



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

# Ciências Ambientais

**ANGÉLICA DE OLIVEIRA SOARES**

**METODOLOGIA DE PRESSÃO-ESTADO-IMPACTO-RESPOSTA APLICADA NO  
ESTUDO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO  
DE SOROCABA**

Sorocaba

2019

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

ciências  
ambientais



unesp  
Sorocaba

**ANGÉLICA DE OLIVEIRA SOARES**

**METODOLOGIA DE PRESSÃO-ESTADO-IMPACTO-RESPOSTA APLICADA NO  
ESTUDO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO  
DE SOROCABA**

Dissertação apresentada como requisito para a  
obtenção do título de Mestre em Ciências  
Ambientais da Universidade Estadual Paulista  
“Júlio de Mesquita Filho” na Área de  
Concentração Diagnóstico, Tratamento e  
Recuperação Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. André Henrique Rosa

Coorientador: Prof. Dr. Admilson Írio Ribeiro

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

ciências  
ambientais



Sorocaba

2019

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S676m | <p>Soares, Angélica de Oliveira</p> <p>Metodologia de pressão-estado-impacto-resposta aplicada no estudo de avaliação ambiental da bacia hidrográfica do Alto de Sorocaba / Angélica de Oliveira Soares. -- Sorocaba, 2019</p> <p>87 f. : tabs., fotos, mapas</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba</p> <p>Orientador: André Henrique Rosa</p> <p>Coorientador: Admilson Írio Ribeiro</p> <p>1. Reservatório de Itupararanga. 2. Revisão Sistemática. 3. Gestão Ambiental. 4. Qualidade da água. 5. Uso do solo. I. Título.</p> |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



Às minhas mentoras Selma Reys e Assucena Tupiassú que me ensinaram com a arte da jardinagem a preparar um solo, plantar uma semente, esperar o desabrochar das flores e a manter um jardim saudável. Aprendendo a cultivar plantas, aprendi também a cultivar sonhos!

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ele ser a força motriz da minha vida.

A minha mãe, que sem dúvidas é o reflexo que busco quando olho no espelho e quem me faz querer vencer diariamente, a minha irmã Andreza (cati) pelas gargalhadas, cumplicidade, amizade e toda nossa vida compartilhada.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” e todos docentes, funcionários e a coordenação do Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais.

Aos professores André Henrique Rosa e Admilson Írio, pela orientação e os momentos de aprendizado, debates e crescimento.

Aos amigos de mestrado Tatiele, Katiane, Rosane, Benone, Narlon e Lucidalva, com vocês o riso foi fácil e as dificuldades diminuídas.

Às minhas amigas “corujas” Milaine, Nagilla e Dayana, por sempre estarem comigo e terem suportado a ausência constante. Com vocês o significado de família ampliou-se e nossa OHANA é um dos lugares mais lindo ao qual pertenço. O amor e gratidão por vocês são imensos e pra toda vida!

As amigas da república do Sol: Dalila, Polli, Tati, Pri, Day, Amanda, Ari, Gracy, Adnivia, Cláudia, Agna e Camila. Vocês foram importantíssimas para que os momentos de tensão e desânimo fossem suprimidos. Obrigada pelos risos, abraços, lanches e bagunças. Agradeço também ao Sr. Oswaldo e Dona Lydia. Vocês são valiosos!

Ao grupo “Bolsista CAPES”, como foi e é bom participar de um grupo de pessoas lunáticas e ao mesmo tempo comuns, com medos, anseios, angústias, mais acima de tudo com muita empatia e solidariedade.

Por fim, mas não menos importante agradeço a todos (as) amigos (as) que fazem parte de quem sou, inspiram-me, fazendo com que eu continue lutando e acreditando em um mundo mais justo e igualitário. Como diz uma grande amiga: “As utopias da vida são necessárias”!

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

A sustentabilidade é “como um jardim sem portões. Um desses jardins onde qualquer um pode entrar e onde tudo o que é bom e belo não é de ninguém. Não é de ninguém sozinho, pra poder ser de todo mundo” (Brandão, 2014).

SOARES, A.O. **Metodologia de Pressão-Estado-Impacto-Resposta aplicada no estudo de Avaliação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Alto de Sorocaba**. 2019.88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Sorocaba, 2019.

## RESUMO

O crescimento populacional, industrial, agrícola sem o devido planejamento alteram significativamente a qualidade e a quantidade dos recursos naturais nos diferentes ecossistemas. Neste contexto, instrumentos legais fazem-se necessários para o controle e gestão desses recursos. A gestão ambiental torna-se importante no processo de planejamento e aplicação de práticas, métodos e ações ambientalmente adequadas. Em reservatórios, ela contempla ações preventivas e corretivas, tendo em vista a conservação desses. Na região sudeste da cidade de Sorocaba/SP, está localizado o reservatório de Itupararanga, projetado inicialmente com a finalidade de geração de energia elétrica. Entretanto, com a crescente demanda por água potável, o reservatório passou a ser utilizado também para abastecimento público. Atualmente é considerado um dos principais mananciais de água potável da bacia do Alto Tietê. Diante disso, esta pesquisa teve como objetivo analisar a relação do uso e ocupação do solo no entorno do Reservatório de Itupararanga e sua interação com a qualidade ambiental, através da análise de aspectos e impactos ambientais. O método escolhido foi o uso do indicador de sustentabilidade Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR). As condições de Pressão e Estado foram caracterizadas por meio da revisão sistemática de literatura e realização de visitas in loco (reservatório e cabeceira dos rios formadores), os impactos foram hierarquizados por meio da matriz de interação e as respostas obtidas através da pesquisa de programas e projetos na esfera federal, estadual e municipal. A metodologia mostrou-se satisfatória, uma vez, que permitiu inferir sobre os seguintes indicadores: Pressão (P) ocupação urbana, desmatamento, atividades agrícolas e alteração na qualidade da água; Estado (E) crescimento populacional, falta de saneamento, supressão de vegetação, contaminação dos cursos d'água, monoculturas entre outros; Impacto (I), foram aplicados no modelo os mais significativos de acordo com a ponderação realizada. Sendo alguns deles: ocupação de área permanente, redução de biodiversidade, aumento na demanda por água, moradia, transporte e na geração de resíduos sólidos e lançamento de efluentes, dentre outros. A análise das respostas (R) revelou que existem atividades na esfera federal (O Pacto das Águas), estadual (Programa Município VerdeAzul) e alguns projetos municipais que regem sobre a proteção e manutenção dos recursos naturais. No entanto, houve uma incompatibilidade dos dados fornecidos nos portais de comunicação dos municípios com os resultados apresentados no *ranking* do programa Município VerdeAzul, demonstrando que somente a criação de leis, programas e projetos não é o suficiente para garantir a proteção dos recursos naturais, sendo necessário também a fiscalização, monitoramento e a prática desses instrumentos. Destacam-se assim, a necessidade de programas e projetos eficazes e perenes para a gestão ambiental, que concilie o uso com a proteção dos recursos naturais. Deste modo, este trabalho se configura como uma importante ferramenta para a realização de novas pesquisas e elaboração de projetos e políticas de gestão, espera-se assim auxiliar outros pesquisadores e gestores municipais, no caminho de ações pautadas no desenvolvimento sustentável.

**Palavras-chave:** Reservatório de Itupararanga. Revisão Sistemática. Gestão Ambiental. Qualidade da água. Uso do solo.

SOARES, A.O. **Pressure-State-Impact-Response Methodology applied in the study of Environmental Assessment of the Alto de Sorocaba Hydrographic Basin**. 2019. 87f. Dissertation (Master's degree Environmental Sciences). Institute of Science and Technology, UNESP - Paulista State University "Júlio de Mesquita Filho", Sorocaba, 2019.

### ABSTRACT

Population, industrial, agricultural growth without proper planning significantly alter the quality and quantity of natural resources in different ecosystems. In this context, legal instruments are necessary for the control and management of these resources. Environmental management becomes important in the process of planning and applying environmentally sound practices, methods and actions. In reservoirs, it contemplates preventive and corrective actions, in view of their conservation. In the southeast region of the city of Sorocaba / SP, is located the Itupararanga reservoir, initially designed for the purpose of electric power generation. However, with the growing demand for potable water, the reservoir was also used for public supply. It is currently considered one of the main drinking water sources in the Alto Tietê basin. The objective of this research was to analyze the relationship between the use and occupation of the soil around the Itupararanga Reservoir and its interaction with environmental quality, through the analysis of environmental aspects and impacts. The method chosen was the use of the Pressure-State-Impact-Response sustainability indicator (PEIR). The pressure and state conditions were characterized by systematic literature review and in situ visits (reservoir and headwater of the training rivers), the impacts were hierarchized through the interaction matrix and the responses obtained through the research of programs and projects at the federal, state and municipal levels. The methodology was satisfactory, once, that allowed to infer on the conditions of Pressure (P) urban occupation, deforestation, agricultural activities and alteration in water quality. State (E) population growth, lack of sanitation, suppression of vegetation, contamination of watercourses, monocultures among others. For the impact indicator (I), the most significant were applied in the model according to the weighting performed. Some of them are: occupation of permanent area, reduction of biodiversity, increase in demand for water, housing, transportation and in solid waste generation and effluent disposal, among others. The analysis of the responses (R) revealed that there are activities at the federal level (The Water Pact), state (Municipality GreenAzul Program) and some municipal projects that govern the protection and maintenance of natural resources. However, there was an incompatibility of the data provided in the communication portals of the municipalities with the results presented in the ranking of the Município VerdeAzul program, demonstrating that only the creation of laws, programs and projects is not enough to guarantee the protection of natural resources. monitoring, and the practice of these instruments. Thus, the need for effective and perennial programs and projects for environmental management, which reconciles use with the protection of natural resources, is highlighted. In this way, this work constitutes an important tool for conducting new research and elaboration of management projects and policies. It is hoped to help researchers and municipal managers, where it is possible to move towards actions based on sustainable development.

**Keywords:** Reservoir of Itupararanga. Systematic review. Environmental management. Water quality. Use of the soil.

## LISTA DE FIGURAS

|           |                                                    |    |
|-----------|----------------------------------------------------|----|
| Figura 1  | Modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR)..... | 24 |
| Figura 2  | Delimitação da área de estudo.....                 | 30 |
| Figura 3  | Protocolo metodológico fases/etapas.....           | 32 |
| Figura 4  | Qualidade da água (Tema x Quantidade).....         | 39 |
| Figura 5  | Uso e Ocupação do Solo (Tema x Quantidade).....    | 39 |
| Figura 6  | Uso e ocupação do solo da APA de Itupararanga..... | 46 |
| Figura 7  | Mapa de fragilidade ambiental da APA.....          | 47 |
| Figura 8  | Ocupação Urbana (P1).....                          | 70 |
| Figura 9  | Ocupação Urbana (P1).....                          | 70 |
| Figura10  | Ocupação Urbana (P4).....                          | 71 |
| Figura 11 | Área sendo desmatada.....                          | 71 |
| Figura 12 | Atividade Agrícola .....                           | 72 |
| Figura 13 | Plantio de Monocultura (P1).....                   | 72 |
| Figura 14 | Área de Pastagem (P3).....                         | 73 |
| Figura 15 | Supressão de Vegetação (P2).....                   | 73 |

## LISTA DE TABELAS

|          |                                                                               |    |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 | Levantamento de Metodologias normalmente utilizadas para AIA.....             | 22 |
| Tabela 2 | Procedimento de pesquisa sistemática sugerido por Galvão & Pereira.....       | 25 |
| Tabela 3 | Procedimento de pesquisa sistemática sugerido por Kitchenham.....             | 26 |
| Tabela 4 | Procedimento de pesquisa sistemática sugerido por Biolchini e Travassos.....  | 26 |
| Tabela 5 | Pontos amostrais.....                                                         | 43 |
| Tabela 6 | Análise quantitativa das classes de uso de solo divididas por sub-bacias..... | 45 |
| Tabela 7 | Diretivas Ambientais do Programa Município VerdeAzul.....                     | 62 |
| Tabela 8 | Pontuação dos no Programa VerdeAzul.....                                      | 64 |

## LISTA DE QUADRO

|           |                                                                      |    |
|-----------|----------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1  | Definições do Modelo PEIR.....                                       | 31 |
| Quadro 2  | Escala de Ponderação dos impactos.....                               | 35 |
| Quadro 3  | Agrupamento primário dos artigos.....                                | 37 |
| Quadro 4  | Compilação dos resultados em relação a qualidade da água.....        | 40 |
| Quadro 5  | Informações dos municípios pertencentes à APA Itupararanga.....      | 53 |
| Quadro 6  | Matriz de aspectos e impactos ambientais.....                        | 56 |
| Quadro 7  | Metas Federais do programa: Pacto Nacional pela Gestão das Águas.... | 60 |
| Quadro 8  | Metas: Estaduais do programa Pacto Nacional pela Gestão das Águas... | 61 |
| Quadro 9  | Relação de projetos e programas realizados pelos municípios.....     | 68 |
| Quadro 10 | Resultado da Aplicação da metodologia P-E-I-R.....                   | 69 |
| Quadro 11 | Georreferenciamento das figuras.....                                 | 73 |

## SUMÁRIO

|            |                                                                                                                                                     |           |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO.....</b>                                                                                                                              | <b>15</b> |
| <b>2</b>   | <b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>                                                                                                                     | <b>17</b> |
| <b>2.1</b> | <b>Políticas ambientais.....</b>                                                                                                                    | <b>17</b> |
| 2.1.1      | Impacto ambiental.....                                                                                                                              | 19        |
| 2.1.2      | Avaliação de Impacto Ambiental .....                                                                                                                | 21        |
| <b>2.2</b> | <b>Indicador de sustentabilidade: Pressão- Estado -Impacto –Resposta.....</b>                                                                       | <b>23</b> |
| <b>2.3</b> | <b>Revisão Sistemática de Literatura.....</b>                                                                                                       | <b>25</b> |
| <b>2.4</b> | <b>Gestão Ambiental.....</b>                                                                                                                        | <b>27</b> |
| <b>3</b>   | <b>OBJETIVOS.....</b>                                                                                                                               | <b>28</b> |
| 3.1        | Objetivo geral.....                                                                                                                                 | 28        |
| 3.2        | Objetivos específicos.....                                                                                                                          | 28        |
| <b>4</b>   | <b>METODOLOGIA.....</b>                                                                                                                             | <b>29</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Descrição da área de estudo.....</b>                                                                                                             | <b>29</b> |
| <b>4.2</b> | <b>Método Pressão-Estado-Impacto-Resposta.....</b>                                                                                                  | <b>31</b> |
| 4.2.1      | Fase 1: Levantamento das Pressões e do Estado da área de estudo.....                                                                                | 32        |
| 4.2.1.1    | Etapa I: Revisão Sistemática da literatura em estudos que abordam a qualidade da água e uso e ocupação do solo no reservatório de Itupararanga..... | 33        |
| 4.2.1.2    | Caracterização dos municípios que compõem a APA Itupararanga.....                                                                                   | 33        |
| <b>4.3</b> | <b>Fase 2: Análise de Impactos Ambientais.....</b>                                                                                                  | <b>34</b> |
| 4.3.1      | Etapa I: Identificação dos Impactos elencados na matriz de aspectos e impactos ambientais.....                                                      | 34        |
| 4.3.2      | Etapa II: Ponderação e hierarquização dos impactos.....                                                                                             | 34        |
| <b>4.4</b> | <b>Fase 3: Análise das Respostas: Ações da sociedade e do poder público.....</b>                                                                    | <b>36</b> |
| 4.4.1      | Etapa I: Levantamento dos programas e propostas (leis) existentes.....                                                                              | 36        |
| 4.4.2      | Etapa II: Análise crítica descritiva dos resultados obtidos diante da metodologia proposta.....                                                     | 36        |
| <b>5</b>   | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>                                                                                                                  | <b>37</b> |
| 5.1        | Fase 1: Levantamento das Pressões e do Estado da área de estudo.....                                                                                | 37        |
| 5.1.1      | Etapa I: Revisão Sistemática da literatura.....                                                                                                     | 37        |
| 5.1.1.2    | Qualidade da Água.....                                                                                                                              | 40        |
| 5.1.1.3    | Uso e ocupação do solo.....                                                                                                                         | 44        |
| 5.1.2      | Etapa II: Caracterização do Municípios pertencentes à APA.....                                                                                      | 48        |

|            |                                                                                                        |           |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.1.2.1    | Contextualização Histórica.....                                                                        | 48        |
| 5.1.2.2    | Contextualização Ambiental.....                                                                        | 51        |
| 5.2        | Fase 2: Análise de Impactos Ambientais.....                                                            | 54        |
| 5.2.1      | Etapa I: Identificação dos Impactos elencados na matriz de aspectos e impactos ambientais.....         | 54        |
| 5.2.2      | Etapa II: Ponderação e hierarquização dos impactos.....                                                | 54        |
| <b>5.3</b> | <b>Fase 3: Análise das Respostas: Ações da sociedade e do poder público.....</b>                       | <b>59</b> |
| 5.3.1      | Etapa I: Levantamento dos programas e propostas (leis) existentes                                      | 59        |
| 5.3.1.1    | Programa Federal: O Pacto das Águas                                                                    | 59        |
| 5.3.1.2    | Programa Estadual: Município VerdeAzul                                                                 | 62        |
| 5.3.1.3    | Programas e Projetos Municipais                                                                        | 65        |
| <b>5.4</b> | <b>Etapa II: Análise crítica descritiva dos resultados obtidos diante da metodologia proposta.....</b> | <b>69</b> |
| <b>6</b>   | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                                                       | <b>76</b> |
| <b>7</b>   | <b>REFERÊNCIA.....</b>                                                                                 | <b>78</b> |

## 1.INTRODUÇÃO

O crescimento populacional, industrial e agrícola, sem o devido planejamento, alteram significativamente a qualidade e a quantidade dos recursos naturais nos diferentes ecossistemas, modificando as suas características físicas, químicas e biológicas (LONGO, 2005; SIQUEIRA, 2011; SIMONETTI, 2018).

A água é um dos recursos naturais mais abundantes na crosta terrestre, essencial para a vida de todos os seres, cuja importância não está relacionada apenas às funções que exerce na natureza. Sua escassez e deterioração são fatores críticos que limitam o crescimento econômico, a produção de alimentos e acesso a serviços de saúde e higiene, especialmente em países em desenvolvimento.

No Brasil, o gerenciamento dos recursos hídricos é realizado pela divisão das bacias hidrográficas através da Agência Nacional das Águas (ANA), que são delimitadas pelos divisores de água e possuem tamanhos variados. Para Tundisi (2008) essa forma de divisão promove a descentralização, a participação social, a conservação, o planejamento e um eficaz gerenciamento dos recursos hídricos.

A distribuição dos recursos hídricos no país acontece de forma heterogênea. A maior parte da população concentra-se na região sudeste, onde também se encontram maior polo industrial, havendo conseqüentemente, uma demanda constante por recursos hídricos que acabem por acarretar diversos problemas socioambientais. Dessa forma, instrumentos legais se fazem necessários para o controle e gestão desses recursos. A gestão ambiental torna-se uma importante ferramenta para o planejamento e aplicação de práticas, métodos e ações ambientalmente adequadas. Em reservatórios, ela contempla ações preventivas e corretivas, tendo em vista sua conservação a fim de atender as demandas atuais e garantir seu uso para as futuras gerações.

Os reservatórios são formados pelo barramento artificial de um vale ou pela formação artificial de lagos (CRUZ; FABRIZY, 1995). De acordo com Tundisi (2008) a construção de grandes reservatórios de água, principalmente para fins de hidroeletricidade e abastecimento público, atingiu seu máximo desenvolvimento nas décadas de 60 e 70. O primeiro reservatório Brasileiro foi construído no Rio Tietê, originando a barragem Edgard de Souza (PEDRAZZI *et al.*, 2014). Desde então, possuem uma grande importância para o abastecimento público e para o desenvolvimento econômico, social e ambiental das localidades onde estão inseridos.

O Estado de São Paulo possui 55 reservatórios de médio e grande porte, estimando-se uma área de inundação de 5.500km<sup>2</sup> (PEDRAZZI *et al.*, 2014). Na região sudeste da cidade de Sorocaba/SP, está localizado o reservatório de Itupararanga, construído para geração de energia elétrica. Entretanto com a crescente demanda por água potável, passou a ser utilizado também para abastecimento público, sendo considerado um dos principais mananciais de água potável da bacia do Alto Tietê (CUNHA, 2011; TANIWAKI *et al.*, 2011).

Atualmente abastece os seguintes municípios: Sorocaba, Votorantim, Mairinque, Alumínio, Ibiúna e São Roque. Atende aproximadamente um milhão de pessoas, salientando-se também outros usos que são feitos de suas águas, como: esporte aquático, agricultura e abastecimento das indústrias. Relevante notar que possui fragmentos naturais de mata atlântica, importantes para mata ciliar e preservação da flora e fauna local; CONCEIÇÃO *et al.*, 2015; SIMONETTI, 2018).

Conforme a classificação da Resolução CONAMA Nº 357 de 2005, a represa enquadra-se como classe 2, ou seja, destinada ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas, recreação e contato primário como natação, esqui aquático e mergulho; irrigação de hortaliças e plantas frutíferas.

Diante da importância do reservatório devido ao papel que exerce na economia local, na manutenção da biodiversidade e nas funções ecológicas, torna-se objeto de interesse de diversos pesquisadores que buscam compreender e avaliar suas características físicas, químicas, biológicas e as relações de uso e gestão do seu entorno.

Neste contexto, o grupo de pesquisa do Professor Doutor André Henrique Rosa, vem estudando a qualidade da água do reservatório desde 2008. Diante das pesquisas de base que estão sendo realizadas pelo grupo e cientes da necessidade da utilização dessas na formulação de subsídios que ajudem na tomada de decisão ou na elaboração de políticas públicas, justifica-se a realização desta pesquisa.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Políticas ambientais

Em decorrência da demanda por recursos naturais e dos impactos e desequilíbrios gerados por ações antrópicas, a preocupação com as questões ambientais tem recebido mais atenção nas últimas décadas, sendo necessário reavaliar a relação homem-natureza, uma vez que a natureza não pode ser vista unicamente como fonte inesgotável de matéria prima ou como depósito para rejeitos (BASTOS; FREITAS, 2009; DALLABRIDA; AGOSTINI, 2009; MELLO; SATHLER, 2015; BARBIERI, 2017).

Neste contexto, a trajetória da Política Ambiental no mundo pode ser analisada em quatro importantes momentos, sendo eles: a elaboração da Política Ambiental Americana, conhecida como NEPA (1969), a realização da Conferência das Nações Unidas em Estocolmo (1972), a publicação do relatório de Brundtland “Nosso Futuro Comum” (1987) e a realização da Conferência das Nações Unidas no Rio de Janeiro denominada ECO 92 (1992) (ASSIS *et al.*, 2012; COSTANZA *et al.*, 2016; SILVA; ALCÂNTARA, 2016).

O relatório Brundtland explicou pela primeira vez o conceito de sustentabilidade, definindo desenvolvimento sustentável como o “desenvolvimento que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações em satisfazer suas necessidades” (SICHE *et al.*, 2007). De acordo com Van Bellen (2013), este conceito alcançou um destaque inusitado a partir da década de 1990, tornando-se um dos termos mais utilizados para se definir um novo modelo de desenvolvimento, sendo obrigatório nas discussões sobre gestão ambiental e políticas públicas.

Entretanto, os debates em relação a esse conceito e a efetividade do desenvolvimento sustentável permeiam diferentes esferas que incluem ONGs, economistas e cientistas. Alguns apontam que a terminologia desenvolvimento sustentável é incoerente, uma vez que para haver desenvolvimento, faz-se necessário a extração de recursos gerando impactos negativos ao ambiente. Em contraponto, existem os que acreditam que seja possível conciliar o desenvolvimento com a proteção dos recursos naturais, através da busca do equilíbrio entre o desenvolvimento econômico, social e a proteção desses recursos (CAVALCANTI, 1995; SACHS, 2004; BOFF, 2017).

No Brasil, o tema ambiental ganha destaque a partir da implementação da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) na década de 1980, e com o artigo 225º da Constituição Federal de 1988. Vale ressaltar que o País detém uma série de legislações ambientais que visam à proteção dos recursos naturais (SILVA; ALCANTRA, 2016; SIMONETTI, 2018), dentre essas temos: A lei Nº 12.651/2012, denominada Código Florestal Brasileiro, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001. Tem como objetivo o desenvolvimento sustentável, afirmando o compromisso soberano do Brasil com a preservação das suas florestas e demais formas de vegetação nativa, bem como da biodiversidade, do solo, dos recursos hídricos e da integridade do sistema climático, para o bem estar das gerações presentes e futuras (BRASIL, 2012).

No artigo “Verde” (Art. 225) da Constituição Federal de 1988 é atribuído à responsabilidade ao Poder Público e a coletividade de defender e preservar o meio ambiente, uma vez, que de acordo com o mesmo “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida” (BRASIL, 1988).

A Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH) estabelecida pela Lei 9.433/1997, aborda parâmetros para o melhor gerenciamento dos recursos hídricos e elenca como instrumentos: a elaboração dos Planos de Bacia; o enquadramento do uso da água de acordo com seu uso preponderante; a outorga e cobrança pelo uso da água e a criação do Sistema de Informações de Recursos Hídricos. Seus objetivos são:

- I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais;
- IV - incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais. (BRASIL, 1997).

Outro importante instrumento legal, que rege sobre o bem estar humano e a qualidade ambiental, é a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) instituída pela lei 12.305/2010 que dispõe sobre os princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos. Dentre alguns de seus objetivos estão: “a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos

sólidos, bem como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos e gestão integrada de resíduos sólidos” (BRASIL, 2010).

Instituído pela Lei 9.985/2000, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. Contribuindo assim para a preservação e restauração da diversidade de ecossistemas naturais, proteção dos recursos hídricos e promoção do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2000). A PNMA tem como objetivo: “a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.” (BRASIL, 1981). Alguns dos seus instrumentos são:

- I - o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;
- II - o zoneamento ambiental;
- III - a avaliação de impactos ambientais;
- IV - o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;
- V - os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental;
- VI - a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público federal, estadual e municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas;
- VII - o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente;
- VIII - o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental;
- X - as penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental.
- XI - a garantia da prestação de informações relativas ao Meio Ambiente, obrigando-se o Poder Público a produzi-las, quando inexistentes (BRASIL, 2012).

### 2.1.1 Impacto ambiental

A Resolução de 001/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) define impacto ambiental como: “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas”. A Norma brasileira (NBR) ISO 14.001 (2004) complementa, conceituando

impacto ambiental como “Qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização”.

Para os autores Costa et. al (2009), existe dificuldades para a definição de impacto ambiental bem como para sua identificação. A definição envolve a correlação entre o meio ambiental e o aspecto socioeconômico, sendo que sua compreensão torna-se fundamental, uma vez que envolve a relação causa-efeito; ou seja, a compreensão de qualidade ambiental e sua relação com possíveis impactos.

Conforme Menin (2000) os impactos ambientais podem ocasionar perturbações ecológicas, destruir características naturais e a alterar a capacidade de resiliência, podendo ser processos resultantes tanto de atividades antrópicas, como de origens naturais.

Turco e Gallardo (2018) enfatizam que os impactos ambientais são oriundos de atividades que geram prejuízos aos seres vivos ocasionando poluição, escassez dos recursos naturais e degradação ambiental. Sanches (2013) discorre que os impactos podem ser divididos em positivos ou negativos, diante do benefício ou prejuízo que causarão e classificados de acordo com atributos referentes à magnitude e importância.

A magnitude expressa a medida da alteração de um dado fator e ou parâmetro, podendo ser avaliada de maneira qualitativa e quantitativa, considerando o “grau de intensidade, a periodicidade e a amplitude temporal do impacto”. Já a importância é a ponderação do grau de significância do impacto, relacionado aos fatores ambientais afetados, bem como a outros impactos.

Os impactos ambientais podem ser caracterizados por seu valor, assumindo caráter positivo ou negativo, pela ordem direta e indireta (primários e secundários) e pela espacialização. Ou seja, relaciona-se a localização do impacto, sua durabilidade, considerando-se a extensão do período de tempo após a realização da ação e se existe possível reversão do estado impactado (MOREIRA, 1985).

### 2.1.2 Avaliação de Impacto Ambiental

A avaliação de impacto ambiental (AIA) consiste em um instrumento de política incorporado a procedimentos que visem assegurar a manutenção da qualidade ambiental. Pode se tratar de uma medida que antecede a realização de um empreendimento, bem como pode ser utilizado no seu decorrer para averiguação dos impactos ocasionados, bem como

para fornecimento de medidas mitigadoras ou seu ressarcimento. O objetivo da aplicação AIA é analisar os impactos ambientais gerados para fins de empreendimento, que afetem os meios físicos, bióticos e socioeconômicos, permitindo avaliar e contribuir para a viabilidade da implementação e indicação de ações que minimizem os impactos negativos (MOREIRA, 1985; STAMM, 2003; PAVLICKOVA *et al.*, 2009; GLASSON *et al.*, 2012; MORGAN, 2012;).

Para Sanches (2013) a avaliação dos impactos consiste em uma das etapas mais difíceis em qualquer estudo de impacto ambiental, pois deve interpretar o significado dos impactos ambientais identificados; facilitar a comparação de alternativas; determinar a necessidade de medidas adicionais para evitar, reduzir ou compensar os impactos adversos e valorizar os impactos benéficos; bem como, determinar a necessidade de modificações de projeto (ou desenvolvimento de novas alternativas), caso os impactos adversos não sejam aceitáveis.

Conforme Bursztyn *et al.*(2001), a realização de avaliação de impactos ambientais, não deve ser realizada somente ponderando fatores ambientais, e sim o envolvimento de um conjunto de elementos sociais e econômicos de forma ampla. Já para Costa *et al.* (2009), a seleção de uma metodologia viável para realização da AIA, consiste em uma tarefa complexa, visto que essa deve estar alinhada com o objetivo exposto.

De acordo Stamm (2003) para avaliação de impacto é importante que, no processo de seleção, se considere “a legislação vigente, as exigências dos órgãos de controle ambiental, dos organismos internacionais de financiamento, muitas vezes, dos próprios empreendedores e até da evolução das técnicas disponíveis”. Em uma abordagem levantada por Oliveira (2009), Sanches (2013) e Moraes (2016), aponta-se seis opções dos métodos mais utilizados na avaliação dos impactos ambientais (Tabela 01).

**Tabela 01** - Levantamento de Metodologias normalmente utilizadas para AIA

| <b>Método</b>                                               | <b>Descrição</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Método “ad hoc”</b>                                      | Consiste em uma metodologia que utiliza o conhecimento dos especialistas interdisciplinares. Realizados por meios de reuniões o levantamento para a conclusão da avaliação. O método sofre muitas críticas, devido a sua imprecisão de uso.                                                                                                  |
| <b>Método da listagem de controle (“check-list”)</b>        | Ocorre por meio de uma listagem dos impactos mais relevantes, mesmo com ausência de dados. São quatro os tipos de listagem: descritiva, comparativa, em questionário e ponderável.                                                                                                                                                           |
| <b>Método da sobreposição de cartas (“overlay mapping”)</b> | Essa metodologia é associada a ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). A essência deste método é a elaboração e a posterior sobreposição de layouts de cartas temáticas (solo, categoria de declividade, vegetação, etc).                                                                                                  |
| <b>Método dos modelos matemáticos</b>                       | Permite simular a estrutura e funcionamento dos sistemas ambientais. Podem ser processadas variáveis qualitativas e quantitativas, verificada a magnitude de uma determinada ação ambiental sobre um dado fator ambiental. No entanto, o método simplifica a realidade pela consideração de uma simulação matemática.                        |
| <b>Método das matrizes de interação</b>                     | Relaciona os impactos de cada ação com o fator ambiental a ser considerado, a partir de quadriculas definidas pela interseção de linhas e colunas. As matrizes de interação funcionam como listagens de controle bidimensionais, uma vez que as linhas podem representar as ações impactantes e as colunas os fatores ambientais impactados. |
| <b>Método das redes de interação</b>                        | A utilização dessa metodologia permite estabelecer a sequência dos impactos ambientais desencadeados por uma ação ambiental. O modo de representar essa cadeia de impactos pode ser o mais diverso possível, mas comumente são utilizados fluxogramas e gráficos.                                                                            |

**Fonte:** Moraes (2016), Oliveira (2009) e Sanches (2013).

Moraes (2016) enfatiza, que a Avaliação de Impactos Ambientais tem se tornado um instrumento de gestão ambiental, aplicado em todo o mundo, manifestando-se eficaz na prevenção dos impactos ambientais, viabilizando o aumento da qualidade de vida.

## 2.2 Indicador de sustentabilidade: Pressão-Estado-Impacto-Resposta

Os indicadores de sustentabilidade foram projetados para sugerir critérios para analisar determinadas condições de sistemas em organizações tendo em vista questões socioambientais. Os autores Cândido (2010) e Knoll (2018) complementam dizendo que os indicadores são essenciais também para a compreensão e avaliação de problemas e programas nas cidades e na formulação e monitoramento de políticas públicas.

A seleção dos indicadores consiste em umas das principais etapas para avaliação de impactos, visto que esses serão responsáveis por mensurar o grau econômico, ambiental e social de um dado ambiente, auxiliando no processo de elaboração de estratégias e políticas de gestão. Dentre os indicadores que apresentam melhores respostas socioambientais encontram-se os de sustentabilidade, que servem como ferramenta para o entendimento sobre fenômenos complexos que abrangem “esferas sociais, culturais, geográficas e ambientais” e auxiliam a compreensão dos impactos das ações humana-ambiente (SILVA, 2007; SILVA *et al.*, 2012).

Os indicadores sociais expressam condições que possam implicar na qualidade ambiental quando relacionado com a vida humana podendo avaliar: bens e serviços essenciais, crescimento populacional, grau de escolaridade e acesso a cursos de capacitação, quantidade e qualidade de água disponível, coleta pública e energia.

Carvalho *et al.* (2011), expõem que indicadores ambientais podem ter caráter de avaliação do solo, ar, água. Para Andrietti (2016) os indicadores relativos aos recursos hídricos devem ser capazes de expressar de maneira qualitativa e quantitativa a sua qualidade e as variações químico-físicos tendo por base a legislação de parâmetros d’ água brasileira.

Criado e difundido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) 1993, o indicador de sustentabilidade Pressão-Estado-Resposta (PER) baseia-se em identificar passivos ambientais oriundos de ações antrópicas. Trata-se, portanto de um método para monitorar as condições ambientais, auxiliar a quantificação da poluição causada por determinada atividade, bem como, para embasar a elaboração de políticas públicas e programas de gestão ambiental, sendo que sua evolução deu-se em 2007, pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), (KEMERICH, 2014; SCHNEIDER; 2010; SILVA *et al.*, 2012).

O PER pode ser desmembrado em três subdivisões: Força Motriz-Estado-Resposta (FER), Força Motriz Pressão Impacto Estado Resposta (FPIER) e Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR), para melhor se adequar aos objetivos propostos, dentro de cada estudo e em determinadas áreas onde seu uso pode ser mais eficaz. Sendo estas::

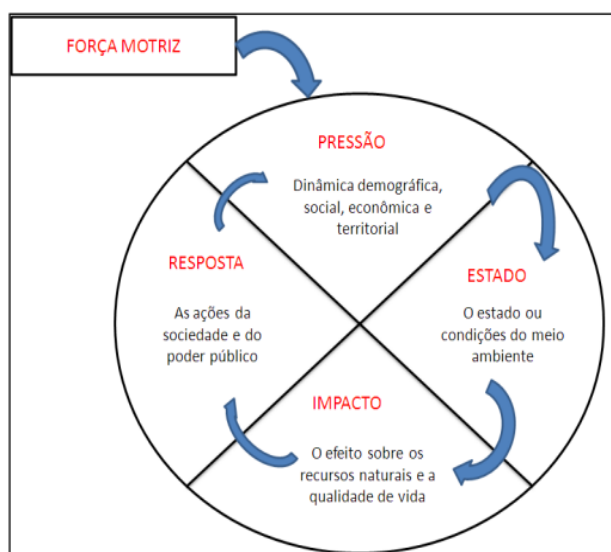
No modelo FER a pressão é substituída pela força motriz, ou seja, o que o homem está provocando ocasiona um determinado impacto.

O modelo PEIR adiciona o I de impacto dentro dos estudos do modelo PER, sendo: pressão, estado, impacto e resposta.

Em relação ao modelo FPIER, se trata da junção dos dois modelos anteriores, onde se considera: força motriz, pressão, impacto, estado e resposta (CARVALHO *et al.*, 2015).

De acordo com os autores Ariza e Araújo (2010) e Silva *et al.*(2012) o modelo PEIR levantará indagações como: “O que está acontecendo com o meio ambiente? Por que isto está acontecendo? Qual é o impacto? O que estamos fazendo?”. Essas questões são norteadoras para a aplicação do modelo e o uso deste na elaboração de políticas públicas e gestão dos recursos naturais. Retratam, de maneira simplificada, as pressões que as atividades humanas exercem sobre o meio ambiente, como estas alteram a qualidade dos recursos naturais, os impactos causados e a reação da sociedade frente a tais alterações (Figura 1). Além disso, auxiliam na estruturação de trabalhos sobre a política ambiental e na elaboração de relatórios. (BARCELLOS *et al.*, 2013).

**Figura 1-** Modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR)



Fonte: SEPE, Patrícia Marra, 2006

### 2.3 Revisão Sistemática de Literatura (RSL)

A revisão sistemática da literatura (RSL) é uma metodologia de pesquisa que possibilita a verificação direcionada a uma questão bem definida e busca identificar, selecionar, avaliar e sintetizar evidências científicas disponíveis. Trata-se, portanto de um método de avaliação rigoroso com alta confiabilidade, que permite uma investigação abrangente e exaustiva através de estudos primários (KITCHENHAM, 2004; BERETON *et al.*, 2007; CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011; GALVÃO; PEREIRA, 2014).

De acordo com Kitchenham (2004) são objetivos de uma RSL: identificar, avaliar e interpretar todas as pesquisas disponíveis em relação a um tema ou assunto específico; sumarizar as evidências existentes sobre um tratamento ou tecnologia; identificar lacunas na pesquisa atual e fornecer um arcabouço para posicionar novas pesquisas.

Os autores Kitchenham (2004), Travassos e Biolchini (2007) e Galvão e Pereira (2014), afirmam que para obtenção de resultados satisfatórios em uma revisão sistemática, é necessário que esta seja bem estruturada com metodologia direcionada e objetiva. Eles separam os métodos em etapas que compreendem desde a formulação da questão problema, até a divulgação dos resultados. Para maior compreensão dos procedimentos propostos pelos autores, seguem as tabelas 2, 3,4 respectivamente.

**Tabela 2** - Procedimento de pesquisa sistemática sugerido por Galvão & Pereira (2014)

| <b>Etapas</b> | <b>Procedimento de Pesquisa</b>       |
|---------------|---------------------------------------|
| <b>I</b>      | Elaboração da pergunta de pesquisa    |
| <b>II</b>     | Busca na literatura                   |
| <b>III</b>    | Seleção dos artigos                   |
| <b>IV</b>     | Extração de dados                     |
| <b>V</b>      | Avaliação da qualidade metodológica   |
| <b>VI</b>     | Síntese dos dados (metanálise)        |
| <b>VII</b>    | Avaliação da qualidade das evidências |
| <b>VIII</b>   | Redação e publicação dos resultados   |

**Fonte:** adaptada de Galvão & Pereira (2014)

**Tabela 3:** Procedimento de pesquisa sistemática sugerido por Kitchenham (2004)

| <b>Etapas</b>       | <b>Procedimento de Pesquisa</b>                                                                                                                                                          |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Planejamento</b> | Identificação da necessidade de uma revisão sistemática<br>Desenvolvimento de um protocolo de revisão<br>Seleção dos estudos<br>Avaliação da qualidade dos estudos<br>Extração dos dados |
| <b>Documentação</b> | Divulgação dos resultados de uma revisão sistemática                                                                                                                                     |

**Fonte:** adaptado de Kitchenham (2004)

**Tabela 4-** Procedimento de pesquisa sistemática sugerido por Travassos e Biolchini (2007)

| <b>Etapas</b>       | <b>Procedimento de Pesquisa</b>                                                                                                                                                                          |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Planejamento</b> | Descrever o problema<br>Especificar as questões da pesquisa<br>Desenvolver protocolo de revisão<br>Avaliar o protocolo de revisão<br>Identificar as pesquisas relevantes<br>Selecionar estudos primários |
| <b>Condução</b>     | Auferir a qualidade dos estudos<br>Extrair dados<br>Sintetizar os dados                                                                                                                                  |
| <b>Documentação</b> | Escrever relatório da Revisão Sistemática<br>Avaliar relatório                                                                                                                                           |

**Fonte:** adaptado de Travassos e Biolchini (2007).

Nota-se nos procedimentos apresentados a repetição das seguintes etapas: elaboração de uma pergunta que irá nortear a pesquisa, a busca na literatura, a extração e análise de dados, a documentação e a publicação destes, reforçando a necessidade desses procedimentos para uma pesquisa bem estruturada.

Cook, Mulrow, Haynes (1997), afirmam que a revisão sistemática de literatura através de métodos científicos mais rigorosos, possibilita o alcance de melhores resultados e a redução de erros. Permite ao pesquisador compilar dados, refinar hipóteses, estimar tamanho de amostras, definir melhor o método de pesquisa a ser adotado para aquele problema e, por fim, definir direções para futuras pesquisas (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011).

## 2.4 Gestão Ambiental

Assuntos relacionados a questão ambiental foram levantados internacionalmente, diante do crescente aumento de impactos ambientais negativos, oriundos de ações antrópicas nas quais ultrapassam os “limites políticos, territoriais dos Estados-Nação”, sendo necessárias manifestações políticas e socioeconômicas que visam medidas mitigadoras como forma de minimizar essas ações (RIZOMAS, 2012; SOARES *et.al.*, 2016). Nesse cenário, a gestão ambiental vem como uma importante ferramenta para o gerenciamento, planejamento e avaliação. Considera aspectos ambientais, sociais, políticos e econômicos, atuando de maneira multidisciplinar frente a um complexo conjunto de procedimentos que visam conciliar o desenvolvimento e a qualidade ambiental. (SOUZA, 2000).

Porto e Porto (2008) ressaltam que foi nas décadas de 70 e 80 que a gestão ambiental obteve a sua formal aplicação, servindo de “instrumentos de comando e controle”. Sua prática beneficia o planejamento territorial e urbano, o zoneamento de áreas visando o manejo mais apropriado dessas, o saneamento básico, a educação ambiental, entre outras. Além disso, auxilia na mitigação, compensação e/ou redução de possíveis impactos negativos ao ambiente, por meio de práticas, métodos e ações ambientalmente adequadas.

Nesse contexto, a utilização das ferramentas de gestão ambiental em bacias hidrográficas surge como um importante exemplo do desenvolvimento de instrumento metodológico e prático, para a prática da relação sociedade e natureza, dentro de uma perspectiva inter e multidisciplinar (SOUZA, 2000; CAMPANER, 2009).

A gestão sustentável dos recursos hídricos necessita de um conjunto mínimo de instrumentos, sendo que os principais são: uma base de dados e informações socialmente acessível, a definição clara dos direitos de uso, o controle dos impactos sobre os sistemas hídricos e o processo de tomada de decisão.

### **3.OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

Analisar a relação do uso e ocupação do solo no entorno do Reservatório de Itupararanga e sua interação com a qualidade ambiental através da análise de aspectos e impactos ambientais por meio da metodologia Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR).

#### **3.2 Objetivos específicos**

- ✓ Realizar uma revisão sistemática da literatura em estudos que abordem a qualidade ambiental e o uso e ocupação do solo no reservatório de Itupararanga, visando identificar dentro do PEIR a condição de Pressão e Estado da área de estudo;
- ✓ Elaborar uma matriz de aspectos e impactos ambientais para condição de uso e ocupação do solo nos cenários de degradação na área em estudo;
- ✓ Hierarquizar os principais impactos por meio de uma associação ponderal numérica e um diferencial semântico.
- ✓ Realizar o levantamento dos programas e propostas existentes, que possam contribuir para a gestão ambiental dos principais impactos, nos órgãos de comunicação municipais;
- ✓ Realizar uma análise crítica descritiva das ações (Respostas) municipais para os principais impactos (I) definidos na escala de ponderação.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Descrição da área de estudo

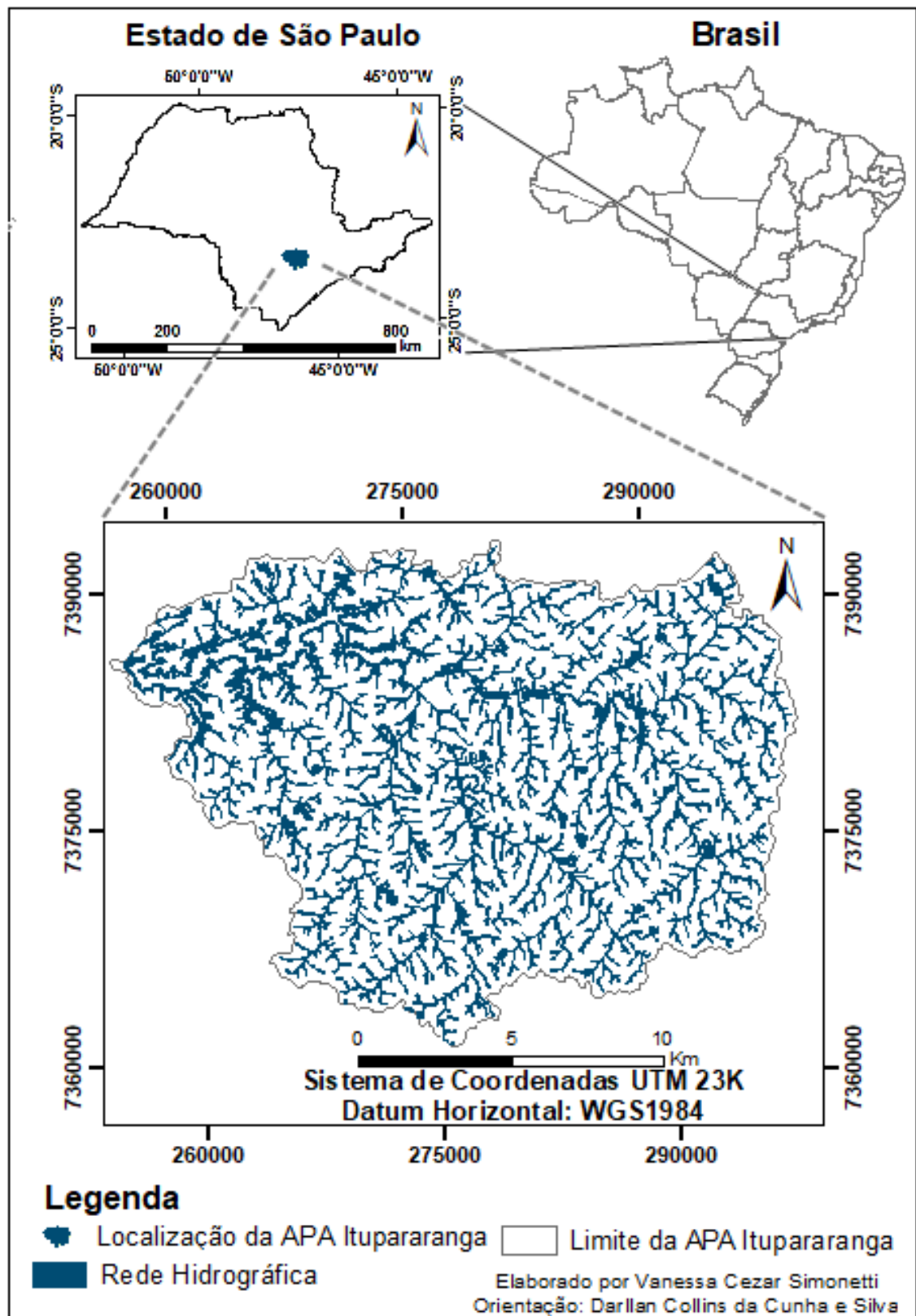
A área de estudo está inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI 10 – SMT). Envolve os afluentes da sub-Bacia do Alto Sorocaba composta pela junção dos rios Sorocabaçu, Sorocamirim e Una, que formam o principal reservatório de captação de água do município de Sorocaba, o reservatório de Itupararanga, sob concessão da Companhia Brasileira de Alumínio (CBA) desde 1974 (SIMONETTI, 2018; SMITH, 2008).

O Reservatório foi construído em 1914 e possui uma área de drenagem de 851 km<sup>2</sup>, fluxo máximo de 39 m<sup>3</sup>/s e um volume de armazenamento máximo de 286 milhões de m<sup>3</sup> (ROSA *et al.*, 2015; SMITH; PETRERE, 2007). É responsável por grande parte do abastecimento de água dos seguintes municípios: Sorocaba, Votorantim, Mairinque, Alumínio, Ibiúna e São Roque. Sua barragem está localizada na cidade de Votorantim.

Trata-se, portanto do principal manancial de abastecimento público do município de Sorocaba. Devido à importância do reservatório esse está em uma área instituída pela Lei Estadual nº 10.100/1998, como Área de Proteção Ambiental (APA), cujo objetivo principal consiste em proteger e assegurar a qualidade dos recursos hídricos, a diversidade biológica e o ordenamento do uso e ocupação do solo (SIMONETTI, 2018). A área da APA abrange cerca de oito municípios: Votorantim, Alumínio, Mairinque, Ibiúna, São Roque, Piedade, Vargem Grande Paulista e Cotia, possuindo um território de 93.403,69 hectares, dos quais 2.723,04 são ocupados pela represa (BEU; MISATO; HAHN, 2011; SIMONETTI, 2018).

A justificativa para a escolha da área de estudo (Figura 2) é dada pelo fato de que o espaço vem sendo estudado desde 2008 pelo grupo de pesquisa do Professor Doutor André Henrique Rosa, onde estão sendo desenvolvidas pesquisas em relação a qualidade da água e uso e ocupação do solo. Desta forma, esse estudo busca complementar as pesquisas que estão sendo realizadas, bem como, apresentar um diagnóstico das possíveis soluções para os impactos levantados.

**Figura 2-** Delimitação da área de estudo



Fonte: Simonetti, 2018

## 4.2 Método Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR)

A metodologia escolhida para realização da pesquisa foi o uso do indicador de sustentabilidade Pressão-Estado-Impacto-Resposta. Trata-se de uma metodologia facilmente ajustável a diferentes realidades. É um importante instrumento na gestão pública por mostrar a ligação entre os diversos elementos que compõem o sistema ambiental. Agrega e quantifica informações relacionadas com as atividades e processos urbanos, assim como contempla ações que visem a gestão do ambiente, conforme exposto no quadro 1 (ARIZA; ARAÚJO, 2010; SILVA *et al.*, 2012).

**Quadro 1** – Definições do Modelo PEIR

| Dimensões do Modelo | Características                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pressão             | Relaciona-se às atividades e processos urbanos que atuam sobre o meio ambiente e que produzem mudanças ambientais, tais como, o crescimento da população, o consumo ou pobreza. Na visão política, é o ponto de partida para enfrentar os problemas ambientais.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Estado              | Condição ou qualidade do meio ambiente envolvendo aspectos como qualidade do ar, dos corpos hídricos prejudicados pela disposição inadequada de resíduos, e área de terras degradadas. É importante considerar a região de acordo com o ecossistema em que está inserida e os elementos em questão, à medida que se observa a evolução do estado do meio ambiente local. A avaliação do estado deve incluir aspectos qualitativos e quantitativos dos recursos, que mostra a interação a partir da perspectiva ambiental e a qualidade de vida da população que depende desses recursos. |
| Impacto             | Refere-se ao efeito do estado ou condição do meio ambiente sobre a saúde e a qualidade de vida humana, a economia urbana, os ecossistemas. O objetivo da utilização de indicadores de impacto é calcular os aspectos econômicos e sociais, que poderiam ajudar os responsáveis políticos a calcular os danos ambientais que as influências externas causam.                                                                                                                                                                                                                              |
| Resposta            | Trata-se de ações coletivas ou individuais desenvolvidas com o objetivo de atenuar ou prevenir impactos ambientais negativos, tendo como meta corrigir danos ambientais ou conservar os recursos naturais.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

**Fonte:** Adaptada de Ariza e Araújo (2010) e Silva *et al.*(2012).

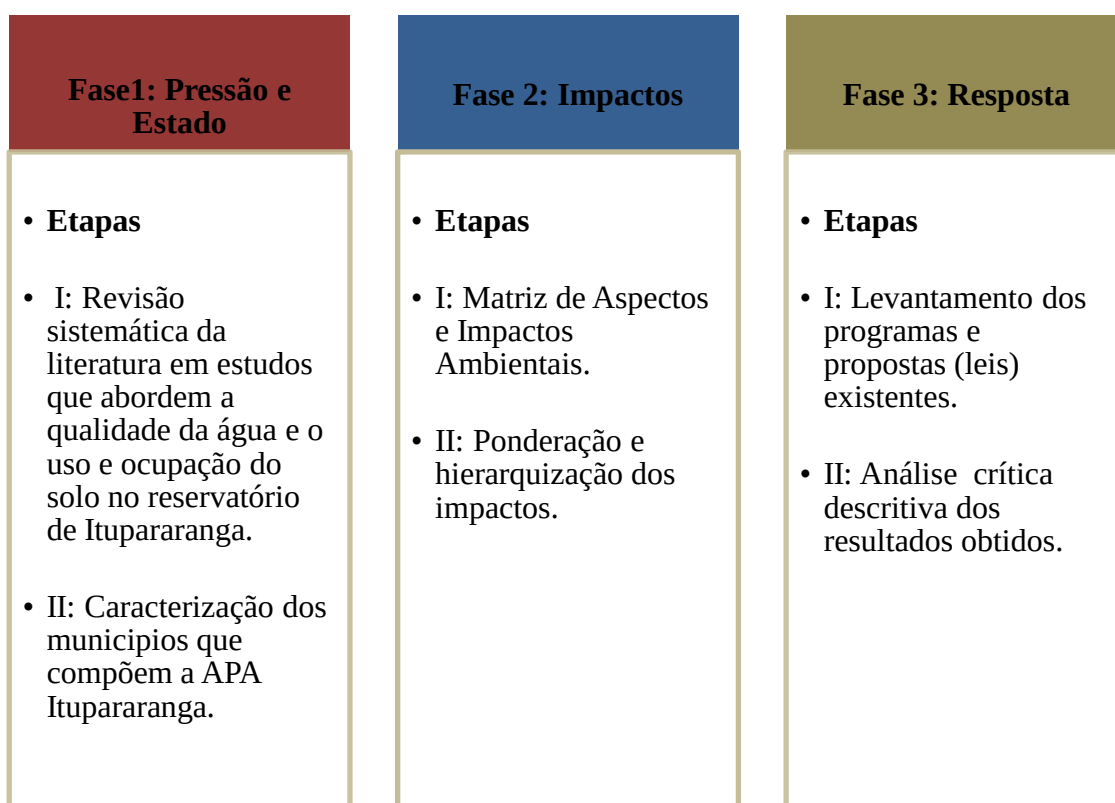
Adotando às definições do Modelo PEIR descritas pelos autores Ariza e Araújo (2010) e Silva *et al.*(2012) o protocolo metodológico desta pesquisa, foi dividido em três fases (Figura 3), sendo elas:

**1º** Levantamento das Pressões e do Estado da área de estudo, através da revisão sistemática da literatura (etapa I) e a caracterização dos municípios que compõem a APA Itupararanga (etapa II).

**2º** Identificação dos Impactos elencados na matriz de aspectos e impactos ambientais (etapa I) bem como, a ponderação e hierarquização dos mesmos (etapa II).

**3º** Levantamento dos programas e propostas (leis) existentes (etapa I). Análise crítica descritiva dos resultados obtidos diante da metodologia proposta (etapa II).

**Figura 3-** Protocolo metodológico fases/etap



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2018.

#### 4.2.1 - Levantamento das Pressões e do Estado da área de estudo

#### 4.2.1.1 Etapa I: Revisão Sistemática da Literatura em estudos que abordem a qualidade da água e o uso e ocupação do solo no reservatório de Itupararanga

O levantamento referente às informações: área de estudo, gestão do reservatório, bem como os diferentes usos da água e ocupação do solo, foi realizado através da revisão Sistemática de Literatura (RSL). Para tanto, utilizou-se a metodologia recomendada por Kitchenham (2004) elaborando um protocolo de revisão dividido em: planejamento, condução e documentação.

O protocolo foi direcionado para os estudos relacionados com a qualidade da água e uso do solo no reservatório. Inicialmente, avaliou-se a necessidade da revisão sistemática, sendo essa justificada pela importância do reservatório e da sistematização de pesquisas que estudaram as características físicas, químicas, biológicas e as relações do uso e gestão do reservatório. Sendo assim, vislumbrou-se a possibilidade de sintetizar esses estudos e elencar as principais temáticas abordadas pelos autores, como recomendam Galvão e Pereira (2014).

As fontes de busca para a realização da pesquisa foram as bases de dados acadêmicos Scopus, Web Of Science e Scielo, através do Portal de Periódicos, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). As buscas foram realizadas na opção de busca avançada, definiram-se as palavras-chave: “reservatório” and “Itupararanga”, “reservatório Itupararanga” and “Water quality”, “reservatório Itupararanga” and “use of the soil” e usou-se os conectores booleanos, utilizando assim os conectores “E-AND” para que dessa forma fosse possível vincular as palavras-chaves necessárias para a pesquisa.

Os critérios de inclusão ou exclusão dos estudos deram-se pela seleção dos artigos completos, publicados entre 2008 e 2018. A partir do filtro de busca avançada selecionou-se todos os estudos, revisados por pares (garantindo maior confiabilidade) relacionados ao reservatório de Itupararanga.

#### 4.2.1.2 Caracterização dos municípios que compõem a APA Itupararanga.

A caracterização dos municípios foi realizada com o objetivo de compreender o processo histórico de uso e ocupação do solo e a relação atual dos municípios com a APA de Itupararanga. Os dados foram obtidos através do portal virtual dos municípios, do plano de

manejo da APA de Itupararanga e do portal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

#### **4.3 Fase 2: Análise de Impactos Ambientais:**

##### **4.3.1 Etapa I: Identificação dos Impactos elencados na matriz de aspectos e impactos ambientais.**

Para maior entendimento dos impactos, elaborou-se uma matriz de interação de aspectos e impactos ambientais, utilizando a metodologia proposta por Ribeiro *et al.* (2012). A matriz de interação possibilita a relação de fatores com ações, funcionando como listagens de controle bidimensionais, uma vez que as linhas podem representar as ações impactantes e as colunas os fatores ambientais impactados, possibilitando a compreensão e harmonização dos dados qualitativos e quantitativos e a apresentação das informações obtidas de forma condensada, sendo um método muito eficiente na identificação de impactos (MOTA; AQUINO, 2002; OLIVEIRA, 2009; FINUCCI, 2010; SANCHES 2013; MORAES, 2016).

Desta forma, foram elencados em uma matriz de interação alguns dos principais aspectos e impactos ambientais identificados na literatura e em visitas in loco no reservatório e nas margens dos rios: Una, Soracabuçu e Sorocamirim.

As visitas ocorreram no segundo semestre de 2017 (no reservatório) e primeiro semestre de 2018 (cabeceiras dos rios). Ambas com o objetivo de realizar o registro fotográfico e uma análise visual da paisagem. A matriz foi elaborada na plataforma MS-Excel.

##### **4.3.2 Etapa II: Ponderação e hierarquização dos impactos**

A ponderação dos impactos foi realizada com a finalidade de identificar os mais significativos. Para tanto, foram escolhidos os seguintes atributos: Severidade, Importância, Probabilidade e Irreversibilidade. Os valores e pesos atribuídos aos impactos seguiu o modelo descrito pelos autores Ribeiro *et al.* (2012) e Sanches (2013), conforme expostos nos quadro 2

Quadro 2 - Escala de Ponderação dos impactos

| Pontuação                  |                         | Classificação                                                                                                                             |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Peso 3</b>              |                         |                                                                                                                                           |
| Atributos de<br>avaliação  | Escala de<br>ponderação | Diferencial semântico                                                                                                                     |
| SEVERIDADE                 | 1                       | Dano muito pouco severo, com consequências geralmente corrigidas naturalmente em curto prazo.                                             |
|                            | 2                       | Dano pouco severo, com possibilidade de recuperação natural e curto/médio prazo.                                                          |
|                            | 3                       | Dano moderadamente severo, com consequências corrigidas em médio prazo e maior atenção por parte dos gestores da área.                    |
|                            | 4                       | Dano severo, com graves consequências na região afetada e necessidade de atividades de contenção por parte dos gestores.                  |
|                            | 5                       | Dano muito severo, com necessidade de ações de tratamento urgente por parte dos gestores da área.                                         |
| <b>Peso 3</b>              |                         |                                                                                                                                           |
| IMPORTÂNCIA                | 1                       | Pouca ou nenhuma importância                                                                                                              |
|                            | 2                       | Baixa importância, com consequências corrigidas naturalmente.                                                                             |
|                            | 3                       | Importância média, com necessidade de atenção dos gestores sobre a atividade.                                                             |
|                            | 4                       | Importância alta, com consequências graves e necessidade de atuação dos gestores da área.                                                 |
|                            | 5                       | Importância muito alta, com graves consequências e necessidade de atuação imediata sobre a área.                                          |
| <b>Peso 5</b>              |                         |                                                                                                                                           |
| PROBABILIDADE              | 1                       | Probabilidade baixíssima ou nula de ocorrência                                                                                            |
|                            | 2                       | Baixa probabilidade de ocorrência.                                                                                                        |
|                            | 3                       | Probabilidade média de ocorrência, merecendo atenção por parte dos gestores.                                                              |
|                            | 4                       | Alta probabilidade de ocorrência, com necessidade de planos de controle da atividade/impacto.                                             |
|                            | 5                       | Altíssima probabilidade ou certeza de ocorrência, com necessidade de planos de controle imediatos por parte dos gestores.                 |
| <b>Peso 1</b>              |                         |                                                                                                                                           |
| REVERSIBILIDADE            | 5                       | Impacto reversível, seja com atividades humanas de restauração ou por meios naturais.                                                     |
|                            | 20                      | Impacto irreversível ou com tempo muito longo de reversibilidade.                                                                         |
| <b>Classificação final</b> |                         |                                                                                                                                           |
| Até 30 pontos              |                         | Impacto pouco significativo. Não há necessidade de medidas mitigadoras, com a possibilidade de autorrecuperação da área afetada.          |
| 30 a 50 pontos             |                         | Impacto Significativo. Porém com menores consequências. Necessita de medidas de controle/monitoramento/mitigação em médio ou longo prazo. |
| Acima de 50 pontos         |                         | Impacto muito significativo. Com necessidade de ações imediatas ou em curto prazo, para recomposição da área.                             |

Fonte: Ribeiro *et al.*(2012) Sanches (2013).

#### **4.4 Fase 3: Análise das Respostas: Ações da sociedade e do poder público**

##### **4.4.1 Etapa I: Levantamento dos programas e propostas (leis) existentes.**

Nesta etapa foi realizado o levantamento dos principais programas nas esferas: Federal, Estadual e Municipal buscando preencher as lacunas em relação às respostas existentes para os impactos encontrados.

##### **4.4.2 Etapa II: Análise crítica descritiva dos resultados obtidos diante da metodologia proposta.**

Na análise descritiva houve a sistematização dos resultados obtidos no decorrer do trabalho (revisão de literatura, visitas de in loco, matriz de impactos) com o objetivo de avaliar a aplicação da metodologia proposta.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Fase 1: Levantamento das Pressões e do Estado da área de estudo

#### 5.1.1 Etapa I: revisão sistemática da literatura:

O resultado da busca executada nas fontes selecionadas contabilizou 42 artigos, sendo que houveram dois artigos que apareceram mais de uma vez. Sendo assim, o número real de artigos encontrados foram 39. O agrupamento foi feito pelo ano de publicação crescente e o título dos mesmos, conforme exposto no quadro 3.

**Quadro 3 - Agrupamento primário dos artigos**

| Ano  | Título                                                                                                                                                                                                                 |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2008 | Spatial and temporal patterns and their influence on fish community at Itupararanga Reservoir, Brazil.                                                                                                                 |
| 2009 | The fish community of the Sorocaba River Basin in different habitats (State of São Paulo, Brazil)                                                                                                                      |
| 2010 | Spectral characterization of water in Itupararanga reservoir, SP, from hyperspectral Hyperion images and derivative analysis                                                                                           |
| 2010 | Weathering rates at Alto Sorocaba basin, Brazil, using U-isotopes and major cations                                                                                                                                    |
| 2011 | Seasonal variation of phytoplankton functional groups in the arms of a tropical reservoir with multiple uses (SP, Brazil)                                                                                              |
| 2012 | Relationship between space distribution of the benthic macroinvertebrates community and trophic state in a Neotropical reservoir (Itupararanga, Brazil)                                                                |
| 2012 | Population structure, condition and diet of <i>Oligosarcus paranensis</i> (Menezes & Gery, 1983) (Osteichthyes: Characidae) at two reservoirs in South Brazil                                                          |
| 2012 | Mechanical Erosion in a Tropical River Basin in Southeastern Brazil: Chemical Characteristics and Annual Fluvial Transport Mechanisms                                                                                  |
| 2013 | The influence of land use and occupation on the quality and genotoxicity of water in the Itupararanga Reservoir, São Paulo, Brazil                                                                                     |
| 2013 | Structure and dynamics of the community of periphytic algae in a subtropical reservoir (state of São Paulo, Brazil)                                                                                                    |
| 2013 | The fish fauna in tropical rivers: the case of the Sorocaba river basin, Sao Paulo, Brazil                                                                                                                             |
| 2013 | Temporal and spatial variation of limnological variables and biomass of different macrophyte species in a Neotropical reservoir (São Paulo - Brazil)                                                                   |
| 2013 | Spatial and seasonal distribution of macroinvertebrates in high altitude reservoir (Beyler reservoir , Turkey)                                                                                                         |
| 2013 | Organic matter cycling in a Neotropical reservoir: effects of temperature and experimental conditions/Ciclagem de matéria orgânica em um reservatório Neotropical: efeito da temperatura e das condições experimentais |
| 2013 | Environmental fragility evaluation and guidelines for environmental zoning: a study case on                                                                                                                            |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | Ibiuna (the Southeastern Brazilian region)                                                                                                                                                                                                              |
| 2014 | Study of the natural diet of the fish fauna of a centenary reservoir, São Paulo, Brazil                                                                                                                                                                 |
| 2014 | Spatial and temporal heterogeneity in a subtropical reservoir and their effects over the benthic macroinvertebrate community                                                                                                                            |
| 2014 | Fish assemblage in a semi-arid Neotropical reservoir: composition, structure and patterns of diversity and abundance/Assembleia de peixes de um reservatório no semiárido Neotropical: composição, estrutura e padrões de diversidade e abundância      |
| 2014 | Implication of anaerobic and aerobic decomposition of Eichhornia azurea (Sw.) Kunth. on the carbon cycling in a subtropical                                                                                                                             |
| 2015 | Heterogeneidade espacial e temporal de variáveis limnológicas no reservatório de Itupararanga associadas com o uso do solo na Bacia do Alto Sorocaba-SP                                                                                                 |
| 2015 | Distribution of Archaeal and Bacterial communities in a subtropical reservoir                                                                                                                                                                           |
| 2015 | Ecological assessment of a southeastern Brazil reservoir /Avaliação Ecológica de um reservatório no sudeste do Brasil                                                                                                                                   |
| 2015 | Bacterial diversity from environmental sample applied to bio-hydrogen production                                                                                                                                                                        |
| 2015 | Organic farm does not improve neither soil, or water quality in rural watersheds from southeastern Brazil                                                                                                                                               |
| 2015 | Review of Soil and Water Assessment Tool (SWAT) applications in Brazil: Challenges and prospects                                                                                                                                                        |
| 2016 | Can a one-sampling campaign produce robust results for water quality monitoring? A case of study in Itupararanga reservoir, SP, Brazil                                                                                                                  |
| 2016 | Comparing two biological indexes using benthic macroinvertebrates: positive and negative aspects of water quality assessment                                                                                                                            |
| 2016 | Trophic State Evolution over 15 Years in a Tropical reservoir with Low Nitrogen Concentrations and Cyanobacteria Predominance                                                                                                                           |
| 2016 | Chemical weathering rates and atmospheric/soil CO <sub>2</sub> consumption of igneous and metamorphic rocks under tropical climate in southeastern Brazil                                                                                               |
| 2016 | Morphometric characteristics and implications in sediment accumulation in reservoirs: the case of Hedberg dam, Ipero/SP/Características morfométricas e suas implicações no acúmulo de sedimentos em reservatórios: O caso da represa Hedberg, Ipero/SP |
| 2017 | Richness and distribution of aquatic macrophytes in a subtropical reservoir in São Paulo, Brazil                                                                                                                                                        |
| 2017 | Avaliação dos Fluxos das principais 8 espécies químicas dissolvidas no rio Sorocaba (sp)                                                                                                                                                                |
| 2017 | Nitrogen and phosphorus in cascade multi-system tropical reservoirs: water and sediment                                                                                                                                                                 |
| 2017 | Evaluation of the Ecotoxicological Effects of Microcystis aeruginosa and Cylindrospermopsis raciborskii on Ceriodaphnia dubia Before and After Treatment with Ultrasound                                                                                |
| 2017 | Environmental fragility framework for water supply systems: a case study in the Paulista Macro Metropolis area (SE Brazil)                                                                                                                              |
| 2017 | Abundance and Co-Distribution of Widespread Marine Archaeal Lineages in Surface Sediments of Freshwater Water Bodies across the Iberian Peninsula                                                                                                       |
| 2018 | Spatial distribution, bioavailability, and toxicity of metals in surface sediments of tropical reservoirs, Brazil                                                                                                                                       |
| 2018 | The Effects of Sediment Classification Pattern on a Water Column Organism, Ceriodaphnia dubia                                                                                                                                                           |
| 2018 | Effects of land use and land cover on water quality of low-order streams in Southeastern Brazil: Watershed versus riparian zone                                                                                                                         |

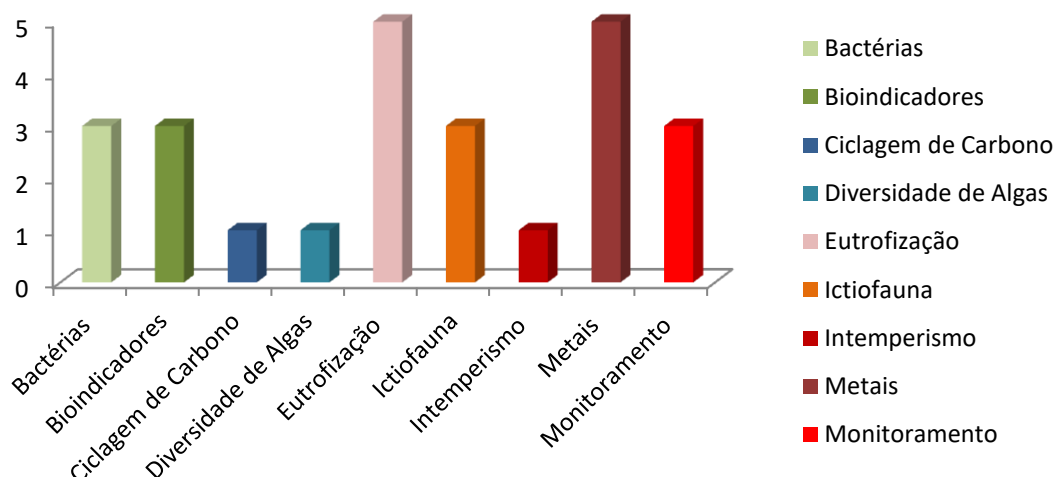
**Fonte:** Elaborado pela autora, 2018.

Posteriormente fez-se a leitura do resumo e das palavras chaves, separando-os pela temática como sugerem Lira e Tedesco (2015) e Dutra (2018). Neste processo foram excluídos

os artigos que não tratavam da área de estudo ou que não abordava a temática da pesquisa, ou seja, a qualidade da água e uso e ocupação do solo no reservatório de Itupararanga.

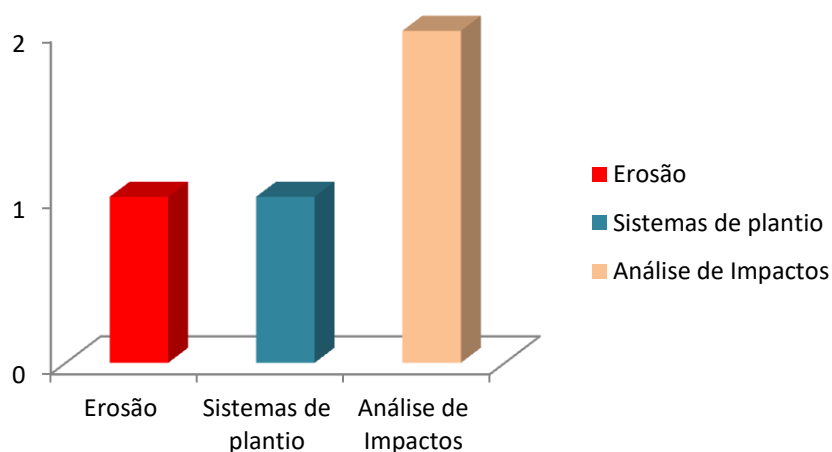
Restaram 29 artigos que foram classificados pela temática e agrupados em subtemas de acordo com o resumo e as palavras-chave (Figuras 4 e 5).

**Figura 4** - Qualidade da água (Tema pesquisado x quantidade numérica de artigos)



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2018.

**Figura 5** - Uso e Ocupação do Solo (Tema pesquisado x quantidade numérica de artigos)



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2018.

Esta divisão foi realizada para facilitar o processo de consulta dos artigos e compreensão da abordagem de cada um. Foram selecionados os artigos que realizaram análises químicas,

físicas e biológicas da água do reservatório no mesmo estudo. Sendo assim, realizou-se a leitura de todos os artigos e a compilação dos resultados como sugerem os autores Conforto *et al.*(2011).

#### 5.1.1.2 Qualidade da água

Nos dados referentes à qualidade da água, destacam-se os estudos realizados por Beghelli *et al.*(2012), Taniwaki *et al.* (2013), Frascareli *et al.*(2015), Beghelli *et al.* (2016), Frascareli *et al.*(2018), quadro (4), por realizarem análises físicas, químicas e biológicas do reservatório, compreendendo água e sedimentos.

**Quadro 4** - Compilação dos resultados em relação a qualidade da água.

| Autores                         | Variáveis                                                                                 | Período                                        | Nº de pontos de coleta. | Qualidade da Água |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|-------------------|
| Beghelli <i>et al.</i> (2012)   | Temp, pH, OD, CE, PT, NT, IET, matéria orgânica do sedimento e composição granulométrica. | 2009 e 2010 (estação úmida) 2010(estação seca) | Três                    | Baixa             |
| Taniwaki <i>et al.</i> (2013)   | Temp, pH, CE,OD, PT, Cl-a, Transparência da água e nitrato.                               | 2010                                           | Seis                    | Baixa             |
| Frascareli <i>et al.</i> (2015) | Temp, Ph, CE, OD, PT e NT, Cl-a, e IET.                                                   | Período seco e chuvoso de 2013.                | Seis                    | Baixa             |
| Beghelli <i>et al.</i> (2016)   | Temp, pH, OD, CE, NT, PT, matéria em suspensão e coliformes fecais.                       | 2013                                           | Cinco                   | Baixa             |
| Frascareli <i>et al.</i> (2018) | OD, pH, CE, Temp e potencial redox Análise de sedimentos.                                 | 2015                                           | —                       | —                 |

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2018.

**Legenda:** Temp (temperatura), Ph (Potencial Hidrogeonico); CE (Condutividade elétrica),OD (Oxigênio Dissolvido), PT (Fósforo Total), NT (Nitrogênio Total), Cl-a ( Clorofila-a), IET (Índice de Estado Trófico).

Os parâmetros: Oxigênio Dissolvido (OD), Coliformes Fecais, pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrogênio Total, Fósforo Total, Temperatura, Turbidez e Resíduos totais possibilitam inferir a qualidade da água através da utilização do Índice de Qualidade da Água (IQA), o qual é utilizado no monitoramento da qualidade da água,

favorecendo uma avaliação integrada dos parâmetros considerados relevantes para fins de abastecimento público (SIMONETTI, 2018).

Segundo Von Sperling (2005), a análise da DBO representa a quantidade indireta de matéria orgânica presente no corpo d'água e proporciona uma estimativa da quantidade de OD que será consumida para que ocorra a estabilização da matéria orgânica. A turbidez está associada com a passagem de luz, assim sendo, quanto mais turvo o aspecto da água, maior turbidez, fator este dado pelas partículas orgânicas e inorgânicas que dificulta a entrada de luz contribuindo para o processo de eutrofização (ESTEVES, 2011; SIMONETTI, 2018; VON SPERLING, 2005).

O Índice do Estado Trófico (IET) permite classificar os diferentes graus de trofia nos corpos d'água, uma vez, que o constante aporte de nutrientes nos ambientes provoca alteração das suas características, afetando o uso destes recursos (SIMONETTI, 2018; ESTEVES, 2011). O fósforo e o nitrogênio são elementos essenciais para os organismos aquáticos, podendo atuar como um elemento limitante à produção primária (ESTEVES, 2011; SIMONETTI, 2018).

Os autores Beghelli *et al.* (2016), realizaram uma análise rápida e abrangente do reservatório, utilizando variáveis físicas, químicas e biológicas, compreendendo água e sedimentos. De forma geral os resultados possibilitaram aos autores inferir que as águas são alcalinas, bem oxigenadas, possuem valores moderados de condutividade elétrica e transparência, bem como baixas quantidades de matéria em suspensão. O teste de genotoxicidade constatou a presença de toxinas ao longo do reservatório. Foram percebidas altas concentrações de coliformes fecais e prevalência de cianobactérias, que são potenciais produtores de toxinas, na comunidade fitoplanctônica.

O estudo realizado por Frascareli (2015) determinou a heterogeneidade sazonal e espacial nas águas superficiais do reservatório Itupararanga e verificou a influência dos usos do entorno sobre a qualidade da água do reservatório. Os resultados obtidos demonstraram heterogeneidade sazonal e espacial em relação ao IET e às variáveis limnológicas. Por meio da análise de agrupamento com os dados de qualidade de água e uso e ocupação dos solos, foi comprovada a heterogeneidade espacial ao comparar o resultado dos parâmetros com a resolução CONAMA 357/05, constatando-se também que o fósforo total não esteve em conformidade.

Taniwaki *et al.*(2013) realizaram a análise da influência do uso da terra na qualidade e genotoxicidade da água no reservatório, sendo que este foi classificado como eutrófico na maioria das estações de amostragem, onde foram encontradas baixa diversidade de organismos bentônicos. Entre as variáveis que mais contribuíram para as alterações genéticas e qualidade da água estão a ausência de mata ciliar, o solo nu e ocupação urbana.

Em todos os estudos foram relatados um cenário de eutrofização e toxicidade. De acordo Frascareli *et al.*(2015) este resultado é preocupante, uma vez, que a eutrofização artificial pode causar perdas econômicas, sociais e ambientais.

O estudo desenvolvido por Simonetti (2018) também analisou a qualidade da água do reservatório de Itupararanga e nos rios que compõem a Bacia Hidrográfica do Alto Sorocaba no período de tempo entre 2016 a 2018. Os pontos amostrais foram distribuídos na cabeceira da represa, compreendendo os rios formadores do reservatório, bem como sete pontos distribuídos ao longo do reservatório, contemplando o exutório dos rios formadores até a barragem e também o alto curso do rio Sorocaba.

O estudo realizou a comparação dos resultados obtidos tanto na análise de metal como nos valores encontrados no IQA com a resolução CONAMA 357/05. Os resultados obtidos na análise de metais apresentaram valores de Chumbo (Pb) além do permitido no ponto amostral localizado na cabeceira (Una), e nos pontos amostrais inseridos no reservatório, sendo RI-3, RI-5 e RI-6 (tabela 5). De acordo Simonetti (2018), os resultados encontrados são similares aos do estudo realizado por Rosa *et al.* (2015) entre os anos de 2007 e 2008, que também detectaram a presença de chumbo no reservatório. Vale ressaltar que o chumbo é um elemento empregado na indústria para os mais variados fins e em concentrações superiores ao permitido, pode ocasionar efeitos deletérios para saúde humana (CARVALHO *et al.*,2003; SANTOS *et al.*, 2012).

**Tabela 5-** Pontos amostrais

F

| <b>Corpo d'água</b>          | <b>Pontos amostrais</b> |                         |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                              | <b>Sigla</b>            | <b>Coordenada (UTM)</b> |
| Rio Una                      | Una                     | 273247 E - 7382837 N    |
| Rio Sorocabuçu               | Sb                      | 274538 E - 7381871 N    |
| Rio Sorocamirim              | Sm                      | 276672 E - 7385460 N    |
| Reservatório de Itupararanga | RI-1                    | 272405 E - 7385425 N    |
|                              | RI-2                    | 270728 E - 7389390 N    |
|                              | RI-3                    | 262721 E - 7385604 N    |
|                              | RI-4                    | 261745 E - 7387038 N    |
|                              | RI-5                    | 257614 E - 7384245 N    |
|                              | RI-6                    | 255252 E - 7384972 N    |
|                              | RI-7                    | 256418 E - 7386293 N    |
| Rio Sorocaba                 | Soro                    | 250907 E - 7392655 N    |

onte: Simonetti, 2018.

Os resultados para o IQA esteve na categoria Bom e Excelente em todos os pontos amostrados. Contudo, assim como visto nos estudos de Cunha *et al.*(2013), Lopes *et al.*(2008) e Simonetti (2018) o IQA, podem mascarar a real qualidade da água, uma vez que um parâmetro isolado que se apresente em desconformidade com a legislação, pode ser facilmente equalizado pelo índice, não refletindo assim o legítimo estado de qualidade.

Observa-se a incompatibilidade dos resultados obtidos com IQA quando comparados com os índices referentes ao estado trófico e índice de vida aquática que apresentaram resultados bastante preocupantes, sendo o IET categorizado como Hipereutrófico em todos os pontos. O Índice de Vida Aquática (IVA) realizado no período chuvoso foi classificado como Péssimo para o rio Sorocabuçu e Ruim para os demais pontos amostrados.

Os autores Beghelli *et al.*(2012), Beghelli *et al.*(2014), Taniwaki *et al.* (2013), Frascareli *et al.* (2015) Beghelli *et al.* (2016) mostraram que o reservatório de Itupararanga está comprometido em relação a qualidade da água e ao sedimento. O estudo de Frascareli *et al.*(2018) identificou significativas fontes de poluição a montante do reservatório, resultado este esperado para reservatórios com influência antrópica ou insumos de águas residuais. Havendo necessidade de implantação de ações para o manejo, a fim de garantir a sua sustentabilidade.

#### 5.1.1.3 Uso e ocupação do solo

Os trabalhos dos autores: Sardinha *et al.*(2010), Conceição *et al.*(2011), Taniwaki *et al.*(2013) e Frascareli *et al.* (2015), relatam que o desenvolvimento urbano e a intensiva atividade agrícola na bacia hidrográfica do Alto Sorocaba, têm degradado continuamente a qualidade da água e do solo.

O estudo realizado por Rosa *et al.*(2015) também identificou impactos e poluições advindas dos diversos usos do entorno do reservatório, tais como lançamento de efluentes das cidades próximas, além de deflúvios agrícolas e urbanos que aportam o reservatório. A análise do uso e ocupação do solo realizada por Simonetti (2018) demonstrou aproximadamente a extensão de 122,75 km<sup>2</sup> nas sub-bacias e reservatório direcionados para atividade agrícola e 180,62 km<sup>2</sup> de ocupação. De acordo com a autora, esses valores são altamente expressivos para a Área de Preservação Ambiental de Itupararanga. (tabela 6 figura 6).

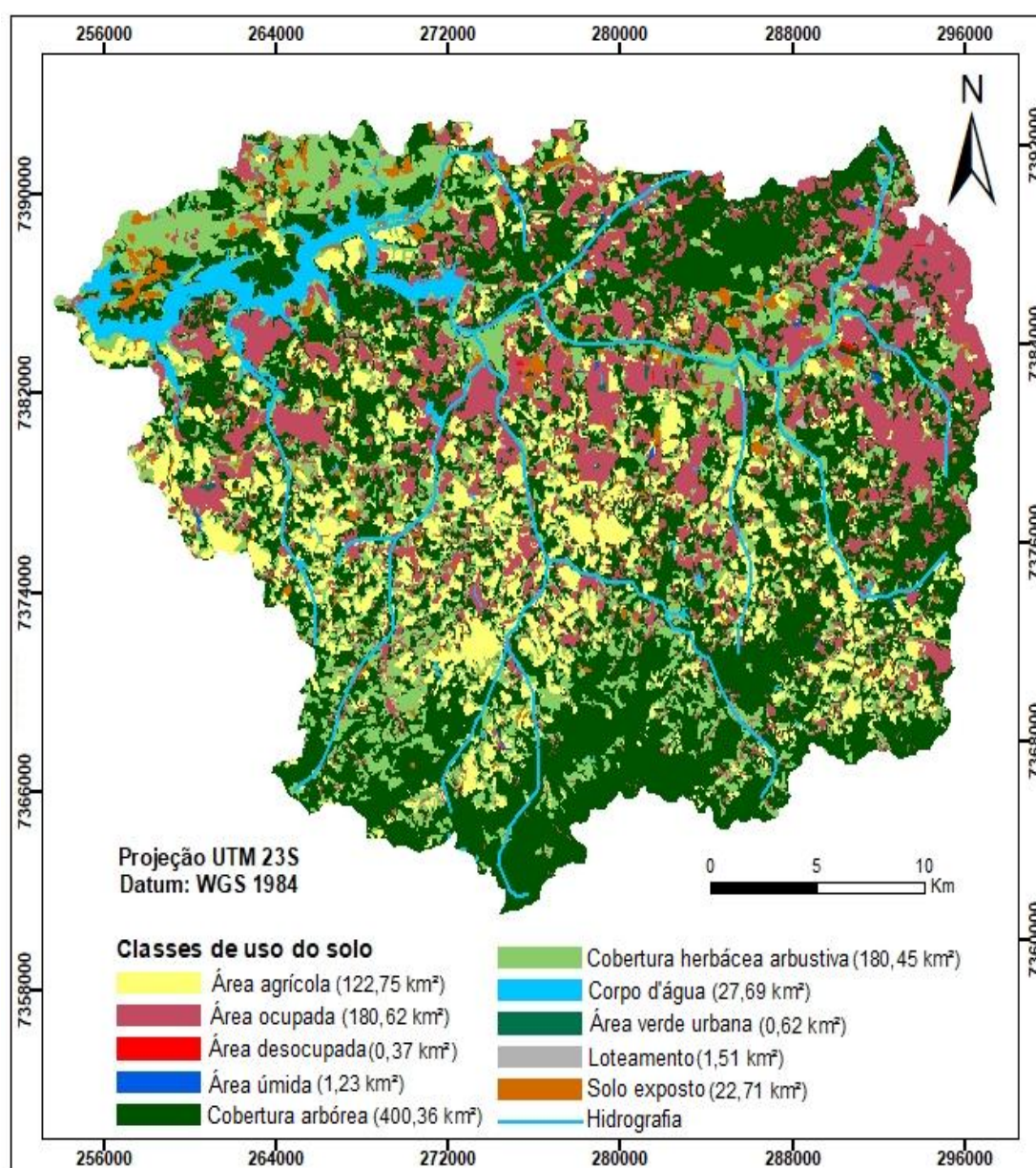
**Tabela 6-** Análise quantitativa das classes de uso de solo divididas por sub-bacias

| Classes de usos                       | Reservatório    |       | Una             |       | Sorocabuçu      |       | Sorocamirim     |       |
|---------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|
|                                       | Km <sup>2</sup> | %     | Km <sup>2</sup> | %     | Km <sup>2</sup> | %     | Km <sup>2</sup> | %     |
| <b>Agricultura</b>                    | 33,73           | 13,78 | 15,87           | 16,56 | 30,61           | 15,26 | 39,79           | 10,71 |
| <b>Área ocupada</b>                   | 34,11           | 15,30 | 16,93           | 16,63 | 18,78           | 9,36  | 103,06          | 27,74 |
| <b>Área desocupada</b>                | *               | *     | *               | *     | 0,05            | 0,11  | 0,26            | 0,07  |
| <b>Área úmida</b>                     | 0,19            | 0,09  | *               | *     | 0,04            | 0,08  | 0,81            | 0,22  |
| <b>Cobertura arbórea</b>              | 71,12           | 31,90 | 36,65           | 38,24 | 114,93          | 57,28 | 159,17          | 45,85 |
| <b>Cobertura herbácea – arbustiva</b> | 51,89           | 23,28 | 25,44           | 26,54 | 34,04           | 16,97 | 57,39           | 15,45 |
| <b>Corpo hídrico</b>                  | 25,04           | 11,23 | 0,61            | 0,64  | 0,49            | 0,24  | 1,35            | 0,36  |
| <b>Espaço verde urbano</b>            | 0,17            | 0,08  | *               | *     | 0,09            | 0,05  | 0,35            | 0,10  |
| <b>Loteamento</b>                     | 0,08            | 0,03  | *               | *     | 0,04            | 0,02  | 1,39            | 0,37  |
| <b>Solo exposto</b>                   | 9,59            | 4,30  | 1,34            | 1,40  | 1,47            | 0,73  | 7,91            | 2,13  |

**Fonte:**  
Simonetti, 2018.

**Legenda:**  
Dimensão quantitativa das classes de uso do solo pelas sub-bacias que compõem a APA.

**Figura 6** - Uso e ocupação do solo da APA de Itupararanga



Fonte: Simonetti, 2018.

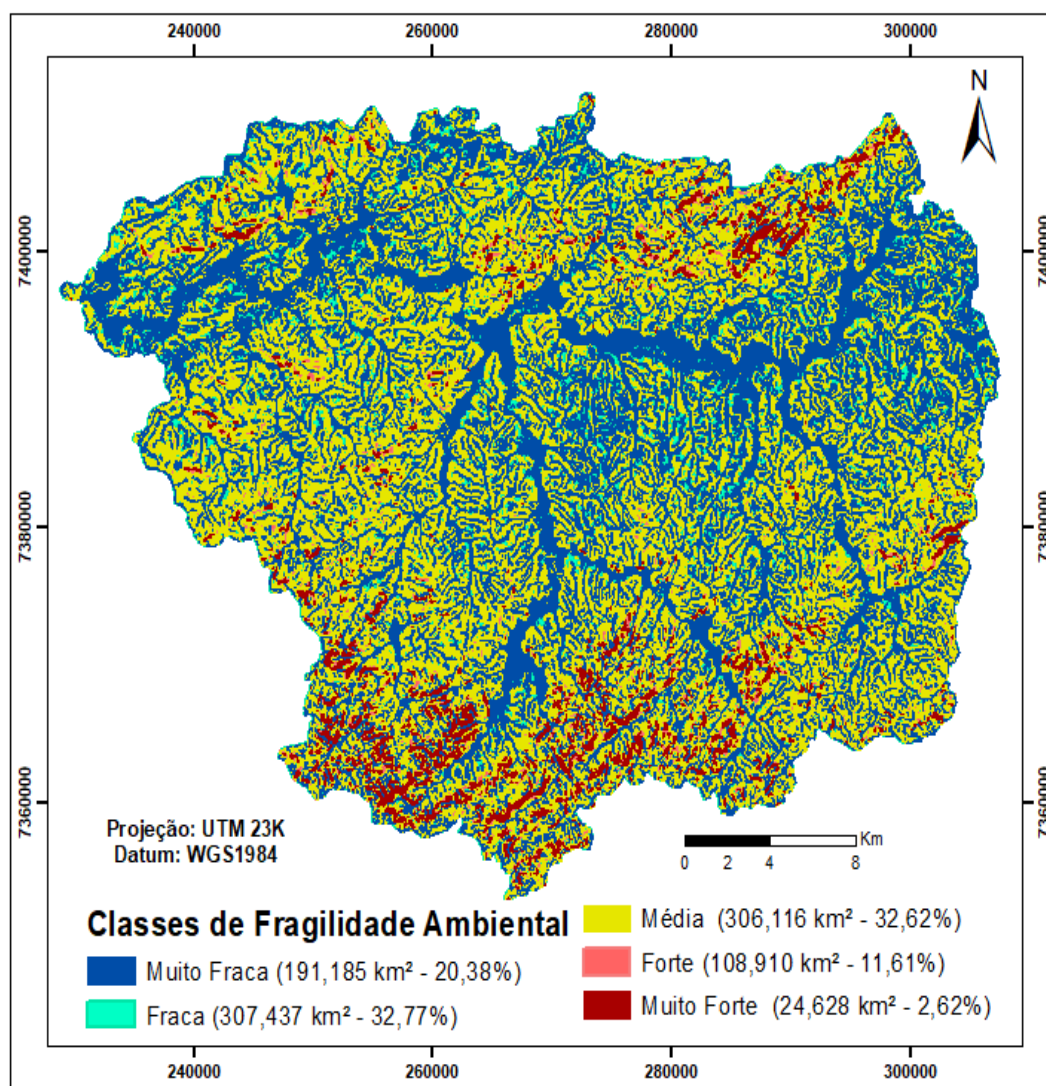
De acordo com Salles *et al.*(2008) a vegetação nativa ao redor do reservatório é o componente ambiental que mais sofre com as pressões antrópica, devido à utilização das terras para a agricultura (principalmente hortifrutigranjeiras), chácaras e residências.

Os autores Manfré *et al.*(2011) e Taniwaki *et al.*(2013) apresentam como impactos negativos no reservatório a supressão de vegetação, ocupação das margens por condomínios fechados, pequenas fazendas e pastagens, bem como, descargas de esgoto. Para Tiecher *et*

al.(2013) o arraste de sedimentos de fontes agrícolas tem sido causas de poluição difusa em bacias hidrográficas.

Outro dado importante apresentado por Simonetti (2018) para entender a dinâmica do APA, foi o mapa de fragilidade ambiental (figura 7).

**Figura 7-** Mapa de fragilidade ambiental da APA



**Fonte:** Simonetti, 2018.

Os resultados encontrados revelaram:

Que 53,15% da APA está inserida na categoria Muito Baixa e Baixa Fragilidade, enquanto 46,85% apresenta-se nas classes Média, Alta e Muito fragilidade. No tocante às áreas de APP, às classes totalizaram 36,07%. A análise do uso e ocupação do solo revelou uma intensa atividade agrícola, correspondendo a uma extensão de 122, 75 Km². Quanto à análise das Classes de Riscos das Apps, foi

possível inferir que 77,37% possuem cobertura vegetal. Os riscos obtidos indicaram que 15,46% das APPs apresentaram um risco Muito Baixo, Baixo (4,33), Médio (2,39%), Alto (0,42%) e Muito Alto (0,03%) (SIMONETTI, 2018).

Os valores correspondentes às Classes de Risco foram categorizados quanto ao grau de risco de carregamento de sedimentos aos corpos d'água em função da ausência de mata ciliar bem como os diferentes usos do solo em suas extensões, considerando a distância da faixa marginal de APP de 100 metros para reservatórios com fins de abastecimento público e 30 metros para rios com menos de 10 metros de extensão (SIMONETTI, 2018).

Dessa forma, o levantamento da fragilidade ambiental, descrito por Manfré *et al.* (2013), Reis e Costa (2017) é uma importante ferramenta de decisão para os formuladores de políticas de gestão específicas, pois ajudam a quantificar a sensibilidade ambiental e a entender a relação entre as atividades humanas, qualidade e degradação ambiental local, além de promover a melhoria e maior efetividade das ações de restauração e recuperação.

#### 5.1.2. Etapa II: Caracterização dos Municípios pertencentes à APA.

##### 5.1.2.1 Contextualização Histórica

##### **Ibiúna:**

Datada no século XVIII, a construção de uma capela em homenagem à N. Sra. das Dores de Una tornou-se fator de atração de lavradores que chegaram à região e promoveram o crescimento do vilarejo. A localidade servia, também, de entreposto para tropeiros, que se dirigiam ao sul e a São Paulo. Em 1811 tornou-se freguesia do município de São Roque, em 1857 passou a vila. Em 1944 recebeu o nome de Ibiúna, cujo significado em tupi é “terra preta”. No início a base socioeconômica do município era direcionada para agricultura de subsistência, contudo, a partir de 1857, novos lavradores afluíram à região dedicando-se ao extrativismo vegetal (produção de carvão e madeira de lei) e mineral (exploração de areia e argila). No entanto a fase de maior “desenvolvimento” deu-se com a imigração Japonesa, cujos membros se concentraram em grande parte de Ibiúna, iniciando a formação de chácaras voltadas a produção hortifrutigranjeira, de grande importância no chamado cinturão verde da Grande São Paulo (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2010; IBGE, 2018).

### **São Roque:**

O povoado da atual cidade de São Roque teve início numa fazenda, na segunda metade do século XVII, onde cultivavam trigais e vinhedos com uso de mão de obra indígena. Em 1768 o povoado inicial foi elevado a freguesia do município de Santana de Parnaíba, passando à categoria de vila em 1832. A ampliação da vila e diversificação de lavouras deu-se pela importação de escravos africanos. Mais tarde, imigrantes italianos e portugueses cobriram as encostas dos morros com vinhedos, instalaram suas adegas e transformaram São Roque na famosa 'terra do vinho'. A partir de 1936, com o impulso governamental (cooperação e a assistência técnica), essa cultura constituiu-se, definitivamente, como uma das principais atividades econômicas do município (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2010; IBGE, 2018).

### **Mairinque:**

A cidade de Mairinque deve sua existência à Estrada de Ferro Sorocabana. A ferrovia foi, entre outras coisas, responsável pela construção de vários quarteirões de moradias para alojar as famílias de seus empregados. A cidade viveu em função da ferrovia até o início da imigração japonesa, que daria grande impulso à agricultura local.

A Vila executou diversas obras importantes, tais como a primeira obra de concreto armado no Brasil, que foi a estação da ferrovia, cuja arquitetura avançada com água encanada, rede de esgotos, uma estação de tratamento de resíduo alicerçado na melhor técnica da época e iluminação a gás, existe até hoje (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2010; IBGE, 2018).

Em 1908 transformou-se em distrito do município de São Roque e, em 1930, a oficina da Estrada de Ferro Sorocabana foi transferida para Sorocaba. Com essa mudança, a Vila iniciou uma queda no desenvolvimento, chegando quase a desaparecer. Em 1953, foi tentada pela primeira vez a emancipação política do Distrito, fracassando porque ainda não havia condições para a instalação. Em 1958, com o apoio de toda a população foi criado o Município de Mairinque, através da Lei nº 5285, de 18 de fevereiro de 1959.

### **Alumínio**

A história do município de Alumínio iniciou por ocasião da construção da Cia. Sorocabana de Estrada de Ferro. Em 1941 uma família de imigrantes portugueses iniciou a construção da fábrica de alumínio com a perspectiva de exploração do minério da bauxita,

para a produção de alumínio. Em 1955, iniciaram as atividades da fábrica, a Companhia Brasileira de Alumínio (C.B.A), empresa hoje conhecida mundialmente. Com a instalação da C.B.A, o bairro passou a chamar-se Alumínio, assim como a Estação Ferroviária. Entretanto, continuou a pertencer ao município de Mairinque. O município foi criado em 1991 (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2010; IBGE, 2018).

### **Cotia:**

Apesar de a comemoração do seu aniversário contar apenas a partir de da emancipação político-administrativa em 1856, Cotia é uma das mais antigas localidades ocupadas no planalto paulista. A origem de Cotia está ligada ao apresamento de índios. Cotia foi um dos polos de produção de trigo com grande mão de obra indígena (para fornecimento de RJ e SP). Abastecia tropas entre portugueses e holandeses. Surgiu como uma pequena povoação chamada Acutia, na beira da estrada de mesmo nome, que ligava São Paulo a Sorocaba. Em 1713, o povoado consolidou-se ao redor da capela de Nossa Senhora do Monte Serrat. Em 1723 a capela foi elevada a freguesia do Município de São Paulo. Algumas crônicas datadas de 1842 assinalam a sua participação como lugar escolhido para o acampamento das forças liberais, durante o levante chefiado pelo Padre Feijó e pelo Brigadeiro Tobias. Em 1856, quando passou a vila, recebeu a denominação atual (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2010; IBGE, 2018).

### **Vargem Grande Paulista:**

O nome da cidade expressa sua topografia: lugar plano ou planície extensa. Formou-se por volta de 1983, às margens do Ribeirão Vargem Grande. O antigo povoado tornou-se bairro do município de Cotia e, em 1964, em um de seus distritos. Os setores que mais se destacaram em sua economia foram o industrial e o agrícola, especialmente a produção de hortifrutigranjeiros. Em 1981 tornou-se município autônomo ocasião em que recebeu sua atual denominação (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2010; IBGE, 2018).

### **Piedade:**

Datada do século XIX a formação do município deu-se pelo deslocamento, de várias famílias vindas, sobretudo de Sorocaba que se estabeleceram na margem esquerda do Rio Pirapora, constituindo um pequeno povoado onde, por volta de 1835, foi construída uma

capela dedicada a Nossa Senhora da Piedade. Em 1847 criou-se como freguesia do município de Sorocaba e tornou-se vila em 1857; no entanto, com desenvolvimento bastante lento, até o ano de 1907. Os caminhos que a ligavam a Sorocaba eram bastante precários e o transporte de pessoas ou mercadorias se restringia, até então, ao “lombo de burro”. A situação somente se alterou a partir de 1934, quando passou a ter uma ligação direta com a capital do Estado, imprimindo um novo ritmo a seu crescimento (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2010; IBGE, 2018).

### **Votorantim:**

O início da exploração e povoamento de Votorantim aconteceu em meados do século XVII, com a produção rural de cana e instalação da primeira moenda, utilizando-se do trabalho de índios escravizados. Em 1890, foi implantado o primeiro empreendimento industrial na região pelo Banco União de São Paulo em parceria com os ingleses. O desenvolvimento permaneceu estagnado por um longo período, vivendo apenas da agricultura de subsistência e da pecuária em pequena escala. Fatores físicos como o potencial hidrográfico e a topografia de Votorantim foram de notória importância para a consolidação de seu desenvolvimento, tendo em vista que favoreceram investimentos hidroelétricos, como a usina de Itupararanga, inaugurada em 1.914, considerada de grande porte para a época, cuja energia gerada seguia na totalidade para a cidade de São Paulo.

#### **5.1.2.2 Contextualização ambiental**

Atualmente uma parcela territorial destes municípios integra (quadro 5) a APA Itupararanga. O município de Ibiúna é o maior em área territorial com 52,3 % destas áreas inseridas na APA, composto por uma paisagem heterogênea formada por florestas, tipos de cobertura urbana e agricultura, sendo o município com maior percentual de áreas direcionadas para atividade agrícolas. Destacando-se a horticultura, que abastece grande parte da região metropolitana de São Paulo (SILVA, 2008; TEIXEIRA *et al.*, 2009; FREITAS *et al.*, 2010; SIMONETTI, 2018).

O município de Vargem Grande Paulista, possui 85,45% do seu território inserido na APA, sendo 0,7% destinada a atividade agrícola. É o município com maior densidade

demográfica e o terceiro maior em população urbana; no entanto, coleta somente 29% do esgoto e trata 28% (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2010, SIMONETTI, 2018).

Os municípios de São Roque, Mairinque, alumínio realizam a coleta de 44%, 75% e 68% respectivamente de esgoto, todavia realizam 8% de tratamento, um fato preocupante, tendo em vista as possíveis alterações na qualidade da água, pelo aumento e acúmulo de matéria orgânica, fator esse que está intrinsecamente relacionado ao despejo de esgoto doméstico (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2010, MARTINS *et al.*, 2018, SIMONETTI, 2018).

Sendo assim, no tocante a coleta seletiva e tratamento de esgoto, nenhum dos municípios possui 100% de coleta e tratamento. Sobressaindo-se o município de Votorantim, que contempla 98% de coleta e tratamento de esgoto (SIMONETTI, 2018). Apesar de não ser apresentado no quadro 5 valores para o tratamento de esgoto do município de Alumínio, foi inaugurada no ano de 2018 a estação de tratamento de esgoto (ETE) do município com a capacidade de tratar 36 litros por segundo, com eficiência de 96% e estimativa de atender 17.940 habitantes, retirando 269 toneladas de carga orgânica por ano dos ribeirões e córregos que cortam a cidade (SABESP, 2019).

**Quadro 5-** Informações dos municípios pertencentes à APA Itupararanga

| Municípios                | População<br>(2017 *) | População<br>Urbana | Densidade<br>Demográfica | Área<br>Territorial | Área da<br>APA | Área<br>Agrícola | Coleta<br>Esgoto | Tratamento<br>Esgoto | Eficiência | Carga<br>Poluidora<br>(potencial) | Carga<br>Poluidora<br>(remanescente) |
|---------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|----------------|------------------|------------------|----------------------|------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
|                           | Hab.                  |                     | Hab./km <sup>2</sup>     | km <sup>2</sup>     |                | %                |                  |                      |            | Kg DBO/ dia                       |                                      |
| <b>Vargem G. Paulista</b> | 50.346                | 49.542              | 1.102,10                 | 42,489              | 85,45          | 0,70             | 29               | 28                   | 80         | 2.675                             | 2.501                                |
| <b>Ibiúna</b>             | 77.566                | 26.974              | 67,31                    | 1058,082            | 52,33          | 55,50            | 40               | 96                   | 90         | 1.457                             | 933                                  |
| <b>São Roque</b>          | 88.473                | 79.366              | 256,82                   | 306,908             | 35,22          | 7,20             | 44               | 0                    | **         | 4.286                             | 4.286                                |
| <b>Votarántim</b>         | 119.898               | 114.302             | 591,04                   | 183,517             | 26,51          | 17,70            | 98               | 98                   | 82         | 6.172                             | 1.328                                |
| <b>Cotia</b>              | 237.750               | **                  | 620,81                   | 323,994             | 24,79          | 2,30             | 81               | **                   | **         | **                                | **                                   |
| <b>Mairinque</b>          | 46.567                | 37.166              | 205,53                   | 210,149             | 24,50          | 6,90             | 75               | 0                    | **         | 2.007                             | 2.007                                |
| <b>Alumínio</b>           | 18.324                | 15.262              | 201,28                   | 83,660              | 20,01          | 9,70             | 68               | 0                    | **         | 824                               | 824                                  |
| <b>Piedade</b>            | 55.092                | 25.009              | 69,82                    | 746,868             | 1,93           | 0                | 63               | 96                   | 90         | 1.350                             | 613                                  |

**Fonte:** Adaptado de Simonetti (2018)**Legenda:** \*\*Número não informado.

## 5.2 Fase 2: Análise de Impactos Ambientais:

### 5.2.1 Etapa (I): Identificação dos Impactos elencados na matriz de aspectos e impactos ambientais.

De acordo com Guerra e Cunha (2000), a ocupação urbana desordenada promove a degradação ambiental. A remoção de áreas florestadas altera os processos geoquímicos naturais das margens dos rios, aumentando a compactação e erosão do solo (Vogel *et al.*, 2009). Estudos desenvolvidos por Ribeiro e Lourencetti (2007), Freitas *et al.* (2010), Freire *et al.* (2014) e Espindola *et al.* (2016), citam como principais impactos relacionados a avaliação da qualidade da água: falta de saneamento, uso de pesticidas e contaminação industrial.

No estudo realizado por Salles *et al.* (2008), os principais impactos ambientais que afetam a bacia hidrográfica do Alto Sorocaba são: agricultura intensiva, empreendimentos imobiliários às margens da represa e o lançamento de esgotos domésticos in natura nos corpos d'água. No plano de manejo da APA Itupararanga foram identificados os seguintes impactos: loteamentos que desconsideram critérios ambientais como tratamento de esgotos, manejo adequado do solo e desmatamentos, uso intensivo de irrigação, utilização indiscriminada de agrotóxicos e falta de zoneamento territorial que discipline uso e ocupação do solo (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2010).

Foram recorrentes os estudos que descreveram atividades agrícolas na cabeceira e entorno do reservatório como uma atividade preocupante que demandaria medidas de mitigação dos danos e minimização de possíveis impactos, uma vez que as atividades agrícolas desencadeiam processos como: eutrofização, alteração das características físico, químicas e biológicas do solo e da água, ocupação de áreas de preservação permanente, monoculturas dentre outros (SALLES *et al.*, 2008; FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2010; FRASCARELI *et al.*, 2015).

### 5.2.2 Etapa (II): Ponderação e hierarquização dos impactos

A ponderação dos impactos (quadro 6) foi realizada de acordo com o modelo proposto por Ribeiro *et al.* (2012), onde foram atribuídos valores em uma escala numérica para identificar os mais significativos e multiplicado pelos pesos dados, de acordo com cada atributo. Quanto maior o valor atribuído, consequentemente maior seria a necessidade de

atividades para mitigar os impactos. Utilizou-se os atributos: Severidade, Importância, Probabilidade e Reversibilidade. Os impactos que receberam os valores acima de 50 pontos foram classificados como mais significativos e consequentemente demandam medidas imediatas de gestão ambiental.

Enquadram-se nessa classificação (quadro 6) os impactos relacionados a ocupação de área de preservação permanente, solo exposto, redução da biodiversidade, processos erosivos do solo, eutrofização, riscos a saúde, contaminação dos recursos hídricos, aumento na geração de resíduos sólidos, aumento nas demandas de alimento, água, moradia, lançamento de efluentes e lançamento de gases na atmosfera.

Os demais impactos (quadro 6) como uso de pesticidas, cultivo de monoculturas como cana, pinus e eucalipto e aumento nas demandas: transporte, emprego e energia foram classificados com uma pontuação de 30 a 50 pontos, caracterizados assim como impactos significantes, havendo a necessidade de medidas de controle, monitoramento, mitigação em médio e em longo prazo.

Não foram identificados impactos com até 30 pontos, que seriam classificados como pouco significante e sem a necessidade de medidas mitigadoras.

## Primeira página

Quadro 6 - Matriz de aspectos e impactos ambientais

| MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO SOROCABA |                                            |                  |                  |                    |                      | Classificação |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------|------------------|--------------------|----------------------|---------------|
|                                                                                 |                                            |                  |                  |                    |                      |               |
| Aspectos                                                                        | Impactos                                   | Operacionalidade |                  |                    |                      |               |
|                                                                                 |                                            | Severidade (*3)  | Importancia (*3) | Probabilidade (*5) | Reversabilidade (*1) |               |
| Desmatamento                                                                    | Ocupação em área de Preservação Permanente | 15               | 15               | 25                 | 5                    | 60            |
|                                                                                 | Solo exposto                               | 15               | 15               | 20                 | 5                    | 55            |
|                                                                                 | Redução da biodiversidade                  | 12               | 12               | 25                 | 20                   | 69            |
|                                                                                 | Processos erosivos no solo                 | 12               | 12               | 25                 | 5                    | 54            |
| Atividades Agrícolas                                                            | Eutrofização                               | 15               | 15               | 15                 | 20                   | 65            |
|                                                                                 | Uso de pesticidas                          | 9                | 9                | 15                 | 5                    | 38            |
|                                                                                 | Redução da biodiversidade                  | 12               | 12               | 20                 | 20                   | 64            |
|                                                                                 | Cultivo de Cana                            | 15               | 15               | 5                  | 5                    | 40            |
|                                                                                 | Cultivo de Pinus ou Eucaliptos             | 15               | 15               | 10                 | 5                    | 45            |

Fonte: adaptado de Ribeiro *et al.* (2012).

## Segunda página

(conclusão)

**Quadro 6 - Matriz de aspectos e impactos ambientais**

|                 |                                        |    |    |    |    |    |
|-----------------|----------------------------------------|----|----|----|----|----|
| Ocupação Urbana | Aumento na demanda por transporte      | 12 | 12 | 20 | 5  | 49 |
|                 | Aumento da demanda por esgoto          | 12 | 15 | 20 | 5  | 52 |
|                 | Aumento na geração de resíduos sólidos | 12 | 15 | 20 | 5  | 52 |
|                 | Desigualdade Social                    | 15 | 15 | 20 | 5  | 55 |
|                 | Aumento na demanda de alimento         | 15 | 12 | 25 | 20 | 72 |
|                 | Aumento na demanda de água             | 15 | 12 | 25 | 20 | 72 |
|                 | Aumento da vulnerabilidade de encosta  | 12 | 12 | 20 | 5  | 49 |
|                 | Aumento pela demanda de emprego        | 12 | 9  | 20 | 5  | 46 |
|                 | Aumento pela demanda de energia        | 12 | 9  | 20 | 5  | 46 |
|                 | Aumento pela demanda de moradia        | 15 | 12 | 25 | 20 | 72 |
|                 | Redução da biodiversidade              | 9  | 9  | 20 | 20 | 58 |
|                 | Contaminação dos recursos hídricos     | 9  | 9  | 20 | 20 | 58 |
|                 | Riscos a saúde                         | 12 | 12 | 20 | 20 | 64 |
| Indústria       | Lançamento de efluentes                | 15 | 15 | 15 | 5  | 50 |
|                 | Liberação de gases na atmosfera        | 9  | 9  | 15 | 20 | 53 |

**Fonte:** adaptado de Ribeiro *et al.* (2012).

Como exposto na matriz de impactos, a ocupação de Área de Proteção Permanente (APP) foi classificada como impacto muito significativo. As APPs são formações vegetais que ocupam as margens dos cursos de água e desempenham uma importante função na proteção dos recursos hídricos. O código florestal, lei nº 12.651/12, define como áreas de preservação permanente aquelas que têm como objetivo, a preservação dos “recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade”, tendo a funcionalidade de manutenção da biodiversidade da flora e fauna, bem como, a proteção do solo. No entanto, como visto, são áreas que sofrem fortes pressões antrópicas.

Os impactos sobre essas áreas colaboram para a redução da biodiversidade promovida pela alteração no curso natural dos rios e nas suas propriedades químicas, redução de vegetação, alteração do fluxo migratório das aves, fragmentação florestal, dentre outros (LIRON; KENEDY, 2009; ZIMBRES *et al.*, 2018).

Outro impacto, oriundo do desflorestamento das margens e do lançamento de efluentes, trata-se da eutrofização antrópica, um dos problemas mais comuns que afeta a qualidade da água em todo o mundo, onde uma das suas principais consequências é o crescimento acelerado de seres fotossintetizantes. O que promove o aumento nos custos de tratamento de água (FRASCARELI *et al.*, 2015).

No decorrer desta pesquisa, foi possível observar que a falta de ordenamento e planejamento geram impactos de diferentes ordens e grandezas. As necessidades para sobrevivência humana e aumento populacional exponencial, resultam no aumento pela demanda por água, moradia, produção de alimentos e energia elétrica e, consequentemente, se utilizam dos recursos naturais, para suprir essas demandas. Desse modo, diante dos evidentes processos de urbanização, nota-se que os aspectos relacionados a ocupação do solo são bastante complexos e conflituosos. (SIMONETTI, 2018).

Os trabalhos de Goulart e Callisto (2003) Queiroz *et al.*(2010), abordaram a importância de uma gestão eficaz dos recursos naturais, reforçando que uma vez que estes sejam bem geridos, diversos impactos podem ser impedidos. Os autores apresentam a necessidade de ações de curto e médio prazo para mitigação e recuperação de toda área impactada, tendo em vista, o que rege o artigo 225 da Constituição Federal, onde todos têm o direito ao meio ambiente sadio e ecologicamente equilibrado.

### 5.3 Fase: 3 Análise das Respostas: Ações da sociedade e do poder público.

#### 5.3.1 Etapa (I): Levantamento dos programas e propostas (leis) existentes.

##### 5.3.1.1 Programa Federal: O Pacto das Águas

No artigo da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) são definidos instrumentos legais para realizar a gestão integrada dos recursos hídricos, bem como, diretrizes gerais de ação para sua implementação. Fazem parte da PNRH: os planos de recursos hídricos para o país (Plano Nacional), Unidades da Federação (Planos Estaduais) e bacias hidrográficas (Planos de Bacias); o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus usos preponderantes; a outorga de direitos e cobrança pelo uso da água o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Com o propósito de dar maior efetividade às políticas públicas relacionadas à gestão de águas e contribuir para superação dos desafios na promoção do uso múltiplo e sustentável dos recursos hídricos, foi criado em 2013, o Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas – Progestão (ANA, 2018), desenvolvido pela Agência Nacional de Águas (ANA), regulamentado pela Resolução ANA nº 379/2013. Possui adesão voluntária; no entanto, o estado que adere ao programa, recebe como incentivo repasses financeiros no valor inicial de 750 mil reais, que são liberados na medida em que vão cumprindo as metas estabelecidas.

Portanto, a finalidade do programa é incentivar os estados a fortalecerem seus Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Segrehs), mediante a adoção de ações que facilitem e melhorem a implantação dos instrumentos de gestão da Política Nacional de Recursos Hídricos e das Políticas Estaduais de Recursos Hídricos (MMA, 2019), através da efetiva articulação entre os processos de gestão das águas e de regulação dos seus usos, e o fortalecimento do modelo de governança das águas, que deve ser integrado, descentralizado e participativo.

Para reforçar, destaca-se que os objetivos do Programa são:

- ✓ Promover a efetiva articulação entre os processos de gestão das águas e de regulação dos seus usos, conduzidos nas esferas nacional e estadual;
- ✓ Fortalecer o modelo brasileiro de governança das águas, integrado, descentralizado e participativo (ANA, 2018).

As metas dos programas são estabelecidas no âmbito federal e estaduais, para serem atingidas dentro de três anos. Nos quadros 7 e 8 estão expostas as metas para o triênio (2016-2019).

**Quadro 7 - Metas Federais do programa: Pacto Nacional pela Gestão das Águas**

| <b>Metas</b>                                                       | <b>Descrição</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Objetivo</b>                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1º</b> Integração de dados de usuários de recursos hídricos     | Compartilhamento no âmbito do Sistema Nacional dos Recursos Hídricos (SNIRH), por meio do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos, das informações referentes aos usuários de recursos hídricos de domínio.                                                                                                   | Gestão integrada de águas de domínio da União e dos estados.                                                                                                                                                            |
| <b>2º</b> Compartilhamento de informações sobre águas subterrâneas | Compartilhamento no âmbito do Sistema Nacional de gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), por meio do SNIRH, das informações sobre autorizações de perfuração de poços ou instrumento administrativo correspondente e, quando houver, sobre as emissões de outorgas de captação de águas subterrâneas pelo estado. | Gestão integrada de águas superficiais e subterrâneas.                                                                                                                                                                  |
| <b>3º</b> Contribuição para difusão do conhecimento                | Compartilhamento no âmbito do SINGREH, por meio de instrumento específico, das informações sobre a situação da gestão de águas que subsidiam a elaboração do Relatório.                                                                                                                                                  | Contribuir para o conhecimento da situação dos recursos hídricos em escala nacional.                                                                                                                                    |
| <b>4º</b> Prevenção de Eventos Hidrológicos Críticos               | Operação adequada dos sistemas de prevenção a eventos críticos, caracterizada pelo funcionamento adequado dos equipamentos automáticos de coleta e transmissão de dados hidrológicos, bem como pela disponibilização de informações aos órgãos competentes.                                                              | Garantir a adequada operação das salas de situação nos estados em que foram implantadas, contribuindo, assim, para a implementação do Plano Nacional de Gestão de Riscos                                                |
| <b>5º</b> Atuação para Segurança de Barragens                      | Cumprimento de exigências relativas à implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB).                                                                                                                                                                                                               | Garantir o cumprimento dos dispositivos legais e normativos referentes à implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB e do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). |

**Fonte:** adaptação dos da Agência das Águas (ANA, 2018).

**Quadro 8** - Metas: Estaduais do programa Pacto Nacional pela Gestão das Águas

| Metas                                                                            | Descrição                                                                                                                                                                     | Objetivo                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1º Definição das Metas de Gerenciamento de Recursos Hídricos em Âmbito Estadual. | Definição, pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos ou entidade que exercer função correspondente, das metas de gerenciamento a serem certificadas no âmbito do Progestão. | Fortalecer o papel dos conselhos estaduais como instância máxima de deliberação no âmbito dos seus respectivos sistemas de gestão, observadas as diretrizes para uma gestão descentralizada e participativa. |
| 2º Variáveis legais, institucionais e de articulação social.                     | Implementação de instrumentos, ferramentas, ações ou atividades de natureza legal e institucional.                                                                            | Estruturar o arcabouço legal e institucional adequado ao gerenciamento de recursos hídricos em âmbito estadual.                                                                                              |
| 3º Variáveis de planejamento                                                     | Implementação de instrumentos, ferramentas, ações ou atividades de informação e suporte, correspondentes à variáveis indicadas na Tabela 3, em patamares mínimos.             | Informar e dar suporte adequado ao gerenciamento de recursos hídricos em âmbito estadual.                                                                                                                    |
| 4º - Variáveis operacionais                                                      | Implementação de instrumentos, ferramentas, ações ou atividades de natureza operacional.                                                                                      | Possibilitar o desempenho operacional adequado ao gerenciamento de recursos hídricos em âmbito estadual.                                                                                                     |

**Fonte:** adaptação dos da Agência das Águas (ANA, 2018).

O Estado de São Paulo, aderiu ao “Pacto Nacional pela Gestão das Águas” em 2009. Coordenado pela Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos (SSRH), apresenta metas como metas traçadas para o calendário de 2016 a 2019: integração de dados de usuários de recursos hídricos; compartilhamento de informações sobre águas subterrâneas; contribuição para difusão do conhecimento; prevenção de eventos hidrológicos críticos e atuação para segurança de barragens.

No âmbito Estadual as metas de planejamento são: implementação de instrumentos, ferramentas, ações ou atividades de planejamento que visem a organização institucional do modelo de gestão, a gestão dos processos, a capacitação setorial, a articulação com os diferentes setores (usuários e transversais) e o balanço hídrico do triênio (2016-2019).

O estado é considerado o pioneiro e recordista no número de adesão com 540 municípios inscritos no programa até o ano de 2011. O objetivo estadual é o de fomentar uma agenda voltada à recuperação e conservação da qualidade das águas nos municípios e para tanto, o programa busca acompanhar, o desenvolvimento destes quanto à adoção de ações que influenciem a qualidade e disponibilidade da água, seja de maneira direta ou indireta (MMA, 2019).

Por meio da Resolução SMA nº 85, de 20 de outubro de 2014, o estado integrou ao Pacto das Águas ao Programa Município VerdeAzul.

### 5.3.1.2 Programa Estadual: Município VerdeAzul

O Programa Município VerdeAzul (PMVA), foi criado pelo Governo do Estado de São Paulo em 2007, oriundo da necessidade de compartilhamento, entre estados e municípios, do controle da qualidade ambiental, com responsabilidade ambiental mútua, que pressupõe o desenvolvimento de ações integradas e articuladas entre o Governo e as Prefeituras Municipais, com o objetivo principal de desenvolver políticas públicas na área ambiental, de forma descentralizada (OLIVEIRA; TRINDADE; PEREIRA, 2015). As ações propostas pelo PMVA compõem as dez Diretivas norteadoras da agenda ambiental local (tabela 7).

**Tabela 7** – Diretivas Ambientais do Programa Município VerdeAzul

| <b>DIRETIVAS</b>              | <b>CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTAIS</b>                                                                                                                                             |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Esgoto Tratado</b>      | Ampliar os índices de coleta, transporte, tratamento e disposição, de forma adequada, dos esgotos urbanos                                                                       |
| <b>2. Resíduos Sólidos</b>    | Fortalecer a gestão dos resíduos sólidos domiciliares e da construção civil, de programas ou ações de coleta seletiva e da responsabilidade pós-consumo                         |
| <b>3. Biodiversidade</b>      | Proteger e/ou recuperar áreas estratégicas para a manutenção da biota                                                                                                           |
| <b>4. Arborização Urbana</b>  | Incrementar a gestão do meio ambiente urbano por meio do planejamento e definição de prioridades para a arborização urbana                                                      |
| <b>5. Educação Ambiental</b>  | Implementar a Educação Ambiental no âmbito formal e informal em três eixos: formação, capacitação e mobilização da comunidade                                                   |
| <b>6. Cidade Sustentável</b>  | Estimular o uso racional dos recursos naturais                                                                                                                                  |
| <b>7. Gestão das Águas</b>    | Fortalecer a gestão municipal sobre a qualidade da água para abastecimento público                                                                                              |
| <b>8. Qualidade do Ar</b>     | Implementar atividades e participar de iniciativas que contribuam para a manutenção ou melhoria da qualidade do ar e do controle da emissão excedente de gases de efeito estufa |
| <b>9. Estrutura Ambiental</b> | Estimular o fortalecimento das Secretarias / Departamentos / Diretorias de Meio Ambiente                                                                                        |
| <b>10. Conselho Ambiental</b> | Estimular o funcionamento regular dos Conselhos Municipais de Meio Ambiente                                                                                                     |

**Fonte:** Oliveira; Trindade; Pereira (2015)

A avaliação do cumprimento das Diretivas Ambientais é realizada mediante a aplicação do Índice de Avaliação Ambiental (IAA). Os municípios certificados recebem recursos do Fundo Estadual de Prevenção e Controle da Poluição (FECOP) e tem prioridade nas verbas estaduais, em todos os setores. O IAA é estabelecido com base na somatória dos Indicadores de Atendimento às Diretivas Ambientais e os Indicadores das ações Proativas do Município. Para tanto, o Plano de Metas proposto pela Prefeitura é analisado atribui-se uma pontuação ao cumprimento dos requisitos estabelecidos nas diretivas (FERREIRA, 2008; OLIVEIRA; TRINDADE; PEREIRA, 2015, PROGRAMA VERDEAZUL, 2008).

A classificação final dos 645 municípios paulistas é realizada anualmente. O resultado é publicado e deve ser usado como um norteador dos parâmetros a serem melhorados pelo poder público e sociedade civil. A participação municipal ocorre de forma voluntária, por meio de um ofício encaminhado para prefeitura de São Paulo. Os oito municípios que compõem a APA de Itupararanga e são objetos dessa pesquisa, fazem parte do programa.

Na última classificação realizada no ano de 2018, o município de São Roque evoluiu 99% ficando na 137 posição com o total de 54,32 pontos. Outro município que apresentou um crescimento considerável foi o de Votorantim com 273%, com a nota 36 pontos e na 205ª posição na classificação final. Os municípios Vargem Grande Paulista, Mairinque, Piedade e Alumínio apresentaram um crescimento de até 30%. Em contrapartida o município de Cotia teve um declínio de 37,9% comparado com os anos anteriores, a colocação do município foi de número 271 e a nota 22.66.

O *Ranking Ambiental* dos municípios é realizado não só para nortear a formulação de políticas públicas, mas também para premiar os que obtiverem uma boa pontuação. Sendo os prêmios:

• “**Certificado Município VerdeAzul**”, concedido aos municípios que atingem a nota superior a 80 (oitenta) pontos e preenchem requisitos pré-definidos para cada Ciclo, e ao Interlocutor respectivo. Este Certificado reconhece a boa gestão ambiental municipal e garante à prefeitura premiada preferência na captação de recursos do Fundo Estadual de Prevenção e Controle da Poluição (FECOP).

• “**Prêmio Governador André Franco Montoro**”, concedido aos municípios melhores colocados no *Ranking* em cada uma das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHIS. Trata-se de uma homenagem ao criador do Conselho Estadual do Meio Ambiente – CONSEMA, embrião da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e defensor da descentralização administrativa e fortalecimento dos municípios. (PMVA, 2018).

Desse modo o único município da APA que atingiu a pontuação para a certificação foi Ibiúna, com 81.65 pontos, na posição de número 54 na classificação final e crescimento de

37.6%. As pontuações dadas no ano de 2018, para cada município, em relação às diretivas, estão na tabela 8.

**Tabela 8 – Pontuação dos no Programa VerdeAzul (ano 2018)**

| Diretiva |                       | Notas Municipais |       |      |      |      |      |       |      |
|----------|-----------------------|------------------|-------|------|------|------|------|-------|------|
|          |                       | Al               | Ib    | SR   | Vt   | Ct   | VGP  | Ma    | Pi   |
| 1º       | Esgoto Tratado        | 0.89             | 6.57  | 5.44 | 2.24 | 3.88 | 0.35 | 4.67  | 1.51 |
| 2º       | Resíduos Sólidos      | 2.02             | 6.84  | 6.11 | 4.67 | 2.20 | 1.77 | 6.71  | 2.92 |
| 3º       | Biodiversidade        | 1.44             | 7.18  | 5.41 | 7.69 | 3.47 | 1.08 | 6.89  | 1.96 |
| 4º       | Arborização Urbana    | 0.00             | 7.71  | 5.18 | 2.80 | 1.35 | 0.00 | 6.82  | 0.00 |
| 5º       | Educação Ambiental    | ---              | 8.50  | 4.23 | ---- | ---- | ---  | ----  | ---- |
| 6º       | Município Sustentável | 0                | 9.10  | 7.20 | 3.08 | 1.71 | 0.00 | 8.75  | 0.00 |
| 7º       | Uso da Água           | 1.50             | 8.34  | 4.85 | 2.40 | 2.40 | 1.50 | 7.05  | 1.50 |
| 8º       | Qualidade do Ar       | 0.90             | 10.00 | 5.70 | 5.60 | 3.15 | 0.90 | 8.65  | 1.70 |
| 9º       | Estrutura Ambiental   | ---              | ---   | 4.23 | 4.70 | ---  | ---- | ---   | ---- |
| 10º      | Conselho Ambiental    | 0.00             | 8.75  | 6.00 | 1.00 | 1.35 | 1.35 | 10.00 | 0.00 |

**Fonte:** Adaptação PROGRAMEVERDEAZUL (2018).

**Legenda:** Al (Alumínio), Ib (Ibiúna), SR (São Roque) Vt (Votorantim), Ct (Cotia), VGP (Vargem Grande Paulista), Ma (Mairinque) e Pi (Piedade).

Vale ressaltar, que o programa atribui peso diferente para as diretrizes, sendo: esgoto tratado, educação ambiental e resíduos sólidos - valor atribuído de 1,2; estrutura, conselho e biodiversidade – têm peso de 0,8 e demais diretrizes têm valor de 0,5.

É fundamental que se considere as diferenças regionais e orçamentárias, existentes entre os municípios, o que implica em planos ambientais diferenciados. Dessa forma, é importante que os municípios busquem continuamente alternativas para a melhoria na gestão e estratégias para alcançar as metas pré-estabelecidas.

#### 5.3.1.3 Programas e Projetos Municipais

O levantamento dos programas e projetos foi realizado nos portais de comunicação municipais (sites das prefeituras), os quais estão apresentados no quadro (9).

De modo geral, as atividades realizadas pela maior parte dos municípios, são tidas como atividades pontuais; ou seja, ações direcionadas para eventos específicos como palestras e oficinas, programas de doação de mudas e campanhas de coleta seletiva. O cerne dessas atividades é a sensibilização e conscientização para questões ambientais, sendo importantes atividades por permitir que o indivíduo e a coletividade construam valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente (BRASIL, 1999).

Entretanto, não houve nos portais das cidades uma conexão que aborde às atividades municipais com a APA Itupararanga, o que é um fator preocupante, uma vez, que uma parcela territorial desses municípios está inserida na APA, portanto eles são parcialmente responsáveis pelos impactos nessa.

De acordo com Bernardi (2011) e Simonetti (2018) há um descompasso entre as ações propostas pelo zoneamento referido no Plano de Manejo da APA com vistas à conservação dos recursos naturais e as políticas públicas voltadas à gestão e desenvolvimento territorial que disciplinam os diferentes usos do solo dos municípios.

Dentre os municípios:

#### **Mairinque**

Foi o que apresentou o menor número de programas. Além disso, são programas questionáveis e tímidos, como os direcionados para doação de mudas e poda de árvores que apresentem riscos de queda. O terceiro aspecto que foi contabilizado refere-se a existência do plano diretor.

### **Ibiúna**

Região que possui 55% das suas atividades como agricultura, possui uma feira orgânica para produtores que acontece todos os sábados na cidade, desenvolve projetos de educação ambiental nas escolas como por exemplo, a coleta de óleo de cozinha usado. Possui atividade de monitoramento no reservatório de Itupararanga, objetivando a fiscalização para resguardo do período da piracema (período de restrição de pesca para garantir o ciclo de vida dos peixes).

O incentivo a arborização urbana é dado pelo projeto “Florestas Urbanas”, atividade onde a sociedade é convidada para plantar mudas de árvores nas calçadas e consequentemente a cuidar dessas, recebendo informações sobre plantio consciente, onde são apresentadas as espécies de árvores indicadas para esse tipo de plantio. Além disso, Ibiúna conta com projetos voltados para o incentivo do turismo local e também possui plano diretor.

### **São Roque**

Caracterizada por ser a “terra do vinho”. Ao visitar o portal da cidade, é possível encontrar diversas divulgações de atividades voltadas ao turismo que vão de lhospedagens apasseios, sendo que o mais conhecido no município é a “Rota do Vinho”. Além de projetos para atrair turistas, a cidade realiza projetos de coleta seletiva e coleta de óleo, possuindo também um plano diretor.

### **Alumínio**

A cidade está desenvolvendo oficinas para a confecção do seu Plano Municipal de Saneamento Básico e desenvolve projetos de compostagem e campanhas de coleta seletiva.

### **Cotia**

Possui um plano municipal de saneamento básico, desenvolve coleta de óleo e tm um plano diretor. Em relação a produção agrícola, realiza em parcerias com instituições de ensino, treinamentos e cursos de capacitação direcionados aos agricultores familiares.

### **Vargem Grande Paulista**

Na cidade existe o incentivo financeiro para a produção agroecológica e familiar. Projetos de educação ambiental nas escolas e plano de gestão integrada dos resíduos sólidos.

**Piedade**

Possui projetos de turismo, coleta seletiva, incentivo ao produtor familiar, plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos urbano e plano diretor.

**Votorantim**

Possui plano diretor, plano municipal de saneamento e ações direcionadas ao Turismo.

Todos os municípios apresentaram ações de combate ao *Aedes aegypti*. Sendo esse um problema de saúde pública, onde muitas pessoas morrem todo ano por doenças causadas por este inseto, o controle e combate são necessários. Percebe-se, no entanto, que essas ações são tratadas de maneira isolada, uma vez que não estão relacionadas com questões de saneamento e gestão de resíduos sólidos pelos municípios. A questão ambiental, não deve ser dissociada de questões de saúde pública pois estão intrinsecamente relacionadas. Sendo assim, são importantes as campanhas de sensibilização aos moradores, como também, programas e projetos direcionados a destinação e disposição dos resíduos, fiscalização nas áreas de ocupação e no processo de urbanização.

**Quadro 9-** Relação de projetos e programas realizados pelos municípios.

| MUNICÍPIO                     | PROGRAMAS E PROJETOS                                             |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <b>Ibiúna</b>                 | Incentivo a produção orgânica através das feiras para produtores |
|                               | Coleta de óleo município em escolas municipais                   |
|                               | Patrulha Náutica no reservatório                                 |
|                               | Projeto Floresta Urbana                                          |
|                               | Projetos voltados para o turismo                                 |
|                               | Possui plano diretor                                             |
| <b>São Roque</b>              | Mobilização Social contra o <i>Aedes aegypti</i>                 |
|                               | Projetos de Coleta de Óleo                                       |
|                               | Coleta Seletiva                                                  |
|                               | Projetos voltados para o turismo;                                |
|                               | Possui plano diretor                                             |
| <b>Mairinque</b>              | Doação de Mudas                                                  |
|                               | Podas de árvores que apresentam riscos                           |
|                               | Possui plano diretor.                                            |
| <b>Alumínio</b>               | Oficinas para o Plano Municipal de Saneamento Básico             |
|                               | Projeto Compostagem                                              |
|                               | Mobilização Contra o mosquito <i>Aedes aegypti</i>               |
|                               | Campanha de coleta seletiva                                      |
|                               | Plano Diretor                                                    |
| <b>Cotia</b>                  | Plano municipal de Saneamento                                    |
|                               | Programas de incentivo ao produtor familiar (treinamento)        |
|                               | Coleta de óleo                                                   |
|                               | Mobilização Contra o mosquito <i>Aedes aegypti</i>               |
|                               | Plano diretor                                                    |
| <b>Vargem Grande Paulista</b> | Programas de incentivo ao produtor familiar (crédito)            |
|                               | Projeto de sensibilização ambiental nas escolas                  |
|                               | Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbano   |
|                               | Plano diretor                                                    |
| <b>Piedade</b>                | Projetos de turismo                                              |
|                               | Coleta Seletiva                                                  |
|                               | Mobilização Contra o mosquito <i>Aedes aegypti</i>               |
|                               | Incentivo ao produtor familiar                                   |
|                               | Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbano   |
|                               | Plano diretor                                                    |
| <b>Votorantim</b>             | Projetos de turismo                                              |
|                               | Mobilização Contra o mosquito <i>Aedes aegypti</i>               |
|                               | Plano municipal de Saneamento                                    |
|                               | Plano diretor                                                    |

**Fonte:** Portal das prefeituras: Ibiúna, São Roque, Mairinque, Alumínio, Cotia, Vargem Grande Paulista, Piedade e Votorantim.

5.4 Etapa (II): Análise crítica descritiva dos resultados obtidos diante da metodologia proposta.

No quadro 10 estão expostas as condições de Pressão-Estado-Impacto-Resposta da área de estudo.

**Quadro 10** – Resultado da Aplicação da metodologia P-E-I-R

| PRESSÕES                                   |                      | ESTADO                                | IMPACTOS                               | RESPOSTA                                                         |
|--------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Uso e Ocupação do solo e Qualidade da água | Ocupação urbana      | Empreendimentos às margens da represa | Ocupação APP                           | Plano de manejo da APA                                           |
|                                            |                      |                                       |                                        | Plano diretor dos municípios                                     |
|                                            |                      | Crescimento populacional              | Aumento na demanda de água             | Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das águas |
|                                            |                      |                                       | Aumento na geração de resíduos sólidos |                                                                  |
|                                            |                      |                                       | Aumento pela demanda de alimentos      |                                                                  |
|                                            |                      |                                       | Aumento na demanda de moradia          |                                                                  |
|                                            |                      |                                       | Aumento na demanda de energia          | Plano diretor dos municípios                                     |
|                                            |                      |                                       | Redução da biodiversidade              |                                                                  |
|                                            |                      |                                       | Contaminação dos Recursos Hídricos     | Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas |
|                                            |                      |                                       | Riscos à saúde                         |                                                                  |
|                                            |                      | Falta de saneamento                   | Esgoto doméstico in natura             | Pacto das águas                                                  |
|                                            |                      |                                       | Aumento no custo de tratamento         |                                                                  |
|                                            |                      | Atividades Industriais                | Lançamento de efluentes                |                                                                  |
|                                            |                      |                                       | Liberação de gases na atmosfera        |                                                                  |
|                                            | Desmatamento         | Supressão de Vegetação                | Erosão                                 | Plano diretor do município                                       |
|                                            |                      |                                       | Redução da biodiversidade biológica    |                                                                  |
|                                            |                      |                                       | Redução da biodiversidade biológica    | Plano de Manejo da APA                                           |
|                                            |                      |                                       | Ocupação de APP                        |                                                                  |
|                                            | Atividades Agrícolas | Contaminação do curso d' água         | Eutrofização                           |                                                                  |
|                                            |                      | Monoculturas                          | Redução da biodiversidade              |                                                                  |
|                                            |                      | Supressão de Vegetação                | Ocupação em APP                        |                                                                  |

**Fonte:** Elaboração pela autora, 2018.

Como exposto no quadro acima e nas figuras (8,9,10,11 e 12), ao analisar as Pressões (P) da área, foram identificadas atividades como: ocupação urbana, desmatamento, atividades agrícolas e alteração na qualidade da água. Para a condição de Estado (E) foram elencados: empreendimentos na margem da represa, crescimento populacional, falta de saneamento, atividade industrial, supressão de vegetação, contaminação do curso d'água e cultivo de monoculturas (figuras 13, 14 e 15) (SARDINHA *et al.*, 2010; CONCEIÇÃO *et al.*, 2011; BEGHELLI *et al.* 2012; TANIWAKI *et al.* 2013; BEGHELLI *et al.*, 2014; FRASCARELI *et al.* 2015; BEGHELLI *et al.* 2016; SIMNONETTI, 2018). As figuras (8,9,10,11, 13, 14 e 15) foram georreferenciadas e as coordenadas UTM são apresentadas no quadro 11.

**Figura 8 – Ocupação Urbana (P1)**



**Fonte:** Acervo pessoal da autora, 2017.

**Figura 9- Ocupação Urbana (P1)**



**Fonte:** Acervo pessoal da autora, 2017

**Figura 10-** Ocupação Urbana (P4)



**Fonte:** Acervo pessoal da autora, 2017.

**Figura 11 -** Área sendo desmatada (P1)



**Fonte:** Acervo pessoal da autora, 2017

**Figura 12** – Atividades Agrícolas



**Fonte:** Plano de Manejo da APA de Ituparanga (2009)

**Figura 13-** Plantio de monocultura (P1)



**Fonte:** Acervo pessoal da autora, 2017.

**Figura 14-** Área de Pastagem (P3)



**Fonte:** Acervo pessoal da autora, 2018.

**Figura 15-** Supressão de Vegetação (P2)



**Fonte:** Acervo pessoal da autora, 2017.

**Quadro 11-** Georreferenciamento das figuras

| Numeração das Figuras | Ponto de análise | Coordenadas UTM     |
|-----------------------|------------------|---------------------|
| 8,9,11,13             | P1               | 272405 E- 7385425 N |
| 10                    | P4               | 261745 E- 7387038 N |
| 14                    | P3               | 262721 E- 7385604 N |
| 15                    | P2               | 270728 E- 7389390 N |

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2018.

Os impactos apresentados no quadro 10, foram os que receberam maiores valores de ponderação na matriz de aspectos e impactos ambientais (quadro 6) e as respostas apresentadas estão relacionadas com alguns dos instrumentos e mecanismos legais que regem sobre proteção e preservação dos recursos naturais.

Entre as respostas obtidas temos os programas existentes, Pacto das Águas (programa federal) e Município VerdeAzul (programa estadual). Esses programas são direcionados a recuperação de áreas impactadas e prevenção de novos impactos negativos. São políticas que, ao criarem parâmetros comuns, facilitam o processo de planejamento e execução das ações. Outro fator importante em relação a esses programas é o fato deles contribuírem para o aumento de verba orçamentária municipal e estadual (OLIVEIRA; TRINDADE; PEREIRA, 2015).

O Brasil é um País conhecido pelo grande número de legislações que possui. Na área ambiental existem Políticas para a Gestão dos Resíduos Sólidos, Recursos Hídricos, Educação Ambiental, Proteção da Flora, Fauna e Biodiversidade (código florestal). No entanto, a existência de leis não bastam, sendo importantíssimo a sua aplicação, monitoramento e fiscalização, com a finalidade de garantir a efetividade dessas.

Nesse sentido, as respostas apresentadas neste trabalho estão relacionadas com os mecanismos legais existentes, que deveriam contemplar os planos de saneamento básico e resíduos sólidos, instrumentos exigidos pelas leis 12.305/10 (Política Nacional de Resíduos Sólidos) e no Plano Diretor, os quais ainda não existem em todos os municípios.

Quando analisadas as atividades individuais dos municípios (quadro 9), ações de educação ambiental foram recorrentes; porém, ao comparar as atividades com as notas obtidas dentro do Programa Município VerdeAzul (tabela 8), nota-se que somente os municípios de Ibiúna e São Roque, pontuaram nessa categoria.

Ao confrontar os dados da tabela (8) com os dados do quadro (5), percebe-se também um descompasso nas informações, tendo como exemplo o município de Votorantim que é tido no quadro (5) como o município que coleta e trata 98% do esgoto e no PMVA e está classificado com a quarta menor nota dentro do mesmo critério.

Dessa forma, ficam as seguintes indagações: Será que o plano de ação para participação do plano estadual está sendo corretamente preenchido? Os programas de educação ambiental existentes são efetivos?

Esses questionamentos são necessários, uma vez que o programa apresenta uma conexão entre as diretivas que não devem consideradas de maneira individualizada. A

melhora na pontuação dentro do programa, resulta na mitigação e/ou na minimização dos impactos encontrados. De acordo com Moreira (2002), a questão ambiental no âmbito municipal se apresenta com peso relevante, notadamente pelo fato de a cidade representar a capilaridade do sistema, onde o reflexo das ações e omissões do poder público influenciam diretamente a vida dos moradores.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Aplicação do modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta (P-E-I-R) permitiu inferir sobre as condições de: Pressão (P) - ocupação urbana, desmatamento, atividades agrícolas e alteração na qualidade da água; Estado (E) - crescimento populacional, falta de saneamento, supressão de vegetação, contaminação dos cursos d'água, monoculturas entre outros; Impacto (I) adotados a partir do modelo, citando, dentre os mais significativos de acordo com a ponderação realizada - ocupação de área permanente, redução de biodiversidade, aumento na demanda por água, moradia, transporte e na geração de resíduos sólidos e lançamento de efluentes, dentre outros.

A análise das respostas (R) revelou que existem atividades na esfera federal, estadual e alguns projetos municipais que regem sobre a proteção e manutenção dos recursos naturais.

O Pacto das Águas é um projeto federal que apresenta metas para a gestão dos recursos hídricos e incentivos para que os estados e comitês de bacias realizem a gestão integrada e descentralizada. O Programa Município VerdeAzul é um programa estadual, que por meio de diretrizes e notas atribuídas a cada uma delas, classifica e premia os municípios que realizam boas práticas. Dentre os oito municípios que compõem a área de estudo, Ibiúna foi o único a atingir a pontuação mínima para ser certificado no ano de 2018, somando 81.65 pontos e uma melhora de 37.6% em relação aos anos anteriores. Os projetos municipais se mostraram pontuais, na sua maioria com atividades voltadas para educação ambiental sendo os projetos de coleta de óleo, educação ambiental nas escolas e incentivo a agricultura familiar, os mais comuns.

Por fim, foi apresentado um quadro com algumas das leis que regem sobre as pressões e impactos levantados. Contudo, a criação de leis não é suficiente para garantir a proteção dos recursos naturais, sendo de fundamental importância a fiscalização e o monitoramento das mesmas.

Esta pesquisa atingiu os objetivos propostos que permitiram avaliar a qualidade ambiental da Bacia do Alto Sorocaba, a qual vem sofrendo modificações oriundas de pressões antrópicas e consequentemente impactos ambientais negativos. Espera-se que a partir dos dados aqui elencados e analisados, possa-se avançar na direção de uma maior eficiência e integração de políticas públicas e gestão ambiental. Destaca-se a necessidade de programas e projetos eficazes e perenes para a gestão ambiental, que concilie o uso com a proteção dos recursos naturais. Este trabalho procurou constituir uma ferramenta eficaz para

a realização de novas pesquisas e elaboração de projetos e políticas de gestão, podendo assim, auxiliar outros pesquisadores e gestores municipais, no caminho para construção de ações pautadas no desenvolvimento sustentável.

## REFERÊNCIAS

ABNT NBR ISO 14001 – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14001: Sistemas de Gestão Ambiental - Especificação e diretrizes para uso**. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

Alumínio (SP). Prefeitura. 2019. Disponível em: <http://aluminio.sp.gov.br>. Acesso em: jan. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DA ÁGUAS, ANA, (2018) Disponível em <http://progestao.ana.gov.br/portal/progestao> acesso em: fev. 2019.

ANDRIETTI, G. *et al.* Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT. **Ambiente & Água**, v. 11, n. 1, 2016.

ARIZA, C.G; ARAÚJO N, M. D. Contribuições da geografia para avaliação de impactos ambientais em áreas urbanas, com o emprego da metodologia Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR). *Caminhos de Geografia (UFU)*, Uberlândia, v. 11, n. 35, p. 128-139, set. 2010. <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16104/9070>>.

ASSIS, M. P. *et al.* Avaliação de políticas ambientais: desafios e perspectivas. **Saúde e Sociedade**, v. 21, p. 7-20, 2012.

AZEVEDO, A.C. G de; FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M. L. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 22, n. 3, p. 870-877, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-3306200800030002>

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. São Paulo: Saraiva, 2007. 382 p. ISBN 978-85-02-05952-8.

BARCELLOS, F. C. *et al.* **Diagnóstico ambiental dos municípios segundo o modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta**. 2013. Disponível em: [http://www.pos.ajes.edu.br/arquivos/referencial\\_20121205104533.pdf](http://www.pos.ajes.edu.br/arquivos/referencial_20121205104533.pdf). Acesso em: 30 /07/2017.

BASTOS. A.C. S, FREITAS. A.C. **Capítulo I Avaliação e perícia ambiental**. bertrand Brasil, 9º Ed. Rio de Janeiro, 2009.

BEGHELLI, F. G.S. *et al.* Relationship between space distribution of the benthic macroinvertebrates community and trophic state in a Neotropical reservoir (Itupararanga, Brazil). **Biota Neotropica**, v. 12, n. 4, p. 114-124, 2012.

BEGHELLI, F. G. S. *et al.* Spatial and temporal heterogeneity in a subtropical reservoir and their effects over the benthic macroinvertebrate community. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 26, n. 3, p. 306-317, 2014.

BEGHELLI, F. G. S. *et al.* Can a one-sampling campaign produce robust results for water quality monitoring? A case of study in Itupararanga reservoir, SP, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 28, 2016.

BERETON *et al.* Lessons from Applying the Sistematic Literature Review Process within the Software Engineering Domain. *The Journal of System and Software*, v. 80, p.571-583, 2007.

BERNARDI, I. (2011). **A implantação da APA de Itupararanga e seus reflexos nas políticas públicas e na conservação dos recursos naturais**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

BEU, S. E; MISATO, M. T.; HAHN, C. M. APA de Itupararanga. **Biodiversidade na APA de Itupararanga: Condições atuais e perspectivas futuras**. Secretaria de Meio Ambiente. São Carlos: UFSCAR/FF/CCR, 2011.

BOFF, L. **Sustentabilidade: o que é-o que não é**. Editora Vozes Limitada, 2017.

\_\_\_BRASIL, **Resolução CONAMA nº357**, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U.

\_\_\_BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: versão atualizada até a Emenda n. 30/2000. Disponível em <<https://www.jusbrasil.com.br/tópicos/10645661/artigo-225-da-constituicao-federal-de-1988>>. Acesso em: 18 Maio 2017.

\_\_\_BRASIL. Lei n. 6.938, de 31 de Agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente**, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, 1981. Disponível em: < [https:// http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938.htm](https://http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm)> Acesso em: 18 Maio. 2017.

\_\_\_BRASIL. Lei n.9.433, de 8 de Janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional dos 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 29 de dezembro de 1989. Brasília, 1997. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)>. Acesso em: 18 Maio 2017.

\_\_\_BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. 2010.

\_\_\_BRASIL. Lei nº12. 651/12: Art. 3º. **Novo Código Florestal**. Disponível: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 02/10/2017.

\_\_\_BRASIL. **Ministério da Justiça. Declaração Universal dos Direitos Humanos**. Adotada e proclamada pela Resolução 217 A (III) da Assembleia Geral das Nações Unidas em 10 de dezembro de 1948. Disponível em: [https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as\\_sdt=0%2C5&q=%22Declara%C3%A7%C3%A3o+Universal+do+Direito+da+%C3%81gua%22&btnG=](https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22Declara%C3%A7%C3%A3o+Universal+do+Direito+da+%C3%81gua%22&btnG=). Acesso em: 27.10.2017.

BURSZTYN, M. *et al.* Ciência, ética e sustentabilidade. São Paulo: Cortes, p. 159-188, 2001.

CALVACANTI, C. **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade**

**sustentável.** Cortez; Fundação Joaquim Nabuco, 1995.

CAMARGO, A. F. M.; HENRY-SILVA, G. G.; PEZZATO, M. M. Crescimento e produção primária de macrófitas aquáticas em zonas litorâneas. **Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos. São Carlos: Fundibio/Rima**, p. 213-232, 2003.

CAMPANER, É. C. S. **Gestão ambiental como responsabilidade social das organizações.** [Monografia]. Lins/SP: Universitário Católico Salesiano Auxilium, 2009.

CÂNDIDO, G. A. **Desenvolvimento Sustentável e Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade: Formas de aplicações em contextos geográficos diversos e contingências específicas.** Campina Grande, PB: Ed. UFCG, pp. 236-271, 2010.

CARVALHO, F. M. *et al.* Chumbo no sangue de crianças e passivo ambiental de uma fundição de chumbo no Brasil. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 13, p. 19-23, 2003.

CARVALHO, J. R. M.; *et al.* Avaliação da sustentabilidade ambiental de municípios paraibanos: Uma aplicação utilizando o método PROMETHEE II. **Gestão & Regionalidade**, v. 27, n. 80, 2011.

CARVALHO, J. R. M. *et al.* Metodologia para avaliar a sustentabilidade ambiental de municípios utilizando análise multicritério. **REVISTA REUNIR**, v. 1, n. 1, p. 18-34, 2015.

CONCEIÇÃO .*et al.* (2011) Rainwater chemical composition and annual atmospheric deposition at Alto Sorocaba Basin (SP). **Quím. Nova** 34: 610-658.4

CONCEIÇÃO, F. T. *et al.* Influência sazonal no transporte específico de metais totais e dissolvidos nas águas fluviais da bacia do Alto Sorocaba (SP). **Geochimica Brasiliensis**, 2015.

**CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO.** Agenda 21. São Paulo: Senado Federal, Brasília: 1997. Disponível em <http://www.mec.gov.br>. Acesso em 27.10.2017.

CONFORTO, E. C; AMARAL, D. C; SILVA, SL da. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. **Trabalho apresentado**, n. 8, 2011.

COOK, D. J.; MULROW, C.D.; HAYNES, R. B. Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions. **Annals of internal medicine**, v. 126, n. 5, p. 376-380, 1997.

COSTA, H. A.; BURSZTYN, M. A. A.; NASCIMENTO, Elimar P. do. **Participação social em processos de avaliação ambiental estratégica.** 2009.

COSTANZA, R. *et al.* Modelar e medir o bem-estar sustentável em conexão com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU. **Ecological Economics** , v.130, p. 350-355, 2016.

CRUZ, H. C.; FABRIZY, N. L. P. Impactos ambientais de reservatórios e perspectivas de uso múltiplo. **Revista Brasileira de Energia**, v. 4, n. 1, 1995.

CUNHA, D.G. F.; CALIJURI, M. C. Variação sazonal dos grupos funcionais fitoplanctônicos em braços de um reservatório tropical de usos múltiplos no estado de São Paulo (Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 4, p. 822-831, 2011.

CUNHA, R. W. *et al.* Qualidade de água de uma lagoa rasa em meio rural no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 17, n. 7, 2013.

DALLABRIDA, V. R.; AGOSTINI, Cíntia. Desenvolvimento Local e Regional em Questão: uma Compreensão a Partir do Enfoque de uma "Economia Política Neogramsciana". **Desenvolvimento em Questão**, v. 7, n. 14, 2009.

CASTRO M. C. *et al.* Marcadores Orgânicos de Contaminação por esgotos Sanitários em Sedimentos Superficiais da Baía de Santos, São Paulo. **Quim. Nova**, v. 31, n. 5, p. 1008-1014, 2008.

\_\_\_\_\_. **Declaração Universal do Direito da Água** Disponível em: <<http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracao-universal-dos-direitos-da-agua.html>>. Acesso: 22/05/2017

DUTRA, A. C.. **Impactos ambientais de uma unidade agropecuária estimados pela avaliação do ciclo de vida**. Dissertação. Ciências Ambientais Unesp Sorocaba. Sorocaba, 2018.

ESPINDOLA, H. S. *et al.* Desastre da Samarco no Brasil: desafios para a conservação da biodiversidade. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 5, n. 3, p. 72-100, 2016.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos da limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FINUCCI, M. **Metodologias utilizadas na avaliação do impacto ambiental para a liberação comercial do plantio de transgênicos**. 2010. 230f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo-SP.

FRASCARELI, D. *et al.* Heterogeneidade espacial e temporal de variáveis limnológicas no reservatório de Ituparanga associadas com o uso do solo na Bacia do Alto Sorocaba-SP. **Ambiente & Água**. v. 10, n. 4, 2015.

FRASCARELI, D. *et al.* Spatial distribution, bioavailability, and toxicity of metals in surface sediments of tropical reservoirs, Brazil. **Environmental monitoring and assessment**, v. 190, n. 4, p. 199, 2018.

FREIRE L. M. Impactos ambientais no rio Xingu diante da implantação da usina hidrelétrica de belo monte no estado do Pará: subsídios para o planejamento ambiental. **Revista Geonorte**, Edição Especial 4, V.10, N.1, p.490-493, 2014. (ISSN 2237-1419)

FREITAS N. P. *et al.* (2008) Sistema de informação ambiental da bacia do reservatório de Itupararanga para apoiar a implementação de uma Área de Proteção Ambiental em o Estado de São Paulo. **Revista Geografia e Pesquisa** 2 (1): 17–31.

FUNDAÇÃO FLORESTAL. **Plano de Manejo da APA Itupararanga**. Secretaria do Estado de São Paulo, 2012. Disponível em: <http://fflorestal.sp.gov.br/pagina-inicial/planos-de-manejo/planos-de-manejo-planos-concluidos/plano-de-manejo-apa-itupararanga/>. Acesso em: 30 ago. 2018.

GALHARTE, C. A.. **Avaliação de impactos ambientais da integração lavoura-pecuária: estudo de caso da inovação tecnológica da Embrapa**. [Dissertação de mestrado]. São Carlos/SP: USP, 2007.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 23, p. 183-184, 2014.

GLASSON J, THERIVEL R, CHADWICK A. **Introduction to environmental impact assessment**. 4th ed. London: Oxford Brookes University; 2012.

GONTIJO, E. S. J. **Distribuição, complexação e mobilidade de íons arsênio em águas superficiais do Quadrilátero Ferrífero-MG/Brasil: ênfase nas interações com substâncias húmicas aquáticas**. [Tese de pós-graduação]. Sorocaba/SP: Universidade Estadual Paulista, 2017.

GOULART, M. D.; CALLISTO, Marcos. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, v. 2, n. 1, p. 156-164, 2003.

GUERRA, A. J. T. ; CUNHA, S. B. da. Impactos ambientais urbanos no Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 131.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD 2009. Rio de Janeiro: **IBGE**. Brasil.

IBIUNA (SP). Prefeitura. 2019. Disponível em: <http://www.ibiuna.sp.gov.br/>. Acesso em: jan.2019

KEMERICH, P. D; R, L.G; B, W. F. Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 4, p. 3718-3722, 2014

KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews. **Keele, UK, Keele University**, v. 33, n. 2004, p. 1-26, 2004.

KNOLL, E. C. **Avaliação dos problemas causados por enchente através do método pressão estado e resposta**. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Ambiental, 2018.

LIRA, H.B; TEDESCO, P.A. **Gerenciamento de conflitos em sistemas colaborativos: revisão sistemática da literatura**. 2015.

LONGO, R. M.; et.al . Physical and chemical characterization of the substratum of degraded

areas by tin mining. **Bragantia**, v. 64, n. 1, p. 101-107, 2005.

LOPES, F. B. *et al.* Mapa da qualidade das águas do rio Acaraú, pelo emprego do IQA e geoprocessamento. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, p. 392-402, 2008.

LYRON, C. M.; KENNEDY, B. P. Riparian forest buffers mitigate the effects of deforestation on fish assemblages in tropical headwater streams. **Ecological Applications**, v. 19, n. 2, p. 468-479, 2009.

MAIRINQUE (SP). Prefeitura. 2019. Disponível em: <http://www.mairinque.sp.gov.br> Acesso em: jan. 2019.

MANFRÉ, L.A. *et al.* **Environmental Fragility evaluation and guidelines for environmental zoning: a study case on Ibiuna (the Southeastern Brazilian region)** **Earth** (2013) 69: Sc947 <https://doi.org/10.1007/s12665-012-1979-2>.

MANFRÉ, L. A. *et al.* Atributos de qualidade de solos sob dois diferentes tipos de manejo no município de Ibiúna/SP, Brazil. **Interciencia**, v. 36, n. 10, 2011.

MELLO, L. F. de; SATHLER, D. Environmental demography and the emergence of population and consumption studies. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 32, n. 2, p. 357-380, 2015.

MENIN, D. R. F. **Ecologia de A a Z**: pequeno dicionário de ecologia. Porto Alegre: L&PM, 2000. 212p.

MORAES, C. D. Avaliação de impacto ambiental: uma revisão da literatura sobre as principais metodologias. 2016.

MOREIRA, I V D. **Avaliação de impacto ambiental–AIA**. Rio de Janeiro, FEEMA, 1985.

MORGAN, R. K. **Environmental impact assessment: the state of the art**. Environment Impact Review, v. 3, n.1, p 5-14, 2012.

MOTA, S.; AQUINO, M. D. Proposta de uma matriz para avaliação de impactos ambientais. In: VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Engenharia sanitária e ambiental**. Vitória-ES. Anais... Vitória – ES. 2002.

OLIVEIRA, F. C; MOURA, H. J. T. Uso das metodologias de avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará. **Revista Pretexto**, v. 10, n. 4, 2009.

OLIVEIRA, E. C; TRINDADE, F. H; PEREIRA, R.Silva. Políticas Públicas Indutoras do Desenvolvimento Sustentável Local: Um Estudo Sobre o Programa Município VerdeAzul na Região do Grande ABC. 2015. **Administração Pública e Gestão Social**, 7(3), jul.-set. 2015, 109-119.

PAVLICKOVA, K. K. M.; MIKLOSOVICOVA, A. H, BARANCOK P, L. M. **Environmental impact assessment (In Slovak)**. 1st ed. Bratislava: Comenius University in Bratislava; 2009.

PEDRAZZI, M. F. J.C. Avaliação da qualidade da água no reservatório de Itupararanga,

Bacia do Alto Sorocaba (SP). **Geociências (São Paulo)**, v. 33, n. 1, p. 26-38, 2014.

PIEDADE (SP). Prefeitura. 2019. Disponível em: <https://www.piedade.sp.gov.br>. Acesso em: jan. 2019.

**Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê** (2009). COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ FUSP - Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo FEHIDRO - Fundo Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em: [http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/7111/pat\\_sumario\\_executivo.pdf](http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/7111/pat_sumario_executivo.pdf) acesso em: fev de 2019.

PROGRAMA MUNICIPIO VERDEAZUL (SP) (2018). Disponível: <http://verdeazuldigital.sp.gov.br/site/o-projeto>. Acesso: fev.2019.

PORTO. M. F. A; PORTO. R. L. **Gestão de bacias hidrográficas. Estudos avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, 2008.

QUEIROZ, J. F. *et al.* Assessment of Oriçanga and Itupeva rivers water quality at the Pardo-Mogi watershed (São Paulo State, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 22, n. 3, p. 335-343, 2010.

QUEIROZ, R. P.; IMAI, N. N. **Mapeamento das atividades antrópicas na área de entorno do reservatório de Itupararanga- SP: Uma abordagem baseada na diminuição gradativa do grau de complexidade da cena interpretada.** Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, p. 1039–1045, 2007.

REIS, T. E.; COSTA, V. C. **Análise da vulnerabilidade na zona de amortecimento do Parque Estadual do Ibitipoca (MG), com o uso de SIG.** Geosul, v. 32, n. 63, p. 77-97, 2017.

RIBEIRO, A. I. *et al.* **Proposta de Diagnóstico Ambiental de uma Área Degradada no Parque Estadual do Juquery, Franco da Rocha-SP** In: III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Goiânia, p. 1-8, 2012.

RIBEIRO, M.L. *et al.* Contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: avaliação preliminar. **Química Nova**, 2007.

RIZOMAS A.. Papo periférico-Um olhar sobre as pautas do movimento estudantil da gestão ambiental no Brasil. 1ed 2p. Silva. V.L. 2012. Educação e as novas linguagens tecnológicas digitais: uma aprendizagem constante. **Revista Parte-Ano** V. 06 de Outubro de 2012.

ROSA, A. H. *et al.* Environmental diagnosis and evaluation of land use and occupation aimed at the sustainability of Itupararanga Dam, important area of the Middle Tietê Basin. **Ecology of reservoirs and interfaces**. 1ed.São Paulo: IB-USP, p. 212-231, 2015.

SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento incluyente, sustentável, sustentado**. Editora Garamond, 2004.

SALLES, M. H. D.*et al.* Avaliação Simplificada de Impactos Ambientais na Bacia do Alto Sorocaba (SP). **Revista de estudos ambientais**. v. 10, n. 1, p. 6-20.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos** /Luiz Enrique Sánchez, - 2. ed.- - São Paulo: Oficina de textos, 2013.

SANTOS, S.*et al.* A. H. Poluição aquática. **Meio ambiente e sustentabilidade**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2012. p. 17-46.

São Roque (SP). Prefeitura. 2015. Disponível em:  
<http://www.saoroque.sp.gov.br/portal/cidade/20/Hist%C3%B3ria>. Acesso em: ago. 2015.

SARDINHA. *et al.* Weathering rates at Alto Sorocaba basin, Brazil, using U-isotopes and major cations. **Environmental Earth Sciences**, v. 61, n. 5, p. 1025-1036, 2010.

SCHNEIDER, D.D. *et al.* Indicadores para serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário voltados às populações vulneráveis. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 17, p. 65-76, 2010.

SEPE, Patrícia Marra. **Indicadores GeoCidades: A experiência do Município de São Paulo: Brasil no Uso de Indicadores Ambientais na Administração Pública**. São Carlos: II Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade – WIPIS, 2008.

SICHE, R. *et al.* Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & sociedade**, 2007.

SILVA, D. S. G. **Construção de Indicadores de Condições de Vida através da Análise Multicritério: estudo Aplicado aos Municípios da Baixada Fluminense**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais (Mestrado). Escola Nacional de Ciências Estatísticas. Rio de Janeiro, 2007, p. 148

SILVA FILHO, N. L. Sistema de informações ambientais da bacia hidrográfica da represa de Itupararanga como suporte à implantação de uma área de proteção ambiental no estado de São Paulo. **Geografia e Pesquisa**, v. 2, n. 1, 2008.

SILVA, S. S *et al.* Sustainability Indicator Pressure-State-Impact-Response Scenario Partner Environmental Diagnosis of Municipal Solid Waste Resulting in Cuite, PB. **REUNIR-REVISTA DE ADMINISTRACAO CONTABILIDADE E SUSTENTABILIDADE**, v. 2, n. 2, p. 76-93, 2012.

SILVA, D. C. C. **Proposta metodológica para elaboração de um índice espacial de sustentabilidade ambiental aplicado a bacias hidrográficas**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, UNESP, Sorocaba, SP, 2016.

SILVA, J. I. A.O.; ALCÂNTARA, M. G. POLÍTICAS AMBIENTAIS: uma análise do Governo Federal e do Cariri Ocidental. **Revista de Políticas Públicas**, v. 19, n. 1, p. 281-301, 2016.

SIMONETTI, V. C. **Correlação espacial e sazonal de parâmetros indicadores de qualidade da água da bacia hidrográfica do Alto Sorocaba associadas ao uso do solo**. Dissertação. Ciências Ambientais Unesp Sorocaba 2018.

SIQUEIRA, L. A. **Água fonte de vida. 2011. 54 f.** Trabalho de Conclusão de Curso

(Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2011.

SMITH, W. S; PETRERE Jr, M.Barrella, W. 2007. Fish, Sorocaba river sub-basin, state of São Paulo, Brazil. Check List 2007: 3(3) ISSN: 1809-127X.

SMITH, W. S; PETRERE JR, M. Spatial and temporal patterns and their influence on fish community at Itupararanga Reservoir, Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, 2008.

SOARES, O.A *et al.* **O Gestor ambiental como agente transformador-grupo de pesquisa em educação ambiental**. Anais 5º Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade, p.382-387, 2016.

SOUZA, M. P. **Instrumentos de Gestão Ambiental: fundamentos e prática**. São Carlos: Riani Costa, 2000.

SOUZA, J. R. D *et al.* **A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos : Caso Rio Almada**, Sul da Bahia, Brasil. p. 26–45, 2013.

STAMM, H. R. *et al.* **Método para avaliação de impacto ambiental (AIA) em projetos de grande porte: estudo de caso de uma usina termelétrica**. 2003.

TANIWAKI, R. H. *et al.* Variação espacial do grau de trofia e da biomassa fitoplanctônica no reservatório de Itupararanga (São Paulo, Brasil). **HOLOS Environment**, v. 11, n. 2, p. 170-179, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/123421>.

TANIWAKI, R. H. *et al.* A influência do uso e ocupação do solo na qualidade e genotoxicidade da água no reservatório de Itupararanga, São Paulo, Brasil. *Interciência*, v. 38, n. 3, p. 164-170, 2013.

TEIXEIRA, *et al.* (2009) **Modelagem da dinâmica da paisagem em uma região de Mata Atlântica: implicações para a conservação**. *Para Ecol Manag* 257: 1219–1230.

THOMAZ, S. M. Fatores ecológicos associados à colonização e ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo. **Planta Daninha**, v. 20, p. 21-33, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582002000400003>.

TIECHER, T. *et al.* Contribuição das fontes de sedimentos em uma bacia hidrográfica agrícola sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 2, p. 639-649, 2013.

TRAVASSOS, G.; BIOLCHINI, J. Revisões sistemáticas aplicadas a engenharia de software. In: **XXI SBES-Brazilian Symposium on Software Engineering**. 2007.

TUNDISI, J. G. *et al.* Conservação e uso sustentável de recursos hídricos. In: BARBOSA, F. A. (Org.) **Ângulos da água: desafios da integração**. Belo Horizonte: Editora UFMG, p.157-83, 2008.

TURCO, L. E. G; GALLARDO, A. L.C. F. Avaliação de Impacto Ambiental e Avaliação Ambiental Estratégica: Há Evidências de Tiering no Planejamento de Transportes Paulista?. **Gestão & Regionalidade**, v. 34, n. 101, 2018

VAN BELLEN, H. M. Desenvolvimento sustentável: uma descrição das principais ferramentas de avaliação. **Ambiente & Sociedade**, v. 7, n. 1, p. 67-88, 2004.

VARGEM GRANDE PAULISTA (SP). Prefeitura. 2019. Disponível: <http://www.vargemgrandept.sp.gov.br/site/>. Acesso em: jan.2019

VOGEL, H. F.*et al.* Florestas ripárias: importância e principais ameaças. **SaBios-Revista de Saúde e Biologia**, v. 4, n. 1, 2009.

VON SPERLING, M. Modelling of coliform removal in 186 facultative and maturation ponds around the world. **Water research**, v. 39, n. 20, p. 5261-5273, 2005.

VOTORANTIM (SP). Prefeitura. 2019. Disponível em : <http://www2.votorantim.sp.gov.br/site/images/downloads/guiadocidadao.pdf>. Acesso em: jan. 2019.

ZIMBRES, B. *et al.* Thresholds of riparian forest use by terrestrial mammals in a fragmented Amazonian deforestation frontier. **Biodiversity and Conservation**, v. 27, n. 11, p. 2815-2836, 2018.