, econômica e social da Fazenda Tamanduá com a agricultura biodinâmica, (2012)**. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande, 2012. Disponível em:
<<http://www.recursosnaturais.ufcg.edu.br/pdf/36104f685736d1f2386e68e2fc115991.pdf>> Acesso em: 21 mar. 2017.

SILVA, C. O. **Geoprocessamento aplicado ao zoneamento agrícola para cana de açúcar irrigada do estado do Piauí**. 2016, 72f. Tese (Doutorado em Agronomia - Irrigação e Drenagem). Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2016.

SILVEIRA, G. R. P. **Geomática aplicada na caracterização conservacionista de uma bacia hidrográfica no município de São Manuel (SP)**. 2016. 86f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

SILVEIRA, A. L. L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. São Paulo: 2001.

SILVEIRA, M. A.; Vilela, S. L. de **O. Globalização e sustentabilidade da agricultura. Jaguariúna: EMBRAPA/CNPMA, 1998. p. 29-42.**

SISTEMA DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO-SIFESP. **Associação da vegetação natural remanescentes e das unidades fisionômico-ecológicas.** São Paulo, 2016. Disponível em:<<http://www.ambiente.sp.gov.br/sifesp/legenda-radam/>> . Acesso em: 17 mar 2017.

SPORL, C. **Metodologia para elaboração de modelos de fragilidade ambiental utilizando Redes Neurais.** 2007. Tese (Doutorado em geografia), Universidade de São Paulo. São Paulo.

TABACOW, J.W.; SILVA, J.X. Geoprocessamento aplicado à análise da fragmentação da paisagem na Ilha de Santa Catarina (SC). In: **Geoprocessamento & Meio Ambiente**, 2011.

TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DINIZ, H. D.; DIAS, N. W.; MATOS, F. C. Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 7, n. 2, p. 120-142, 2012.

TEÓFILO, T. S.; ZIMBACK, R. L.; BARROS, Z. X. Área cultivada com cana-de-açúcar confrontada com o zoneamento agroambiental utilizando análise supervisionada. **Revista energia na agricultura**, v.30, n.2, 2015.

TORCHETTO, N; QUEIROZ, R.; PEYROT, C; PATATT, E.R; LANGNER, C; OCHOA, L; KOPPE, E. O Quantum GIS (QGIS) para caracterização e delimitação de área degradada por atividade de mineração de basalto no município de Tenente Portela (RS). **Revista Eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental**, V.18, 2014.

TRAFICANTE, D. P. **Fragilidade Ambiental da APA Corumbataí- Botucatu - TEJUPÁ (Perímetro Botucatu, SP, Brasil) na Bacia Hidrográfica do Rio Capivara.** 2016. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

TRICART, J. **Ecodinâmica: Recursos naturais e meio ambiente.** Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 91 p., 1977.

TUCCI, C. E. M. **Regionalização de vazões.** Rio Grande do Sul: Ed. Universidade/UFRGS, 2002. p.14

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M; PARESCHI, D. C.; LUZIA, A. P.; VON HAELING, P. H.; FROLLINI, E. H. **A bacia hidrográfica do Tietê/ Jacaré: estudo de caso em pesquisa e gerenciamento.** 2008.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. UNESP. **Geodinâmica interna:**
Processos de dinâmica superficial. 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. UFSCAR. **Bacias Hidrográficas**,
2010. Disponível em:
< <http://www.ufscar.br/aprender/aprender/2010/06/bacias-hidrograficas/>> Acesso
em: 5 jun. 2015.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. Editora Mc Graw Hill, São Paulo
245p. 1975.

VOOGT, J.A; OKE, T. R. Thermal Remote Sensing of urban climates. **Revista
Elsevier**, Volume 86, Issue 3, 15 August 2003, Pages 370-384.

VOORHEES, R. **Enchente de Barra Bonita/SP**. 1999. Disponível em :<
<https://www.youtube.com/watch?v=tiNylwOnRBM&t=97s>> . Acesso em: 10 abr.
2018.

